

四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏
开发产能建设项目

环境影响报告书
(公示件)

建设单位：中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司
川东北气矿

环评单位：四川天宇石油环保安全技术咨询有限公司
二〇二一年七月

目 录

1 概述.....	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 环境影响评价程序.....	2
1.2.1 调查分析和工作方案编制阶段.....	3
1.2.2 分析论证和预测评价阶段.....	3
1.2.3 编制环境影响报告书阶段.....	4
1.3 项目关注的主要环境问题.....	4
2 总论.....	6
2.1 评价目的及评价原则.....	6
2.1.1 评价目的.....	6
2.1.2 评价原则.....	6
2.2 编制依据.....	7
2.2.1 环境保护法律法规.....	7
2.2.2 行政法规与国务院发布的规划性文件.....	7
2.2.3 部门规章与部门发布的规划性文件.....	8
2.2.4 地方行政规章及规范性文件.....	9
2.2.5 行业技术规范.....	10
2.2.6 环境影响评价技术规范.....	11
2.2.7 相关标准.....	12
2.2.8 项目有关资料.....	12
2.3 产业政策及相关规划选址符合性.....	13
2.3.1 国家产业政策符合性分析.....	13
2.3.2 规划符合性分析.....	13
2.3.3 与“三线一单”的符合性分析.....	15
2.3.4 与行业管理要求的符合性分析.....	17
2.3.5 建设项目选址合理性分析.....	18
2.4 环境功能区划.....	18
2.4.1 大气环境.....	18
2.4.2 地表水环境.....	18
2.4.3 地下水环境.....	18
2.4.4 声环境.....	19
2.4.5 生态环境.....	19
2.5 执行标准.....	19
2.5.1 环境质量标准.....	19
2.5.2 污染物排放标准.....	21
2.6 环境影响要素识别和评价因子筛选.....	23
2.6.1 环境影响要素识别.....	23
2.6.2 评价因子筛选.....	28
2.7 评价工作等级和评价范围.....	28
2.7.1 大气环境.....	28
2.7.2 地表水环境.....	32
2.7.3 地下水环境.....	32
2.7.4 声环境.....	33
2.7.5 生态环境.....	34
2.7.6 土壤环境.....	34
2.7.7 环境风险.....	35

2.8 评价内容及评价重点.....	43
2.8.1 评价内容.....	43
2.8.2 评价重点.....	43
2.9 污染控制与环境保护目标.....	43
2.9.1 污染控制目标.....	43
2.9.2 环境保护目标.....	44
3 建设项目概况.....	56
3.1 建设项目基本情况.....	56
3.2 项目建设内容和规模.....	56
3.2.1 建设内容.....	56
3.2.2 建设规模.....	57
3.3 主要产品.....	57
3.3.1 原料天然气.....	57
3.3.2 产品气.....	57
3.3.3 副产品.....	57
3.4 原辅料和能源消耗.....	58
3.4.1 原辅料消耗和能源消耗.....	58
3.5 项目组成.....	58
3.6 工程概况.....	65
3.6.1 钻井.....	65
3.6.2 内部集输.....	65
3.6.3 净化厂工程.....	67
3.6.4 净化气外输工程.....	67
3.6.5 公辅工程.....	68
3.6.6 人员编制.....	74
3.7 建设方案环境比选.....	74
3.7.1 天然气净化厂的比选方案.....	75
3.7.2 集输管线的比选方案.....	78
3.8 回顾性评价.....	81
3.8.1 勘探开发简况.....	81
3.8.2 已有工程环境影响回顾.....	83
4 工程分析.....	109
4.1 主要工艺过程及影响因素.....	109
4.1.1 施工期工艺过程及影响因素.....	109
4.1.2 运营期工艺流程及环境影响因素分析.....	116
4.2 污染源及污染物排放情况.....	126
4.2.1 施工期主要污染源及污染物排放情况.....	126
4.2.2 运营期主要污染源及污染物排放情况.....	133
4.3 平面布置合理性分析.....	152
4.3.1 井场.....	152
4.3.2 天然气净化厂.....	152
4.3.3 外输末站.....	153
5 区域自然环境概况.....	154
5.1 自然环境.....	154
5.1.1 地理位置.....	154
5.1.2 地形地貌.....	154
5.1.3 地层岩性.....	156
5.1.4 地质构造.....	159
5.1.5 气象和水文.....	161
5.2 工程外环境关系.....	163
5.2.1 井场外环境.....	163

5.2.2 净化厂外环境.....	167
5.2.3 集输管道沿线环境.....	167
5.3 区域环境敏感目标分布.....	170
5.3.1 集中式饮用水源保护区.....	170
5.3.2 生态敏感区.....	171
6 环境现状调查与评价.....	172
6.1 环境空气质量现状调查与评价.....	172
6.1.1 区域达标判定.....	172
6.1.2 区域污染源调查.....	172
6.1.3 补充监测.....	172
6.1.4 小结.....	173
6.2 地表水环境现状评价.....	173
6.2.1 地表水环境质量现状监测.....	173
6.2.2 监测结果.....	174
6.2.3 小结.....	178
6.3 地下水质量现状调查与评价.....	178
6.3.1 地下水环境现状监测.....	178
6.3.2 地下水环境质量现状评价.....	191
6.3.3 小结.....	197
6.4 噪声环境现状调查与评价.....	197
6.4.1 声环境现状监测.....	197
6.4.2 小结.....	198
6.5 生态现状调查与评价.....	198
6.5.1 调查范围和时间.....	198
6.5.2 调查内容及方法.....	199
6.5.3 生态功能区划及保护方向.....	201
6.5.4 制约区域可持续发展的主要生态问题.....	201
6.5.5 土地利用现状.....	203
6.5.6 植被.....	203
6.5.7 陆生维管束植物.....	217
6.5.8 植物含硫量检测.....	226
6.5.9 陆生脊椎动物.....	227
6.5.10 水生生物现状.....	235
6.5.11 景观.....	239
6.5.12 水土流失现状.....	245
6.5.13 小结.....	246
6.6 土壤环境现状调查与评价.....	247
6.6.1 土壤类型及理化性质调查.....	247
6.6.2 影响源调查.....	249
6.6.3 土壤环境现状评价.....	250
6.6.4 小结.....	256
7 环境影响预测与评价.....	257
7.1 大气环境的影响预测与评价.....	257
7.1.1 施工期的影响分析.....	257
7.1.2 运营期影响预测分析.....	258
7.1.3 环境空气保护目标.....	264
7.1.4 大气环境防护距离.....	285
7.1.5 小结.....	285
7.2 、地表水环境预测与评价.....	286
7.2.1 施工期.....	286
7.2.2 运营期.....	288
7.2.3 小结.....	289

7.3 地下水影响预测与评价	290
7.3.1 区域水文地质条件	290
7.3.2 水文地质试验及参数	296
7.3.3 地下水开发利用现状	301
7.3.4 各场地水文地质条件	302
7.3.5 地下水环境影响预测与评价	320
7.3.6 小结	348
7.4 噪声影响预测与评价	350
7.4.1 预测模式	350
7.4.2 施工期噪声影响分析	350
7.4.3 运营期噪声影响分析	354
7.4.4 小结	361
7.5 生态环境的影响预测与评价	362
7.5.1 对土地利用现状的影响	362
7.5.2 对植被和植物资源的影响	365
7.5.3 对陆生脊椎动物多样性的影响	369
7.5.4 对水生生态的影响	376
7.5.5 对景观的影响	378
7.5.6 小结	380
7.6 土壤环境影响预测与评价	381
7.6.1 施工期	381
7.6.2 运营期	383
7.6.3 小结	385
7.7 固体废弃物的影响分析	385
7.7.1 固体废物的来源与性质	385
7.7.2 施工期固体废物处理及其对环境的影响	387
7.7.3 运营期固体废物处理及其对环境的影响	388
7.7.4 小结	389
8 环境风险	390
8.1 资料收集	390
8.2 环境风险识别	391
8.2.1 物质危险性识别	391
8.2.2 生产系统危险性识别	398
8.2.3 环境风险类型及危害分析	399
8.2.4 风险识别结果	400
8.3 风险事故情形分析	402
8.3.1 事故发生的可能性	402
8.3.2 事故发生的环境影响	404
8.3.3 风险事故情形分析及事故后果预测	405
8.4 环境风险预测	406
8.4.1 大气环境	406
8.4.2 地表水环境	426
8.5 环境风险防范措施	430
8.5.1 钻井期间硫化氢泄漏风险防范措施	430
8.5.2 套管破损导致含硫天然气窜至地表风险的防范措施	437
8.5.3 站场硫化氢泄漏的防范措施	438
8.5.4 集输管道硫化氢泄漏的防范措施	440
8.5.5 净化厂硫化氢泄漏及硫磺风险防范措施	440
8.5.6 天然气净化厂火灾、爆炸引起的次生水环境污染事故风险防范措施	442
8.5.7 毒性终点浓度范围内居民的疏散与安置	443
8.6 应急预案	449
8.6.1 适用范围	449
8.6.2 应急预案框架体系	449

8.6.3 环境事件分级.....	451
8.6.4 应急组织机构与职责.....	452
8.6.5 监控与预警.....	455
8.6.6 应急响应.....	456
8.6.7 应急监测.....	458
8.6.8 应急保障技术.....	458
8.6.9 善后处置.....	465
8.6.10 应急预案管理与演练.....	465
8.6.11 区域联动要求.....	466
8.7 小结.....	467
9 环保措施及其可行性论证.....	469
9.1 废气污染防治措施.....	469
9.1.1 施工期.....	469
9.1.2 运营期.....	469
9.1.3 废气措施可行性.....	471
9.2 废水污染防治措施.....	471
9.2.1 施工期.....	471
9.2.2 运营期.....	474
9.3 生态环境保护措施.....	477
9.3.1 土地利用现状的保护和恢复措施.....	477
9.3.2 植物和植被保护措施.....	484
9.3.3 陆生脊椎动物的保护措施.....	490
9.3.4 水生生态系统保护建议.....	492
9.3.5 区域生态功能的保护和修复.....	493
9.3.6 小结.....	495
9.4 噪声控制措施.....	495
9.4.1 建议措施.....	495
9.4.2 噪声控制措施的有效性分析.....	496
9.5 地下水环境保护措施.....	496
9.5.1 源头控制.....	496
9.5.2 分区防渗.....	498
9.5.3 监测计划.....	502
9.5.4 应急响应.....	503
9.6 固体废物处置措施.....	505
9.6.1 施工期.....	505
9.6.2 运营期.....	508
9.7 土壤污染防治措施.....	510
9.7.1 源头控制.....	510
9.7.2 分区防渗.....	510
9.7.3 小结.....	511
9.8 回注环保措施及可行性.....	511
9.8.1 钻井废水回注保护措施.....	511
9.8.2 气田水回注保护措施.....	512
9.9 环保投资估算.....	523
10 环境管理与监测计划.....	524
10.1 施工期环境监测.....	524
10.2 运营期环境监测.....	524
10.2.1 污染型环境因子监测计划.....	524
10.2.2 生态环境监测计划.....	525
10.3 应急监测.....	525
11 总量控制和碳排放.....	526

11.1 污染物总量控制指标.....	526
11.1.1 污染物总量控制指标建议.....	526
11.1.2 污染物总量控制指标来源.....	528
11.2 碳排放（温室气体核算）.....	528
11.2.1 排放源和气体种类识别.....	528
11.2.2 温室气体排放总量.....	529
12 环境影响经济损益分析.....	531
12.1 正面环境影响经济效益分析.....	531
12.2 负面环境影响经济损失分析.....	531
12.3 小结.....	532
13 环境影响评价结论.....	533
13.1 项目相关政策、规划符合性.....	533
13.2 环境现状评价结论.....	534
13.2.1 大气环境现状.....	534
13.2.2 地表水环境现状.....	534
13.2.3 地下水现状.....	534
13.2.4 声环境现状.....	534
13.2.5 生态环境现状.....	534
13.2.6 土壤环境现状.....	535
13.3 环境影响预测结论.....	535
13.3.1 大气环境影响预测.....	535
13.3.2 地表水环境影响分析.....	535
13.3.3 地下水的影响.....	536
13.3.4 声环境影响预测.....	536
13.3.5 生态环境影响分析.....	536
13.3.6 土壤环境影响预测.....	538
13.3.7 环境风险影响预测.....	538
13.3.8 固体废弃物.....	538
13.4 总量控制和碳排放.....	539
13.5 公众意见调查.....	539
13.6 环保措施论证.....	539
13.7 对环境保护目标的影响.....	540
13.8 综合评价结论.....	540

1 概述

1.1 项目背景

铁山坡地区勘探始于上世纪八十年代中期，迄今已有 30 多年勘探开发历史。大体可以分为五个主要阶段：

第一阶段：预探发现阶段。1984~1999 年采集三轮二维地震，1999 年 2 月 28 日，依据二维地震成果在金竹坪高点偏西翼钻探预探井——坡 1 井，1999 年 8 月 28 日钻至井深***米见鲕滩云岩储层，取心后继续钻进，钻达层位为茅口组，完钻井深***m，该井飞仙关组测试获气***m³/d，证实该构造存在鲕滩储层并含工业气流。

第二阶段：深化勘探评价阶段。在坡 1 井发现飞仙关组气藏后，2000~2004 年，西南油气田公司采集了铁山坡区块三维地震，依据三维地震处理解释成果部署探井坡 2、3、4、5 井，坡 2、4、5 井均获高产气流。其中，坡 2 井于 2000 年 5 月 14 日开钻，钻进至井深***m 完钻，完钻层位为飞仙关组，该井钻遇鲕滩储层超过 100m，测试获高产气流***m³/d；距坡 1 井北东方向 3km 左右的坡 4 井于 2002 年 4 月完钻，测试获工业气流；构造南端的坡 5 井于 2004 年 11 月完钻，钻遇飞仙关组巨厚鲕滩储层，厚度超过 200m，测试获气***m³/d。2004 年，西南油气田公司利用坡 1、2、3、4、5 井资料申报了铁山坡气田飞仙关组气藏探明储量，并编制了铁山坡气田飞仙关气藏开发方案（可行性研究报告），并向四川环境保护局报送了《铁山坡气田天然气开发工程环境影响报告书》，于 2005 年 12 月分别获得原四川省环境保护局的环评批复。

第三阶段：开发前期准备阶段。2005~2006 年，部署并实施 2 口勘探井（坡东 1 井、坡西 1 井）和 5 口开发井（坡 1-X1、1-X2、坡 2-X1、坡 5-X1、5-X2），其中坡 5-X1 井飞仙关组测试获气***m³/d，其余开发井钻遇气层但未测试。

第四阶段：对外合作阶段。2008 年中国石油与雪佛龙全资子公司优尼科东海有限公司开始合作开发铁山坡、七里北、渡口河、罗家寨、滚子坪 5 个区块，双方组建了川东北天然气项目部（后简称 CDB 项目部），外方取得作业权，2011 年 CDB 项目部编制了《铁山坡气田飞仙关组气藏总体开发方案》，通过中国石油股份公司审查并批复建设，2013 年获得原国家环保部批复，但至今该方案未实施。

第五阶段：回归自营。2019 年中国石油与优尼科东海有限公司经协商一致，终止了铁山坡区块的合作开发，转回自营开发。截止目前，铁山坡气田飞仙关组气藏仍处

于探明未开发状态，区域详见附图 1-1。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，2020 年 4 月，中国石油西南油气田分公司川东北气矿委托四川天宇石油环保安全技术咨询有限公司承担“四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目”环境影响评价工作。

四川天宇石油环保安全技术咨询有限公司根据可研报告，结合区域总体规划的要求，在现场踏勘、收集资料和委托监测的基础上，编制了《四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目环境影响报告书》，内容经西南油气田分公司川东北气矿审阅，现呈报管理部门审批。

1.2 环境影响评价程序

根据工程特点，本次环评对项目地面集输工程建设以及采气输送运营过程进行分析，找出主要的生态环境影响因素和环境污染因素，按照环境影响评价技术导则对评价区水环境、大气环境、声环境、生态环境和环境风险等进行评价。同时，提出合理的生态环境保护措施和污染防治措施，以便减小工程建设对环境的影响。收集公众对本项目建设的意见，以使工程施工、运营过程中的环境保护措施更加完善，最大限度减少工程建设对环境的影响，充分发挥工程建设的环境效益和社会效益。

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）第 3.3 条，本项目整个环境影响评价工作分为三个阶段，即调查分析和工作方案编制阶段、分析论证和预测评价阶段、环境影响报告书编制阶段，详见下图。

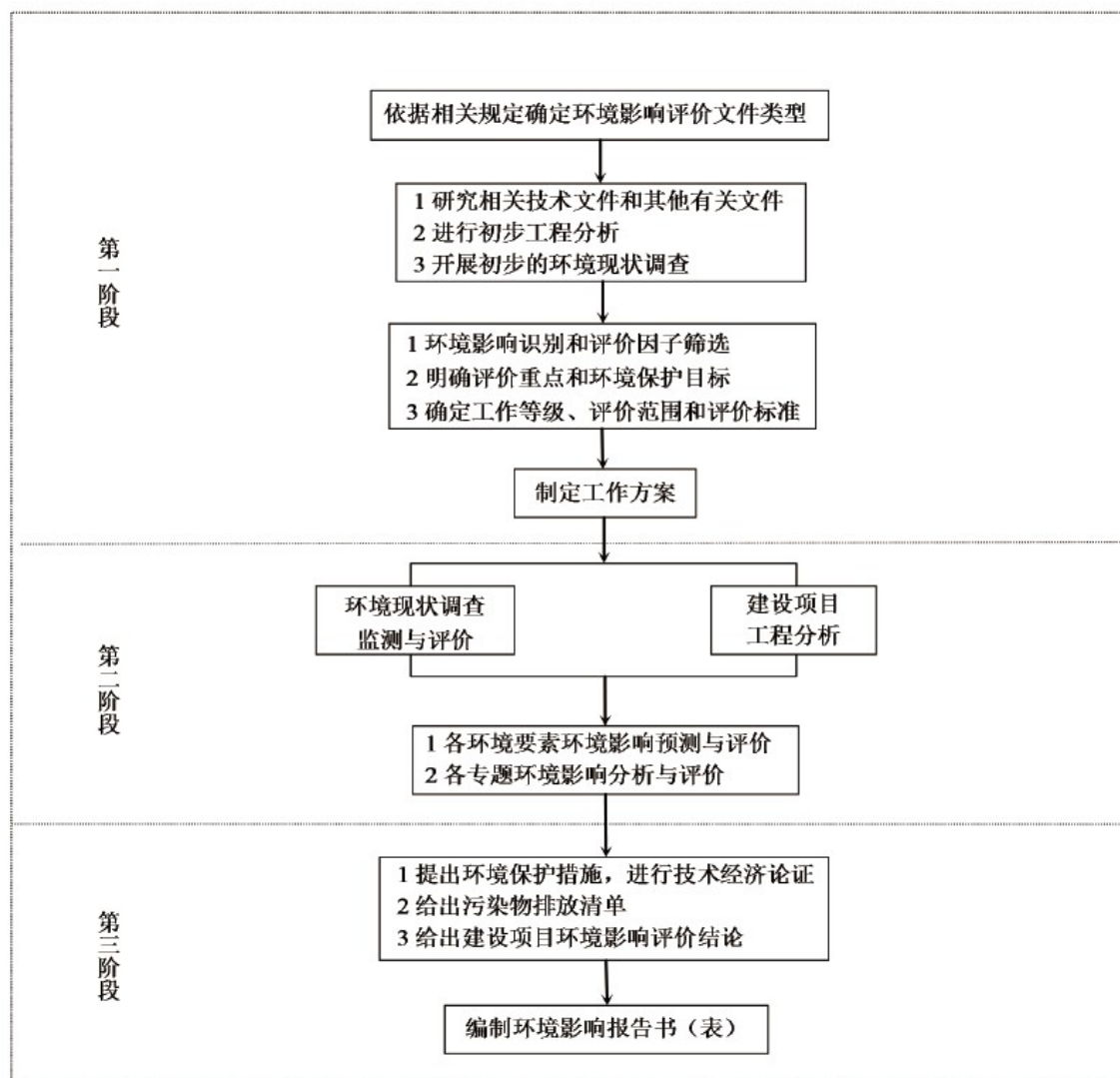


图 1.2-1 环境影响评价工作程序图

1.2.1 调查分析和工作方案编制阶段

2020年4月10日，中国石油天然气股份公司西南油气田分公司川东北气矿委托四川天宇石油环保安全技术咨询有限公司承担“四川盆地铁山坡气田飞仙关气藏开发产能建设项目”环境影响评价工作。

在研究了项目设计文件和其他有关文件后，项目组对拟建工程开展了初步的工程分析，对项目所在区域环境状况进行了初步调查。编制了环评影响评价工作方案。

1.2.2 分析论证和预测评价阶段

根据调查、收集到的有关文件、资料，利用模型预测、类比等手段，对各环境要素进行了预测、分析及评价。同时，分别对拟建工程开展了环境现状调查与监测。

1.2.3 编制环境影响报告书阶段

整理各环境要素预测成果，提出环境保护措施、进行技术经济论证，给出了污染物排放清单，进行建设可行性分析，编制环境影响报告书。

1.3 项目关注的主要环境问题

本项目主要关注以下环境问题。

(1) 废气：

内部集输工程施工期间的大气污染源主要为工程车及运输车辆排放的尾气及扬尘，主要污染物有 NO_x 、 C_mH_n 、 SO_2 、 CO 及颗粒物。运行期间的污染源主要在各站场水套炉和火炬长明火产生的废气（ SO_2 和 NO_x ），以及清管收球作业、分离器检修时通过火炬排放的废气（ SO_2 和 NO_x ）。

天然气净化厂内主要的废气为正常生产时净化厂尾气烟囱排放的废气（ SO_2 和 NO_x ）、燃气锅炉排放废气（ SO_2 和 NO_x ）火炬系统长明火排放废气（ SO_2 和 NO_x ）和正常生产时逸散的少量气体（非甲烷总烃、 H_2S ）。非正常工况下，装置设备中介质气通过火炬燃烧排放，主要污染物也为 SO_2 。

(2) 废水：

内部集输工程施工期间的水污染源主要为施工人员的生活污水及管道试压后排放的工程废水。管道试压一般采用清洁水，试压后排放水中的污染物主要是悬浮物，生活污水的主要污染物是 BOD、SS。运行期间的水污染源主要在各站场，主要包括：各站场工艺设备的不定期检修、设备清洗及场地冲洗排放的工艺废水或清洗废水和气田水。

天然气净化厂内污水包括正常生产污水、检修污水和生活污水。正常生产污水主要来自脱硫、火炬及放空、燃料气等工艺装置排出的生产污水和场地冲洗水等，污染物主要是机械杂质、少量油污及微量烃类等；生产废水主要来自硫黄回收装置、尾气处理装置、循环水装置、锅炉房等辅助生产装置，污染物主要是盐类；检修污水主要来自脱硫、脱水等检修时排出的含胺液、TEG、微量烃等污染物的污水；生活污水主要是卫生间排出的生活污水。生活污水、检修污水和生产废水经过生化处理系统回用后，剩余部分进入膜提浓装置和蒸发结晶装置，无废水外排。气田水是净化厂脱硫后排污，通过处理后管输至回注站进行达标回注。环评中注重净化厂废水不外排的技术

可行性和可靠性论证。

（3）噪声：

工程的噪声源主要包括：站场内的汇管、调压阀、节流装置、分离器和火炬放空系统等，这些装置在节流或流速改变时将产生空气动力噪声；以及发出不同强度的机械噪声或电磁噪声。

噪声主要来自主风机、空压机、空冷器、风机、脱硫溶剂循环泵、TEG 循环泵等转动设备和天然气输送管道的噪声，即由连接的泵、阀等其它声源传递而来的噪声和内部介质形成湍流产生的噪声。

（4）固废：

施工中的固体废物主要来源于场站建设施工、管道设施等废弃的废弃物料（如焊条、防腐材料等）和工人日常生活丢弃的生活垃圾等。运行期的固体废物主要是各站场产生的生活垃圾，此外在分离器检修（除尘）、清管收球作业时会产生一定量的废渣，主要成份为粉尘和氧化铁粉末。

天然气净化厂主要的固体污染物为施工阶段所产生的建筑垃圾，生产过程废渣有硫黄回收装置使用寿命为 5~7 年的催化剂，天然气净化装置更换的吸附剂，脱硫装置、TEG 脱水装置更换的过滤元件，以及污水处理装置产生的少量污泥。拟集中收集后外运统一处理，环评中注重固体废物收集、贮存、运输的可靠性论证。

（5）生态

建设项目位于四川盆地东北大巴山南麓，人为干扰一般，生态环境质量较高。项目集输管线、外输管线涉及森林植被和中型河流穿越，因此生态评价应重点关注管道施工对沿线重点保护野生动植物的影响。

（6）环境风险

项目天然气含有硫化氢，环评中注重对 H_2S 泄漏扩散事故的环境风险分析。

2 总论

2.1 评价目的及评价原则

2.1.1 评价目的

(1) 结合国家相关产业政策、环境政策，结合行业规划及区域规划，根据环境特征、采取环保措施及环境影响预测与评价、环境风险评价，分析论述项目建设的选址可行性、环境可行性。为环境管理部门决策提供科学依据。

(2) 针对设计采取的环保措施进行分析，提出完善措施以符合环保要求，将环境影响降低到最小，可接受。

(3) 将污染防治对策、生态保护措施、风险防范应急措施及时反馈到项目建设和环境管理中，为该项目实现合理布局、优化设计、清洁生产、落实环保措施及风险防范、应急措施提供科学依据。确保污染物达标排放、区域环境功能不改变，生态系统良性循环，将不利影响降至最低程度；将风险概率及风险事故影响降低到可接受程度。为项目的稳定建设、企业环境管理、环境管理部门实施监督管理提供科学依据，实现该项目与区域经济、社会和环境的协调发展。

2.1.2 评价原则

该项目的环境影响评价将遵循以下原则：

(1) 针对区域农村地区环境质量较好，居民较分散，该项目主要环境影响因素为废水、噪声、废渣、环境风险等特点进行评价。针对设计采取的环保措施进行分析，提出完善措施以达到环保要求。

(2) 评价应结合国家、地方有关产业政策、环境政策，结合行业规划及区域规划分析项目的可行性。同时在环保措施、预测与评价、清洁生产等评价工作各方面应结合相关的法规政策、技术政策。

(3) 确保该项目污染物达标排放，达到清洁生产要求。项目建设必须保证区域生态平衡和区域环境质量水平，使项目所在地满足环境功能区划要求。通过风险防范措施将风险几率最大限度降低，通过应急措施确保风险影响在可接受程度。

(4) 科学性、客观公正性。

2.2 编制依据

2.2.1 环境保护法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第9号，2015）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第77号，2018）；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（中华人民共和国主席令第32号，2018）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（中华人民共和国主席令第87号，2018）；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国主席令第57号，2020）；
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（中华人民共和国主席令第77号，2018）；
- (7) 《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第39号，2010）；
- (8) 《中华人民共和国土地管理法》（2020）；
- (9) 《中华人民共和国水法》（中华人民共和国主席令第48号，2016）；
- (10) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（中华人民共和国主席令第54号，2018）；
- (11) 《中华人民共和国野生动物保护法》（中华人民共和国主席令第18号，2018）；
- (12) 《中华人民共和国节约能源法》（中华人民共和国主席令第77号，2018）；
- (13) 《中华人民共和国循环经济促进法》（中华人民共和国主席令第4号，2018）；
- (14) 《中华人民共和国长江保护法》（2021）；
- (15) 《中华人民共和国森林法》（2020）。

2.2.2 行政法规与国务院发布的规划性文件

- (1) 《国务院关于环境保护若干问题的决定》（国发〔1996〕31号）；
- (2) 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（中华人民共和国国务院国发〔2005〕39号）；
- (3) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35号）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法实施细则》（中华人民共和国主席令第284号，2000）；
- (5) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第682号，2017）；

- (6) 《全国生态环境保护纲要》（国发[2000]38号）；
- (7) 《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发〔2010〕46号）；
- (8) 《国务院办公厅转发发展改革委等部门关于加快推行清洁生产意见的通知》（国办发〔2003〕100号）；
- (9) 《中华人民共和国自然保护区条例》(2017)；
- (10) 《危险化学品安全管理条例》（中华人民共和国主席令第591号，2011）；
- (11) 《永久基本农田保护条例》（2011）；
- (12) 《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令第592号，2011）；
- (13) 《大气污染防治行动计划》（国发〔2013〕37号）；
- (14) 《全国生态保护与建设规划》（2013~2020年）；
- (15) 《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号）；
- (16) 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号）；
- (17) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017）；
- (18) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016）；
- (19) 《排污许可管理条例》（中华人民共和国国务院令第736号，2021）；
- (20) 《关于做好占用永久基本农田重大建设项目用地预审的通知》（自然资规〔2018〕3号）；
- (21) 《中国生物多样性红色名录》（生态环境部 中国科学院 2015年发布）；
- (22) 《国家重点保护野生动物名录》（2021年公布）；
- (23) 《关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）；
- (24) 《国家林业局关于石油天然气管道建设使用林地有关问题的通知》[林资发（2010）105号]；
- (25) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013）。

2.2.3 部门规章与部门发布的规划性文件

- (1) 《关于推行清洁生产的若干意见》（环控[1997]232号）；
- (2) 《关于进一步加强建设项目环境保护管理工作的通知》（环发[2001]19号）；
- (3) 《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》（环办环评函〔2019〕910号）；

- (4) 《环境影响评价公众参与办法》（2018）；
- (5) 《突发环境事件应急管理办法》（部令第34号，2015）；
- (6) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77号）；
- (7) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98号）；
- (8) 《石油天然气开采业污染防治技术政策》（环保部公告2012年第18号）；
- (9) 《产业结构调整指导目录》（2019年本）（2019）；
- (10) 《打赢蓝天保卫战三年行动计划》（国发〔2018〕22号）；
- (11) 《关于进一步加强环境保护信息公开工作的通知》（环办[2013]103号）；
- (12) 《关于推进环境保护公众参与的指导意见》（环办[2014]48号）；
- (13) 《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》（环办[2014]30号）；
- (14) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第16号，2021）；
- (15) 《国家危险废物名录》（环境保护部令第15号，2021）；
- (16) 《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（中共中央办公厅、国务院办公厅发布，2017）；
- (17) 《国家重点生态功能保护区规划纲要》（环发[2007]165号）；
- (18) 《全国生态功能区划（修编版）》（环境保护部、中国科学院公告第61号，2015年）；
- (19) 《关于加强国家重点生态功能区环境保护和管理的意见》（环发[2013]16号）；
- (20) 《关于推进污水资源化利用的指导意见》（发改环资〔2021〕13号）。
- (21) 《碳排放权交易管理办法（试行）》（生态环境部令第19号，2021）

2.2.4 地方行政规章及规范性文件

- (1) 《四川省重点保护野生动物名录》（1990）；
- (2) 《四川省新增重点保护野生动物名录》（2000）；
- (3) 《四川省永久基本农田保护实施细则》（1996）；
- (4) 《四川省环境保护条例》（2017）；

- (5) 《四川省危险废物污染环境防治办法》（2004）；
- (6) 《四川省生态功能区划》（2010）；
- (7) 《关于进一步加强我省农村饮用水水源保护区环境保护工作的通知》（川环办发[2011]98号）；
- (8) 《四川省〈中华人民共和国野生动物保护法〉实施办法》（2012）；
- (9) 《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》（2012）；
- (10) 《四川省人民政府办公厅关于加强灰霾污染防治的通知》（川办发[2013]32号）；
- (11) 《四川省灰霾污染防治实施方案》（川环发[2013]78号）；
- (12) 《四川省固体废物污染环境防治条例》（2018）；
- (13) 《四川省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（2016）；
- (14) 《四川省“十三五”生态建设和环境保护规划》（2016）；
- (15) 《四川省自然保护区管理条例》（2018）；
- (16) 《关于印发四川省生态保护红线方案的通知》（川府发〔2018〕24号）；
- (17) 《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线制定生态环境准入清单实施生态环境分区管控的通知》（川府发〔2020〕9号）。

2.2.5 行业技术规范

- (1) 《石油天然气井控技术规范》（GB/T31033-2014）
- (2) 《井下作业安全规程》（SY 5727-2014）
- (3) 《气井试气、采气及动态监测工艺规程》（SY/T6125-2013）
- (4) 《油气井井喷着火抢险作法》（SY/T6203-2014）
- (5) 《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T5329-2012）
- (6) 《丛式井井平台布置及井眼防碰技术要求》（SY/T6396-2014）
- (7) 《油井井下作业防喷技术规程》（SY/T5974-2014）
- (8) 《石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程》（SY/T5225-2019）
- (9) 《钻井井场、设备、作业安全技术规程》（SY/T 5974-2014）
- (10) 《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）
- (11) 《气田集输设计规范》（GB50349-2015）

- (12) 《气田水注入技术要求》 (SY/T 6596-2016)
- (13) 《钻前工程及井场布置技术要求》 (SY/T 5466-2013)
- (14) 《天然气》 (GB17820-2018)
- (15) 《硫化氢环境应急救援规范》 (SY/T 7357-2017)
- (16) 《高含硫气田水处理及回注工程设计规范》 (SY/T 6881-2012)
- (17) 《硫化氢环境井下作业场所作业安全规范》 (SY/T 6610-2017)
- (18) 《高含硫化氢气田地面集输系统在线腐蚀监测技术规范》 (SY/T 6970-2013)
- (19) 《高含硫化氢气田集输场站工程施工技术规范》 (SY/T 4118-2016)
- (20) 《高含硫化氢气田集输管道工程施工技术规范》 (SY/T 4119-2016)
- (21) 《高含硫化氢气田集输系统内腐蚀控制规范》 (SY/T 0611-2018)
- (22) 《高含硫化氢气田地面集输系统设计规范》 (SY/T 0612-2014)
- (23) 《硫化氢环境钻井场所作业安全规范》 (SY/T 5087-2017)
- (24) 《硫化氢环境天然气采集与处理安全规范》 (SY/T 6137-2017)
- (25) 《硫化氢环境人身防护规范》 (SY/T 6227-2017)
- (26) 《石油天然气安全规程》 (AQ 2012-2007) ;
- (27) 《含硫化氢天然气井失控井口点火时间规定》 (AQ 2016-2008) ;
- (28) 《含硫化氢天然气井公众危害程度分级方法》 (AQ 2017-2008) ;
- (29) 《含硫化氢天然气井公众危害防护距离》 (AQ 2018-2008) 。

2.2.6 环境影响评价技术规范

- (1) 《环境影响评价技术导则 总则》 (HJ2.1-2016) ;
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》 (HJ2.2-2018) ;
- (3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》 (HJ 2.3-2018) ;
- (4) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》 (HJ610-2016) ;
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》 (HJ2.4-2009) ;
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态环境》 (HJ19-2011) ;
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》 (HJ 169-2018) ;
- (8) 《环境影响评价技术导则 陆地石油天然气开发建设项目》 (HJ/T349-2007) ;

- (9) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；
- (10) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环境保护部公告 2017 年第 43 号）；
- (11) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；
- (12) 《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）。

2.2.7 相关标准

- (1) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- (2) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (3) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (4) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- (5) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)；
- (6) 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)；
- (7) 《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)；
- (8) 《锅炉大气污染物排放标准》（GB 13271-2014）；
- (9) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- (10) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；
- (11) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；
- (12) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）；
- (13) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；
- (14) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）；
- (15) 《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）；
- (16) 《石油天然气钻井井控技术规范》（GB/T 31033-2014）。

2.2.8 项目有关资料

- (1) 《四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发方案》（2021.1.24）；
- (2) 《四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目初步设计》（2021.2）。
- (3) 《西南油气田分公司钻井井控实施细则》（2018 版）

2.3 产业政策及相关规划选址符合性

2.3.1 国家产业政策符合性分析

天然气作为一种优质、高效、清洁的能源和化工原料，它的开发利用，不仅可以改善能源结构、而且有利于保护和改善环境，减轻当地因燃煤引起的二氧化硫和酸雨的污染，提高人民生活质量，促进西部生态工程建设，对于我国实施可持续发展战略具有重要的意义。本项目作为清洁能源开采项目，符合国家环境保护产业政策。

本工程系天然气勘探开发中的天然气开发工程，项目属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》规定鼓励发展类产业项目第七条“石油、天然气”第一款“常规石油、天然气勘探与开采”，符合国家产业政策。

综上所述，项目建设符合国家及地方现行产业政策要求。

2.3.2 规划符合性分析

2.3.2.1 与城乡规划的符合性

根据达州市万源市罗文镇《罗文镇总体规划（2015-2030）》，本项目天然气净化厂、井场和内外输管道均不在其所在地乡镇规划范围内，本项目主体工程（净化厂、井场、原料气管道和外输管道）距离《罗文镇总体规划（2015-2030）》边界最近距离约 2300m，不在其规划范围内。公辅工程中的综合公寓位于《罗文镇总体规划（2015-2030）》中，涉及该规划中广场用地和部分邮政和电信设施用地。

图 2.3-1 项目与《罗文镇总体规划（2015-2030）》的相互位置关系示意图

经万源市人民政府《研究铁山坡天然气项目建设相关事宜的纪要（2021 年 3 月 1 日）》（万府阅[2021]9 号、见附件 3-2），万源市人民政府原则同意中石油西南油气田分公司关于《四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发方案》的初步选址方案，罗文镇人民政府结合天然气项目建设内容调整控制性规划，并按程序报市人民政府审批。根据《万源市自然资源局关于四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目工程净化厂与倒班公寓选址事宜的回复》（见附件 3-3），万源市自然资源局同意净化厂和倒班公寓的选址。由此，本项目建设与当地规划是相符的。

本工程集输管道涉及万源市罗文镇、宣汉县黄金镇、凤林乡、峰城镇和南坝镇。根据《宣汉县自然资源局关于四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目工

程管道路由的复函》（宣自然资函[2020]135号、见附件3-4），本工程净化气管道、原料气管道、气田水管道与宣汉县相关规划无冲突。由此，本项目建设与当地规划是相符的。

2.3.2.2 与生态功能区划的符合性

项目所在地万源市、宣汉县属于《四川省生态功能区划》中 I-3-2 大巴山水源涵养与土壤保持生态功能区。本区地带性植被由低到高分别为常绿阔叶林、常绿-落叶阔叶混交林、亚高山常绿针叶林。项目生态环境评价范围内无自然保护区、森林公园、地质公园和风景名胜区等自然保护地分布，项目不涉及禁止开发区，项目建设符合四川省生态功能区划要求。

2.3.2.3 与《四川省主体功能区规划》的符合性

根据《四川省主体功能区规划》布局，项目区属于四川省重点开发区域，该区域的主体功能定位是：我国西部重要的能源化工基地，农产品深加工基地，红色旅游基地，红色旅游基地，川渝陕结合部的区域经济中心和交通物流中心，构建连接我国西北、西南地区的新兴经济带。该区域重点发展清洁能源和石油、天然气化工、农产品加工业，大力发展特色农业和红色旅游。

本工程属于天然气开采工程，为清洁能源建设项目，符合该区域西部重要的能源化工基地功能定位，满足《四川省主体功能区规划》的要求。

2.3.2.4 与长江经济带生态保护要求的相关规划符合性

（1）与《长江经济带生态环境保护规划》（环规财〔2017〕88号）符合性

根据《长江经济带生态环境保护规划》中第六条指出：“全面推进环境污染治理，建设宜居城乡环境专栏”，该条要求中提出改善城市环境质量，推进成渝城市大气污染防治。增加天然气的开发程度，提供天然气供应量，有利于加速产业升级和能源结构的调整，本项目属于天然气开发项目，项目的建设能够改善川渝地区区域大气环境质量，符合《长江经济带生态环境保护规划》要求。

（2）与《四川实施长江经济带发展负面清单实施细则（试行）》的符合性

按照《四川实施长江经济带发展负面清单实施细则（试行）》中对建设项目提出了一系列的管控关要求。本工程属天然气开发项目，净化厂、场站的选址和集输管线未占用和穿越自然保护区、风景名胜区、集中式饮用水源保护区，未位于《长江岸线

保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区、水产种质资源保护区的岸线和河段范围、国家湿地公园岸线和河段范围、《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段保护区、保留区范围内，项目不在生态保护红线范围内，本项目建设工程将占用永久基本农田，项目属于重大民生工程，建设单位将按照相关要求办理相关用地手续，因此本项目不属于《四川实施长江经济带发展负面清单》中禁止建设项目，工程建设符合《四川实施长江经济带发展负面清单》要求。

2.3.3 与“三线一单”的符合性分析

（1）与生态保护红线的符合性分析

根据《四川省达州市“三线一单”生态环境分区管控优化完善研究报告》（2021年5月版）中的达州市最新生态保护红线，铁山坡气田范围和单项工程均不涉及生态保护红线，建设项目符合《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，制定生态环境准入清单，实施生态环境分区管控的通知》（川府发[2020]9号）生态保护红线相关要求。

建设项目与生态保护红线位置关系见附图 2.3-1。

（2）环境质量底线

本项目除废气外，无污染物排放。根据《四川省达州市“三线一单”生态环境分区管控优化完善研究报告》（2021年5月版）中达州市大气环境管控内容，铁山坡气田范围和单项工程位于大气环境一般管控区。大气环境一般管控区管控要求为：减少工业化、城镇化对大气环境的影响，严格执行国家、省、市下达的相关大气污染防治要求。

项目严格执行了污染物排放与质量标准。正常工况下，本项目排放的废气，经预测，环境空气保护目标和网格点的污染物的短期浓度和长期浓度贡献值均达到 GB3095 的二级标准限值。叠加环境质量现状浓度后，环境空气保护目标和网格点主要污染物的保证率日平均质量浓度和年均质量浓度均达标。项目

建设项目符合《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，制定生态环境准入清单，实施生态环境分区管控的通知》（川府发[2020]9号）环境质量底线相关要求。

（3）资源利用上线

1) 土地资源利用上线

《四川省达州市“三线一单”生态环境分区管控优化完善研究报告》（2021年5月版）规定，考虑生态环境安全、土地资源节约集约利用，将土地资源开发利用效率低的工业园区、生态保护红线集中、重度污染地块确定为土地资源重点管控区，其他区域划为一般管控区。建设项目永久占地工程所在区域为一般管控区，根据该报告中达州市一般管控单元管控要求，建设项目不属于用地风险管控规定的建设活动。

建设项目符合《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，制定生态环境准入清单，实施生态环境分区管控的通知》（川府发[2020]9号）土地资源利用上线管控相关要求。

2) 水资源利用上线

根据《四川省达州市“三线一单”生态环境分区管控优化完善研究报告》（2021年5月版），达州市7个区县水资源承载能力均未超载，为一般管控区。该报告明确：宣汉分布有前河、中河、后河，万源市境内溪流遍布，水系发育完善，两县水资源充沛，开发利用潜力大。本项目新鲜水年取水量为0.00337亿方，不会造成宣汉、万源水资源超载。引自改报告的宣汉、万源水资源承载状况评价结果见下表。

建设项目符合《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，制定生态环境准入清单，实施生态环境分区管控的通知》（川府发[2020]9号）水资源利用上线管控相关要求。

表 2.3-1 达州市水资源承载能力评价结果

单位：(亿 m³)

分区	用水总量指标评价			地下水开采量指标评价			总体评价 承载状况	综合评价	备注
	控制指标	实际用水量	承载状况	控制指标	实际开采量	承载状况			
宣汉县	2.25	2.1883	临界状态	0.12	0.0034	未超载	临界超载	未超载	位于前河、中河、后河两岸，过境水资源充沛，开发潜力大
万源市	1.325	1.2418	临界状态	0.10	0.089	未超载	临界超载	未超载	境内溪流遍布，水系发育完善。是嘉陵江、汉江分水岭，水资源充沛，开发潜力大。

(4) 生态环境准入清单

根据《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，制定生态环境准入清单，实施生态环境分区管控的通知》（川府发[2020]9号），项目所在地属于川东北经济区，该区域总体生态环境管控要求为：①控制农村面源污染，提高污水收集处理率，加快乡镇污水处理基础设施建设；②建设流域水环境风险联防联控体系；③提高大气污染治理水平。

本项目为天然气开发项目，不属于《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环

环境质量底线、资源利用上线，制定生态环境准入清单，实施生态环境分区管控的通知》（川府发[2020]9号）中所列的建材、家具、电子信息、装备制造、先进材料、食品饮料、生物医药等行业。同时项目不属于《四川省国家重点生态功能区产业准入负面清单（第一批）（试行）》、《四川省国家重点生态功能区产业准入负面清单（第二批）（试行）》中项目。因此，拟建项目不属于环境准入负面清单项目。

项目施工期废水以及固废污染物不外排，运营期污染产生较少，项目所在地生态环境良好，无突出环境问题

项目的建设满足《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，制定生态环境准入清单，实施生态环境分区管控的通知》（川府发[2020]9号）中川东北经济区的生态环境准入管控要求。

2.3.4 与行业管理要求的符合性分析

2019年12月13日，生态环境部办公厅印发《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》（环办环评函[2019]910号）。本项目与其符合性分析见表2.3-3。通过对比分析，本项目符合该通知的相关要求。

表 2.3-3 与《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》相符性分析

序号	相关要求（摘录）	本项目情况	符合性
1	涉及废水回注的，应当论证回注的环境可行性，采取切实可行的地下水污染防治和监控措施，不得回注与油气开采无关的废水，严禁造成地下水污染。在相关行业污染控制标准发布前，回注的开采废水应当经处理并符合《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T5329）等相关标准要求后回注，同步采取切实可行措施防治污染。	本项目运行过程中产生的气田水经处理后回注地层；气田水的污染控制执行中国石油天然气行业发布的《气田水回注技术规范》（Q/SY01004-2016）。	符合
2	油气开采产生的废弃油基泥浆、含油钻屑及其他固体废物，应当遵循减量化、资源化、无害化原则，按照国家和地方有关固体废物的管理规定进行处置。鼓励企业自建含油污泥集中式处理和综合利用设施，提高废弃油基泥浆和含油钻屑及其处理产物的综合利用率。	本工程主要采用水基钻井液，仅在目的地层使用油基钻井液，水基钻井固废在井场通过预处理后外运综合利用，少量油基钻井固废为危险废物与废油等含油固废委托有危废资质单位进行处置。	符合

3	陆地油气开采项目的建设单位应当对挥发性有机物液体储存和装载损失、废水液面逸散、设备与管线组件泄漏、非正常工况等挥发性有机物无组织排放源进行有效管控，通过采取设备密闭、废气有效收集及配套高效末端处理设施等措施，有效控制挥发性有机物和恶臭气体无组织排放。涉及高含硫天然气开采的，应当强化钻井、输送、净化等环节环境风险防范措施。含硫气田回注采出水，应当采取有效措施减少废水处理站和回注井场硫化氢的无组织排放。井场加热炉、锅炉、压缩机等排放大气污染物的设备，应当优先使用清洁燃料，废气排放应当满足国家和地方大气污染物排放标准要求。	本项目井场、管线、净化厂等均采用密闭生产工艺，并通过加强管理，尽量避免跑冒滴漏，将挥发性有机物的无组织扩散降低到最低程度。净化厂将对挥发性有机物的逸散进行全面管控，定期维护储罐，开展泄漏检测与修复工作。场站的加热炉采用自产的天然气为燃料。	符合
4	施工期应当尽量减少施工占地、缩短施工时间、选择合理施工方式、落实环境敏感区管控要求以及其他生态环境保护措施，降低生态环境影响。钻井和压裂设备应当优先使用网电、高标准清洁燃油，减少废气排放。选用低噪声设备，避免噪声扰民。施工结束后，应当及时落实环评提出的生态保护措施。	建设单位在施工期将尽量减少施工占地、缩短施工时间、选择合理施工方式、落实环境敏感区管控要求以及其他生态环境保护措施，降低生态环境影响。钻机选用 ZJ70 型钻机，电驱，选用低噪声设备，避免噪声扰民。施工结束后，及时落实环评提出的生态保护措施。	符合
5	油气企业应当加强风险防控，按规定编制突发环境事件应急预案，报所在地生态环境主管部门备案。	建设单位将在投产前编制完整的突发环境事件应急预案，并报所在地生态环境主管部门备案。	符合

2.3.5 建设项目选址合理性分析

项目位于四川省达州市万源市、宣汉县境内，工程占地范围内无自然保护区分布、饮用水水源保护区、文物保护单位分布，项目选址、选线环境合理。

2.4 环境功能区划

2.4.1 大气环境

工程区域处于农村地区，根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012），评价区的大气环境功能区划属二类区。

2.4.2 地表水环境

本工程废水不外排，根据《四川省地面水水域环境功能划类管理规定》，流经评价区内的河流后河、中河和前河水环境功能为 III 类地表水环境功能区。

2.4.3 地下水环境

据现场调查结果，项目区域的地下水开发利用现状以农村分散井泉作为生活用水，依据《地下水质量标准》《GB14848-2017》地下水质量分类，工程区域地下水环境属

III类用水。

2.4.4 声环境

工程建设区域内主要为散居农户，属一般居住环境，根据《声环境质量标准》（GB3096-2008），功能区划属2类区域。

2.4.5 生态环境

根据四川省生态功能区划，四川省达州市宣汉县、万源市属于位于《四川省生态功能区划》中I-2-1盆北深丘农林业与土壤保持生态功能区。

2.5 执行标准

2.5.1 环境质量标准

2.5.1.1 大气环境

大气环境执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中的二级标准，未含指标H₂S参照执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中附表D.1中H₂S的质量浓度参考限值。项目特征因子非甲烷总烃参考《大气污染物综合排放标准详解》中制定非甲烷总烃排放标准时选用的环境质量标准2.0mg/m³。

表 2.5-1 环境空气质量标准

污染物	浓 度 限 值		单位
	小时平均	日平均	
NO ₂	200	80	ug/m ³
NO _x	250	100	
SO ₂	500	150	
H ₂ S	10	—	
PM ₁₀	—	150	
PM _{2.5}	—	75	
VOC _s	—	600(8h)	mg/m ³
非甲烷总烃	2.0	—	

2.5.1.2 水环境

(1) 地表水执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的III类标准，其限值见表2.5-2。

表 2.5-2

地表水环境质量标准限值

单位：mg/L(pH除外)

项目	pH	COD _{Cr}	BOD ₅	氨氮	挥发酚	石油类	硫化物	高锰酸盐指数	六价铬
III类标准	6~9	20	4	1.0	0.005	0.05	0.2	6	0.05

(2) 地下水执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中 III 类标准, 石油类参照执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002), 其限值见表 2.5-3。

表 2.5-3 地下水质量标准限值 单位: mg/L(pH、总大肠菌群、细菌总数除外)

项目	pH 值	氯化物	硫酸盐	氨氮	硝酸盐	石油类	亚硝酸盐	总大肠菌群 (MPN/100ml)
标准值	6.5-8.5	250	250	0.5	20	0.05	1	3
项目	硫化物	Fe	Mn	氰化物	砷	汞	六价铬	细菌总数 (CFU/ml)
标准值	0.02	0.3	0.1	0.05	0.01	0.001	0.05	100
项目	铅	氟化物	镉	溶解性总固体	耗氧量	挥发酚	总硬度	
标准值	0.01	1	0.005	1000	3	0.002	450	

2.5.1.3 声环境

声环境质量执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008)中的 2 类标准, 其限值见表 2.5-4。

表 2.5-4 声环境质量标准限值 单位: dB (A)

类别	昼间	夜间
2 类标准	60	50

2.5.1.4 土壤环境质量

站场内土壤执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地风险筛选值, 站场外土壤执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)风险筛选值。

表 2.5-5 建设用地土壤污染风险管控标准(GB36600-2018) 单位: mg/kg

污染物项目	风险筛选值	污染物项目	风险筛选值
砷	≤60	1,2,3-三氯丙烷	≤0.5
镉	≤65	氯乙烯	≤0.43
铬(六价)	≤5.7	苯	≤4
铜	≤18000	氯苯	≤270
铅	≤800	1,2-二氯苯	≤560
汞	≤38	1,4-二氯苯	≤20
镍	≤900	乙苯	≤28
四氯化碳	≤2.8	苯乙烯	≤1290
氯仿	≤0.9	甲苯	≤1200
氯甲烷	≤37	间二甲苯+对二甲苯	≤570
1,1-二氯乙烷	≤9	邻二甲苯	≤640

污染物项目	风险筛选值	污染物项目	风险筛选值
1,2-二氯乙烷	≤5	硝基苯	≤76
1,1-二氯乙烯	≤66	苯胺	≤260
顺-1,2-二氯乙烯	≤596	2-氯酚	≤2256
反-1,2-二氯乙烯	≤54	苯并[a]蒽	≤15
二氯甲烷	≤616	苯并[a]芘	≤1.5
1,2-二氯丙烷	≤5	苯并[b]荧蒽	≤15
1,1,1,2-四氯乙烷	≤10	苯并[k]荧蒽	≤151
1,1,2,2-四氯乙烷	≤6.8	蒽	≤1293
四氯乙烯	≤53	二苯并[a, h]蒽	≤1.5
1,1,1-三氯乙烷	≤840	茚并[1,2,3-cd]芘	≤15
1,1,2-三氯乙烷	≤2.8	萘	≤70
三氯乙烯	≤2.8	石油烃(C ₁₀₋₄₀)	≤4500

表 2.5-6 农用地土壤污染风险管控标准 (GB 15618-2018) 单位: mg/kg

序号	污染物项目		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

注: ①重金属和类金属砷均按元素总量计。

②对于水旱轮作地, 采用其中较严格的风险筛选值。

2.5.2 污染物排放标准

2.5.2.1 废气

本项目净化厂尾气烟囱执行《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》GB 39728-2020 中表 1 的标准限值, 由于本项目硫磺回收装置总规模为 827 t/d, 大于 200t/d, 尾气烟囱的二氧化硫排放浓度限值为 400mg/m³, 锅炉废气排放执行《锅炉大气污染物排放标准》GB13271-2014 中最高允许排放浓度限值, 无组织排放废气中非甲烷总烃排放执行《四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准》(DB51/2377-2017) 排放限

值，H₂S 执行《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）二级厂界标准。

表 2.5-7 陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准

天然气净化厂硫磺回收装置总规模 t/d	二氧化硫排放浓度限值 mg/m ³	污染物排放监控位置
≥200	400	硫磺回收装置尾气排气筒
<200	800	

表 2.5-8 锅炉大气污染物排放标准

单位：mg/m³

锅炉类别	SO ₂ 排放浓度（mg/m ³ ）	NO _x 排放浓度（mg/m ³ ）
燃气锅炉	50	200

备注：烟囱高度不得低于 8m。

表 2.5-9 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准

控制项目	无组织排放（周界外浓度最高点，mg/m ³ ）
非甲烷总烃	2.0

表 2.5-10 恶臭污染物排放标准

控制项目	无组织排放(厂界二级标准) mg/m ³	有组织排放(排气筒高度 15m) kg/h
H ₂ S	0.06	0.33

2.5.2.2 废水

本项目施工期产生的废水主要包括钻井废水、洗井废水、放喷废水、管道试压废水和施工人员的生活污水。钻井废水、洗井废水、放喷废液等钻试废水经井场废水罐暂存后经预处理后拉运至七里北 025-U1 井回注处置；管道试压废水就近排入附近地表水体；井场人员产生的生活污水经现场一体化水处理装置处理后回用于施工用水，不外排。

运营期天然气净化厂脱硫单元、脱水单元、空氮站、分析化验室产生的生产废水、生活污水、检修废水及事故废水等进入生化污水处理装置进行处理，处理达标后回用于循环系统补充水、厂区绿化及冲洗用水，不外排。天然气净化厂硫磺回收装置、尾气处理装置、锅炉房排出的生产废水、循环水系统排水经综合污水深度处理单元（一级絮凝软化、UF 超滤、一级 RO 反渗透）处理后作为循环冷却水及锅炉补充水，不外排，气田水经预处理后通过黄金 1 井回注处理后的水质应满足《气田水回注技术规范》（Q/SY01004-2016）相应的水质指标，见下表。

表 2.5-11 气田水回注推荐水质主要控制指标

pH 值	6~9
溶解氧*	≤0.5
石油类，mg/L	≤100

悬浮物固体含量, mg/L	≤200
铁细菌 (IB) *, 个/mL	$n \times 10^4$
硫酸盐还原菌 (SRB) *, 个/mL	≤25

注: 1.“*”表示碳钢油管回注井回注预处理工艺控制执行;
2.1<n<10, 水质分析方法参照标准 SY/T 5329 执行。

2.5.2.3 噪声

施工作业场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011), 运行期场界排放噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中2类标准。

表 2.5-12

厂界噪声标准限值

单位: dB(A)

类别	昼间	夜间
2	60	50

表 2.5-13

建筑施工场界环境噪声排放限值

单位: dB(A)

昼间	夜间
70	55

2.5.2.4 固体废物污染控制标准

危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及2013年修改单(环境保护部公告2013年第36号文)。

一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)。

2.6 环境影响要素识别和评价因子筛选

2.6.1 环境影响要素识别

施工期建设主要包括钻井、井场建设、天然气净化厂建设、集输管道建设及进厂道路等辅助设施等五个部分的工程。

2.6.1.1 施工期环境影响因素

施工期建设主要包括场站建设、管道敷设、天然气净化厂建设和道路工程四个部分。

(1) 钻井完井

钻井工程主要包括井场及井场公路建设、设备搬迁、钻井、完井和拆卸设备等。

1) 钻前工程：钻井的井位确定后，平整井场，修建井场公路；井场及井场公路建好后，用汽车将钻井设备运至井场安装，几天内即可安装完毕。井场及井场公路建设的主要环境影响是占地并造成对地表土壤和植被的破坏，引起水土流失。

2) 钻井作业：钻井期间主要的环境影响因素是柴油机运行时产生废气，钻进、起下钻和固井作业等产生的废水，机械设备运转时产生的噪声，以及钻井岩屑、废弃泥浆等固体废物。钻井过程中若发生井喷失控、事故则会造成较严重的大气污染。

3) 完井测试：当钻井钻至产层后，对气井应进行完井测试，即用射孔枪打开产层，用盐酸清洗井筒，用降阻缓速酸酸化产层至井筒的地层，同时测试气井的产量。测试放喷前需接一条可供测试流量的专用管线，放喷天然气经过该管线引至放喷火炬点火烧掉。完井测试期间主要环境影响因素是清洗井筒时反排的废酸水，测试放喷时产生的燃烧废气、热辐射和高压气流噪声。

4) 搬迁：钻、完井结束后，最终在井口装上采气装置正常生产，其余设备将拆除搬迁。搬迁前废水、废渣及时得到妥善处理，搬迁时做到做到工完、料净、场地清，对临时占地进行植被恢复，该过程对环境的影响很小。

(2) 管道埋设

工程施工期间对生态环境的影响主要是施工期间土石方工程的开挖引起自然地貌的改变和地表植被的破坏，引起土地利用性质的改变，导致生物量和生产力的变化，由此引发的区域生态环境的破坏；施工中临时道路、临时施工场地等可能导致农业、森林生态系统发生较大变化；穿越河流、沟渠等产生的弃渣和施工行为对当地地表水环境的影响；弃渣造成新的水土流失，增加了区域内的水土流失量，加剧了环境的破坏；工程线路对沿线敏感生态目标的干扰。

管道施工期废水主要来自试压废水、机具洗涤水。

施工废气主要来自地面机械开挖和运输车辆行驶产生的扬尘及施工机械车辆排放的尾气。

施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃土、工程弃渣和施工废料等。

噪声源主要来自施工作业机械，如挖掘机、电焊机、定向钻机等，其强度在 85~105dB(A)。

(3) 天然气净化厂建设

本工程拟在万源市***新建处理规模为 $400 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 的天然气净化厂一座，主要包括主体工艺装置和配套的公用工程及辅助生产设施。施工期的主要环境影响因素是各种机械、车辆排放的废气和噪声、施工产生的固体废物、施工人员日常生活产生的生活污水和生活垃圾、占地并造成对地表土壤和植被的破坏，引起水土流失。

(4) 道路工程

道路工程主要包括进站道路和施工便道，主要在原有乡村公路的基础上改建维修，主要环境影响因素是各种机械、车辆排放的废气和噪声、施工产生的固体废物、施工人员日常生活产生的生活污水和生活垃圾、占地并造成对地表土壤和植被的破坏，引起水土流失。

2.6.1.2 运营期的环境影响因素

运营期主要包括内部集输工程、天然气净化工程和外输工程。

(1) 内部集输工程

内部集输系统运行期间正常工况下主要环境影响因素是井站运行分离器产生的气田水，井场节流阀、分离器产生的噪声。在检修作业时会有少量废水和固体废物产生。非正常工况下，天然气放空会产生废气和噪声。

(2) 天然气净化工程

天然气净化厂运行期间正常工况下对环境的影响主要是尾气烟囱排放的 SO_2 、 NO_x ，工艺装置和污水处理系统产生的固体废物以及风机、泵等设备产生的噪声。在检修作业时会有少量固体废物。非正常工况下，原料气和酸气放空造成大气污染物排放，对净化厂周围环境和人群可能造成一定的影响，但影响时间较短。

(3) 外输工程

外输系统运行期间正常工况下对环境的影响主要是汇管产生的噪声；在检修作业时会有少量废水和固体废物；非正常工况下，净化天然气放空会产生废气和噪声。

根据气田在施工期、运营期的各开发行为的具体情况，对其可能产生的环境影响进行统计识别。

表 2.6-1

气田开发地面内部集输工程环境影响因子统计表

时段	环境影响因素			主要环境影响因子	统计结果	环境空气	地表水	地下水	声环境	土壤	植被	动物	景观	其他
施工期	钻井工程	废气	柴油发电机废气	NO ₂	—	√								
			测试放喷废气	SO ₂ , NO _x , H ₂ S	—	√								
		废水	钻井废水	COD、悬浮物、石油类	—		√			√				
			生活污水	COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N	—		√							
		固废	岩屑、废泥浆	/	—			√		√	√			
		噪声	柴油机、泵噪声	/	—				√					
		风险	井喷、井漏	CH ₄ , H ₂ S, SO ₂	—	√	√	√						
		生态	井场及井场公路占地	永久占地、动植物影响	—					√	√	√	√	
	集输工程	废气	施工机械和车辆尾气	NO ₂ 、CO、烃类	—	√								
		废水	生活污水	COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N	—		√							
			管道试压排水	悬浮物	—		√							
		固废	施工废渣和生活垃圾	/	—			√		√	√			
		噪声	施工机械和车辆噪声	/	—				√					
		生态	井场建设	水土流失、动植物影响	—					√	√	√	√	
			管道敷设、施工便道	临时占地、破坏土壤和植被、影响农业生产、改变自然景观、引起水土流失	—					√	√	√	√	
		其它	雇用当地劳动力	对当地社会经济的拉动	++									√
			交通	短时阻断交通	—									√
运营期	集输工程	废气	水套加热炉废气	NO ₂ 、SO ₂	—	√								
			事故放空	SO ₂ , NO _x	—	√								
		废水	清管、检修废水	悬浮物、石油类	—		√							
			气田水	COD、Cl ⁻ 等	—			√		√				
		固废	清管、检修废渣	硫化铁等机械杂质	—			√		√	√			
		噪声	设备及气流噪声	/	—				√					
		风险	井场天然气泄漏	CH ₄ 、H ₂ S	—	√								
			管道破损天然气泄漏	CH ₄ 、H ₂ S	—	√								

备注：“——”为负影响较大；“—”为负影响较小；“++”正影响较大；“+”为正影响较小。

表 2.6-2

天然气净化工程环境影响因子识别结果统计表

时段	环境影响因素		主要环境影响因子	统计结果	环境空气	地表水	地下水	声环境	土壤	植被	动物	景观	其他
施工期	废气	施工机械废气	NO ₂ 、CO、烃类挥发	—	√								
	废水	生活污水	COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N	—		√							
	固废	施工废料、生活垃圾	/	—			√		√	√			
	噪声	施工机械噪声	/	—				√					
	生态	工程占地	改变土地利用功能、破坏土壤和植被、影响农业生产、改变自然景观、引起水土流失	—					√	√	√	√	
运营期	废气	尾气烟囱废气	SO ₂ 、NO _x	—	√								
		锅炉烟囱废气	SO ₂ 、NO _x	—	√								
		原料气和酸气放空废气	SO ₂	—	√								
	废水	生产及生活污水外排	COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N	—		√							
		厂区收集的初期雨水	悬浮物	—		√							
	固废	生活垃圾	/	—			√		√	√			
		废催化剂等工业固废	Fe ₂ O ₃ 、Al ₂ O ₃ 、SiO ₂ 等	—			√		√	√			
	噪声	风机、泵等设备噪声	/					√					
	风险	有毒有害气体泄漏	CH ₄ 、H ₂ S	—	√								
		废水灌注	COD、S ²⁻ 等	—		√	√						
	其他	改善交通	社会影响	+									√
		增加劳动就业，促进经济发展	社会影响	++									√

备注：“——”为负影响较大；“—”为负影响较小；“++”正影响较大；“+”为正影响较小。

2.6.2 评价因子筛选

根据本项目开采作业和生产过程的排污特点，结合当地环境功能和各类环境因子的重要性及可能受影响的程度，在环境影响识别的基础上，各环境影响因子的筛选如下。

表 2.6-3 本项目环境影响评价因子

环境要素	现状评价因子	影响评价因子
环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、H ₂ S、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、非甲烷总烃	SO ₂ 、H ₂ S、NO _x 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、VOC _s （以非甲烷总烃计）
地表水	pH、溶解氧、高锰酸盐指数、BOD ₅ 、挥发酚、COD _{Cr} 、氨氮、硫化物、六价铬、氯化物、石油类、悬浮物、水温	/
地下水	pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、挥发酚、高锰酸盐指数、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、六价铬、总大肠菌群、氟化物、氰化物、汞、砷、镉、钡、COD _{Cr} 、石油类、硫化物	COD、Cl ⁻
噪声	L _{Aeq}	L _{Aeq}
生态	土地利用类型及面积、生态系统类型、植被类型、物种多样性、生物量、景观格局等	土地利用类型及面积、植被类型、物种多样性、景观格局等
土壤	镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌	
环境风险	/	H ₂ S

2.7 评价工作等级和评价范围

2.7.1 大气环境

本项目正常工况下废气排放源主要为内部集输工程的井场和天然气净化厂工程，集输工程和回注井工程正常工况下无废气产生。

本项目正常工况下废气有组织排放主要为内部集输工程的单井采气站水套加热炉烟囱（NO_x）、井场火炬长明火（NO_x）。天然气净化厂工程的尾气处理烟囱（SO₂）、锅炉烟囱（SO₂、NO_x）、污水处理装置除臭系统排气筒（H₂S、VOC_s）和火炬系统长明火（NO_x）。

本工程无组织排放源包括净化厂中的主体装置区（主要包括净化厂工程的脱硫装置、脱水装置、集气站和气田水罐区），其大气污染物主要为 H₂S、挥发性有机物 VOC_s（以非甲烷总烃计）。

依据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）中规定的方法，选取本项目正常工况中排放的废气污染物进行估算，分别计算每一种污染物的最大地面浓度占标率 P_i 和地面浓度达标限值 10% 时所对应的最远距离 D_{10%}。其中 P_i 定义为：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}} \times 100\%$$

式中：Pi—第 i 个污染物的最大地面浓度占标率，%；

Ci—采用估算模式计算出的第 i 个污染物的最大地面浓度，mg/m³；

C0i—环境控制质量标准，mg/m³，取 GB3095-2012 中 1 小时平均取样时间的二级标准的浓度限值。

2.7.1.1 内输工程废气排放源参数

钻井作业作为整个项目的施工期，运营期无废气排放。

内输场站运营期废气排放为火炬和水套炉燃烧净化气排放的少量废气，排放源参数见下表。

表 2.7-1

内输场站火炬源参数

表 2.7-2

内输场站点源参数表

2.7.1.2 净化厂废气排放源参数

天然气净化厂正常状态下废气排放源主要有尾气烟囱、锅炉烟囱、污水处理单元除臭系统、净化厂火炬系统长明火和无组织逸散极少量 VOCs 和 H₂S。

（一）有组织排放源参数

表 2.7-3

净化厂工程大气污染物排放点源参数表（正常工况）

表 2.7-4

净化厂火炬源参数

（二）无组织排放面源参数

本项目无组织排放污染源主要为天然气净化厂主体装置区和储罐区，其中主体装置区包括脱硫单元、脱水单元和气田水罐区；储罐区主要为 MDEA 储罐、TEG 储罐等。主体装置区无组织逸散源强参照《石化行业建设项目挥发性有机物（VOCs）排放量估算方法技术指南（试行）》（2014 年 5 月）中进行计算，储罐区无组织排放源强按照储罐类型大小呼吸进行计算，计算结果见下表。

表 2.7-5

净化厂正常生产时无组织面源参数表

三、评价因子和评价参数

大气环境执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中的二级标准，项目特征因子 H₂S、VOC_s 参照执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中附表 D.1 中的质量浓度参考限值。项目特征因子非甲烷总烃参考《大气污染物综合排放标准详解》中制定非甲烷总烃排放标准时选用的环境质量标准浓度 2.0mg/m³。

表 2.7-6 评价因子和评价标准表

评价因子	平均时段	标准值 (μg/m ³)	标准来源
SO ₂	小时	500	GB3095-2012
NO _x	小时	250	GB3095-2012
PM ₁₀	日均	150	GB3095-2012
PM _{2.5}	日均	75	GB3095-2012
H ₂ S	小时	10	HJ2.2-2018 附表 D
VOC _s	8h	600	HJ2.2-2018 附表 D
NMHC	/	2.0mg/m ³	《大气污染物综合排放标准详解》

四、模型参数

表 2.7-7 估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数（城市选项时）	否
	最高环境温度℃	40
	最低环境温度℃	-5
	土地利用类型	阔叶林
	区域湿度条件	潮湿
是否考虑地形	考虑地形	是
	地形数据分辨率 m	90
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	否
	岸线距离	/
	岸线方向	/

五、计算结果

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018），采用估算模式 AERSCREEN 对上述污染物的影响程度和范围进行估算。

表 2.7-8 内输工程 AERSCREEN 估算结果（占标率%/D_{10%}(m)）

污染源名称	1 号井场		2 号井场		4 号井场		5 号井场	
	火炬	水套炉	火炬	水套炉	火炬	水套炉	火炬	水套炉
占标率%	0.09	5.46	0.41	1.91	0.53	1.91	0.69	5.76
D _{10%} (m)	/	/	/	/	/	/	/	/

污染源名称	1号井场		2号井场		4号井场		5号井场	
	火炬	水套炉	火炬	水套炉	火炬	水套炉	火炬	水套炉
评价等级	三级	二级	三级	二级	三级	二级	三级	二级
评价范围	/	2.5km	/	2.5km	/	2.5km	/	2.5km

根据导则估算，每个内输场站的大气评价等级最高等级均为二级，评价范围以内输场站厂界外延 2.5km。内输站场评价范围示意图见下图。

1号井场大气评价范围示意图

2号井场大气评价范围示意图

4号井场大气评价范围示意图

5号井场大气评价范围示意图

图 2.7-6 内输场站大气评价范围示意图

根据净化厂估算结果，选取占标率比较大的尾气烟囱（SO₂）、锅炉烟囱（NO_x）、无组织逸散的 VOC_s(以 NMHC 计)、无组织逸散的 H₂S 主要污染源进行统计，其结果见下表。

表 2.7-9 净化厂 AERSCREEN 估算结果（占标率%/D₁₀%(m)）

序号	污染源名称	SO ₂ D10	PM ₁₀ D10	PM _{2.5} D10	NO _x D10	H ₂ S D10	VOC _s D10
1	点源	锅炉烟囱 1	0.04 0	0.27 0	0.27 0	33.65 1650	0.00 0
2		尾气烟囱-1	54.87 6827	0.09 0	0.09 0	11.50 1105	0.00 0
3		污水处理单元排气筒	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.07 0
4	面源	主体装置区 1	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	23.29 150
5		集气装置区	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	3.58 0
6		气田水罐区	0.00 0	0.00 0	0.00 0	0.00 0	1.31 0
7	火炬源	高压火炬	/	/	/	0.01 0	/

8		低压火炬	/	/	/	0.01 0	/	/
占标率最大值%			54.87	0.27	0.27	33.65	23.29	3.62
评价范围外延半径 km			6827	0	0	1650	0	0

根据 AERSCREEN 估算，本项目净化厂大气环境评价等级为一级，评价范围为以净化厂厂址外延 7km 的区域范围。

六、大气环境评价等级判定结果

评价范围根据污染源区域外延，应包括矩形(东西×南北)：14 × 14km。综合项目建设性质，大气评价范围确定如下：以井场外延 2.5km，以净化厂厂界线外延 7.0km 的范围，结合工程布局，净化厂外延 7km 的范围已经完全覆盖了各井场外延 2.5km 的范围，由此本项目的大气环境评价范围净化厂外延 7km，详见附图 2.7-1。

2.7.2 地表水环境

本项目施工期产生的废水主要包括钻井废水、洗井废水、放喷废水、管道试压废水和施工人员的生活污水。钻井废水、洗井废水、放喷废水经井场废水罐暂存后经预处理后拉运至七里 025-U1 井回注处置，管道试压废水沉淀处理后就近排入地表水体。

运营期天然气净化厂脱硫单元、脱水单元、空氮站、分析化验室产生的生产废水、生活污水、检修废水及事故废水等进入生化污水处理装置进行处理，处理达标后回用于循环系统补充水、厂区绿化及冲洗用水，不外排。天然气净化厂硫磺回收装置、尾气处理装置、锅炉房排出的生产废水、循环水系统排水经综合污水深度处理单元（一级絮凝软化、UF 超滤、一级 RO 反渗透）处理后作为循环冷却水及锅炉补充水，不外排。气田水经预处理后通过黄金 1 井回注处置，不外排。根据《环境影响评价技术导则·地面水环境》评判确定本项目的地表水环境影响评价工作等级为三级 B。

2.7.3 地下水环境

根据建设项目资料，本项目分类属于《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A 中 F 石油、天然气第 38 项天然气、页岩气开采项目，为 II 类建设项目；外输管线属第 41 项石油、天然气、成品油管线（不含城市天然气管线）项目，为 III 类建设项目。因此，本项目总体编制报告书类别为 II 类建设项目。

综合“项目类别”和“地下水环境敏感程度分级”结果，查询《导则》建设项目评价工作等级分级表，1 号、2 号、4 号和 5 号井场水文地质单元内地下水下游无地下

水饮用水源，地下水环境敏感程度为“不敏感”，因此1号井场、2号井场、4号井场和5号井场地下水环境影响评价工作等级为“三级”，天然气净化厂、黄金1井回注站和回注管线评价范围内涉及分散式地下水水源，地下水敏感程度为“较敏感”，地下水环境影响评价工作等级为“二级”；天然气外输管线涉及分散式地下水敏感点，地下水敏感程度为“较敏感”，地下水环境影响评价工作等级为“三级”；渡口河输气站扩建工程地下水下游涉及分散式饮用水源，地下水环境敏感程度为较敏感，地下水环境影响评价工作等级为“三级”。

表 2.7-10 地下水环境影响评价工作等级划分表

环境敏感程度 \ 项目类别	I类项目	II类项目	III类项目
敏感	一级	一级	二级
较敏感	一级	二级 (√)	三级 (√)
不敏感	二级	三级 (√)	三级 (√)

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ610-2016)结合项目区水文地质条件，本项目工程分属中河、后河和前河流域，地下水分水岭即为山脊线，前河、中河与后河分别为区域东、中、西部地下水最低基准排泄面。因此，本项目地下水环境影响调查评价范围采用自定义法，调查评价范围为：主体工程区的西北、东北、东南侧分别以后河、龙池溪、中河为界，北侧和西南侧以山脊线为界，由此构成一个相对独立的水文地质单元，面积约 64km²。此外，外输管线黄金镇-渡口河站评价范围为管道沿线两侧 200m 范围，面积约 2km²，渡口河输气站评价范围为站场所在水文地质单元。基于上述原则划分的铁山坡气田飞仙关气藏开发工程地下水环境影响调查评价范围约 66km²，见图 2.7-7、图 2.7-8。

图 2.7-7 主体工程区地下水评价范围图

图 2.7-8 外输管线地下水评价范围图

2.7.4 声环境

本工程运营期的噪声源主要为各井站、回注站和净化厂设备噪声，工程选址均为农村环境，属于城镇近郊地区，工业活动较多，属 2 类声环境功能区域。依据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ/T 2.4-2009)第 5.2.3 节的规定，本项目的噪声环境影响评价工作等级定为二级，评价范围为项目边界向外 200m，评价范围见附图 2.7-2。

2.7.5 生态环境

2.7.5.1 占地长度

项目工程可分为点状工程进和线型工程。点状工程由井站、集气站和天然气净化厂组成，线型工程由外输管线、集气干线、燃料管道、施工道路等组成。本项目新建的线型工程总长度为120.2km，其中同沟敷设有30.3km，线型工程实际占地长度为89.9km。

2.7.5.2 占地面积

项目占地面积（含永久和临时）共计 1.53km²。

2.7.5.3 评价等级判定

工程占地（水域）范围的面积为 1.53km²、长度为 89.9km，影响区域为一般区域。根据《环境影响评价技术导则 生态环境》（HJ19-2011）的评价等级划分规定，本项目生态影响评价工作等级为三级。

表 2.7-11

生态影响评价工作等级划分表

影响区域生态敏感性	工程占地（水域）范围		
	面积≥20km ² 或长度 ≥100km	面积 2km ² ~20 km ² 或长 度 50 km ~100km	面积≤2km ² 或长度 ≤50 km
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

2.7.5.4 生态环境评价范围

基于本项目工程空间布局特点、“点、线”周边及管道沿线植被类型、土地现状及项目所在地的景观（生态单元）格局，按照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）评价工作范围确定依据，同时参考其它环境要素导则，井站场界外扩 1.0km、净化厂厂界外扩 5.0km 与内输管线、外输管线、气田水管线等“线型”工程中心线外扩 1.0km 作为本项目陆生生态评价范围，中河穿越断面至下游 1.0km 河段作为本项目水生生态评价范围。生态评价范围在陆生、水生评价范围的基础上考虑地形地貌和工程位置关系进行适当扩展连接。

2.7.6 土壤环境

（1）土壤环境影响评价项目类别

根据《环境影响评价技术导则-土壤环境》（试行）（HJ964-2018）附录 A.1，本项目为天然气开采，为“采矿业”行业类别；项目类别Ⅱ类，即“化学矿采选；石棉矿采选；煤矿采选、天然气开采、页岩气开采、砂岩气开采、煤层气开采（含净化、液化）”。

（2）土壤环境影响评价工作等级

①根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964—2018），将建设项目占地规模分为大型（ $\geq 50\text{hm}^2$ ）、中型（ $5-50\text{hm}^2$ ）、小型（ $\leq 5\text{hm}^2$ ），建设项目占地主要为永久占地。由于本项目净化厂、井站、综合公寓等永久占地共约 22.61hm^2 ，因此占地规模为中型。

②根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964—2018），建设项目所在地土壤环境敏感程度分为敏感、较敏感、不敏感。本项目净化厂和井站周边存在耕地，土壤环境敏感程度属敏感。

表 2.7-12 污染影响型评价工作等级划分表

项目类别 占地规模 敏感程度	I类			II类			III类		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	—
不敏感	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	—	—

注：“—”表示可不展开土壤环境影响评价工作

综上，本项目土壤环境影响评价项目类别为Ⅱ类，占地规模为中型，土壤环境敏感程度为敏感，因此土壤环境影响评价工作等级为二级。

土壤环境评价范围为净化厂、井站占地范围及范围外 200m 范围与集输管线工程边界两侧外 200m 范围。

2.7.7 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），环境风险评价是对建设项目建设和运行期间发生的可预测突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害）引起有毒有害、易燃易爆等物质泄漏，或突发事件产生的新的有毒有害物质，所造成的对人身安全与环境的影响和损害进行评估，提出防范、应急与减缓措施。

2.7.7.1 风险调查

参照《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ 941-2018）对环境风险源的分类，本项目可能涉及的存在物质或能量意外释放，可能产生环境危害的源（风险源）主要

指：钻井期间装置、容器和设备；净化厂中的脱硫、脱水、硫磺回收和尾气处理等单元内的装置、容器和设备；采气井站内的装置、设备及集气管线；外输净化气场站的装置、设备和净化气输气管线；回注站的装置、设备和气田水管线。

钻井期间最大的风险为事故状态下井喷失控时喷出来的硫化氢（H₂S）气体，也包括钻井作业所需、现场存储的酸类、碱类、油类、有机溶剂类等；净化厂涉及危险物质除天然气中的各类烃类（主要为甲烷）外，还主要包括硫化氢（H₂S）和二氧化硫（SO₂）、副产品硫磺、高效脱硫溶剂、三甘醇、碱类、油类物质等；对于采气井站和集气管线，主要危险物质为硫化氢，主要考虑对大气环境造成污染；而对于介质不含硫化氢的净化气场站和净化气输气管线，一般认为，事故情况下不会对环境造成明显不利影响；回注站的装置、设备和气田水管线，主要危险物质为高含氯化物的地层水。

2.7.7.2 危险物质数量与临界量比值（Q）

项目涉及的工程单元相对众多，但采气井站、集气管线、净化厂、气田水管线、回注站、外输管线、净化气场站分段建设、相对独立；钻井井场、采气井站不同时段，故环境风险危险源判定按可截断控制单元分别判断。根据本项目所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量，及其在《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169-2018)附录 B 中对应临界量的比值确定 Q。对于净化气外输管线，按照两个截断阀室之间管段危险物质最大存在总量计算。

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： $q_1, q_2, \dots, q_n$ — 每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ — 每种危险物质的临界量，t。

（1）钻井施工期

《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 B，钻井期间涉及的主要危险物质包括 CH₄（易燃易爆）、油类物质（柴油或白油）、15%稀盐酸。《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 B 中所列第 334 项为浓度≥37%的盐酸的危险物质临界量，因此本项目所使用的 15%稀盐酸不参与 Q 值计算，仅进行相关的环境风险分析。由于各井场各井钻井工程依次实施，井场先实施一口井钻井作业，再依次实施下一口井，因此，同一时间，一个井场仅一口井实施钻井作业，因此钻井作业天然气最大流量按照单井最大无阻流量进行计算。本项目区块内单井天然气

最大无阻流量无阻流量为 $775.08 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，最大 H_2S 含量为 $222.84 \text{g}/\text{m}^3$ ，井喷点燃时间为 15 分钟，15 分钟内可燃气体天然气泄漏量最大为 43.824t（临界量为 10t），15 分钟内硫化氢泄漏量最大为 18.382t（临界量为 2.5t），钻井阶段现场柴油罐中柴油储量（按 7d 的用油量配置）约 50t，造斜段和水平段使用的油基泥浆基础油为柴油或者白油现场贮存量约 250t。

表 2.7-13

钻井期间 Q 值计算表

(2) 运营期

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 B，净化厂运营期涉及的主要危险物质包括 CH_4 （易燃易爆）、硫化氢（有毒有害）、硫磺（易燃易爆）、有机溶剂（ COD_{Cr} 浓度 $\geq 10000 \text{mg}/\text{L}$ 的有机废液）、气田水（危害水环境物质）。本项目区块内单井天然气最大无阻流量无阻流量为 $775.08 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，最大 H_2S 含量为 $222.84 \text{g}/\text{m}^3$ ，井喷点燃时间为 15 分钟，15 分钟内可燃气体天然气泄漏量最大为 43.824t（临界量为 10t），15 分钟内硫化氢泄漏量最大为 18.382t（临界量为 2.5t），钻井阶段现场柴油罐中柴油储量（按 7d 的用油量配置）约 50t，造斜段和水平段使用的油基泥浆基础油为白油现场贮存量约 250t。

表 2.7-14

净化厂 Q 值确定表

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 B，集气管线涉及的主要危险物质包括 CH_4 （易燃易爆）、硫化氢（有毒有害）。集气管线 Q 值计算结果如下：

表 2.7-15

各管线 Q 值计算列表

根据《建设项目境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 B，采气井站涉及的主要危险物质包括 CH_4 （易燃易爆）、硫化氢（有毒有害）。集气管线 Q 值计算结果如下：

表 2.7-16

采气井站 Q 值确定表

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 B，净化气输气管线涉及的主要危险物质包括 CH_4 （易燃易爆），压力 8.0MPa，管径 DN400，净化气输气管线 Q 值计算结果如下：

表 2.7-17

净化气输气管线 Q 值确定表

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 B，净化气输气站涉及的主要危险物质包括 CH₄（易燃易爆），压力 8.0MPa，管径 DN400，净化气输气站 Q 值计算结果如下：

表 2.7-18 净化气输气场站 Q 值确定表

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 B，气田水管线涉及的主要危险物质包括气田水（危害水环境物质），考虑气田水管线泄漏 1 天后发现并关泵停输，气田水管线 Q 值计算结果如下：

表 2.7-19 气田水管线 Q 值确定表

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）附录 B，回注站涉及的主要危险物质包括气田水（危害水环境物质），回注站设有 2 个 50 方的气田水罐，回注站 Q 值计算结果如下：

表 2.7-20 回注站 Q 值确定表

3、工艺系统危险性（M）

根据导则附录 C，石油天然气行业中涉及石油、天然气、页岩气开采（含净化），油气管线等项目分值均为 10；气田水管线属于管道、港口/码头等，分值为 10。因此，项目各工艺单元的行业及生产工艺得分情况见下表。

表 2.7-21 项目各工艺单元的 M 值确定表

行业	项目	评估依据	得分情况
石油 天然气	钻井	天然气开采	10
	天然气净化厂	天然气净化	10
	采气井场	天然气开采	10
	集气管线	天然气开采	10
	净化气外输管线	油气管线 ^b	10
	净化气输气场站	油气管线 ^b	10
管道、港口/码头	气田水管线	涉及危险物质管道	10
	回注站	涉及危险物质管道	10

2.7.7.3 物质及工艺系统危险性（P）分级

根据危险物质数量与临界量比值（Q）和行业及生产工艺（M），按照导则附录 C 表 C.2 确定危险物质及工艺系统危险性等级。Q 的计算结果分为四个等级，即（1）Q < 1，可直接评为环境风险潜势为 I；（2）1 ≤ Q < 10；（3）10 ≤ Q < 100；（4）Q ≥ 100。生产工艺情况 M 划分为（1）M > 20；（2）10 < M ≤ 20；（3）5 < M ≤ 10；（4）M = 5，分

别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。分级结果如下表：

表 2.7-22 危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)

工艺单元	危险物质数量与临界量比值 Q	行业及生产工艺 M	物质及工艺系统危险性分级 P
井喷	11.855 (10≤Q2<100)	M3	P3
净化厂	1908.373 (Q3≥100)	M3	P2
1 号井场~2 号井场集气管线	4.07 (1≤Q1<10)	M3	P4
2 号井场~净化厂集气管线	4.07 (1≤Q1<10)	M3	P4
4 号井场~净化厂集气管线	0.41 (Q<1)	M3	/
5 号井场~净化厂集气管线	0.66 (Q<1)	M3	/
1#采气井场	1.027 (1≤Q1<10)	M3	P4
2#采气井场	0.401 (Q<1)	M3	/
4#采气井场	0.542 (Q<1)	M3	/
5#采气井场	0.401 (Q<1)	M3	/
铁山坡首站至黄金阀室	13.278 (10≤Q2<100)	M3	P3
黄金阀室至峰城阀室	10.263 (10≤Q2<100)	M3	P3
峰城阀室至桃花阀室	9.689 (1≤Q1<10)	M3	P4
桃花阀室至渡口河末站	7.105 (1≤Q1<10)	M3	P4
渡口河末站	1.191 (1≤Q1<10)	M3	P4
气田水管线	1.2 (1≤Q1<10)	M3	P4
回注站	1.0 (1≤Q1<10)	M3	P4

备注：Q 值小于 1 时，不判定 P 值。

2.7.7.4 环境敏感性分析 (E 的确定)

基于风险调查（环境敏感目标调查），分析建设项目环境敏感性，分别对大气、地表水环境和地下水环境三个要素的环境敏感程度进行分级，分级原则见导则附录 D。

1、大气环境

根据导则附录 D 中表 D.1 中的分级原则，结合前文表 1，给出各工程大气环境敏感等级。

表 2.7-23 大气环境敏感程度分级

工艺单元	分级依据	大气环境敏感性分级
1 号井场井喷	500 米范围内 156 人，5 公里范围内 2.6 万人	E2
2 号井场井喷	500 米范围内 48 人，5 公里范围内 3.8 万人	E2
4 号井场井喷	500 米范围内 88 人，5 公里范围内 2.6 万人	E2
5 号井场井喷	500 米范围内 144 人，5 公里范围内 1.5 万人	E2
净化厂	500 米范围内 192 人，5 公里范围内 2.6 万人	E2
1 号井场~2 号井场集气管线	两侧 200 米范围内，每公里范围内 31 人	E3
2 号井场~净化厂集气管线	两侧 200 米范围内，每公里范围内 37 人	E3
4 号井场~净化厂集气管线	两侧 200 米范围内，每公里范围内 53 人	/
5 号井场~净化厂集气管线	两侧 200 米范围内，每公里范围内 78 人	/
1#采气井场	500 米范围内 156 人，5 公里范围内 2.6 万人	E2
2#采气井场	500 米范围内 48 人，5 公里范围内 3.8 万人	/

工艺单元	分级依据	大气环境敏感性分级
4#采气井场	500 米范围内 88 人，5 公里范围内 2.6 万人	/
5#采气井场	500 米范围内 144 人，5 公里范围内 1.5 万人	/
铁山坡首站至黄金阀室	两侧 200 米范围内，每公里范围内 133 人	E2
黄金阀室至峰城阀室	两侧 200 米范围内，每公里范围内 63 人	E3
峰城阀室至桃花阀室	两侧 200 米范围内，每公里范围内 1024 人	E1
桃花阀室至渡口河末站	两侧 200 米范围内，每公里范围内 207 人	E1
渡口河末站	500 米范围内 208 人，5 公里范围内 4.2 万人	E2
气田水管道	两侧 200 米范围内，每公里范围内 133 人	E2
回注站	500 米范围内 156 人，5 公里范围内 2.6 万人	E2

备注：Q 值小于 1 时，不判定 E 值。

2、地表水环境

根据导则附录 D 中表 D.2 中的分级原则，本项目各工程地表水环境敏感目标分级如下。

表 2.7-24 地表水环境敏感程度分级（综合 2006 年、2020 年饮用水源保护区划分文件）

工艺单元	分级依据	地表水环境敏感目标分级	地表水功能敏感性分区	地表水环境敏感程度分级
1 号钻井井场	发生事故时，危险物质泄漏进入后河，但下游 10km 范围内有毛坝镇饮用水源保护区	S1	F3	E2
2 号钻井井场	发生事故时，危险物质泄漏进入后河，但下游 10km 范围内有毛坝镇饮用水源保护区	S1	F3	E2
4 号钻井井场	发生事故时，危险物质泄漏进入中河，但下游 10km 范围内无环境敏感目标（黄金镇饮用水源在中河支流伍童坝沟上）	S3	F3	E3
5 号钻井井场	发生事故时，危险物质泄漏进入中河，但下游 10km 范围内无环境敏感目标（黄金镇饮用水源在中河支流伍童坝沟上）	S3	F3	E3
净化厂	发生事故时，危险物质泄漏进入后河，但下游 10km 范围内有毛坝镇饮用水源保护区	S1	F3	E2
1 号井场~2 号井场集气管线	管线未穿越河流，发生事故时，危险物质泄漏不直接进入河流	S3	F3	E3
2 号井场~净化厂集气管线	管线未穿越河流，发生事故时，危险物质泄漏不直接进入河流	S3	F3	E3
4 号井场~净化厂集气管线	管线未穿越河流，发生事故时，危险物质泄漏不直接进入河流	/	/	/
5 号井场~净化厂集气管线	管线未穿越河流，发生事故时，危险物质泄漏不直接进入河流	/	/	/
1#采气井场	发生事故时，危险物质泄漏进入后河，但下游 10km 范围内有毛坝镇饮用水源保护区	S1	F3	E2
2#采气井场	发生事故时，危险物质泄漏进入后河，但下游 10km 范围内有毛坝镇饮用水源保护区	/	/	/
4#采气井场	发生事故时，危险物质泄漏进入中河，但下游 10km 范围内无环境敏感目标（黄金镇饮用水源在中河支流伍童坝沟上）	/	/	/
5#采气井场	发生事故时，危险物质泄漏进入中河，但下游 10km 范围内无环境敏感目标（黄金镇饮用水源在中河支流伍童坝沟上）	/	/	/
铁山坡首站至黄金阀室	发生事故时，危险物质泄漏进入中河，但下游 10km 范围内无环境敏感区（普光镇饮用水源 3 个不在中河、1 个在中河上但位于 10km 范围之外的河段上）	S3	F3	E3
黄金阀室至峰城阀室	发生事故时，危险物质泄漏进入沱江，但下游 10km 范围内无环境敏感区（清溪镇饮用水源在 10km 范围之外的河段上）	S3	F3	E3
峰城阀室至桃花阀室	管道沿山脊敷设，发生事故时，危险物质泄漏不直接进入河流	S3	F3	E3
桃花阀室至渡口河末站	管道沿山脊敷设，发生事故时，危险物质泄漏不直接进入河流	S3	F3	E3

工艺单元	分级依据	地表水环境敏感目标分级	地表水功能敏感性分区	地表水环境敏感程度分级
渡口河末站	发生事故时，危险物质泄漏进入前河，但下游 10km 范围内无环境敏感区（下八乡饮用水源为地下水及前河支流）	S3	F3	E3
气田水管道	气田水管道未穿越河流，部分管段毗邻中河，发生事故时，危险物质泄漏进入中河，但下游 10km 范围内无环境敏感区（黄金镇饮用水源在中河支流，普光镇饮用水源在中河支流或下游 10km 之外的中河河段）	S3	F3	E3
回注站	气田水管道未穿越河流，部分管段毗邻中河，发生事故时，危险物质泄漏进入中河，但下游 10km 范围内无环境敏感区（黄金镇饮用水源在中河支流，普光镇饮用水源在中河支流或下游 10km 之外的中河河段）	S3	F3	E3

3、地下水环境

根据调查，净化厂和各站场水文地质单元内分布有十余处分散式饮用水井，地下水功能较敏感（G2）。各场地区包气带主要为第四系包气带，包气带厚度一般 1-5m，净化厂周边双环渗水试验得出渗透系数为 $7.46 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ ，包气带防污性能等级为 D2。由矩阵表 D.5 可得，各工程地下水环境敏感等级均为 E2。

2.7.7.5 环境风险评价等级及范围

根据环境风险导则确定各生产单元各要素评价等级及评价范围，其中表 2.7-25 为各生产单元大气环境的评价等级及评价范围。根据环境风险导则，当大气毒性终点浓度预测到达距离超出评价范围时，应根据预测到达距离进一步调整评价范围。详见附图 2.7-4 至 2.7-16。

表 2.7-25 各生产单元大气环境的评价等级及评价范围

工艺单元	大气环境敏感性分级	物质及工艺系统危险性分级 P	风险潜势	评价等级	评价范围（调整前）	评价范围（调整后）	备注
井场	E2	P3	III	二级	边界外延 5km	边界外延 5km	施工期：井喷
净化厂	E2	P2	III	二级	边界外延 5km	边界外延 5km	未调整
2 号井场~净化厂集气管线	E3	P4	I	简单分析	/	管道两侧 3150m	调整。依据毒性终点浓度影响范围调整
2#采气井场	/	/	/	/	/	边界外延 3150m	调整。作为集输管线的起始点，依据相应管线的毒性终点浓度影响范围调整
铁山坡首站至黄金阁室管段	E2	P3	III	二级	中心线两侧 200m	中心线两侧 200m	未调整。中心线两侧 200m
渡口河末站	E2	P4	II	三级	边界外延 3km	边界外延 3km	未调整。边界外延 3km

气田水管线	E2	P4	II	三级	中心线两侧 100m	中心线两侧 100m	未调整。中心线两侧 100m
回注站	E2	P4	II	三级	边界外延 3km	边界外延 3km	未调整。边界外延 3km

根据环境风险导则确定各生产单元各要素评价等级及评价范围，其中表 2.7-26 为各生产单元地表水环境的评价等级及评价范围。

表 2.7-26 各生产单元地表水环境的评价等级及评价范围

工艺单元	地表水环境敏感程度分级	物质及工艺系统危险性分级 P	风险潜势	评价等级	评价范围
1 号钻井井场	E2	P3	III	二级	后河入河口下游 10km 河段
2 号钻井井场	E2	P3	III	二级	后河入河口下游 10km 河段
4 号钻井井场	E3	P3	II	三级	中河入河口下游 10km 河段
5 号钻井井场	E3	P3	II	三级	中河入河口下游 10km 河段
净化厂	E2	P2	III	二级	后河入河口下游 10km 河段
1 号井场~2 号井场	E3	P4	I	简单分析	/
2 号井场~净化厂	E3	P4	I	简单分析	/
4 号井场~净化厂	/	/	/	/	/
5 号井场~净化厂	/	/	/	/	/
1#采气井场	E2	P4	II	三级	后河入河口下游 10km 河段
2#采气井场	/	/	/	/	/
4#采气井场	/	/	/	/	/
5#采气井场	/	/	/	/	/
铁山坡首站至黄金阀室	E3	P3	II	三级	中河穿越断面下游 10km 河段
黄金阀室至峰城阀室	E3	P3	II	三级	沉水河穿越断面下游 10km 河段
峰城阀室至桃花阀室	E3	P4	I	简单分析	/
桃花阀室至渡口河末站	E3	P4	I	简单分析	/
渡口河末站	E3	P4	I	简单分析	/
气田水管线	E3	P4	I	简单分析	/
回注站	E3	P4	I	简单分析	/

根据环境风险导则确定各生产单元各要素评价等级及评价范围，其中表 2.7-27 为各生产单元地下水环境的评价等级及评价范围。

表 2.7-27 各生产单元地下水环境的评价等级及评价范围

工艺单元	地表水环境敏感程度分级	物质及工艺系统危险性分级 P	风险潜势	评价等级	评价范围
1 号钻井井场	E2	P3	III	二级	工程所在的水文地质单元，具体见地下水章节
2 号钻井井场	E2	P3	III	二级	
4 号钻井井场	E2	P3	III	二级	
5 号钻井井场	E2	P3	III	二级	
净化厂	E2	P2	III	二级	
1 号井场~2 号井场集气管线	E2	P4	II	三级	
2 号井场~净化厂集气管线	E2	P4	II	三级	
4 号井场~净化厂集气管线	/	/	/	/	
5 号井场~净化厂集气管线	/	/	/	/	

工艺单元	地表水环境敏感程度分级	物质及工艺系统危险性分级 P	风险潜势	评价等级	评价范围
1#采气井场	E2	P4	II	三级	工程所在的水文地质单元，具体见地下水章节
2#采气井场	/	/	/	/	
4#采气井场	/	/	/	/	
5#采气井场	/	/	/	/	
铁山坡首站至黄金阀室	E2	P3	III	二级	工程所在的水文地质单元，具体见地下水章节
黄金阀室至峰城阀室	E2	P3	III	二级	
峰城阀室至桃花阀室	E2	P4	II	三级	
桃花阀室至渡口河末站	E2	P4	II	三级	
渡口河末站	E2	P4	II	三级	
气田水管线	E2	P4	II	三级	
回注站	E2	P4	II	三级	

2.8 评价内容及评价重点

2.8.1 评价内容

本项目评价内容主要包括：建设项目概况、工程分析、环境现状调查与评价、环境影响预测与评价、环境风险评价、环境保护措施论证分析、清洁生产分析与污染物排放总量控制分析、环境影响经济效益分析、HSE 管理体系与环境监控、环境可行性论证与分析、评价结论及建议。

2.8.2 评价重点

在区域生态环境质量现状评价的基础上，结合开发项目环境影响因素，本报告书确定以下几方面为评价重点：

环境影响评价时段：运营期。

评价重点：风险评价、环境空气、声环境、水环境、固体废物影响分析及措施论证。

2.9 污染控制与环境保护目标

2.9.1 污染控制目标

(1) 控制天然气净化厂、各站场的各种污染物排放量，做到达标排放，使各站场建成后周围的环境质量不低于现有的环境功能。

(2) 控制沿线河流穿越施工对地表水体的影响，控制和减轻施工活动对管道沿线

及站场周围居民的影响。

2.9.2 环境保护目标

2.9.2.1 地表水环境

评价区域内后河、中河和前河等地表水体水质满足生产及生活饮用功能。

2.9.2.2 地下水环境

按照《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）中的定义，地下水环境保护目标主要为潜水含水层和可能受建设项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层，集中式饮用水水源和分散式饮用水水源地，以及《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。根据搜集的资料和开展的环境水文地质调查，本项目不涉及集中式地下水饮用水源保护区，1号井场、2号井场、4号井场、5号井场所在水文地质单元内下游不涉及分散式地下水饮用水源，因此本项目的地下水环境保护目标主要为天然气净化厂、气田水回注管线及黄金1井回注站（特别是下游方向）可能受到建设项目影响的分散式饮用水源地。根据环境水文地质调查，本项目地下水环境敏感目标为天然气净化厂、气田水回注管线、黄金1井回注站及渡口河输气站下游居民分散式饮用水源地，共44处。地下水环境保护目标分布见图2.9-1~图2.9-4，分散式地下水环境保护目标见表2.9-2。

图 2.9-1 地下水环境保护目标分布图（一）

2.9-2 地下水环境保护目标分布图（二）

2.9-3 地下水环境保护目标分布图（三）

图 2.9-4 地下水环境保护目标分布图（四）

表 2.9-2

地下水环境保护目标一览表

序号	所属工程	编号	行政位置	类型	井径 (mm)	井深 (m)	埋深 (m)	供水规模 (人/户)	日供水量(m ³)	出露层位	与工程相对位置关系
1	天然气净化厂	Q34	万源市***	泉	/	/	/	1 户 3 人	0.18	J _{2s} ²	净化厂西侧下游 16m
2		Q35	万源市***	泉	/	/	/	2 户 7 人	0.42	J _{2s} ²	净化厂西侧下游 10m
3		Q36	万源市***	泉	/	/	/	3 户 10 人	0.6	J _{2s} ²	净化厂东北侧下游 306m
4		Q37	万源市***	泉	/	/	/	4 户 15 人	0.9	J _{2s} ²	净化厂东北侧下游 196m
5		Q38	宣汉县***	泉	/	/	/	3 户 12 人	0.72	J _{2s} ²	净化厂东北侧下游 90m
6		Q39	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 4 人	0.24	J _{2s} ²	净化厂北侧下游 344m
7		Q40	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 2 人	0.12	J _{2s} ²	净化厂北侧下游 495m
8		QJ4	宣汉县***	浅井	300	1	/	1 户 4 人	0.24	J _{2s} ²	净化厂北侧下游 371m
9		QJ5	宣汉县***	浅井	800	6	/	1 户 4 人	0.24	J _{2s} ²	净化厂北侧下游 565m
10	黄金 1 回注井	J41	宣汉县***	机井	160	40	15.34	1 户 3 人	0.36	J _{2s} ²	回注井下游 268m
11		J42	宣汉县***	机井	160	30	7.39	1 户 5 人	0.3	J _{2s} ²	回注井下游 141m
12		J43	宣汉县***	机井	160	30	5	1 户 4 人	0.48	J _{2s} ²	回注井下游 147m
13		J44	宣汉县***	机井	160	30	12.22	1 户 3 人	0.2	J _{2s} ²	回注井下游 147m
14	气田水输送管	Q57	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 3 人	0.18	J _{2s} ¹	管道下游 110m
15		Q58	万源市***	泉	/	/	/	1 户 3 人	0.18	J _{2s} ¹	管道下游 62m
16		Q59	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 6 人	0.36	J _{2s} ¹	管道下游 99m

序号	所属工程	编号	行政位置	类型	井径 (mm)	井深 (m)	埋深 (m)	供水规模 (人/户)	日供水量(m ³)	出露层位	与工程相对位置关系
17	线	Q60	宣汉县***	泉	/	/	/	3 户 15 人	0.9	J _{2q}	管道下游 70m
18		Q61	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 4 人	0.24	J _{2q}	管道上游 23m
19		Q62	宣汉县***	泉	/	/	/	3 户 17 人	1.02	J _{2q}	管道上游 19m
20		Q63	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 7 人	0.42	J _{2q}	管道下游 92m
21	集气 干线	Q26	万源市***	泉	/	/	/	1 户 3 人	0.18	J _{2s} ²	管线下游 163m
22		Q28	万源市***	泉	/	/	/	1 户 3 人	0.18	J _{2s} ²	管线下游 12m
23	5 号~ 净化 厂	Q46	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 3 人	0.18	J _{2s} ²	管线下游 24m
24		Q47	宣汉县***	泉	/	/	/	3 户 11 人	0.66	J _{2s} ²	管线下游 72m
25		Q48	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 3 人	0.18	J _{2s} ²	管线下游 128m
26		Q90	宣汉县***	泉	/	/	/	3 户 10 人	0.3	J _{3p} ²	管道上游 52m
27	外输 管线 (黄 金镇- 渡口 河)	Q92	宣汉县***	泉	/	/	/	13 户 50 人	1.5	J _{3p} ²	管道下游 80m
28		Q93	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 3 人	0.2	K _{1c}	管道上游 14m
29		Q94	宣汉县***	泉	/	/	/	2 户 7 人	0.3	K _{1c}	管道上游 25m
30		Q97	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 3 人	0.18	J _{3p} ¹	管道下游 46m
31		Q98	宣汉县***	泉	/	/	/	2 户 6 人	0.3	J _{3p} ¹	管道上游 46m
32		Q99	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 4 人	0.2	J _{3p} ¹	距管道 0m
33		Q100	宣汉县***	泉	/	/	/	80 人	6	J _{3p} ¹	管道下游 30m
34		Q101	宣汉县***	泉	/	/	/	8 户 30 人	3	J _{3p} ¹	管道上游 28m
35		Q102	宣汉县***	泉	/	/	/	2 户 7 人	0.3	J _{3p} ²	管道上游 39m
36		J51	宣汉县***	机井	160	30	8	1 户 3 人	0.3	Q ₄ ^{el+dl} 、 J _{3p} ¹	管道上游 42m
37		Q103	宣汉县***	泉	/	/	/	2 户 7 人	0.5	J _{3p} ¹	管道下游 92m
38		Q105	宣汉县***	泉	/	/	/	90 人	8	J _{3p} ¹	管道下游 147m
39		Q108	宣汉县***	泉	/	/	/	4 户 12 人	1	J _{3p} ¹	管道下游 88m
40		Q109	宣汉县***	泉	/	/	/	3 户 6 人	0.5	J _{3p} ¹	管道下游 59m
41		Q114	宣汉县***	泉	/	/	/	1 户 5 人	0.3	J _{3p} ¹	管道上游 15m
42	渡口 河末 站	J56	宣汉县***	机井	0.16	40	15.6	1 户 3 人	0.3	Q ₄ ^{apl} 、 J _{2s}	站场下游 170m
43		J57	宣汉县***	机井	0.16	60	13.4	1 户 3 人	0.3	Q ₄ ^{apl} 、 J _{2s}	站场下游 210m

序号	所属工程	编号	行政位置	类型	井径 (mm)	井深 (m)	埋深 (m)	供水规模 (人/户)	日供水量(m³)	出露层位	与工程相对位置 关系
44		J58	宣汉县***	机井	0.16	60	13.8	1 户 3 人	0.3	Q ₄ ^{apl} 、 J _{2s}	站场下游 105m

2.9.2.3 声环境

各井站、回注站、集气站、天然气净化厂厂界噪声需满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中的 2 类标准。各场站厂界周边 200m 范围内声环境质量需满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准，评价范围内声环境保护目标见表 2.9-3 及附图 2.7-2。

表 2.9-3 声环境保护目标统计表

环境要素	环境保护目标	方位距离	影响规模、功能	控制污染的目标
声环境	各钻井井场、采气井站	200m 范围内	300m 范围内均拆迁，拆迁后评价范围内无声环境敏感目标	施工期及运营期满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准
	净化厂	200m 范围内	400m 范围内均拆迁，拆迁后评价范围内无声环境敏感目标	
	黄金 1 井回注站	200m 范围内	8 户，35 人	
	渡口河末站	200m 范围内	34 户，109 人	

2.9.2.4 大气环境

项目处于农村地区，根据调查，评价范围内环境空气保护目标类型为二类区中的农村地区中人群较集中的区域，具体为万源市罗文镇和万源市宣汉县境内的 21 个村社及评价范围内的分散人居，其环境空气质量需满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准，其中罗文镇和 21 个村社与项目厂址的相对位置关系见下表。

表 2.9-3 主要环境空气保护目标相对位置关系表

序号	保护对象	坐标		相对厂址方位距离	保护内容	环境功能要求
1	万源市罗文镇	***	***	净化厂西面，2.69km	环境空气质量二级浓度限值	《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级
2	梨子园村	***	***	净化厂北面，6.5km		
3	团包梁村	***	***	净化厂北面，5km		
4	火石岭村	***	***	净化厂西面，3.1km		
5	严家坝村	***	***	净化厂西面，3.3km		
6	苟家寨村	***	***	2 号井场西北面，1.65km		
7	杨家坪村	***	***	2 号井场东面，2.3km		
8	双山村	***	***	5 号井场东南面，1km		
9	瓦子丘村	***	***	5 号井场东北面，2.5km		
10	黑石村	***	***	5 号井场东北面，2.5km		
11	海棠村	***	***	1 号井场西面，1.73km		
12	贾口村	***	***	1 号井场南面，3.2km		
13	盐井村	***	***	净化厂东面，5.7km		
14	康乐村	***	***	净化厂东南面，6.2km		
15	黄岭坝村	***	***	净化厂东南面，6.029km		

序号	保护对象	坐标		相对厂址方位距离	保护内容	环境功能要求
16	侯家坪村	***	***	净化厂西北面，6km		
17	西溪沟村	***	***	净化厂西北面，6.3km		
18	廖家坡村	***	***	净化厂西北面，7km		
19	慈竹村	***	***	净化厂南面，6.2km		
20	板庙村	***	***	净化厂西北，8.65km		
21	中坪村	***	***	净化厂北面，6.8km		
22	田家营村	***	***	净化厂西南侧 7.21km		
23	评价范围内的分散居住地					

2.9.2.5 生态环境

生态环境评价范围内未发现有重点保护野生植物分布。生态环境保护目标为通过资料收集、现场调查及咨询等方式, 确定的生态环境评价范围内分布的重点保护野生动物以及现场调查发现的古树。

表 2.9-4 评价范围内分布的重点保护野生动物

类群	物种及保护/濒危等级	物种数
两栖爬行类	四川省级: 中华鳖、中国林蛙 中国生物多样性红色名录: 王锦蛇 EN、中华鳖 EN、乌梢蛇 VU、棘腹蛙 VU、黑斑侧褶蛙 NT	四川省级: 2 种 红色名录物种: EN2 种, VU2 种, NT1 种
兽类	国家 II 级: 豹猫 中国生物多样性红色名录: 豹猫 VU、小鹿 VU、花面狸 NT、猪獾 NT	国家级: II 级 1 种 红色名录物种: VU2 种, NT2 种
鸟类	四川省级: 小鸛鹑、黑水鸡 国家 II 级: 红腹锦鸡 中国生物多样性红色名录: 红腹锦鸡 NT	四川省级: 2 种 国家级: II 级 1 种 红色名录物种: NT1 种
合计	国家 II 级保护物种: 2 种 四川省级保护物种: 4 种 中国生物多样性红色名录: EN2 种、VU4 种、NT4 种	

表 2.9-5 评价范围分布的古树

序号	编号	树种名称	地理位置	树龄(a)	古树等级	与项目位置关系
1	51172200003	枫杨	宣汉县***	130	三级古树	外输管道(输气方向)左 330m
2	51172200375	柏木	宣汉县***	210	三级古树	1 号井井场西南 60m
3	51172200150	麻栎	宣汉县***	250	三级古树	4 号井井场东南 850m
4	51172200151	黄连木	宣汉县***	150	三级古树	4 号井井场北东北 750m
5	5117200087	黄葛树	宣汉县***	150	三级古树	外输管道(输气方向)左 590m
6	5117200038	黄葛树	宣汉县***	210	三级古树	外输管道(输气方向)右 415m

序号	编号	树种名称	地理位置	树龄(a)	古树等级	与项目位置关系
7	5117200034	黄葛树	宣汉县***	140	三级古树	外输管道（输气方向）右 415m
8	5117200035	黄葛树	宣汉县***	110	三级古树	外输管道（输气方向）右 975m
9	51178100031	柏树	宣汉县***	170	三级古树	综合公寓燃料气管道（输气方向）左侧 80m

2.9.2.6 环境风险

环境敏感目标作为需特殊保护的环境风险受体包括调查环境风险单元周边 5km 范围内的学校、医院、乡镇、村/屯等人口集中区；河流、水库、饮用水水源地、自来水厂取水口；自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、森林公园、地质公园、重要湿地/天然林、重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场、水产种质资源保护区、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；500 米范围内分散人居；生产废水排污口下游 10km 河段以内的集中式饮用水源取水口、水生生态敏感区域；国界/省界判定；地质敏感区域；大气防护距离等。

环境敏感目标的调查重点关注大气环境风险受体和水环境风险受体（地表水环境和地下水环境）。其中大气环境风险受体为风险评价范围内分布的所有人居，包括集中、分散及零星分布的人居，但为方便统计，本报告主要列出具有一定规模的集中居住区（如乡、镇等）；地表水环境风险受体以水体穿越及饮用水源为重点；地下水环境风险受体以集中式和分散式地下水水源为重点。经现场踏勘及地图资料收集对比，环境风险主要环境保护目标见下列表格及附图 2-7。

表 2.9-7 项目水环境风险环境敏感目标一览表

环境要素	敏感目标名称	与本项目最近距离	影响规模、功能、特征	污染控制目标
地表水	后河	净化厂西侧 2.0km 处	饮用、灌溉	《地表水质量标准》(GB3838-2002)
	漩坑坝断面	净化厂事故时危险物质在后河的入河口下游 6.3km 处	饮用、灌溉	
	中河	外输管道黄金镇穿越断面下游 10km 河段	饮用、灌溉	
	沉水河	外输管道马板村穿越断面下游 10km 河段	饮用、灌溉	
	前河	外输管道末站渡口河站断面下游 10km	饮用、灌溉	
地下水	详见地下水章节			《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类

表 2.9-8 黄金 1 井回注站区域大气环境风险敏感目标统计表 (3000m 范围内)

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	罗文镇***	相对于黄金 1 井回注站中心点 NNW	2700	民房	39
2	黄金镇***	相对于黄金 1 井回注站中心点 NE	1800	民房	249
3	黄金镇***	相对于黄金 1 井回注站中心点 NE	2700	民房	6
4	黄金镇***	相对于黄金 1 井回注站中心点 NE	1150	民房	800
5	黄金镇***	相对于黄金 1 井回注站中心点 NE	1300	民房	700
6	黄金镇***	相对于黄金 1 井回注站中心点 SW	130	民房	880
7	黄金镇***	相对于黄金 1 井回注站中心点 NEE	310	村小、村委、民房	980
8	黄金镇***	相对于黄金 1 井回注站中心点 SW	1700	民房	680
9	黄金镇	相对于黄金 1 井回注站中心点 SSW	2100	中心校、卫生院、民房	1800
10	黄金村	对于黄金 1 井回注站中心点 SSE	1700	民房	200
	合计				6334

表 2.9-9 渡口河末站区域大气环境风险敏感目标统计表 (3000m 范围内)

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	南坝镇	对于渡口河末站中心点 E	830	医院、小学、民房	1200
2	新桥村	对于渡口河末站中心点 SEE	1700	小学、民房	150
3	园坝村	对于渡口河末站中心点 SE	1850	民房	200
4	龙文村	对于渡口河末站中心点 E	440	民房	700
5	沙湾村	对于渡口河末站中心点 NEE	1230	中学、民房	900
6	独树梁村	对于渡口河末站中心点 S	1470	村委、民房	600
7	天一村	对于渡口河末站中心点 SW	1450	村委、民房	700
8	黄泥村	对于渡口河末站中心点 E	120	中学、民房	500
9	黄角村	对于渡口河末站中心点 NW	2500	民房	50
10	建设村	对于渡口河末站中心点周边	60	民房	1200
11	鼓寨村	对于渡口河末站中心点 NNW	1360	民房	800
12	于黄村	对于渡口河末站中心点 N	2500	民房	150
13	墩子村	对于渡口河末站中心点 NNE	1475	民房	600
	合计				7750

表 2.9-10 气田水管道区域大气环境风险敏感目标统计表 (100m 范围内)

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	罗文镇***	相对对于外输管道 N	37	民房	81
2	厂溪镇***	相对对于外输管道 NE	58	民房	21
3	黄金镇***	相对对于外输管道 NWW	22	民房	30
4	黄金镇***	相对对于外输管道 SSW	8	民房	42
5	黄金镇***	相对对于外输管道 W	25	民房	39
	合计				213

表 2.9-11 外输管道区域大气环境风险敏感目标统计表 (200m 范围内)

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	罗文镇***	相对对于外输管道 N	37	民房	81
2	厂溪镇***	相对对于外输管道 NE	142	民房	21
3	黄金镇***	相对对于外输管道 SE	160	民房	30
4	黄金镇***	相对对于外输管道 SE	111	民房	42
5	黄金镇***	相对对于外输管道 SE	67	民房	45
6	黄金镇***	相对对于外输管道 SW	9	民房	40
7	黄金镇	相对对于外输管道 NE	20	民房	36
8	黄金镇***	相对对于外输管道 NEE	180	民房	40
9	黄金镇***	相对对于外输管道 E	20	民房	168
10	凤林乡***	相对对于外输管道 NE	118	民房	54
11	凤林乡***	相对对于外输管道 SEE	18	民房	84
12	峰城镇***	相对对于外输管道 S	31	民房	103
13	峰城镇***	相对对于外输管道 NEE	15	民房	102
14	峰城镇***	相对对于外输管道 N	47	民房	72
15	峰城镇***	相对对于外输管道 N	40	小学、民房	198
16	峰城镇***	相对对于外输管道 SE	26	民房	42
17	峰城镇***	相对对于外输管道 NEE	150	民房	112
18	桃花镇***	相对对于外输管道 SE	36	民房	156
19	桃花镇街道	相对对于外输管道 W	148	学校、民房	6800
20	桃花镇***	相对对于外输管道 W	19	民房	124
21	桃花镇***	相对对于外输管道 NW	172	民房	175
22	桃花镇***	相对对于外输管道 W	33	民房	114
23	桃花镇***	相对对于外输管道 NEE	43	小学、民房	1122
24	下八镇***	相对对于外输管道 SE	13	民房	42
25	下八镇***	相对对于外输管道 SSW	138	民房	114
26	下八镇***	相对对于外输管道 SW	96	民房	138
27	下八镇***	相对对于外输管道 W	61	民房	48
28	下八镇***	相对对于外输管道 E	38	民房	18
	合计				10121

表 2.9-12 1 号井场~2 号井场集气管线大气环境风险敏感目标统计表

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	罗文镇	相对于铁山坡 1 号井中心点 N	2280	学校	900
2	罗文镇***	相对于铁山坡 1 号井中心点 NNE	3420	民房	2250
3	罗文镇***	相对于铁山坡 1 号站中心点 W	2330	民房	658
4	罗文镇***	相对于铁山坡 1 号站中心点 NE	420	民房	2522
5	毛坝镇***	相对于铁山坡 1 号站中心点 WN	310	民房	1733
6	毛坝镇***	相对于铁山坡 1 号站中心点 WS	2880	民房	21
7	黄金镇***	相对于铁山坡 1 号站中心点 SSE	1550	民房	1074
8	黄金镇***	相对于铁山坡 2 号站中心点 EES	2920	民房	24
9	厂溪乡***	相对于铁山坡 2 号站中心点 NNE	2840	民房	78
	合计				9260

表 2.9-13 2 号井场~净化厂集气管线大气环境风险敏感目标统计表 (3150m 范围内)

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	罗文镇	相对于铁山坡净化厂中心点 W	2170	学校	1450
2	罗文镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 WN	800	民房	2230
3	罗文镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 WS	450	民房	2957
4	毛坝镇***	相对于铁山坡 2 号站中心点 WS	2200	民房	78
5	黄金镇***	相对于铁山坡 2 号站中心点 S	2980	民房	18
6	黄金镇***	相对于铁山坡 2 号站中心点 E	2930	民房	51
7	厂溪乡***	相对于铁山坡净化厂中心点 N	740	民房	1820
	合计				8604

表 2.9-14 4 号井场~净化厂区域大气环境风险敏感目标统计表 (910m 范围内)

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	罗文镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 WN	950	民房	9
2	罗文镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 WWS	470	民房	48
3	厂溪乡***	相对于铁山坡净化厂中心点 NNE	730	民房	138
	合计				195

表 2.9-15 5 号井场~净化厂区域大气环境风险敏感目标统计表 (1300m 范围内)

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	罗文镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 NNW	940	民房	42
2	罗文镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 SSW	450	民房	348
3	厂溪乡***	相对于铁山坡 5 号井中心点 ES	420	民房	1387
	合计				1777

表 2.9-16 净化厂区域大气环境风险敏感目标统计表 (5000m 范围内)

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	罗文镇	相对于铁山坡净化厂中心点 W	2460	学校	1700
2	罗文镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 WWN	970	民房	2950
3	罗文镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 W	3560	民房	187
4	罗文镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 SSW	480	民房	2957
5	厂溪乡***	相对于铁山坡净化厂中心点 NE	4900	学校	36
6	罗文镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 WN	3920	民房	485
7	毛坝镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 SSW	4200	民房	96
8	黄金镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 SSE	4470	民房	960
9	厂溪乡***	相对于铁山坡净化厂中心点 N	720	民房	1820
10	厂溪乡***	相对于铁山坡净化厂中心点 EES	4900	学校	124
11	黄金镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 ES	3380	民房	1257

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
12	黄金镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 SSW	5000	民房	12
13	罗文镇***	相对于铁山坡净化厂中心点 WWN	4380	民房	380
	合计				12964

表 2.9-17 1 号井场区域大气环境风险敏感目标统计表（5000m 范围内）

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	罗文镇	相对于铁山坡 1 号井中心点 N	2280	学校	1700
2	罗文镇***	相对于铁山坡 1 号井中心点 N	3420	民房	2250
3	罗文镇***	相对于铁山坡 1 号井中心点 NNW	3300	民房	734
4	罗文镇***	相对于铁山坡 1 号井中心点 WN	3460	民房	902
5	罗文镇***	相对于铁山坡 1 号站中心点 W	2320	民房	658
6	罗文镇***	相对于铁山坡 1 号站中心点 NNE	420	民房	2522
7	毛坝镇***	相对于铁山坡 1 号站中心点 NW	310	民房	1733
8	毛坝镇***	相对于铁山坡 1 号站中心点 WS	2880	民房	
9	黄金镇***	相对于铁山坡 1 号站中心点 SSE	1550	民房	1937
10	黄金镇***	相对于铁山坡 1 号站中心点 ES	4100	民房	1890
11	厂溪乡***	相对于铁山坡 1 号站中心点 NE	4600	民房	15
	合计				14341

表 2.9-18 2 号井场区域大气环境风险敏感目标统计表（5000m 范围内）

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	罗文镇	相对于铁山坡 2 号井中心点 WN	2760	学校	1700
2	罗文镇***	相对于铁山坡 2 号井中心点 NNW	2670	民房	2250
3	罗文镇***	相对于铁山坡 2 号井中心点 WN	3740	民房	187
4	罗文镇***	相对于铁山坡 2 号站中心点 E	380	民房	2957
5	毛坝镇***	相对于铁山坡 2 号站中心点 SSW	2180	民房	983
6	黄金镇***	相对于铁山坡 2 号站中心点 SSW	2980	民房	1074
7	黄金镇***	相对于铁山坡 2 号站中心点 ES	3340	民房	3190
8	厂溪乡***	相对于铁山坡 2 号站中心点 EEN	3670	民房	1720
9	黄金镇***	相对于铁山坡 2 号站中心点 EES	2930	民房	2010
	合计				16071

表 2.9-19 4 号井场区域大气环境风险敏感目标统计表（5000m 范围内）

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数

1	罗文镇	相对于铁山坡 4 号井中心点 W	2970	学校	1700
2	罗文镇***	相对于铁山坡 4 号井中心点 WN	1540	民房	2950
3	罗文镇***	相对于铁山坡 4 号井中心点 W	4120	民房	187
4	罗文镇***	相对于铁山坡 4 号站中心点 EN	310	民房	2957
5	厂溪乡***	相对于铁山坡 4 号井中心点 NNE	4850	学校	36
6	罗文镇***	相对于铁山坡 4 号井中心点 NNW	4350	民房	485
7	毛坝镇***	相对于铁山坡 4 号站中心点 WS	4230	民房	96
8	黄金镇***	相对于铁山坡 4 号站中心点 SE	3930	民房	1790
9	厂溪乡***	相对于铁山坡 4 号站中心点 NE	850	民房	1820
10	厂溪乡***	相对于铁山坡 4 号站中心点 E	4430	学校	169
11	黄金镇***	相对于铁山坡 4 号站中心点 EES	2780	民房	1820
12	黄金镇***	相对于铁山坡 4 号站中心点 SSW	4910	民房	9
	合计				14019

表 2.9-20 5 号井场区域大气环境风险敏感目标统计表 (5000m 范围内)

编号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
1	罗文镇***	相对于铁山坡 5 号井中心点 NNW	4300	民房	106
2	罗文镇***	相对于铁山坡 5 号井中心点 N	1560	民房	1850
3	罗文镇***	相对于铁山坡 5 号站中心点 SSW	1160	民房	1886
4	厂溪乡***	相对于铁山坡 5 号井中心点 NNE	2520	学校	1761
5	罗文镇***	相对于铁山坡 5 号井中心点 WN	3730	民房	585
6	黄金镇***	相对于铁山坡 5 号站中心点 S	4690	民房	680
7	厂溪乡***	相对于铁山坡 5 号站中心点 ES	420	民房	1820
8	厂溪乡***	相对于铁山坡 5 号站中心点 EEN	2280	学校	1637
9	黄金镇***	相对于铁山坡 5 号站中心点 SSE	3030	民房	1560
	合计				11885

3 建设项目概况

3.1 建设项目基本情况

工程名称：四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目；

工程性质：新建、滚动开发，属陆地天然气开采与管道运输类，为国家鼓励类项目；

建设规模：天然气净化厂处理规模 $***\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ ，新建产能约***亿方/年（其中净化气***亿方/年）。

工程投资：***亿元，其中环保投资约***万元，占工程总投资的***%

建设周期：预计 2021 年~2027 年；

建设地点：四川省达州市万源市、宣汉县。详见附图 1。

3.2 项目建设内容和规模

3.2.1 建设内容

项目属于陆地天然气开采及管道输送项目两个部分：

（1）新钻开发井 8 口（建产井 5 口，补充井 3 口）；新建 4 座场站，分别为铁山坡 1 号井场（分 A、B 平台）、2 号井站、4 号井站、5 号井站；其中 2022 年预计建产井 5 口（坡 005-X3、坡 002-X2、坡 005-X4、坡 002-H3、坡 002-H4），2025 年预计建产井 2 口（坡 001-H3、坡 001-H4），2027 年预计建产 1 口（坡 001-H5）。

（2）新建集气站 1 座，与 1 号井场合建；新建集气装置 1 套，位于净化厂内；新建 4 条集气管道线路，总长度为 12.2km；

（3）新建燃料气管道共 16.7km；

（4）新建净化厂 1 座，2 列 200 万方/天的主体装置及相应公辅工程；

（5）新建 61.5km、DN400 的外输管线 1 条，3 座线路截断阀室；

（6）新建外输首站 1 座，位于净化厂内，扩建渡口河输气站 1 座；

（7）新建回注站 1 座，气田水管线 10.5km。

3.2.2 建设规模

本项目新建产能约 $13.2 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ （净化气约 $10 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ）；外输设计规模 $300 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。

3.3 主要产品

本工程气田开发内部集输工程集输介质为原料天然气，天然气净化工程主要产品为商品天然气和工业硫黄，外输工程集输介质为商品天然气。

3.3.1 原料天然气

内部集输原料气量为 $400 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ （ $13.2 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ ），以甲烷为主，其中甲烷含量 75.44~78.52%，硫化氢含量 14.19~15.50%，二氧化碳含量 5.43~8.89%。具体见表 3.3-1。

表 3.3-1 原料气气质组成分析表

天然气组分含量（%）								现场分析（g/m ³ ）	
甲烷	乙烷	丙烷	氮	氢	氩	H ₂ S	CO ₂	H ₂ S	CO ₂
75.44	0.03	0.01	0.05	0.014	0.026	14.19~15.50	5.43~8.89	222.84	174.66

3.3.2 产品气

（1）产品气质量符合国家标准《天然气》（GB17820-2018）一类气相关技术指标要求。产品气外输量： $300 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。

表 3.3-2 产品气气质质量

项目	H ₂ S(mg/m ³)	总硫(以 S 计, mg/m ³)	CO ₂ (%)
指标	≤6	≤20	≤3.0

3.3.3 副产品

副产品硫黄：质量达到《工业硫黄 第 1 部分：固体产品》（GB/T 2449.1-2014）和《工业硫黄 第 2 部分：液体产品》（GB/T 2449.2-2015）中优等品质量指标。

硫黄产量： $827 \text{t}/\text{d}$ （ $27.3 \times 10^4 \text{t}/\text{a}$ ）；纯度：>99.9%；含水率：<0.1%。

表 3.3-3 产品组成及规模

序号	产品名称	产量
1	净化天然气	约 $10 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$
2	硫黄	$27.3 \times 10^4 \text{t}/\text{a}$

3.4 原辅料和能源消耗

3.4.1 原辅料消耗和能源消耗

3.4.2.1 原辅材料消耗

项目原料为内部集输工程所开采的原料气，主要辅料为原料气脱硫剂、尾气脱硫剂等各类溶剂及硫磺回收催化剂、水解催化剂等各类催化剂，其中原料气脱硫剂年损耗量 40t/a、一次投入量 860t，尾气脱硫剂年损耗量 60t/a、一次投入量 400t，TEG 年损耗量 15t/a、一次投入量 30t，以上各类溶剂与催化剂 5 年定期更换，折合年耗量分别为 204t/a、128t/a、18t/a，主要原辅材料消耗见表 3.4-1。

表 3.4-1 主要原辅材料统计表

项目		名称	单位	折合年耗量	主要化学成份
气田开发工程	内部集输工程	甲醇(开机工况水合物抑制剂)	t	***	***
		原料天然气	10 ⁸ Nm ³	***	***
天然气净化工程		原料气脱硫剂	t	***	***
		尾气脱硫剂	t	***	***
		脱水剂	t	***	***
		硅酮阻泡剂	t	***	***
		硫磺回收催化剂	m ³	***	***
		水解催化剂	m ³	***	***
		尾气处理加氢催化剂	m ³	***	***
		碱液 NaOH	t	***	***
		活性炭、滤膜、离子交换树脂等吸附材料	t	***	***

3.4.1.1 能源消耗

主要能源消耗表见表 3.4-2。

表 3.4-2 工程主要能耗表

项目	净化天然气 10 ⁴ Nm ³ /a	电力 10 ⁶ kW·h/a	水 10 ⁴ t/a
内部集输工程	***	***	***
天然气净化厂	***	***	***
合计	***	***	***

3.5 项目组成

本工程主要包括钻井工程、内部集输工程、天然气净化厂工程和外输管道工程等内容，其具体内容见表 3.5-1~3.5-5。

表 3.5-1

铁山坡气田飞仙关组气藏开发工程建设内容表

工程项目	主要内容
钻完井工程	新钻开发井 8 口； 1 号井场 A 平台：坡 005-X3、坡 002-X2； 1 号井场 B 平台：坡 005-X4、坡 002-H3； 2 号井场：坡 002-H4； 4 号井场：坡 001-H3、坡 001-H4； 5 号井场：坡 001-H5。
内部集输工程	新建 4 座场站，分别为铁山坡 1 号井场（分 A、B 平台）、2 号井站、4 号井站、5 号井站；新建集气站 1 座，与 1 号井场合建； 新建集气装置 1 座，位于净化厂内。 管线工程：新建 4 条集气管道线路总长度为 12.2km，新建燃料气管道共 16.7km，2 座线路截断阀室。
净化厂工程	新建 2 列 200 万方/天的主体装置，设置相关辅助生产设施和公用工程设施
净化气外输工程	新建 61.5km、DN400 的输气管线 1 条，3 座线路截断阀室；新建外输首站 1 座，位于净化厂内，扩建 1 座渡口河输气站。
气田水回注工程	新建回注站 1 座，回注井利用原有老井黄金 1 井，新建气田水管线 10.5km。

表 3.5-2

钻井井场主要工程内容组成表

类别	建设内容及规模			可能产生的主要环境问题	备注
主体工程	钻前工程	井场工程：场地平整，修建方井、清水池、应急池、表土堆场以及放喷池、设备设施基础、分区防渗、清污分流等		临时占地、水土流失及生态破坏、机械设备噪声、机械尾气、施工粉尘、施工固废、施工废水、生活垃圾等	新建
		道路工程：维修道路长度 2800m			
	钻井工程	钻井作业	***	机械设备废气、粉尘、事故放喷废气、	新建
		固井作业	采用实施套管保护+水泥固井	除尘废水、钻井废水、洗井废水、生活	新建
		井控作业	井控装置：闸板防喷器、环形防喷器等	污水、方井雨水、机械设备噪声、钻井	新建
	储层改造		采用酸压增产工艺。水平井主体酸用量总计约 1500m³/口	机械尾气、生活污水、设备噪声、生活	新建
	完井测试		钻井至目的层后对该井油气产能情况进行测试。	放喷废气、生活污水、生活垃圾、环境	新建
完井搬迁及恢复生产		测试完毕后进行设备搬迁以及钻井产生“三废”的无害化处置	施工粉尘、噪声及固废等	新建	
辅助及公用工程	供配电工程		优先使用当地电网供电。同时各井场设置发电机房 1 座，3 台柴油机作为备用供电，布置在井场内。	/	新建
	供水工程		生产生活用水采用罐车拉运。	/	新建
	排水工程		各井场采取清污分流，施工期废水采用罐车拉运	/	新建
	通讯系统		各井场设通讯系统 1 套	/	新建
	消防系统		各站设消防系统 1 套	/	新建
环保工程	生态厕所		施工期各井场和生活区各修建生态厕所 2 座	生活污水	新建
	水土保持		做好护坡、堡坎和排水设施	/	新建
	噪声防治		优选低噪声设备，并采取基础减振、隔声、临时撤离等措施	/	新建
	垃圾桶		施工期：2 个/井场，在井场及生活区设置移动式垃圾桶。	生活垃圾	新建
	清洁化操作平台		包括废水收集罐 25m³/个，2 个/井场、废渣收集罐 25m³/个，450m²，容积 150m³	噪声、钻井固废、钻井废水、环境风险	新建
	放喷池		放喷池各井场布置 2 座，容积：约 36m³/座，占地面积约 91m²/座，配套残酸池 20m³	噪声、原料气燃烧废气、环境风险	新建
	应急池		1 座/井场，500m³/座，占地面积约 300m²/座；	环境风险	新建

类别	建设内容及规模		可能产生的主要环境问题	备注
	隔油池	2 个/井场，外环沟出口，集污坑前设置隔油池 1 个，场内排水沟尾设置 1 个，容积为 1m ³	废油、废水	新建
	集污坑	1 个/井场，外环沟靠近应急池设置 1 个 0.5m×0.5m×0.5m	废水	新建
	危废暂存间	1 座/井场，10m ² /座	环境风险	新建
	钻井废水预处理系统	混凝絮凝压滤等工艺，规模 10m ³ /h	废水	新建
储运工程	重浆罐区	重浆储备罐 40m ³ /个（3 个），设置不小于 40m ³ 围堰	环境风险	新建
	柴油罐	井场设 2 个柴油罐，每个 10m ³ ，临时存储钻井用柴油。最大储存量 16t，设不小于 10m ³ 围堰	环境风险	新建
办公及生活设施	各井场设置临时性活动房，18 座/井场，占地面积 2000m ²		生态环境影响、生活污水、生活垃圾	新建
	生活污水一体化（曝气），规模 2m ³ /h			

表 3.5-3

内输工程项目组成一览表

类别	项目		单位	数量	新建	主要环境问题	
						施工期	运营期
内部集输工程	采气站场	单井站	座	2	2 号井场、5 号井场为单井站	1、破坏农林植被，造成水土流失； 2、改变局部土地利用现状。	1、站场放空对大气、声环境产生影响； 2、清管废渣。
		丛式井站	座	2	1 号井场和 4 号井场为丛式井站，每个丛式井场/平台各设 2 口单井。		
	集气站场	1 号集气站	座	1	与 1 号井站合建		
	集气管线	1 号井场~2 号井场 (DN300)	km	4.0	新建	1、破坏农林植被，造成水土流失； 2、管道施工机械及车辆噪声、废气； 3、管道试压废水； 4、河流穿越施工对河流的影响。	/
		2 号井场~天然气净化厂 (DN300)	km	4.0	新建		
		4 号井场~天然气净化厂 (DN150)	km	1.6	新建		
		5 号井场~天然气净化厂 (DN150)	km	2.6	新建		
	燃料气管道	天然气净化厂~1 号集气站燃料气管道 DN80	km	8.0	新建	1、破坏农林植被，造成水土流失； 2、管道施工机械及车辆噪声、废气；	
		其余井场和综合公寓燃料气管道 DN50	km	8.3	新建		
	辅助工程	施工便道	km	10.8	新建		
		站场道路	km	20.7	改建		

表 3.5-4

天然气净化工程项目组成一览表

类别	装置名称	建设规模/内容	单位	新建设施	可能产生的环境问题	
					施工期	营运期
主体工程	脱硫装置	***	套	2	固废、噪声	废水、噪声、环境风险
	脱水装置	***	套	2		
	硫磺回收装置	***	套	2		
	尾气处理装置	***	套	2		废气 废水、噪声、环境风险
	尾气烟囱	***	套	2		
	酸水汽提装置	***	套	2		
辅助生产设施	硫磺成型装置	***	套	2 用 1 备	固废、噪声	废水、噪声
	火炬放空系统	***	座	1	固废、噪声	废水、废气、噪声
	空氮站	***	套	4		废水、噪声
		***	套	4		
		制氮装置	套	2(单套 650Nm ³ /h)		
	分析化验室	原料气、产品气、水质分析及环境监测分析等	座	/	/	废水
公用工程	循环水系统	5000m ³ /h	套	1	固废、噪声	废水、噪声
	生化污水处理装置	10m ³ /h (含 2 座检修污水池)	套	1		噪声、污泥
	反渗透装置	144m ³ /d	套	1		噪声、污泥
	蒸发结晶单元	6m ³ /h	套	1		噪声
	事故污水池	2000m ³	座	1	/	/
	危废暂存间	229m ²	座	1	/	/
	供水系统	取水泵 190m ³ /h	套	1	固废、噪声	噪声
	供电系统	10kV 变电所	座	1	/	电磁辐射
	供热系统	30t/h 燃气锅炉, 压力 1.25MPa	台	2 用 1 备	固废、噪声	废气
	燃料气系统	***	套	1	/	——
	自动控制	DCS/SIS/RTU	套	1	/	——
其他	硫磺装卸及堆砌场地		个	2	占地、固废、噪声、废水	废水、噪声、固废
	综合公寓	容纳 150 人的综合公寓	座	1	占地、固废、噪声、废水	废水、噪声、固废

表 3.5-5

外输工程项目组成一览表

类别	工 程 内 容		单 位	数 量	主要环境影响	
					施工期	运营期
主体工程	外输管道	净化厂外输首站~渡口河末站，DN400	km	61.5	1、破坏农林植被，造成水土流失； 2、管道施工机械及车辆噪声、废气； 3、管道试压废水； 4、河流穿越施工对河流的影响。	/
	铁山坡首站		座	1	1、破坏农林植被，造成水土流失； 2、改变局部土地利用现状。	噪声
	渡口河末站		座	1	原有站内扩建，施工器械产生噪声	噪声
	阀室		座	3	/	/
配套工程	自动控制系统		套	1	/	/
	通信系统		套	1	/	/
	供配电		套	1	/	/
	防腐与保温		Km	61.5	/	/
	净用地面积		m ²	15000	1、改变局部土地利用现状。	/

表 3.5-6

气田水回注工程组成一览表

类别	装置名称	建设规模/内容	单位	数量	建设性质	主要环境影响	
						施工期	运营期
气田水回注工程	回注井	依托原有黄金 1 井	口	1	依托	/	气田水
	气田水回注站	黄金 1 井气田水回注站	座	1	新建	1、破坏农林植被，造成水土流失； 2、改变局部土地利用现状；	回注噪声
	气田水回注管线	天然气净化厂~黄金 1 井	km	10.5	新建	3、施工机械及车辆噪声、废气。	/

3.6 工程概况

3.6.1 钻井

本工程新建钻井 8 口，其中 5 口为建产井，3 口井为补充井。其基本情况详见下表。

表 3.6-1 项目新钻井概况一览表

序号	井名	站场	井型	单井配产 (万方/天)	地理位置	投产时间	井别
1	坡 005-X3	1 号井站-A 平台	大斜度井	***	宣汉县毛坝镇大水 沟村 7 社	2022.12	建产 井
2	坡 002-X2		大斜度井	***		2022.12	
3	坡 005-X4	1 号井站-B 平台	大斜度井	***		2022.12	
4	坡 002-H3		水平井	***		2022.12	
5	坡 002-H4	2 号井场	水平井	***	万源市罗文镇苟 家寨村 5 社	2022.12	补充 井
6	坡 001-H3	4 号井场	水平井	***	万源市罗文镇杨 家坪村 1 社	2025.2	
7	坡 001-H4		水平井	***		2025.2	
8	坡 001-H5	5 号井场	水平井	***	宣汉县厂溪镇双 山村 4 社	2027.7	

3.6.2 内部集输

3.6.2.1 集输系统布局

根据气田开发总体部署，本工程新建 4 个井场，1 座集气站。其中 1 号井场 A、B 平台与集气站合建，下文统一称为 1 号井场。5 号井场为单井站，1、2、4 井场为丛式井站。

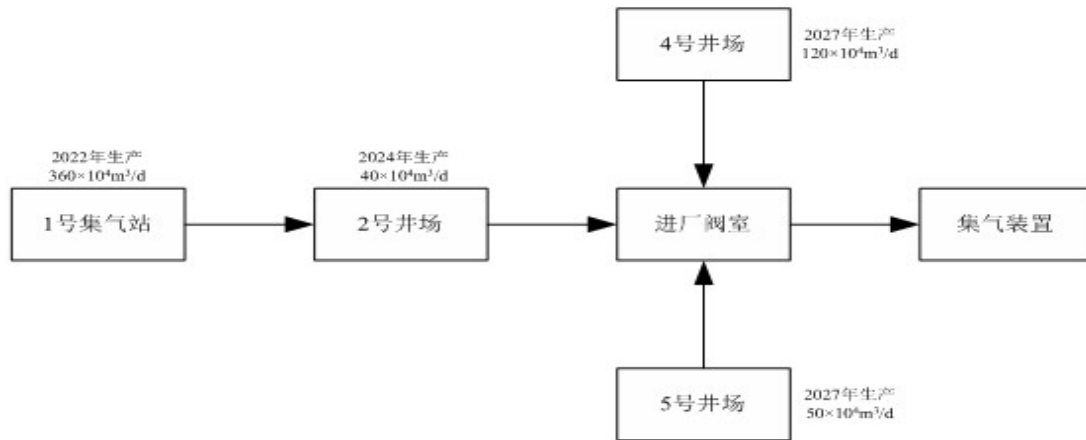


图 3.6-1 集输系统总体布局图

3.6.2.2 站场规模

本工程各站场和集气站场的产能规模见下表。

表 3.6-2 铁山坡气田站场规模

站场	设计规模($10^4\text{m}^3/\text{d}$)	井名	单井配产($10^4\text{m}^3/\text{d}$)
1 号井场-A 平台	***	坡 005-X3	***
		坡 002-X2	***
1 号井场-B 平台	***	坡 005-X4	***
		坡 002-H3	***
2 号井场	***	坡 002-H4	***
4 号井场	***	坡 001-H3	***
		坡 001-H4	***
5 号井场	***	坡 001-H5	***

3.6.2.3 内部集输管道

一、内部集输管道构成

本工程新建 4 条原料气管道共计 12.2km，燃料气管道 16.3km。

表 3.6-3 内部集输工程主要工程量表

序号	项 目	单位	数量	备 注
1	井站	座	4	
2	1 号井场集气干线~2 号井场 ***	km	4.0	
3	2 号井场集气干线	km	4.0	
4	4 号井场集气支线	km	1.6	
5	5 号井场集气支线	km	2.6	
6	燃料气管线	km	16.3	井场及综合公寓
7	进厂截断阀室	座	1	监控阀室

二、穿越工程

本工程内输管线共穿越乡村机耕道 18 次，穿越小型河流或沟渠 8 次。穿越工程概况和主要穿越方式见下表。

表 3.6-4 内输管道穿越工程概况

序号	管线名称	小河、沟渠穿越	机耕道穿越
1	1 号集气干线	4	12
2	4 号集气支线	1	1
3	5 号集气支线	1	3
4	燃料气支线	2	2
5	合计	8	18

表 3.6-5 工程主要穿越方式统计表

穿越类型	穿越方式	路（河）宽	穿越长度	作业带宽度

机耕道	开挖	4~6	8	6
小河、沟渠	开挖	3~8	10	12

3.6.3 净化厂工程

净化厂工程主要包括：脱硫单元、脱水单元、硫磺回收单元、尾气处理单元及相关辅助生产设施及公用设施等。天然气净化厂工程主要工程量见表 3.6-6。

表 3.6-6 天然气净化厂主要工程量表

序号	项 目 名 称	规 模	单 位	数 量	备 注
天然气净化厂					
一	工艺装置				
1	集气装置	-	列	1	***
2	脱硫装置	***	列	2	***
3	脱水装置	与脱硫装置配套	列	2	***
4	硫磺回收装置	与脱硫装置配套	列	2	***
5	尾气处理装置	与硫磺回收装置配套	列	2	***
二	辅助生产设施				***
1	硫磺成型装置				***
1)	液硫储罐容量	***	座	2	***
2)	硫磺仓库	***	座	2	***
3)	滚筒造粒机	***	台	3	***
2	气田水汽提装置	***	套	1	***
3	火炬及放空系统	***	座	1	***
		***	座	1	
4	分析化验室		座	1	

3.6.4 净化气外输工程

净化气外输工程包含万源天然气净化厂外输装置、渡口河末站改扩建及外输管道，净化气外输管道全长 61.5 km，管径 DN400，采用 L415M 钢级，设计压力 8.0MPa，设计输量 $300 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。沿线新建 3 座阀室，均为监控阀室。

3.6.4.1 外输工艺

工程净化气外输管道管径 DN400，设计压力 8.0MPa，设计输量 $300 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，管道接入北外环渡口河输气站。

3.6.4.2 外输场站

外输工程设置铁山坡首站、渡口河末站 2 座站场。铁山坡首站为新建站场，与净化厂合建，公用工程均依托净化厂；渡口河末站为已建站场，在里面进行扩建，扩建内容为新增清管接收装置 1 套。站内放空、排污依托原站已建放空系统、排污系统。

3.6.4.3 外输管道

外输管道起于四川省达州市万源市罗文镇的万源净化厂附近的铁山坡首站，止于止于四川省宣汉县南坝镇宣汉净化厂附近的北外环集输气管道渡口河输气站。管道总体呈南北走向，途经四川省万源市罗文镇和宣汉县境内的黄金镇、风林乡、峰城镇、桃花镇、下八镇、南坝镇共 2 市（县）7 个乡镇，线路全长 61.5 km。

全线水域中型穿越 1 次、高速穿越 1 次、二级公路穿越 3 次。沿线设置阀室 3 座。

本工程外输管线设计压力 8MPa，管径 D406.4，管材选用 L415M 螺旋缝埋弧焊钢管和直缝埋弧焊钢管，设计输气能力 $300 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。

表 3.6-7 外输管线工程

管线	管段名称	管径	长度	设计压力	设计输量
		DN(mm)	km	P(Mpa)	$10^4 \text{m}^3/\text{d}$
外输管线	外输首站～渡口河末站	400	61.5	8.0	300

3.6.5 公辅工程

3.6.5.1 供水系统

天然气净化厂用水从后河取水输送至天然气净化厂。后河新建取水泵站 1 座，取水规模为 $160 \text{m}^3/\text{h}$ 。厂内设置 2 列给水处理装置，每列装置 $90 \text{m}^3/\text{h}$ ，处理后供厂区使用。

生产消防给水系统为全厂的生产消防供水中心，其主要构成有生产消防合用水罐（ $2000 \text{m}^3 \times 2$ ）、给水处理设施、提升泵、变频供水设备和清水罐（ $1500 \text{m}^3 \times 2$ ）等。从厂外供水管道输送来的原水先经处理达标后，合格水（以下称新鲜水）进入清水罐储存，新鲜水经变频供水设备提升后输至全厂生产、生活给水管网，供各用水点使用。厂区最高日最大时用水量约为 $160 \text{m}^3/\text{h}$ ，变频供水设备最大供水量为 $160 \text{m}^3/\text{h}$ ；设计压力为 0.6MPa（配套泵 3 台（2 用 1 备），单台最大流量为 $90 \text{m}^3/\text{h}$ ），供水总管管径为 DN200。

厂外输水管道采用柔性复合管，厂内露空和埋地给水管道采用 20#无缝钢管，焊接或法兰连接；建筑物内生活给水管道采用 PP-R 给水管，热熔或丝扣连接，管道长度约 5km。

3.6.5.2 循环水系统

全厂循环水量为 $4213 \text{m}^3/\text{h}$ ，循环水系统的设计规模为 $5000 \text{m}^3/\text{h}$ 。采用敞开式循环

冷却水系统，工程各装置的循环热水均为带压返回，可利用循环水泵余压直接回到冷却塔，故采用压力回流式循环冷却水系统。系统由开式冷却塔、循环集水池、循环冷却水泵、循环冷却水管道、维持水质稳定的水处理设备以及水质监测和管路腐蚀监测等设施组成。

3.6.5.3 污水处理系统

本工程污水处理装置根据污水处理工艺共分为综合污水生化处理装置、综合污水深度处理系统、蒸发结晶系统、臭气处理系统。

厂区排水主要来自脱硫、脱水等工艺装置排出的生产污水和设备检修污水以及化验室、循环冷却水系统、除盐水装置、锅炉房等辅助生产装置排出的生产废水和办公人员的生活污水。正常生产污水为 $504.7\text{m}^3/\text{d}$ ，设备检修污水为 $5773\text{m}^3/\text{a}$ ，生产废水为 $1070\text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水为 $54.6\text{m}^3/\text{d}$ ，事故废水量约 $1240\text{m}^3/\text{次}$ ，事故废水收集系统收集后，进入厂内事故应急池（ $V_{\text{有效}}=1500\text{m}^3$ ）储存。

净化厂正常生产污水、检修污水、生活污水进入污水生化处理装置，经处理达标后一部分用于厂内装置区、道路冲洗和绿化回用，剩余部分与生产废水混合后进入生产废水处理装置，产生的淡水回用，浓水经蒸发结晶装置处理后结晶盐外运，淡水回用。

一、污水生化处理系统

该装置主要处理对象为厂内正常生产污水、生活污水，为保证污水处理装置在比较良好的状态下运行，根据实际的水质情况适当引入少部分检修污水或事故废水掺和处理。设计处理规模为 $120\text{m}^3/\text{d}$ （ $5\text{m}^3/\text{h}$ ）。

二、综合污水深度处理系统

综合污水深度处理装置主要处理对象除预处理后的生产污水外，主要为厂内正常生产废水包括循环水装置排污、锅炉排污池排污、硫磺回收装置和尾气处理装置的排污以及经生化处理后的达标污水，污染物主要是盐类、 Cl^- 、 Na_3PO_4 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和固定杂质等。设计处理规模为 $50\text{m}^3/\text{h}$ 。采用“生化处理+除硬氧化+膜处理”处理工艺。

三、蒸发结晶装置

新建1套蒸发结晶装置处理综合污水深度处理系统提浓后的浓水，产生的冷凝水回

用于锅炉房和循环水系统，产生的盐晶体（3t/d）外运处置，交给有资质的部门进行处置。二级RO反渗透装置产生的浓水约为150 m³/d，蒸发结晶装置规模定为设计规模6m³/h。

3.6.5.4 道路工程

一、施工便道

内输管道在施工时，沿线已拓宽的原有公路往往只能到达施工场地附近的区域，不能抵达施工场地，因此需新修从原有公路至施工场地的施工便道。新修施工便道路基宽度4m，并在路基边缘设置排水沟，路面基层采用20cm厚天然级配砂砾石，路面采用10cm厚泥结碎石。施工便道长度及占地面积见下表。

表 3.6-9 施工便道工程量一览表

序号	管段名称	施工便道长度（km）	占地面积（m ² ）
1	1号集气站~天然气净化厂	3.5	14000
2	4号井场~天然气净化厂	0.8	5600
3	5号井场~天然气净化厂	1.3	9100
合计		5.6	28700

二、施工道路

（一）新建施工道路

主要位于无地方公路通至管道施工区域的地段，新建施工道路用于运输管道、施工器具及施工车辆通行，分布情况及长度详见下表：

表 3.6-10 新修施工道路分布表

位置	长度（km）
万源市罗文镇鸳鸯池段	1.94
宣汉县黄金镇双山子段	2.47
宣汉县黄金镇窑上段	0.4
宣汉县黄金镇干坝子段	0.27
宣汉县黄金镇黄连树垭口段	0.5
宣汉县黄金镇上坪段	0.62
宣汉县凤林乡寨子梁段	0.06
宣汉县峰城镇六角丘段	0.26
宣汉县峰城镇北斗坪村段	1.15
宣汉县峰城镇盘牙石段	0.36

位置	长度 (km)
宣汉县峰城镇么店子段	0.1
宣汉县桃花镇水井湾段	0.9
宣汉县桃花镇桃花坪村段	0.75
宣汉县桃花镇新房子段	0.38
宣汉县下八镇大梁段	0.29
宣汉县南坝镇龙泉寺段	0.35
合计	10.8

(二) 整修施工道路

本次管道建设主要依靠地方原有道路,进行管道机具运输,利用地方的原有公路主要包括县道、乡道、村级混凝土公路、机耕道,县道和乡道路况相对较好,基本能够满足施工道路的要求,但是村级混凝土公路和机耕道部分段落路况较差,利用其作为施工道路,需对其进行整修。

需对原有道路进行整修段分布情况及长度详见下表:

表 3.6-11 整修施工道路分布表

位置	长度 (km)	备注
万源市罗文镇杨家坪村段	0.5	土路
万源市罗文镇阳禾湾段	1.26	水泥路
万源市罗文镇元家沟段	2.73	土路
宣汉县黄金镇刘家沟段	0.53	水泥路
宣汉县黄金镇蒋家河沟段	5.33	土路
宣汉县黄金镇道川坝段	1.55	土路
宣汉县凤林乡泉水洞段	4.14	水泥路
宣汉县凤林乡寨子梁段	0.24	水泥路
宣汉县峰城镇六角丘段	2.86	水泥路
宣汉县峰城镇盘牙石段	0.87	水泥路
宣汉县峰城镇下李家沟段	1.98	土路
宣汉县峰城镇黄家湾段	2.08	水泥路
宣汉县桃花镇瞿家沟段	0.48	土路
宣汉县桃花镇桅杆坪段	0.43	土路
宣汉县桃花镇龙井坝村段	0.54	水泥路
宣汉县桃花镇石家沟段	0.58	水泥路
宣汉县下八镇鼓石梁村	1.17	水泥路

位置	长度 (km)	备注
宣汉县南坝镇碗水段	0.66	水泥路
宣汉县下八镇石鼓寨段	2.91	水泥路
宣汉县下八镇周家湾段	2.86	水泥路
合计	33.7	

三、进厂道路

站场道路工程为连接站场至当地路网，全部利用现有农村公路和钻前公路进行改建，包括硬化路面、完善路基排水和安全设施等。道路按四级公路设计，设计速度 20km/h，路基宽度 6.5m，不大于 300m 设置一处错车道，水泥混凝土路面，宽度 3.5m，两侧 0.50m 土路肩硬化。站场道路工程内容见表 3.6-12。

表 3.6-12 站场道路工程概况一览表

项目	进厂道路一	进厂道路二 (硫磺运输专用线)	综合公寓 进站道路	备注
路线长度 m	5905	520	441	
路基宽度 m	6.5	6.5	6.5	设计速度 20km/h、15km/h
用地面积 (亩)	123	18.86	8.25	含老路
路基挖方 m ³	26338	3992	1187	土方
路基挖方 m ³	237039	35928	10679	石方
路基填方 m ³	21528	21725	3939	土石混填
路基防护 m ³	8400	450	528	
边坡防护面积 m ²	14253	4833.8	2692.8	
路面面积 m ²	39747	3274	2953	
排水工程 m ²	3015	295.97	216.66	
桥梁 m/座	77.45/5	/	/	大桥一座
钢筋混凝土涵 m/道	272.25/27	54/2	26.25/3	
路线交叉 (处)	20	1	1	主要与村道交叉及入户
标志标牌 (套)	71	3	3	
里程碑/百米桩/界 (个)	5/54/58	0/5/4	0/4/4	

四、桥梁工程

全线现有桥梁 5 座，全部为小桥，均为跨溪设置，其中大部分桥梁设计荷载低，净宽要求达不到四级道路要求，不满足现在的通行和设计荷载的要求。大多数桥梁防撞护栏缺失。桥台均为重力式桥台、扩大基础，均有不同程度的破损。

5 座桥梁均为小桥，本工程均拆除新建，小桥跨径 10m 标准跨。桥位均跨越溪流布设，小桥的设置较好地满足了泄洪、排水的需要。

3.6.5.5 供配电系统

本工程用电负荷主要为气田内的生产、生活设施用电，包括净化厂、综合公寓、

厂外给水站、气田内部集输及外输管道用电等，气田内部集输包括集气装置（建在净化厂）、新建 1 座集气站、新建 3 座井站、新建 2 座截断阀室、新建 1 座回注站；外输工程包括外输首站（建在净化厂内）、渡口河末站（改扩建）及新建 3 座监控阀室。外电线路及供配电系统的总变压器考虑一次建成。总用电计算负荷约为 14869kW，年电能消耗量约为 $10371 \times 10^4 \text{kWh}$ 。

净化厂内设置应急柴油发电机组为空压机、UPS、EPS、消防电动泵、中央控制室等重要用电设备供电。厂内另设 1 套快速启动柴油发电机组。

3.6.5.6 自控系统

自动控制包括井站、阀室、天然气净化厂内生产装置的工艺过程监控、安全连锁保护、生产装置区可燃及有毒气体检测及报警系统等。

利用川东北气矿已建的 SCADA 系统及系统网络，通过气田内新建的气田调度控制中心设置的计算机控制系统对所在井场的生产运行数据进行集中监视控制和调度管理。采集的数据通过 SCADA 系统网络上传至已建的川东北气矿调度管理中心。

根据气田井场物理位置分布，集气管道走向以及生产调度管理的需要，内部集输及外输计算机控制系统采用四级网络结构：

气田内外输站场、净化厂各工艺装置区的气体检测器检测到有毒/可燃气体泄漏后，由 GDS 系统在各站场控制室、调控中心的操作站进行报警提示，同时工艺装置区的现场声光报警器将分区域进行声音和光信号报警。

集输管道的管道泄漏检测系统检测到管道发生泄漏后，其报警信息将在气田调控中心统一上传至气田社区报警系统，实现全气田气体泄漏的监视、报警与处置。设置于气田调控中心 GDS 系统与管道泄漏检测系统各自独立运行，互不干扰。

3.6.5.7 综合公寓

综合公寓拟设在距净化厂约 4km 的万源市罗文镇严家坝，与罗文镇隔后河相望，处于厂区全年最小风向频率的下风向。综合公寓为天然气净化厂和井场职工提供生活配套设施，满足 150 人的生活需求。

综合公寓内主要包含综合楼、消防及给水合用水池、消防及给水综合用房、篮球场、消防气防医护站、10kv 变电所、消防训练塔等。篮球场、布置在综合楼东侧，消防及给水合用水池、消防及给水综合用房布置在综合楼北侧，满足《油气田生产作业区综合公寓标准化设计规范》的布置理念要求。综合楼四周设置 6m 宽环形沥青混凝

土车行道，设置 2 处大门，消、气防点的消防车库正对综合公寓外进站道路布置。

3.6.5.8 气田水回注

（一）气田水回注方案

本工程内部集输均采用湿气输送，所有的气田水将随着原料气一同输送至天然气净化厂内进行分离并进行脱气、汽提处理。处理后的气田水进入新建气田水罐暂存，再经新建气田水管道管输至黄金 1 回注井回注。

（二）气田水产生量

铁山区块飞仙关组气藏初期以产凝析水、残酸水为主，后期坡 2 井区产少量气田水，本工程天然气处理规模为 $400 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。本工程气田水量为 $120 \text{m}^3/\text{d}$ 。

（三）气田水处理工艺

气田水经汽提后输送至气田水调节罐加入 5%NaOH 调节、沉降稳定后，由气田水提升泵将气田水提升至气浮、沉淀一体化装置处理气田水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等，再经过组合过滤器橇，截留气田水中残余固体悬浮物后，处理后的气田水可以达到《气田水回注技术规范》（QSY01004-2016）中的水质要求。再用回注泵加压回注。

（四）气田水回注站

黄金 1 井位于四川省宣汉县黄金镇慈竹村三组，位于天然气净化厂南侧约 10km 处，为已有井场。

（五）气田水回注管线

气田水输送管道按 $120 \text{m}^3/\text{d}$ 设计。气田水管径为 DN100，设计压力 10MPa，总长 10.0km。气田水管线与外输管道同沟敷设，至黄金 1 井。气田水管道沿线无国道、省道、县道、高速、铁路、河流等穿越。沿线未见明显地质灾害分布，未发现滑坡、崩塌现象，地质基本稳定。

3.6.6 人员编制

气田组织机构分为采气和净化两个团队，共设置定员 130 人，其中机关劳动定员为 34 人，基层班组劳动定员 96 人。采气和净化团队分别配置 HSE 监督 1 人，HSE 管理人员 2 人。

3.7 建设方案环境比选

本工程具有矿产资源开采的显著特点——“地下决定地面”。这决定了气田开发区

域在大区域中的相对位置，且气田区域无大的地质灾害、无珍稀野生动植物、无重要湿地、自然保护区等重大环境制约因素。

由于各采气站均在钻井工程完井后井场内建设施工，集气站选址结合气田单井站分布考虑 5km 集气半径，因此，气田开发的各单井采气站、集气站选址无比选方案。本次评价对新建天然气净化厂选址和集气管线选线比选方案分析。

3.7.1 天然气净化厂的比选方案

由于受万源市地形、基本农田和饮用水保护区等条件的限制，区域内具备建厂条件的场地十分有限。经过现场调查，结合建厂条件、含硫原料天然气输送的安全风险、原料气和净化气管道的走向、交通运输条件、以及投产后的经营成本等因素综合考虑，初步确定三个比选方案。

方案一：万源市罗文镇***

方案二：万源市罗文镇***

方案三：万源市罗文镇***

图 3.7-1 净化厂比选方案位置示意图

3.7.1.1 ***建厂方案

址位于万源市罗文镇后河东侧直线距离约 3.2km，厂址位于气田中心，厂址场地属于山顶平台，周围地势均较低，四周无遮挡，扩散条件良好，海拔高度约 700~750m。厂址场地可利用面积约 400m×600m，满足净化厂建设及预留用地的总图布置需要，地形最大高差约 40m，土石方量较大。厂址用地范围内属于约 50%林地，50%属于基本农田。根据《川东北高含硫气田万源区块气田工程净化厂取水泵房水资源论证报告》（达州市水利电力建筑勘察设计院，2008 年 10 月），后河取水河段最枯水流量 4.05m³/s（35.00×10⁴m³/d），约为天然气处理厂最高日用水量的 150 倍，有充足的水量供本厂用，且河流水质较好，符合 II~III 类水域标准，故本工程采用后河地表水作为给水水源。

拟选厂址属于中低山地貌，地形起伏相对较小。场地位于低山山顶，中间高地势相对平缓，四周低地势相对陡峭，便于场地排水。场地在大地构造上属扬子准地台新华夏系构造体系，为北北东向构造。次一级构造单元属川东褶皱带与南大巴山弧形褶皱带的过渡带，主要受川东褶皱带的控制，主要由单式和复式褶皱以及扭压性断裂组成，

构造轴线多呈雁行排列，褶皱多呈箱状或梳状，背斜成山较紧密，向斜成谷较开阔。场地处于大巴山外弧区及构造复合交接地带，褶皱已趋缓和。场地内地下水类型主要为第四系全新统松散堆积层孔隙潜水和基岩裂隙水。潜水主要受大气降水及山区内表层渗透水补给，主要以渗流方式向低洼地带排泄。地下水位受季节影响较大，季节性差异明显。

场地内未见明显地质灾害分布，未发现滑坡、崩塌现象，场地基本稳定。

罗文镇内目前没有消防队，依靠民兵、机关青年、公安干警等社会力量组成 20 人左右的消防力量，洒水车兼用消防车，配有灭火器。因此本工程无消防依托条件。

厂址附近罗文镇严家坝建有罗文 110kV 变电站，具有多路电源，一路电源与国网盖家坪 220kV 变电站并网，另一路电源与达州电力集团韩家坪 110kV 变电站并网，可以从罗文 110kV 变电站两段 35kV 各出一回 35kV 专用架空线路，可靠性高。

3.7.1.2 周家湾建厂方案

周家湾址位于万源市罗文镇后河东侧直线距离约 2.2km，位于气田中心，厂址场地属于山顶洼地，周围地势均较高，东北高西南低，扩散条件良好，海拔高度约 560~640m，场地中间靠东侧分布两座小丘，厂址内有两条山间溪流分别自西北及东侧向该场地中部汇集，再向西南侧流往山下。场地在大地构造上属扬子准地台新华夏系构造体系，为北北东向构造。次一级构造单元属川东褶皱带与南大巴山弧形褶皱带的过渡带，主要受川东褶皱带的控制，主要由单式和复式褶皱以及扭压性断裂组成，构造轴线多呈雁行排列，褶皱多呈箱状或梳状，背斜成山较紧密，向斜成谷较开阔。场地处于大巴山外弧区及构造复合交接地带，褶皱已趋缓和。地层由上而下分别为第四系（Qh）素填土、粉质粘土、粉土、卵石、漂石以及侏罗系上统（J3）砂、泥岩，构造裂隙不发育。

厂址场地可利用面积约 300m×400m，满足工厂建设用地的总图布置需要，地形最大高差约 30m，土石方量较大。厂址用地范围内属于约 30%林地，70%属于基本农田。

场地主要存在的不良地质现象主要是洪水和沟谷型泥石流。拟选场地处于扇形汇水区沟口位置，系该区主要的排（过）水通道。汇水区上方坡体陡峻，高差约 100m 左右，但植被发育，山体稳定性好，无大型的活动性滑坡及崩塌。降水量大时，山洪暴发，易触动沟床堆积物活动形成沟谷型泥石流。

3.7.1.3 庙子湾建厂方案

庙子湾厂址位于万源市罗文镇后河东南侧直线距离约 3km，位于气田中心，厂址场地属于山顶平台，周围地势均较低，四周无遮挡，扩散条件良好，海拔高度约 550~750m。厂址场地可利用面积约 400m×600m，满足净化厂建设及预留用地的总图布置需要，但地形最大高差约 100m，土石方量极大，由于罗文镇位于崇山峻岭土石方施工之间，非基本农田均为山脊之上，该厂址需要削山，挖方约 300 万方，挖方均为花岗岩，土石方施工周期长。厂址用地范围内属于约 60%林地，40%属于基本农田。

庙子湾厂址属于中~低山地貌。拟选场地位于山体斜坡中下部，其地形较复杂，起伏较大，坡度较陡，相对高差 100~120m，场地地形呈“鸡爪状”，由坡体与冲沟相间构成。地层由坡残积（Qhd1 el）粉质黏土和侏罗系中统沙溪庙组泥岩与砂岩互层（J2s）构成。场地内地形坡度大，危石分布较多，斜坡前缘崩塌发育，建厂时应采取相应处理措施。因泥岩抗风化能力弱，应采取抗风化手段。场地在大地构造上属扬子准地台新华夏系构造体系，为北北东向构造。

场地内见少许地质灾害分布，发现少许崩塌现象，场地基本稳定。

3.7.1.4 方案比选

表 3.7-1 厂址技术比较表

比较条件	***	***	***
行政区划	万源市罗文镇一村***	万源市罗文镇***	万源市罗文镇***
内部集输	净化厂位于气田中心。内部集输管道 12.3km	净化厂位于气田中心偏北方向 3 km。内部集输管道 16.5 km	净化厂位于气田中心偏西南方向。内部集输管道 11.2 km
地质灾害	场地内未见明显地质灾害分布，未发现滑坡、崩塌现象，场地基本稳定。	处于扇形汇水区沟口位置，易形成沟谷型泥石流。	场地内见少许地质灾害分布，发现少许崩塌现象，场地基本稳定，场平后高陡边坡治理量较大。
水体关系	距离后河 2.1km	距离后河 2.3km	距离后河 2.8km
大气扩散	场地属于山顶平台，四周无遮挡，扩散条件良好。	场地属于山顶洼地，周围地势均较高，东北高西南低，扩散条件一般。	场地三面环山，西南侧为沟谷，扩散条件较差。
土石方量	厂区土石方可就地平衡，预计挖方量约 $103 \times 10^4 \text{ m}^3$	厂区土石方可就地平衡，预计挖方量约 $100 \times 10^4 \text{ m}^3$	厂区以挖石方为主，预计挖方 $250 \times 10^4 \text{ m}^3$
改扩建道路	道路改扩建约 6km	道路改扩建约 5 km	改扩建 6.4 km，新建 5.9 km
基本农田	基本农田的面积约占整个场地面积的 50%。	基本农田的面积约占整个场地面积的 70%。	基本农田的面积约占整个场地面积的 40%。

比较条件	***	***	***
环境风险	净化厂位于气田中心, 原料气管道较短, 环境风险最小	净化厂偏离气田中心, 原料气管道较长, 环境风险较大	净化厂位于气田中心, 原料气管道较短, 环境风险最小
可比项投资 (万元)	36705	37600	51326

对比三个厂址方案, 鸳鸯池址具有明显的技术优点: (1) 处于气田中心位置; (2) 原料气管线最短, 环境风险最小; (3) 土石方工程量最小; (4) 新建和改扩建厂外道路较短; (5) 大气扩散条件最佳。

根据备选厂址的主要优缺点、可比项等因素来综合考虑, 技术推荐铁山坡净化厂选址为方案一鸳鸯池厂址。

3.7.2 集输管线的比选方案

根据《气田集输设计规范》(GB 50349-2015)、《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)、《高含硫化氢气田地面集输系统设计规范》(SY/T 0612-2014)、《高含硫化氢气田集输管道工程施工技术规范》(SY/T 4119-2016)《石油天然气工程防火设计规范》(GB50183-2004)以及《中华人民共和国石油天然气管道保护法》([2010]主席令第30号)对铁山坡1号井~净化厂(以下简称铁山坡1号支线)、铁山坡2号井~铁山坡2号阀室(以下简称铁山坡2号支线)、铁山坡4号井~净化厂(以下简称铁山坡4号支线)和铁山坡5号井~净化厂(以下简称铁山坡5号支线)进行选线, 本工程沿线所经地区情况复杂多样、影响线路的因素较多, 线路走向的确定应针对不同地段, 确定相应的选线原则, 以更加安全、经济、合理地确定管道线路走向。

3.7.2.1 内输管道线路比选

本工程需要新建4条集气支线将铁山坡1号井、铁山坡2号井、铁山坡4号井、铁山坡5号井产出天然气输送至净化厂, 新建4条燃料气管道从净化厂输送至各井场, 另设1条燃料气管道由净化厂输送至罗文倒班公寓。

根据井位布置情况和净化厂位置, 沿线地质条件, 对集气支线进行比选, 铁山坡4号支线较短, 上山路由就近选择地质条件较好处, 故不进行比选; 铁山坡5号支线受地形限制, 路由选取尽量选取直线较短距离敷设, 故不进行比选。本次评价对铁山坡集气干线进行线路比选。

1号井场和2号井场位于净化厂西南侧, 距离净化厂直线距离分别约为4.3km、

2.2km。

图 3.7-2 1 号、2 号井场和天然气净化厂相对位置图

1) 方案 1（推荐方案）

集气干线管道（DN300）出站后向东敷设，经过窝里塘，王家河，在冉家沟附近经过铁山坡 2 号井后继续向东北方向敷设在碑排岭沿山脊向北敷设约 0.6km 后继续向东北方向敷设，经过斑竹林湾，王二坡，在秧田沟转向西北敷设至万源净化厂。管道穿越小河及沟渠 10 次，穿越乡村道路 10 次，管道全长 8.0km。

2) 方案 2（比选方案）

集气干线管道（DN300）从集气站出站后向东北方向敷设，经过王家河，水井沟，背碑后与铁山坡 2 号支线同沟敷设，经过石匣子，在磨子坪转向东敷设至鸳鸯池万源净化厂，管道穿越小河及沟渠 9 次，穿越乡村道路 11 次，管道全长 6.6km，拆迁房屋 38 栋；集气支线（DN150）从 2 号井出站后向西北方向敷设，下山后沿谷地向西敷设，在周家岩附近转向北敷设上山，沿山脊继续向西北方向，在背碑北侧进入阀室与集气干线 T 接，穿越乡村道路 1 次，穿越小河、沟渠 4 次，管道全长 2.1km，拆迁房屋 16 栋。新建阀室 1 座。

图 3.7-3 方案 1（推荐方案，红色路由）和方案 2（比选方案，紫色路由）线路走向图

表 3.7-2 内输管道方案比较表

方 案	方案 1（推荐方案）	方案 2
集气干线	8.0km（DN300）	8.7km （6.6kmDN300 和 2.1kmDN150）
同沟燃料气管道	8.0km	8.5km
拆迁房屋数量	38	61
阀室	与铁山坡 2 号井场合建	1 座 （T 接点）
投资估算 （万元）	13222	14699
优点	1、周边人居较少，潜在环境风险小； 2、拆迁数量少； 3、阀室与井场合建，方便管理。	1、离罗文镇较近，周边人居分布较复杂，潜在环境风险较方案 1 高。
缺点	1、集气干线 DN300 管线长度较长。	1、拆迁数量多； 2、单独建设阀室 1 座。

由上表可看出，方案 1 线路总长度较短，离场镇较远，环境风险低。因此，从环境保护角度考虑，推荐方案 1。

3.7.2.2 外输管道线路比选

外输管道总体走向为万源市~宣汉县，整体呈南北走向，起于四川省达州市万源市罗文镇的万源净化厂附近的铁山坡首站，止于四川省宣汉县南坝镇宣汉净化厂附近的北外环集输气管道渡口河输气站。途经 2 市（县）7 个乡镇，线路总长约 61.5km。

管道从铁山坡首站出站后向东南方西敷设，经杨家坪村敷设至康乐村，管线折向西南经黄岭坝村敷设至慈竹村依次穿越中河 G65 达陕高速，然后管线折向东南依次经黄金村、独山村、凤林乡西侧、桥沟村、葫芦村、牙石村，从峰城镇西侧绕避规划区后经楼房村、桃花镇东侧、龙井坝村、鼓石梁村、云观村、鼓寨村敷设至北外环集输气管道渡口河输气站。

结合管道沿线各市、县以及乡镇等政府部门意见，部分路由方案进行了方案比选，其中有 3 段线路比选方案如下。

表 3.7-3 外输管道比选方案

序号	区段	行政区划	比选原因
1	AB053-AB071 号桩段	达州市宣汉县黄金镇	受黄金镇水源保护地、施工条件限制
2	AB207-AB230 号桩段	达州市宣汉县峰城镇	受城镇规划区限制
3	AB322-AB355 号桩段	达州市宣汉县下八镇、南坝镇	受地形条件、施工条件

一、AB053-AB071 号桩段

图 3.7-4 AB053-AB071 号桩段外输管道比选

该段线路位于宣汉县黄金镇东侧，比选线路由沿山间河谷敷设，管线距离黄金镇饮用水源一级保护区较近，同时河谷内均为岩石，施工难度较大，长期受沟谷水流冲刷，不利于管道的安全运行。经现场踏勘并结合地方政府意见对线路走向进行了优化调整，调整后的线路主要沿山腰横坡敷设，横坡敷设段土石等级划分粉质粘土为 II 级，块石土为 V 级，泥质粉砂岩、砂岩强风化层土石等级划分为 V 级，坡体整体地层较为稳定，沿线有乡村路伴行，道路依托条件较好。

二、AB207-AB230 号桩段

该段线路位于峰城镇西侧。比选方案由沿峰城镇规划区边缘外敷设，距离规划

区较近，可能会影响后期城镇的建设发展，同时城镇建设发展可能对管道造成一定的安全隐患。经现场踏勘，同时结合当地政府部门意见对线路走向进行了优化调整，调整后的线路距离规划区较远，不影响城镇后期发展规划用地。

图 3.7-5 AB207-AB230 号桩段外输管道比选

推荐方案虽经过了 4 处高陡边坡，施工难度较大，但线路未经过地质灾害区，管道通过高陡边坡可以采用合理的措施进行处理，能确保管道的安全运行；线路远离城镇规划区、人口密集区，不受高后果区和高风险区影响，利于保障管道和周边环境安全，对管道后期管理运行维护有利；同时易取得批复手续，减少了协调难度。

三、AB322-AB355 号桩段

该段线路位于下八镇东侧。原可研线路由经云观村下山，由于下山段坡度陡峭，存在断崖，地形高差大，同时需穿越二级公路，公路两侧地形陡峭，公路穿越无法采用顶管施工，整体施工难度较大；局部线路距离南坝工业园区较近，后期易受园区建设发展的影响。经现场踏勘，结合地形地貌及地质条件，与当地政府部门对接后对线路走向进行了优化调整，调整后的线路从云观村山脊下山，虽局部存在高陡边坡，但整体施工难度不大，同时二级公路可采用顶管穿越同时线路走向较为顺直。

图 3.7-6 AB322-AB355 号桩段外输管道比选

推荐方案线路长度较短，工程投资较低，虽局部经过高陡边坡地段，水工保护量较大，通过林区段较长，但线路完全避开了陡崖段，减少了施工难度，可采用顶管穿越二级道路，协调难度小；且线路整体距离工业园区较远，不易受工业园区规划发展影响，利于保障管道和周边环境安全。

3.8 回顾性评价

3.8.1 勘探开发简况

3.8.1.1 勘探开发概况

截止目前，铁山坡气田飞仙关组气藏尚未投入开发。

3.8.1.2 气藏特征

一、气藏压力特征

铁山坡气田飞仙关组气藏为常温、高压~常压气藏，地层压力 48.38~49.69MPa，压力系数 1.28~1.49，与相邻的毛坝、大湾气藏对比，压力特征基本一致。

表 3.8-1 铁山坡与邻区飞仙关组气藏压力统计表

二、气藏温度特征

研究区共有坡 1、坡 2、坡 4 三口井开展了井温测量，共获取 14 个点的静止温度。各单井实测地层温度 354.29K~362.34K，其中坡 2 井 MDT 测试测点海拔-3421.16m 时实测地层温度 362.34K，坡 1 井-2998.11m 测得地层温度 355.53K，坡 4 井-2922.23m 实测地层温度 354.29K。

三、流体性质

(1) 天然气性质

铁山坡气田飞仙关组气藏属高含硫化氢、中含二氧化碳的酸性气藏。

天然气组分分析表明，铁山坡气田飞仙关组气藏各井间气组分没有明显差异（见表 3-5-4、附表 10），天然气以甲烷为主，含量 75.44~78.52%，平均 77.35%；硫化氢含量 14.19~15.5%（203.06~222.30g/m³），平均 14.53%（207.95g/m³），为高含硫化氢；二氧化碳含量 5.43~8.89%（106.68~174.65g/m³），平均 6.83%（134.26g/m³），为中含二氧化碳，微含乙烷、丙烷、氦和氮；天然气性质与相邻的大湾、毛坝一致。

(2) 地层水性质

研究区测试产水井 1 口（坡 1 井下储层段），MDT 取得水样井 1 口（坡 4 井下储层段）。其中，坡 1 井下储层段水样分析结果为 PH 值 8，K⁺+Na⁺离子含量 9196mg/L，氯离子含量 10553mg/L，H₂S 含量 3411mg/L，总矿化度 28.95g/l，地层水型为 Na₂SO₄。坡 4 井下储层段水样分析结果为 PH 值 9.50，K⁺+Na⁺离子含量 17480mg/L，氯离子含量 18127mg/L，H₂S 含量 2474mg/L，总矿化度 50.70g/l，水型为 NaHCO₃（见表 3-5-5、附表 11）。地层水均为测试期间取样，受工作液影响，水型存在不确定性，应在开发后持续监测。

相邻的大湾、毛坝气藏产液水样分析，大湾 402-2H 产出地层水，水型为 NaHCO₃。

3.8.2 已有工程环境影响回顾

3.8.2.1 已建工程概况

区块勘探开发活动集中在 1999 年~2007 年间，共计建设井场 11 座，除坡 5 井、坡 5-X1 井共用井场外，其余均为单井井场；共计完钻井 12 口，其中勘探井 7 口、开发井 5 口，采用聚合物+聚磺为主的水基钻井液体系，完井后即对井筒进行封堵，均未投产，目前仍处于封堵状态，详见下表。

表 3.8-3 铁山坡气田老井信息列表

序号	井号	井别	地理位置	完井日期	完钻层位	钻井液体系
1	坡 1	勘探井	宣汉县***	1999/2/24	茅一	聚合物+聚磺
2	坡 2	勘探井	万源市罗文镇***	2000/12/4	飞仙关	聚合物+聚磺
3	坡 4	勘探井	宣汉县厂溪乡***	2002/4/5	飞仙关	聚合物+聚磺
4	坡 5	勘探井	宣汉县毛坝镇***	2004/11/22	飞仙关	聚合物+聚磺
5	坡西 1	勘探井	万源市罗文镇***	2005/11/26	飞仙关	聚合物+聚磺
6	坡东 1	勘探井	宣汉县厂溪乡***	2005/2/28	长兴组	聚合物+聚磺
7	黄金 1 井	勘探井	宣汉县黄金镇***	2006/8/17	龙潭组	聚合物+聚磺
8	坡 2-X1	开发井	万源市罗文镇***	2006/6/6	飞仙关	聚合物+聚磺
9	坡 5-X1	开发井	宣汉县毛坝镇***	2006/1/6	飞仙关	聚合物+聚磺
10	坡 5-X2	开发井	宣汉县毛坝镇***	2006/6/16	飞仙关	聚合物+聚磺
11	坡 1-X1	开发井	宣汉县新华镇厂溪乡***	2006/6/2	飞仙关	聚合物+聚磺
12	坡 1-X2	开发井	万源市罗文镇***	2007/1/24	飞仙关	聚合物+聚磺

3.8.2.2 已建工程环保手续

区块内 12 项已建工程中，其中 7 口勘探井转为开发井在《铁山坡气田天然气开发工程环境影响报告书》中作为部分建设内容于 2005 年 12 月获得原四川省环境保护局的环评批复，另 5 口开发井均取得达州市环境保护局的环评批复，并完成竣工验收。

表 3.8-4 铁山坡气田老井信息列表

序号	井号	工程类型	环评审批单位	环评批复时间及文号	竣工验收批复时间及文号
1	坡 1	勘探工程	四川省环境保护局	/	/
2	坡 2	勘探工程		/	/
3	坡 4	勘探工程		/	/
4	坡 5	勘探工程		/	/
5	坡西 1	勘探工程		/	/
6	坡东 1	勘探工程		/	/
7	黄金 1 井	勘探工程		/	/
8	坡 2-X1	开发工程	达州市环保局	2005/12/19 达市环建函(2005)103 号	2008/2/2 达市环建[2008]19 号

序号	井号	工程类型	环评审批单位	环评批复时间及文号	竣工验收批复时间及文号
9	坡 5-X1	开发工程	达州市环保局	2005/12/19 达市环建函(2005)102 号	2008/2/2 达市环建[2008]18 号
10	坡 5-X2	开发工程	达州市环保局	2006/4/18 达市环建函(2006)71 号	2008/1/17 达市环建[2008]9 号
11	坡 1-X1	开发工程	达州市环保局	2006/7/10 达市环建函(2006)115 号	2008/12/31 达市环建(2006)145 号
12	坡 1-X2	开发工程	达州市环保局	2006/8/7 达市环建函(2006)139 号	2008/1/17 达市环建[2008]8 号

3.8.2.3 已建工程与本项目关系

已建工程与本项目同属于铁山坡气田区块范围内，为气田前期勘探开发所实施的工程项目，共计建成井站 11 座、钻井 12 口。

本项目 4 号井站利用坡 1-X2 井井场新钻井 2 口，建设配套采气设施；新建黄金 1 井回注站，运营期气田水管输至黄金 1 井进行回注，其他已建工程与本项目无依托关系，仅为区块内原有工程。

3.8.2.4 已建工程现状

(1) 坡 1 井

坡 1 井位于达州市宣汉县厂溪乡***，为单井井场，钻井采用聚合物+聚磺为主的水基钻井液体系，于 2000 年 2 月完钻，完井后即对井筒进行封堵，未投产，目前仍处于封堵状态。

井场长 100 米，宽 45 米，占地面积约 6.8 亩，采可视化围墙与场外农用地进行分隔，井场内地面被绿植覆盖，除井口装置 1 具外，无其他地面设施；井场东侧有填埋池、废水池各 1 处，占地面积共计 1 亩，填埋池内存有钻井岩屑及废弃泥浆，池顶已覆土并有绿植生长，废水池有雨水积存；最近民居位于井场东侧约 250m 处，井场周边外环境见附图 3.8-1，井场现状详见下图：



(1)井场全貌



(2)井场大门



(3)填埋池现状



(4)废水池现状

图 3.8-2 坡 1 井现状图

(2) 坡 2 井、坡 2-X1 井

坡 2 井、坡 2-X1 井位于达州市万源市罗文镇***，均为单井井场，两井场间距约 350m，钻井均采用聚合物+聚磺为主的水基钻井液体系，坡 2 井于 2000 年 12 月完钻，完井后即对井筒进行封堵，未投产，目前仍处于封堵状态；坡 2-X1 井于 2006 年 6 月完钻，完井后即对井筒进行封堵，于 2008 年 2 月取得竣工验收批复，未投产，目前仍处于封堵状态。

坡 2 井井场长 95 米，宽 40 米，占地面积约 5.8 亩，用可视化围墙与场外农用地进行分隔，井场内除井口装置 1 具外，无其他地面设施；井场南侧有填埋池 1 处，占地面积约 1 亩，填埋池内存有钻井岩屑及废弃泥浆，池顶已覆土并有绿植生长；最近民居位于井口东侧约 55m 处，详见下图：

坡 2-X1 井井场长 95 米，宽 40 米，占地面积约 5.8 亩，井场用可视化围墙与场外农用地分隔，场内地面被绿植覆盖，除井口装置 1 具外，无其他地面设施；井场西侧有填埋池、废水池各 1 处，占地面积约 1 亩，填埋池内存有钻井岩屑及废弃泥

浆，池顶已覆土并有绿植生长，废水池内有雨水积存；最近民居位于井口东南侧约 125m 处，井场周边外环境见附图 3.8-2，井场现状详见下图：



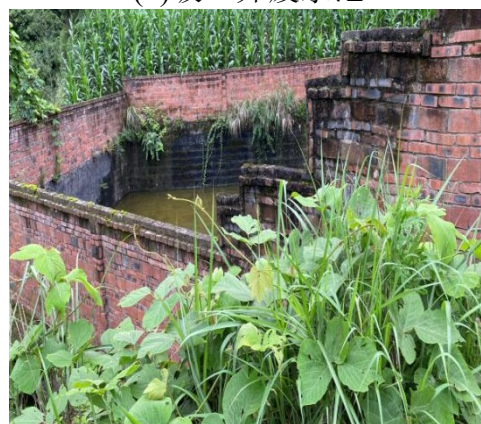
(1)坡 2 井井场全貌



(2)坡 2 井废水池



(3)坡 2-X1 井场大门



(4)坡 2-X1 井废水池

图 3.8-3 坡 2 井、坡 2-X1 井现状图

(3) 坡 4 井

坡 4 井位于达州市宣汉县厂溪乡***，为单井井场，钻井采用聚合物+聚磺为主的水基钻井液体系，于 2002 年 4 月完钻，完井后即对井筒进行封堵，未投产，目前仍处于封堵状态。

井场长 95 米，宽 40 米，占地面积约 5.8 亩，用可视化围墙与场外农用地进行分隔，场内地面被绿植覆盖；井场北侧有填埋池、废水池各 1 处，占地面积约 1 亩，填埋池内存有钻井岩屑及废弃泥浆，池顶已覆土并有绿植生长，废水池内有雨水积存；最近民居位于井口西北侧约 45m 处，井场周边外环境见附图 3.8-3，井场现状详见下图：



(1)井场全貌



(2)填埋池现状



(3)废水池现状

图 3.8-4 坡 4 井现状图

(4) 坡 5 井、坡 5-X1 井

坡 5 井、坡 5-X1 井位于达州市宣汉县毛坝镇***，为双井井场，钻井采用聚合物+聚磺为主的水基钻井液体系，分别于 2004 年 11 月、2006 年 1 月完钻，完井后即对井筒进行封堵，未投产，目前仍处于封堵状态。

井场长 95 米，宽 40 米，占地面积约 5.8 亩，用可视化围墙与场外农用地进行分

隔，场内地面被绿植覆盖，除井口装置 2 具外，无其他地面设施；井场东侧有填埋池 1 处，占地面积约 1 亩，填埋池内存有钻井岩屑及废弃泥浆，池顶已覆土并有绿植生长；井场北侧有废水池 2 处，面积合计约 1 亩，池内有雨水积存；最近民居位于井口东北侧约 140m 处，井场周边外环境见附图 3.8-4，井场现状详见下图：



(1)坡 5 井、坡 5-X1 井口现状



(2)废水池现状

图 3.8-5 坡 5 井、坡 5-X1 现状图

(5) 坡东 1 井

坡东 1 井位于达州市宣汉县厂溪乡***，为单井井场，钻井采用聚合物+聚磺为主的水基钻井液体系，于 2005 年 2 月完钻，完井后即对井筒进行封堵，未投产，目前仍处于封堵状态。

井场长 95 米，宽 40 米，占地面积约 5.8 亩，用可视化围墙与场外农用地进行分隔，场内地面被绿植覆盖，除井口装置 1 具外，无其他地面设施；井场西南侧有填

埋池、废水池各 1 处，占地面积约 1 亩，填埋池内存有钻井岩屑及废弃泥浆，池顶已覆土并有绿植生长，废水池内有雨水积存；最近民居位于井口西南侧约 140m 处，井场周边外环境见附图 3.8-5，井场现状详见下图：



(1)井场全貌



(2) 井场大门



(3)填埋池现状



(4)废水池现状

图 3.8-6 坡东 1 井现状图

(6) 坡西 1 井

坡东 1 井位于达州市万源市罗文镇***，为单井井场，钻井采用聚合物+聚磺为主的水基钻井液体系，于 2005 年 11 月完钻，完井后即对井筒进行封堵，未投产，目前仍处于封堵状态。

井场长 100 米，宽 37 米，占地面积约 5.6 亩，用可视化围墙与场外农用地进行分隔，井场内除井口装置 1 具外，无其他地面设施；井场西侧有填埋池 1 处，占地面积约 1 亩，填埋池内存有钻井岩屑及废弃泥浆，池顶已覆土并有绿植生长；井场

南侧有废水池 1 处；最近民居位于井场北侧约 50m 处，井场西侧距后河约 70m，井场周边外环境见附图 3.8-6，井场现状详见下图：



(1) 井场全貌



(2) 填埋池、废水池现状

图 3.8-7 坡西 1 井现状图

(7) 黄金 1 井

坡东 1 井位于达州市宣汉县黄金镇***，为单井井场，钻井采用聚合物+聚磺为主的水基钻井液体系，于 2006 年 8 月完钻，完井后即对井筒进行封堵，未投产，目前仍处于封堵状态。

井场与场外农用地无明显分隔，井场内除井口装置 1 具外，无其他地面设施；井场西南侧有填埋池 1 处，占地面积约 1 亩，填埋池内存有钻井岩屑及废弃泥浆，池顶已覆土并有绿植生长；井场西南侧有废水池 1 处，面积约 1 亩，池内有雨水积存；最近民居位于井口西南侧约 130m 处，井口东南侧距后河约 200m，井场周边外

环境见附图 3.8-7，井场现状详见下图：



(1)井口现状



(2) 废水池现状

图 3.8-8 黄金 1 井现状图

(8) 坡 5-X2 井

坡 5-X2 井位于达州市宣汉县毛坝镇***，为单井井场，钻井采用聚合物+聚磺为主的水基钻井液体系，于 2006 年 6 月完钻，完井后即对井筒进行封堵，于 2008 年 1 月取得竣工验收批复，未投产，目前仍处于封堵状态。

井场长 95 米，宽 40 米，占地面积约 5.8 亩，井场用可视化围墙与场外农用地分隔，场内地面被绿植覆盖，除井口装置 1 具外，无其他地面设施，场内另有填埋池 1 处，池内存有钻井岩屑及废弃泥浆，池顶已覆土并有绿植生长；最近民居位于井口东南侧约 100m 处，井场周边外环境见附图 3.8-4，井场现状详见下图：



(1)坡 5-X2 井外环境关系



(2)井口及场内现状

图 3.8-9 坡 5-X2 井现状图

(9) 坡 1-X1 井

坡 1-X1 井位于达州市宣汉县新华镇厂溪乡***，为单井井场，钻井采用聚合物+聚磺为主的水基钻井液体系，于 2006 年 6 月完钻，完井后即对井筒进行封堵，于 2008 年 12 月取得竣工验收批复，未投产，目前仍处于封堵状态。

井场长 100 米，宽 40 米，占地面积约 6 亩，井场用可视化围墙与场外农用地分隔，井场内地面被绿植覆盖，除井口装置 1 具外，无其他地面设施；井场东侧有填埋池、废水池各 1 处，面积约 1.3 亩，填埋池内存有钻井岩屑及废弃泥浆，池顶已覆土并有绿植生长，废水池内有雨水积存；最近民居位于井场西北侧约 140m 处，井场周边外环境见附图 3.8-8，井场现状详见下图：



(1)井场全貌



(2)井场大门



(3)填埋池现状



(4)废水池现状

图 3.8-10 坡 1-X1 井现状图

(10) 坡 1-X2 井

坡 1-X2 井位于达州市万源市罗文镇***，为单井井场，钻井采用聚合物+聚磺为主的水基钻井液体系，于 2007 年 1 月完钻，完井后即对井筒进行封堵，于 2008 年 1 月取得竣工验收批复，未投产，目前仍处于封堵状态。

井场长 90 米，宽 40 米，占地面积约 5.5 亩，井场用可视化围墙与场外农用地分隔，井场内地面被绿植覆盖，除井口装置 1 具外，无其他地面设施；井场西北侧有填埋池、废水池各 1 处，面积共 1.5 亩，岩屑池内存有钻井岩屑及废弃泥浆，池顶已覆土并有绿植生长；最近民居位于井场东南侧约 160m 处，场周边外环境见附图 3.8-9，井场现状详见下图：



(1)井场全貌



(2) 填埋池现状

图 3.8-11 坡 1-X2 井现状图

3.8.2.5 已建工程主要环境影响回顾

区域内已建工程均为钻井工程，共计钻井 12 口，均未投产，钻井期间产生的废气、噪声随施工完结而消失，钻井产生的各类废水均拉运至第三方妥善处理，钻井岩屑及废弃泥浆填埋于井场周边填埋池内，本次评价重点关注填埋池内钻井岩屑、废弃泥浆是否对当地土壤环境、地下水环境产生持续的不利影响。

一、地下水环境监测

(1) 监测点布设

为验证井场周边岩屑池有无对周边地下水环境造成影响，在 12 口老井周边共布设 34 个地下水监测点，其中 5 个为民井及泉点，29 个为新钻地下水监测井，地下水监测

点信息见表 3.8-5，监测布点见附图 3.8-1~9，监测结果见表 3.8-6、3.8-7。

(2) 监测因子

pH 值、石油类、耗氧量、氯化物、硫化物、镍、钡、砷、汞、铅、六价铬、镉，共 12 项。

(3) 监测结果分析

监测结果表明已建工程岩屑池周边地下水水质均满足《地下水质量标准》III级标准限值，未发现已建工程遗留环境问题。

表 3.8-5

地下水监测点信息表

序号	所属井场	编号		坐标	功能	井深	孔径 (mm)	水位深度 (m)	位置关系
1	坡东 1 井	ZK0	***	***	背景监测井	50	110	36.4	位于填埋池北东方向 107 米处
2		ZK1	***	***	污染跟踪监测井	50	110	37.8	紧挨填埋池正北角
3		ZK2	***	***	污染跟踪监测井	35	110	26.9	位于填埋池正南方 150 米处
4	坡 4 井	ZK0	***	***	背景监测井	35	110	24.5	位于填埋池正西方 93 米处
5		ZK1	***	***	污染跟踪监测井	20	110	11.5	位于填埋池的北西方 35 米处
6		ZK2	***	***	污染跟踪监测井	30	110	19.2	位于填埋池的南方 67 米处
7	坡 1-x1 井	ZK0	***	***	背景监测井	30	110	21.3	位于填埋池正西方 149 米
8		ZK1	***	***	污染跟踪监测井	20	110	9.8	位于填埋池北东方 34 米处
9		ZK2	***	***	污染跟踪监测井	20	110	12.4	位于填埋池东方 60 米处
10	坡 1 井	ZK0	***	***	背景监测井	30	110	26.8	位于填埋池正西方 165 米处
11		ZK1	***	***	污染跟踪监测井	25	110	17.5	紧挨着填埋池的北角
12		ZK2	***	***	污染跟踪监测井	25	110	14.3	位于填埋池北东方 32 米处
13	坡 1-x2 井	ZK0	***	***	背景监测井	50	110	40.6	位于填埋池南东方向 128 米处
14		ZK1	***	***	污染跟踪监测井	50	110	38.4	位于填埋池正南方 56 米处
15		ZK2	***	***	污染跟踪监测井	45	110	35.2	位于填埋池正东方 54 米处
16	坡 2-x1 井	ZK1	***	***	污染跟踪监测井	30	110	18.5	紧挨填埋池的正南角
17		ZK2	***	***	污染跟踪监测井	30	110	16.7	位于填埋池正西方 41 米处
18	坡 2 井	ZK0	***	***	背景监测井	50	110	38.1	位于填埋池的正东方 110 米处
19		ZK1	***	***	污染跟踪监测井	50	110	33.1	位于填埋池的西方 77 米处
20		ZK2	***	***	污染跟踪监测井	30	110	18.6	位于填埋池正西方 157 米处
21	坡 5-x1 井	ZK0	***	***	背景监测井	35	110	20.6	位于填埋池正南方 40 米处
22		ZK1	***	***	污染跟踪监测井	30	110	15.2	位于填埋池北西方 71 米处
23		ZK2	***	***	污染跟踪监测井	30	110	17.8	位于填埋池北方 150 米处

序号	所属井场	编号		坐标	功能	井深	孔径 (mm)	水位深度 (m)	位置关系
24	坡 5-x2 井	ZK0	***	***	背景监测井	35	110	41.8	位于填埋池西方 102 米处
25		ZK1	***	***	污染跟踪监测井	30	110	15.8	位于填埋池北西方 91 米处
26		MK1	***	***	污染跟踪监测井(民井)	25	110	9.5	位于填埋池北西方 171 米处
27	坡西 1 井	ZK0	***	***	背景监测井	40	110	23.7	位于填埋池北偏东方 106 米处
28		ZK1	***	***	污染跟踪监测井	25	110	14.3	紧挨填埋池的南东角
29		ZK2	***	***	污染跟踪监测井	80	110	68.4	紧挨填埋池的北西角
30		ZK3	***	***	污染跟踪监测井	35	110	29.4	位于填埋池正南方 129 米处
31	黄金 1 井	MK0	***	***	背景监测井(民井)	40	500	12.6	位于填埋池北西方向 135 米处
32		MK1	***	***	污染跟踪监测井(民井)	30	110	13.8	位于填埋池北东方向 420 米处
33		MK2	***	***	污染跟踪监测井(民井)	30	110	11.6	位于填埋池南偏东方向 87 米处
34		MK3	***	***	污染跟踪监测井(民井)	30	110	10.6	位于填埋池向南 196 米处

表 3.8-6

已建工程地下水环境回顾性监测结果表

监测点位	监测日期	pH 值	石油类	耗氧量	氯化物	硫化物	镍	钡	砷	汞	铅	六价铬	镉
标准		6.5-8.5	0.05	3	250	0.02	0.02	0.7	0.01	0.001	0.01	0.05	0.005
单位		无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1#: 坡东 1 井 (ZK0)	2021.6.21	7	未检出	1.5	1.36	未检出	未检出	0.07	未检出	1.7×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
2#: 坡东 1 井 (ZK1)	2021.6.23	7.4	未检出	1.2	2.34	未检出	未检出	0.07	未检出	8×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
3#: 坡东 1 井 (ZK2)	2021.6.23	7.7	未检出	2	2.56	未检出	未检出	0.04	未检出	7×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
4#: 坡 4 井 (ZK0)	2021.6.23	6.9	未检出	1.4	5.09	未检出	未检出	0.06	5×10^{-4}	5×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
5#: 坡 4 井 (ZK1)	2021.6.23	7.8	未检出	2.1	6.14	未检出	未检出	0.06	未检出	4×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
6#: 坡 4 井 (ZK2)	2021.6.23	6.9	未检出	0.7	1.36	未检出	未检出	0.02	7.5×10^{-4}	5×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
7#: 坡 1-X1 井 (ZK0)	2021.6.24	7.5	未检出	0.9	1.29	未检出	未检出	0.08	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
8#: 坡 1-X1 井 (ZK1)	2021.6.24	7.6	未检出	2	6.5	未检出	未检出	0.47	6×10^{-4}	未检出	未检出	未检出	未检出
9#: 坡 1-X1 井 (ZK2)	2021.6.25	7.6	未检出	2.8	1.28	未检出	未检出	0.13	5×10^{-4}	未检出	未检出	未检出	未检出
10#: 坡 1 井 (ZK0)	2021.6.25	7.5	未检出	2.5	1.15	未检出	未检出	0.13	4×10^{-4}	未检出	未检出	未检出	未检出
11#: 坡 1 井 (ZK1)	2021.6.25	7.2	未检出	1.2	2.23	未检出	未检出	0.1	4×10^{-4}	未检出	未检出	未检出	未检出
12#: 坡 1 井 (ZK2)	2021.6.25	7.6	未检出	1.8	1.72	未检出	未检出	0.05	未检出	8×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
13#: 坡 1-X2 井 (ZK0)	2021.6.25	7.1	未检出	2.7	2.08	未检出	未检出	0.08	未检出	1.0×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
14#: 坡 1-X2 井 (ZK1)	2021.6.25	7.7	未检出	2.5	1.92	未检出	未检出	0.09	4×10^{-4}	1.1×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
15#: 坡 1-X2 井 (ZK2)	2021.6.25	7.8	未检出	2.6	1.04	未检出	未检出	0.12	4×10^{-4}	8×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
16#: 坡 2-X1 井 (ZK1)	2021.6.25	8	未检出	2.4	1.17	未检出	未检出	0.12	4×10^{-4}	1.6×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
17#: 坡 2-X1 井 (ZK2)	2021.6.25	7.4	未检出	2.7	1.12	未检出	未检出	0.12	4×10^{-4}	6×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
18#: 坡 2 井 (ZK0)	2021.6.25	7.9	未检出	2.6	1.07	未检出	未检出	0.12	5×10^{-4}	7×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
19#: 坡 2 井 (ZK1)	2021.6.26	7.6	未检出	2.7	8.78	未检出	未检出	0.12	4×10^{-4}	1.2×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
20#: 坡 2 井 (ZK2)	2021.6.26	8	未检出	2.7	1.2	未检出	未检出	0.13	4×10^{-4}	未检出	未检出	未检出	未检出

监测点位	监测日期	pH 值	石油类	耗氧量	氯化物	硫化物	镍	钡	砷	汞	铅	六价铬	镉
标准		6.5-8.5	0.05	3	250	0.02	0.02	0.7	0.01	0.001	0.01	0.05	0.005
单位		无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
21#: 坡 5-X1 井(ZK0)	2021.6.26	7.8	未检出	2.6	3.96	未检出	未检出	0.09	4×10^{-4}	1.6×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
22#: 坡 5-X1 井(ZK1)	2021.6.26	7.8	未检出	2.4	3.87	未检出	未检出	0.09	4×10^{-4}	1.2×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
23#: 坡 5-X1 井(ZK2)	2021.6.26	7.9	未检出	2.7	4.5	未检出	未检出	0.09	4×10^{-4}	1.1×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
24#: 坡 5-X2 井(ZK0)	2021.6.26	7.2	未检出	0.7	1.87	未检出	未检出	0.08	8.4×10^{-3}	未检出	未检出	未检出	未检出
25#: 坡 5-X2 井(ZK1)	2021.6.26	7.1	未检出	2.2	10.9	未检出	未检出	0.16	未检出	8×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
26#: 坡 5-X2 井(ZK2)	2021.6.25	6.9	未检出	1.5	4.04	未检出	未检出	0.04	6×10^{-4}	9×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
27#: 坡西 1 井(ZK0)	2021.6.25	7.1	未检出	2.7	1.9	未检出	未检出	0.14	未检出	1.7×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
28#: 坡西 1 井(ZK1)	2021.6.25	7	未检出	2.4	1.06	未检出	未检出	0.2	未检出	1.2×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
29#: 坡西 1 井(ZK2)	2021.6.25	6.9	未检出	2.2	0.992	未检出	未检出	0.28	5×10^{-4}	6×10^{-5}	未检出	未检出	未检出
30#: 坡西 1 井(ZK3)	2021.6.26	7	未检出	2	0.88	未检出	未检出	0.22	5×10^{-4}	未检出	未检出	未检出	未检出
31#: 黄金 1 井(MK0)	/	7.03	未检出	0.9	7.58	未检出	/	/	/	未检出	未检出	未检出	未检出
32#: 黄金 1 井(MK1)	/	7.11	未检出	0.6	7.55	未检出	/	/	/	未检出	未检出	未检出	未检出
33#: 黄金 1 井(MK2)	/	7.62	未检出	1.2	20.2	未检出	/	/	/	未检出	未检出	未检出	未检出
34#: 黄金 1 井(MK3)	/	7.08	未检出	0.8	17.6	未检出	/	/	/	未检出	未检出	未检出	未检出

表 3.8-7

已建工程地下水环境回顾性监测评价结果表

单位: mg/L

监测点位	pH 值	石油类	耗氧量	氯化物	硫化物	镍	钡	砷	汞	铅	六价铬	镉
1#: 坡东 1 井 (ZK0)	0.00	-	0.50	0.005	-	-	0.10	-	0.17	-	-	-
2#: 坡东 1 井 (ZK1)	0.27	-	0.40	0.009	-	-	0.10	-	0.08	-	-	-
3#: 坡东 1 井 (ZK2)	0.47	-	0.67	0.010	-	-	0.06	-	0.07	-	-	-
4#: 坡 4 井 (ZK0)	0.20	-	0.47	0.020	-	-	0.09	0.05	0.05	-	-	-
5#: 坡 4 井 (ZK1)	0.53	-	0.70	0.025	-	-	0.09	-	0.04	-	-	-
6#: 坡 4 井 (ZK2)	0.20	-	0.23	0.005	-	-	0.03	0.075	0.05	-	-	-
7#: 坡 1-X1 井 (ZK0)	0.33	-	0.30	0.005	-	-	0.11	-	-	-	-	-
8#: 坡 1-X1 井 (ZK1)	0.40	-	0.67	0.026	-	-	0.67	0.06	-	-	-	-
9#: 坡 1-X1 井 (ZK2)	0.40	-	0.93	0.005	-	-	0.19	0.05	-	-	-	-
10#: 坡 1 井 (ZK0)	0.33	-	0.83	0.005	-	-	0.19	0.04	-	-	-	-
11#: 坡 1 井 (ZK1)	0.13	-	0.40	0.009	-	-	0.14	0.04	-	-	-	-
12#: 坡 1 井 (ZK2)	0.40	-	0.60	0.007	-	-	0.07	-	0.08	-	-	-
13#: 坡 1-X2 井 (ZK0)	0.07	-	0.90	0.008	-	-	0.11	-	0.10	-	-	-
14#: 坡 1-X2 井 (ZK1)	0.47	-	0.83	0.008	-	-	0.13	0.04	0.11	-	-	-
15#: 坡 1-X2 井 (ZK2)	0.53	-	0.86	0.004	-	-	0.17	0.04	0.08	-	-	-
16#: 坡 2-X1 井 (ZK1)	0.67	-	0.80	0.005	-	-	0.17	0.04	0.16	-	-	-
17#: 坡 2-X1 井 (ZK2)	0.27	-	0.90	0.004	-	-	0.17	0.04	0.06	-	-	-
18#: 坡 2 井 (ZK0)	0.60	-	0.86	0.004	-	-	0.17	0.05	0.07	-	-	-
19#: 坡 2 井 (ZK1)	0.40	-	0.90	0.035	-	-	0.17	0.04	0.12	-	-	-
20#: 坡 2 井 (ZK2)	0.67	-	0.90	0.005	-	-	0.19	0.04	-	-	-	-
21#: 坡 5-X1 井 (ZK0)	0.53	-	0.86	0.016	-	-	0.13	0.04	0.16	-	-	-
22#: 坡 5-X1 井 (ZK1)	0.53	-	0.80	0.015	-	-	0.13	0.04	0.12	-	-	-
23#: 坡 5-X1 井 (ZK2)	0.60	-	0.90	0.018	-	-	0.13	0.04	0.11	-	-	-
24#: 坡 5-X2 井 (ZK0)	0.13	-	0.23	0.007	-	-	0.11	0.084	-	-	-	-
25#: 坡 5-X2 井 (ZK1)	0.07	-	0.73	0.044	-	-	0.23	-	0.08	-	-	-
26#: 坡 5-X2 井 (ZK2)	0.20	-	0.50	0.016	-	-	0.06	0.06	0.09	-	-	-
27#: 坡西 1 井 (ZK0)	0.07	-	0.90	0.008	-	-	0.20	-	0.17	-	-	-
28#: 坡西 1 井 (ZK1)	0.00	-	0.80	0.004	-	-	0.29	-	0.12	-	-	-
29#: 坡西 1 井 (ZK2)	0.20	-	0.73	0.004	-	-	0.40	0.05	0.06	-	-	-
30#: 坡西 1 井 (ZK3)	0.00	-	0.67	0.004	-	-	0.31	0.05	-	-	-	-
31#: 黄金 1 井 (MK0)	0.22	-	0.3	0.03	-	/	/	/	-	-	-	-
32#: 黄金 1 井 (MK1)	0.07	-	0.2	0.03	-	/	/	/	-	-	-	-
33#: 黄金 1 井 (MK2)	0.41	-	0.4	0.081	-	/	/	/	-	-	-	-
34#: 黄金 1 井 (MK3)	0.05	-	0.27	0.07	-	/	/	/	-	-	-	-

二、土壤环境

为验证井场周边岩屑池有无对周边土壤环境造成影响, 在 12 口老井周边共布设 14 个土壤采样点, 采样点信息见表 3.8-8, 监测布点见附图 3.8-1~9, 监测结果见表 3.8-9。

(1) 监测布点

土壤监测布点类型和数量见下表。

表 3.8-8 已建工程土壤评价采样点位置

序号	编号	土壤采样点布设及数量	
		已建工程	采样位置
1	1# (S1)	坡 5-X2 井	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样
2	2-1# (S9)	坡 5 井	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样
3	2-2# (S9)		井场内
4	3-1# (S8)	坡 2 井	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样
5	3-2# (S8)		井场内
6	4# (S10)	坡 5-X1 井	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样
7	5# (S7)	坡 2-X1 井	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样
8	6# (S6)	坡 1-X2 井	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样
9	7# (S5)	坡 1	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样
10	8# (S4)	坡 1-X1 井	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样
11	9# (S3)	坡 4 井	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样
12	10# (S2)	坡东 1 井	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样
13	11# (S11)	坡西 1 井	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样
14	12# (S12)	黄金 1 井	井场外靠近岩屑池, 1 个表层样

(2) 监测因子

1) 1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#、8#、9#、10#、11#号点

《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）表 1 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）8 项、pH、钡、石油烃、硫酸盐、土壤含盐量（SSC）。

2) 2-2#、3-2#号点

《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 建设用地土壤风险筛选值和管制值（基本项目）45 项、pH、钡、石油烃、硫酸盐、土壤含盐量（SSC）。

3) 12#号点

石油烃、硫酸盐、土壤含盐量（SSC）。

(4) 分析评价方法

土壤现状监测结果采用单项污染指数法进行评价，公式如下：

$$P_i = C_i / S_i$$

式中： P_i -第 i 种污染物的污染指数； C_i -第 i 种污染物的实测浓度（mg/kg）； S_i -第 i 种污染物的评价标准（mg/kg）。

(5) 评价结果

土壤监测结果见下表。

表 3.8-9 土壤环境现状监测及评价结果 (pH 无量纲, 其余 mg/kg)

监测点		监测因子	监测值	风险筛选值	标准指数	超标率 (%)	检出率 (%)	最大超标倍数
序号	监测层							
1#	0~20cm	pH 值	8.35					
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	43	826	0.05	0	100	0
		钡 mg/kg	319				100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.14				100	0
		水溶性盐总量 g/kg	2.1				100	0
		镉 mg/kg	0.49	0.6	0.82	0	100	0
		汞 mg/kg	2.42	3.4	0.71	0	100	0
		砷 mg/kg	7.53	25	0.3	0	100	0
		铅 mg/kg	38.2	170	0.22	0	100	0
		铬 mg/kg	78	250	0.31	0	100	0
		铜 mg/kg	22	100	0.22	0	100	0
		镍 mg/kg	26	190	0.14	0	100	0
		锌 mg/kg	109	300	0.36	0	100	0
2-1#	0~20cm	pH 值	7.93					
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	27	826	0.03	0	100	0
		钡 mg/kg	398				100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.24				100	0
		水溶性盐总量 g/kg	0.4				100	0
		镉 mg/kg	0.27	0.6	0.45	0	100	0
		汞 mg/kg	2.13	3.4	0.63	0	100	0
		砷 mg/kg	2.88	25	0.12	0	100	0
		铅 mg/kg	33.9	170	0.2	0	100	0
		铬 mg/kg	62	250	0.25	0	100	0
		铜 mg/kg	17	100	0.17	0	100	0
		镍 mg/kg	22	190	0.12	0	100	0
		锌 mg/kg	93	300	0.31	0	100	0
2-2#	0~20cm	pH 值	4.76	0				
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	27	4500	0.01	0	100	0
		钡	430				100	
		硫酸盐	0.08				100	
		水溶性盐总量	1.1				100	0
		镉	0.27	0.3	0.90	0	100	0
		汞	0.074	1.3	0.06	0	100	0
		砷	2.57	40	0.06	0	100	0
		铅	36.2	70	0.52	0	100	0
		铬	69	150	0.46	0	100	0
		铜	25	50	0.50	0	100	0
		镍	26	60	0.43	0	100	0
		锌	99	200	0.50	0	100	0
		六价铬	未检出	5.7		0	0	0
		四氯化碳	未检出	2.8		0	0	0
		氯仿	0.0341	0.9	0.04	0	100	0
		氯甲烷	未检出	37		0	0	0
		1,1-二氯乙烷	未检出	9		0	0	0

监测点		监测因子	监测值	风险筛选值	标准	超标率	检出率	最大超标倍数
序号	监测层				指数	(%)	(%)	
		1,2-二氯乙烷	未检出	5		0	0	0
		1,1-二氯乙烯	未检出	66		0	0	0
		顺-1,2-二氯乙烯	未检出	596		0	0	0
		反-1,2-二氯乙烯	未检出	54		0	0	0
		二氯甲烷	2.8×10^{-3}	616	0.00	0	100	0
		1,2-二氯丙烷	未检出	5		0	0	0
		1,1,1,2-四氯乙烷	未检出	10		0	0	0
		1,1,2,2-四氯乙烷	未检出	6.8		0	0	0
		四氯乙烯	1.6×10^{-3}	53	0.00	0	100	0
		1,1,1-三氯乙烷	未检出	840		0	0	0
		1,1,2-三氯乙烷	未检出	2.8		0	0	0
		三氯乙烯	未检出	2.8		0	0	0
		1,2,3-三氯丙烷	未检出	0.5		0	0	0
		氯乙烯	未检出	0.43		0	0	0
		苯	未检出	4		0	0	0
		氯苯	2.4×10^{-3}	270	0.00	0	100	0
		1,2-二氯苯	未检出	560		0	0	0
		1,4-二氯苯	未检出	20		0	0	0
		乙苯	未检出	28		0	0	0
		苯乙烯	未检出	1290		0	0	0
		甲苯	1.3×10^{-3}	1200	0.00	0	100	0
		间二甲苯+对二甲苯	未检出	570		0	0	0
		邻二甲苯	未检出	640		0	0	0
		硝基苯	未检出	76		0	0	0
		苯胺	未检出	260		0	0	0
		2-氯酚	未检出	2256		0	0	0
		苯并[a]蒽	未检出	15		0	0	0
		苯并[a]芘	未检出	1.5		0	0	0
		苯并[b]荧蒽	未检出	15		0	0	0
		苯并[k]荧蒽	未检出	151		0	0	0
		蒽	未检出	1293		0	0	0
		二苯并[a,h]蒽	未检出	1.5		0	0	0
		茚并[1,2,3-cd]芘	未检出	15		0	0	0
		蔡	未检出	70		0	0	0
3-1#	0~20cm	pH 值	8.53					
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	20	826	0.02	0	100	0
		钡 mg/kg	267				100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.34				100	0
		水溶性盐总量 g/kg	0.6				100	0
		镉 mg/kg	0.29	0.6	0.48	0	100	0
		汞 mg/kg	0.152	3.4	0.04	0	100	0
		砷 mg/kg	4.24	25	0.17	0	100	0
		铅 mg/kg	43.3	170	0.25	0	100	0
		铬 mg/kg	99	250	0.4	0	100	0
		铜 mg/kg	39	100	0.39	0	100	0
		镍 mg/kg	41	190	0.22	0	100	0
		锌 mg/kg	107	300	0.36	0	100	0

监测点		监测因子	监测值	风险筛选值	标准指数	超标率(%)	检出率(%)	最大超标倍数
序号	监测层							
3-2#	0~20cm	pH 值	8.48					
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	33	4500	0.01	0	100	0
		钡	544				100	
		硫酸盐	0.19				100	
		水溶性盐总量	0.3				100	0
		镉	0.40	0.6	0.67	0	100	0
		汞	0.015	3.4	0.00	0	100	0
		砷	3.55	25	0.14	0	100	0
		铅	44.0	170	0.26	0	100	0
		铬	83	250	0.33	0	100	0
		铜	26	100	0.26	0	100	0
		镍	23	190	0.12	0	100	0
		锌	94	300	0.31	0	100	0
		六价铬	未检出	5.7		0	0	0
		四氯化碳	未检出	2.8		0	0	0
		氯仿	0.0180	0.9	0.02	0	100	0
		氯甲烷	未检出	37		0	0	0
		1,1-二氯乙烷	未检出	9		0	0	0
		1,2-二氯乙烷	未检出	5		0	0	0
		1,1-二氯乙烯	未检出	66		0	0	0
		顺-1,2-二氯乙烯	未检出	596		0	0	0
		反-1,2-二氯乙烯	未检出	54		0	0	0
		二氯甲烷	2.1×10 ⁻³	616	0.00	0	100	0
		1,2-二氯丙烷	未检出	5		0	0	0
		1,1,1,2-四氯乙烷	未检出	10		0	0	0
		1,1,2,2-四氯乙烷	未检出	6.8		0	0	0
		四氯乙烯	1.6×10 ⁻³	53	0.00	0	100	0
		1,1,1-三氯乙烷	未检出	840		0	0	0
		1,1,2-三氯乙烷	未检出	2.8		0	0	0
		三氯乙烯	未检出	2.8		0	0	0
		1,2,3-三氯丙烷	未检出	0.5		0	0	0
		氯乙烯	未检出	0.43		0	0	0
		苯	未检出	4		0	0	0
		氯苯	1.5×10 ⁻³	270	0.00	0	100	0
		1,2-二氯苯	未检出	560		0	0	0
		1,4-二氯苯	未检出	20		0	0	0
		乙苯	未检出	28		0	0	0
		苯乙烯	未检出	1290		0	0	0
		甲苯	未检出	1200		0	0	0
		间二甲苯+对二甲苯	未检出	570		0	0	0
		邻二甲苯	未检出	640		0	0	0
		硝基苯	未检出	76		0	0	0
		苯胺	未检出	260		0	0	0
		2-氯酚	未检出	2256		0	0	0
		苯并[a]蒽	未检出	15		0	0	0
		苯并[a]芘	未检出	1.5		0	0	0
		苯并[b]荧蒽	未检出	15		0	0	0

监测点		监测因子	监测值	风险筛选值	标准	超标率	检出率	最大超标倍数
序号	监测层				指数	(%)	(%)	
		苯并[k]荧蒽	未检出	151		0	0	0
		蒽	未检出	1293		0	0	0
		二苯并[a,h]蒽	未检出	1.5		0	0	0
		茚并[1,2,3-cd]芘	未检出	15		0	0	0
		苯	未检出	70		0	0	0
4#	0~20cm	pH 值	7.22					
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	42		0.05	0	100	0
		钡 mg/kg	389				100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.14				100	0
		水溶性盐总量 g/kg	1.2				100	0
		镉 mg/kg	0.22	0.3	0.73	0	100	0
		汞 mg/kg	1.59	2.4	0.66	0	100	0
		砷 mg/kg	6.61	30	0.22	0	100	0
		铅 mg/kg	32.6	120	0.27	0	100	0
		铬 mg/kg	63	200	0.32	0	100	0
		铜 mg/kg	20	100	0.2	0	100	0
		镍 mg/kg	25	100	0.25	0	100	0
		锌 mg/kg	86	250	0.34	0	100	0
5#	0~20cm	pH 值	6.76					
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	40	826	0.05	0	100	0
		钡 mg/kg	554				100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.24				100	0
		水溶性盐总量 g/kg	1				100	0
		镉 mg/kg	0.26	0.3	0.87	100	100	0
		汞 mg/kg	1.77	2.4	0.74	0	100	0
		砷 mg/kg	3.2	30	0.11	0	100	0
		铅 mg/kg	37	120	0.31	0	100	0
		铬 mg/kg	71	200	0.36	0	100	0
		铜 mg/kg	27	100	0.27	0	100	0
		镍 mg/kg	29	100	0.29	0	100	0
		锌 mg/kg	96	250	0.38	0	100	0
6#	0~20cm	pH 值	7.38					
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	56	826	0.07	0	100	0
		钡 mg/kg	670				100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.29				100	0
		水溶性盐总量 g/kg	0.5				100	0
		镉 mg/kg	0.23	0.3	0.77	0	100	0
		汞 mg/kg	0.438	2.4	0.18	0	100	0
		砷 mg/kg	0.95	30	0.03	0	100	0
		铅 mg/kg	33.6	120	0.28	0	100	0
		铬 mg/kg	72	200	0.36	0	100	0
		铜 mg/kg	20	100	0.2	0	100	0
		镍 mg/kg	23	100	0.23	0	100	0
		锌 mg/kg	79	250	0.32	0	100	0
7#	0~20cm	pH 值	7.92		7.92			
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	18	826	0.02	0	100	0
		钡 mg/kg	498				100	0

监测点		监测因子	监测值	风险筛选值	标准指数	超标率(%)	检出率(%)	最大超标倍数
序号	监测层							
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.1				100	0
		水溶性盐总量 g/kg	0.3				100	0
		镉 mg/kg	0.29	0.6	0.48	0	100	0
		汞 mg/kg	2.74	3.4	0.81	0	100	0
		砷 mg/kg	2.68	25	0.11	0	100	0
		铅 mg/kg	35.4	170	0.21	0	100	0
		铬 mg/kg	69	250	0.28	0	100	0
		铜 mg/kg	26	100	0.26	0	100	0
		镍 mg/kg	27	190	0.14	0	100	0
		锌 mg/kg	94	300	0.31	0	100	0
8#	0~20cm	pH 值	6.98					
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	25	826	0.03	0	100	0
		钡 mg/kg	518				100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.19				100	0
		水溶性盐总量 g/kg	0.6				100	0
		镉 mg/kg	0.24	0.3	0.8	100	100	0
		汞 mg/kg	0.142	2.4	0.06	0	100	0
		砷 mg/kg	3.79	30	0.13	0	100	0
		铅 mg/kg	34.1	120	0.28	0	100	0
		铬 mg/kg	82	200	0.41	0	100	0
		铜 mg/kg	27	100	0.27	0	100	0
		镍 mg/kg	33	100	0.33	0	100	0
		锌 mg/kg	100	250	0.4	0	100	0
9#	0~20cm	pH 值	7.4					
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	28	826	0.03	0	100	0
		钡 mg/kg	479				100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.19				100	0
		水溶性盐总量 g/kg	0.4				100	0
		镉 mg/kg	0.23	0.3	0.77	100	100	0
		汞 mg/kg	0.027	2.4	0.01	0	100	0
		砷 mg/kg	3.39	30	0.11	0	100	0
		铅 mg/kg	41.2	120	0.34	0	100	0
		铬 mg/kg	84	200	0.42	0	100	0
		铜 mg/kg	24	100	0.24	0	100	0
		镍 mg/kg	29	100	0.29	0	100	0
		锌 mg/kg	94	250	0.38	0	100	0
10#	0~20cm	pH 值	8.23					
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	39	826	0.05	0	100	0
		钡 mg/kg	367				100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.13				100	0
		水溶性盐总量 g/kg	0.6				100	0
		镉 mg/kg	0.36	0.6	0.6	0	100	0
		汞 mg/kg	0.09	3.4	0.03	0	100	0
		砷 mg/kg	5.86	25	0.23	0	100	0
		铅 mg/kg	31.7	170	0.19	0	100	0
		铬 mg/kg	82	250	0.33	0	100	0
		铜 mg/kg	7	100	0.07	0	100	0

监测点		监测因子	监测值	风险筛选值	标准	超标率	检出率 (%)	最大超标 倍数
序号	监测层				指数	(%)		
		镍 mg/kg	16	190	0.08	0	100	0
		锌 mg/kg	74	300	0.25	0	100	0
11#	0~20cm	pH 值	8.05					
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	15	826	0.02	0	100	0
		钡 mg/kg	501				100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.14				100	0
		水溶性盐总量 g/kg	0.4				100	0
		镉 mg/kg	0.44	0.6	0.73	0	100	0
		汞 mg/kg	1.01	3.4	0.3	0	100	0
		砷 mg/kg	4.5	25	0.18	0	100	0
		铅 mg/kg	40.2	170	0.24	0	100	0
		铬 mg/kg	78	250	0.31	0	100	0
		铜 mg/kg	22	100	0.22	0	100	0
		镍 mg/kg	29	190	0.15	0	100	0
		锌 mg/kg	95	300	0.32	0	100	0
12#	0~20cm	pH	6.4					
		水溶性盐总量 g/kg	0.6				100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg	0.31				100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	17	826	0.02	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg	12.1				100	0

由上表可以看出，本项目已建工程场内采样点坡 5 井（2-2#）、坡 2 井（3-2#）满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地风险筛选值；已建工程场外采样点各监测指标均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618—2018）中风险筛选值。

3.8.2.6 已建工程存在的环境问题和建议

通过现场调查、取样监测，已建工程周边土壤、地下水环境质量良好，各点位、各监测因子均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）、《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中风险筛选值要求；地下水质量满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类标准要求，未发现已建工程遗留环境问题，从环境保护的角度，建议建设单位对已建工程开展定期跟踪监测，监测计划如下：

（1）地下水监测

参照本次回顾性工程布设的监测点位，在已建工程周边开展地下水污染跟踪监测，监测指标选取 pH 值、石油类、耗氧量、氯化物、硫化物、镍、钡、砷、汞、铅、六

价铬、镉，共 12 项，监测频率为 1 次/年。

（2）土壤监测

参照本次回顾性工程布设的监测点位，在已建工程周边开展土壤质量跟踪监测，监测指标选取《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)表 1 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）8 项以及 pH、钡、石油烃、硫酸盐、土壤含盐量（SSC），监测频率为 1 次/年。

4 工程分析

根据本项目的工程特点,可将项目实施分为两个阶段:建设施工期和生产运营期,其中在施工期内的主要工程活动是钻井工程、地面工程及相关辅助工程的建设;运营期的生产活动则主要是以井场和集气管道构成的内部集输系统进行天然气的采输,天然气净化厂的净化生产以及净化天然气的外输。

4.1 主要工艺过程及影响因素

4.1.1 施工期工艺过程及影响因素

项目施工期主要工程活动可分为钻井工程、地面工程(场站建设、管道敷设)。

4.1.1.1 钻井工程

钻井工程是本项目施工期最主要的施工活动之一,主要包括钻前工程、钻进、固井作业、完井作业、储层改造以及试气作业。正常情况下,单井井场钻井工程作业周期在半年左右,丛式井井场作业周期在半年以上,具体时长由其井口数量决定。



图 4.1-1 钻井工程作业流程框图

1) 钻前工程

当井位确定后,即可进入钻前工程阶段。钻前工程首先要建设井场道路,其次地表清理、平整井场,准备设备基础,修建放喷池,布置活动板房,最后开始设备搬运,并完成安装,钻前工程施工周期约为 45 天。

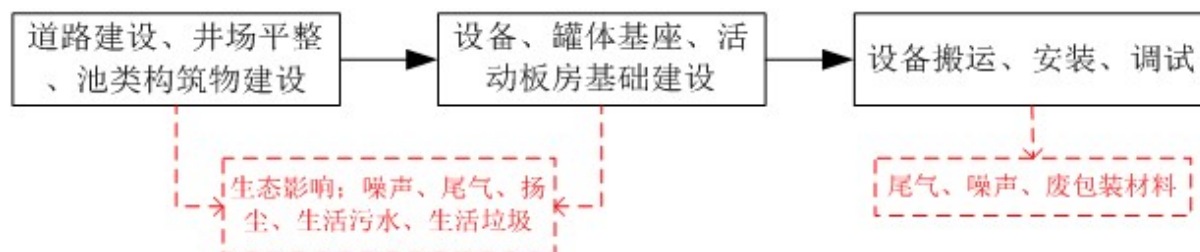


图 4.1-2 钻前工程施工过程及主要环境影响

2) 钻进

钻进是以电动机为动力,通过钻机、转盘,带动钻杆切削地层,同时由泥浆泵经钻杆向井内注入高压泥浆,冲刷井底,将切削下的岩屑不断带至地面,整个过程循环

进行，直至目的井深。正常情况下，一口井钻井周期约 5 个月，且为 24 小时连续作业。

本工程钻井采用“四开四完”井身结构，导管段（0~50m）采用膨润土钻井液体系，单井钻井液用量约 150m³，一开段（50~750m）采用聚合物钻井液体系，单井钻井液用量约 400m³，二开段（750~2800m）采用 KCL 聚合物或有机盐聚合物钻井液体系，单井钻井液用量约 1000m³，三开段（2800~3800m）采用有机盐聚磺钻井液体系，单井钻井液用量约 400m³，项目水基钻井液用量合计约 2000m³；四开段（3800~5000m）采用油基钻井液体系，单井钻井液用量约 500m³，钻井液配置体系详见表 4.1-1。

表 4.1-1 项目井身结构表

图 4.1-3 典型井身结构及钻井液体系图（水平井）

图 4.1-4 典型井身结构及钻井液体系图（斜井）

（1）水基钻井液钻进

水基钻井液是指采用聚合物、KCL 聚合物、有机盐聚合物等以水为连续流体介质的钻井液体系，从井底排出的钻井液及岩屑混合物经振动筛分离后，筛下物（钻井液及细岩屑）由钻井液循环罐收集并经除砂、除泥处理后大部分循环回用；筛上物（粗水基岩屑）及除砂器、除泥器产生的细水基岩屑经处理后，废水回用于配制水基钻井液，脱水后的岩屑外运至资源化利用。

（2）油基钻井液钻进

油基钻井液钻进过程中，从井底排出的油基钻井液及油基岩屑混合物经振动筛分离后，筛下物（油基钻井液及细油基岩屑）经除砂、除泥处理后循环回用；筛上物（粗油基岩屑）及除砂器、除泥器产生的细油基岩屑经离心处理后，液相（油基钻井液）回用于油基钻井液循环系统，固相（油基岩屑）交有危险废物处理资质的单位处置。

3）固井作业

固井是在已钻成的井眼内下入套管，然后在套管与井壁之间环空内注入水泥浆将套管和地层固结在一起的工艺过程，可防止复杂情况以保证安全继续钻进下一段井眼或保证顺利开采生产层中的油、气。

固井工程包括下套管和注水泥两个过程。下套管就是在已经钻成的井眼中按规定

深度下入一定直径、由某种或几种不同钢级及壁厚的套管组成的套管柱。注水泥就是在地面上将水泥浆通过套管柱注入到井眼与套管柱之间的环形空间中的过程。

本项目表层套管固井采用常规正注内插管固井工艺，技术套管固井采用防气窜水泥浆双胶塞固井工艺，油层悬挂采用弹性防气窜水泥浆精细控压固井工艺，油层回接采用常规防气窜水泥浆+弹性防气窜水泥浆预应力固井工艺，悬挂尾管采用弹性防气窜水泥浆尾管固井工艺，详见下表：

表 4.1-2 铁山坡区块注水泥工艺设计

4) 完井作业

当钻井钻至目的层后，对气井进行完井作业，以取得该井施工段流体性质、测试产能、地层压力等详细工程资料。完井作业包括洗井、完井等过程。

(1) 洗井

固井作业完成后首先要进行洗井作业，采用完井工作液对井筒进行清洗。根据类比调查，单口井产生洗井废水产生量约 100m^3 ，从井底返排出来的洗井废水贮于废水罐中，交由第三方进行最终处置。

(2) 完井

本项目采用衬管完井方式作业，作业位于地表以下数千米，主要环境影响因素是地面柴油机等施工机械、车辆运行时产生废气、扬尘以及机械设备运转时产生的噪声。

5) 储层改造

完井后，通过有效储层改造，以提高单井产量，本项目钻井 8 口，其中水平井 5 口，单井储层改造长度约 $1000\text{m}/\text{井}$ ，用液强度为 $0.5\text{m}^3/\text{m}$ ，单井改造液用量为 500m^3 ；斜井 3 口，单井储层改造长度约 300m ，用液强度为 $1\text{m}^3/\text{m}$ ，单井改造液用量为 300m^3 ，项目改造液用量合计约 3400m^3 ，改造液在放喷试气阶段随气返排出来，主要环境影响因素为注入泵产生的振动噪声以及柴油机等施工机械、车辆运行时产生废气、扬尘以及机械设备运转时产生的噪声。

6) 试气作业

储层改造结束后，会立即打开井口进行试气作业，井内天然气经过放喷管线引至放喷池点火燃烧；储层改造阶段注入的储层改造液会随气一同排出，经放喷口流入废水池，测试放喷时间一般为 4~6 小时。

试气作业期间主要环境影响因素是测试放喷时产生的燃烧废气、高压气流噪声以

及放喷废水。

图 4.1-5 试气作业工艺流程及产污图

建设单位拟采取放喷废气燃烧后排放、放喷废水送第三方处理的方式减缓作业对大气环境、地表水环境产生的不利影响；选取低噪音设备、放喷池合理布局、限制放喷时段等措施减轻测试放喷作业产生的噪声影响；车辆设备选用优质燃料、场地洒水抑尘、运输车辆遮蔽等措施减轻测试放喷作业产生的大气影响；生活废水经一体化处理系统处理后回用，不外排；生活垃圾依托当地环卫部门进行定期清运。

4.1.1.2 地面工程

地面工程主要包含采气井站、净化厂及其公辅设施等场站的建设，原料管线、燃料气管线、外输管道、气田水回注管道等管道的敷设以及进站道路的建设。

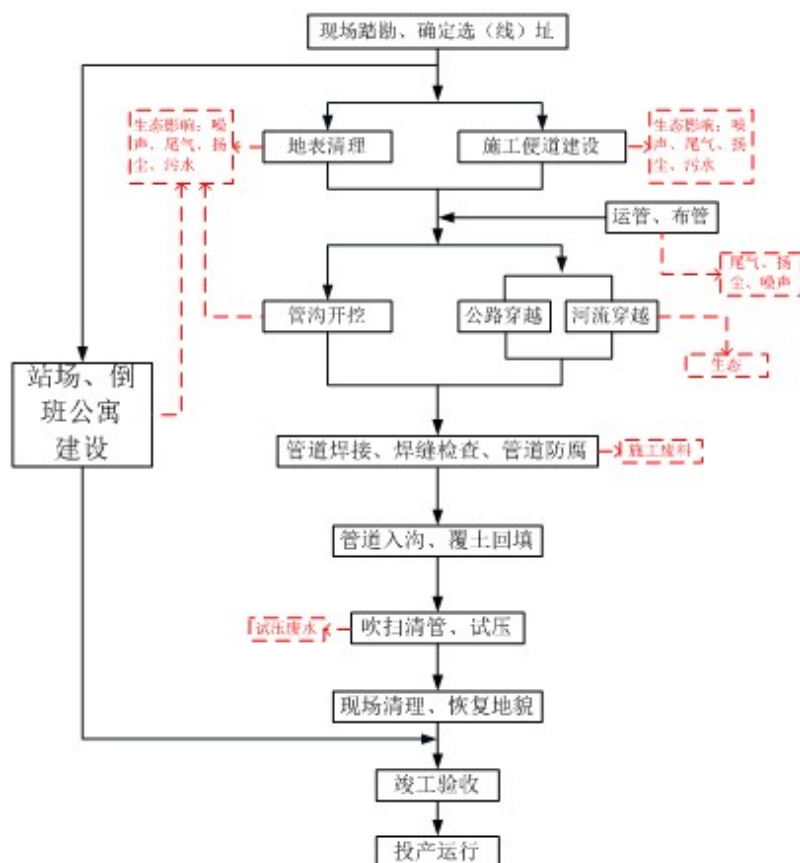


图 4.1-6 地面工程施工工序及产污节点图

1) 场站、倒班公寓建设

采气井场、净化厂等天然气站场以及倒班公寓建设主要包括场地平整、建构筑物建造以及设备安装，站场建设过程中废气主要为施工作业产生的尾气和扬尘，噪声为设备安装噪声，废水为施工废水和生活污水；生态环境影响因素主要是工程占地、改变土地利用类型。工程占用土地破坏了原有的植被，原有的农业生态环境将逐渐改变。

另外，由于场地平整后，必将造成施工区域土地裸露，改变原有的地貌景观，裸露地表没有植被覆盖，在雨季极易产生径流，加重土壤侵蚀程度，造成水土流失。

建设单位拟采取站场合理布局、严格限制施工作业带、表土剥离等措施，减小占地范围、减轻植被破坏、减缓水土流失影响；选取低噪音设备、限制作业时段等措施减轻噪声影响；车辆设备选用优质燃料、场地洒水抑尘、运输车辆遮蔽等措施减轻大气影响；生活废水经一体化处理系统处理后回用，不外排；生活垃圾依托当地环卫部门进行定期清运。

2) 管道敷设

管道敷设，首先要清理施工现场，修建必要的施工便道，其次开挖管沟，河流、公路穿越，管沟开挖同时将运到管道现场进行焊接、补口、补伤、防腐，并下到管沟内。管道下沟后，对管道进行分段试压，然后覆土回填，清理作业现场，恢复地貌。

(1) 施工作业带清理、施工便道建设和管沟开挖

管道工程施工过程中的作业带清理、施工便道和伴行路建设以及管沟开挖作业总是同时进行的，对生态环境的影响也大致相同，主要表现为：在施工范围内，用推土机和挖掘机进行扫线清理时，破坏植被，扰动土壤，改变土壤的理化性质、肥力，影响农林业生态环境，同时，施工机械及车辆产生的废气、噪声以及施工人员产生的生活垃圾、生活废水也会对周边居民产生不利影响。

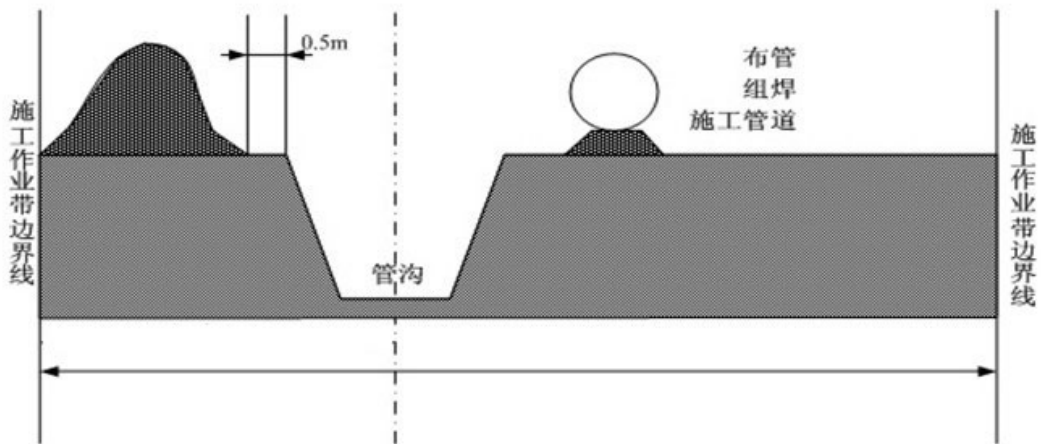


图 4.1-7 一般地段管道施工方式断面示意图

(2) 管道穿越工程

管道穿越工程包括河流、公路穿越。本项目河流穿越将采用开挖方式施工，公路穿越主要采用顶管以及开挖加盖板方式。穿越工程将会对穿越点附近的生态环境及景

观产生一定的影响。

① 河流、沟渠穿越

中型河流穿越根据河流的地形、水文和地质条件、施工场地和设备，采用围堰开挖或直接开挖方式穿越；小型河流及沟渠穿越采用直接开挖方式穿越，管道埋设在穿越河流河床设计冲刷线以下稳定层内。围堰大开挖施工示意图见图 4.1-8，施工现场见图 4.1-9。

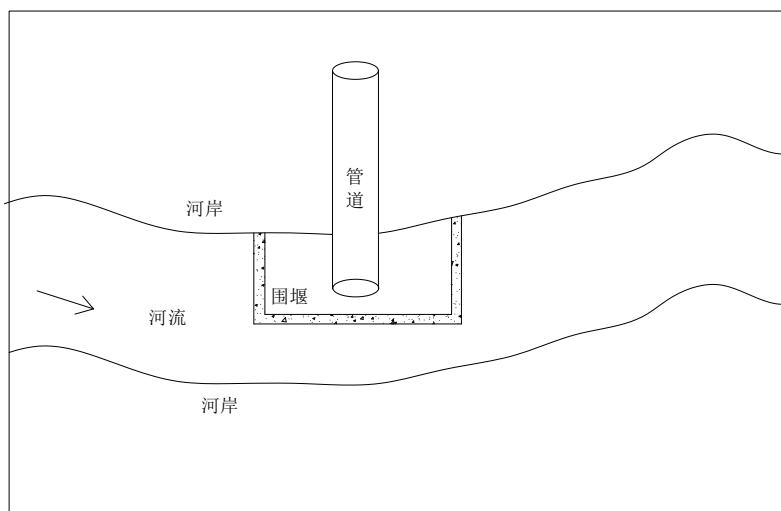


图 4.1-8 围堰开挖穿越河流施工示意图



图 4.1-9 围堰开挖管沟法施工现场图

开挖穿越河流的影响主要表现为扰动水体，增加河水的泥沙含量，影响水生生物生境，进而影响水生生物生存。

② 公路穿越

本项目公路穿越主要采用顶管、开挖加盖板两种方式进行。

顶管施工技术是国内外比较成熟的一项非开挖敷设管线的施工技术，该技术分为泥水平衡法、土压平衡法和人工掘土顶进法。目前国内采用较多的是采用大推力的千斤顶直接将预制套管压入土层中，再在管内采用人工或机械掏挖土石、清除余土而成管的施工方法。主要分为测量放线、开挖工作坑、铺设导向轨道、安装液压千斤顶、吊放混凝土预制管、挖土、顶管、再挖土、再顶管、竣工验收等工序。顶管施工工艺示意图见图 4.1-10。

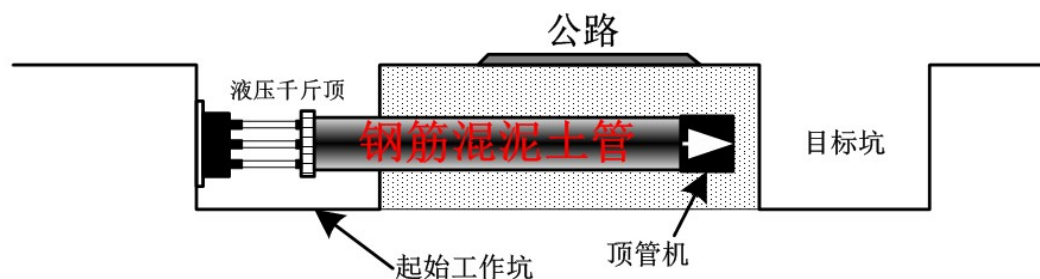


图 4.1-10 顶管施工工艺示意图

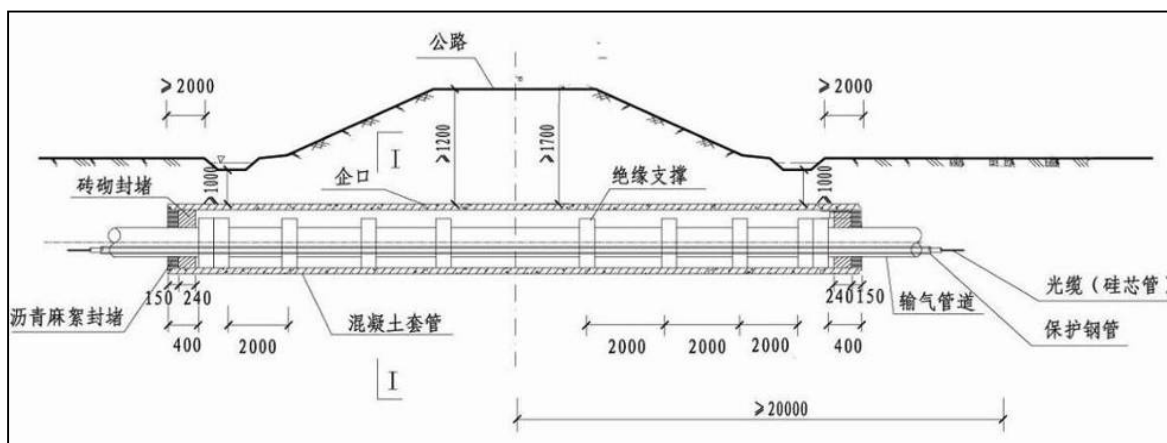


图 4.1-11 公路穿越施工方式断面示意图

穿越公路将会产生多余土石方就地平整，一般不产生弃方，生态影响主要表现在对美学景观影响。

(3) 管道试压

管道组焊前将对单根管道进行人工清扫，施工完成后将采用氮气对全线进行吹扫，直至无污物排出，最后采用清水试压。因此，试压后排出的废水较为清洁，主要污染物为悬浮物，选择合适的地点排放。试压废水排放时将在排放口安装过滤器，在受纳河流上设置拦截，能有效的过滤和拦截试压废水中的悬浮物。

建设单位拟采取合理选线、严格限制施工作业带、表土剥离等措施，减小占地范围、减轻植被破坏、减缓水土流失影响；选取低噪音设备、限制作业时段等措施减轻

噪声影响；车辆设备选用优质燃料、场地洒水抑尘、运输车辆遮蔽等措施减轻大气影响；试压废水沉淀后分次排放至就近地表水体，生活废水经一体化处理系统处理后回用，不外排；生活垃圾依托当地环卫部门进行定期清运。

3) 道路工程

道路工程对生态环境的影响集中体现在：由于路面平整、边坡开挖和深洼填方破坏地表植被，并形成裸露，遇降雨形成新的水土流失；同时，施工机械及车辆产生的废气、噪声以及施工人员产生的生活垃圾、生活废水也会对周边居民产生不利影响。

建设单位拟采取合理选线、严格限制施工作业带、表土剥离等措施，减小占地范围、减轻植被破坏、减缓水土流失影响；选取低噪音设备、限制作业时段等措施减轻噪声影响；车辆设备选用优质燃料、场地洒水抑尘、运输车辆遮蔽等措施减轻大气影响；生活废水经一体化处理系统处理后回用，不外排；生活垃圾依托当地环卫部门进行定期清运。

4.1.1.3 小结

施工期各工程产生的主要环境影响可以概括为表 4.1-3。

表 4.1-3 施工期各工程段产生的环境影响因素

项目类别		环境影响因素
钻井工程	钻前工程	土地占用、地表土壤和植被破坏、水土流失；施工机械及车辆产生的噪声与废气、扬尘；施工人员产生的生活废水、生活垃圾；
	钻进	钻井废水以及钻井岩屑、废弃泥浆等固体废弃物；施工机械及车辆产生的噪声与废气、扬尘；施工人员产生的生活废水、生活垃圾；
	固井作业	施工机械及车辆产生的噪声与废气、扬尘；施工人员产生的生活废水、生活垃圾；
	完井作业	
	储层改造	放喷废气、放喷废水、高压气流噪声；施工人员产生的生活废水、生活垃圾；
地面工程	场站建设	土地占用、地表土壤和植被破坏、水土流失；施工机械及车辆产生的噪声与废气、扬尘；施工人员产生的生活废水、生活垃圾；
	管道敷设	土地占用、地表土壤和植被破坏、水土流失；施工机械及车辆产生的噪声与废气、扬尘；施工人员产生的生活废水、生活垃圾；管道穿越河流、试压废水排放对河流水质造成短时影响；
	道路工程	土地占用、地表土壤和植被破坏、水土流失；施工机械及车辆产生的噪声与废气、扬尘；施工人员产生的生活废水、生活垃圾；

4.1.2 运营期工艺流程及环境影响因素分析

项目运营期可分为内部集输工程、天然气净化工程、外输工程等主体工程以及气田水处理工程、废水工程等配套环保工程，主体工程总工艺流程见附图 4.1-1，各单项

工程工艺流程与环境影响因素分析如下：

4.1.2.1 内部集输工程

内部集输工程包括采气井站 4 座、集气装置 1 列及采气管线若干，采气管线为全密闭输送，运营过程中对外界环境无影响，运营期主要环境影响源自采气井站以及位于净化厂内的集气装置。

1、采气井站

采气井站采用无人值守方式生产，井站无生活污水和生活垃圾产生，井口原料气经一级节流阀、水套加热炉、二级节流阀降压、加热后，在计量分离器内分离、计量，最终气液混输至集气装置，各井站正常生产主要污染源为井口节流阀、水套加热炉、放空火炬，主要环境影响因素为井口节流阀、计量分离器产生的气流噪声、水套加热炉和放空火炬（长明灯）燃料气燃烧产生的尾气。

井站在事故或检修工况下放空火炬将产生放空废气（主要污染物为 SO_2 ）和放空噪声，放空分液罐产生的少量废水及设备检修废水定期拉运至净化厂气田水处理装置。各井站工艺产污流程图见下图。井站工艺流程流程见附图 4.1-2~5，各井场工艺流程及产污节点见下图。

图 4.1-12 1 号井站工艺产污流程图

图 4.1-13 2 号井站工艺产污流程图

图 4.1-14 4 号井站工艺产污流程图

图 4.1-15 5 号井站工艺产污流程图

2、集气装置

集气装置位于净化厂内，设段塞流捕集器和气液分离器，对井站来气进行气液分离，分离后气相进入净化厂后续工艺装置进行处理，液相进入净化厂气田水处理装置处理达标后回注；同时设置清管装置，用于接收井站清管器。

集气装置正常生产时主要污染源为段塞流捕集器和气液分离器，主要环境影响因素为段塞流捕集器、气液分离器产生的气田水及气流噪声；值班人员依托净化厂人员编制，无生活垃圾、生活污水产生。

在事故或检修工况下的放空依托净化厂火炬统一排放，检修废水送净化厂废水处理装置处理，清管废渣为一般固体废弃物，集中后定期送地方一般工业固废堆放场处置，集气装置的工艺产污流程图见下图。在事故或检修工况下的放空依托净化厂火炬统一排放，检修废水送净化厂废水处理装置处理，清管废渣为一般固体废弃物，集中后定期送地方一般工业固废堆放场处置，集气装置的工艺流程见附图 4.1-6，工程流程及产污节点下图。

图 4.1-16 集气装置工艺产污流程图

4.1.2.2 天然气净化工程

内部集输工程来气在天然气净化工程处理达标后外输，天然气净化工程包括脱硫装置、脱水装置、硫磺回收装置、尾气处理装置等主体工程以及气田水处理单元、废水处理单元等辅助工程，天然气净化厂总工艺流程见附图 4.1-7，各装置工艺流程及影响因素分析如下：

1、脱硫装置

内部集输工程来气首先进入分离器组去除杂质，然后进入吸收塔脱除 H_2S 和部分 CO_2 ，最终送至脱水装置；富胺液从吸收塔底部抽至闪蒸罐，闪蒸出部分溶解的烃类气体，闪蒸气送至尾气回收装置作燃料气，液相经贫富液换热器换热后进入再生塔脱除 H_2S 、有机硫和 CO_2 气体，贫液一部分经重沸器处理后回用于再生塔，另一部分经贫富液换热器换热、贫液冷却器冷却、过滤器组过滤后送吸收塔、闪蒸罐回用；由再生塔顶部出来的酸气经酸气空冷器、酸气后冷器冷却后进入酸水回流罐分离，分离出的酸气送至硫磺回收装置，酸水回流至再生塔顶。

脱硫过程中分离器组产生的气田水送净化厂气田水处理装置；闪蒸器产生的闪蒸气送尾气处理装置；富液再生酸气送硫磺回收装置；过滤组产生的冲洗废水送净化厂废水处理装置，失效滤芯为危险废物，送危废资质单位处理。

脱硫装置产生的主要污染物如下：

- (1) 废水：气田水、冲洗废水；
- (2) 噪声：机泵设备噪声；
- (3) 固废：失效滤芯、废脱硫剂；
- (4) 废气：酸气、闪蒸气。

脱硫装置工艺流程见附图 4.1-8，工艺流程及产污流程见图 4.1-17，脱硫装置主要污染物产生量见表 4.1-4。

图 4.1-17 脱硫工艺流程及产污节点图

表 4.1-4

脱硫装置产污量表

污染物类型	污染物来源	污染因子	产生量
闪蒸气	闪蒸器	甲烷	638.6m ³ /h
酸气	回流罐	H ₂ S	21118m ³ /h
气田水	分离器组	COD、SS 等	0.1m ³ /d (COD≤800、SS≤200)
冲洗废水	过滤器组	COD、SS 等	0.2m ³ /d (COD≤3000、SS≤200)
噪声	泵	L _{eq}	75~80dB(A)
固废	过滤器组	废弃滤芯	15t/a
固废	脱硫剂储罐	废脱硫剂	172t/a

注：废脱硫剂 5 年更换 1 次，1 次更换量 860t，废脱硫剂年产生量折合 172t/a。

2、脱水装置

脱硫装置来气首先进入脱水装置 TEG 吸收塔，在塔内脱除绝大部分饱和水后依次进入干气 - 贫液换热器、产品气分离器，最终形成的商品气管输至外输装置；TEG 吸收塔底部富液经闪蒸罐闪蒸、过滤器过滤、贫富液换热器换热后进入 TEG 再生塔，再生后的贫液经贫富液换热器、干气贫液换热器换热后回用于 TEG 吸收塔。

脱水过程中闪蒸罐产生的闪蒸气送尾气处理装置用作燃料气；过滤产生的冲洗废水送废水处理装置，失效滤芯为危险废物，送危废资质单位处理；再生尾气去尾气回收装置。脱水装置产生的主要污染物如下：

- (1) 废水：过滤器冲洗废水；
- (2) 噪声：机泵设备噪声；
- (3) 固废：过滤器废弃滤芯、废脱水剂；
- (4) 废气：再生尾气、闪蒸气

脱水装置工艺流程见附图 4.1-9，工艺流程及产污流程见图 4.1-18，脱水装置主要污染物产生量见表 4.1-5。

图 4.1-18

脱水工艺流程及产污节点图

表 4.1-5 脱水工艺产污量表

污染物类型	污染物来源	污染因子	产生量
冲洗废水	过滤器	COD、SS 等	0.1m ³ /d (COD≤3000、SS≤200)
噪声	泵	L _{eq}	75-80dB
废弃滤芯	过滤器组	废弃滤芯	10t/a
闪蒸气	闪蒸罐	甲烷	2.8m ³ /h
再生尾气	再生气分离器	H ₂ S	158.8m ³ /h
固废	TEG 储罐	废脱水剂	6t/a

注：废脱水剂 5 年更换 1 次，1 次更换量 30t，废脱水剂年产生量折合 6t/a。

3、硫磺回收装置

自脱硫装置及尾气处理装置来的酸气经酸气分离器分离酸水后进入主燃烧器，在主燃烧炉内酸气与空气发生克劳斯反应后，经余热锅炉、一级冷却器分离出大部分液硫，随后依次进入一级反应器、二级冷却器、二级反应器、三级冷却器、三级反应器、四级冷却器在催化剂催化下参与克劳斯反应，将绝大部分硫蒸汽冷凝并分离出来，再经液硫捕集器捕集液硫后，尾气管输至尾气处理装置。

各级冷却器和液硫捕集器分离出来的液硫进入液硫池，经由液硫鼓风机脱除废气后送至硫黄成型单元，液硫池、液硫鼓风机产生的废气回送至主燃烧炉用作燃料。

余热锅炉及各级冷却器产生的废水送净化厂废水处理装置，各级反应炉产生的废催化剂为危险废物，送危废资质单位处理。

硫磺回收装置产生的主要污染物如下：

- (1) 废气：主燃烧炉及各级反应炉燃料气燃烧产生的尾气；
- (2) 废水：酸气分离器产生的酸水送脱硫装置，各级冷却器产生的污水进入废水处理装置；
- (3) 噪声：机泵设备噪声；
- (4) 固废：各级反应器中更换出的催化剂。

硫磺回收装置工艺流程见附图 4.1-10，工艺流程及产污节点见图 4.1-19，硫磺回收装置主要污染物产生量见表 4.1-6。

图 4.1-19 硫磺回收工艺流程及产污节点图
表 4.1-6 硫磺回收产污量表

污染物类型	污染物来源	污染因子	产生量
废水	余热锅炉、冷却器	Cl ⁻	41m ³ /d (Cl ⁻ ≤300)
噪声	泵	L _{eq}	75-80dB
固废	反应器	废催化剂	75m ³ /a

注：废催化剂 5 年更换 1 次，1 次更换量 375m³，废催化剂年产生量折合 75m³/a。

4、尾气处理装置

尾气处理装置根据工艺流程可分为尾气处理单元、溶剂再生单元、酸水汽提单元。

1) 尾气处理单元

从硫黄回收装置来的尾气首先进入燃烧炉中加热，随后进入装有加氢还原催化剂的加氢反应器内反应，尾气中绝大部分的硫化物还原为 H_2S ，随后依次进入余热锅炉、急冷塔降温至 40°C 后进入吸收塔中与 MDEA 贫液逆流接触，气体中 H_2S 被溶液吸收，从吸收塔顶出来的排放气送焚烧炉焚烧后排放。

急冷塔底的酸水经急冷空冷器、急冷过滤器后，一部分回用作急冷塔的循环冷却水，另一部分进入进料中间罐作酸水汽提。

2) 溶剂再生单元

吸收塔底部出来的 MDEA 富液在贫富液换热器中与再生塔底出来的 MDEA 贫液换热，温度升高后进入再生塔上部，与塔内自下而上的蒸汽逆流接触进行再生，解析出 H_2S 和 CO_2 气体，再生热量由塔底重沸器提供。MDEA 热贫液自再生塔底部引出，经贫富液换热器与 MDEA 富液换热后经贫胺液空冷器、过滤系统进一步降温、除去杂质后进入吸收塔，完成整个溶液系统的循环。

再生塔顶部出来的酸性气体经酸气空冷器冷至 $\sim 40^\circ\text{C}$ 后，进入再生塔顶回流罐，分离出的酸气在送至硫黄回收装置，分离出的酸性冷凝水一部分由再生塔回流泵回用于再生塔，另一部分进入进料中间罐作酸水汽提。

3) 酸水汽提部分

自急冷塔、再生塔回流罐出来的酸水汇集于进料中间罐，在热交换器与来自酸水汽提塔底的汽提水换热后，从上部进入酸水汽提塔，经酸水汽提塔重沸器的蒸汽加热后，汽提出来的酸气自酸水汽提塔顶部返回至尾气处理装置急冷塔进一步处理。酸水汽提塔底出来的汽提水经酸水汽提塔热交换器冷却后，送废水处理装置。

尾气处理装置产生的主要污染物如下：

- (1) 废气：尾气烟囱外排废气；
- (2) 废水：余热锅炉、急冷水过滤器、贫液过滤器产生的废水；
- (3) 噪声：机泵设备噪声；
- (4) 固废：反应器产生的废催化剂、急冷水过滤器、贫液过滤器产生的废弃滤芯、废脱硫剂。

尾气处理装置工艺流程见附图 4.1-11，工艺流程及产污节点见图 4.1-20，尾气处理装置主要污染物产生量见表 4.1-7。

图 4.1-20 尾气处理装置工艺流程及产污节点图

表 4.1-7 尾气处理装置产污一览表

污染物类型	污染物来源	污染因子	产生量
废水	汽提塔	Cl ⁻	515m ³ /d (Cl ⁻ ≤300)
冲洗废水	过滤器组	COD、SS 等	0.2m ³ /d (COD≤3000、SS≤200)
噪声	泵	L _{eq}	75-80dB(A)
废气	烟囱	SO ₂ 、NO _x	废气量 61394m ³ /h
固废	反应器	催化剂	30m ³ /a
固废	过滤器组	废弃滤芯	15t/a
固废	MDEA 储罐	废脱硫剂	80t/a

注：催化剂、脱硫剂 5 年更换 1 次，1 次更换量分别为 150m³、400t，废催化剂、废脱硫剂年产量折合 30m³/a、80t/a。

4.1.2.3 外输工程

外输工程包括外输首站、末站各 1 座，外输管道 1 条，首站位于净化厂内，末站在北外环渡口河输气站外扩建。

外输首站正常生产时不产生废水、废气和废渣，值班人员依托净化厂人员编制，无生活垃圾、生活污水产生，主要环境影响因素为计量孔板产生的气流噪声；在检修工况下的放空依托净化厂放空火炬排放，产生少量检修废水定期送净化厂废水处理装置。外输首站的工艺产污流程图见图 4.1-21。外输首站工艺流程见附图 4.1-12。

图 4.1-21 外输首站工艺流程及产污节点图

外输末站定员依托北外环渡口河输气站，无生活垃圾、生活废水产生，主要环境影响因素为汇管产生的噪声；在检修工况下的放空依托北外环渡口河输气站已建放空火炬，产生少量检修废水定期送净化厂废水处理装置。外输首站的工艺产污流程图见图 4.1-22。外输末站工艺流程见附图 4.1-13。

图 4.1-22 外输末站工艺流程及产污节点图

4.1.2.4 气田水处理工程

气田水工程由位于净化厂内的气田水处理装置、黄金 3 井气田水回注站以及气田水回注管道组成，正常工况下气田水回注管道对外界环境无影响，主要环境影响源自气田水处置装置及回注站。

1. 气田水处理装置

集气装置、脱硫装置气液分离器分离出的气田水首先进入气田水闪蒸罐闪蒸分离，

后依次送气田水过滤器过滤、气田水汽提塔汽提，在气田水调节罐中加入 NaOH 溶液调节稳定后，加压经气浮设备除油沉淀、组合过滤器撬两级过滤(核桃壳+双滤料过滤)，达到回注水指标进入气田水罐暂存，最终经气田水回注管道转输至黄金 1 回注井回注。

闪蒸罐、汽提塔产生的尾气送尾气处理装置，气浮设备底部污泥、组合过滤器冲洗废水送污泥/污水收集池沉淀，上清液回送于气田水调节罐循环处理，污泥送至废水处理系统污泥浓缩池，过滤器废弃滤芯由厂家回收。

气田水处理装置产生的主要污染物如下：

- (1) 废气：闪蒸罐、汽提塔产生的尾气；
- (2) 废水：过滤器冲洗废水，污水/污泥收集池产生的上清液回送气田水调节罐；
- (3) 噪声：机泵设备噪声；
- (4) 固废：过滤芯失效滤芯，污泥/污水收集池产生的沉淀污泥。

图 4.1-23 气田水处理工艺流程及产污节点图

2. 气田水回注站

净化厂处理达标后的气田水，经加压管输至黄金 1 井回注站，进入气田水罐内暂存，由回注泵加压回注。

正常工况下主要环境影响因素为机泵噪声，检修工况下回注泵产生少量废机油送危废资质单位处理、检修废水送净化厂废水处理装置。

图 4.1-24 回注站工艺流程及产污节点图

4.1.2.5 废水处理工程

废水处理工程位于净化厂内，包括生化处理装置、深度处理装置、蒸发结晶装置、臭气处理装置等，并建立雨污分流的各类废水管网对项目运营中产生的废水进行分类处理，最终实现项目废水零排放的环保目标，净化厂内雨污管网走向见附图 4.1-14~15，分类处理方案如下：

(1) 生产废水

硫磺回收单元、尾气处理单元、锅炉房、循环冷却水系统产生的生产废水收集后，进入综合污水深度处理单元进行深度处理，产生的淡水一部分进入中水池掺和后作为循环冷却水系统补充水，一部分作为锅炉房补充水，浓水进入蒸发结晶装置。

脱硫单元、脱水单元、空氮站、分析化验室产生的生产废水收集后，汇入污水生化处理装置经处理去除大部分油类、悬浮物、COD，达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）中的道路清扫和绿化用水标准以及《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中的一级排放标准，在中水池与 RO 淡水掺和后，用于厂内道路冲洗、绿化用水和循环水补水。

尾气处理装置酸水汽提污水经密闭收集进入尾气废水观察池，与综合污水深度处理单元处理后产生的淡水混合，作为锅炉房补充水。

（2）检修污水：厂区内检修污水由检修污水收集系统密闭收集后，进入检修污水池储存，由于检修污水中胺液、TEG 等有机物含量高，每天少量进入 UASB 反应器处理后再掺合进入污水生化处理装置进一步处理。

（3）生活污水：厂区生活污水就近汇入化粪池，经预处理后，汇入生活污水管网，最后与生产废水一并送至污水生化处理装置进行后续处理。综合公寓生活污水由泵提升至天然气净化厂进行处理。

（4）初期雨水：装置区初期雨水通过闸门倒换，经初期雨水收集系统汇入初期雨水池（容积 600m³），送生活处理单元处理。

（5）事故废水：厂区事故废水主要包括事故时的物料或污水泄漏、消防废水和事故期间的初期雨水。这些废水由事故废水收集系统收集后，进入厂内新建事故污水池（V 有效=2000m³）储存，每天少量掺合至污水生化处理装置处理。

图 4.1-25 废水处理流程示意图

1、生化处理装置

项目脱硫单元、脱水单元、空氮站、分析化验室产生的生产废水、生活污水以及经 UASB 反应器处理后的检修污水、事故废液首先汇集于集水池，泵送至曝气调节池与初期雨水一并进行预处理，出水在污水生化处理成套设备中进行气浮、水解酸化、AO 反应、MBR 膜处理，尾水在监测池中取样检测，达标尾水回用于厂内道路冲洗、绿化用水和循环水补水。

污水生化处理成套设备未达标出水回用至曝气调节池循环处理。

污水生化处理过程中产生污泥、废弃滤膜在运营初期按危废管理，同期开展危废鉴定，根据鉴定结果定期外运交给有处理资质的单位处理，产生的臭气统一收集后送臭气处理装置。

图 4.1-26 生化处理装置流程示意图

2、深度处理装置

硫磺回收单元、尾气处理单元、锅炉房、循环冷却水系统产生的生产废水首先进入一级絮凝软化装置中去除总硬度，后依次经 UF 超滤装置、一级 RO 反渗透装置处理，出水回用于锅炉水、循环水；一级 RO 反渗透装置浓水在一级氧化装置中经臭氧催化氧化后，进入二次 RO 反渗透装置，出水回用于锅炉水、循环水；二次浓水依次经二级絮凝软化装置、二级氧化装置、树脂软化装置处理，软化水进入电渗析装置处理，电渗析浓水进入蒸发结晶装置，最终形成结晶盐。

装置产生的污泥、废弃滤膜、废弃树脂、结晶盐在运营初期按危废管理，同期开展危废鉴定，根据鉴定结果送有资质单位处理，蒸发结晶装置尾气达标排放，流程框图见图 4.1-27。

图 4.1-27 深度处理装置流程示意图

3、臭气处理装置

生化处理装置检修污水池、曝气调节池、缺氧池、集水池、泥水池、污泥浓缩池、污泥脱水装置等单元的臭气经风管首先进入气液分离器，分离出的气体在臭气处理装置中与除臭液发生反应，恶臭物质被去除后，气体从塔顶排出系统。

除臭富液与空气接触氧化再生为除臭贫液并产生少量污泥，实现再生循环；污泥与气液分离器产生的污泥一并送生化处置装置泥水池。

图 4.1-28 臭气处理装置流程示意图

4.1.2.6 小结

运营期产生的环境影响可以概括为表 4.1-8。

表 4.1-8 运营期主要的环境影响因素

类别		环境影响因素
内部集输工程	采气井站	1、正常工况下井口节流阀、计量分离器产生的气流噪声、水套加热炉和放空火炬（长明灯）燃料气燃烧产生的尾气； 2、检修工况下放空火炬产生的放空废气、噪声，放空分液罐产生的废水及设备检修废水；
	集气装置	1、正常工况下段塞流捕集器、气液分离器产生的气田水及气流噪声； 2、检修工况下产生的放空气、清管废渣、检修废水；
天然气净化工程	脱硫装置	1、正常工况下分离器组产生的气田水、闪蒸器产生的闪蒸气、回流罐产生的酸气、过滤器组产生的冲洗废水、废弃滤芯以及机泵噪声； 2、检修工况下产生的放空气，设备检修废水；

类别		环境影响因素
	脱水装置	1、正常工况下闪蒸罐产生的闪蒸气，过滤产生的冲洗废水、失效滤芯，再生分离器产生的再生尾气以及机泵噪声； 2、检修工况下产生的放空气，设备检修废水；
	硫磺回收装置	1、正常工况下余热锅炉及各级冷却器产生的废水，酸气分离器产生的酸水，各级反应器产生的废催化剂以及机泵噪声； 2、检修工况下产生的放空气，设备检修废水；
	尾气处理装置	1、正常工况下尾气烟囱外排燃烧废气，余热锅炉、急冷水过滤器、贫液过滤器产生的废水，机泵设备噪声，反应器产生的废催化剂、急冷水过滤器、贫液过滤器产生的废弃滤芯； 2、检修工况下产生的放空气，设备检修废水；
	作业人员	作业人员产生的生活垃圾、生活废水；
外输工程	外输首站	1、正常生产时汇管产生的噪声； 2、检修工况下产生的放空气，设备检修废水；
	外输末站	1、正常生产时汇管产生噪声； 2、检修工况下产生的放空气，设备检修废水；
气田水回注工程	气田水处理装置	1、正常生产时闪蒸罐、汽提塔产生的尾气，过滤器冲洗废水，污水/污泥收集池产生的上清液，过滤芯失效滤芯，污泥/污水收集池产生的沉淀污泥以及机泵噪声； 2、检修工况下产生设备检修废水；
	气田水回注站	1、正常生产时机泵噪声； 2、检修工况下产生的废机油、检修废水。
废水处理工程	生化处理装置	1、正常生产时产生的臭气、噪声以及污泥、废弃滤膜； 2、检修工况下产生的检修废水。
	深度处理装置	1、正常生产时絮凝工序产生的污泥，超滤装置、反渗透装置产生的废弃滤膜，树脂软化装置产生的废弃树脂，蒸发结晶装置产生的尾气、结晶盐以及机泵噪声； 2、检修工况下产生的检修废水。
	臭气处理装置	1、正常生产时产生的污泥、噪声以及处理合格的尾气； 2、检修工况下产生的检修废水。

4.2 污染源及污染物排放情况

4.2.1 施工期主要污染源及污染物排放情况

4.2.1.1 废气

施工期的主要废气包括柴油发电机燃烧尾气、测试放喷阶段产生的放喷废气。

(1) 柴油机燃烧尾气：施工期各类施工机械供电由柴油发电机组解决，项目在各井场均配有柴油发电机组，柴油发电机组功率、数量由施工耗电量决定，项目用电高峰为钻进期间，井场井口顺序钻进，不同时作业，各井场在钻进期间分别配备 810kw 功率柴油机 4 台，单台柴油机标定油耗为 210g/Kwh，则各井场建设高峰时柴油机最大

耗油量为 $210\text{g/Kwh} \times 810\text{kw} \times 4 = 0.68\text{t/h}$ ，柴油机燃烧尾气主要污染物为 NO_x 和烟尘，根据《固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范》（HJ/T373-2007）5.3.5 提出的系数，即 NO_x 为 9.62kg/t 、烟尘为 1.6kg/t 开展计算，则各井场施工期柴油机 NO_x 最大排放量为 6.54kg/h ，烟尘最大排放量为 1.09kg/h 。

（2）放喷尾气：试气作业放喷的天然气经点火燃烧，产生的放喷尾气主要污染物为 SO_2 。根据铁山坡区块前期勘探开发情况，探井最大测试日产量为 $125 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，硫化氢最高含量为 222.84g/m^3 ，本次评价据此开展源强核算，项目放喷尾气中 SO_2 最大排放量为 21.85t/h ，各井口放喷作业错时实施，时间一般为 4~6 小时，属短期排放。

4.2.1.2 废水

施工期产生的废水主要包括钻井废水、洗井废水、放喷废水、管道试压废水和施工人员的生活污水。

1、钻井废水

钻井废水主要产生于钻井过程中冲洗钻井平台、钻具等。根据建设单位提供的设计资料，每口井新鲜水的用量约 1000m^3 ，产生的废水在钻井过程中经处理后循环使用，废水的回用率可达 85%，每口井废水产生量约 150m^3 ，项目共计产生钻井废水 1200m^3 ，废水贮于废水罐中，经井场废水罐暂存后经预处理后拉运至七里 025-U1 井回注处置。施工期钻井废水产排情况见表 4.2-1。

表 4.2-1 钻井废水产排表 (单位: m^3)

项目	废水产生量	回用量	外运处置量
单口井	1000	850	150
建产期钻井 (5 口)	5000	4250	750
稳产期钻井 (3 口)	3000	2550	450
项目合计	8000	6800	1200

钻井废水中的污染物除了 COD、SS 外，还有一定的石油类。表 4.2-2 为同类工程现场调查取样分析钻井废水中主要污染物浓度情况。

表 4.2-2 钻井废水中主要污染物浓度 单位: mg/L (pH 除外)

污染物种类	pH	SS	石油类	COD	色度
污染物浓度	8-9	2000-9000	80-90	3000-25000	600-2000

2、洗井废水

固井作业结束后，首先要进行洗井作业，采用完井工作液（主要成分为清水）对井筒进行清洗，根据类比调查，单井洗井废水产量约 100m^3 ，项目产生洗井废水共计 800m^3 ，洗井废水从井筒返排后，贮于废水罐中，经井场废水罐暂存后经预处理后拉

运至七里 025-U1 井回注处置。

经类比调查，洗井废水水质情况见表 4.2-3。

表 4.2-3		洗井废水中主要污染物浓度			单位: mg/L(pH 除外)
污染物种类	pH	COD	石油类	SS	
洗井废水	3~5	≤4500	≤80	≤2500	

3、放喷废水

本项目钻井 8 口，其中水平井 5 口，单井储层改造长度约 1000m/井，用液强度为 0.5m³/m，单井改造液用量为 500m³/m；斜井 3 口，单井储层改造长度约 300m，用液强度为 1m³/m，单井改造液用量为 300m³/m，项目改造液用量合计约 3400m³，改造液在放喷试气阶段随气返排出来，经类比调查，斜井放喷废水产生量约 20m³/井、水平井放喷废水产生量约 70m³/井，钻井期项目产生放喷废水总量为 410m³，放喷产生的废水水质情况见表 4.2-4。这部分废水贮于废水罐中，经井场废水罐暂存后经预处理后拉运至七里 025-U1 井回注处置。

表 4.2-4		放喷废水中主要污染物浓度			单位: mg/L(pH 除外)
污染物种类	pH	SS	石油类	COD	
污染物浓度	2.0~5.0	4000~5000	80~100	2000~40000	

4、管道试压废水

本项目各类管道组对完成后将采用氮气对全线进行吹扫，直至无污物排出，最后采用清水试压，管道试压分段依次展开，前段试压产生的废水可回用于下段管道试压，最终产生试压废水 2000m³。试压废水主要污染物为悬浮物，就近排放于附近地表水体。

5、施工人员的生活污水

(1) 井场人员生活废水：施工高峰期，井场施工人员为 300 人左右，每天产生的生活污水约为 45m³，经现场一体化水处理装置处理后用于施工用水。

(2) 管道建设施工是分段进行，且主要依靠当地农村劳动力开挖管沟及抬管，施工管理及技术员生活设施依托沿线城镇旅店，不设野外施工营地。

(3) 天然气净化厂施工人员约 200 人，每天产生的生活废水约 30m³，经现场一体化水处理装置处理后用于施工用水。

4.2.1.3 固体废弃物

施工中产生的固体废弃物主要有钻井岩屑、废弃泥浆、废油、生活垃圾和建筑垃圾。

1、水基钻井岩屑及废弃泥浆

水基钻井岩屑是指采用水基钻井液钻进过程中钻头切屑地层岩石而产生的碎屑。按照《钻井废弃物无害化处理技术规范》（Q SY XN 0276-2015）中 7.2.5 钻井固废产生量控制标准进行核算，本项目水基钻井岩屑产生量约 9120m³（1140m³/井）。

废弃泥浆是指钻井过程中因性能不合格无法重复利用的泥浆以及钻井工程结束后剩余泥浆，类比同类工程，废弃泥浆产生量为 2800m³（350m³/井）。

项目水基钻井岩屑及废弃泥浆不在《国家危险废物目录》（2021 版）中规定的危险废物之列，为一般工业固废，代码为 072-001-29，产生量共计 11920m³（23840 吨），交由第三方进行资源化利用。

2、油基钻井岩屑

油基钻井岩屑是指采用油基钻井液钻进过程中钻头切屑地层岩石而产生的碎屑，属于危险废物（《国家危险废物目录》（2021 版）中 HW08 类 072-001-08 小类。按照《钻井废弃物无害化处理技术规范》（Q SY XN 0276-2015）中 7.2.5 钻井固废产生量控制标准进行核算，单井油基钻井岩屑产生量约 360m³/井（720 吨/井），本项目油基钻井岩屑产生量约 2880m³（5760 吨），送危废资质单位处置。

3、废油

施工期间各类机械设备维护产生的废油为危险废物，属于危险废物（《国家危险废物目录》（2021 版）中 HW08 类 072-001-08 小类，单井废油产生量为 5m³/井，项目共计产生废油 40m³，送危废资质单位处置。

4、生活垃圾

生活垃圾主要来源于施工作业人员的日常生活，单井的钻井周期约 3~6 个月，井队工作人员按 50 人计算，其产生量按每人每天产生 0.5kg 计算，单口井生活垃圾产生量约 4.5 吨，项目钻井 8 口，生活垃圾产生量共计约 36 吨；净化厂建设周期按照 1 年计，日均施工人员 100 人考虑，净化厂建设产生量约 18.25 吨，项目施工期生活垃圾产生量共计 54.25 吨，依托当地环卫部门进行定期清运。

5、建筑垃圾

建筑垃圾包括施工过程中产生的各类废弃材料、废弃包装物等，施工完毕后统一由施工队伍统一清运至当地建筑垃圾填埋场。

4.2.1.4 噪声

1、钻井工程噪声

钻井工程产生的噪声主要包括钻进过程中柴油发电机组、钻机、泥浆泵以及其他各

种机械转动所产生的机械噪声，此外，试气作业会产生放喷气流噪声，放喷时间一般为4~6小时。各噪声源声级见表4.2-5。

表 4.2-5 单个井场钻井噪声主要声源表

序号	声源名称	运行数量 (台)	降噪前单台设备声级 dB(A)	降噪措施	降噪后单台设备声级 dB (A)
1	柴油发电机组	4	113	发电机房隔声、加装消声器	103
2	ZJ70 钻机	1	90	/	90
3	泥浆泵	2	85	加衬弹性垫料	80
4	振动筛	2	85	加衬弹性垫料	80
5	离心机	2	85	加衬弹性垫料	80
6	放喷池	1	100	/	100

2、地面工程噪声

地面工程噪声主要为各类施工机械噪声，各作业场施工中使用的机械、设备和运输车辆及其产生的噪声情况见表4.2-6。

表 4.2-6 主要施工机械噪声值

单位: dB (A)

序号	噪声源	噪声强度	序号	噪声源	噪声强度
1	挖掘机	92	5	混凝土搅拌机	95
2	吊管机	88	6	混凝土翻斗车	90
3	电焊机	85	7	混凝土震捣棒	105
4	推土机	90	8	柴油发电机	100

4.2.1.5 土石方平衡

根据项目水土保持方案，项目所在地为中低山窄谷地貌，地形起伏较大，项目开挖总量 190.74 万 m³（含表土剥离 23.98 万 m³），回填总量 190.74 万 m³（含表土回覆 23.98 万 m³），无借方，无弃方，不设弃渣场，土石方平衡表如表 4.2-7 所示。

表 4.2-7

土石方平衡情况表

(单位: 万 m³)

序号	工程组成		挖方				填方				调入		调出		弃方
			表土	土方	石方	小计	表土	土方	石方	小计	数量	来源	数量	去向	
1	站场工程	1 号井场	2.09	2.03	6.18	10.30	2.09	2.03	6.18	10.30	0	0	0	0	0
2		2 号井场	0.99	1.05	3.06	5.10	0.99	1.05	3.06	5.10	0	0	0	0	0
3		4 号井场	1.03	1.17	3.30	5.50	1.03	1.17	3.30	5.50	0	0	0	0	0
4		5 号井场	0.97	0.99	2.94	4.90	0.97	0.99	2.94	4.90	0	0	0	0	0
5		阀室		0.12	0.13	0.25		0.12	0.13	0.25	0	0	0	0	0
6		天然气净化厂	4.26	26.64	72.10	103.00	4.26	26.64	72.10	103.00	0	0	0	0	0
7		综合公寓	1.05	0.99	4.76	6.80	1.05	0.99	4.76	6.80	0	0	0	0	0
8		小计	10.39	32.99	92.47	135.85	10.39	32.99	92.47	135.85	0	0	0	0	0
9	管道工程	铁山坡 1 号支线	0.94	1.20	1.42	3.56	0.94	1.20	1.42	3.56	0	0	0	0	0
10		铁山坡 3 号支线	0.01	0.02	0.02	0.05	0.01	0.02	0.02	0.05	0	0	0	0	0
11		铁山坡 4 号支线	0.15	0.19	0.22	0.56	0.15	0.19	0.22	0.56	0	0	0	0	0
12		铁山坡 5 号支线	0.32	0.37	0.46	1.15	0.32	0.37	0.46	1.15	0	0	0	0	0
13		综合公寓燃料气支线	0.47	0.33	0.53	1.33	0.47	0.33	0.53	1.33	0	0	0	0	0
14		外输管道	7.35	9.07	10.95	27.37	7.35	9.07	10.95	27.37	0	0	0	0	0
15		小计	9.24	11.18	13.60	34.02	9.24	11.18	13.60	34.01	0	0	0	0	0
16	道路工程	净化厂进站道路	0.28	2.12	3.2	5.60	0.28	2.12	3.2	5.60	0	0	0	0	0
17		井场改建道路	0.12	0.48	1.2	1.80	0.12	0.48	1.2	1.80	0	0	0	0	0
18		内输管线施工道路	0.55	0.14	0.6	1.29	0.55	0.14	0.6	1.29	0	0	0	0	0
19		外输管线施工道路	2.00	1.15	4.25	7.40	2.00	1.15	4.25	7.40	0	0	0	0	0
20		小计	2.95	3.89	9.25	16.09	2.95	3.89	9.25	16.09	0	0	0	0	0
21	附属工程	取水泵房		0.01	0.01	0.02		0.01	0.01	0.02	0	0	0	0	0
23		供水工程	0.18	0.22	0.22	0.62	0.18	0.22	0.22	0.62	0	0	0	0	0
24		排水工程	1.22	1.47	1.45	4.14	1.22	1.47	1.45	4.14	0	0	0	0	0
25		小计	1.40	1.70	1.68	4.78	1.40	1.70	1.68	4.78	0	0	0	0	0
总计			23.98	49.76	117.00	190.74	23.98	49.76	117.00	190.74	0	0	0	0	0

注: 数据来源于《四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目水土保持方案报告书》

4.2.1.6 小结

项目施工期的“三废”排放统计见表 4.2-8。

表 4.2-8

项目施工期 “三废” 排放统计表

污染物类型	污染物种类	污染因子	产生量	排放量	排放浓度	拟采取的处理措施
废气	柴油机废气（单井场）	NO _x	6.54kg/h	6.54kg/h	/	柴油机排放管排放
	测试放喷废气（单口井）	SO ₂	21.85t/h	21.85t/h	/	放喷池，短时排放
废水	钻井废水	COD、SS、石油类等	1200m ³	0	/	经井场废水罐暂存后经预处理后拉运至七里025-U1 井回注处置
	洗井废水	COD、SS、石油类等	800m ³	0	/	
	放喷废水	COD、SS、石油类等	410m ³	0	/	
	管道试压废水	SS 等	2000m ³	2000m ³	/	沉淀后缓慢排入附近地表水体
	井场施工人员生活污水	COD、氨氮等	45m ³ /d	0	/	经现场一体化水处理装置处理后用于施工用水
	天然气净化厂施工人员生活污水	COD、氨氮等	30m ³ /d	0	/	经现场一体化水处理装置处理后用于施工用水
固废	水基钻井岩屑及废弃泥浆	/	23840t	0	/	资源化利用
	油基钻井岩屑		5760t	0		送危废资质单位处理
	生活垃圾	/	54.25t	0	/	集中分类存放，不定期就近清运至当地生活垃圾处理设施，由当地环卫部门统一处理
	建筑垃圾	/	/			施工结束后统一清运至当地建筑垃圾填埋场
	废油	/	40m ³	0		送危废资质单位处理
噪声	泥浆泵、柴油机等	L _{eq}	85~113dB	80~103dB	/	隔声减振

4.2.2 运营期主要污染源及污染物排放情况

4.2.2.1 物料平衡分析

本次评价重点对天然气净化厂的物料平衡进行分析，净化厂全年消耗原料气 $13.2 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ (1182814t/a)，消耗高效脱硫溶剂 40t/a、TEG 15t/a、MDEA 60t/a、NaOH 6t/a，生产得到净化气 $9.7 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ (662831t/a)，其中净化气外输量 $10 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ (626322t/a)，剩余 $0.5 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ (36509t/a) 净化气作为燃料气供全厂公辅工程及内部集输工程使用，硫磺 273083t/a，全厂主要物料平衡具体情况见表 4.2-9 和图 4.2-2。

表 4.2-9		全厂主要物料平衡表			(单位: t/a)		
投入	脱硫单元	原料气	1182814	产出	脱水单元	净化气	662831
		水	8373		硫磺回收单元	硫磺	273083
		脱硫溶剂	40		脱水单元	闪蒸气	7562
	脱水单元	汽提气	899	排放	脱水单元	闪蒸气	31
		TEG	15		脱水单元	废水	330
	硫磺回收单元	空气	658453		脱水单元	废水	937
		燃料气	5020		尾气处理单元	废水	168051
	尾气处理单元	MDEA	60			废气	1205474
		NaOH	6		/	/	/
		空气	448704		/	/	/
		燃料气	13915				
	合计		2318299	合计		2318299	

图 4.2-2 全厂物料平衡图

4.2.2.2 废气

1、内部集输工程

(1) 正常工况

各井站在正常生产时产生的废气为水套加热炉燃料气燃烧产生的尾气、火炬长明灯燃烧尾气，主要污染因子为 NO_x ，源强采用《排污许可证申请与核发技术规范 锅炉》(HJ953—2018) 附表中燃气工业锅炉废气产排污系数计算，其中采用低氮燃烧工艺的加热炉排污系数为 $9.36 \text{kg}/\text{万 m}^3$ 、长明火排污系数为 $18.71 \text{kg}/\text{万 m}^3$ ，核算结果见表；集气装置位于净化厂内，正常生产无废气产生。

正常生产时内部集输站场产生的废气见表 4.2-10。

表 4.2-10

内部集输站场正常工况废气统计表

站场	加热炉 耗气量 (m ³ /h)	加热炉 NO _x 排放 量 (kg/h)	长明灯 耗气量 (m ³ /h)	长明灯 NO _x 排放量 (kg/h)	NO _x 总排放 量 (kg/h)	NO _x 总排放 量 (t/a)
1 号井站	200	0.2	25	0.05	0.25	2
2 号井站	50	0.05	25	0.05	0.1	0.8
4 号井站	100	0.1	25	0.05	0.15	1.2
5 号井站	50	0.05	25	0.05	0.1	0.8
合计					0.6	4.8

(2) 非正常工况

设备检修时，将待检设备中原料天然气通过放空火炬燃烧排放，污染物主要为 SO₂，检修频率一般为 2~4 次/年，单次放空气量由设备容积、运行压力计算得出，放空气中硫化氢含量按 222.84g/m³ 计，单次检修 SO₂ 排放计算结果见下表：

表 4.2-11 内部集输站场非正常工况废气统计表

站场	设备总容 积 (m ³)	运行压 力	放空气量 (m ³)	SO ₂ 排放 量 (kg)	备注
1 号井站	9	10MPa	900	378	气液分离器2台，单台容积4.5m ³
2 号井站	4.5	10MPa	450	189	气液分离器1台
4 号井站	4.5	10MPa	450	189	气液分离器1台
5 号井站	4.5	10MPa	450	189	气液分离器1台
集气装置	85	8MPa	6800	2852	清管收球筒（0.5m ³ ）、段塞流捕集器（50m ³ ）、气液分离器（34.5m ³ ）各一台
合计			13100	3797	/

2、天然气净化厂

(1) 硫平衡分析

原料气中的 H₂S，经过脱硫及硫磺回收，其最终形态及去向主要有以下四处：副产品硫磺，产品气中的微量硫，天然气净化厂尾气烟囱排放的 SO₂，废水中的硫化物。

全厂硫平衡情况见表 4.2-12 和图 4.2-3，按净化厂全年运营 330 天计，原料天然气中含硫 271881.7976t/a，经净化处理后，净化气中含硫为 1.319472t/a，副产品硫磺为 273083.382t/a，尾气烟囱排放废气含硫 193.716864t/a，废水中含硫 0.891792t/a。

表 4.2-12 项目硫平衡表

单列装置 硫平衡	投 入	名称	单位：kg/d	产 出	名称	单位：kg/d
		原料气	411942.1176		产品气	1.9992
					硫磺	413762.7

		汽提气	2117.4432	排 放	烟囱尾气	293.5104
					废水	1.3512
	合计		414059.5608	合计		414059.5608
全厂硫平衡	投入	名称	单位: t/a	产 出	名称	单位: t/a
		原料气	271881.7976		产品气	1.319472
					硫磺	273083.382
		汽提气	1397.512512	排 放	烟囱尾气	193.716864
					废水	0.891792
	合计		273279.3101	合计		273279.3101

图 4.2-3 单列主体装置硫平衡图

(2) 正常工况

项目正常工况下的有组织排放主要为尾气烟囱、锅炉烟囱和放空火炬长明火排放的废气，臭气处理系统排气筒排放尾气以及装置、阀门无组织排放的 VOCs。

①尾气烟囱排放

项目设有尾气处理装置 2 列，尾气处理装置产生的尾气通过 2 座尾气烟囱排入大气。每个烟囱的烟气排放量为***Nm³/h，尾气中 SO₂ 最大排放速率为***kg/h，NO_x 最大排放速率为***kg/h，PM₁₀、PM_{2.5} 最大排放速率分别为***kg/h、***kg/h，尾气烟囱高度为 100m，出口内径 1.6m，烟气出口温度 220℃，排放规律为连续排放，排放方式为有组织排放，排放参数详见表 4.2-13。

表 4.2-13 天然气净化厂尾气烟囱排放参数表

点源编号	点源名称	点源性质	排气筒参数 (m)			烟气排放参数		年排放小时数 (h)	SO ₂ 源强 (kg/h)	NO _x 源强 (kg/h)
			底部海拔高度	内径	几何高度	出口温度 (K)	烟气量 (Nm ³ /h)			
1	尾气烟囱 1	连续	***	***	***	***	***	***	***	***
2	尾气烟囱 2	连续	***	***	***	***	***	***	***	***

天然气净化厂尾气中 SO₂ 排放浓度为 400mg/m³，满足《陆上石油天然气开采工业大气污染物》（GB 39728—2020）浓度限值要求。

项目年运行时长按 8000h/a 计算，尾气烟囱 SO₂、NO_x 年排放量分别为 391.36t/a、63.68t/a。

②锅炉尾气

项目设有 30t/h 蒸汽锅炉 3 台，正常工况下，两用一备，锅炉运行负荷率最高为 90%。锅炉采用净化天然气为燃料，单台锅炉天然气用量为 1900m³/h，每台锅炉各设有 20m 高锅炉烟囱 1 根，每根烟囱烟气排放量为 22800Nm³/h，SO₂ 排放速率为 0.46kg/h、排放浓度 20mg/m³ 满足 50mg/m³ 限值要求，NO_x 排放速率为 1.83kg/h、排放浓度 80mg/m³ 满足 200mg/m³ 限值要求，PM₁₀ 排放速率为 0.042kg/h、排放浓度 1.8mg/m³ 满足 20mg/m³ 限值要求，废气排放能满足《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014) 相关要求。

表 4.2-14 天然气净化厂锅炉烟囱排放参数表

编号	名称	排放口参数 (mm)	烟气量 (Nm ³ /h)	主要污染物及源强 (kg/h)			烟气温度 (℃)
				SO ₂	NO _x	颗粒物	
1	锅炉烟囱 1	Φ1200×20000	***	***	***	***	***
2	锅炉烟囱 2	Φ1200×20000	***	***	***	***	***

项目年运行时长按 8000h/a 计算，锅炉尾气 SO₂、NO_x 年排放量分别为***t/a、***t/a。

③放空火炬

项目设有高、低压放空火炬各 1 具，火炬均设有长明灯，耗气量共计 100m³/h，正常工况下长明灯燃料气燃烧将产生少量烟气，主要污染物为 NO_x，源强采用《排污许可证申请与核发技术规范 锅炉》（HJ953—2018）附表中燃气工业锅炉废气产排污系数 18.71/万 m³ 计算，排放速率为 0.2kg/h，年排放量为 1.6t/a，排放规律为连续排放，排放方式为有组织排放。

④臭气处理系统尾气

净化厂废水生化处理装置检修污水池、曝气调节池、缺氧池、集水池、泥水池、污泥浓缩池、污泥脱水装置等单元的臭气经风管首先进入气液分离器，分离出的气体在臭气处理装置中与除臭液发生反应，恶臭物质被去除后，尾气由 15m 高排气筒排放，尾气中含少量 H₂S、VOC_s 等污染物，根据龙王庙净化厂的加盖废气收集装置排放废气监测结果估算出排放源强，见下表。

表 4.2-15 本项目污水系统大气污染源列表（点源）

编号	名称	排气筒底部海拔高度 m	排气筒高度 m	排气筒出口内径 m	烟气流速 m ³ /h	烟气温度 °C	排放污染物 (kg/h)	排放污染物 (t/a)
1	污水系统除臭排气筒	720	15	0.2	2000	20	***	***
							***	***

⑤无组织排放

根据《石化行业建设项目挥发性有机物（VOC_s）排放量估算方法技术指南》（试行）中对于天然气行业的有关规定，将主体装置区和储罐区的 H₂S 和 VOC_s 进行计算，所得各单元源项如下。

表 4.2-16 本项目污染源列表（面源）

面源名称		海拔高度 (m)	面源长度 (m)	面源宽度 (m)	面源初始排放高度 (m)	年排放小时数 (h)	排放工况	排放速率 (g/s)	
								污染因子	g/s
净化厂主体装置区		720	190	80	2	8000	正常	VOC _s	***
								H ₂ S	***
集气装置区		720	30	20	2	8000	正常	VOC _s	***
								H ₂ S	***
气田水罐区		720	35	20	3	8000	正常	H ₂ S	***
储罐区	小呼吸	720	20	20	2	8000	正常	***	***
	大呼吸							***	***

本项目各面源 VOCs、H₂S 无组织排放速率合计约***g/s、***g/s，年排放量分别为***t/a、***t/a。

(3) 非正常工况

在开停工、检修、事故状态下的会发生紧急放空。净化厂火炬放空系统分别设置有高压放空系统和低压放空系统各 1 套，分别设置有高压放空火炬和低压放空火炬，共用一座塔架。来自过滤单元、脱硫装置、脱水装置、燃料气系统等需要紧急放空的高压放空气及脱硫装置闪蒸罐高低压窜气放空气经分液后从火炬筒底部进入放空火炬燃烧后放空，其废气中污染物主要为 SO₂，来自脱硫装置、硫磺回收装置和尾气处理装置的酸气和废气经分液后从低压放空火炬筒体底部进入放空火炬燃烧放空，其废气中污染物主要为 SO₂。高、低压放空火炬均设有长明灯、自动点火系统。

①开停工放空

装置大修期间，开、停工时会短时放空。停工时，把装置内残余气(主要是脱硫单元和硫磺回收单元酸气)用氮气吹扫并逐步引入低压放空火炬点火放空。

②原料气放空

生产主电源停电或脱硫单元或脱水单元出现严重故障时，可能将原料气引入高压放空火炬点火放空。当上述严重事故发生时，导致高压系统(脱硫单元及脱水单元)压力急剧升高或降低，与气田管网自控系统联接的 DCS、SIS 系统将控制从井口直至净化厂的各自动截断阀依次全部关闭，以截断原料气来源。在此过程中内部集输管网、装置及设备允许一定程度超压(约为 1MPa)，超过允许极限后，通过放空系统将超压原料天然气或净化天然气通过高压放空火炬点火放空。

③酸气放空

当硫磺回收单元出现严重故障时，将把脱硫单元及硫磺回收单元内的酸气引入低压放空火炬点火放空。同时天然气净化厂脱硫单元 DCS、SIS 系统将在截断上游气源。在此过程中脱硫单元设备允许一定程度超压，超过允许极限后，通过放空系统将超压酸气通过低压放空火炬点火放空。

从最不利角度考虑若因事故对原料气进行放空，火炬放空量以单列装置最大放空量(紧急放空脱硫装置湿净化气出口管线 $88.1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)120 秒原料气来源量进行计算，火炬放空量以单列脱硫装置(酸气泄放 $51.1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)120 秒酸气来源量进行计算，具体情况见下表。

表 4.2-17

工程天然气净化厂非正常放空情况

放空情况	类型	原料气放空	酸气放空
	放空量 m ³	原料气流量***m ³	酸气量***m ³
火炬高度 m		***	***
火炬排放直径 m		***	***
SO ₂ 排放速率 kg/h		***	***
烟气量 (m ³ /h)		***	***
出口温度 (°C)		***	***
泄放时间 h		***	***

3、外输工程

外输工程包括外输首站、末站各 1 座，正常工况下均无废气产生，外输末站检修时产生废气通过已建渡口河站放空火炬点火燃烧后排放，检修频率为 1 次/年，经计算外输末站检修时放空气量约 400m³（收球筒 1m³，运行压力 8MPa），SO₂ 排放量约***kg/年。

4.2.2.3 废水

运营期内的废水主要为员工倒班公寓产生的生活污水，集气装置分离产生的气田水，天然气净化厂产生的生产废水及生活污水，各站场、装置产生的少量检修废水等，倒班公寓生活污水送地方生活污水处理厂处理，气田水处理达标后回注，净化厂生产废水、生活污水、检修废水送厂内废水处理装置处理后回用，项目运营期内无废水外排。

1、倒班公寓

项目定员 130 人，倒班公寓生活污水产生量为 54.6m³/d，送罗文镇生活污水处理厂处理。

2、内部集输站场

项目采气井站为无人值守，无生活污水产生，仅产生少量检修废水，产生量约 1m³/次，每年检修 4 次，项目产生的检修废水总量约 16m³/a，送净化厂废水处理装置处理。

项目集气装置位于净化厂内，无生活污水产生，分离产生的气田水量为 120m³/d。

3、外输站场

项目外输装置位于净化厂内、外输末站与已建渡口河末站合建，无生活污水产生，仅产生少量检修废水，产生量约 1m³/次，每年检修 4 次，项目产生的检修废水总量约

8m³/a，检修废水排入净化厂废水处理单元处理后回用。

4、天然气净化厂

(1) 正常工况

正常生产时，项目脱硫单元、脱水单元、空氮站、分析化验室产生的生产废水，主要污染物为机械杂质、盐类及有机物等，排放规律为间断排放；硫磺回收单元、尾气处理单元、循环水系统、锅炉房排出的生产废水，主要污染物为机械杂质、盐类及微量烃类等，排放规律为连续排放。生活污水主要来自于食堂、办公楼等生活污水，排放规律为连续排放。

项目脱硫单元、脱水单元、空氮站、分析化验室产生的生产废水由污水收集系统收集后，自流汇入生化污水处理装置进行处理，处理达标后回用于循环系统补充水、厂区绿化及冲洗用水，不外排。

硫磺回收单元、尾气处理单元、循环水系统、锅炉房排出的生产废水，经污水收集系统收集后，进入深度处理单元进行处理。深度处理单元产生的淡水与酸水汽提装置产生的尾水用于锅炉补充水、循环系统补充水，浓盐水进入蒸发结晶单元深度处理，污染物结晶析出，产品水回用为锅炉补充水、循环系统补充水。

(2) 非正常工况

非正常工况下产生的检修废水主要来自脱硫、脱水装置等检修时排出的含 MDEA（甲基二乙醇胺）及 TEG（三甘醇）等有机污染物的污水，其中 COD、石油类含量较高，类比同类项目检修废水石油类含量约 20mg/L。。

检修废水收集后进入检修污水池储存，适量提升至生化污水处理装置与其他生产废水掺和处理。

(3) 事故状态

天然气净化厂在事故状态下可能外溢的事故废液及废水主要有危险化学品溶剂及露空工艺管道事故排放废水、消防废水以及事故期间受污染的初期雨水，其中可能外溢有机溶剂 860m³、消防用水量 648m³、初期雨水量约 204m³，事故废水最大产生量为 1712 m³/次。

事故废水收集后进入检修污水池储存，适量提升至生化污水处理装置与其他生产废水掺和处理。

净化厂废水水量、水质情况见表 4.2-18。

表 4.2-18

净化厂废水水量、水质表

单位: mg/L, pH 除外

项目	类别	水量 (m ³ /d)	COD _{cr}	BOD ₅	S ²⁻	pH	SS	Cl ⁻	石油 类	备注	去向
生产 废水	硫磺回收 装置	41				< 7.5	≤200	≤300		含盐等	去深度处 理装置
	尾气处理 装置	515.05	≤3000					≤300		含 MDEA、盐等	
	锅炉房	513						≤300		含盐度	
	循环水系 统排水	364	≤60			7~ 9	≤30			含磷酸盐类等	
	脱硫装置	1.0	≤2200	≤800		< 7.5	≤200			含 MDEA、SS 等	去生化处 理装置
	分析化验 室	1.0	≤200			< 6.5	≤200			含硫化物、石油 类、SS 等	
	脱水装置	2.4	≤3000	≤1000		< 7.5	≤200			含 TEG、SS 等	
	空氮站	0.5	≤800				≤200			含石油类、机械杂 质等	
净化厂生活污水		13.5	≤400	<300		6~ 9				含氨氮、总磷等	去生化处 理装置
检修废水		48	≤10000	≤5000					≤20	含石油类、 MDEA、TEG 等	
初期雨水 (m ³ / 次)		204								含 MDEA、TEG 等	
事故废水(m ³ /次)		1712	≤100000	≤60000	≤50					含 MDEA、TEG、 H ₂ S 等	

5、项目水平衡

项目正常生产时新鲜水用量约 922.41m³/d，其中用于倒班公寓生活用水约 60.66m³/d，净化厂中控室生活用水约 15m³/d，循环系统新鲜水用水量约 785.75m³/d，脱硫装置新鲜水用量 12m³/d，分析化验室新鲜水用量 1m³/d，设备检修新鲜水用量 48m³/d。

项目水平衡表见表 4.2-19，水平衡图见图 4.2-4。

表 4.2-19

项目水量平衡表

(单位: m³/d)

工艺单元	投入			去向	
	新鲜水	来水	生成水	消耗	去水
检修废水	48				48 去生化处理单元)
脱硫单元	12	158.4(来自锅炉房)		169.4	1(去生化处理单元)
脱水单元			2.4		2.4(去生化处理单元)
硫磺回收单元		41(来自锅炉房)			41(去深度处理单元)
尾气处理单元		35.04(来自锅炉房)			35.04(去深度处理单元)
空氮站			0.5		0.5(去生化处理单元)
分析化验室	1				1(去生化处理单元)
锅炉房		816(深度处理系统 196.32、蒸发结晶装置 139.68、酸水汽提装置 480)		68.56	747.44 (其中 513 去深度处理单元, 158.4 去脱硫装置, 41 去硫磺回收装置, 35.04 去尾气处理装置)
生化处理单元		66.4 (来自中控室、脱硫装置等单元)		8.11	58.29 (去中水池)
中水池		797.25 (生化处理单元 58.29、深度处理单元 738.96)		23 (用作绿化用水)	774.25 (去循环冷却系统)
循环水系统	785.75	774.25(来自中水池)		1069.76	490.24(去深度处理单元)
蒸发结晶单元		144(来自深度处理单元)		4.32	139.68 (回用于锅炉房)
深度处理单元		1079.28(其中 513 来自锅炉房、490.24 来自循环水系统、41 来自硫磺回收装置、35.04 来自尾气处理装置)			1079.28(其中 935.28 去锅炉房、循环水系统, 144 去蒸发结晶单元)
酸水汽提单元			480		480 去锅炉房
综合公寓	60.66			60.66 (消耗 6.06、54.6 去罗文镇生活污水处理厂)	
净化厂生活污水	15			1.5	13.5(去生化处理单元)
小计	922.41	3911.62	482.9	1405.31	3911.62
合计		5613.93			5613.93

图 4.2-4 项目水平衡图

4.2.2.4 固体废弃物

1、内部集输工程

运营期采气井站、采气管线无固废产生，集气装置清管收球筒产生的清管废渣，主要成份是硫化亚铁、井内杂屑、机械杂质，为一般工业固体废弃物，代码为 072-001-99。根据类比调查，含硫管道清管作业频率为 4 次/年，每次清管废渣产生量约 1.5kg/km，本项目内部集输工程管线总长 13.2km，清管废渣产生量约 20kg/次，每年产生量约 80kg，收集后送地方一般工业固废堆放场处置。

2、天然气净化厂

天然气净化厂运营期产生的固体废弃物主要为废有机溶剂、废催化剂、废弃滤芯、污泥、结晶盐以及生活垃圾等。具体如下：

① 废有机溶剂

项目脱硫单元使用的高效脱硫剂、脱水单元使用的 TEG 溶剂、尾气处理单元使用的 MDEA 溶剂 5 年更换 1 次，产生的废有机溶剂为危险废物，废物类别为 HW06，代码 900-404-06，年产生量约 260 吨，送具有危废处置资质单位处置。

② 含废有机溶剂废物的废活性炭及其他过滤吸附介质

项目脱硫单元、脱水单元、尾气处理单元产生的含废有机溶剂废物的废活性炭及其他过滤吸附介质为危险废物，废物类别为 HW06，代码 900-405-06，年产生量约 40 吨，送具有危废处置资质单位处置。

③ 废矿物油及含油废物

项目各类设施保养产生的废矿物油及含油废物为危险废物，废物类别为 HW08，代码 900-249-08，年产生量约 20 吨，送具有危废处置资质单位处置。

④ 废油漆

项目运营中产生的失效、变质的油性漆为危险废物，废物类别为 HW12，代码 900-299-12，年产生量约 2 吨，送具有危废处置资质单位处置。

⑤ 废催化剂

项目硫磺回收单元、尾气处理单元产生的废催化剂为危险废物，废物类别为 HW50，代码 251-016-50，年产生量约 105m³/a（105 吨/年），送具有危废处置资质单位处置。

⑥ 废包装容器及过滤介质

项目沾染毒性危废的包装材料或容器为危险废物，废物类别为 HW49，代码 900-041-49，年产生量约 20 吨，送具有危废处置资质单位处置。

⑦ 废酸

项目实验室使用产生的各类废酸为危险废物，废物类别为 HW34，代码 900-0349-34，年产生量约 0.05 吨，送具有危废处置资质单位处置。

⑧ 废铅酸电池

项目设备设施使用的废弃铅酸电池为危险废物，废物类别为 HW49，代码 900-044-39，年产生量约 0.05 吨，送具有危废处置资质单位处置。

⑨ 结晶盐

项目蒸发结晶单元产生的结晶盐未在危废名录之列，产生量约 1584 吨/年，项目运营前期按危险废物进行管理，同期开展鉴定工作，根据鉴定结果进行处置。

⑩ 水处理污泥

项目水处理单元产生的污泥产生量约 30 吨/年，在项目运营前期按危险废物进行管理，同期开展鉴定工作，根据鉴定结果进行处置。

⑪ 水处理系统滤芯、滤膜

水处理系统产生的废滤芯、滤膜约 5t/a，在项目运营前期按危险废物进行管理，同期开展鉴定工作，根据鉴定结果进行处置。

⑫ 生活垃圾

项目定员 130 人，生活垃圾产生量按每人每天产生 0.5kg 计，项目生活垃圾产生量约 21.5t/a，送罗文镇生活垃圾处理站，由当地环卫部门统一处理。

表 4.2-20

天然气净化厂固体废弃物排放统计表

废物名称	主要来源	主要成分	预计年产生量	是否为危险废物	废物类别	废物代码
废有机溶剂	脱硫单元、脱水单元、尾气处理单元	有机溶剂	260t	是	HW06	900-404-06
含废有机溶剂废物的废活性炭及其他过滤吸附介质	脱硫单元、脱水单元、尾气处理单元	吸附材料、有机溶剂	40t	是	HW06	900-405-06
废矿物油及含油废物	设备设施保养	矿物油	20t	是	HW08	900-249-08
废油漆	使用过程中产生的失效、变质的油性漆	树脂、颜料、溶剂及助剂等	2t	是	HW12	900-299-12
废催化剂	硫磺回收单元、尾气处理单元	Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、TiO ₂	210t	是	HW50	251-016-50

废物名称	主要来源	主要成分	预计年产生量	是否为危险废物	废物类别	废物代码
废包装容器及过滤介质	可能有毒性的包装材料及容器	金属、塑料等包装材料、溶剂等有毒有害物	2t	是	HW49	900-041-49
废酸	实验室使用	酸	0.05t	是	HW34	900-349-34
废铅酸电池	设备设施使用	酸、铅	0.05t	是	HW49	900-044-49
蒸发结晶工业盐	蒸发结晶单元蒸发后产物	NaCl、CaCl ₂ 、Mg Cl ₂	1584t	开展危废鉴定，在此之前按照危废进行管理	/	/
水处理设施污泥	废水生化、气田水处理等环节产生	污泥	30t		/	/
水处理系统滤芯、滤膜	水处理系统	废弃滤芯、滤膜	5t		/	/
生活垃圾	日常生活	/	21.5t	否	/	/

3、外输工程

运营期外输首站、外输管线无固废产生，外输末站清管收球筒产生的清管废渣，主要成份是硫化亚铁、机械杂质，为一般工业固体废弃物，代码为 072-001-99。根据类比调查，外输管道清管作业频率为 1 次/年，每次清管废渣产生量约 0.5kg/km，本项目外输管线总长 61.5km，清管废渣产生量约 30kg/a，收集后送地方一般工业固废堆放场处置。

4.2.2.5 噪声

1、内部集输站场

正常生产时，各井站和集气装置噪声主要来源于节流阀、分离器等设备产生的气流噪声，噪声大小与天然气产量有关，一般天然气产量越大，噪声也越大。

检修或事故时，噪声主要来源于放空火炬的气流声，其声级大小取决于放空量的大小。经调查，放空噪声一般较大，其声级一般为 100~110dB(A)，但放空时间短，一般为 30min。

内部集输站场各噪声源的声级见表 4.2-21。

表 4.2-21 内部集输站场噪声源及声级

站场	噪声源	单台声级 (dB(A))	数量	排放规律
1 号采气井站	节流阀	62	8	连续排放
	分离器	65	3	连续排放
	放空火炬	100-110	1	临时排放

站场	噪声源	单台声级 (dB(A))	数量	排放规律
2 号采气井站	节流阀	62	2	连续排放
	分离器	65	1	连续排放
	放空火炬	100-110	1	临时排放
4 号采气井站	节流阀	62	4	连续排放
	分离器	65	2	连续排放
	放空火炬	100-110	1	临时排放
5 号采气井站	节流阀	62	2	连续排放
	分离器	65	1	连续排放
	放空火炬	100-110	1	临时排放
集气装置(净化厂)	分离器	65	1	连续排放
	段塞流捕集器	65	1	连续排放

2、天然气净化厂

天然气净化厂产生的噪声主要有风机噪声、工业泵噪声、排气放空噪声等，其中主要噪声源为空压机、氮气站，主要噪声设备声级强度见表 4.2-22。

表 4.2-22

净化厂的噪声源强

单位: dB(A)

装置名称	噪声源	使用台数	单台声级	降噪措施	增加措施后单套声级	排放规律
脱硫装置	贫液循环泵	2	87	减振、隔声	82	连续
	热贫液泵	2	82	减振、隔声	77	连续
	再生塔顶回流泵	2	82	减振、隔声	77	连续
	溶液补充泵	2	82	减振、隔声	77	连续
尾气处理装置	急冷水泵	2	87	减振、隔声	82	连续
	富液泵	2	87	减振、隔声	82	连续
	焚烧炉风机	2	90	消声、柔性接头	80	连续
	酸气空冷器	2	82	减振、隔声	77	连续
	胺液补充泵	1	82	减振、隔声	77	连续
	再生塔回流泵	2	82	减振、隔声	77	连续
	贫液泵	2	82	减振、隔声	77	连续
	贫液空冷器	4	80	减振、隔声	72	连续
	酸水排放罐液下泵	1	82	减振、隔声	77	连续
	酸水汽提塔进料泵	2	82	减振、隔声	77	连续
	酸水汽提塔底泵	2	82	减振、隔声	77	连续
脱水装置	TEG 循环泵	4	90	减振、隔声	82	连续
	TEG 补充泵	2	82	减振、隔声	77	连续
硫磺回收	液硫泵	2	87	减振、隔声	82	连续
	主风机	1	87	消声、柔性接头	82	连续
	液流脱气泵	2	87	减振、隔声	82	连续
循环水泵房	循环水泵	4	87	减振、隔声	82	连续
硫磺成型	液硫泵	1	87	减振、隔声	82	连续
	硫磺滚筒造粒系统	2	85	减振、隔声	75	连续
污水处理装置	机泵	8	80	减振、隔声	72	连续
	鼓风机	1	85	消声、柔性接头	77	连续

装置名称	噪声源	使用台数	单台声级	降噪措施	增加措施后单套声级	排放规律
锅炉房	水泵	1	85	减振、隔声	77	连续
	鼓风机	1	85	消声、柔性接头	77	连续
给水工程	取水泵	1	85	减振、隔声	77	连续
	S 型单级双吸离心泵	1	90	减振、隔声	82	连续
通风空调设备	风机	1	90	消声、柔性接头	80	连续
除盐水装置	水泵	1	90	减振、隔声	80	连续
气田水汽提装置	酸水液下泵	2	85	减振、隔声	77	连续
	气田水输送泵	2	85	减振、隔声	77	连续
空气氮气系统	空压机	4	105	减振、隔声	96	间歇
	变压吸附制氮机	2	82	减振、隔声	75	连续
集气装置	分离器	1	65	/	65	连续
	段塞流捕集器	1	65	/	65	连续

3、外输首站

外输首站噪声主要来源于计量装置产生的气流噪声，噪声大小约为 65dB(A)。

4、外输末站

外输末站站噪声主要来源于汇管产生的气流噪声，噪声大小约为 75dB(A)。

5、气田水回注站

气田水回注井站只在白天运行，噪声主要来源于高压回注泵的设备噪声，噪声大小约为 77dB(A)。

4.2.2.6 “三废”排放统计

项目“三废”排放统计见表 4.2-23。

表 4.2-23 项目“三废”排放统计表

污染物类型	污染物种类		污染因子	产生量	排放量	排放浓度	拟采取的处理措施
废气	内部集输工程	加热炉尾气	NO _x	3.2t/a	3.2t/a	/	加热炉烟囱排放
		长明灯尾气		1.6t/a	1.6t/a	/	放空火炬排放
	净化厂工程	尾气处理装置尾气	SO ₂ 、NO _x	391.36t/a、63.68t/a	391.36t/a、63.68t/a	400mg/m ³ 、65mg/m ³	尾气烟囱排放
		锅炉尾气	SO ₂ 、NO _x	7.36t/a、29.28t/a	7.36t/a、29.28t/a	20mg/m ³ 、80mg/m ³	锅炉烟囱排放
		长明灯尾气	NO _x	1.6t/a	1.6t/a	/	放空火炬排放
		臭气处理系统尾气	H ₂ S、VOC _s	6.08×10 ⁻⁵ t/a、8×10 ⁻⁵ t/a	6.08×10 ⁻⁵ t/a、8×10 ⁻⁵ t/a	/	臭气处理装置排气筒排放
		无组织排放	H ₂ S、VOC _s	0.09t/a、3.4t/a	0.09t/a、3.4t/a	/	无组织排放
废水	倒班公寓生活污水		COD、氨氮	18018m ³ /a	0	/	送罗文镇污水处理厂
	内部集输	检修废水	SS、石油类	34m ³ /a	0	/	送净化厂废水处理装置处理后回用
		气田水	COD、Cl ⁻	39600m ³ /a	0	/	回注
	天然气净化厂	脱硫装置	含 MDEA、SS 等	330m ³ /a	0	/	送净化厂废水处理装置处理后回用
		分析化验室	含硫化物、石油类、SS 等	330m ³ /a	0	/	
		脱水装置	含 TEG、SS 等	792m ³ /a	0	/	
		空氮站	含油类、机械杂质等	165m ³ /a	0	/	
		硫磺回收装置	含盐等	13530m ³ /a	0	/	
		尾气处理装置	含 MDEA、盐等	169966.5m ³ /a	0	/	
		锅炉房	含盐度	169290m ³ /a	0	/	
		循环水系统排水	含磷酸盐类等	120120m ³ /a	0	/	
		净化厂生活污水	含氨氮、总磷等	4455m ³ /a	0	/	
		检修废水	含 MDEA、TEG 等	15840m ³ /a	0	/	
		事故废水	含 MDEA、TEG、H ₂ S 等	1508m ³ /次	0	/	
	外输工程	检修废水	SS、石油类	8m ³ /a	/	/	送净化厂废水处理装置处理后回用

污染物类型	污染物种类		污染因子	产生量	排放量	排放浓度	拟采取的处理措施
噪声	内部集输工程		站场节流阀、分离器等	62~65dB	62~65dB	达标排放	噪声源合理布局，采用隔声材料等
	天然气净化厂		空压机、风机、各类泵等	65~105dB	65~96dB	达标排放	噪声源合理布局，修建空压机房加衬弹性垫料等
	外输工程		站场汇管等	65~75dB	65~75dB	达标排放	噪声源合理布局，采用隔声材料等
	气田水回注站		回注站机泵噪声	77dB	77dB	达标排放	噪声源合理布局，修建泵房等
固废	内部集输工程	清管废渣	FeS、机械杂质	80kg/a	0	/	送地方一般工业固废堆放场处置
	天然气净化厂	废有机溶剂	/	260t/a	0	/	送危废资质单位处置
		含废有机溶剂的过滤吸附介质	/	40t/a	0	/	送危废资质单位处置
		废矿物油及含油废物	/	20t/a	0	/	送危废资质单位处置
		废油漆	/	2t/a	0	/	送危废资质单位处理
		废催化剂	/	105t/a	0	/	送危废资质单位处理
		废包装容器及过滤介质	/	2t/a	0	/	送危废资质单位处理
		废酸	/	0.05t/a	0	/	送危废资质单位处理
		废铅酸电池	/	0.05t/a	0	/	送危废资质单位处理
		蒸发结晶工业盐	NaCl、CaCl ₂ 、Mg Cl ₂	1584t/a	0	/	运营前期按危废进行管理，同期开展鉴定工作，按鉴定结果处置
		水处理设施污泥	污泥	30t/a	0	/	
		水处理系统滤芯、滤膜	/	5t/a	0	/	
		生活垃圾	/	21.5t/a	0	/	送罗文镇生活垃圾处理场
	外输工程	清管废渣	FeS、机械杂质	30kg/a	0	/	送地方一般工业固废堆放场处置

4.3 平面布置合理性分析

4.3.1 井场

施工期钻井井场按照《钻前工程及井场布置技术要求》（SY/T5466-2013）、《含硫化氢油气井安全钻井推荐作法》（SY/T5087-2005）中的相关要求布置，井口周边无高压线、铁路、高速公路等永久性设施，无学校、医院、大型油库等人口密集性、高危型场所，井场方向、大门方向、井口间距、钻机、油罐、应急池、井控设备等布置满足规范要求；同时井口周边 300m 人居将进行拆迁，施工作业不会对井场周边居民产生明显不利影响，因此本次评价认为施工期井场平面布置是合理的。典型井站施工期平面布置见附图 4.3-8~9。

运营期采气井站参照《西南油气田站场公用工程标准化设计手册》（2017 年版）进行布置，将工艺装置区、阀组区布置在后场，同时尽量利用现成的钻井基础作为设备基础，井口装置区布置在井口，站内设置 15m×15m 回车场，进站设 4m 宽混凝土车行道，符合《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）的要求。井场设置一处大门和一处逃生门。放空火炬区布置在井场外地势较高处，满足环境保护与热辐射防护的相关要求。各井站总平面布置见附图 4.3-2~5。

4.3.2 天然气净化厂

项目集气装置、外输首站均位于净化厂内东北角，方便原料天然气进厂和产品天然气出厂。

厂区西南侧布置液硫储罐区、硫磺成型及包装机厂房、硫磺仓库，紧靠厂外货运道路，方便工厂副产品硫磺出厂；西北侧布置中央控制室及紧急集合点，紧靠厂外主干道，方便人员进出，并将人流、货流分开；消防罐区、循环水装置区等公辅工程位于厂区中部，将工艺装置区与人员活动较多的中央控制室、分析化验室、硫磺装车区等隔离开；危废暂存间、检修库房位于厂区东北角，方便检修产生的各类废弃物暂存，各装置区的布置符合工艺流程的总体要求。

厂址最大频率风向为西北风，最小频率风向为东风。厂址位于罗文镇东南侧，即罗文镇全年最大频率风向的下风侧，对其污染较小；放空火炬区布置在厂区东侧，位于全厂全年最小频率风向的上风侧，对厂区污染较小，有利于环保。厂区内大部分建

筑物为南北向，朝向较佳。

工厂噪声源主要来源于主体工艺装置区和辅助生产设施，总平面布置将这些产生噪声源的设施布置于远离人员集中场所，可减小噪声污染。

为了给职工创造良好的工作环境，本设计利用厂区内空地全面绿化，种植抗、吸收 H_2S 、 SO_2 植物，可减少环境污染。

因此，净化厂平面布置从环境保护的角度是合理的，净化厂平面布置见附图 4.3-1。

4.3.3 外输末站

项目外输末站在已建北外环渡口河站进行改扩建，在渡口河站站内新增工艺装置区，新增工艺装置区平面布置、新增工艺装置区与已建站场各类设施间距符合《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）的要求。平面布置见附图 4.3-6。

5 区域自然环境概况

5.1 自然环境

5.1.1 地理位置

铁山坡气田位于四川省万源市罗文镇和宣汉县毛坝镇、黄金镇境内。主体工程区北距万源市城区约 60km，南距达州市城区约 89km。

图 5.1-1 评价区地理位置图

5.1.2 地形地貌

项目区属川东北侵蚀构造之中山-低山地形，区内山高谷深，地形崎岖复杂，峰顶标高一般 700~1000m，峰谷高差在 400~800m。调查区内最低高程为 340m 左右，位于黄金镇场镇，最高点位于调查区北侧独树子峰顶，高程为 1250m。

调查区整体地势北高南低，后河毛坝段及中河黄金镇康乐村段左岸地势较为平缓，切割深度一般 100~200m，属于丘陵宽谷区。前者往西及往北地势逐渐抬高，后者往东侧及东南侧逐渐抬高，切割深度一般 300~500m，最大切割深度可达 800m 以上，沟谷多为深切地貌，整体属于山地地貌。

根据成因和形态特征，区域地貌分为中山、中低山及低山、宽谷丘陵四种类型。

5.1.2.1 中山

区域内西北部及东南角以中山为主，受构造作用隆起，受到了强烈的侵蚀切割作用而形成中山地貌。按地貌形态和成因可分为台梁中山、单斜中山及梳状中山。

(1) 台梁中山地形

主要分布于评价区北部偏西以及南东角，即后河北西侧石岩口以北和后河南东侧康乐东南区域，该区域产状较为平缓，倾角一般小于 10°，岩层软硬相间，岩层近于水平迭置。该区域地层主要为白垩系底层及蓬莱镇组砂、泥岩构成，泥岩多分布于台面，砂岩则形成崖坎。受到强烈的侵蚀切割，切割深度一般 500~700m，最大可达约 880m，形成阶地状台梁—窄谷地形，沟谷多以“V”型谷为主，最高一级台地分布标高 1000~1200m，台面平面上呈不规则的锯齿形状，宽度 500~1500m，台梁展布方向为

北西～南东向。

(2) 单斜中山地形

主要分布于罗文镇以北、后河北东侧至分水岭附近区域，位于石窝场向斜两翼。山体主要由蓬莱镇组、遂宁组砂岩和泥岩不等厚互层构成，次为沙溪庙组上段地层，在构造和侵蚀作用下，形成与构造一致的单斜山，峰顶标高 1100～1250m，谷底标高 380～800m，高差>500m。沟谷的发育主要为与构造线大致平行，少量为直交，顺构造线发育的沟谷呈不对称型，顺层向地形坡度缓，谷坡长而缓，岩层倾角与地形坡度角大致相同，岩层倾角与地形坡度角相差 10～30°，倾向西和北西；逆层向地形坡度陡峻。垂直于构造线发育的沟谷呈深切的“V”字型。

(3) 梳状中山地形

分布于调查区西部，呈条带状展布于涪阳-五龙山背斜南西侧及其北西端。由侏罗系蓬莱镇组、遂宁组砂岩、沙溪庙组上段及白垩系地层组成，蓬莱镇组砂岩形成长垣状、锯齿状山脊，其展布方向为北东北向。岭脊标高 700～1150m，切割深度 300～800m。该区域地层产状较陡，倾角多在 20～46°之间，沟谷发育方向多平行于倾向，山体两侧不对称，北陡南缓、西陡东缓，被沟谷切割后，呈沟谷相间的梳状地貌景观。沟谷多为深切，沟谷宽度较小，多小于 150m，少有阶地分布。仅可在少量河谷较宽处可见阶地零星分布，如后河罗文场镇段北东侧可见宽约 250m 的河流冲洪积堆积物，形成较为连续的阶地。其余各处仅可见少量零星的冲洪积物，多不能形成连续的阶地及漫滩等。

5.1.2.2 中低山

主要分布于区域北东角至南侧边缘中部带状区域及罗文镇东西两侧区域，中低山地貌的形成以构造作用为主，并受到外力长期强烈的侵蚀切割作用。该地貌单元内地形较为陡峻，沟谷地带切割较深，河流两岸多呈陡坎状，局部可见窄带状的阶地零星分布，且不连续，谷底标高一般 340～780m。峰顶标高一般 500～900m，最高可达 980m。区内多见连续的馒头状山峰分布，连接呈条带状，西部多呈南东向展布，东部多为南西向展布，为管线穿越的主要区域。

按地貌形态和成因可划分条状中低山、块状中低山。

(1) 条状中低山地形

该地貌类型主要呈条带状分布于分水岭东侧，展布方向南西，由侏罗系沙溪庙组、

千佛崖组地层组成,谷底标高 340~780m,峰顶标高 500~950m,切割深度 500~600m。该地貌类型主要经过黄金口背斜,岭脊走向与构造线一致,为北东向,以条带山地的形式展布,其中沟谷过垂直或近垂直构造线方向发育,多呈“V”字型。黄金 1 回注井位于该地貌类型单元中。

(2) 块状中低山地形

分布于罗文镇以西区域,由沙溪庙组、千佛崖组地层组成,峰顶标高 600~980m,谷底标高 360~500m,相对高差 500~550m。该地区地层倾角较缓,多在 18~25°之间,沟谷切割深,发育方向不一致,地形较破碎,山顶面以零碎的方山和桌状山为特征,周边多由砂岩形成陡崖。集输管线、净化厂和井场均处于该类地貌单元中。

5.1.2.3 低山

评价区南西角毛坝镇以东区域,以及工作区北东侧脊状窄谷地形属于低山地貌,面积为 46.43km²。主要由沙溪庙组地层组成,次为千佛崖组地层,岩层产状平缓,倾角多小于 20°,山体被切割成不规则的爪状山脊,沟谷常呈“U”形,多呈东西向发育。峰顶标高 400~900m,谷底标高一般 340~780m,相对高差 100~300m。沟谷多较开阔,切割强度较弱,谷坡较平缓,河流沿岸多有较为连续的阶地分布,且发育形态较为完全。

5.1.2.4 宽谷丘陵

分布于南西侧后河毛坝段、中河黄金镇康乐村段左岸及南坝镇渡口河分输站下游,呈平坝丘陵景观,丘顶标高一般 400~480m,切割深度 60~120m,发育有山间平坝,一般宽度 100~300m,长 1000~2000m。河谷两侧有较完整的阶地保存。

5.1.3 地层岩性

区域内主要出露的地层为:第四系全新统冲积层、残坡积层;白垩系下统苍溪组;侏罗系上统蓬莱镇组、遂宁组,中统沙溪庙组、千佛崖组。区域出露的各地层岩性特征及其分布见表 5.1-1。

本次评价区内井场、净化厂、回注井以及内部集输管线等工程建设地带出露的地层主要有四种,下面分别详述,外输管线黄金镇-渡口河段穿越地层主要为蓬莱镇组,在此不进行详细论述。

1、侏罗系中统千佛崖组(J_{2q})

该类地层主要分布于 1 号井场以及集输干线西段，区域内岩性为灰绿色砂质泥岩，泥质砂岩夹有薄层粉细砂岩，底部为一层灰色厚层钙质细砂岩，上部也可见厚层细砂岩。在井场附近多见底部的灰色细砂岩。根据收集的资料，井场下游 ZK1 号钻孔细砂岩总厚 76.69m，占钻孔揭露该层厚度的 91.73%；砂质泥岩厚 6.91m，仅占钻孔揭露该层厚度的 8.26%，结合 ZK2 号钻孔分析，其中揭露的砂岩平均比例为 94%，砂岩厚度远大于泥岩厚度。但风化层厚度较薄，一般小于 30m。位于 1 号井场 B 平台场地范围内的 SK01 钻孔总深度 50.2m，揭露上部厚层细砂岩和灰褐色的泥岩、砂质泥岩，砂岩单层厚度一般为 19~37m，最薄为 4.41m，砂岩及泥质砂岩总厚度为 44.4m，泥岩及砂质泥岩总厚度为 3.4m。SK02 钻孔揭露泥岩总厚度 3.35m，砂岩及泥质粉砂岩总厚度 42.85m。

2、侏罗系中统沙溪庙组下段（J_{2s}¹）

该类地层在评价区内主要分布在黄金口背斜两翼，其岩性为底部为一层黄灰绿色块状钙质中粒砂岩，厚度 15m 左右，其上以紫红色粉砂质泥岩为主，每隔 30~50m 可见一层厚 5~7m 的灰色钙质细砂岩。资料显示，砂岩厚度与泥岩厚度比例差异较大。在评价区东北侧厂溪乡李家沟附近，ZK8 号钻孔揭露砂岩厚度为 32.86m，占钻孔揭露厚度的 59.76%；泥岩厚度为 22.13m，占钻孔揭露厚度的 40.24%。本次勘察位于铁山坡 2 号井场北侧的 SK03 钻孔，揭露总深度 50.3m，其中砂岩单层厚度可达 29m，其余均为泥质粉砂岩，未见明显泥岩分布。

表 5.1-1 区域地层特征及分布表

3、侏罗系中统沙溪庙组上段（J_{2s}²）

评价区内铁山坡 4 号、5 号井场以及 80%以上的集气管道范围内出露地层均为沙溪庙组上段，区域内岩性上部为结核的紫红色粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹透镜体亚长石砂岩，下部为紫红色、棕红色泥岩与黄褐色厚层状长石石英砂岩，相隔 80~100m 可见一层 5~7m 厚的砂岩。天然气净化厂内 SK04 钻孔揭露的砂岩单层厚度一般为 3.65~8.4m，最厚可达 23.51m，最薄仅为 1.2m，砂岩总比例为 50.38%，与泥岩分布厚度基本相当；铁山坡 4 号井场砂岩单层厚度一般为 2.8~8.2m，最厚可达 23.50m，最薄为 2.1m，砂岩总比例为 45%，稍少于泥岩厚度。结合区域资料分析，评价区内钻

孔揭露的为该地层的中上部，砂泥岩比例较均衡，风化程度普遍较弱，厚度较薄。

表 5.1-2 工作区钻孔揭露岩层统计表

孔号	孔深（m）	地理位置	地层	岩性	真实厚度（m）
SK01	50.2	宣汉县毛坝镇***	J ₂ q	砂岩类	33.3
			J ₂ q	粉砂岩类	9.1
			J ₂ q	泥岩类	6.5
SK02	50.5		J ₂ q	砂岩类	26.5
			J ₂ q	粉砂岩类	8.3
			J ₂ q	泥岩类	6.8
SK04	60.0	万源市罗文镇***	J ₂ s ²	砂岩	51.05
			J ₂ s ²	泥岩类	5.6
ZK3	80.18	万源市罗文镇***	J ₂ s ²	泥岩类	30.77
			J ₂ s ²	砂岩	41.03
ZK4	70.1	万源市罗文镇***	J ₂ s ²	泥岩类	38.85
			J ₂ s ²	粉砂岩类	27.7
ZK5	70.17	万源市罗文镇***	J ₂ s ²	泥岩类	19.43
			J ₂ s ²	粉砂岩类	20.24
			J ₂ s ²	砂岩	25.76
SK03	50.3	万源市罗文镇***	J ₂ s ¹	泥岩类	29.0
			J ₂ s ¹	粉砂岩类	20.65
ZK6	80.5	万源市罗文镇***	J ₂ s ²	泥岩类	46.57
ZK7	70.2		J ₂ s ²	砂岩	30.03
			J ₂ s ²	泥岩类	30.67
			J ₂ s ²	砂岩	31.68
ZK8	70.5	宣汉县厂溪乡***	J ₂ s ¹	泥岩类	22.13
			J ₂ s ¹	粉砂岩类	9.16
			J ₂ s ¹	砂岩	23.7
ZK9	60.4		J ₂ s ¹	泥岩类	20.44
			J ₂ s ¹	粉砂岩类	3.05
			J ₂ s ¹	砂岩	23.15
SK05	50.7	宣汉县黄金镇***井	J ₂ s ¹	砂岩类	7.05
			J ₂ s ¹	粉砂岩类	39.65

备注：泥岩类包括：泥岩、粉砂质泥岩，砂质泥岩；粉砂岩类包括：粉砂岩、泥质粉砂岩；砂岩包括：细砂岩、长石英砂岩等；

ZK1~ZK9 为前期勘察孔，SK01~SK05 为本次水文地质钻孔。

4、第四系全新统冲洪积层（Q₄^{al+pl}）

主要分布于中河、后河两岸河漫滩之上，以及其主要支沟两岸较平坦的地段。岩性主要由卵石、碎石、圆砾组成，其结构松散。如回注井上覆第四系全新统冲洪积层多为未胶结的卵石、砾砂、圆砾，成分不一、大小不等，排列无序。

5、第四系全新统残坡积层 (Q_4^{el+dl})

在区内所占面积较大，主要分布于地势较平坦的斜坡之上。主要由粉土，粉质粘土组成，但是普遍厚度较薄，一般不超过 2m，构成了区内浅层地下水的包气带。其厚度不均，为 0.4~1.75m 不等，成份不一。本次勘察位于天然气净化厂的 SK04 钻孔揭露第四系全新统残坡积层厚度为 3.35m，岩性为黄棕色砂土、粉砂质黏土。

本次环评补充了水文地质勘察及资料收集钻孔实际揭露情况见表 5.1-2 所示。

5.1.4 地质构造

5.1.4.1 地质构造

区域构造处于大巴山歹字型构造中段的南侧（又称大巴山弧形构造带）与四川盆地东北部新华夏构造带的复合交替部位，因此，区内构造线展布方向多变，构造形迹主要为褶皱构造，其次为褶皱次生逆断层。该区内褶皱多呈北东向和北西向构造，主要包括涪阳-五龙山背斜、石窝场向斜、黄金口背斜，断层多平行于褶皱轴向。主要构造描述如下：

（1）涪阳-五龙山背斜

为大巴山外弧褶皱带构造，该背斜形状狭长，东南插入黄金口背斜至石头寨高点与黄金口背斜轴相接，向北西倾伏，西段向南东倾伏，北西翼河口场一带产状突变，地层倾角由 40° 变为 10° ，在秦家河轴线扭曲很大，轴部产生张性节理及小断裂。轴线呈 $295^\circ\sim 300^\circ$ ，两翼倾角为 $4^\circ\sim 16^\circ$ 。评价区内的大部分井场位于其南东段近倾末端；天然气净化厂位于其北东翼部。

（2）石窝场向斜

属大巴山外弧褶皱带构造，该向斜西北端在陈家山翘起，倾角为 2° ，东南端在桅杆坝翘起，轴线在沙滩河扭曲数次。长 42km，轴线呈 305° ，两翼倾角为 $SW6^\circ$ 左右、 $NE10^\circ$ 左右。

（3）黄金口背斜

属新华夏系构造体系。从宣汉罗家坪往北经毛坪到官渡场，长条状北东向构造，地形突起，轴向变化小，仅在五块石处扭动较大，工区有一高点（石头寨及付家山）北东平缓，轴线由北东 40° 转向南东 100° 呈鼻状构造出工区南西于宣汉双河场之东圈闭。两翼倾角 $SE50^\circ\sim 70^\circ$ 、 NW 一般 30° 。黄金 1 回注井位于该背斜的东南翼。

（4）鱼横山断层

属大巴山外狐褶皱带构造，发育于北东翼，长 5km，走向北西，倾向南西，倾角 65°。发育于涪阳-五龙山背斜和石窝场向斜之间，位于评价区北西部。

(5) 黄金口断层

长 14km，走向北东，资料显示其为一隐伏断层，从嘉陵江组至奥陶系地层发生错断。黄金 1 回注井紧邻该断层西北侧。

图 5.1-2 铁山坡气田飞仙关气藏开发工程区域构造图

5.1.4.2 裂隙发育情况

评价区裂隙普遍比较发育，并以构造裂隙为主。其发育方向与构造线展布方向相关，发育密度和破裂程度与岩性和受力强弱及所处地貌部位有关。根据本次勘察工作和收集到的资料，总体来看主要有倾向 280°~330°和 80°~130°两组裂隙发育，这些裂隙均属于倾向裂隙与走向裂隙以及与构造线垂交的“X”裂隙，一般皆组合成对出现。通过调查与分析，评价区裂隙发育具有下列特征和规律：

1、与构造体系的关系

地层岩石的破裂程度、裂隙频率的高低、主要与挤压作用的强弱和构造应力集中情况密切相关。因此评价区涪阳-五龙山背斜和黄金口背斜构造复合地带，及褶皱的倾伏或翘起端，应力比较集中，裂隙频率较高，比如在 1 号井场一带，裂隙发育较频繁，一般 2~5 条/m，向北罗文一带由于褶皱变得平缓而裂隙率有所减低，一般 1~2 条/m。

2、与岩性和岩石结构、构造的关系

评价区红层广布，砂岩、泥岩频繁地互相更迭，不但岩性差异大，而且岩层厚薄变化不一。在构造应力作用下，砂岩坚硬性脆，容易产生破裂，所以裂隙发育；泥岩柔性塑形强，因而形变容易恢复，故裂隙不甚发育。

(1) 砂岩裂隙发育，且以构造裂隙为主。通过调查，90%以上的裂隙皆出现在砂岩层中，具有方向性强、倾角大，甚至直立发育，频率高而又发育不均等特点，一般不穿层。比如评价区鸳鸯池一带，砂岩中的裂隙一般仅切穿本层，而很少切入到泥岩之中，不同层次的砂岩中一般具有各自的裂隙系统。

(2) 泥岩中构造裂隙一般不发育，由于容易风化，所以普遍以风化的细网状裂隙为主，发育深度有限，据钻孔资料，风化带深度一般不超过 30m。

3、裂隙发育与地形的关系

岩石裸露地表以后，由于风化作用与卸荷减压作用的结果，常见的是构造裂隙和

层面裂隙及层间裂隙在原来的基础上扩大，裂隙宽度可达数厘米。因此，由砂岩构成的阶梯状陡崖上，包括人工切坡的公路边，裂隙时而密集，时而稀疏。

4、裂隙发育在垂向上随深度变化的关系

由于区域下伏侏罗系中统沙溪庙组、千佛崖组，岩性为粉砂质泥岩、泥质粉砂岩或砂、泥岩交替出现。根据钻孔揭露的岩芯，裂隙在垂向上的表现为砂岩裂隙发育、泥岩裂隙不发育的交替现象，但总体上裂隙发育程度随着深度的增加而减弱的趋势明显。本次钻探和收集到的钻孔资料显示，上层砂岩构造裂隙较发育，大部分的裂隙分布在 30m 以上的孔段内，部分地段裂隙深度可达地表以下 60m。往深部砂岩裂隙发育程度降低，甚至不发育，钻孔揭露岩芯通常较完整，最长可达 1.5m，通常与粉砂质泥岩、泥岩构成相对隔水层。

5.1.4.3 地震

根据中国地震动参数区划图（GB 18306-2015），评价区地震动峰值加速度为 0.05g，相应地震基本烈度为 VI 度，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

5.1.5 气象和水文

1、气象条件

（1）宣汉气象

宣汉县属亚热带湿润季风气候，总体特点是：温暖潮湿、雨量充沛、四季分明、冬干少雨、夏热多雨，并伴有干旱、暴雨（洪涝）冰雹和大风等灾害性天气。多年年均气温 16.8℃，月均气温最高 29.6℃（8 月），最低 4.9℃（1 月），多年平均降水量 1205.8mm，年水面蒸发量为 856.2mm。降水量最多为 2005 年的 1574.2mm，最少为 1988 年的 891.5mm，相差 682.7mm，全县年降水量变差系数 $C_v=0.18\sim0.27$ ，具有最大年降水量约为最小年降水量 2 倍的变化规律。每年 5 月~10 月为丰水期，是全年降水最集中的时期，降水量达 957.9mm，占年降水量的 80.9%。冬季 12 月~2 月为枯水期，期间降水量 57.6mm，仅占全年降水量的 4.8%，是全年降雨量最少的季节；春季（3~5 月）降水量 297.2mm，占年降水量的 24.6%；夏季（6~8）月降水量 545.3mm，占全年的 45.2%，降雨量充沛集中，时间短，雨量大；秋季（9~11 月）降水 307.4mm，占全年的 25.4%。

由于受地势起伏影响，山区地带的增雨作用和丘陵平坝区的减雨作用都很显著，年降水量随地势升高而增大，北部山区年平均降水量达 1350mm，而南部及西部的低

山丘陵区降水量相对较少，降雨量区域分布情况见表 5.1-3。

表 5.1-3 宣汉县年降水量区域分布对照表

地区	西南低山区	北部低山区	东北部中山区
年平均降水量 (mm)	1100~1200	1200~1400	1300~1400

(2) 万源气象

万源市位于四川盆地的东北部，北有秦岭、大巴山的屏障，因而县域内气候温和，雨量丰富。该区系北亚热带秦巴季风气候区，四季分明，雨热同季。年平均气温 14.7℃，最高年为 15.4℃，最低年为 14.2℃，气温变幅小。月平均气温最高 7 月（25.3℃）最低 1 月（3.5℃）；日极端最高温 39.2℃，最低-9.4℃。

多年平均降雨量为 1169.3mm。最多年份出现在 1983 年，有 2218mm；最少年份出现在 1962 年，只有 771.2mm。降水时段分布不均，集中性大，一般春雨早，夏雨集中，秋雨连绵，冬雨少。春季降雨量 261.7mm，占全年的 22%，雨量相对丰富。夏季降水量 544.3mm，占全年的 47%，降雨量充沛集中，时间短，雨量大，分配不均。秋季降水 338.5mm，占全年的 29%。冬季降水 24.8mm，占全年的 2%，是全年降雨量最少的季节。全县各地夏季降雨强度大，一日最大降水量在 100mm 以上，多出现在 4 月和 6~10 月，以 7~9 月居多。万源市 1997~2016 年降雨月分配量见表 5.1-5，本次评价区所在的罗文镇一带多年平均降雨量为 1107.5mm。

表 5.1-4 万源市年降雨量（1997~2016 年） (单位: mm)

年份	降雨量	年份	降雨量	年份	降雨量	年份	降雨量
1997	1017.4	2002	1042.6	2007	1198.3	2012	1161.1
1998	1012	2003	1678.3	2008	1332.1	2013	1085.7
1999	944.4	2004	1463.3	2009	1164.9	2014	1337.8
2000	1650.1	2005	1526.5	2010	1450.4	2015	1134.7
2001	897.5	2006	1148.5	2011	1767.3	2016	1034.8

表 5.1-5 多年平均月降雨及占全年降雨百分比（1997~2016 年）

月份	月平均降雨量 (mm)	占全年百分比 (%)	月份	月平均降雨量 (mm)	占全年百分比 (%)	月份	月平均降雨量 (mm)	占全年百分比 (%)
1	4.48	0.36	5	147.56	11.78	9	199.03	15.89
2	12.63	1.01	6	172.08	13.74	10	98.81	7.89
3	31.51	2.52	7	293.6	23.44	11	39.74	3.17

4	68.88	5.5	8	176.28	14.08	12	7.76	0.62

2、水文

评价区内河溪均为山溪性水流，属州河水系，其包括后河、中河、前河，蜿蜒曲折，自北向南流，于渠县三汇镇汇入渠江，再南流至合川县注入长江一级支流嘉陵江。区域水系图见附图 5.1-1。

由于区内降雨充沛，因而地表水比较丰富，但河流流量的季节性变化显著，通常 1~3 月为枯水期，6~9 月为洪水期。据水文站资料，后河流域面积约 1428km²，毛坝站最大流量为 2145.5m³/s，最小流量为 5.187m³/s，平均流量为 37.67m³/s，枯水期平均流量为 11.883m³/s；中河流域面积约 258km²，清溪站最大流量为 517.5m³/s，最小流量为 0.19m³/s，平均流量为 62.6m³/s，枯水期平均流量为 1.975m³/s。区内水系发育受地质构造控制，河流多平行和垂直于构造线发育，与顺岩层倾向发育的水系相交，二者相交形成格子状水系。本项目位于中河与后河之间，其中 1、2 号井场和大部分集输气管线属于后河流域，4、5 号井场和黄金 1 回注井属于中河流域，天然气净化厂和部分输气管道位于中河与后河流域的分水岭上。

5.2 工程外环境关系

5.2.1 井场外环境

5.2.1.1 1 号井场

铁山坡 1 号井场位于达州市宣汉县毛坝镇***，2 个平台相距 150m，位于山坡上从低到高一字排开，周围开阔。目前井口 100m 范围有 10 户居民，1000m 范围内共有常住居民 51 户共 117 人，无城镇及公共设施。该站距离中石化普光气田大湾区块最近井站（405 井站）直线距离为 1.6km。1 号集气站周围人居及外环境关系图见下图及表 5.2-1。

图 5.2-1 1 号井场地形地貌图

表 5.2-1

1 号井场 1000m 范围内常住人居情况

调查范围	住户（户）	人口（人）

0-100m	10	30
100-300m	8	15
300-500m	21	47
500-1000m	12	25
合计	51	117

5.2.1.2 2号井场

铁山坡2号井场位于万源市罗文镇***，位于半山坡上，周边较为开阔，目前井口100m范围有2户居民，1000m范围内共有常住居民65户共120人，无城镇及公共设施。2号井场周围1000m人居及外环境关系图见附图X。

图 5.2-2 2号井场地形地貌图

表 5.2-2 3号井场1000m范围内常住人居情况

调查范围	住户（户）	人口（人）
0-100m	0	0
100-300m	3	7
300-500m	9	12
500-1000m	53	101
合计	65	120

5.2.1.3 4号井场

铁山坡4号井场位于万源市罗文镇***，原坡1-X2井场内，位于山坡上，地势较平坦，周围开阔。该井场气井作为补充方案井计划2025年投产。目前井口300m范围有9居民，1000m范围内共有常住居民50户共78人，无城镇及公共设施。4号井场周围1000m人居及外环境关系图见附图4。

表 5.2-3 4号井场1000m范围内常住人居情况

调查范围	住户（户）	人口（人）
0-100m	0	0
100-300m	9	14
300-500m	13	19
500-1000m	30	45
合计	52	78

图 5.2-2 4 号井场地形地貌图

5.2.1.4 5 号井场

铁山坡 5 号井场位于宣汉县厂溪镇***，位于山坡上，四周开阔，井口附近有坡 1 和坡 1-X1 井两口老井。该井场气井作为补充井方案计划 2025 年投产。目前井口 100m 范围有 5 户居民，1000m 范围内共有常住居民 132 户共 386 人，其中距离井口东南面 800m 处有 1 所小学（师生 30 人）和双山村村委会（8 人）。5 号井场周围 1000m 人居及外环境关系图见附图 5。

表 5.2-4 5 号井场 1000m 范围内常住人居情况

调查范围	住户（户）	人口（人）
0-100m	1	7
100-300m	27	57
300-500m	8	22
500-1000m	96	300
合计	132	386

图 5.2-2 5 号井场地形地貌图

5.2.1.5 黄金 1 井（回注井）

黄金 1 井位于达州市宣汉县黄金镇***，为已有井场，地势平坦，四周开阔，目前井口 100m 范围无居民，300m 范围内总共有常住居民 13 户共 29 人。黄金 1 井周围 300m 人居及外环境关系图见附图。

表 5.2-5 黄金 1 井 300m 范围内常住人居情况

调查范围	住户 (户)	人口 (人)
0-100m	0	0
100-200m	5	13
200-300m	8	16
合计	13	29

图 5.2-3 黄金 1 井地理位置示意图

5.2.2 净化厂外环境

天然气净化厂位于万源市罗文镇***, 位于罗文镇东侧 2.4km。场地属于山顶平台, 周围地势均较低, 四周无遮挡, 扩散条件良好, 属于中低山地貌, 地形起伏相对较小, 厂址范围内海拔高度约 700~750m。场地位于低山山顶, 中间高地势相对平缓, 四周低地势相对陡峭。场地内未见明显地质灾害分布, 未发现滑坡、崩塌现象, 场地基本稳。

图 5.2-3 天然气净化厂现场照片

5.2.3 集输管道沿线环境

5.2.3.1 内输和燃料气管道沿线环境

一、线路统计

本工程内部集输管道均位于四川省达州市境内, 沿线行政区划见下表。

表5.2-7 沿线行政区划长度统计表

管道类型	市名	区、县名	乡、镇名	长度 (km)
集气干线	达州市	宣汉县	毛坝镇	0.5
		万源市	罗文镇	7.5

管道所经区域均为低山地貌。

集气干线管线沿线均为二级地区, 燃料气管道 2.0km 沿线为二级地区, 剩余 2.0km 沿线为三级地区。

二、地表植被

管道沿线植被以林地、水田和旱地为主，管道沿线地表状况见下表。

表 5.2-8 管道沿线地表状况统计表

管道类型	地表植被	长度 (km)
集气管道	旱地	1.05
	水田	0.05
	林地	6.77
	经济林	0.13
	合计	8.0
燃料气管道	旱地	1.8
	林地	1.86
	经济林	0.34
	合计	4

5.2.3.2 外输管道沿线环境

外输管道起于四川省达州市万源市罗文镇的万源净化厂附近的铁山坡首站，止于四川省宣汉县南坝镇宣汉净化厂附近的北外环集输气管道渡口河输气站。管道总体呈南北走向，途经四川省万源市罗文镇和宣汉县境内的黄金镇、风林乡、峰城镇、桃花镇、下八镇、南坝镇共 2 市（县）7 个乡镇，线路全长 61.5km。全线水域中型穿越 1 次、高速穿越 1 次、二级公路穿越 3 次。沿线设置输气站场 2 座（其中改扩建站场 1 座，新建站场 1 座），设置阀室 3 座。

本工程外输管线设计压力 8MPa，管径 D406.4，管材选用 L415M 螺旋缝埋弧焊钢管和直缝埋弧焊钢管，设计输气能力 $300 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。

一、沿线行政区划

表 5.2-9 沿线行政区划长度统计表

序号	名称	所属省、市	所属区县	所属乡镇	管道长度 (km)
1	外输管道	四川省达州市	万源市	罗文镇	3.48
2			宣汉县	黄金镇	21.93
3				风林乡	7.02
4				峰城镇	10.34
5				桃花镇	10.00
6				下八镇	4.41

序号	名称	所属省、市	所属区县	所属乡镇	管道长度(km)
7				南坝镇	4.32
合计					61.5

二、沿线地形地貌

表 5.2-10 沿线地形地貌长度统计表

序号	名称	地貌	单位	管道长度（km）
1	外输管道	浅丘	km	10.7
2		深丘	km	14.2
3		中丘	km	13.8
4		低山	km	22.8
合计				61.5

三、沿线地表植被

表 5.2-11 沿线地表植被长度统计表

序号	名称	植被状况	管道长度（km）
1	外输管道	水田	10.8
2		旱地	28.8
3		一般林地	12.6
4		经济林地	9.3
合计			61.5

四、地区等级划分

根据《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2015)的要求,结合现场情况和地区发展规划情况,对线路所经地区进行地区等级划分。

表 5.2-12 外输管道沿线地区等级长度统计表

序号	名称	地区等级	管道长度（km）
1	外输管道	二级	21.86
2		三级	39.64
合计			61.5

五、沿线穿越情况

表 5.2-13 外输管道沿线穿越统计表

序号	名称	名称	穿越长度(m)	穿越次数	穿越方式
1	外输管道	中河穿越	270	1	大开挖
2		小河穿越	180	6	大开挖
3		冲沟穿越	360	6	大开挖
4		水渠穿越	240	60	大开挖

序号	名称	名称	穿越长度(m)	穿越次数	穿越方式
5		G65 达陕高速穿越	100	1	隧道上方交叉通过
6		二级道路穿越	190	3	顶管
7		乡村水泥路	440	20	顶管
8		乡村水泥路	1200	60	开挖+套管
9		砂石路	960	60	开挖+盖板
10		地下管道穿越	/	20	
11		地下光、电缆穿越	/	40	

图5.2-23 中河穿越方案图

图5.2-24 中河穿越河段图

5.3 区域环境敏感目标分布

5.3.1 集中式饮用水源保护区

根据《达州市人民政府关于划定万源市、宣汉县和大竹县乡镇及以下集中式饮用水水源地保护区的批复》（达市府函〔2020〕124号）及现场调查结果，区块建设项目周边的集中式饮用水源主要为4处，黄金镇油坊河石坝子水源地、下八镇双河口滑石板水源地和毛坝镇墩子河三溪口水源地为河流型集中式饮用水源，桃花镇龙井沟水源地为地下水型集中式饮用水源。单项工程和管线工程均不在集中式饮用水源保护区范围内，且集中式饮用水源距单项工程和管线工程较远，均不在单项工程和管线工程评价范围内。

表 5.3-1 集中式饮用水源与建设项目位置关系表

水源保护区	水源类型	设计供水规模 (吨/天)	取水口地名	与本项目位置关系
黄金镇油坊河石坝子水源地	河流型	700	黄金镇黄金村1组	外输管线距取水口810m，距二级保护区的最近距离为819m。
下八镇双河口滑石板水源地	河流型	600	下八镇鼓寨村5组	外输管线距取水口1526m，距二级保护区的最近距离为1234m。

桃花镇龙井沟水源地	地下水型	100	桃花镇刘家沟村 2 组	外输管线距取水口 855m, 距二级保护区边界 550m, 保护区位于评价范围外, 且水源保护区与外输管线评价范围不在同一水文地质单元。
毛坝镇墩子河三溪口水源地	河流型	800	毛坝镇天坪村 1 组	最近的 1 号井场距取水口 11.03km, 距二级保护区的最近距离 7.37km。

5.3.2 生态敏感区

经项目、气田范围与达州市自然保护地及最新生态保护红线划定成果叠图可知, 铁山坡气田范围不涉及自然保护地, 也不涉及达州市最新的生态保护红线。铁山坡气田及建设项目与环境敏感区位置关系叠图结果见附图 5.3-1。

6 环境现状调查与评价

6.1 环境空气质量现状调查与评价

6.1.1 区域达标判定

本工程位于四川省达州市万源市和宣汉县境内。本次评价引用《2019年达州市环境状况公报》（<http://www.dazhou.gov.cn/xxgk-show-5177.html>）中环境空气质量数据对项目区域内的环境现状进行达标判定。公报如下：

2019年全市空气质量日均值达标率为91.3%（实况），较上年提高2.9个百分点（2018年实况为88.4%）。市城区及各县（市）空气质量达标率为82.5%~97.0%，其中，宣汉县94.5%，万源市97.0%，开江县93.7%，渠县91.5%，大竹县88.8%，市城区82.5%。全市环境空气中主要污染物PM₁₀、PM_{2.5}和O₃。市城区SO₂、CO、O₃年评价结果达标，NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}年评价结果超标；各县（市）SO₂、NO₂、PM₁₀、CO、O₃年评价结果均达标；PM_{2.5}年评价结果除大竹县超标外，其余各县（市）均达标。

本项目仅涉及达州市万源市和宣汉县。

由此，本项目所在区域内环境空气基本因子SO₂、NO₂、PM₁₀、CO、O₃、PM_{2.5}全部达标，为达标区。

6.1.2 区域污染源调查

本项目所在地位于四川省达州市万源市和宣汉县境内，项目区为农村地区。本次评价从四川省生态环境厅、达州市生态环境局、达州市万源生态环境局、达州市宣汉生态环境局审批项目进行区域拟建和在建污染源的调查。

经调查，本项目评价范围内无与本项目排放污染物相关的拟建或在建污染源。

6.1.3 补充监测

由于项目非正常工况和无组织排放工况下排放挥发性有机物（结合工程特征以非甲烷总烃计）和硫化氢，本次评价针对特征因子进行补充监测，成都酉辰环境检测有限公司于2020年5月9日~5月16日、2021年6月20日~6月26日分别进行监测。结果见下表。监测布点情况详见附图6.1-1。

表 6.1-1 大气环境补充监测结果与评价 (小时值)

序号	监测点位	监测项目	采样时间	样品数	监测值 (mg/m ³)	评价标准 (mg/m ³)	超标率 (%)	最大占标率 (%)
1	净化厂厂址	H ₂ S	1 小时	28	0.001~0.004	0.01	0	40
		非甲烷总烃	1 小时	28	0.13-1.11	2.0	0	55.5
		TVOC	8h	7	0.00175-0.00306	0.6	0	0.51
2	1 号井场	TVOC	8h	7	0.00187-0.00329	0.6	0	0.55
		H ₂ S	1 小时	28	0.002~0.008	0.01	0	80
3	2 号井场	非甲烷总烃	1 小时	28	0.15~0.34	2.0	0	17
		H ₂ S	1 小时	28	0.002~0.008	0.01	0	80
4	4 号井场	非甲烷总烃	1 小时	28	0.16~0.38	2.0	0	19
		H ₂ S	1 小时	28	0.001~0.008	0.01	0	80
5	5 号井场	非甲烷总烃	1 小时	28	0.16~0.32	2.0	0	16
		H ₂ S	1 小时	28	0.002~0.008	0.01	0	80

由本工程补充监测而知,本工程特征污染因子 VOC_s、非甲烷总烃和硫化氢的环境质量均达标,最大占标率为 80%。评价区域硫化氢小时值、TVOC 满足《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2—2018)附录 D 中的参考限值,非甲烷总烃小时值满足《大气污染物综合排放标准详解》中制定的非甲烷总烃小时值标准,本项目所在区域环境空气质量现状良好,区域环境具有一定的环境容量。

6.1.4 小结

由以上分析而知,本工程位于环境空气达标区。经补充监测而得,工程特征污染因子的环境现状均达标。

6.2 地表水环境现状评价

6.2.1 地表水环境质量现状监测

为了解评价区地表水环境质量现状,本次评价委托成都酉辰环境检测有限公司于 2021 年 3 月 13 日~3 月 15 日、3 月 24 日~3 月 26 日对气田区域进行了地表水环境现状监测。

(1) 监测项目

根据工程特点,选择地表水环境监测项目为:pH 值、氨氮(NH₃-N)、石油类、化学需氧量(COD_{cr})、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、五日生化需氧量(BOD₅)、溶解氧、悬浮物(SS)、挥发性酚、硫化物、六价铬、总磷、水温等 13 项因子。

(2) 监测断面设置

监测断面设置见表 6.2-1 和附图 6.2-1。

表 6.2-1 地表水监测断面情况统计

序号	监测点位
1#	外输管道穿越中河上游
2#	外输管道穿越中河下游
3#	外输管道穿越沉水河上游
4#	外输管道穿越沉水河下游
5#	后河万源梓桐溪水电站坝前
6#	后河万源梓桐溪水电站坝前 200m
7#	后河罗文镇场镇下游罗文大桥处
8#	后河沙坝水电站库区
9#	后河沙坝水电站坝下 300m 处
10#	后河万源宣汉交界处漩坑坝水电站

(3) 监测周期及频率

按照环境影响评价技术导则规定，地表水连续监测 3 天，1 次/天。

6.2.2 监测结果

地表水执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的III类标准。

表 6.2-2 地表水环境质量标准限值 单位：mg/L(pH 除外)

项目	pH	溶解氧	高锰酸盐指数	COD _{Cr}	BOD ₅	氨氮
III类标准	6~9	5	6	20	4	1.0
项目	石油类	硫化物	六价铬	挥发酚	总磷	
III类标准	0.05	0.2	0.05	0.005	0.2	

地表水环境质量现状监测结果见下表。

表 6.2-3 地表水监测结果

检测点位	检测项目	单位	检测结果		
			2021.3.13	2021.3.14	2021.3.15
1#	pH 值	无量纲	7.11	7.13	7.15
	水温	℃	16	15.8	15.5
	溶解氧	mg/L	10.4	10.7	10.8
	高锰酸盐指数	mg/L	1.4	1.4	1.4
	化学需氧量	mg/L	8	12	12
	五日生化需氧量	mg/L	1.4	1	1.2
	氨氮	mg/L	0.554	0.568	0.54
	总磷	mg/L	0.05	0.07	0.06
	石油类	mg/L	未检出	未检出	未检出
	硫化物	mg/L	未检出	未检出	未检出
	悬浮物	mg/L	7	6	8
	六价铬	mg/L	未检出	未检出	未检出
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出	未检出

检测点位	检测项目	单位	检测结果		
			2021.3.13	2021.3.14	2021.3.15
2#	pH 值	无量纲	7.13	7.1	7.14
	水温	℃	16.2	16	15.4
	溶解氧	mg/L	10.6	10.5	10.9
	高锰酸盐指数	mg/L	1.3	1.3	1.3
	化学需氧量	mg/L	15	10	8
	五日生化需氧量	mg/L	1.2	1	1
	氨氮	mg/L	0.535	0.513	0.521
	总磷	mg/L	0.06	0.05	0.04
	石油类	mg/L	未检出	未检出	未检出
	硫化物	mg/L	未检出	未检出	未检出
	悬浮物	mg/L	7	6	6
	六价铬	mg/L	未检出	未检出	未检出
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出	未检出
3#	pH 值	无量纲	7.11	7.16	7.12
	水温	℃	9.7	10.3	10.1
	溶解氧	mg/L	11.5	11.2	11.6
	高锰酸盐指数	mg/L	1.6	1.7	1.4
	化学需氧量	mg/L	16	18	18
	五日生化需氧量	mg/L	1.1	1.5	1.4
	氨氮	mg/L	0.06	0.162	0.124
	总磷	mg/L	0.03	0.02	0.02
	石油类	mg/L	0.02	0.02	0.02
	硫化物	mg/L	未检出	未检出	未检出
	悬浮物	mg/L	6	7	7
	六价铬	mg/L	未检出	未检出	未检出
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出	未检出
4#	pH 值	无量纲	7.15	7.17	7.13
	水温	℃	10	10.5	10.2
	溶解氧	mg/L	11.8	11.6	11.9
	高锰酸盐指数	mg/L	1.7	1.9	1.7
	化学需氧量	mg/L	16	17	17
	五日生化需氧量	mg/L	1.4	1.5	1.3
	氨氮	mg/L	0.055	0.207	0.085
	总磷	mg/L	0.01	0.03	0.02
	石油类	mg/L	未检出	未检出	未检出
	硫化物	mg/L	未检出	未检出	未检出
	悬浮物	mg/L	7	7	6
	六价铬	mg/L	未检出	未检出	未检出
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出	未检出

检测点位	检测项目	单位	检测结果		
			2021.3.13	2021.3.14	2021.3.15
5#万源梓桐溪水电站坝前	pH	无量纲	7.1	7.4	6.9
	水温	℃	13.2	14.1	10.1
	溶解氧	mg/L	6.5	6.8	6.7
	化学需氧量	mg/L	8	9	8
	五日生化需氧量	mg/L	3	3.1	2.8
	氨氮	mg/L	0.39	0.396	0.39
	总磷	mg/L	0.09	0.08	0.08
	石油类	mg/L	0.01	未检出	0.01
	悬浮物	mg/L	23	21	22
	硫化物	mg/L	未检出	未检出	未检出
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出	未检出
6#万源梓桐溪水电站坝前200m	pH	无量纲	6.9	7.2	7.2
	水温	℃	14.1	14.3	10.4
	溶解氧	mg/L	6.7	6.4	6.6
	化学需氧量	mg/L	13	12	12
	五日生化需氧量	mg/L	3.5	3.5	3.5
	氨氮	mg/L	0.373	0.404	0.409
	总磷	mg/L	0.09	0.09	0.09
	石油类	mg/L	0.01	0.01	0.01
	悬浮物	mg/L	20	17	22
	硫化物	mg/L	未检出	未检出	未检出
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出	未检出
7#罗文镇场镇下游罗文大桥处	pH	无量纲	7.2	7.2	7
	水温	℃	14.3	13.9	11.2
	溶解氧	mg/L	6.7	6.5	6.7
	化学需氧量	mg/L	11	9	10
	五日生化需氧量	mg/L	3.2	3.2	3.1
	氨氮	mg/L	0.407	0.437	0.423
	总磷	mg/L	0.1	0.09	0.1
	石油类	mg/L	0.02	0.01	0.01
	悬浮物	mg/L	20	21	21
	硫化物	mg/L	未检出	未检出	未检出
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出	未检出
8#沙坝水电站库区	pH	无量纲	7.1	7.3	7.1
	水温	℃	14.1	14.9	11.5
	溶解氧	mg/L	6.8	6.5	6.5
	化学需氧量	mg/L	11	11	12
	五日生化需氧量	mg/L	3.3	3.7	3.5
	氨氮	mg/L	0.426	0.382	0.412
	总磷	mg/L	0.09	0.09	0.09
	石油类	mg/L	0.02	0.02	0.01
	悬浮物	mg/L	21	19	19
	硫化物	mg/L	未检出	未检出	未检出
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出	未检出

检测点位	检测项目	单位	检测结果		
			2021.3.13	2021.3.14	2021.3.15
9#沙坝水电站 坝下 300m 处	pH	无量纲	7.3	7.1	7.1
	水温	℃	13.9	15.2	11.7
	溶解氧	mg/L	6.5	6.8	6.6
	化学需氧量	mg/L	16	17	14
	五日生化需氧量	mg/L	3.8	3.8	3.8
	氨氮	mg/L	0.412	0.376	0.407
	总磷	mg/L	0.09	0.09	0.11
	石油类	mg/L	0.02	0.03	0.02
	悬浮物	mg/L	18	19	20
	硫化物	mg/L	未检出	0.008	0.005
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出	未检出
10#万源宣汉 交界处漩坑坝 水电站	pH	无量纲	7	7	6.9
	水温	℃	13.7	14.8	12.4
	溶解氧	mg/L	6.9	6.7	6.5
	化学需氧量	mg/L	10	12	1
	五日生化需氧量	mg/L	3.1	3.3	3.3
	氨氮	mg/L	0.401	0.396	0.383
	总磷	mg/L	0.09	0.07	0.1
	石油类	mg/L	0.02	0.02	0.01
	悬浮物	mg/L	24	26	23
	硫化物	mg/L	未检出	未检出	未检出
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出	未检出

表 6.2-4

地表水评价结果

监测点	监测因子									
	pH	高锰酸盐指数	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	石油类	硫化物	六价铬	挥发酚	总磷
1#	0.06-0.08	0.23	0.4-0.6	0.25-0.35	0.54-0.57	-	-	-	-	0.5-0.7
2#	0.05-0.07	0.22	0.40-0.75	0.25-0.30	0.51-0.54	-	-	-	-	0.4-0.6
3#	0.06-0.08	0.23-0.28	0.8-0.9	0.28-0.38	0.06-0.16	-	-	-	-	0.2-0.3
4#	0.07-0.19	0.28-0.32	0.8-0.85	0.33-0.38	0.06-0.21	-	-	-	-	0.1-0.3
5#	0.05~0.2	/	0.4~0.45	0.7~0.78	0.39~0.4	0.2	-	/	-	0.4~0.45
6#	0.1	/	0.6~0.65	0.875	0.37~0.41	0.2	-	/	-	0.45
7#	0.1	/	0.45~0.55	0.78~0.8	0.41~0.43	0.2~0.4	-	/	-	0.45~0.5
8#	0.05~0.15	/	0.55~0.6	0.83~0.93	0.38~0.42	0.2~0.4	-	/	-	0.45
9#	0.05~0.15	/	0.7~0.85	0.95	0.37~0.41	0.2	0.025~0.04	/	-	0.45~0.55
10#	0.1	/	0.5~0.6	0.77~0.83	0.38~0.40	0.2~0.4	-	/		0.35~0.5

以上评价结果表明，中河、沉水河和后河 10 个监测断面各水质因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准的要求。

6.2.3 小结

现状监测结果表明，评价区中河、沉水河和后河 10 个监测断面各水质因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类标准。

6.3 地下水质量现状调查与评价

6.3.1 地下水环境现状监测

通过对评价区地下水水质、水位的监测，掌握或了解评价区地下水水质现状及地下水水流场特征，为地下水环境现状评价及地下水环境影响预测评价提供基础资料。根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》(HJ610-2016)中的相关要求，丘陵山区二级评价项目应分别进行一期地下水水位和水质现状监测，本次评价工作进行两次水位及一期水质监测工作。

1、水位监测

1) 监测点布设

根据导则要求，结合现场调查，本次评价设置了 60 个地下水水位监测点。监测点类型包括评价区范围内机井、民井、泉及本次评价期间的勘察井。2 次地下水水位监测作为本次评价工程区所在水文地质单元内模型识别和验证的依据。

2) 监测结果

本次评价期间于 2020 年 4 月中旬和 2020 年 5 月底进行了两次水位监测工作，监测结果见表 6.3-1。

表 6.3-1

地下水水位监测结果表

序号	编号	经度	纬度	井深/m	井口高程/m	埋深/m		水位/m		水位变化/m	备注
						2020 年 4 月中旬	2020 年 5 月底	2020 年 4 月中旬	2020 年 5 月底		
1	J1	***	***	50	556	32.42	32.52	523.58	523.48	-0.10	1 号井场 A 平台上游
2	J2	***	***	50	534	22.49	22.65	511.51	511.35	-0.16	1 号井场 A 平台下游、B 平台上游
3	J3	***	***	50	537	22.13	22.24	514.87	514.76	-0.11	1 号井场 A 平台下游、B 平台上游
4	J4	***	***	50	512	15.75	15.82	496.25	496.18	-0.07	1 号井场 A 平台下游、B 平台上游
5	J5	***	***	50	497	16.74	16.16	480.26	480.84	0.58	1 号井场 A 平台下游、B 平台上游
6	J6	***	***	50	487	20.67	20.57	466.33	466.43	0.10	1 号井场 A 平台下游、B 平台上游
7	J7	***	***	50	535	2.09	2.28	532.91	532.72	-0.19	2 号井场下游
8	J8	***	***	50	560	9.34	9.96	550.66	550.04	-0.62	2 号井场下游
9	J9	***	***	50	551	4.44	4.84	546.56	546.16	-0.40	2 号井场下游
10	J10	***	***	50	542	1.35	1.45	540.65	540.55	-0.10	2 号井场下游
11	J11	***	***	50	524	0.97	1.04	523.03	522.96	-0.07	2 号井场下游
12	J12	***	***	50	598	5.40	5.73	592.60	592.27	-0.33	净化厂下游
13	J13	***	***	50	591	1.25	1.53	589.75	589.47	-0.28	净化厂下游
14	J14	***	***	50	574	0.95	1.21	573.05	572.79	-0.26	净化厂下游
15	J15	***	***	50	566	2.12	2.02	563.88	563.98	0.10	净化厂下游
16	J16	***	***	50	563	1.70	1.44	561.3	561.56	0.26	净化厂下游
17	J17	***	***	22	401	3.12	3.55	397.88	397.45	-0.43	净化厂下游
18	J18	***	***	50	646	16.12	15.66	629.88	630.34	0.46	4 号井场下游
19	J22	***	***	30	417	7.00	6.10	410.00	410.90	0.90	区域监测点
20	J24	***	***	30	387	6.65	5.30	380.35	381.7	1.35	区域监测点
21	J25	***	***	30	394	4.90	5.03	389.10	388.97	-0.13	区域监测点
22	J26	***	***	40	394	0.60	1.28	393.40	392.72	-0.68	区域监测点

序号	编号	经度	纬度	井深/m	井口高程/m	埋深/m		水位/m		水位变化/m	备注
						2020年4月中旬	2020年5月底	2020年4月中旬	2020年5月底		
23	J28	***	***	25	361	11.13	10.94	349.87	350.06	0.19	区域监测点
24	J31	***	***	20	395	0.85	1.37	394.15	393.63	-0.52	区域监测点
25	J32	***	***	70	407	3.42	7.60	403.58	399.40	-4.18	区域监测点
26	J33	***	***	40	400	6.00	7.28	394.00	392.72	-1.28	区域监测点
27	J34	***	***	40	409	1.28	6.18	407.72	402.82	-4.9	区域监测点
28	J35	***	***	50	408	2.55	7.30	405.45	400.70	-4.75	区域监测点
29	J38	***	***	30	368	3.60	3.40	364.4	364.60	0.2	黄金1井水文地质单元内
30	J39	***	***	30	369	0.40	0.54	368.6	368.46	-0.14	黄金1井水文地质单元内
31	J40	***	***	30	373	1.00	0.91	372	372.09	0.09	黄金1井水文地质单元内
32	J41	***	***	40	367	15.34	16.37	351.66	350.63	-1.03	黄金1井侧向
33	J42	***	***	30	382	7.39	7.00	374.61	375.00	0.39	黄金1井侧向
34	J43	***	***	30	372	5.00	8.36	367.00	363.64	-3.36	黄金1井下游
35	J44	***	***	30	368	12.22	13.72	355.78	354.28	-1.50	黄金1井下游
36	J46	***	***	37	389	7.55	4.42	381.45	384.58	3.13	黄金1井水文地质单元内
37	J47	***	***	15	394	3.20	3.15	390.80	390.85	0.05	黄金1井水文地质单元内
38	J48	***	***	20	396	0.83	0.89	395.17	395.11	-0.06	黄金1井水文地质单元内
39	J50	***	***	20	488	0.80	0.72	487.20	487.28	0.08	区域监测点
40	SK01	***	***	50.2	478	/	33.94	/	444.06	/	勘察孔,1号井场B平台场地
41	SK02	***	***	50.5	409	/	1.26	/	407.74	/	勘察孔,1号井场B平台下游
42	SK03	***	***	50.3	539	/	0.89	/	538.11	/	勘察孔,2号井场下游
43	SK04	***	***	60	730	/	7.48	/	722.52	/	勘察孔,净化厂场地
44	SK05	***	***	50.7	361	/	3.50	/	357.50	/	勘察孔,黄金1井下游
45	QJ1	***	***	0.8	817	0.46	0.4	816.54	816.6	0.06	区域监测点
46	QJ2	***	***	1.0	724	0.62	0.55	723.38	723.45	0.07	区域监测点
47	QJ3	***	***	1.0	728	0.3	0.3	727.7	727.7	0	区域监测点
48	QJ4	***	***	0.5	654	0.15	0.1	653.85	653.9	0.05	净化厂下游
49	QJ5	***	***	5	585	2.43	1.43	582.57	583.57	1	净化厂下游
50	QJ6	***	***	5	553	0.59	0.49	552.41	552.51	0.1	区域监测点
51	QJ7	***	***	3	580	0.6	0.6	579.4	579.4	0	区域监测点

序号	编号	经度	纬度	井深/m	井口高程/m	埋深/m		水位/m		水位变化/m	备注
						2020年4月中旬	2020年5月底	2020年4月中旬	2020年5月底		
52	QJ8	***	***	5	605	1.4	1.4	603.6	603.6	0	区域监测点
53	QJ9	***	***	0.6	598	0.15	0.15	597.85	597.85	0	区域监测点
54	QJ10	***	***	0.5	559	0.1	0.1	558.9	558.9	0	区域监测点
55	QJ11	***	***	0.4	566	0.22	0.2	565.78	565.8	0.02	区域监测点
56	QJ12	***	***	0.5	390	0.2	0.2	389.8	389.8	0	区域监测点
57	QJ13	***	***	0.8	374	0.34	0.22	373.66	373.78	0.12	区域监测点
58	QJ14	***	***	1.0	433	0.3	0.35	432.7	432.65	-0.05	区域监测点
59	QJ15	***	***	0.5	430	0.15	0.1	429.85	429.9	0.05	区域监测点
60	QJ16	***	***	0.5	403	0.2	0.2	402.8	402.8	0	区域监测点

3) 监测结果分析

根据地下水位监测结果,评价区地下水位总体受地形控制,山坡顶部和中部埋深大,河谷地区地下水埋深浅,靠近中河的机井 J39 埋深最小为 0.4m,位于 1 号井场上游的水井 J1 埋深较大,为 32.42m,SK01 周边地形较陡,地下水埋深最大为 33.94m。监测期间受降雨和人工开采影响各水井水位变化差异较大,浅层地下水位变幅在 0.05-4.9m。在评价区地下水常以泉水或人工浅井的形式出露,调查评价期间该类型地下水水量变化不大。

2、水质监测

1) 监测点布设

本次评价在区域内布设地下水环境质量现状监测点共计 30 个,环境质量现状监测点信息见表 6.3-2,地下水环境质量现状监测点分布图见图 6.3-1~图 6.3-3。

图 6.3-1 地下水环境质量现状监测点分布图 (一)

表 6.3-2 地下水环境质量现状监测点信息表

编号	经度	纬度	类型	所属工程	相对位置关系
JC01	***	***	井	1 号集气站	上游
JC02	***	***	井 (SK01)		下游
JC03	***	***	井 (SK02)		下游
JC04	***	***	泉		侧向上游
JC05	***	***	井		侧向上游
JC06	***	***	井 (SK03)	2 号井场	下游
JC07	***	***	井		下游
JC09	***	***	泉	4 号井场	上游
JC10	***	***	井 (ZK7)		下游
JC11	***	***		净化厂	上游
JC12	***	***	井 (SK04)		场地
JC13	***	***	井		下游
JC14	***	***	泉		侧向下游
JC15	***	***	泉		侧向上游
JC16	***	***	井	回注井	上游
JC17	***	***	井 (SK05)		下游
JC18	***	***	井		下游
JC19	***	***	泉		侧向上游

编号	经度	纬度	类型	所属工程	相对位置关系
JC20	***	***	井		侧向下游
JC21	***	***	泉	集气干线	下游
JC22	***	***	泉		下游
JC23	***	***	泉	气田水管线	下游
JC24	***	***	泉	外输管线(黄金-渡口河)	下游
JC25	***	***	井		上游
JC26	***	***	泉	渡口河分输站	上游
JC27	***	***	井		下游
JC28	***	***	井		下游
JC08	***	***	泉	5号井场	上游
JC29	***	***	井		下游
JC30	***	***	井		下游

图 6.3-2 地下水环境质量现状监测点分布图（二）

图 6.3-3 地下水环境质量现状监测点分布图（三）

2) 监测时间

本次评价于 2020 年 5 月中旬取样监测,并于 2021 年 6 月下旬进行补充取样监测。

3) 监测项目

根据《建设项目环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ 610-2016),结合《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)和项目可能产生的特征污染物,设置监测因子如下:

(1) 基本因子

常规水质因子: K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 共 8 项目。

基本水质因子: pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬(六价)、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、氯化物、硫化物、总大肠菌群、细菌总数等 22 项。

(2) 特征因子: 石油类、氯化物、耗氧量、硫化物,共 4 项。

4) 分析方法

表 6.3-3

检测项目方法仪器一览表

检测项目	分析方法	方法来源	仪器设备
钾	电感耦合等离子体发射光谱法	生活饮用水标准检验方法 金属指标GB/T 5750.6-2006 1.4	电感耦合等离子体发射光谱仪
钠	电感耦合等离子体发射光谱法	生活饮用水标准检验方法 金属指标GB/T 5750.6-2006 22.3	电感耦合等离子体发射光谱仪
钙	电感耦合等离子体发射光谱法	生活饮用水标准检验方法 金属指标GB/T 5750.6-2006 1.4	电感耦合等离子体发射光谱仪
镁	电感耦合等离子体发射光谱法	生活饮用水标准检验方法 金属指标GB/T 5750.6-2006 1.4	电感耦合等离子体发射光谱仪
碳酸盐	酸碱指示剂滴定法	地下水水质检验方法 测定碳酸根、重碳酸根和氢氧根DZ/T 0064.49-1993	滴定管
重碳酸盐	酸碱指示剂滴定法	地下水水质检验方法 测定碳酸根、重碳酸根和氢氧根DZ/T 0064.49-1993	滴定管
氯化物	离子色谱法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006 2.2	离子色谱仪
硫酸盐	离子色谱法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006 1.2	离子色谱仪
pH	玻璃电极法	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 GB/T 5750.4-2006 5.1	酸度计
氨氮	纳氏试剂分光光度法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006 9.1	紫外可见分光光度计
硝酸盐	离子色谱法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 GB/T 5750.5-2006 5.3	离子色谱仪
亚硝酸盐	重氮偶合分光光度法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标GB/T 5750.5-2006 10.1	紫外可见分光光度计
挥发酚类 (以苯酚计)	4-氨基安替比林分光光度法	水质 挥发酚的测定 HJ 503-2009方法2	紫外可见分光光度计
氰化物	异烟酸-巴比妥酸分光光度法	水质 氰化物的测定 HJ 484-2009方法3	紫外可见分光光度计
砷	原子荧光法	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 HJ 694-2014	原子荧光光谱仪
汞	原子荧光法	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 HJ 694-2014	原子荧光光谱仪
铬（六价）	二苯碳酰二肼分光光度法	生活饮用水标准检验方法 金属指标GB/T 5750.6-2006 10.1	紫外可见分光光度计

检测项目	分析方法	方法来源	仪器设备
总硬度 (以CaCO ₃ 计)	乙二胺四乙酸二钠 滴定法	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 GB/T 5750.4-2006 7.1	滴定管
铅	无火焰原子吸收分 光光度法	生活饮用水标准检验方法 金属指标GB/T 5750.6-2006 11.1	原子吸收光谱仪
氟化物	离子色谱法	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标GB/T 5750.5-2006 3.2	离子色谱仪
镉	无火焰原子吸收分 光光度法	生活饮用水标准检验方法 金属指标GB/T 5750.6-2006 9.1	原子吸收光谱仪
铁	电感耦合等离子体 发射光谱法	生活饮用水标准检验方法 金属指标GB/T 5750.6-2006 2.3	电感耦合等离子体发 射光谱仪
锰	电感耦合等离子体 发射光谱法	生活饮用水标准检验方法 金属指标GB/T 5750.6-2006 3.5	电感耦合等离子体发 射光谱仪
溶解性总固体	称量法	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 GB/T 5750.4-2006 8.1	电热鼓风干燥箱、分 析天平
耗氧量 (COD _{Mn} , 以 O ₂ 计)	酸性高锰酸钾滴定 法	生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标 GB/T 5750.7-2006 1.1	滴定管
硫化物	甲基蓝分光光度法	水质 硫化物的测定 GB/T 16489-1996	紫外可见分光光度计
总大肠菌群	多管发酵法	生活饮用水标准检验方法 微生物指标 GB/T 5750.12-2006 2.1	电热恒温培养箱
菌落总数	平皿计数法	生活饮用水标准检验方法 微生物指标 GB/T 5750.12-2006 1.1	电热恒温培养箱
石油类	紫外分光光度法	水质 石油类的测定 (试行) HJ 970-2018	紫外可见分光光度计

5) 监测结果

监测结果见表 6.3-4。

表 6.3-4

地下水环境质量现状监测结果表

监测指标	JC01	JC01	JC02	JC02	JC03	JC03	JC04	JC04	JC05	JC05	JC06	JC06
pH	7.52	7.5	7.21	7.2	7.52	7.6	7.6	7.12	7.35	7.37	7.14	7.15
钾	1.36	1.38	4.84	5.37	1.35	1.37	1.19	1.71	1.82	1.57	0.94	0.97
钠	47.3	46.9	16.5	12.3	43.3	47.5	9.28	6.19	13.5	8.58	6.65	7.03
钙	29.1	28.5	36.7	25.3	29.6	27.5	7.41	7.41	24.1	13.3	13.7	13.8
镁	4.22	4.14	5.65	4.1	4.41	4.15	2.58	2.04	4.46	2.35	2.75	2.72
总碱度（碳酸盐）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总碱度（碳酸氢盐）	215	210	177	119	213	217	49.2	43.1	99.2	61.7	77	79
氯化物	7.21	7.34	9.42	4.6	7.03	7.34	2.22	4.85	8.71	2.08	0.568	0.644
硫酸盐	10.7	11.2	10.7	9.4	12.2	10.5	9.97	9.13	13.1	11.4	8.65	9.01
氨氮	0.12	0.145	0.109	0.126	0.084	0.112	0.145	0.238	0.098	0.126	0.164	0.174
硝酸盐（以 N 计）	1.5	0.117	0.495	0.375	0.114	1.49	1.08	0.574	2.44	1.14	0.948	1.09
亚硝酸盐（以 N 计）	0.015	0.014	0.01	9×10^{-3}	6×10^{-3}	0.012	未检出	7×10^{-3}	6×10^{-3}	9×10^{-3}	未检出	未检出
挥发酚	未检出	4×10^{-4}	未检出	未检出	未检出	未检出	4×10^{-4}	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氰化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
砷	1.4×10^{-3}	1.4×10^{-3}	7.2×10^{-3}	3.1×10^{-3}	1.7×10^{-3}	1.4×10^{-3}	未检出	未检出	5×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
汞	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
六价铬	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	4×10^{-3}	未检出
总硬度（以 CaCO_3 计）	94.1	99.1	139	92.1	101	98.1	42	30	89.1	50	52	56
铅	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	9.5×10^{-3}	8.6×10^{-3}
氟化物	0.151	0.152	0.1	0.118	0.128	0.153	0.057	0.094	0.081	0.058	0.088	0.09
锶	0.96	0.92	0.53	0.28	0.97	0.93	0.09	0.07	0.41	0.14	0.28	0.28
镉	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
铁	0.05	0.05	0.49	1.1	0.06	0.05	0.11	0.25	0.61	0.16	0.17	0.16
锰	0.13	0.09	0.07	0.14	0.14	0.09	未检出	0.02	0.15	0.03	0.01	未检出
溶解性总固体	240	232	211	143	230	218	89	132	165	90	86	90
总大肠菌群	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	49	46
细菌总数	76	89	5.8×10^2	9.0×10^2	6.9×10^2	3.6×10^2	1.1×10^2	1.7×10^2	2.3×10^2	49	60	55
石油类	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
耗氧量	0.7	0.8	2.1	3.4	0.6	0.6	2.2	9.8	1.2	1.6	1.1	1
硫化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

续表 6.3-4

地下水环境质量现状监测结果表

监测指标	JC07	JC07	JC08	JC08	JC09	JC09	JC10	JC10	JC11	JC11	JC12	JC12
pH	7.04	7.02	7.56	7.62	7.02	7.08	7.01	7.08	7.18	7.14	6.98	6.96
钾	1.32	5.69	0.82	0.84	1.39	0.56	4.95	6.27	10.9	9.7	0.85	0.83
钠	11.4	31.8	6.7	7.24	4.36	4.54	16.5	8.85	11.3	10.9	20.7	18.4
钙	59.3	54.5	18.2	20.7	18.6	17.2	35.9	17.2	15.5	15.5	39.3	38.6
镁	11	10.2	3.62	4.26	3.9	3.75	7.11	4.62	4.61	4.62	7.18	7.03
总碱度(碳酸盐)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总碱度(碳酸氢盐)	225	256	75.7	88.2	78.9	77.3	143	78.5	56.5	58.6	225	224
氯化物	0.314	0.32	2.14	2.1	1.71	0.964	7.45	1.75	11.8	12.8	9.4	9.4
硫酸盐	0.734	0.555	14.8	16.2	6.05	6.46	35.2	13.9	15.5	16.2	6.01	6.02
氨氮	1.12	0.904	0.087	0.089	0.386	0.338	0.16	0.179	0.126	0.128	0.171	0.171
硝酸盐(以 N 计)	2.14	2.14	3.91	3.95	3.88	1.96	1.69	1.1	9.24	9.8	5.17	5.74
亚硝酸盐(以 N 计)	未检出	未检出	5×10^{-3}	0.014	0.017	0.013	未检出	未检出	0.017	0.015	0.034	0.034
挥发酚	5×10^{-4}	未检出	未检出	7×10^{-4}	8×10^{-4}	7×10^{-4}	未检出	未检出	未检出	5×10^{-4}	未检出	未检出
氰化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
砷	6.4×10^{-3}	5.0×10^{-3}	未检出	未检出	3×10^{-4}	未检出	4×10^{-4}	4×10^{-4}	3×10^{-4}	未检出	未检出	未检出
汞	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
六价铬	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	5×10^{-3}	未检出
总硬度(以 CaCO_3 计)	200	186	68.1	76.1	66.1	63.1	134	80.1	59.1	63.1	155	138
铅	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	6.8×10^{-3}	3.7×10^{-3}
氟化物	0.112	0.112	0.086	0.103	0.192	0.154	0.068	0.106	0.053	0.054	0.18	0.171
锶	0.72	0.65	0.14	0.16	0.11	0.11	0.15	0.09	0.13	0.14	0.98	0.88
镉	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
铁	28.6	26.6	0.29	0.08	0.47	0.3	0.78	0.29	0.15	0.13	0.04	0.04
锰	2.82	2.64	0.01	未检出	0.04	0.03	0.16	0.05	未检出	未检出	0.09	0.09
溶解性总固体	215	198	117	130	103	85	210	123	126	100	237	231
总大肠菌群	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.4×10^2	3.5×10^2
细菌总数	8	70	6.6×10^2	5.9×10^2	2.8×10^3	2.8×10^3	1.0×10^2	4.2×10^2	1.3×10^3	1.2×10^3	45	40
石油类	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
耗氧量	8.4	7.1	0.5	0.6	4.5	4.4	1.2	4.1	2	1.9	1.7	1.7
硫化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

续表 6.3-4

地下水环境质量现状监测结果表

监测指标	JC13	JC13	JC14	JC14	JC15	JC15	JC16	JC16	JC17	JC17	JC18	JC18
pH	7.84	7.63	7.18	7.23	6.99	7.06	7.11	7.11	7.01	7.03	7.08	7.08
钾	1.14	1.11	4.46	2.47	0.41	0.32	4.28	1.76	3.45	3.36	2.09	1.79
钠	6.92	6.78	9.94	11.5	4.45	5.5	44.7	93	68.7	93.3	55.8	40
钙	18.2	19.1	12.1	15.5	5.46	5.53	77.1	68	93.2	91.3	77.2	74.5
镁	3.34	3.48	3.97	5.15	1.47	1.46	9.95	10.8	19.6	19.3	14.6	14.1
总碱度(CO ₃ ²⁻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总碱度(HCO ₃ ²⁻)	78.9	83.1	57	71.1	19.5	48.6	334	395	482	513	363	289
氯化物	3.42	3.87	11.2	12.3	0.804	1.08	7.55	5.55	118	124	17.1	17.6
硫酸盐	13.5	14.5	21.3	21.3	18.5	19.8	13.5	12.2	0.671	0.571	11.1	11.2
氨氮	0.115	0.126	0.27	0.254	0.34	0.315	0.12	0.112	1.8	2.01	0.148	0.14
硝酸盐(以 N 计)	1.59	1.64	2.01	3.39	0.341	0.364	0.388	0.668	未检出	未检出	3.61	3.57
亚硝酸盐(以 N 计)	0.014	0.011	0.014	0.013	0.017	5×10 ⁻³	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
挥发酚	未检出	8×10 ⁻⁴	未检出	1.0×10 ⁻³	4×10 ⁻⁴	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	4×10 ⁻⁴
氰化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
砷	未检出	未检出	5×10 ⁻⁴	未检出	未检出	未检出	8×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	4.4×10 ⁻³	4.2×10 ⁻³	4×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴
汞	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
六价铬	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	5×10 ⁻³	5×10 ⁻³	未检出	未检出
总硬度(以 CaCO ₃ 计)	61.1	66.1	49	71.1	72.1	73.1	253	266	375	365	277	315
铅	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	6.2×10 ⁻³	3.8×10 ⁻³	未检出	未检出
氟化物	0.136	0.124	0.142	0.137	0.024	0.026	0.26	0.256	0.252	0.277	0.405	0.417
锶	0.17	0.19	0.13	0.16	0.05	0.05	0.8	1.05	0.69	0.77	0.82	0.82
镉	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
铁	0.09	0.09	0.29	0.17	0.11	0.1	0.06	0.07	2.31	2.23	0.73	0.29
锰	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	4.95	4.85	0.03	0.01
溶解性总固体	113	100	97	119	56	60	305	345	653	718	358	372
总大肠菌群	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	1.3×10 ²	1.8×10 ²	< 2.0	< 2.0
细菌总数	4.6×10 ²	2.0×10 ²	1.9×10 ³	1.2×10 ³	1.8×10 ³	1.5×10 ³	62	80	60	55	83	50
石油类	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
耗氧量	1.5	1.5	2.2	2.2	2.8	2.8	0.6	0.6	11	11.4	0.8	0.7
硫化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.01	0.01	未检出	未检出

续表 6.3-4

地下水环境质量现状监测结果表

监测指标	JC19	JC19	JC20	JC20	JC21	JC21	JC22	JC22	JC23	JC23	JC24	JC24
pH	6.89	7.03	7.62	7.53	7.3	7.21	7.22	7.25	7.05	7.02	6.95	6.98
钾	1.73	1.61	0.9	0.88	1.25	1.78	0.96	1.37	1.92	1.94	1.33	1.37
钠	21.2	17	19.8	111	8.74	10.6	13.6	14.6	12.7	13.5	5.38	5.87
钙	53.9	94.3	53.4	50.7	20.9	23.1	22.4	35.1	23.3	24	45.9	46.8
镁	13.2	16.9	12.9	3.66	5.98	6.6	4.01	5.05	6.45	6.64	5.47	5.62
总碱度(CO ₃ ²⁻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总碱度(HCO ₃ ²⁻)	270	324	277	284	111	129	109	163	101	110	163	166
氯化物	7.58	7.28	20.2	19.8	0.96	0.964	0.51	0.654	16.7	21	7.12	7.04
硫酸盐	9.98	9.85	16.4	15.9	6.66	6.59	9.76	9.88	14.6	14.6	8.36	8.49
氨氮	0.045	0.061	0.089	0.104	0.112	0.084	0.123	0.081	0.072	0.077	0.066	0.06
硝酸盐(以 N 计)	0.79	0.684	2.98	3.03	1.73	0.989	0.628	0.695	1.99	2.01	0.616	0.61
亚硝酸盐(以 N 计)	未检出	未检出	9×10 ⁻³	未检出	8×10 ⁻³	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
挥发酚	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	4×10 ⁻⁴	未检出	4×10 ⁻⁴	未检出	未检出	未检出	未检出
氰化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
砷	未检出	未检出	1.1×10 ⁻³	1.3×10 ⁻³	未检出	未检出	3×10 ⁻⁴	3×10 ⁻⁴	4×10 ⁻⁴	4×10 ⁻⁴	4×10 ⁻⁴	5×10 ⁻⁴
汞	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
六价铬	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
总硬度(以 CaCO ₃ 计)	238	261	195	80.1	85.1	99.1	79.1	144	90	95	135	142
铅	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氟化物	0.237	0.235	0.894	0.933	0.09	0.09	0.133	0.198	0.072	0.07	0.064	0.06
锶	0.6	0.61	0.58	0.61	0.22	0.24	0.34	0.56	0.17	0.17	0.25	0.25
镉	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
铁	0.05	0.05	0.18	0.18	0.14	0.23	0.18	0.1	0.1	0.12	未检出	0.01
锰	未检出	未检出	0.13	0.09	0.01	未检出	未检出	未检出	0.02	0.01	未检出	未检出
溶解性总固体	249	327	310	321	128	109	122	165	135	132	170	178
总大肠菌群	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	17	14	11	14
细菌总数	61	96	70	82	1.4×10 ²	2.9×10 ²	1.4×10 ²	27	50	79	40	82
石油类	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
耗氧量	0.8	0.9	1.1	1.2	2.8	2.1	2.3	1.4	1.8	未检出	1.6	未检出
硫化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

续表 6.3-4

地下水环境质量现状监测结果表

监测指标	JC25		JC26		JC27		JC28		JC29	JC30
pH	7.04	7.01	6.99	6.96	7.23	7.28	7.18	7.14	7.0	7.1
钾	0.73	0.73	2.21	2.26	0.62	0.63	0.43	0.44	3.02	0.88
钠	8.43	8.48	19.9	18.4	14.3	14.7	92.5	108	27.5	20.1
钙	49	48.4	77.5	72.6	105	106	31.1	28.7	5.23	6.00
镁	7.18	7.25	13.5	13.1	8.5	8.46	3.08	2.97	5.91	4.45
总碱度（碳酸盐）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总碱度（碳酸氢盐）	163	165	291	272	344	342	322	317	98.4	98.4
氯化物	14.8	13.8	26.6	22.2	19	16.9	15.6	16.5	7.73	1.75
硫酸盐	3.74	3.5	20.1	17.8	12.5	11.7	9.65	8.92	5.98	6.53
氨氮	0.091	0.099	0.336	0.347	0.102	0.108	0.054	0.05	未检出	未检出
硝酸盐（以 N 计）	4.61	4.4	3.5	1.54	5.04	4.56	0.321	0.3	3.16	2.25
亚硝酸盐（以 N 计）	未检出	未检出	0.015	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.015
挥发酚	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氰化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
砷	6×10^{-4}	6×10^{-4}	1.1×10^{-3}	1.3×10^{-3}	未检出	未检出	1.6×10^{-3}	1.4×10^{-3}	未检出	未检出
汞	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	1.4×10^{-4}	1.6×10^{-4}
六价铬	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
总硬度（以 CaCO_3 计）	152	145	241	240	299	309	90	89	98.1	80.1
铅	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
氟化物	0.02	0.038	0.246	0.264	0.12	0.12	0.568	0.53	0.096	0.102
锶	0.28	0.28	0.49	0.44	0.46	0.44	0.45	0.44	/	/
镉	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
铁	0.02	未检出	0.31	0.5	0.01	0.01	0.07	未检出	0.06	0.12
锰	未检出	未检出	0.64	0.56	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.02
溶解性总固体	201	198	364	345	401	400	365	337	126	122
总大肠菌群	<2.0	<2.0	2.4×10^2	2.2×10^2	2	2	2	2	<2.0	<2.0
细菌总数	25	25	55	50	25	20	60	65	65	84
石油类	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
耗氧量	0.6	0.5	4.2	4.2	未检出	未检出	未检出	未检出	2.2	1.9
硫化物	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出

6.3.2 地下水环境质量现状评价

6.3.2.1 评价方法与标准

1、评价方法

地下水环境质量评价方法采用标准指数法。

a) 对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算方法见下式：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}}$$

式中：

P_i ——第 i 个水质因子的标准指数，量纲为 1；

C_i ——第 i 个水质因子的监测浓度值，mg/L；

C_{si} ——第 i 个水质因子的标准浓度值，mg/L。

b) 对于评价标准为区间值的水质因子（如 pH），其标准指数计算方法见下式：

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH \leq 7 \text{ 时}$$

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH > 7 \text{ 时}$$

式中： P_{pH} ——pH 的标准指数，量纲为 1；

pH——pH 的监测值；

pH_{su} ——标准中 pH 的上限值。

pH_{sd} ——标准中 pH 的下限值；

2、评价标准

评价标准采用《地下水质量标准》（GB 14848-2017）III类标准，石油类执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求。

6.3.2.2 评价结果

评价结果见表 6.3-6。

根据评价结果可以看出，区域地下水超标因子主要为铁、锰、细菌总数。第一次监测 JC02、JC05、JC07、JC09、JC10、JC17、JC18、JC26 地下水中铁超标，最大为 JC07 超标 94.33 倍；JC01、JC05、JC07、JC10、JC17、JC20、JC26 地下水中锰超标，最大为 JC17 超标 49.5 倍；超过 50%监测点细菌总数超标，此外，JC07 和 JC09 耗氧

量分别超标 1.8 倍和 0.5 倍。

第二次监测 JC02、JC07、JC17、JC26 地下水中铁超标，最大为 JC07 超标 87.67 倍；JC02、JC07、JC17、JC26 地下水中锰超标，最大为 JC17 超标 48.5 倍；超过 50% 监测点细菌总数超标。此外，JC07 氨氮超标 0.808 倍，JC02、JC04、JC07、JC09、JC10、JC17、JC26 耗氧量均有不同程度超标，最大超标 2.8 倍。

评价区地处川东北红层低山丘陵区，地下水主要赋存在风化带网状裂隙孔隙中，地下水埋藏浅、流速较低，岩层中的铁锰矿物被地下水溶解后富集，致使地下水中的铁、锰含量较高，因此评价区铁、锰超标属原生地质环境。

区内居民较为分散，在拟建工程周边有不同数量的居民区分布，存在产生的生活污水散乱排放、家禽散养和施用农家肥的现象，是评价区地下水中耗氧量、细菌总数和氨氮超标的主要原因。

表 6.3-6

地下水环境质量现状评价结果表

评价指标	JC01		JC02		JC03		JC04		JC05		JC06		JC07	
pH	0.347	0.333	0.14	0.133	0.347	0.4	0.4	0.08	0.233	0.247	0.093	0.100	0.027	0.013
氯化物	0.029	0.029	0.038	0.018	0.028	0.029	0.009	0.019	0.035	0.008	0.002	0.003	0.001	0.001
硫酸盐	0.043	0.045	0.043	0.038	0.049	0.042	0.04	0.037	0.052	0.046	0.035	0.036	0.003	0.002
氨氮	0.24	0.29	0.218	0.252	0.168	0.224	0.29	0.476	0.196	0.252	0.328	0.348	2.24	1.808
硝酸盐（以 N 计）	0.075	0.006	0.025	0.019	0.006	0.075	0.054	0.029	0.122	0.057	0.047	0.055	0.107	0.107
亚硝酸盐（以 N 计）	0.015	0.014	0.01	0.009	0.006	0.012	-	0.007	0.006	0.009	-	-	-	-
挥发酚	-	0.2	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	0.25	-
氰化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	0.14	0.14	0.72	0.31	0.17	0.14	-	-	0.05	-	-	-	0.64	0.5
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
六价铬	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.080	-	-	-
总硬度 （以 CaCO ₃ 计）	0.209	0.22	0.309	0.205	0.224	0.218	0.093	0.067	0.198	0.111	0.116	0.124	0.444	0.413
铅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.95	0.86	-	-
氟化物	0.151	0.152	0.1	0.118	0.128	0.153	0.057	0.094	0.081	0.058	0.088	0.090	0.112	0.112
镉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
铁	0.167	0.167	1.633	3.667	0.2	0.167	0.367	0.833	2.033	0.533	0.567	0.533	95.333	88.67
锰	1.3	0.9	0.7	1.4	1.4	0.9	-	0.2	1.5	0.3	0.100	-	28.2	26.4
溶解性总固体	0.24	0.232	0.211	0.143	0.23	0.218	0.089	0.132	0.165	0.09	0.086	0.090	0.215	0.198
总大肠菌群	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.333	15.333	-	-
细菌总数	0.76	0.89	5.8	9	6.9	3.6	1.1	1.7	2.3	0.49	0.600	0.550	0.08	0.7
石油类	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
耗氧量	0.233	0.267	0.7	1.133	0.2	0.2	0.733	3.267	0.4	0.533	0.367	0.333	2.8	2.367
硫化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

续表 6.3-6

地下水环境质量现状评价结果表

评价指标	JC08		JC09		JC10		JC11		JC12		JC13		JC14	
pH	0.373	0.413	0.013	0.053	0.007	0.053	0.12	0.093	0.040	0.080	0.56	0.42	0.12	0.153
氯化物	0.008	0.008	0.007	0.004	0.03	0.007	0.047	0.051	0.038	0.038	0.014	0.015	0.045	0.049
硫酸盐	0.059	0.065	0.024	0.026	0.141	0.056	0.062	0.065	0.024	0.024	0.054	0.058	0.085	0.085
氨氮	0.174	0.178	0.772	0.676	0.32	0.358	0.252	0.256	0.342	0.342	0.23	0.252	0.54	0.508
硝酸盐（以 N 计）	0.196	0.198	0.194	0.098	0.085	0.055	0.462	0.49	0.259	0.287	0.08	0.082	0.1	0.17
亚硝酸盐（以 N 计）	0.005	0.014	0.017	0.013	-	-	0.017	0.015	0.034	0.034	0.014	0.011	0.014	0.013
挥发酚	-	0.35	0.4	0.35	-	-	-	0.25	-	-	-	0.4	-	0.5
氰化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	-	-	0.03	-	0.04	0.04	0.03	-	-	-	-	-	0.05	-
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
六价铬	-	-	-	-	-	-	-	-	0.100	-	-	-	-	-
总硬度 （以 CaCO ₃ 计）	0.151	0.169	0.147	0.14	0.298	0.178	0.131	0.14	0.344	0.307	0.136	0.147	0.109	0.158
铅	-	-	-	-	-	-	-	-	0.68	0.37	-	-	-	-
氟化物	0.086	0.103	0.192	0.154	0.068	0.106	0.053	0.054	0.180	0.171	0.136	0.124	0.142	0.137
镉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
铁	0.967	0.267	1.567	1	2.6	0.967	0.5	0.433	0.133	0.133	0.3	0.3	0.967	0.567
锰	0.1	-	0.4	0.3	1.6	0.5	-	-	0.900	0.900	-	-	-	-
溶解性总固体	0.117	0.13	0.103	0.085	0.21	0.123	0.126	0.1	0.237	0.231	0.113	0.1	0.097	0.119
总大肠菌群	-	-	-	-	-	-	-	-	80.000	116.67	-	-	-	-
细菌总数	6.6	5.9	2.8	28	1	4.2	13	12	0.450	0.400	4.6	2	19	12
石油类	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
耗氧量	0.167	0.2	1.5	1.467	0.4	1.367	0.667	0.633	0.567	0.567	0.5	0.5	0.733	0.733
硫化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

续表 6.3-6

地下水环境质量现状评价结果表

评价指标	JC15		JC16		JC17		JC18		JC19		JC20		JC21	
pH	0.02	0.04	0.07	0.073	0.007	0.020	0.05	0.053	0.22	0.02	0.41	0.353	0.2	0.14
氯化物	0.003	0.004	0.03	0.022	0.472	0.496	0.068	0.07	0.03	0.029	0.081	0.079	0.004	0.004
硫酸盐	0.074	0.079	0.054	0.049	0.003	0.002	0.044	0.045	0.04	0.039	0.066	0.064	0.027	0.026
氨氮	0.68	0.63	0.24	0.224	3.600	4.020	0.296	0.28	0.09	0.122	0.178	0.208	0.224	0.168
硝酸盐（以 N 计）	0.017	0.018	0.019	0.033	-	-	0.18	0.179	0.039	0.034	0.149	0.152	0.086	0.049
亚硝酸盐（以 N 计）	0.017	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009	-	0.008	-
挥发酚	0.2	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	0.2
氰化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	-	-	0.08	0.03	0.440	0.420	0.04	0.03	-	-	0.11	0.13	-	-
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
六价铬	-	-	-	-	0.100	0.100	-	-	-	-	-	-	-	-
总硬度 （以 CaCO ₃ 计）	0.16	0.162	0.562	0.591	0.833	0.811	0.616	0.7	0.529	0.58	0.433	0.178	0.189	0.22
铅	-	-	-	-	0.62	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-
氟化物	0.024	0.026	0.26	0.256	0.252	0.277	0.405	0.417	0.237	0.235	0.894	0.933	0.09	0.09
镉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
铁	0.367	0.333	0.2	0.233	7.700	7.433	2.433	0.967	0.167	0.167	0.6	0.6	0.467	0.767
锰	-	-	-	-	49.500	48.500	0.3	0.1	-	-	1.3	0.9	0.1	-
溶解性总固体	0.056	0.06	0.305	0.345	0.653	0.718	0.358	0.372	0.249	0.327	0.31	0.321	0.128	0.109
总大肠菌群	-	-	-	-	43.333	60.000	-	-	-	-	-	-	-	-
细菌总数	18	15	0.62	0.8	0.600	0.550	0.83	0.5	0.61	0.96	0.7	0.82	1.4	2.9
石油类	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
耗氧量	0.933	0.933	0.2	0.2	3.667	3.800	0.267	0.233	0.267	0.3	0.367	0.4	0.933	0.7
硫化物	-	-	-	-	0.200	0.200	-	-	-	-	-	-	-	-

续表 6.3-6

地下水环境质量现状评价结果表

评价指标	JC22		JC23		JC24		JC25		JC26		JC27		JC28		JC29	JC30
pH	0.147	0.167	0.033	0.013	0.100	0.040	0.027	0.007	0.020	0.080	0.153	0.187	0.120	0.093	0	0.067
氯化物	0.002	0.003	0.067	0.084	0.028	0.028	0.059	0.055	0.106	0.089	0.076	0.068	0.062	0.066	0.03	0.007
硫酸盐	0.039	0.04	0.058	0.058	0.033	0.034	0.015	0.014	0.080	0.071	0.050	0.047	0.039	0.036	0.02	0.03
氨氮	0.246	0.162	0.144	0.154	0.132	0.120	0.182	0.198	0.672	0.694	0.204	0.216	0.108	0.100	-	-
硝酸盐（以 N 计）	0.031	0.035	0.100	0.101	0.031	0.031	0.231	0.220	0.175	0.077	0.252	0.228	0.016	0.015	0.16	0.11
亚硝酸盐（以 N 计）	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015	-	-	-	-	-	-	0.015
挥发酚	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
氰化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砷	0.03	0.03	0.040	0.040	0.040	0.050	0.060	0.060	0.110	0.130	-	-	0.160	0.140	-	-
汞	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	0.16
六价铬	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
总硬度 （以 CaCO ₃ 计）	0.176	0.32	0.200	0.211	0.300	0.316	0.338	0.322	0.536	0.533	0.664	0.687	0.200	0.198	0.218	0.178
铅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
氟化物	0.133	0.198	0.072	0.070	0.064	0.060	0.020	0.038	0.246	0.264	0.120	0.120	0.568	0.530	0.096	0.102
镉	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
铁	0.6	0.333	0.333	0.400	-	0.033	0.067	-	1.033	1.667	0.033	0.033	0.233	-	0.2	0.4
锰	-	-	0.200	0.100	-	-	-	-	6.400	5.600	-	-	-	-	-	0.2
溶解性总固体	0.122	0.165	0.135	0.132	0.170	0.178	0.201	0.198	0.364	0.345	0.401	0.400	0.365	0.337	0.126	0.122
总大肠菌群	-	-	5.667	4.667	3.667	4.667	<0.67	<0.67	80.000	73.300	0.667	0.667	0.667	0.667	-	-
细菌总数	1.4	0.27	0.500	0.790	0.400	0.820	0.250	0.250	0.550	0.500	0.250	0.200	0.600	0.650	0.65	0.84
石油类	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
耗氧量	0.767	0.467	0.600	-	0.533	-	0.200	0.167	1.400	1.400	-	-	-	-	0.73	0.63
硫化物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.3.3 小结

监测结果表明，评价区地下水超标因子主要为铁、锰、细菌总数，除铁、锰、细菌总数外，其它监测因子均满足《地下水质量标准》（GB 14848-2017）III类标准限值。

评价区地处川东北低山丘陵区，地下水主要赋存在风化带网状裂隙孔隙中，地下水埋藏浅、流速较低，岩层中的铁锰矿物在地下水中溶解、富集，致使地下水中的铁、锰含量较高，因此评价区铁、锰超标属原生地质环境。区内居民较为分散，在拟建工程周边有不同数量的居民区分布，存在产生的生活污水散乱排放、家禽散养和施用农家肥的现象，是评价区地下水中耗氧量、细菌总数和氨氮超标的主要原因。

6.4 噪声环境现状调查与评价

6.4.1 声环境现状监测

本次评价委托成都酉辰环境检测有限公司于2020年5月9日至10日，2020年5月13日至14日，2021年3月6日至7日对项目所在地声环境进行了监测，声环境现状监测布点图见附图6.1-1。

（1）监测布点：

表 6.4-1 声环境质量监测点位布置

编号	监测点位置	监测时间	编号	监测点位置	监测时间
1#	天然气净化厂拟建厂址	2020.5.9~10	9#	渡口河输气末站北侧农户	2020.5.13~14
2#	渡口河输气末站东侧厂界	2020.5.13~14	10#	1号井场东南侧农户	2020.5.9~10
3#	渡口河输气末站南侧厂界		11#	4号井场东侧农户	
4#	渡口河输气末站西侧厂界		12#	5号井场东侧农户	
5#	渡口河输气末站北侧厂界		13#	铁山坡1号井场中心处	2021.3.6~7
6#	渡口河输气末站东侧农户		14#	2号井站中心处	
7#	渡口河输气末站南侧农户		15#	4号井场处	
8#	渡口河输气末站西侧农户		16#	5号井场处	

（2）监测因子：等效连续A声级。

（3）监测频次：连续监测2天，昼间2次，夜间1次。

（4）评价标准：《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类区标准。

（5）监测结果及评价结论。

表 6.4-2

声环境质量现状监测结果

单位: dB(A)

监测点位		第一天			第二天		
编号	名称	昼间 第 1 次	昼间 第 2 次	夜间	昼间 第 1 次	昼间 第 2 次	夜间
1#	天然气净化厂拟建厂址	42	43	40	41	41	40
2#	渡口河输气末站东侧厂界	48	48	44	47	47	45
3#	渡口河输气末站南侧厂界	47	46	44	47	47	46
4#	渡口河输气末站西侧厂界	44	44	44	44	43	43
5#	渡口河输气末站北侧厂界	46	47	47	44	45	46
6#	渡口河输气末站东侧农户	47	45	46	45	44	45
7#	渡口河输气末站西侧农户	43	43	42	44	43	43
8#	渡口河输气末站北侧农户	44	44	43	43	44	46
9#	渡口河输气末站南侧农户	47	47	45	45	44	44
10#	1 号井场东南侧农户	41	41	38	42	40	39
11#	4 号井场东侧农户	42	42	39	41	41	38
12#	5 号井场东侧农户	40	39	41	39	40	38
13#	铁山坡 1 号井场中心处	41	40	37	39	40	37
14#	2 号井站中心处	40	41	36	37	38	36
15#	4 号井场处	38	37	36	37	38	36
16#	5 号井场处	37	38	37	38	37	36

从噪声监测及评价结果可知,项目区域昼间、夜间噪声值均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类区标准限值的要求。

6.4.2 小结

通过对项目拟实施区域噪声进行监测,结果表明区域现状值均达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的2类标准。

6.5 生态现状调查与评价

6.5.1 调查范围和时间

6.5.1.1 调查范围

基于生态现状调查应在收集资料基础上开展现场工作,生态现状调查的范围应不小于评价工作的范围的原则。井站场界外扩 1.0km、净化厂厂界外扩 5.0km 与内输管线、外输管线、气田水管线等“线型”工程中心线外扩 1.0km 作为本项目陆生生态调查范围,中河穿越断面至下游 1.0km 河段作为本项目主要的水生生态调查范围。

6.5.1.2 调查时间

生态调查时间为2020年8月和2021年2月、6月。

6.5.2 调查内容及方法

6.5.2.1 植被类型调查方法

收集并引用位于宣汉县、万源市境内近年来建设项目环境影响评价文件中区域植被类型相关内容,如2013年《铁山坡气田飞仙关气藏总体开发工程环境影响报告书》、2014年《渡口河七里北气田飞仙关气藏总体开发工程环境影响报告书》、2019年9月于达州市水务局全文公示的《四川省达州市固军水库环境影响报告书》。同时,收集本地区近年林业资源调查数据。采用“3S”技术对下载自中国科学院对地观测与数字地球科学中心对地观测数据共享计划的LANDSAT-8卫星数据(GRANULEID:LS8_O_20190813_032045_000000_127038_GEOTIFF_SNC_L2)进行图像预处理、图像增加、图像分类。在综合现有资料和遥感影像分析结果的基础上,通过进一步实地调查,查验、校对、补缺植被类型。参考《四川植被》、《中国植被》中植被分类单位,采用地理信息软件完成植被类型数据分析和植被图制作。

6.5.2.2 植物群落物种多样性

采用资料收集和现场调查相结合的调查方法,开展植物群落多样性调查。参考《铁山坡气田飞仙关气藏总体开发工程环境影响报告书》、《渡口河七里北气田飞仙关气藏总体开发工程环境影响报告书》等。同时,通过实地踏察,查验、校对、更新植物群落物种多样性。植物物种多样性调查限于维管植物,重点是种子植物。

现场调查,植物群落物种更新过程中,对植物种属能直接进行鉴定的就立即鉴定,不能立即鉴定的利用相机采集图像带回室内,一是通过查阅《中国高等植物图鉴》、《中国植物志》、《中国植物图像库》、《被子植物原色图谱》、《四川植物志》、《四川省重点保护野生植物名录》植物志和数据库,二是请教从事植物分类的学者及植物爱好者。鉴定中,记录植物的科、属、种名以及生境,若是重点保护植物还需要记录经纬度和种群数量。确定名录时,除参考上述植物志、植物图像数据库等外,还参考了历年发表的与宣汉、万源及其周边区域植物物种多样性和植被有关的专著和论文。



图 6.5-1 植物群落物种多样性现场调查

6.5.2.3 植物群落生物量

不同植被类型单位面积的生产力和生物量主要引自2019年9月于达州市水务局全文公示的《四川省达州市固军水库环境影响报告书》，同时参考《中国森林生态系统的生物量 and 生产力》（冯宗炜等著）、《中国西南地区森林生物量研究综述》（吴鹏等，2012）、《贵阳市区灌木林生态系统生物量及碳储量》（宁晨等，2015）等研究成果。评价区域内各种植被类型单位面积的生物量与生产力分列如下表。

表 6.5-1 不同植被类型单面的平均生物量和生产力统计表

类型	生物量 (t/hm^2)	生产力 ($t/a \cdot hm^2$)
针叶林	245.75	5.3
阔叶林	172.68	7.8
灌丛	34.45	0.8
果园	60.2	1.2
草地	9.76	10.95
耕地	10.88	11.96

6.5.2.4 动物物种多样性

爬行类、两栖类及鱼类调查，以资料收集为主，如区域内建设项目环评报告及农业林部门的野生动物资料，与现场调查及咨询当地居民为辅的方式开展。兽类和鸟类调查，采用资料收集和现场调查并行的方式开展，现场调查结合项目选址和管线路由开展。野外调查发现但无法鉴定的物种进行拍照，室内查阅《中国动物主体数据库》、《中国数字科技馆》、《中国两栖类》、《蓝色动物学》等数据库与《中国鸟类图鉴》、《鸟类原色图谱》等图鉴及咨询专业人士等进行鉴定。

6.5.2.5 土地利用现状

土地利用现状主要基于自然资源部 2020 年发布的 2020 年版 30m 全球地表覆盖数据、四川省森林资源数据，结合站场拟建址、线型工程沿线调查结果，采用地理信息软件统计分析评价范围土地利用现状，并制作土地利用类型图。

6.5.2.6 景观生态学调查

基于评价范围土地利用类型、植被类型数据，归并各类森林群落、灌丛群落、草地群落等景观斑块类型，以地理信息系统软件为平台，计算评价区施工前各类斑块或生态系统的面积与景观指数。

6.5.3 生态功能区划及保护方向

6.5.3.1 生态功能区划

根据四川省生态功能区划，四川省达州市宣汉县、万源市属于位于《四川省生态功能区划》：I 四川盆地亚热带湿润气候生态区 I-2 盆地丘陵农林复合生态亚区 I-2-1 盆地深丘农林业与土壤保持生态功能区。

图 6.5-2 项目所在地生态功能区划

6.5.3.2 生态建设与发展方向

发掘历史文化财富，开发人文景观资源，发展旅游规划观光业及相关产业链。维护森林生态系统和农田生态系统的良性循环，改善水土流失现状；发展中药材产业，做好野生资源保护工作。

6.5.4 制约区域可持续发展的主要生态问题

6.5.4.1 自然灾害频繁，对生产生活影响巨大

项目所在区域地处嘉陵江支流渠江水系的支流，位于大巴山向四川盆地丘陵区转折过渡部位，发源于大巴山的前河与后河汇流为州河，经达州市注入渠江，这种特殊的地貌条件，极易形成暴雨洪涝灾害。同时，州河上游的大巴山南麓是四川省著名的“暴雨区”，这里也是著名的“秦巴山地灾害区”“川东伏旱气候区”，干旱、暴雨、洪涝、大风、冰雹等气象灾害十分频繁，并经常形成以旱、涝为核心的自然灾害链。尤其大范围强暴雨灾害最为严重；暴雨洪灾诱发泥石流、滑坡，又形成山地灾害，造成

巨大损失。在 1994 年中国科学院成都山地灾害与环境研究所编著的《长江上游暴雨滑坡泥石流研究》当中，将该区域划入“四川盆地北部丘陵山地多暴雨滑坡崩塌很活跃区”。据调查，其滑坡、崩塌、泥石流的密度为：万源市 2.77 处/km²，宣汉县 0.38 处/km²，达县 0.27 处/km²，<10 万 m³ 的小型滑坡、崩塌占该区滑坡崩塌总数的 27.4%，10-100 万 m³ 的中型滑坡崩塌占 47.4%，100-1000 万 m³ 的大型滑坡崩塌占 22.9%，>1000 万 m³ 的特大型滑坡崩塌占 2.3%，可见滑坡、崩塌、泥石流分布的密度、强度之大。该区域滑坡崩塌的发生与降雨特征关系密切。据调查分析，当日降雨量达 10mm、累积降雨量达 100mm 时，滑坡崩塌开始发生；当日降雨量达 50mm、累积降雨量达 200mm 时，滑坡崩塌较多发生；当日降雨量达 100mm、累积降雨量达 300mm 时，滑坡崩塌将大量发生。

该区域历史上也曾多次发生危害较大的滑坡、崩塌、泥石流：

1982 年 7 月 16 日，宣汉县厂溪乡 9 村一堰塘，因暴雨溢水引起坝体滑坡，最后导致溃决，转化为泥石流，造成死亡 29 人。

1983 年 9 月，宣汉县河坝乡发生滑坡，死亡 4 人。

2010 年 7 月 17 日，万源市发生特大洪灾，洪灾共造成 7 人死亡、39 人失踪、24 人受伤，直接经济损失达 28.13 亿元。

近年来，该区域暴雨洪灾连连不断，如：

2015 年 6 月，达州州河流域陆续出现强降雨，致州河、巴河、渠江水位猛涨，洪水肆虐，造成全市 7 县市区 246 个乡镇 253.9 万人不同程度受灾。达州主城区、宣汉、渠县城区及 25 个场镇进水，紧急转移安置 14745 人，集中安置 212 人，分散安置 14533 人，无人员伤亡报告。据初步统计，直接经济损失达到 25.8 亿元。

2020 年 7 月，“7.15”、“7.16”暴雨洪涝灾害致使达州全市 23 万人不同程度受灾，因灾失踪人口 5 人，因灾伤病人口 1 人，紧急转移安置人口 9820 人，集中安置人口 110 人，分散安置人口 9710 人。农作物受灾面积 14145 公顷、成灾面积 10102 公顷、绝收面积 3412 公顷；倒塌房屋 119 户 225 间，严重损坏房屋 179 户 352 间，一般损坏房屋 210 户 877 间。直接经济损失 17804 万元，其中农业损失 5543 万元、基础设施损失 5614 万元。

此外，由于绝大部分城镇集中修建于河道岸边(人类历来就是逐水而居)，与水争地和与洪水争地的现象十分突出，且愈演愈烈，在某种程度上加剧了自然灾害的破坏力。

6.5.4.2 农业生态系统生产能力低下

该区域处于大巴山脉南麓和四川盆地过渡部位的特殊地貌，地势起伏，河流纵向坡度大，地表出露岩层多为易风化、破碎的侏罗纪、白垩纪互层的沙岩、泥岩、页岩，暴雨洪水多，日降水强度大而集中，降雨区域广，冲刷严重。在人为因素影响下，林草植被覆盖减少，水土流失较为严重，以达州市2000年全国土壤侵蚀遥感调查结果为例：轻度以上土壤侵蚀面积为6107km²，占幅员面积的36.81%，其中，中度以上土壤侵蚀面积为4440km²，占土壤侵蚀面积的72.7%。所以，该区域一般情况下，土层瘠薄，肥力低下，水田中还有一部分是冬水田，旱地的面积所占比例较高，复种指数较低，基本上都是一年两熟制类型，单位面积产量不高。近年来，青壮年劳动力大都外出打工，农田疏于管理，也是造成农业生态系统生产能力低下的原因之一。

6.5.5 土地利用现状

参照《土地利用现状分类标准》（GB/T21010-2007），生态影响评价范围土地利用类型及面积见下表，生态影响评价范围土地利用现状图见附图 6.5-1。

表 6.5-2 评价范围土地利用现状

类型	耕地		园地	林地	建设用地	牧草地	水域	未利用地	总计（hm ² ）
	基本农田	一般农田							
面积（hm ² ）	5709.83	1070.56	53.07	9884.13	290.66	24.08	332.12	4.6	17369.05
百分比（%）	32.87	6.16	0.31	56.91	1.67	0.14	1.91	0.03	100

由上表可以看出，评价范围土地利用类型以林地为主，面积为 9884.13hm²，占生态评价范围土地总面积 56.91%；其次为耕地，面积为 6780.39hm²，占生态评价范围土地总面积 39.03%，耕地中永久基本农田约为 5709.83hm²；其余土地类型为 704.53hm²，占生态评价范围土地总面积 4.06%。

6.5.6 植被

6.5.6.1 陆生植被地理分布

一、影响植被分布的主导因素

评价区位于四川盆地东北大巴山南麓，地貌类型主要由低山和丘陵组成，海拔高度一般在 300-1200m 之间；水系在谷底和丘间底部流过，主要为渠江流域州河水系的前河；气候为东南太平洋季风控制下的中亚热带湿润型季风气候，雨量充沛、植物生长期长，土壤适宜种性广，开发历史悠久，尤其是近年来农业产业结构的调整和大批

青壮年农民外出务工，给该区域各个方面带来深刻的变化

二、植被特征

(1) 以亚热带植被类型为特点，原始植被生产能力高，次生类型则低

评价区所辖地方全部在四川盆地底部往大巴山地南麓过渡的地方，属于我国典型的东部湿润型亚热带常绿阔叶林地带控制的范围之内，森林植被类型当中主要建群种以樟、楠木、钓樟、黑壳楠、栲、合欢、山茶等植物为主的常绿阔叶林，是该评价区内的自然地理地带性的“顶级植物群落”，是该区域生物量最大和生产能力最高的植被生态系统类型，但是，由于该区域垦殖历史很早，经过漫长的高强度开发，原始植被几乎荡然无存。目前，仅在极少数阴湿沟谷或民居附近能够见到一些樟、楠木等植物单株，多为人为保留或残存，生长较差，显示出该区域自然、原始、历史的痕迹。现在保留下来的绝大部分都是植被退化演替系列上的次生性植被类型，如马尾松林、川柏木林、黄荆、马桑、蔷薇、悬钩子灌丛、白茅草坡等，它们的生物量和生产能力都远比典型的常绿阔叶林低。另外一个显著的特征是评价区内亚热带山地灌丛和亚热带草坡的面积都不大，能够见到的都很稀少，且结构特征也不典型。

(2) 评价区内植被水平分布格局简单，垂直变化不明显

由于评价区主要分布于四川盆地底部往大巴山地南麓过渡的地方，海拔高度一般在 300-1200m 之间，丘谷上下差异在 100-600m 以内，高差不大，导致热量和水分条件的分化不太明显，最重要的是整个评价区的植被都在“基带”的控制范围之内，因此植被的分化不大。基本分布模式为：沟槽底部多为水田，丘坡中部多为农田（大部分旱地，少部分为水田）和天然植被的镶嵌交错分布，丘顶多为少量呈条带状分布的权地，反映出与水分条件关系密切。在该区域内，因评价区面积不大，植被类型分布的水平差异不明显，主要是反映了该区域内的地质、地貌、气候、土壤等生境因子的变化不大，此为其特点。

(3) 人为影响极为强烈，农业生产水平较高

评价区所辖地段，垦殖开发历史悠久，人口密度较大，农业生产水平较高，耕作以及人类其他活动对自然生态与环境的破坏较为严重，而且对土地的耕种是一种长期的历史行为，由于天然森林覆盖率较低，水土冲刷流失较为严重，导致农田生态系统受到一定的程度的干扰破坏，一般单位面积产量都不高。因此，在该评价区内，绝大部分地方基本上没有保留有原生性植被类型，被次生性植被类型和大量人工栽培植被所取代，次生性植物群落类型也往往与耕地、居民点相邻镶嵌、交错，并受到人为干

扰反复影响，人工栽培植被又常常以农田栽培作物植被类型与人工经济林(果园、茶园等)、人工薪炭林、人工防护林等面貌出现，农田与林、果、薪等形成多种人工配置的多样化格局。此外，次生林或次生灌丛多有明显耕种、放牧的痕迹，往往是循环反复，即次生植被→耕地→次生植被→耕地。

三、植被地理分布规律

区位地理的性质和特征，决定了植被和植物群落的性质和特征，该区域顶级的植被类型是我国东部湿润森林区中亚热带湿润型常绿阔叶林，也就是以栲、樟、楠、山茶、山矾、杜英等植物为主的常绿阔叶林，为其“顶级植物群落”。

在“中国植被”的植被分区当中，该评价区的位置是：

IV 亚热带常绿阔叶林区域

IVA 东部(湿润)常绿阔叶林亚区域

IVAiia 中亚热带常绿阔叶林地带

IVAiia 中亚热带常绿阔叶林亚地带

IVAiia-6 四川盆地，栽培植被、润楠、青冈林区

“四川省植被分区”又对“中国植被”区划进一步的细化、深化说明和分析，按照“四川省植被分区”的区划系统，该评价区所辖地方在四川植被区划上的地位，应处于中国亚热带常绿阔叶林区—川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带—川东盆地偏湿性常绿阔叶林亚地带盆地底部丘陵低山植被地区之下的川东平行岭谷植被小区北部和川北深丘植被小区东部的结合过渡部位，意即跨越了两个植被小区。

亚热带常绿阔叶林区—

川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带—

川东盆地偏湿性常绿阔叶林亚地带—

盆地底部丘陵低山植被地区—

川东平行岭谷植被小区

川北深丘植被小区

“四川省植被分区”的亚热带常绿阔叶林区与“中国植被”区划的IVAiia 中亚热带常绿阔叶林亚地带衔接对应，“四川省植被分区”的川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带与“中国植被”区划的IVAiia-6 四川盆地，栽培植被、润楠、青冈林区相衔接对应。“四川省植被分区”更细的划分，则更深入的揭示了该区域植被类型地理分布上的深层次地域差异。在项目评价区内，由于所辖范围面积不大，虽然北部地势略高，但是，基本

上都处于所在植被地区“基带”植被地带的控制之下，植被地理分布规律的水平与垂直差异不明显，因此一并叙述。

人工栽培植被以一年两熟人工栽培作物植被类型为绝对主体，个别热量较好的地段有少量的两年五熟作物类型，冬水田占据一定的比例，由于缺乏足够的水利灌溉设施，加之春旱伏旱频繁，旱地占据了较大的比例，复种指数不高。作物种类主要有水稻、小麦、油菜、豆类、绿肥、各种蔬菜等，还有桃、李、梨、柑橘、柚子、桑、茶、油桐、核桃等果树和经济林木。

天然植被几乎荡然无存，在极其个别的地方仅有一些残留的常绿阔叶林优势植物的单株，如樟、楠、润楠，在一些沟谷和土层较为深厚之地方还可见到大头茶、黄杞、枫香、桉木、麻栎等。现存的天然植被类型简单，在一些山脊和鞍部，土层瘠薄、土壤肥力差的地方，还可见到少量的稀疏的马尾松林、杉木林，钙质紫色土上则为川柏木林，一般多为30年左右的人工林分，多处于退化状态；其间常混入少量阔叶树种，如黄连木、棕榈、桉木、麻栎、榿栎、短柄袍树，可渗入林内构成林分，因此，又有了混交林，以常绿针叶与落叶阔叶混交林情形较为常见；常绿树种中可见到樟、楠、山茶，常呈单株星散分布之势；灌木植物群落不多，能够见到的是黄荆、马桑、蔷薇、悬钩子、火棘等混合构成的杂灌丛，星散分布，不成规模。

该区域植被分布模式大致如下：丘间或者山间谷底，多为水田(槽田)，局部地方有樟、楠、山茶、山矾常绿树种星散分布，在土层较为深厚的地方竹林较多，它们聚集一起多半为无规律镶嵌、交错分布；地势较好的山地坡面，为水田与旱地、川柏木、马尾松、杉木、桉木、麻栎、榿栎、短柄袍树、合欢等构成的稀疏混交林镶嵌、交错分布，因人为干扰活动频繁，农田和混交林的面积和比例大一些。该评价区植被分布规律简述之，即为面积占优农田与常绿针叶和落叶阔叶树种构成的稀疏混交林镶嵌、交错无序分布为主体，其余面积较小的植被类型混杂其间。

6.5.6.2 植被分类

按照《四川植被》的分类原则，结合评价区域植被构成情况，选取植被型、群系组和群系三级分类体系并结合野外调查、整理出的样方和样线资料对铁山坡气田项目评价区的植被组成进行分类、描述。凡建群种生活型相近，群落外貌相似的植物群落联合的建群植物，对水热条件、生态关系组成一致的植物群落联合成为植被型

(Vegetation type)，是分类系统中的高级单位，用一、二、三……符号表示；凡建

群种亲缘关系近似（同属或相近属），生活型近似，生态特点相同的植物群落联合为群系组（Formation group），是群系以上的辅助单位，用 1、2、3.....符号表示；凡建群种和共建种相同的植被群落联合为群系（Formation），是分类系统中的中级单位，用（1），（2），（3）.....符号表示。按上述分类原则将评价区的植被组成情况分类见下表。

表 6.5-3 评价区植被分类

植被类型	植被型	群系组	群系
自然植被	一、针叶林	1.松林	（1）马尾松林
		2.柏木林	（2）川柏木林
		3.杉木林	（3）杉木林
	二、阔叶林	4.青冈林	（4）青冈林
		5.栎林	（5）麻栎林
		6.桉木林	（6）桉木林
		7.枫杨林	（7）枫杨林
		8.刺槐林	（8）刺槐林
		9.杨树林	（9）杨树林
	三、灌丛	10.落叶阔叶灌丛	（10）黄荆、马桑灌丛
			（11）小果蔷薇、火棘灌丛
			（12）秋华柳等其它灌丛
	四、草丛	11.禾草草丛	（13）白茅草丛
栽培植被	五、经济作物	12.花椒林、核桃林、李林、梨林等	
	六、农作物	13.水稻、玉米、红苕、花生、蔬菜等	

从上表可以看出，生态影响评价范围共有自然植被植被型 4 种，群系组 11 种，群系 13 种。人工植被按照农田种植植被和经济果木林植被划分到群系组，下未进一步划分群系。

生态影响评价范围植被类型见附图 6.5-2。

二、自然植被主要植物群落特征及其分布

结合野外调查数据，评价区各个群系的分布、结构等特征描述如下：

1）马尾松林（Form *Pinus massoniana*）

马尾松林是四川低海拔地区针叶林的代表林种之一，在四川中部、北部和东部地区分布较为普遍。马尾松是向阳、喜温暖的树种。多分布于酸性土上。分布区的土壤发育于砂岩、页岩之酸性黄壤、酸性紫色土或石灰岩经淋溶后形成的酸性土壤。在项目评价区内，主要见于该区域中北部一带的丘陵低山的山坡中上部、顶部，呈条带状、团块状分布，海拔高度多在400m~1100m之间。生境一般较为贫瘠干旱。该群系为评价区分布较广的植被类型之一，如天然气净化厂厂址所在地、各井站周围丘陵缓坡地带及沿道路敷设外输管线两侧高丘地带。

马尾松群落外貌翠绿色，林冠整齐。多为次生林或人工林。除部分幼林外，一般树龄差异大，树龄一般不超过30年。郁闭度0.6~0.8。株高8m~15m，胸径6cm~32cm左右。以纯林为主要存在方式。林内比较通风透光，苔藓等活地被物较少，乔灌木三层次明显。

乔木层除马尾松外，多见有麻栎（*Quercus acutissima*）、栓皮栎（*Quercus variabilis*）、青冈（*Cyclobalanopsis glauca*）、山槐（*Albizia kalkora*）与之混生，偶见猕猴桃属（*Actinidia*）；林缘地带偶见槲栎（*Quercus aliena*）、盐肤木（*Rhus chinensis*）、山矾（*Symplocos sumuntia*）。林下灌木层以悬钩子属（*Rubus*）、杜鹃（*Rhododendron simsii*）、宜昌荚蒾（*Viburnum erosum*）为优势。

草本层常以铁芒萁（*Dicranopteris dichotoma*）为优势。其次常见有藁草（*Carex*）、茅叶荩草（*Arthraxon prionodes*）、地果（*Ficus tikoua*）等。

图 6.5-3 马尾松林群系

2) 川柏木林（Form. *Cupressus funebris*）

川柏木林主要分布于丘陵山地的山坡上部、顶部。多呈条带状、斑快状、簇状分布，海拔高度一般为350m~650m。川柏木林喜生于温暖湿润的各种土壤上，尤以钙质土上生长良好。川柏木林是盆周山地钙质紫色土上的主要森林，对川东丘陵地区改善环境、涵养水源、调节气候和保持水土具有重要作用。耐干旱瘠薄，材质优良，用途广泛，可作速生造林树种。该群系沿宣汉县峰城镇-南坝镇间乡道敷设的外输管线评价范围内丘陵分布较多。

川柏木林外貌深绿色，郁闭度一般情况下为0.2-0.4左右，最大可达0.7左右，混入的其他乔木树种情形不多。灌木层稀疏，常见种类有竹叶花椒（*Zanthoxylum armatum*）、铁仔（*Myrsine africana*）、马桑（*Coriaria nepalensis*）、黄荆（*Vitex negundo*）、小果蔷薇（*Rosa cymosa*）、宜昌荚蒾等种类。草本层主要有白茅（*Imperata cylindrica*）、茅叶荩草、蒿属（*Artemisia*）等植物。

图 6.5-4 川柏木林群系

3) 杉木林（Form. *Cunninghamia lanceolata*）

评价区内的杉木林全部为人工栽植，几乎都为纯林，栽植时间均在30年以内。常见评价区公路旁或靠近民宅地段呈带状分布，在边缘地带常见八角枫

(*Alangium chinense*)、棕榈(*Trachycarpus fortunei*)、油桐(*Vernicia fordii*)等阔叶树分布。林下灌草植被极其稀疏,在林缘有较多的灌草生长,如水麻(*Debregeasia orientalis*)、荨麻(*Urtica fissa*)、乌泡子(*Rubus parkeri*)、高粱泡(*Rubus lambertianus*)、野葛(*Hicriopteris glauca*)等。

图 6.5-5 杉木林林群系

4) 青冈林 (Form. *Cyclobalanopsis glauca*)

青冈林是我国中亚热带东部湿润区广泛分布的一个类型,在四川分布亦广。从整个盆地丘陵至四周边缘山地,从土壤瘠薄、风大的低山山顶、山脊至阴陪潮湿的峡谷陡坡或土壤深厚肥沃的地区都可见到。但多呈斑块小片残存林。

群落外貌绿色,林冠波浪形较为整齐。乔木层总郁闭度0.6-0.8,可分为二亚层,第I亚青冈占绝对优势,高14m左右,胸径平均14cm;第II亚层以细齿叶桉(*Eurya nitida*),层高在5m-10m。常见的乔木还有裂果卫矛(*Euonymus dielsianus*)、米饭花(*Vaccinium sprengelii*)等。植株数量很少或仅单株的有曼青冈(*Cyclobalanopsis oxyodon*)、椴树(*Tilia tuan*)等。灌木层以乔木更新幼苗为主,另有杜鹃、十大功劳(*Mahonia fortunei*)、小叶六道木(*Abelia parvifolia*)、宜昌荚蒾、朱砂根(*Ardisia crenata*)、胡颓子(*Elaeagnus pungens*)等。

草本种类不多,覆盖度30%左右,以莎草为主。另有吉祥草(*Reinckia carnea*)、铁角蕨属(*Asplenium*)、鳞毛蕨属(*Dryopteris*)、贯众属(*Cyrtomium*)等。层外植物,只有少许华肖菝葜(*Heterosmilax chineasis*)、香花崖豆藤(*Milettia dielsiana*)等。

图 6.5-6 青冈林群系

5) 麻栎林 (Form. *Quercus acutissima*)

麻栎是一种对环境适应性较好的阳性树种,萌生能力强。对土壤要求不严,但多生长于干燥的阳坡,在土质肥沃,土层较厚处长势尤其良好。麻栎林广泛分布在评价区的阳坡和半阳坡,郁闭度一般在0.6~0.8左右,林层高度在8m~15m。土壤主要为由砂岩发育形成的山地黄壤,紫色砂页岩、紫色页岩发育形成的山地黄棕壤组成。

麻栎林外貌多为黄绿色,树冠较整齐,林内组份简单。乔木层以其为建群种,郁闭度0.5~0.8之间,树高多在11m以下,胸径15cm~25cm。麻栎林内多伴生有栓皮栎(*Quercus variabilis*),常见少量马尾松、槲栎、青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)混生

其中。

麻栎林下灌草丛生，盖度不低于60%。主要有悬钩子属以及多种小檗如刺红珠 (*Berberis dictyophylla*)、豪猪刺 (*Berberis julianae*)、盐肤木 (*Rhus chinensis*) 和胡颓子 (*Elaeagnus pungens*)。因其地表常为落叶覆盖所有草本植物盖度极小，常见的有蒿、白茅、芒萁、薹草、茅叶荩草等。

层外植物有黄果茄 (*Solanum virginianum*)、菝葜 (*Smilax china*)、龙葵 (*Solanum nigrum*)、三裂蛇葡萄 (*Ampelopsis delavayana*)、野葛等。

图 6.5-7 麻栎林群系

6) 桤木林 (Form. *Alnus cremastogyne*)

桤木是一种喜光和喜湿的乔木树种，对土壤湿度要求较高，在水分充足的环境条件下生长的最好。评价区内，桤木林在呈条状或块状分布于河流沿岸，溪沟、公路两侧及人聚居地附近及地势平坦的地段。桤木种植容易，生长迅速，树干通直，因而多为人工林。

桤木林群落外貌深绿色，结构较简单。乔木层郁闭度0.6左右，桤木占绝对优势，树高常在10m~15m，最高可达20m。除小片纯林外，河岸、溪沟边，常与枫杨混生，郁闭度0.3左右。

因人为活动相对频繁，林下灌木种类不多，变化较大，常见种类有悬钩子属、蔷薇属 (*Rosa*)、忍冬属 (*Lonicera*) 等，层外偶见小果蔷薇、川莓 (*Rubus setchuenensis*) 等。

草本层盖度可达60%，主要有酢浆草 (*Oxalis corniculata*)、马唐 (*Digitaria sanguinalis*)、夏枯草 (*Prunella vulgaris*)、车前 (*Plantago asiatica*)、杠板归 (*Polygonum perfoliatum*)、龙牙草 (*Agrimonia pilosa*)、爵床 (*Rostellularia procumbens*)、蕺菜 (*Houttuynia cordata*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon*)、槲蕨 (*Drynaria roosii*) 等。

图 6.5-8 桤木林群系

7) 枫杨林 (Form. *Pterocarya stenoptera*)

枫杨为喜光性树种，不耐庇荫，但耐水湿。深根性，主、侧根均发达，以深厚肥沃的河床两岸生长良好，在评价区内分布于河岸两侧临近水边的地方。枫杨林平均树高约8m~25 m，平均胸径约30 cm左右，林冠郁闭度约为0.6~0.75。常见伴生树有桤木、

构树 (*Broussonetia papyrifera*)、八角枫 (*Alingum chinense*) 等。林下灌木盖度在 20%~40%，主要物种有悬钩子属、水麻 (*Debregeasia orientalis*) 等，草本层高度通常在 50cm 以下，总盖度介于 30%~90%，主要物种有蒿属、冷水花 (*Pilea notata*)、葎草 (*Humulus scandens*)、茅叶荩草、鬼针草 (*Bidens pilosa*)、白车轴草 (*Trifolium repens*)、蜈蚣草 (*Pteris vittata*)、江南卷柏 (*Selaginella moellendorffii*) 等。

图 6.5-9 枫杨林群系

8) 刺槐林 (Form. *Robinia pseudoacacia*)

刺槐根系浅而发达，易风倒，适应性强，为优良固沙保土树种，在评价区内小块分布于道路两侧坡中部。目前，刺槐林平均树高约 7m~12m，平均胸径约 10cm 左右，林冠郁闭度约为 0.6~0.85。草本植物常见有芒、白茅、打破碗花花 (*Anemone hupehensis*)、三褶脉紫菀等，草本层盖度最高可达 60%。

图 6.5-10 刺槐林群系

9) 杨树林 (Form. *Populus spp.*)

评价区沿河公路人工栽植有杨树林，主要杨树物种有加杨 (*Populus × canadensis*)，平均树高在 15m~18m 之间，乔木层郁闭度为 0.65~0.85，林下灌草生长稀疏，盖度为 5%~10%，主要种类有高粱泡 (*Rubus lambertianus*)、茅叶荩草、黄鹌菜 (*Youngia japonica*)、苦苣菜 (*Sonchus oleraceus*)、黄花蒿 (*Artemisia annua*)、车前 (*Plantago asiatica*)、风轮菜 (*Clinopodium chinense*)、冷水花等。

图 6.5-11 杨树林群系

10) 黄荆、马桑灌丛 (Form. *Coriaria nepalensis - Vitex negundo*)

评价范围内的火棘、马桑灌丛分布于低山、丘陵低海拔地段。坡地，马桑较黄荆多。农耕地旁则黄荆占优势。群落中马桑比黄荆稍高，可达 4.0m。除黄荆、马桑外，常见火棘 (*Pyracantha fortuneana*)、小果蔷薇、盐肤木、金山莢蒾一定数量分布。草本植物种类少，以可本科为主，主要有白茅、早熟禾 (*Poa annua*)、金发草 (*Pogonatherum paniceum*)、短颖披碱草 (*Elymus burchan-buddae*)、茅叶荩草等。

图 6.5-12 黄荆、马桑灌丛群系

11) 小果蔷薇、火棘灌丛 (Form. *Rosa cymosa-Pyracantha fortuneana*)

评价范围内小果蔷薇、火棘灌丛分布在土层较脊薄的钙质土山地上，土层瘠薄，多岩石露头。群落的灌木多具刺，外貌绿色，呈团块状，盖度40%~60%，高1m~2m。群落中多藤本植物，常见的灌木有金樱子 (*Rosa laevigata*)、马桑、盐肤木、算盘子 (*Glochidion puberum*) 等

草本植物总盖度20%~30%，主要有茅叶荩草、狗尾草 (*Setaria viridis*)、蜈蚣草 (*Eremochloa ciliaris*)、丛毛羊胡子草 (*Eriophorum comosum*) 等。层外植物有鸡矢藤、山木通 (*Clematis finetiana*)、葎草等。

图 6.5-13 小果蔷薇、火棘灌丛群系

12) 秋华柳灌丛 (Form. *Salix variegata*)

分布于评价区河滩地，评价范围外输管线穿越的中河滩涂地有分布；群落外貌浅绿色，呈块状，盖度50%~80%，高1m~2m。群落中其它灌木分布较少，靠近河岸偶见枫杨幼树分布。草本层植物禾本科为主，有狗牙根、白茅、早熟禾等，盖度30%~50%，其它草本有酸模 (*Rumex acetosa*)、葎草等。

图 6.5-14 秋华柳灌丛群系

13) 白茅草丛 (Form. *Imperata cylindrica*)

评价范围内白茅草丛分布于路旁、坡地撂荒地及林缘地，小块零星分布。白茅在草丛中占绝对优势，盖度在 60%以上。除白茅外，还分布有拟金茅 (*Eulaliopsis binata*)、金发草、野豌豆 (*Vicia sepium*)、狗牙根等。

图 6.5-15 白茅草丛群系

三、栽培植被类型

项目所在区域丘陵和低山地栽培植被为一年两熟或三熟水旱轮作(有双季稻)及常绿果树园、亚热带经济林。

(1) 农作物

①谷类作物

I、水稻—冬小麦、油菜、绿肥

广泛分布于盆地内水热条件较好、完全能否满足一年收获两季作物的需要的丘陵低山和地区地段，大春作物每年种植一季中稻基本不变更，只有在冬小麦

(*Triticum aestivum*)、油菜(*Brassica rapa* var. *oleifera*)、绿肥、豆类等小春作物上实行隔年轮换和田块轮换。

II、玉米(红苕、花生、豆类)—冬小麦、豆类

在热量充足，水利条件较差的丘陵和低山地段大春作物种植玉米(*Zea mays*)，套作或间作红苕(*Ipomoea batatas*)、花生(*Arachis hypogaea*)、豆类，或与红苕、花生实行隔年轮作，充分利用夏季充足的水热条件。小春作物种植冬小麦、豆类。

②薯类作物

红苕是评价区普遍栽培的高产薯类作物之一，广泛分布于丘陵、低山地区。红苕性喜高温，不耐高湿，对热量要求严格。红苕适应性强，既能耐瘠薄和干旱，又能耐酸、耐碱，抗风和抗病虫害的能力也较强，常与多种作物实行间作、套作和轮作。

③油料作物

油菜为评价区内主要的食用油料作物，作为小春作物广泛分布在丘陵低山台地、缓坡地区，常与其他作物一同组成一年两熟或一年多熟类型。

(2) 经济作物

广泛分布于丘陵低山坡下部开阔、地势起伏不大地方，土层深厚肥沃，保水力强，排水良好。评价区内分布较多的落叶果树，包括梨(*Pyrus pashia*)、李(*Prunus salicina*)、桃(*Amygdalus persica*)等。在地势平坦，土层深厚，水源灌溉的地方，还有小面积的柚(*Citrus maxima*)、柑橘(*Citrus reticulata*)、枇杷(*Citrus sinensis*)、甜橙(*Citrus sinensis*)等常绿果树分布。

另外，在评价范围内还有一些经济林，如花椒(*Zanthoxylum bungeanum*)、核桃(*Juglans regia*)、板栗(*Castanea mollissima*)、桑(*Morus alba*)、茶(*Camellia sinensis*)、厚朴(*Houpoa officinalis*)，广泛散生分布于丘陵低山山坡、村舍及洼地、房前屋后及农田旱地中。

在评价区公路部分路段两旁目前栽有天竺桂(*Cinnamomum japonicum*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、杜英(*Elaeocarpus decipiens*)等行道树。

评价区内仅在房前屋后分布慈竹(*Neosinocalamus affinis*)、毛竹(*Phyllostachys edulis*)，其余地带未见竹林。

6.5.6.3 区域植被演替动态分

项目所在区的天然植被，按照理论上的研究分析，根据区域的植被地理地带性特征，其顶级植物群落应为典型的“亚热带湿润型常绿阔叶林”，即由壳斗科、樟科、山茶科、山矾科、杜英科等植物为主构成的常绿阔叶林，它们是该区域亚热带气候、土壤等生态条件下自然演替顶级，是该区域“地带性”、“代表性”植被类型，它们是当地的植被体系构成的主体，该区域所有的其他植被类型都是由此演化发展而来，从自然历史上相当长一段时期内的情况来看，的确如此。但是，由于四川盆地的悠久开发历史，人为干扰活动十分强烈，极大的改变了该区域原来的植被面貌，使得原来的“地带性”、“代表性”植被类型—亚热带常绿阔叶林被能够耐受干旱和瘠薄的马尾松林、川柏木林以及继续退化形成的亚热带灌木草丛所代替。同时，由于人口密集，大量的土地被人工开凿为农田，垦殖指数一般为 40-60%，局部地方最高可达 70-80%，为人们生产生活提供了丰富的各类栽培植物物质产品。

该区域典型的植被演替模式为：亚热带常绿阔叶林—(强度破坏、逆向退化-砍伐、采薪、放牧)—马尾松、低山落叶栎类构成的松栎混交林—(继续退化)—马尾松林—(继续破坏)—亚热带山地灌丛—(继续退化)—亚热带山地草坡—(强度干扰)—裸地—(顺向、保护、恢复)—亚热带山地草坡(继续保护)—亚热带山地灌丛—(继续保护)—马尾松林 (加以保护)—松栎林—(继续顺向恢复)—亚热带常绿阔叶林。

项目评价区的植被体系，经过自然历史和人为开发的大规模、持续的变化过程大致是：自然植被体系处于该区域植被演替模式的退化演替序列之中，原生性的、顶级的亚热带常绿阔叶林在逆向演替的退化过程中，已被亚热带常绿针叶林的马尾松林、川柏木林、杉木林所代替，处于亚演替顶级；亚热带针叶林继续退化，则演变为以马桑、黄荆、火棘、杜鹃、铁仔、紫金牛、山茶等为主构成的亚热带山地灌丛；亚热带山地灌丛进一步破坏，则演变成以白茅为主的亚热带山地草坡；亚热带山地草坡再遭受破坏，在无植被保护的条件下就变成裸地，如果再经过强烈的冲刷，有可能变成石骨坡。同时，在植被演替的任一阶段，都可能经过人工开凿，让任何植被类型直接演变为农田。

目前，项目评价区演替的结果，保留的植被现状是：亚热带常绿针叶林的马尾松林、川柏木林、杉木林(多为疏林状)和农田(水田、旱地)高低错落、复合镶嵌分布的格局。其间，由于亚热带常绿针叶林遭受破坏的程度不同，同一演替阶段内保留的植物种类也有所差异，在中部地段则经常为马尾松、川柏木、杉木、桉木、慈竹、青冈、

麻栎、榲栎、短柄枹树等落叶栎类一起构成的常绿针叶与落叶阔叶混交林。亚热带山地灌丛和草坡，因为人为活动过于频繁，分布较少。

6.5.6.4 植被类型面积组成

评价范围自然植被面积共计 9883.41hm²，占评价区面积的 56.91%；其中，面积最大的是针叶林，面积 5770.11hm²，草丛植被群落在评价区的面积很小，仅占评价区总面积的 0.14%。评价范围栽培植被面积共计 6833.46hm²，占评价区面积的 39.35%。评价范围主要植被类型面积及占比详见下表。

6.5.6.5 公益林

一、公益林分布情况

《中华人民共和国森林法》第四十七条：国家根据生态保护的需要，将森林生态区位重要或者生态状况脆弱，以发挥生态效益为主要目的的林地和林地上的森林划定为公益林。本次评价基于地理信息软件，对生态评价范围与万源市和宣汉县公益林分布数据叠图分析，生态评价范围内分布的公益林为二级国家公益林，面积共计 2098.14hm²。项目管道（全部为外输管道）穿越公益林的长度为 4.75km，管道施工作业带临时占地中约 6.5714hm² 为公益林地。

生态影响评价范围公益林分布见附图 6.5-3。

表 6.5-4 评价范围植被类型面积统计表

植被类型	植被型	群系组	群系	面积 (hm ²)	百分比 (%)
自然植被	一、针叶林	1.松林	(1) 马尾松林	5189.09	29.88
		2.柏木林	(2) 杉木林	216.63	1.25
		3.杉木林	(3) 川柏木林	364.39	2.1
		小计		5770.11	33.23
		4.青冈林	(4) 青冈林	2133.84	12.29
		5.栎林	(5) 麻栎林	1382.99	7.96
		6.栎林	(6) 桤木林	208.23	1.2
		7.桤木林	(7) 枫杨林	8.16	0.05
		8.枫杨林	(8) 刺槐林	4.44	0.03
		9.刺槐林	(9) 杨树林	11.05	0.06
		小计		3748.71	21.59
	三、灌丛	10.落叶阔叶灌丛	(10) 黄荆、马桑灌丛	250.45	1.44
			(11) 小果蔷薇、火棘灌丛	77.24	0.44
			(12) 秋华柳等灌丛	12.82	0.07
		小计		340.51	1.95
	四、草丛	11.禾草草丛	(13) 白茅草丛	24.08	0.14

植被类型	植被型	群系组	群系	面积（hm ² ）	百分比（%）
	合计			9883.41	56.91
栽培植被	五、经济作物	12.花椒林、核桃林、李林、梨林等		53.07	0.31
	六、农作物	13.油菜、水稻、玉米、红苕、花生、蔬菜等		6780.39	39.04
	合计			6833.46	39.35
其它（建设用地、水域、自然保留地、未利用地、其它土地）				652.18	3.75
共计				17369.05	100

二、公益林管理办法

《国家级公益林管理办法》（[2017]34 号印发）第九条：严格控制勘查、开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地。确需使用的，严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。涉及林木采伐的，按相关规定依法办理林木采伐手续。

6.5.6.6 生物量

评价范围生物量和生产力计算如下：

生物量的估算方法： Σ 各植被类型面积 $\times$ 各植被类型单位面积的生物量。

生产力的估算方法： Σ 各植被类型面积 $\times$ 各植被类型单位面积的生产力。

评价范围生物量和生产力计算结果见下表。

表 6.5-5 生物量统计表

类型	生物量 (t/hm ²)	生产力 (t/a·hm ²)	面积 (hm ²)	评价范围生物量 (万 t)	评价范围生产力 (千 t/a)
针叶林	245.75	5.3	5770.11	141.80	305.82
阔叶林	172.68	7.8	3748.71	64.73	292.40
灌丛	34.45	0.8	340.51	1.17	2.72
果园	60.2	1.2	53.07	0.32	0.64
草丛	9.76	10.95	24.08	0.02	2.64
耕地	10.88	11.96	6780.39	7.38	810.93
/	/	/	16716.87	215.43	1415.15

由上表可以看出，评价范围生物量约 215.43 万 t，针叶林、阔叶林、农作物生物量最大，依次为 141.80 万 t、64.73 万 t、7.38 万 t；生产力约 1415.15 千 t/a，耕地、针叶林、阔叶林的生产力最强，依次为 810.93 千 t/a、305.82 千 t/a、292.40 千 t/a。

6.5.7 陆生维管束植物

6.5.7.1 陆生维管束植物资源

项目评价区经过地方的显域性地带性植被类型为东部湿润型亚热带常绿阔叶林，但由于过去长期以来的农田开垦等，植被破坏严重，天然常绿阔叶林几乎破坏殆尽。但是经过 20 余年的“长江中上游防护林体系工程”、“天然林保护工程”和“退耕还林还草工程”的实施，评价区的植被得到了较好的恢复，生物多样性大大提高，一些常绿物种也开始恢复。根据收集资料和现场验证，经过整理，编制出“项目评价区的维管束植物编目”（见附表）”评价范围合计有维管束植物 281 种，隶属于 111 科，240 属，其科属组成如下：

表 6.5-6 项目评价区陆生维管束植物的科属种组成

分类类群	科	属	种
蕨类植物	18	22	28
裸子植物	3	4	4
被子植物	90	214	249
其中：双子叶植物	75	160	189
其中：单子叶植物	15	54	60
合计	111	240	281

1) 蕨类植物

蕨类植物有 18 科，22 属，28 种，其中含 3 属以上的科有水龙骨科 (*Polypodiaceae*) 1 科，有 15 科仅含 1 属，2 科含有 2 属。就各科所含的种数分析，超过 3 种的科也只有水龙骨科 (*Polypodiaceae*)、木贼科 (*Equisetaceae*) 和鳞毛蕨科 (*Dryopteridaceae*) 3 科，有 11 科在本区只有 1 种分布，含 2~3 种有 4 科。种数达 3 种的属有 2 属，仅是木贼属 (*Equisetum*) 和鳞毛蕨属 (*Dryopteris*)，仅含 1 种的 18 个属占该区总属数的 81.82%，其余含有 2 种的 2 属占该区总属数的 9.10%。

2) 裸子植物

裸子植物有 3 科，4 属，4 种，均单科、单属、单种，本区裸子植物的分布不多，比较单一。

3) 被子植物

被子植物有 90 科，214 属，249 种。豆科 (*Leguminosae*)、禾本科 (*Poaceae*)、和菊科 (*Compositae*) 等少数几个科种类非常多，大多数科则只有少数几种或仅有 1

种。含 20 属以上的科只有 1 个，禾本科 (*Poaceae*) (22 属)；含 10 属以上的科有 2 个，菊科 (*Compositae*) (10 属) 和豆科 (*Leguminosae*) (12 属)；5~9 个属的有 3 个科，蔷薇科 (*Rosaceae*) (6 属)、荨麻科 (*Urticaceae*) (6 属) 和唇形科 (*Lamiaceae*) (7 属)；仅有 1 属的科有 41 个，占本区域被子植物总科数的 45.56%；其余的 43 科则只有 2~4 属，占 47.78%。

科内种数超过 10 种的有 4 科，仅 1 种的科 (单种科) 有 36 科，其余 50 个科只有 2~9 种。从各科的种数排序，种数最多的前 10 个科依次是禾本科 (*Poaceae*) (23 种)、豆科 (*Leguminosae*) (14 种)、菊科 (*Compositae*) (13 种)、蔷薇科 (*Rosaceae*) (11 种)、唇形科 (*Lamiaceae*) (7 种)、荨麻科 (*Urticaceae*) (6 种)、桑科 (*Moraceae*) (6 种)、毛茛科 (*Ranunculaceae*) (6 种)、壳斗科 (*Fagaceae*) (6 种) 和莎草科 (*Cyperaceae*) (5 种)。

该区域被子植物各属的种数不多，仅含 1 种的 189 属占研究区被子植物总属数的近 88.32%；评价区内被子植物其余各属的种数特征表现，达到 4 种的属仅有 2 个属，分别是栎属 (*Quereus*) (4 种) 和蔷薇属 (*Rosa*) (4 种)。在评价区内，种子植物有 60 余种为栽培植物或近 20 年来引种试种的经济植物，未作区系统计。

下面是项目评价区维管束植物科内属数、科内种数、属内种数分布表 6.5-7 与 6.5-8，可以看出该区域科、属大小和科、属内物种数的多少的分布关系。

表 6.5-7 项目评价区陆生维管束植物科的大小统计

科内属数		1 属	2~4 属	5~9 属	10~19 属	≥20 属	合计
蕨类植物	科数	15	3	0	0	0	18
	(%)	83.33	16.67	0.00	0.00	0.00	100.00
裸子植物	科数	2	1	0	0	0	3
	(%)	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00	100.00
被子植物	科数	41	43	3	2	1	90
	(%)	45.56	47.78	3.33	2.22	1.11	100.00
科内种数		1 种	2~4 种	5~9 种	10~19 种	≥20 种	合计
蕨类植物	科数	11	7	0	0	0	18
	(%)	61.11	38.89	0.00	0.00	0.00	100.00
裸子植物	科数	2	1	0	0	0	3
	(%)	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00	100.00
被子植物	科数	36	42	8	3	1	90
	(%)	40.00	46.67	8.89	3.33	1.11	100.00
属内种数		1 种	2~4 种	5~9 种	10~19 种	≥20 种	合计
蕨类植物	属数	18	4	0	0	0	22
	(%)	81.82	18.18	0.00	0.00	0.00	100.00

裸子植物	属数	4	0	0	0	0	4
	(%)	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
被子植物	属数	189	25	0	0	0	214
	(%)	88.32	11.68	0.00	0.00	0.00	100.00

(2) 植物区系组成分析

项目评价区共有种子植物 93 科、218 属、253 种，根据吴征镒（（1991，云南植物研究，增刊 IV）对中国种子植物属的分布区类型划分，有 13 个分布区类型的植物在该区域有分布。本区植物区系成分混杂，温带的成分的占 3.49%，热带成分合计有 88 属之多（占 40.37%），其余成分所占比例见下表。

表 6.5-9 项目评价区种子植物属的分布区类型

分布区类型	属数	占总属数 (%)
1.世界分布	34	15.60
2.泛热带分布	46	21.10
3..热带亚洲和热带美洲间断分布	4	1.83
4.旧世界热带分布	11	5.05
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	8	3.67
6.热带亚洲至热带非洲分布	4	1.83
7.热带亚洲（印度—马来西亚）分布	15	6.88
热带分布（小节）	88	40.37
8.北温带分布	48	22.02
9.东亚和北美间断分布	13	5.96
10.旧世界温带分布	10	4.59
11.温带亚洲分布	2	0.92
温带分布（小节）	73	33.49
12.地中海区、西亚至中亚分布	0	0.00
13.中亚分布	0	0.00
中亚、泛地中海分布（小节）	0	0.00
14.东亚（东喜马拉雅—日本）分布	19	8.72
15 中国特有	4	1.83
合计	218	100.00

温带成分中以北温带分布的属为主（含 48 属），如龙芽草属（*Agrimonia*）、天南星属（*Arisaema*）、蒿属（*Artemisia*）、小檗属（*Berberis*）、紫堇属（*Corydalis*）、鹅耳枥属（*Carpinus*）、风轮菜属（*Clinopodium*）、柏属（*Cupressus*）、羊胡子草属（*Eriophorum*）、胡颓子属（*Elaeagnus*）、路边青属（*Geum*）、鸢尾属（*Iris*）、忍冬属（*Lonicera*）、松属（*Pinus*）、黄精属（*Polygonatum*）、杨属（*Populus*）、栎属

(*Quercus*)、杜鹃花属(*Rhododendron*)、蔷薇属(*Rosa*)、蒲公英属(*Taraxacum*)、唐松草属(*Thalictrum*)等。

温带成分其次为东亚和北美间断分布的属有 13 个, 如蛇葡萄属(*Ampelopsis*)、菖蒲属(*Acorus*)、山蚂蝗属(*Desmodium*)、胡枝子属(*Lespedeza*)、皂荚属(*Gleditsia*)、枫香属(*Liquidamba*)、北五味子属(*Schisandra*)、络石属(*Trachelospermum*)等。

旧世界温带分布的属, 如筋骨草属(*Ajuga*)、淫羊藿属(*Epimedium*)、益母草属(*Leonurus*)、女贞属(*Ligustrum*)、苜蓿属(*Medicago*)、火棘属(*Pyracantha*)等 10 属。

温带亚洲分布的成分仅有杭子梢属(*Campylotropis*)和瓦松属(*Orostachys*) 2 属。

热带成分中以泛热带分布的属为主, 在评价区内有 46 属, 占 21.1%。代表属如苘麻(*Abutilon*)、牛膝属(*Achyranthes*)、芦竹属(*Arund*)、羊蹄甲属(*Bauhinia*)、醉鱼草属(*Buddleja*)、打碗花属(*Calystegia*)、仙茅属(*Curculigo*)、薯蓣属(*Disosorea*)、卫矛属(*Euonymus*)、冬青属(*Ilex*)、榕属(*Ficus*)、木蓝属(*Indigofera*)、冷水花属(*Pilea*)、铜锤玉带草属(*Pratia*)、狗尾草属(*Setaria*)、拔葵属(*Smilax*)等。

热带亚洲至热带非洲分布的属有荩草属(*Arthraxon*)、水麻属(*Debregeasia*)、芒属(*Miscanthus*)和铁仔属(*Myrsine*) 4 属。

热带亚洲(印度-马来西亚)分布的属有青冈属(*Cyclobalanopsis*)、构属(*Broussonetia*)、山茶属(*Camellia*)、蛇莓属(*Duchesnea*)、野苦蕒属(*Ixeris*)、山胡椒属(*Lindera*)、葛属(*Pueraria*)、草珊瑚属(*Sarcandra*)、清风藤属(*Sabia*)等 15 属。

旧世界热带分布的属有合欢属(*Albizia*)、八角枫属(*Alangium*)、细柄草属(*Capillipedium*)、苦瓜属(*Momordica*)、楼梯草属(*Elatostema*)、青牛胆属(*Tinospora*)、野桐属(*Mallotus*)等 11 属。

热带亚洲至热带大洋州分布的属有樟属(*Cinnamomum*)、臭椿属(*Ailanthus*)、淡竹叶属(*Lophatherum*)、野牡丹属(*Melastoma*)、百部属(*Stemona*)、香椿属(*Tonna*)、堯花属(*Wikstroemia*)等 8 属。

热带亚洲和热带美洲间分布的属仪凤眼莲属(*Eichhornia*)、木姜子属(*Litsea*)、桉属(*Eurya*)、无患子属(*Sapindus*) 4 属。

世界分布的有 34 属, 占 15.60%。常见的有银莲花属(*Anemone*)、鬼针草属(*Bidens*)、藜属(*Chenopodiu*)、莎草属(*Cyperus*)、老鹳草属(*Ceranium*)、蓼属(*Polygonum*)、

酸模属 (*Rumex*)、铁线莲属 (*Clematis*)、毛茛属 (*Ranunculus*)、悬钩子属 (*Rubus*)、金丝桃属 (*Hypericum*)、茄属 (*Solanum*)、猪殃殃属 (*Galium*)、鼠尾草属 (*Salvia*)、车前草属 (*Plantago*)、千里光属 (*Senecio*)、早熟禾属 (*Poa*)、灯心草属 (*Juncus*) 等

东亚成分的属有 19 个, 占 8.72%。其中教常见的有木通属 (*Akebia*)、柳杉属 (*Cryptomeria*)、沿阶草属 (*Ophiopogon*)、泡桐属 (*Paulownia*)、栎树属 (*Koelreuteria*)、黄连木属 (*Pistacia*)、毛竹属 (*Phyllostachys*)、棕榈属 (*Trachycarpus*) 等。

我国特有属杉属 (*Cunninghamia*)、喜树属 (*Camptotheca*)、慈竹属 (*Neosinocalamus*)、青檀属 (*Pteroceltis*) 4 属, 占 1.83%。

(3) 主要植物类群 (门类、科、属) 水平的 GF 指数

采用物种多样性的 GF 指数测度方法, 项目评价区植物做科、属水平上的多样性指数计算和评价, 分别计算蕨类植物、裸子植物、被子植物 (再分为单子叶植物和双子叶植物) 的 F 指数、 G 指数和 $G-F$ 指数。计算公式如下:

$$D_F = \sum_{k=1}^m D_{FK}$$

$$D_{FK} = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

$$P_i = \frac{s_{ki}}{S_k}$$

$$D_G = - \sum_{j=1}^M q_j \ln q_j$$

$$q_j = \frac{s_j}{S}$$

$$D_{G-F} = 1 - \frac{D_G}{D_F}$$

式中: $i=1, 2, 3, \dots, n$, n 等于第 k 科中的属数; $K=1, 2, 3, \dots, m$, m 为名录中苔藓植物、蕨类植物、裸子植物、被子植物等的科数;

S_k =名录中 k 科中的物种数;

s_{ki} =名录中 k 科第 i 属中的物种数;

S =名录中的物种数;

s_j =名录中某大类群第 j 属的物种数, $j=1, 2, 3, \dots, M$, M 为一大类群 (比如

蕨类植物、种子植物等)所有的属数;

D_F = 一个地区科水平上的多样性指数 (F -指数);

D_G = 一个地区属水平上的多样性指数 (G -指数);

D_{G-F} = 一个地区标准化的科、属多样性指数 ($G-F$ 指数), 它规定: 如果所有的科都是单种科, 则 $G-F$ 指数为 0; 非单种科越多, $G-F$ 指数越高, $G-F$ 指数是 0~1 之间的数。

表 6.5-10 项目评价区维管束植物的 $G-F$ 多样性指数

	D_F	D_G	D_{G-F}
蕨类植物	1.358	1.211	0.108
裸子植物	0.586	0.402	0.314
双子叶植物	23.426	1.983	0.915
单子叶植物	5.217	1.582	0.679
被子植物	28.643	2.194	0.923

由表 6.5-10 可知, 裸子植物的多样性指数低, 而被子植物的多样性指数最高: 被子植物中双子叶植物的 $G-F$ 指数远高于单子叶植物, 说明双子叶植物具有最高的多样性; 蕨类植物的多样性指数介于裸子植物和被子植物之间。

一个地区的单独的 $G-F$ 多样性指数可以说难以揭示维管束植物普遍规律以外的多样性规律, 但如果同其他地区的生物多样性进行比较研究, 对 $G-F$ 指数做类比分析, 将会揭示出地区之间物种在组成成分和多样性特点之间的特征、差异、演绎、规律, 这将是十分有意义, 只是国内有关这方面的研究还较少, 没有足够的资料来支撑这种类比分析。

6.5.7.2 重点保护野生植物

评价区农业开发历史悠久、人类活动干扰强度较大, 几乎没有未受干扰的原生生境分布; 项目井站、净化厂拟建地人为干扰强烈, 人工植被占主导地位。基于 6.5.2.2 节项目所在区域野生植物调查相关资料, 本次评价重点调查井站、净化厂占地范围、管道施工作业带占地 (含永久和临时) 范围内植物多样性。经资料收集、现场调查、咨询当地居民, 项目占地范围内没有发现国家及省级重点保护野生植物分布。



(a) 管道沿线植物群落调查



(b) 生态评价范围古树名木调查

图6.5-16 植物群落及古树调查

经现场踏勘，评价区分布有列入国家重点保护植物“名录”的物种，但均为栽培种，为水杉、银杏、樟、楠木、喜树、厚朴，属6科6属6种（表6.5-11），其分布与当地生产建设、居民生活密切相关，多作为行道绿化或经济用途。

表 6.5-11

评价区列入国家重点保护植物名录的植物

序号	物 种		保护级别	分布特征	用途	备注
1	银杏科 Ginkgoaceae	银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	I	居民点周围	绿化观赏、经济栽培	栽培
2	杉科 Taxodiaceae	水杉 <i>Meyasequoia glyptostroboides</i>	I	评价区内公路沿线作为行道树	绿化观赏	栽培
3	樟科 <i>Lauraceae</i>	樟 <i>Cinnamomum camphora</i>	II	居民点附近	绿化观赏	栽培
4		楠木（桢楠） <i>Phoebe zhennan</i>	II	居民点周围	绿化观赏	栽培
5	蓝果树科 <i>Nyssaceae</i>	喜树 <i>Camptotheca acuminata</i>	II	居民点周围、田埂，公路及小路沿线作为行道树	绿化观赏、水土保持	栽培
6	木兰科 <i>Magnoliaceae</i>	厚朴 <i>Houpoea officinalis</i>	II	居民点周围，田间	经济栽培	栽培

根据《国家重点保护野生植物名录（第一批）》（1999年），野生水杉、银杏为国家I级重点保护植物，野生樟、楠木、喜树、厚朴为II级重点保护植物，而评价区分布的列入《国家重点保护野生植物名录》的物种均为栽培物种。《中华人民共和国野生植物保护条例》规定，本条例所保护的野生植物，是指原生地天然生长的珍贵植物和原生地天然生长并具有重要经济、科学研究、文化价值的濒危、稀有植物。而评价区范围分布的列入“名录”的保护植物均为栽培物种，故不属于该条例保护范畴。

本项目区内虽然没有发现国家或四川省重点保护野生植物分布，但由于这些列入

“名录”的植物具有绿化、观赏、经济持等多重价值，属于当地农户所有，因此应该区别于普通树种对产权所有人进行经济赔偿。在工程占地范围红线定下后，应对直接侵占区内的上述植物数量进行统计核实，并与产权所有人进行赔偿协商，达成一致后予以赔偿，对栽培的保护植物的保护措施在后文不再累述。未在工程永久或临时占地区的栽培保护植物不会受到本项目建设的直接影响，将在原栖息地继续存活。

6.5.7.3 古树名木

根据 2020 年 7 月 14 日《四川省人民政府关于公布四川省一级古树和名木名录的通告》、2020 年 8 月 24 日《达州市人民政府关于公布达州市二级古树名录的通告》、2020 年 9 月 24 日《万源市人民政府关于认定和公布三级古树的公告》、2020 年 7 月 3 日《宣汉县人民政府关于认定并公布全县三级保护古树的通知》等中古树名木名录。

重点调查井站、净化厂、管道施工作业带占地（含永久和临时）范围。经现场调查、咨询当地居民，评价范围内现场调查发现分布的已挂牌的古树如下表。

表 6.5-13 项目所在行政区古树概况

序号	编号	树种名称	地理位置	N	E	树龄 (a)	古树 等级	与项目位置关系
1	51172200003	枫杨	宣汉县黄金镇 ***	***	***	130	三级 古树	外输管道（输气方向）左 330m
2	51172200375	柏木	宣汉县毛坝镇 ***	***	***	210	三级 古树	1 号井井场西南 60m
3	51172200150	麻栎	宣汉县厂溪镇 ***	***	***	250	三级 古树	4 号井井场东南 850m
4	51172200151	黄连木	宣汉县厂溪镇 ***	***	***	150	三级 古树	4 号井井场东北 750m
5	5117200087	黄葛树	宣汉县南坝镇 ***	***	***	150	三级 古树	外输管道（输气方向）左 590m
6	5117200038	黄葛树	宣汉县下八镇 ***	***	***	210	三级 古树	外输管道（输气方向）右 415m
7	5117200034	黄葛树	宣汉县下八镇 ***	***	***	140	三级 古树	外输管道（输气方向）右 415m
8	5117200035	黄葛树	宣汉县下八镇 ***	***	***	110	三级 古树	外输管道（输气方向）右 975m
9	51178100031	柏树	万源市罗文镇 ***	***	***	170	三级 古树	综合公寓燃料气管道（输气方向）左侧 80m

由上表可以看出，距离为项目占地边界最近的古树为 1 号井井场西南 60m 处，位于宣汉县毛坝镇大水凼村的三级柏树。古树现场调查照片记录见下图，地理位置分布

见附图 6.5-4。



(a) 51172200375 柏木 (红色圈为古树位置, 黄色框为井场位置)



(b) 51172200151 黄连木



(c) 51172200150 麻栎



6.5.8 植物含硫量检测

根据评价范围内分布的主要森林类型和栽培作物，本次评价采集天然气净化厂拟建地生长的马尾松、川柏木、杉木、慈竹叶片与油菜、蚕豆植株，带回室内进行叶全硫量检测。

一、采样时间

采样时间：2021 年 2 月

二、植物样及采样点

植物样及采样点见下表。

表 6.5-14 植物样及采样点位置		
序号	植物种类	采样点
1	杉木	天然气净化厂拟建地
2	马尾松	
3	川柏木	
4	慈竹	
5	油菜	
6	蚕豆	

三、检测结果

植物含硫量检测结果见。

表 6.5-15 土壤和植物含硫量检测结果

序号	植物种类	含硫量		水分 (%)
		g/kg (干样)	g/kg (鲜样)	
1	杉木	0.93	0.59	36.62
2	马尾松	1.05	0.48	54.22
3	川柏木	1.70	0.85	49.71
4	慈竹	1.63	0.95	41.44
5	油菜	6.88	0.57	91.67
6	蚕豆	1.75	0.28	83.90

由于国家及地方没有发布植物全硫标准，本次不对检测结果作评价，检测结果仅为今后项目污染回顾性分析或后评价提供参考背景值。

6.5.9 陆生脊椎动物

项目拟建地属低山深丘地貌，低山森林植被成片分布，深丘农业生态系统为主。空间布局，本项目拟建工程呈“点、线”布局特点。根据现场调查，结合 2019 年 4 月遥感影像，井站、集气站、净化厂等“点型”工程拟建地以耕地为主，永久占地区人为干扰强烈；内部集输管线敷设涉及森林植被，施工作业带临时占地以林地为主；外输管线净化厂~中河穿越管段敷设涉及森林植被，剩余管段于中河穿越后基本沿黄金镇-凤林乡-峰城镇-南坝镇间乡镇公路敷设，沿线人为活动剧烈。根据收集的资料、咨询当地居民（见下图），结合现场校验和调查情况，评价范围脊椎动物资源分布如下：





图 6.5-17 陆生脊椎动物资源调查现场及咨询当地居民

6.5.9.1 两栖爬行类

一、物种组成

评价范围内主要的两栖爬行类动物 16 种，隶属 10 科 16 属，游蛇科 4 属 4 种；蛙科 3 种；淡水龟科、蜥蜴科、蟾蜍科、壁虎科、石龙子科等均有 1 种，具体见下表。

表 6.5-16 评价范围两栖爬行类种类

序号	种	科	属	区系分布	保护级别 ^[1]	濒危等级 ^[2]	备注
1	王锦蛇 <i>Elaphe carinata</i>	1.游蛇科	1.游蛇属	东洋	三有	EN	资料收集有分布
2	乌梢蛇 <i>Zaocys dhumnades</i>		2.乌梢蛇属	东洋	三有	VU	咨询当地居民有分布
3	赤链蛇 <i>Dinodon rufozonatum</i>		3.链蛇属	广布	三有	LC	咨询当地居民有分布
4	翠青蛇（青竹标） <i>Cyclophiops major</i>		4.翠青蛇属	东洋	三有	LC	咨询当地居民有分布
5	北草蜥 <i>Takydromus septentrionalis</i>	2.蜥蜴科	5.草蜥属	东洋	三有	LC	资料收集有分布
6	壁虎 <i>Gekko japonicus</i>	3.壁虎科	6.壁虎属	东洋	三有	LC	资料收集有分布

序号	种	科	属	区系分布	保护级别 ^[1]	濒危等级 ^[2]	备注
7	中华石龙子 <i>Eumeces chinensis</i>	4.石龙子科	7.石龙子属	东洋	三有	LC	资料收集有分布
8	中华鳖 <i>Pelodiscus sinensis</i>	5.鳖科	8.中华鳖属	东洋	省	EN	咨询当地居民有分布
9	中华蟾蜍 <i>Bufo gargarizans</i>	6.蟾蜍科	9.蟾蜍属	广布	三有	LC	现场调查有分布
10	黑斑侧褶蛙 <i>Pelophylax nigromaculatus</i>	7.蛙科	10.侧褶蛙属	东洋	三有	NT	现场调查有分布
11	中国林蛙 <i>Rana chensinensis</i>		11.蛙属	东洋；古北	省	LC	资料收集有分布
12	峨眉林蛙 <i>Rana omeimontis</i>		12.林蛙属	特有	-	LC	资料收集有分布
13	棘腹蛙 <i>Quasipaa boulengeri</i>	8.叉舌蛙科	13.棘胸蛙属	东洋	三有	VU	资料收集有分布
14	泽陆蛙 <i>Fejervarya ultistriata</i>		14.陆蛙属	东洋	/	LC	现场调查有分布
15	饰纹姬蛙 <i>Microhyla ornata</i>	9.姬蛙科	15.姬蛙属	东洋	三有	LC	资料收集有分布
16	斑腿泛树蛙 <i>Polypedates megacephalus</i>	10.树蛙科	16.泛树蛙属	东洋	三有	LC	资料收集有分布

注：[1]《中华人民共和国野生动物保护法》（2019年修订）规定的保护级别，I.国家I级重点保护野生动物，II.国家II级重点保护野生动物；三有.有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物；[2]《中国生物多样性红色名录》物种的濒危等级，灭绝(Extinct, EX).野外灭绝(Extinct in the Wild, EW)、区域灭绝(Regional Extinct, RE)、极危(Critically Endangered, CR)、濒危(Endangered, EN)、易危(Vulnerable, VU)、近危(Near Threatened, NT)、无危(Least Concern, LC)和数据缺乏(Data Deficient, DD)；下同。

二、保护、中国生物多样性红色名录、“三有”保护物种

评价范围内未发现有国家重点保护物种分布，分布有四川省重点保护动物 2 种，为中华鳖、中国林蛙；其中，中国林蛙属特有种。根据《中国生物多样性红色名录》，无危(LC)11 种，濒危(EN)2 种，易危(VU)2 种，近危(NT)1 种；国家“三有”名录动物 12 种。

6.5.9.2 兽类

一、物种组成

经资料收集、咨询当地居民及现场调查，评价范围有兽类主要有 12 科 15 属 17 种，具体见下表。

表 6.5-17

评价范围兽类种类

序号	种	科	属	区系分布	保护级别	濒危等级	备注
1	豹猫 <i>Prionailurus bengalensis</i>	1.猫科	1.豹猫属	东洋	II	VU	历史记录有分布
2	猪獾（獾子） <i>Arctonyx collaris</i>	2.鼬科	2.鼬属	广布	三有	NT	咨询当地居民有分布
3	野猪 <i>Sus scrofa</i>	3.猪科	3.猪属	广布	三有	LC	咨询当地居民有分布
4	花面狸 <i>Paguma larvata</i>	4.灵猫科	4.花面狸属	广布	三有	NT	咨询当地居民有分布
5	小鹿（麂子） <i>Muntiacus reevesi</i>	5.鹿科	5.鹿属	东洋	三有	VU	咨询当地居民有分布
6	刺猬 <i>Erinaceus amurensis</i>	6.猬科	6.猬属	东洋	三有	LC	资料收集有分布
7	黄鼬（黄鼠狼） <i>Mustela sibirica</i>	7.鼬科	7.鼬属	广布	三有	LC	咨询当地居民有分布
8	草兔 <i>Lepus capensis</i>	8.兔科	8.兔属	广布	三有	LC	咨询当地居民有分布
9	岩松鼠 <i>Sciurotamias davidianus</i>	9.松鼠科	9.岩松鼠属	东洋	三有	LC	资料收集有分布
10	赤腹松鼠 <i>Callosciurus erythraeus</i>		10.丽松鼠属	广布	三有	LC	现场调查有分布
11	东方蝙蝠 <i>Vespertilio superans</i>	10.蝙蝠科	11.蝙蝠属	广布	—	LC	资料收集有分布
12	褐家鼠: <i>Rattus norvegicus</i>	11.鼠科	12.家鼠属	广布	—	LC	资料收集有分布
13	大足鼠 <i>Rattus nitidus Hodgson</i>			东洋	—	LC	资料收集有分布
14	社鼠 <i>Niviventer confucianus</i>		13.白腹鼠属	广布	三有	LC	资料收集有分布
15	针毛鼠 <i>Niviventer fulvescens</i>			东洋	—	LC	资料收集有分布
16	小家鼠 <i>Mus musculus</i>		14.小鼠属	广布	—	LC	资料收集有分布
17	短尾鼯 <i>Anourosorex squamipes</i>	12.鼯鼠科	15.短尾鼯属	东洋	—	LC	咨询当地居民有分布

二、保护、中国生物多样性红色名录、“三有”保护物种

资料收集及经咨询当地居民显示，评价范围有国家II级重点保护野生动物-豹猫分布记录。根据《中国生物多样性红色名录》，无危(LC)13种，易危(VU)2种，近危(NT)2种；国家“三有”名录动物10种。

三、国家重点保护野生动物

对照新调整的《国家重点保护野生动物名录》（2021年公布），评价范围有分布记录的豹猫为国家II级重点保护野生动物，《中国生物多样性红色名录》评估级别为

近危(VU)。

中文名：豹猫

物种分类：哺乳纲→食肉目→毛科→豹猫属

拉丁名：Prionailurus bengalensis

保护级别：II级

生境：豹猫主要栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近。在半开阔的稀树灌丛生境中数量最多，浓密的原始森林、垦殖的人工林和空旷的平原农耕地数量较少。

食性：善游水，喜在水塘边、溪沟边、稻田边等近水之处活动和觅食，主要以鼠类、松鼠、飞鼠、兔类、蛙类、蜥蜴、蛇类、小型鸟类、昆虫等为食，也吃浆果、榕树果和部分嫩叶、嫩草。

习性：豹猫窝穴多在树洞、土洞、石块下或石缝中。豹猫主要为树栖，攀爬能力强，在树上活动灵敏自如。夜行性，晨昏活动较多。独栖或成对活动。

繁殖：繁殖季为1-6月，妊娠期60-70天，5-6月产仔，每年1胎，每胎2-4仔，以2仔居多。

经询问老乡，在评价范围森林、灌丛覆盖低山、深丘地带曾经偶见，近十年来未曾看见。

6.5.9.3 鸟类

一、物种组成

经现场调查及咨询当地居民，评价范围内分布的主要鸟类24科30属32种，具体见下表。

表 6.5-18 评价范围主要鸟类

序号	种	科	属	区系分布	地理分布	保护级别	濒危等级	备注
1	红腹锦鸡 <i>Chrysolophus pictus</i>	1.雉科	1.锦鸡属	东洋界	留鸟	II	NT	咨询当地居民有分布
2	雉鸡 <i>Phasianus colchicus</i>		2.雉属	东洋界	留鸟	三有	LC	咨询当地居民有分布
3	领雀嘴鹀 <i>Spizixos semitorques</i>	2.鹀科	3.雀嘴鹀属	东洋界	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
4	白头鹀 <i>Pycnonotus sinensis</i>		4.鹀属	东洋界	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
5	棕背伯劳 <i>Lanius schach</i>	3.伯劳科	5 伯劳属	东洋界,澳洲界; 广泛分布	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
6	普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i>	4.翠鸟科	6.翠鸟属	古北界,东洋界; 广泛分布	留鸟	三有	LC	咨询当地居民有分布
7	白额燕尾 <i>Enicurus leschenaulti</i>	5 鹟科	7 燕尾属	东洋界	留鸟	—	未进入	现场调查有分布

序号	种	科	属	区系分布	地理分布	保护级别	濒危等级	备注
8	鹊鹑 <i>Copsychus saularis</i>	6.鹑科	8 鹊鹑属	东洋界；广泛分布	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
9	红尾水鹑 <i>Rhyacornis fuliginosa</i>		9.水鹑属	东洋界	留鸟	—	LC	现场调查有分布
10	褐河乌 <i>Cinclus pallasi</i>	7.河乌科	10.河乌属	东洋界	留鸟	—	LC	现场调查有分布
11	灰鹑鸽 <i>Motacilla inerea</i>	8.鹑鸽科	11 鹑鸽属	广泛分布	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
12	白鹑鸽 <i>Motacilla alba</i>			广泛分布	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
13	原鸽 <i>Columba livia</i>	9.鸠鸽科	12.鸽属	广泛分布	留鸟	三有	LC	咨询当地居民有分布
14	珠颈斑鸠 <i>Spilopelia chinensis</i>		13.珠颈斑鸠属	东洋界；广泛分布	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
15	[小]白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	10.鹭科	14.白鹭属	古北界，非洲，东洋界，澳洲界；广泛分布	夏候鸟	三有	LC	现场调查有分布
16	山麻雀 <i>Passer rutilans</i>	11.雀科	15.麻雀属	东洋界；广泛分布	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
17	[树]麻雀 <i>Passer montanus</i>			古北界，东洋界；广泛分布	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
18	大山雀 <i>Parus major</i>	12.山雀科	16.山雀属	东洋界	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
19	白腰文鸟 <i>Lonchura striata</i>	13.文鸟科	17.文鸟属	东洋界；广泛分布	留鸟	—	LC	现场调查有分布
20	喜鹊 <i>Pica pica</i>	14.鸦科	18.喜鹊属	古北界	留鸟	三有	LC	咨询当地居民有分布
21	松鸦 <i>Garrulus glandarius</i>		19.松鸦属	广泛分布	留鸟	—	LC	现场调查有分布
22	红嘴蓝鹊 <i>Urocissa erythroryncha</i>		20.蓝鹊属	东洋界	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
23	棕头鸦雀 <i>Paradoxornis webbianus</i>	15.鸦雀科	21.鸦雀属	东洋界	留鸟	—	LC	现场调查有分布
24	家燕 <i>Hirundo rustica</i>	16.燕科	22.燕属	古北	候鸟	三有	LC	现场调查有分布
25	金翅[雀] <i>Chloris sinica</i>	17.燕雀科	23.金翅雀属	古北界	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
26	白颊噪鹛 <i>Garrulax sannio</i>	18.噪鹛科	24.噪鹛属	东洋界	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
27	红头[长尾]山雀 <i>Aegithalos concinnus</i>	19.长尾山雀科	25.长尾山雀属	东洋界	留鸟	三有	LC	现场调查有分布
28	灰头啄木鸟 <i>Picus canus</i>	20.啄木鸟科	26.啄木鸟属	广泛分布	留鸟	三有	LC	咨询当地居民有分布
29	灰眶雀鹛 <i>Alcippe morrisonia</i>	21.画眉科	27.雀鹛属	广泛分布	留鸟	—	LC	现场调查有分布
30	小鹇 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	22.鹇科	28.小鹇属	古北界；东洋界	候鸟	省	LC	咨询当地居民有分布
31	黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>	23.秧鸡科	29.黑水鸡属	东洋东洋界	留鸟	省	LC	咨询当地居民有分布
32	乌鸫 <i>Turdus merula</i>	24.鸫科	30.鸫属	古北界；东洋界	留鸟	—	LC	现场调查有分布

一般地，在野外能够观察到的物种其种群数量相对较多，没能观察到的物种其种群数量相对较少。我们把动物群落中的种群按照其种群数量可以划分为优势种、常见种、少见种。

表 6.5-19 评价区观察到的鸟类物种的数量

数量	种类
>50	领雀嘴鹀、金翅雀、山麻雀、麻雀、白头鹎、红头长尾山雀、乌鸫
30-50	白颊噪鹛、小白鹭、白腰文鸟
10-30	棕头鸦雀、棕背伯劳、白鹡鸰、灰鹡鸰
1-10	红嘴蓝鹊、珠颈斑鸠、灰鹡鸰、鹡鸰、褐河乌、红尾水鸱、白冠燕尾、松鸦

现场调查返现数量最多的是领雀嘴鹀、金翅雀、红头长尾山雀，它们常常成群活动于“四旁”林间；其次是白颊噪鹛、白腰文鸟，小白鹭这些种类可视为评价区鸟类群落的优势种。

一般来讲，野外观察到的其余物种是评价区各生态系统中的常见种。那些没能在野外观察到的物种，除了夏候鸟以外，可以认为在评价区内较不常见或者是稀有种。

二、保护、中国生物多样性红色名录、“三有”保护物种

评价范围内偶见分布有国家Ⅱ级重点保护野生物种 1 种，为红腹锦鸡；四川省重点保护野生物种 2 种，为小鸮、黑水鸡；国家“三有”名录动物 21 种。根据《中国生物多样性红色名录》，近危（NT）1 种，无危（LC）30 种。

三、国家重点保护野生动物

对照《国家重点保护野生动物名录》，通过资料收集获悉，并经咨询当地居民，评价范围分布有珍稀动物红腹锦鸡。红腹锦鸡是我国特产鸟类，为列入《国家重点保护野生动物名录》中的Ⅱ级保护动物，《中国生物多样性红色名录》近危(NT)。

中文名：红腹锦鸡

物种分类：鸟纲→鸡形目→雉科→锦鸡属

拉丁名：*Chrysolophus pictus*

英文名：Golden Pheasant

属中文名：锦鸡属

国内分布：分布于我国青海东南部、甘肃西部和东南部、宁夏南部、陕西南部、河南西南部、四川北部、中部和东部、湖北西部、湖南西部、云南东北部、贵州西部和东部以及广西东部等地。

保护级别：Ⅱ级保护

迁徙：留鸟

生境：栖息于海拔 500-2500m 的阔叶林、针阔叶混交林和林缘疏林灌丛地带，也出现于岩石陡坡的矮树丛和竹丛地带，冬季也常到林缘草坡、耕地活动和觅食。

食性：主要以野豌豆、野樱桃、青蒿、蕨叶、野蒜、悬钩子、酢浆草、蔷薇、胡颓子、羊奶子、箭竹、橡子、华山松种子、稠李、漆树、杜鹃、雀麦、栎树、茅栗和青冈子等植物的叶、芽、花、果实和种子为食，也吃小麦、大豆、玉米、四季豆等农作物。此外也吃甲虫、蠕虫、双翅目和鳞翅目昆虫等动物性食物。常常在林中边走边觅食，早晚亦到林缘和耕地中觅食。

习性：常成群活动，特别是秋冬季，有时集群多达 30 余只，春、夏季亦见单独或成对活动的。性机警，胆怯怕人。听觉和视觉敏锐，稍有声响，立刻逃遁，当危险尚远时，多在地下急速奔跑逃窜；当危险迫近时，则多急飞上树隐没。善奔走，途中遇低岩或小片空地时，则展翅滑翔而过。飞翔亦甚快而灵巧，在林中飞行自如。白天大都在地上活动，尤以早晨和下午活动较多，中午多在隐蔽处休息，晚上多栖于靠沟谷和悬岩的松、栎等乔木树上。上树时多从低枝逐级跳跃，盘旋而上，或从邻近小树再往上跳。每当夜幕降临时候，常常可听到上树时翅膀扇动的‘扑、扑、扑’声。多栖于离地 4m 以上树冠层树木的侧枝上。通常不群栖于一树，而是分别栖于邻近的几棵树上。

繁殖：繁殖期 4-6 月。一雄多雌制，通常 1 只雄鸟与 2-4 只雌鸟交配。3 月下旬雄鸟即出现求偶行为，雄鸟间亦常发生激烈的争斗和开始占区。雄鸟常在自己的领域内频繁鸣叫，尤其是早晨，常发出单调的‘cha, cha, cha’声和‘cha-chacha’声。巢简陋，仅为一椭圆形浅土坑，内垫以树叶、枯草和羽毛。

咨询当地村民获悉，评价范围农田、林缘，甚至机耕道，偶见红腹锦鸡觅食。

6.5.9.4 陆生脊椎动物多样性现状评价

一、陆生脊椎动物物种多样性

评价范围内主要分布陆生脊椎动物 46 科 61 属 65 种（表 6.5-20）。其中，鸟类物种数占到了 49.23%，兽类占 26.15%，两栖爬行类占 24.62%。这是因为两栖爬行动物的物种数本来就少，而评价范围人为活动较强，兽类分布受影响大，鸟类活动范围大所受影响相对较小。

表 6.5-20

评价范围脊椎动物物种多样性

类群	科	属	物种数	物种数比例%
两栖爬行类	10	16	16	24.62
兽类	12	15	17	26.15
鸟类	24	30	32	49.23
合计	46	61	65	100

二、保护、中国生物多样性红色名录、“三有”保护物种

评价范围分布有国家Ⅱ级重点保护动物有2种，四川省的省级保护动物有4种，列入《中国生物多样性红色名录》的濒危(EN)2种、易危(VU)4种、近危(NT)4种，列入国家“三有”名录的动物43种，详见下表。

表 6.5-21

评价区保护和中国生物多样性红色名录的物种

类群	物种及保护/濒危等级	物种数
两栖爬行类	四川省级：中华鳖、中国林蛙 中国生物多样性红色名录：王锦蛇 EN、中华鳖 EN、乌梢蛇 VU、棘腹蛙 VU、黑斑侧褶蛙 NT	四川省级：2种 红色名录物种：EN2种，VU2种，NT1种 “三有”名录：12种
兽类	国家Ⅱ级：豹猫 中国生物多样性红色名录：豹猫 VU、小鹿 VU、花面狸 NT、猪獾 NT	国家级：Ⅱ级1种 红色名录物种：VU2种，NT2种 “三有”名录：10种
鸟类	四川省级：小鸊鷉、黑水鸡 国家Ⅱ级：红腹锦鸡 中国生物多样性红色名录：红腹锦鸡 NT	四川省级：2种 国家级：Ⅱ级1种 红色名录物种：NT1种 “三有”名录：21种
合计	国家Ⅱ级保护物种：2种 四川省级保护物种：4种 中国生物多样性红色名录：EN2种、VU4种、NT4种 “三有”名录：43种	

重点保护动物分布示意图见附图 6.5-4。

6.5.10 水生生物现状

水生生物现状主要调查外输管道穿越的中河水域鱼类资源和水生维管束植物。鱼类资源主要采用资料收集法，收集涉及中河的考察报告、专题报告、环评报告等技术报告，并咨询当地渔政部门及实地走访沿岸居民，水生维管束植物采用现场调查。

6.5.10.1 鱼类

一、鱼类资源

中河为州河二级支流，发源于重庆市城口县白芷乡牛角槽大岩洞湾，河流大致从东北流向西南。上源称龙潭河，由东南向西北流，于小水坝折向西南流，入四川省万

源市境，过双河乡，在双河口右纳川心店沟，后向南依次左纳龙家河、茶园坪沟，折向西流，过张家梁后折向南流，过大龙洞左纳蜂桶乡杨家河，又折向西南，过龙潭电站向正西流，后于井溪乡左纳井溪沟，过竹园坝于许家垭口左纳堵溪后改称沙溪河，于南天门右纳旧院河后，始称中河，又折向西南流，于刘家坝左纳木蜡溪，于枕头坝右纳碑干河，过固军乡后入宣汉县境。至石铁乡，左纳十字溪，右纳石塘河，至新华镇，至厂溪乡左纳吴家沟，过大河溪，经黄金口水文站、黄金乡、李家桥，于普光乡汇入后河。

根据近几年四川省农业科学院水产研究所对达州市州河流域上游的调查结果，结合《四川省达州市固军水库环境影响报告书》（2019年）、《达州市养殖水域滩涂规划（2017—2030年）》（2018年）和《四川鱼类志》（1994年）等资料，中河流域分布有41种鱼类，隶属于2总目3目10科24属。上述鱼类分别属于鲤形总目（鲤形目和鲃形目）和鲈形总目（鲈形目）。科数最多的为鲃形目各4科，鲤形目、鲈形目各3科：以鲤科鱼类种类最为丰富，有14属18种，占总种数的43.9%；鳅科鱼类2属6种，占总种数的14.6%；平鳍鳅科鱼类同为2属4种各占总种数的98%；鰕虎鱼科、鲃科、鮡科鱼类同为1属2种，各占总种数的5.13%；其他占22.97%。鲤科鱼类中本地区有7个亚科，鲤亚科（2种）、鲃亚科（2种）、鮡亚科（6种）、雅罗鱼亚科（1种）和鳊亚科（4种）等。其中有四川省重点保护水生野生动物1种—重口裂腹鱼。主要经济鱼类有中华裂腹鱼、中华纹胸鮡、白缘鮡、黑尾鮡、中华倒刺鲃、大口鲃、四川白甲鱼、黄颡鱼、鳊鱼和泥鳅等。

通过咨询当地渔政主管部门获悉，中河流域的鱼类资源主要分布在本项目外输管线穿越断面上游40多公里处，位于万源市境内的龙潭河国家级水产种质资源保护区。

在渔政部门提供的资料基础上，为进一步掌握中河评价区域鱼类资源分布，本次调查走访了当地钓鱼爱好者、沿岸餐馆及居民，外输管线穿越的中河断面附近水域及评价范围内分布的鱼类具体见下表。



(a) 中河穿越处



(b) 咨询中河沿岸居民



(c) 咨询中河沿岸居民



(d) 咨询宣汉县水产局

图6.5-16 中河穿越现场踏勘及咨询属地渔政部门及当地居民鱼类资源

表 6.5-22

中河调查范围鱼类资源

序号	种	科	属	保护级别	濒危等级	备注
1	鳊鱼 <i>Monopterus albus</i>	1.合鳃鱼科	1.黄鳊属	-	LC	资料收集有分布
2	泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	2.花鳅科	2.泥鳅属	-	LC	资料收集有分布
3	乌鳢（斑鱼） <i>Channa argus</i>	3.鳢科	3.鳢属	-	LC	现场调查有分布
4	黄颡鱼（黄辣丁） <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	4.鮠科	4.黄颡鱼属	-	LC	咨询当地居民有分布
5	大口鲶 <i>Silurus meridionalis</i>	5.鲇科	5.鲇属	-	LC	资料收集有分布
6	鲶 <i>Silurus asotus</i>			-	LC	咨询当地居民有分布
7	翘嘴红鲌 <i>Erythroculter ilishaeformis</i>	6.鲤科	6.红鲌属	-	-	资料收集有分布
8	草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>		7.草鱼属	-	LC	咨询当地居民有分布
9	鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		8.鲢属	-	LC	资料收集有分布
10	鲫 <i>Carassius auratus</i>		9.鲫属	-	LC	咨询当地居民有分布
11	鲤 <i>Cyprinus carpio</i>		10.鲤属	-	LC	咨询当地居民有分布

序号	种	科	属	保护级别	濒危等级	备注
12	蛇鮈 <i>Saurogobio dabryi</i>		11 蛇鮈属	-	LC	资料收集 有分布
13	麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>		12.麦穗鱼属	-	LC	资料收集 有分布
14	马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>		13.马口鱼属	-	LC	资料收集 有分布
15	宽鳍鱲 <i>Zacco platypus</i>		14.鱲属	-	LC	资料收集 有分布
16	中华金沙鳅 <i>Jinshaia sinensis</i>	7.爬鳅科	15.金沙鳅属	-	LC	资料收集 有分布

由上表可以看出，外输管道穿越中河水面及附近水域鱼类主要为经济鱼，共16种，隶属于7 科15 属。调查获悉，外输管道穿越的中河断面附近水域已多年没有国家级重点保护野生鱼类岩原鲤、四川省重点保护野生鱼类重口裂腹鱼的捕捞记录。

根据现场调查，穿越断面上游分布有多座水利水电工程，如新华水电站及正在开工建设的及固军水库，大坝闸址的阻隔，加之历史上人为捕捞、沿岸工程和排放生活（产）废水等综合影响，可能是造成评价范围评价河段鱼类资源相对较少的重要原因。

二、鱼类“三场”

鱼类“三场”的分布常与河道流向、河床结构、水位变化等有密切关系，如越冬场多位于河道曲流的凹岸深沱、石质河床一侧，而产卵场和幼鱼索饵场多位于河道分流形成的河汊、倒濠、弯沱。河床结构复杂、河道曲流发达、滩沱交错、水流缓急变化，饵料丰富，为鱼类产卵、索饵、越冬提供一定的环境条件。

根据现场调查，中河外输管道穿越断面至汇入后河河口间河道顺直，并逐渐变宽，海拔落差小；加之上游水电站的影响，穿越断面下游河段水流缓慢，河段基本渠化，河段景观已大大改变，急流险滩完全消失，一些鱼类流水型产卵场几乎完全消失。静水产卵场较多，在渠化的河段，有水草的地方都适合鲤鲫鱼等静水产卵型鱼类产卵。河湾浅水区浮游动植物、着生藻类及底栖动物丰富，适合不同鱼类幼鱼索饵。鱼类越冬场主要分布在深潭中，调查河段深水区分布较多，都适合鱼类越冬场。总之，调查河段适合静水产卵、越冬和幼鱼索饵的生境较多，但无明显“三场”特征区分。

三、中河流域保护

2020年，达州市出台《关于达州市长江流域重点水域禁渔范围和时间的通告》（以下简称《通告》）。《通告》明确了达州市长江流域重点水域禁捕范围，即长江流域达州境内4个水生生物保护区及自然保护区所在河流及其一级支流，达州市境内渠江、巴河、州河、铜钵河、明月江、前河、中河、后河干流及其一级支流，其他天然水域

的禁渔范围由各县（市、区）渔业行政主管部门根据实际情况依法确定。

《通告》规定，每年3月1日至6月30日，全市天然水域禁止捕捞作业、游钓和挖沙采石等活动。禁止违法从事天然渔业资源生产性捕捞，禁止使用禁用渔具进行捕捞，禁止采用电、毒、炸等禁用方法捕捞，禁止运输、收购、加工、销售、利用非法捕捞渔获物，禁止销售禁用渔具和发布含有上述禁止内容的广告。娱乐性垂钓只允许一人一杆、一线、一钩（单钩），禁止使用各类探鱼设备、视频装置、多线多钩等对水生生物资源破坏较大的方式进行捕捞，禁止使用船艇、排筏等水上漂浮物进行垂钓，禁止使用含有毒有害物质的钓饵、窝料、添加剂及鱼虾类活体水生生物饵料，严禁娱乐性垂钓渔获物买卖交易，有交易行为的视为非法捕捞。

6.5.10.2 水生维管束植物

水生维管束植物是水体中的生产者，能直接利用太阳能，通过光合作用制造有机营养物质，使之变成可供生物生长繁殖的能量，是水生生态系统中的基本环节。根据现场调查，项目处于川东北低山区，地貌起伏较大，评价范围坑塘分布较少，外输管道穿越的中河属于峡谷性河流，落差大，水体有机质含量极低，加之河床底质由卵石和砾石构成，对水生维管束植物的生长发育造成了较大的影响，现场调查到分布有眼子菜（*Potamogeton distinctus*）、金鱼藻（*Myriophyllum spicatum*）、轮叶黑藻（*Hydrilla verticillata*）等沉水植物群落外，其余皆为湿生性植物，如喜旱莲子草（*Alternanthera philoxeroides*）和旱苗蓼（*Polygonum hydropiper*）等。

6.5.11 景观

6.5.11.1 生态系统的类型

评价区的生态系统可划分为森林生态系统、灌丛和草丛生态系统、水域生态系统、农业生态系统、聚落生态系统等，这些生态系统是景观生态体系的组成要素。

一、森林生态系统

（1）结构

森林生态系统是由乔木为主体的生物群落及其环境组成的系统。与其他陆生生态系统相比，森林生态系统有着相对复杂的结构。在评价区内，森林生态系统面积最大，包含了亚热带针叶林、阔叶林等群落，面积为 9518.82 hm²，占评价区域总面积的 54.82%。从起源上区分，这里的森林生态系统可分为人工林和次生林，主要以次生林为主，见于评价范围北部低山、深丘，由马尾松、青冈、栎、桉木林组成；其次为人

工林，包括柏木、杉木、杨树林等，分布在峰城镇-南坝镇间乡道敷设的外输管线评价范围内丘陵。

以森林生态系统为主要栖息地的动物有以蛇类为主的爬行类，以雀形目的多数种类为主的鸟类和以啮齿目和兔形目为主的兽类。

（2）功能及特点

森林生态系统的作用主要有：森林能够调节、改善水源流量和水质；保持土壤及营养物质不流失；作为碳循环过程中的重要的汇；提高大气中的氧含量，净化大气环境；为生物提供栖息地；为人类提供防护、木材、游览等功能。

二、灌丛和灌草丛生态系统

（1）结构

灌丛生态系统的结构与森林类似，不同的是其主体为灌木或灌草丛。评价区的灌丛和灌草丛生态系统面积面积为 364.59 hm²，占评价区域总面积的 2.09%。

生活在灌丛生态系统中的动物类群与森林生态系统中的较为相似，不同的是物种个体往往较小。包括雀形目的莺科、鹎科、噪鹛科、鸦科等鸟类，以及以啮齿目和兔形目为主的兽类。

（2）功能及特点

在评价区内，灌丛、草丛生态系统主要出现在在乔木被砍伐的地区、弃耕地、河岸等人类干扰较强的地区，或者是地形不适宜乔木生存的地区。灌木生态系统的功能与森林类似。但灌丛生态系统往往不稳定，可能在适宜的环境下演替为森林，也有可能干扰下退化。

三、水域生态系统

（1）结构

水域生态系统指的是在水域中由生物群落及其环境共同组成的动态系统。广义的水域包括海洋和淡水。在评价区中，水域生态系统包括河流、水库、池塘、河滩等区域以及生活在其中的生物群落。其分布特点是以点状（湖、塘等）或线状（河流）为主，人工生态系统多依附于其周边。

评价区的水域生态系统面积面积为 332.12 hm²，占评价区域总面积的 1.91%。项目处于川东北低山深丘区，地貌起伏较大，河流多属于属于峡谷性河流，落差大，水流湍急，水生植物群落较单一，有挺水的喜旱莲子草、浮水的浮萍等。

水域生态系统中的动物类群与其余生态系统相比物种组成差异较大，少有兽类栖

息。常见鸟类有白鹡鸰、红尾水鸂等。两栖类动物也大多生活其中。

（2）功能及特点

水是水域生态系统区别于其他生态系统的关键。水的密度远大于空气，使得生物在水体和陆地之间的移动变得困难。水体的温度变化较小，使得其环境异质性也较小。水对于太阳光有较强的衰减作用，使得水域生态系统中的能量利用率较低。而水作为一种良好的溶剂，大量无机和有机物能进入水中，为整个系统提供了丰富的能量和物质来源。同时，水的运动使不同的水体相互联系，使得水域生态系统中能量和物质的流动能力远大于其他生态系统。水域生态系统在调节径流、维持生物多样性、蓄洪防旱、控制污染等方面具有其他生态系统不可替代的作用。

四、农业生态系统

（1）结构

农业生态系统属于人工建立的生态系统，主要特点是人的作用非常关键，人们种植的各种农作物是这一生态系统的主要成员。农业生态系统在评价区中仅次于森林生态系统，为 6858.27hm²，占评价区域总面积的 39.49%，分布于丘陵中山部、谷底等地。评价区的农业开发历史悠久，农作物品种繁多，包括水稻、冬小麦、玉米、番薯等粮食作物，豆类、瓜类、辣椒、茄子等蔬菜作物，以及各类水果等经济作物。动物有家畜、家禽和家鱼等各类动物的养殖。还有与人伴生的农田鼠类和小型鸟类（白头鹎、红头长尾山雀、树麻雀等）。

（2）功能及特点

农业生态系统的功能是将太阳能转化为人类生存所需的化学能。在农业生态系统中，人起着主导作用。种植哪些农作物，饲养哪些家禽和家畜，都是由人决定的。这种生态系统除了利用太阳能外，同时人还要不断地从事喂养、播种、施肥、灌溉、除草、治虫和收割等活动以输入辅助能，只有这样，才能使农业生态系统经济效益最大。

农业生态系统结构（物种组成和各种群的比例）简单，物种多样性贫乏，抗干扰能力差。除按人们的意愿种养的优势物种（农作物和家养动物）外，其他物种通常要予以抑制或排除，导致生物多样性大大减少，群落结构简单。因此，农业生态系统的稳定性比较低，容易受到旱涝灾害和病虫害的影响，需要人为的管理调节。由于农作物生长的季节性，该生态系统的结构还有显著的周期性。

从生态系统功能的观点出发，农业生态系统结构需要人大量输入辅助能才能维持，

辅助能以使用优良品种、耕作、灌溉、施肥、除草、杀虫、防病等形式输入。没有这些辅助能的输入，现有农业生态系统结构将会改变，经济效益将大幅度下降。

五、聚落生态系统

(1) 结构

聚落生态系统也是一类人工生态系统。在评价区内，城镇、村庄和居民点以及连接它们的道路等人工设施，构成了聚落生态系统，面积为 295.26hm²，占评价区域总面积的 1.70%。

(2) 功能及特点

聚落生态系统是纯粹的人工生态系统，是以人类的需求为目的对自然环境进行适应、加工、改造而建设起来的，生物和非生物环境都是经过人工改造的，人类不仅是消费者，也是整个系统的控制者。聚落生态系统需要从系统外输入物质（食物、纤维和日用品等）和能量（电、燃气等），以维持人类的生存。人类又将废物（垃圾、废水、废气和粪尿等）排放进入其周边的自然生态系统。在聚落生态系统中，很难完成物质循环和能量流动的全过程。生态系统所需求的大部分能量和物质，都需要从其他生态系统人为地输入，而系统中人类在生产活动和日常生活中所产生的大量废物，基本不能在本系统内分解和再利用，必须输送到其他生态系统中去。没有能量和物质的输入，人类无法生存；若不向周边自然生态系统排放废物，其自身环境质量将迅速下降，以致不适于人类生存。由此可见，聚落生态系统不能独立于其他生态系统而存在，是非常脆弱的生态系统。

聚落生态系统的生物多样性通常较低，植物多以人工选择的物种为主，动物主要为养殖动物和一些日常生活中定义为有害的物种，如鼠类，还有一些小型鸟类，如麻雀和家燕。微生物是聚落生态系统中较为特殊的一类生物群落，它不仅具有通常的分解者功能，还在人类的生产生活中起到了相当重要的作用。

聚落生态系统不仅有自然环境（包括生物和非生物因素），还有社会环境（包括政治、经济、法律等）和人类社会（包括生活和生产活动），这是聚落生态系统的特殊之处。这三部分的组成和顺畅运行，既要遵循生态学的规律，也要遵循社会规范和经济学的规律。

6.5.11.2 景观格局

一、景观结构分析

景观是由斑块、廊道和基质等景观要素组成的异质性区域，各要素的数量、大小、类型、形状及在空间上的组合形式构成了景观格局。这一模式为比较和判别景观格局，分析结构与功能的关系和改变景观提供了一种通俗、简明和可操作的语言。现采用这一模式对评价区域的景观组成结构进行分析。

二、斑块

斑块代表景观类型的多样化。在评价区内的斑块类型包括森林、灌丛、农田、水域、聚落 5 种类型。利用地信信息软件的统计分析功能可以得到各类景观类型的基础信息（见下表）。

表 6.5-23 评价区各类景观类型斑块比例、面积及平均面积

斑块类型	斑块		面积		斑块平均面积 (hm ² /块)
	数量 (块)	比例 (%)	hm ²	比例 (%)	
森林	2072	56.49	9518.82	54.80	4.59
灌草丛	155	4.23	364.59	2.10	2.35
农田	1125	30.67	6858.27	39.49	6.10
水体	97	2.64	332.12	1.91	3.42
聚落	219	5.97	295.26	1.70	1.35
总计	3668	100	17369.06	100	4.74

注：林地中的林业辅助生产用地归为农田斑块计算，未利用地归到聚落斑块计算；下同。

从上表可以看出，斑块数量排序：森林>农田>聚落>灌草丛>水体；斑块面积排序：森林>农田>灌草丛>水体>聚落。森林是评价区内主要的景观斑块，其次为农田，分布在森林砍伐迹地演替起来的灌草斑块往往紧邻森林斑块；聚落斑块中的罗文镇城镇建设区，水体中的后河和中河外，其余水体斑块和聚落斑块呈零星状广泛分布于评价区域。

对景观类型优势度的判断采用传统生态学中计算植被重要值的方法，反映某一斑块在景观中优势的值叫优势度值。即优势度指数，公式如下：

$$D_0 = 0.5 \times [0.5 \times (R_d + R_f) + L_p] \times 100\%$$

式中： D_0 为优势度， R_d 为密度， R_f 为频率， L_p 为景观比例。

评价区评价区景观生态体系各类斑块优势度值见下表。

表 6.5-24 评价区景观生态体系各类斑块优势度值

斑块类型	R_d	R_f	L_p	$D_0(\%)$
森林	0.56	0.83	0.55	62.25
灌草丛	0.04	0.07	0.02	3.85
农田	0.31	0.75	0.39	46.07
水体	0.03	0.07	0.02	3.29
聚落	0.06	0.07	0.02	4.09

从上表可以看出，优势度值的排序为：森林>农田>聚落>灌草丛>水体。森林生态系统类型斑块在评价区占优势。从各个斑块的数据来看，森林斑块分布最广，面积最大，计算出的优势度值也最大。其余各类斑块优势度值也与其斑块基本信息也相一致。

二、廊道

廊道作为线性的景观单元除了具有通道和阻隔的作用之外，还有物种过滤器、某些物种的栖息地功能以及对其周围环境与生物生产影响的影响源的作用。在评价区内的廊道主要包括公路和河流。

评价区内的公路为最常见的人工廊道，包括省道、县道、乡道以及一些通村道路，这些道路相互交叉形成节点和网络结构。由于机动车和行人的干扰，其路面是一个动植物缺乏的地带，对一些需要跨越公路的小型生物的运动有一定的阻隔作用，但同时对一些能沿着公路运动的生物来说又能起到传输通道的作用。

河流是评价区内最重要的一种自然廊道，包括河流以及沿河流分布的不同于周围其他基质的植被带。评价区内涉及的河流主要为渠江各级支流，如后河、中河等，对评价区景观内的能流、物流和物种流都有重要作用。

三、基质

基质是景观中面积最大、连通性最好的类型，在景观功能上起着重要作用，影响能流、物流和物种流。判定基质的三个标准是相对面积最大、连通程度最高和对整个景观起到动态调控作用，其中前两个标准都可以通过景观优势度得到较好反映，一般认为满足前两个标准的景观要素即可认为是景观基质。

根据评价区景观生态体系各类斑块优势度值，可以得出结论，森林优势度要高于其他景观要素，具有最大的面积和相对集中的分布，连通性相对最好，可以认为是评价区对景观动态具有控制作用的基质。从上述数据可以看出川北深丘景观生态体系的特征，即农田、森林两类生态系统镶嵌分布，其余各类生态系统的平均面积都不大，斑块较为破碎。

6.5.11.3 景观生态体系质量等级

以植被的生态潜力高低作为评价景观生态质量好坏的一个标准，量化各主要植被类型的生态潜力，主要依据有：

(1) 植被类型在地带性植被演替阶段中的位置，以及在演替过程中的顺序。一般说来，这决定了植被类型的生态潜力高低，地带性植被类型的生态潜力最大，原生性

植被类型的生态潜力比次生性的高等。

(2) 植被类型单位面积的生产潜力大小。生物量越高的植被，在植被恢复和生态重建中的作用也越大，当然这是在第一点的基础上进行的排序。一般而言，乔木群落的生物量要高于灌木群落，灌木要高于草本。

以上述 2 点为依据，分析各成图植被类型的性质和群落特征，对其生态潜力按 5 级进行排序，见下表。1 至 5 级表示由优变劣。按此景观生态质量等级制图，以反映评价区景观生态体系的综合质量。

由表可以看出，在评价区内，所有质量等级为“中”以上的斑块面积仅占评价区面积的 63.36%，而质量等级为“差”和“极差”的斑块面积占评价区总面积的 36.64%，这反映出评价区受到较强人类活动干扰不强烈，景观生态质量较高。

表 6.5-25 评价区景观生态质量分级

等级代码	生态质量等级	景观类型
1	优	森林
2	良	灌丛
3	中	水体
4	差	农田
5	极差	聚落

根据以上标准，分析评价区景观生态质量等级可以得到下表所示结果。

表 6.5-26 评价区景观生态质量等级状况

生态质量等级	面积 (hm ²)	比例%
优	9518.82	56.49
良	364.59	4.23
中	332.12	2.64
差	6858.27	30.67
极差	295.26	5.97
合计	17369.06	100

6.5.12 水土流失现状

根据水利部第一次全国水利普查水土保持普查成果，达州市水土流失面积 7161.12km²，占幅员面积的 43.17%。其中轻度侵蚀面积 3064.50km²，占流失面积的 42.79%；中度侵蚀面积 2550.70km²，占流失面积的 35.62%；强烈侵蚀面积 691.06km²，占流失面积的 9.65%；极强烈侵蚀面积 486.59km²，占流失面积的 6.79%；剧烈侵蚀面积 368.27km²，占流失面积的 5.14%。区域水土流失以轻度和中度为主，占侵蚀面积的

78.41%。年侵蚀总量 3430.66 万 t，平均侵蚀模数 2065t/km²·a，容许土壤流失量为 500t/km²·a。

区域土壤侵蚀图见附图 6.5-5。

表 6.5-27

项目区水土流失面积和侵蚀强度统计表

行政区划	土地总面积 km ²	无明显 流失 km ²	流失面积 km ²	强度分级				
				轻度 km ²	中度 km ²	强烈 km ²	极强烈 km ²	剧烈 km ²
达州市	16609.55	9448.43	7161.12	3064.50	2550.70	691.06	486.59	368.27
万源市	4065.31	2358.44	1706.87	800.29	685.33	121.86	50.16	49.23
宣汉县	4271.54	2134.61	2136.93	1048.51	788.31	118.61	79.66	101.84

本项目工程区水土流失现状、预测结果及水保措施等内容，详见已通过四川省水利厅组织的技术评审的《四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目水土保持方案》，项目环评报告中不再重述。

6.5.13 小结

一、植被类型

评价区位于四川盆地东北大巴山南麓，地貌类型主要由低山和丘陵组成，属中国亚热带常绿阔叶林区—川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带—川东盆地偏湿性常绿阔叶林亚地带和盆地底部丘陵低山植被地区之下的川东平行岭谷植被小区北部和川北深丘植被小区东部的结合过渡部位。区内以亚热带植被类型为特点，植被次生性强，植被水平分布格局简单，垂直变化不明显。人为影响较强烈，农业生产水平一般；评价区内共有自然植被植被型 6 种，群系组 13 种，群系 13 种。

二、野生植物及古树名木

评价范围合计有维管束植物 281 种，隶属于 111 科，240 属，以双子叶植物种类最丰富，经调查，评价区内资源植物种类较多，均呈零星分布，未发现集中分布、可供开发利用的植物资源，也未发现野生的国家重点保护野生植物分布，井站、净化厂及可达的管道施工作业带占地（含永久和临时）范围未见到有名木古树分布。

三、野生动物

评价范围内主要分布陆生脊椎动物 45 科 60 属 62 种，其中国家 II 级重点保护动物有 2 种，四川省的省级保护动物有 4 种，列入《中国生物多样性红色名录》的濒危(EN)2 种、易危(VU)4 种、近危(NT)4 种，列入国家“三有”名录的动物 43 种。

本项目外输管道穿越的中河水域评价范围鱼类主要为经济鱼，共 16 种，隶属于 7

科 15 属。现场现场及咨询当地居民，外输管道穿越的中河断面附近水域没有发现有国家级或省重点保护野生鱼类分布。

四、景观现状

斑块数量排序是：森林>农田>聚落>灌草丛>水体；斑块面积排序是：森林>农田>灌草丛>水体>聚落。森林是评价区内主要的景观斑块，其次为农田。景观优势度值的排序为：森林>农田>聚落>灌草丛>水体，森林生态系统类型斑块在评价区占优势，斑块分布最广，面积最大。根据景观生态质量等级排序原则，质量等级为“中”以上的斑块面积仅占评价区面积的 63.36%，反映出评价区受到较强人类活动干扰不强烈，景观生态质量较高。

6.6 土壤环境现状调查与评价

6.6.1 土壤类型及理化性质调查

一、土壤类型

根据四川省土壤类型分布，气田区域分布的土壤类型主要为紫色土和水稻土，项目井场（井站）、天然气净化厂拟建地土壤类型见下表，土壤评价范围土壤类型图见附图 6.6-1。

表 6.6-1 项目站场所在地土壤类型

站场名称	地理位置	土壤类型
1 号井场	宣汉县毛坝镇***	紫色土
2 号井场	万源市罗文镇***	紫色土
4 号井场	万源市罗文镇***	紫色土
5 号井场	宣汉县厂溪镇***	紫色土
天然气净化厂	万源市罗文镇***	紫色土

二、土壤理化性质调查

根据《中国土壤数据库》查询，井场（井站）、天然气净化厂拟建地分布的紫色土主要理化性质见表 6.6-2。

表 6.6-2 项目所在区域紫色土主要理化性质

项目	具体内容
母质	侏罗和白垩纪紫色厚砂岩风化物
剖面构型	A11—C

项目	具体内容	
描述	主要性状: 该土种母质为侏罗和白垩纪紫色厚砂岩风化物, 剖面为 A11--C 型。土体厚 50cm 左右, 质地以砂质壤土为主。土壤呈酸性至微酸性反应。典型剖面样分析结果统计: A11 层有机质含量 1.22%, 全氮 0.071%, 碱解氮 63ppm, 速效磷 5ppm, 速效钾 71ppm。有效微量元素含量 (n=8): 锌 0.6ppm, 铜 0.4ppm, 铁 25ppm, 锰 45ppm。小麦--玉米套甘薯 生产性能综述: 该土种土体薄, 质地粗, 砂性重, 土壤松散易耕种, 宜耕期长, 保水保肥力差, 养分含量低, 供肥快, 后劲差, 前期出苗整齐, 后期脱肥早衰。多以小麦--玉米套甘薯或小麦--花生利用方式为主, 常年粮食亩产 300-350kg。改良利用上应整治坡面水系, 护土防冲, 冬季实行分厢聚土增厚土层。增施有机肥和土杂肥, 配施氮、磷肥, 提高土壤供肥能力; 施肥时应分期施用; 根据作物补施微肥, 增加产量。坡度大、地块小、土层薄者, 应有计划地退耕还林, 发展茶叶生产。	
剖面	A11 层	0-14cm, 灰棕色, 砂质壤土, 粒状结构, 松, 根多
	C 层	14-24cm, 浊黄色, 砂质壤土, 粒状结构, 夹岩石碎屑, 根少

为进一步了解本项目区块内各种土壤类型的理化性质, 本次评价委托成都酉辰环境检测有限公司于 2020 年 5 月和 2021 年 3 月, 对项目涉及的站场所在地的土壤进行了采样并开展理化性质分析。取样点具体设置情况见表 6.6-3, 理化特性调查结果见下表。

表 6.6-3 土壤理化性质测定采样点位置

编号	监测点位
1#	天然气净化厂占地范围内
2#	天然气净化厂占地范围内
3#	天然气净化厂占地范围内
4#	天然气净化厂占地范围内
5-1#	天然气净化厂占地范围外
6-1#	1 号 A 平台占地范围内
7#	渡口河末站占地范围外
8-1#	5 号井占地范围外
9-1#	1 号 B 平台占地范围内
10-1#	2 号井占地范围内
11#	黄金 1 井回注站
12-1#	4 号井占地范围内

表 6.6-4 采样点土壤理化特性调查结果表

监测点位		单位	1#			2#			3#		
			0~0.5m	0.5~1.5m	1.5~3m	0~0.5m	0.5~1.5m	1.5~3m	0~0.5m	0.5~1.5m	1.5~3m
监测日期		监测项目	2020.5.10			2020.5.14			2020.5.15		
现场记录	颜色	/	红棕色	黄棕色	黄棕色	红棕色	红棕色	红棕色	红棕色	红棕色	黄棕色
	结构	/	块状	块状	块状	块状	块状	块状	块状	块状	块状
	质地	/	中壤土	中壤土	中壤土	砂壤土	砂壤土	砂壤土	砂壤土	砂壤土	砂壤土
	砂砾含量	%	80	80	70	90	80	90	80	80	80
	其他异物	/	多量根系	少量根系	无根系	多量根系	少量根系	无根系	多量根系	少量根系	无根系

监测点位		单位	1#			2#			3#			
监测日期			0~0.5m	0.5~1.5m	1.5~3m	0~0.5m	0.5~1.5m	1.5~3m	0~0.5m	0.5~1.5m	1.5~3m	
监测项目			2020.5.10			2020.5.14			2020.5.15			
实验室测定	氧化还原电位	mV	566	579	599	645	614	629	592	529	538	
	阳离子交换量	cmol ⁺ /kg	17.3	9.7	9.5	16.2	12.4	18.6	18.0	17.6	20.2	
	容重	g/cm ³	1.74	1.80	1.89	1.67	1.86	1.88	1.95	1.87	2.00	
	饱和导水率 (渗透)	cm/s	8.40×10 ⁻⁴	5.66×10 ⁻⁴	1.63×10 ⁻³	6.36×10 ⁻³	3.61×10 ⁻²	8.34×10 ⁻³	1.86×10 ⁻²	1.31×10 ⁻²	2.07×10 ⁻⁴	
	孔隙度	%	23.3	29.4	25.3	33.2	30.9	30.1	27.8	24.3	23.7	
监测点位		单位	4#		5-1#		6-1#		7#		8-1#	
监测日期			0~20cm		0~20cm		0~20cm		0~20cm		0~20cm	
监测项目			2020.5.10		2020.5.13		2020.5.10		2020.5.13		2020.5.13	
现场记录	颜色	/	红棕色		红棕色		浅棕色		红棕色		红棕色	
	结构	/	块状		块状		块状		块状		块状	
	质地	/	轻壤土		砂壤土		砂壤土		砂壤土		砂壤土	
	砂砾含量	%	90		90		80		70		90	
	其他异物	/	多量根系		少量根系		少量根系		少量根系		少量根系	
实验室测定	氧化还原电位	mV	667		506		631		563		550	
	阳离子交换量	cmol ⁺ /kg	15.8		13.1		8.8		19.2		12.3	
	容重	g/cm ³	1.71		1.97		1.56		2.02		2.03	
	饱和导水率 (渗透)	cm/s	1.18×10 ⁻³		1.42×10 ⁻³		1.09×10 ⁻²		2.66×10 ⁻³		4.33×10 ⁻³	
	孔隙度	%	24.3		26.8		40.0		22.9		27.5	
监测点位		单位	9-1#		10-1#		11#		12-1#			
监测日期			0~20cm		0~20cm		0~20cm		0~20cm			
监测项目			2021.3.7									
现场记录	颜色	/	黄棕色		红棕色		红棕色		红棕色			
	结构	/	块状		块状		块状		块状			
	质地	/	轻壤土		轻壤土		轻壤土		轻壤土			
	砂砾含量	%	90		90		90		90			
	其他异物	/	多量根系		多量根系		多量根系		多量根系			
实验室测定	氧化还原电位	mV	525		419		458		503			
	阳离子交换量	cmol ⁺ /kg	13.0		10.0		12.1		10.4			
	容重	g/cm ³	1.48		1.60		1.06		1.64			
	饱和导水率	cm/s	1.40×10 ⁻²		1.40×10 ⁻²		2.24×10 ⁻²		3.36×10 ⁻³			
	孔隙度	%	43.9		40.0		60.9		43.8			

6.6.2 影响源调查

项目土壤环境评价范围内，除本项目拟建工程外，无其它较大污染性工矿企业分布。本次评价在渡口河末站（本项目依托渡口河末站，在其站内空地新建外输末站，不新增占地）周边设置了土壤采样点。土壤监测结果显示，石油烃满足《土壤环境质

量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中筛选值要求。

6.6.3 土壤环境现状评价

为评价项目拟建地土壤环境现状，委托成都酉辰环境检测有限公司于 2020 年 5 月与 2021 年 3 月和 6 月，对项目站场占地范围内及周边的土壤进行了采样并测定，具体如下：

一、监测布点

土壤现状评价监测布点类型和数量见表 6.6-5，监测布点位置见附图 6.1-1。

表 6.6-5 土壤现状监测采样点位置

序号	编号	监测布点类型和数量		
1	1#	天然气净化厂	占地范围内	柱状样
2	2#		占地范围内	
3	3#		占地范围内	
4	4#		占地范围内	
5	5-1#		占地范围外	表层样
6	5-2#		占地范围外	
7	6-1#	1 号 A 平台	占地范围内	表层样
8	6-2#		占地范围外	
9	7#	渡口河末站	占地范围外	表层样
10	8-1#	5 号井	占地范围内	表层样
11	8-2#		占地范围外	
12	9-1#	1 号 B 平台	占地范围内	表层样
13	9-2#		占地范围外	
14	10-1#	2 号井	占地范围内	表层样
15	10-2#		占地范围外	
16	11#	黄金 1 井回注站	占地范围外	表层样
17	12-1#	4 号井	占地范围内	表层样
18	12-2#		占地范围外	
19	13#	气田水管线	施工作业带范围	表层样

二、监测因子

(1) 1#、2#、3#、5-1#、6-1#、7#、8-1#、9-1#、10-1#、11#、12-1#号点

土壤含盐量（SSC）、硫酸盐、石油烃、阳离子交换量。

(2) 4#号点

《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 建设用地土壤风险筛选值和管制值（基本项目）45 项、石油烃、硫酸盐、土壤含盐量（SSC）、阳离子交换量。

(3) 5-2#、6-2#、8-2#、9-2#、10-2#、12-2#号点

《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）表 1 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）8 项、pH、钡、石油烃、硫酸盐、土壤含盐量（SSC）。

（6）分析评价方法

土壤现状监测结果采用单项污染指数法进行评价，公式如下：

$$P_i = C_i / S_i$$

式中：P_i-第 i 种污染物的污染指数；C_i-第 i 种污染物的实测浓度（mg/kg）；S_i-第 i 种污染物的评价标准（mg/kg）。

（7）评价结果

土壤监测及评价结果见下表。

表 6.6-6 土壤环境现状监测及评价结果 (pH 无量纲, 其余 mg/kg)

监测点		监测因子	风险筛选值	监测值	标准指数	超标率 (%)	检出率 (%)	最大超标倍数
序号	监测层							
1#	(0~0.5m)	pH		7.96				
		水溶性盐总量 g/kg		0.5		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.24		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	26.7	0.0059	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		17.3		0	100	0
	(0.5~1.5m)	pH		7.56				
		水溶性盐总量 g/kg		0.4		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.24		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	16.5	0.0037	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		9.7		0	100	0
	(1.5~3m)	pH		7.4				
		水溶性盐总量 g/kg		0.5		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.19		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	5.9	0.0013	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		9.5		0	100	0
2#	(0~0.5m)	pH		6.55				
		水溶性盐总量 g/kg		0.1		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.29		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	16.1	0.0036	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		16.2		0	100	0
	(0.5~1.5m)	pH		6.74				
		水溶性盐总量 g/kg		0.1		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.14		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	未检出		0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		12.4		0	100	0
	(1.5~3m)	pH		6.55				
		水溶性盐总量 g/kg		0.2		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.24		0	100	0

监测点		监测因子	风险筛选值	监测值	标准指数	超标率(%)	检出率(%)	最大超标倍数
序号	监测层							
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	8.2	0.0018	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		18.6		0	100	0
3#	(0~0.5m)	pH		5.64				
		水溶性盐总量 g/kg		0.2		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.19		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	≤4500	28.8	0.0064	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		18		0	100	0
	(0.5~1.5m)	pH		5.76				
		水溶性盐总量 g/kg		0.1		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.14		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	24	0.0053	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		17.6		0	100	0
	(1.5~3m)	pH		5.72				
		水溶性盐总量 g/kg		0		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.1		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	6.2	0.0014	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		20.2		0	100	0
4#	0~20cm	pH		4.96				
		砷	60	4.69	0.0782	0	100	0
		镉	65	0.12	0.0018	0	100	0
		六价铬	5.7	未检出		0	0	0
		铜	18000	30	0.0017	0	100	0
		铅	800	16.8	0.0210	0	100	0
		汞	38	0.046	0.0012	0	100	0
		镍	900	31	0.0344	0	100	0
		四氯化碳	2.8	未检出		0	0	0
		氯仿	0.9	6.4×10 ⁻³	0.0071	0	100	0
		氯甲烷	37	2.0×10 ⁻³	0.0000	0	100	0
		1,1-二氯乙烷	9	未检出		0	0	0
		1,2-二氯乙烷	5	未检出		0	0	0
		1,1-二氯乙烯	66	未检出		0	0	0
		顺-1,2-二氯乙烯	596	未检出		0	0	0
		反-1,2-二氯乙烯	54	未检出		0	0	0
		二氯甲烷	616	0.0117	0.0000	0	100	0
		1,2-二氯丙烷	5	未检出		0	0	0
		1,1,1,2-四氯乙烷	10	未检出		0	0	0
		1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	未检出		0	0	0
		四氯乙烯	53	2.9×10 ⁻³	0.0001	0	100	0
		1,1,1-三氯乙烷	840	未检出		0	0	0
		1,1,2-三氯乙烷	2.8	未检出		0	0	0
		三氯乙烯	2.8	未检出		0	0	0
		1,2,3-三氯丙烷	0.5	0.0155	0.0310	0	100	0
		氯乙烯	0.43	未检出		0	0	0
		苯	4	2.4×10 ⁻³	0.0006	0	100	0
		氯苯	270	未检出		0	0	0

监测点		监测因子	风险筛选值	监测值	标准指数	超标率(%)	检出率(%)	最大超标倍数
序号	监测层							
		1,2-二氯苯	560	未检出		0	0	0
		1,4-二氯苯	20	未检出		0	0	0
		乙苯	28	未检出		0	0	0
		苯乙烯	1290	未检出		0	0	0
		甲苯	1200	1.4×10^{-3}	0.0000	0	100	0
		间二甲苯+对二甲苯	570	未检出		0	0	0
		邻二甲苯	640	未检出		0	0	0
		硝基苯	76	未检出		0	0	0
		苯胺	260	未检出		0	0	0
		2-氯酚	2256	未检出		0	0	0
		苯并[a]蒽	15	未检出		0	0	0
		苯并[a]芘	1.5	未检出		0	0	0
		苯并[b]荧蒽	15	未检出		0	0	0
		苯并[k]荧蒽	151	未检出		0	0	0
		蒽	1293	未检出		0	0	0
		二苯并[a,h]蒽	1.5	未检出		0	0	0
		茚并[1,2,3-cd]芘	15	未检出		0	0	0
		萘	70	未检出		0	0	0
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	4500	78.4	0.0174	0	100	0
		水溶性硫酸盐		0.24		0	0	0
		水溶性盐总量		1.1		0	0	0
		阳离子交换量		15.8		0	0	0
5-1#	0~20cm	pH 值		6.35				0
		水溶性盐总量 g/kg		0.4		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.24		0	100	0
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	826	10.4	0.01	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		13.1		0	100	0
5-2#	0~20cm	pH 值		7.94				
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	826	19	0.02	0	100	0
		钡 mg/kg		315		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.05		0	100	0
		水溶性盐总量 g/kg		0.2		0	100	0
		镉 mg/kg	0.6	0.52	0.87	100	100	0
		汞 mg/kg	3.4	0.013	0.00	0	100	0
		砷 mg/kg	25	2.41	0.10	0	100	0
		铅 mg/kg	170	32.6	0.19	0	100	0
		铬 mg/kg	250	74	0.30	0	100	0
		铜 mg/kg	100	27	0.27	0	100	0
		镍 mg/kg	190	32	0.17	0	100	0
		锌 mg/kg	300	99	0.33	0	100	0
6-1#	0~20cm	pH		6.1				
		水溶性盐总量 g/kg		0.2		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.14		0	100	0
		石油烃(C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	57.1	0.0127	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		8.8		0	100	0

监测点		监测因子	风险筛选值	监测值	标准指数	超标率(%)	检出率(%)	最大超标倍数
序号	监测层							
6-2#	0~20cm	pH 值		6.01				
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	826	13	0.02	0	100	0
		钡 mg/kg		333		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.08		0	100	0
		水溶性盐总量 g/kg		0.2		0	100	0
		镉 mg/kg	0.3	0.16	0.53	0	100	0
		汞 mg/kg	1.8	0.058	0.03	0	100	0
		砷 mg/kg	40	5.63	0.14	0	100	0
		铅 mg/kg	90	32.6	0.36	0	100	0
		铬 mg/kg	150	61	0.41	0	100	0
		铜 mg/kg	50	14	0.28	0	100	0
		镍 mg/kg	70	20	0.29	0	100	0
		锌 mg/kg	200	74	0.37	0	100	0
7#	0~20cm	pH		5.92				
		水溶性盐总量 g/kg		0.4		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.05		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	14.7	0.0033	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		19.2		0	100	0
8-1#	0~20cm	pH		5.54				
		水溶性盐总量 g/kg		0.1		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.14		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	36.8	0.0082	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		12.3		0	100	0
8-2#	0~20cm	pH 值		7.86				
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	826	18	0.02	0	100	0
		钡 mg/kg		336		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.05		0	100	0
		水溶性盐总量 g/kg		0.2		0	100	0
		镉 mg/kg	0.6	0.28	0.47	0	100	0
		汞 mg/kg	3.4	0.015	0.00	0	100	0
		砷 mg/kg	25	2.6	0.10	0	100	0
		铅 mg/kg	170	29.5	0.17	0	100	0
		铬 mg/kg	250	58	0.23	0	100	0
		铜 mg/kg	100	22	0.22	0	100	0
		镍 mg/kg	190	24	0.13	0	100	0
		锌 mg/kg	300	75	0.25	0	100	0
9-1#	0~20cm	pH		6.73				
		水溶性盐总量 g/kg		0.4		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.49		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	13	0.0029	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		13		0	100	0
9-2#	0~20cm	pH 值		6.96				
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	826	20	0.02	0	100	0
		钡 mg/kg		364		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.14		0	100	0

监测点		监测因子	风险筛选值	监测值	标准指数	超标率(%)	检出率(%)	最大超标倍数
序号	监测层							
		水溶性盐总量 g/kg		0.5		0	100	0
		镉 mg/kg	0.3	0.26	0.87	0	100	0
		汞 mg/kg	2.4	0.042	0.02	0	100	0
		砷 mg/kg	30	4.74	0.16	0	100	0
		铅 mg/kg	120	33.5	0.28	0	100	0
		铬 mg/kg	200	59	0.30	0	100	0
		铜 mg/kg	100	15	0.15	0	100	0
		镍 mg/kg	100	22	0.22	0	100	0
		锌 mg/kg	250	80	0.32	0	100	0
10-1#	0~20cm	pH		8.33				
		水溶性盐总量 g/kg		1.5		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.49		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	23	0.0051	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		10		0	100	0
10-2#	0~20cm	pH 值		7.2				
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	826	20	0.02	0	100	0
		钡 mg/kg		310		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.1		0	100	0
		水溶性盐总量 g/kg		0.4		0	100	0
		镉 mg/kg	0.3	0.29	0.97	0	100	0
		汞 mg/kg	2.4	0.036	0.02	0	100	0
		砷 mg/kg	30	3.85	0.13	0	100	0
		铅 mg/kg	120	37.8	0.32	0	100	0
		铬 mg/kg	200	83	0.42	0	100	0
		铜 mg/kg	100	32	0.32	0	100	0
		镍 mg/kg	100	35	0.35	0	100	0
		锌 mg/kg	250	99	0.40	0	100	0
11#	0~20cm	pH		6.4				
		水溶性盐总量 g/kg		0.6		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.31		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	17	0.0038	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		12.1		0	100	0
12-1#	0~20cm	pH		8.41				
		水溶性盐总量 g/kg		0.6		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.36		0	100	0
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/kg	4500	19	0.0042	0	100	0
		阳离子交换量 cmol ⁺ /kg		10.4		0	100	0
12-2#	0~20cm	pH 值		7.15				
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	826	19	0.02	0	100	0
		钡 mg/kg		546		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.13		0	100	0
		水溶性盐总量 g/kg		.0.4		0	100	0
		镉 mg/kg	0.3	0.28	0.93	0	100	0
		汞 mg/kg	2.4	0.046	0.02	0	100	0
		砷 mg/kg	30	3.29	0.11	0	100	0

监测点		监测因子	风险筛选值	监测值	标准指数	超标率(%)	检出率(%)	最大超标倍数
序号	监测层							
		铅 mg/kg	120	39.1	0.33	0	100	0
		铬 mg/kg	200	91	0.46	0	100	0
		铜 mg/kg	100	31	0.31	0	100	0
		镍 mg/kg	100	33	0.33	0	100	0
		锌 mg/kg	250	101	0.40	0	100	0
13#	0~20cm	pH 值		7.79				
		石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) mg/k	826	18	0.02	0	100	0
		钡 mg/kg		347		0	100	0
		水溶性硫酸盐 g/kg		0.43		0	100	0
		水溶性盐总量 g/kg		0.8		0	100	0
		镉 mg/kg	0.6	0.32	0.53	0	100	0
		汞 mg/kg	3.4	0.031	0.01	0	100	0
		砷 mg/kg	25	3.94	0.16	0	100	0
		铅 mg/kg	170	31.7	0.19	0	100	0
		铬 mg/kg	250	46	0.18	0	100	0
		铜 mg/kg	100	15	0.15	0	100	0
		镍 mg/kg	190	19	0.10	0	100	0
		锌 mg/kg	300	66	0.22	0	100	0

由上表可以看出,土壤各相应采样点监测指标均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中第二类用地风险筛选值、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618—2018)中风险筛选值。

6.6.4 小结

项目井场(井站)、天然气净化厂拟建地土壤类型为紫色土。本次土壤环境评价范围内,除本项目拟建工程外,无其他污染性工矿企业分布。评价范围土壤环境满足相应质量标准。

7 环境影响预测与评价

7.1 大气环境的影响预测与评价

7.1.1 施工期的影响分析

7.1.1.1 测试放喷

为了解气井的产气量，在完井后，需进行测试。测试放喷是在射孔作业后，利用测试放喷专用管线将井内油气引至放喷池点火燃烧对油气井进行产量测试的过程。根据钻井工艺流程和流体性质，无阻流天然气在放喷池内，经火焰燃烧器点火燃烧后排放（火炬源排放），同时放喷池约 3m 高挡墙减轻热辐射影响。

测试作业是整个天然气完井作业过程中非常重要的一个环节。测试作业的主要目的是进一步明确气井实际的生产能力，而通过测试作业也能够为后续气井采取增产措施、集输管线建设等各个环节提供科学参考。本工程测试放喷量硫化氢浓度按气质组分中最大值 15.5% 计算，天然气热值取 46892.42kJ/kg，其测试放喷废气产生情况详见下表。

表 7.1-1 测试放喷污染物排放情况表

测试放喷天然气			放喷天然气燃烧后排入大气的 SO ₂				
测试层位	天然气放喷量 (10 ⁴ m ³ /d)	H ₂ S 浓度 (%)	火炬源总热 释放率 cal/s	燃烧效 率%	排放 速率 kg/h	火炬源 高 m	测试放 喷 h
飞仙关组	***	***	***	***	***	***	***

利用 AERMOD 进一步预测模型进行计算，结果见下表。

经预测，井场测试放喷情景下，各个环境空气保护目标的 SO₂ 最大落地浓度均满足《环境空气质量标准》二级限值，最大占标率为 1.11%。区域最大的二氧化硫贡献浓度为 0.916mg/m³，超出《环境空气质量标准》二级限值，占标率为 183.21%，符合《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ2.1-2019)短时间接触限值(1000mg/m³)，占标率为 91.6%。测试放喷为钻井期间测试排放（仅一次），频率较低，且本次预测基础为井喷最大量，实际生产过程中影响较小。

表 7.1-2 测试放喷污染物排放大气影响预测表

序号	点名称	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	《环境空气质量标准》 二级限值			《工作场所有害因素职业接触限值》 8 小时接触限值		
			评价标准 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	占标率%	是否超标	评价标准 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	占标率%	是否超标
1	罗文镇	2.10	500	0.42	达标	1000	0.21	达标
2	梨子园村	1.43	500	0.29	达标	1000	0.14	达标
3	团包梁村	1.51	500	0.30	达标	1000	0.15	达标
4	黑石村	2.27	500	0.45	达标	1000	0.23	达标
5	瓦子丘村	2.14	500	0.43	达标	1000	0.21	达标
6	侯家坪村	1.68	500	0.34	达标	1000	0.17	达标
7	西溪沟村	1.95	500	0.39	达标	1000	0.20	达标
8	严家坝村	2.47	500	0.49	达标	1000	0.25	达标
9	火石岭村	1.95	500	0.39	达标	1000	0.20	达标
10	海棠村	2.71	500	0.54	达标	1000	0.27	达标
11	双山村	2.62	500	0.52	达标	1000	0.26	达标
12	盐井村	2.23	500	0.45	达标	1000	0.22	达标
13	杨家坪村	2.93	500	0.59	达标	1000	0.30	达标
14	康乐村	3.30	500	0.66	达标	1000	0.33	达标
15	黄岭坝村	5.54	500	1.11	达标	1000	0.55	达标
16	贾口村	3.68	500	0.74	达标	1000	0.37	达标
17	苟家寨村	1.90	500	0.38	达标	1000	0.19	达标
18	廖家坡村	2.55	500	0.51	达标	1000	0.26	达标
19	慈竹村	4.39	500	0.88	达标	1000	0.44	达标
20	板庙村	2.63	500	0.53	达标	1000	0.26	达标
21	中坪村	2.82	500	0.56	达标	1000	0.28	达标
22	田家营村	5.89	500	1.18	达标	1000	0.59	达标
23	区域最大落地浓度	916.06	500	183.21	超标	1000	91.6	达标

7.1.1.2 施工扬尘和器械产生废气

工程地面开挖、回填、土石堆放和运输车辆行驶产生的扬尘（粉尘）、及施工机械、运输车辆排放的尾气，尾气中的主要污染物为 SO_2 、 NO_2 、 CmHn 等。这些污染物对大气都有一定的影响，但这些影响均较小，且不为连续排放，为短期排放，产生的污染物的量也较小，在施工结束结束后，影响随之消失。

7.1.2 运营期影响预测分析

7.1.2.1 预测因子

本项目为天然气开发工程，所涉及的主要大气污染物为 H_2S 、 SO_2 、 NO_x 、 VOC_s 等。据项目特点和项目所在区域的环境现状，本项目的大气环境预测因子为 SO_2 、 H_2S 、

NO_x、VOC_s。其中，SO₂、NO_x和PM_{2.5}作为正常工况下有组织排放的大气污染物因子；H₂S、VOC_s作为本工程无组织排放或非正常工况的大气污染物因子。

7.1.2.2 预测范围

由于本项目各污染物短期浓度贡献值占标率大于10%的区域位于评价范围内。根据大气导则推荐模式AERSCREEN计算，本工程评价范围为以净化厂边界外延7km的区域。

由此，本次评价预测范围为以净化厂厂界线外扩7km的区域，覆盖全部评价范围。

7.1.2.3 预测周期

选取评价基准年2019年为预测周期，预测时段为连续1年。

7.1.2.4 预测模型

根据2019年地面气象数据，本项目涉及区域2019年未存在风速≤0.5m/s的持续时间超过72h的气象条件。且根据近20年气候统计资料，万源市和宣汉县全年静风（风速≤0.2m/s）频率未超过35%。

由此，本次预测模型选取AERMOD。

网格分辨率：距源中心5km以内的网格间距为100m，5~7km的网格间距为250m。

建筑物下洗：否

颗粒物沉降：未考虑湿沉降

化学转化：未考虑

7.1.2.5 预测方案

本项目为新建项目，主要排放污染物为SO₂和NO_x，由于SO₂+NO_x≤500t/a，评价因子无需增加二次PM_{2.5}。涉及区域万源市和宣汉县的SO₂和NO_x质量现状为达标，结合项目及其周边排放特点，预测内容见下表。

表 7.1-3 预测内容与评价要求

评价对象	污染源	污染源排放形式	预测内容	评价内容
达标区评价项目	新增污染源	正常排放	短期浓度 长期浓度	最大浓度占标率
	新增污染源+其他拟建污染源	正常排放	短期浓度 长期浓度	叠加环境质量现状浓度后的保证率日平均质量浓度和年平均质量浓度的占标率，或短期浓度的达标情况；评价年平均质量浓度变化率

评价对象	污染源	污染源排放形式	预测内容	评价内容
	新增污染源	非正常排放	1h 平均质量浓度	最大浓度占标率
大气环境保护距离	新增污染源	正常排放	短期浓度	大气环境保护距离

根据项目设计文件，本项目所有设计大气污染源参数见表 7.1-4 和表 7.1-5。其中 PM₁₀、PM_{2.5} 的污染源排放强度根据《大气可吸入颗粒物一次源排放清单编制技术指南（试行）》和《大气细颗粒物一次源排放清单编制技术指南（试行）》的中对应的产生系数进行计算。

表 7.1-4 本项目污染源列表（点源）

编号	名称	排气筒海拔高度 m	排气筒高度 m	排气筒出口内径 m	烟气量 m ³ /h	烟气温 度℃	污染物排放速率 kg/h				备注
							SO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	
1	尾气烟 囱 1	720	100	1.6	***	220	***	***	***	***	新增
2	尾气烟 囱 2	720	100	1.6	***	220	***	***	***	***	新增
3	锅炉烟 囱 1	720	20	1.2	***	160	***	***	***	***	新增
4	锅炉烟 囱 2	720	20	1.2	***	160	***	***	***	***	新增
5	锅炉烟 囱 3	720	20	1.2	***	160	***	***	***	***	备用

根据本项目初设资料（C 版）中除臭系统的设计及其去除效率估算出排放源强，见下表。

表 7.1-5 本项目污水系统污染源列表（点源）

名称	排气筒海拔高度 m	排气筒高度 m	排气筒出口内径 m	设计风量 m ³ /h	烟气温 度℃	污染物因子	去除效率%	排放速率 (kg/h)
污水系统除臭排气筒	720	15	0.2	2000	环境温度	VOC _s	80	***
						H ₂ S	99	***

本次评价对净化厂内无组织排放源强根据《石化行业建设项目挥发性有机物（VOC_s）排放量估算方法技术指南》（试行）中对于天然气行业的有关规定，将主体装置区和储罐区的 H₂S 和 VOC_s 进行计算，所得各单元源项如下。

表 7.1-6 本项目污染源列表（面源）

面源名称	海拔高度(m)	面源长度(m)	面源宽度(m)	面源初始排放高度(m)	年排放小时数(h)	排放工况	评价因子 (g/s)	
							因子	g/s
净化厂主体装置区	720	190	80	2	8000	正常	VOC _s	***
							H ₂ S	***
集气装置区	720	30	20	2	8000	正常	VOC _s	***
							H ₂ S	***
气田水罐区	720	35	20	3	8000	正常	H ₂ S	***
储罐区	720	20	20	2	8000	正常	***	***
							***	***

7.1.2.6 区域污染源调查

根据调查，项目大气环境评价范围内无与本项目排放污染物相关的其他在建项目和已批复项目。

7.1.2.7 气象条件

本项目净化厂大气环境评价等级为一级，项目位于万源市罗文镇，属万源市。由此，本次评价收集了万源市 2019 年连续一年逐日的自动监测数据作为环境空气质量现状数据。

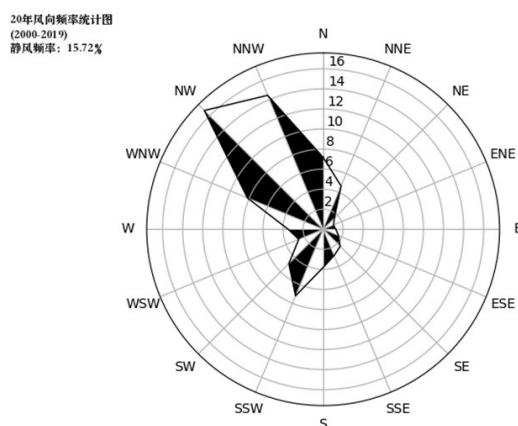
万源气象站（57237）位于四川省达州市，地理坐标为东经 108.03 度，北纬 32.07 度，海拔高度 674.00 米。气象站始建于 1959 年，1959 年正式进行气象观测。

表 7.1-7 气象站常规气象项目统计（2000-2019）

统计项目		万源市		
		统计值	极值出现时间	极值
多年平均气温（℃）		15.4		
累年极端最高气温（℃）		37.1	2002/07/13	39.2
累年极端最低气温（℃）		-5.1	2016/01/25	-8.2
多年平均气压（hPa）		938.9		
多年平均水汽压（hPa）		13.6		
多年平均相对湿度(%)		71.4		
多年平均降雨量(mm)		1188.9	2010/07/17	255.8
灾害天气统计	多年平均沙暴日数(d)	0.0		0.1
	多年平均雷暴日数(d)	29.1		30.6
	多年平均冰雹日数(d)	0.3		0.2
	多年平均大风日数(d)	3.2		1.4
多年实测极大风速（m/s）、相应风向		20.0	2016/04/10	40.1 E
多年平均风速（m/s）		1.7		
多年主导风向、风向频率(%)		NW 16.75		
多年静风频率(风速<0.2m/s)(%)		15.72		

一、风

(1) 风向特征



万源风向玫瑰图（静风频率 15.72%）

图 7.1-1 项目涉及区域风向玫瑰图

表 7.1-8

气象站年风向频率统计

单位: %

地区	风向																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
万源	7.17	4.67	1.58	1.11	1.26	1.66	2.40	2.84	3.81	7.19	4.84	2.63	3.49	8.18	16.75	14.46	15.72

(2) 月平均风速

万源市气象站月平均风速如下表，其中 7/8 月平均风速最大（1.45 米/秒），1 月风速最小（1.02 米/秒）。

表 7.1-9

气象站月平均风速统计

单位: m/s

地区	月份											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
万源	1.76	2.05	2.05	2.02	1.85	1.45	1.41	1.54	1.54	1.48	1.63	1.72

(3) 风速年际变化特征与周期分析

由万源市气象站近 20 年资料统计分析，万源气象站风速呈现下降趋势，万源气象站风速在 2003-2004 年间突增，风速平均值由 1.81 米/秒增加到 2.06 米/秒，2004 年年平均风速最大（2.06 米/秒），2019 年年平均风速最小（1.42 米/秒），无明显周期。

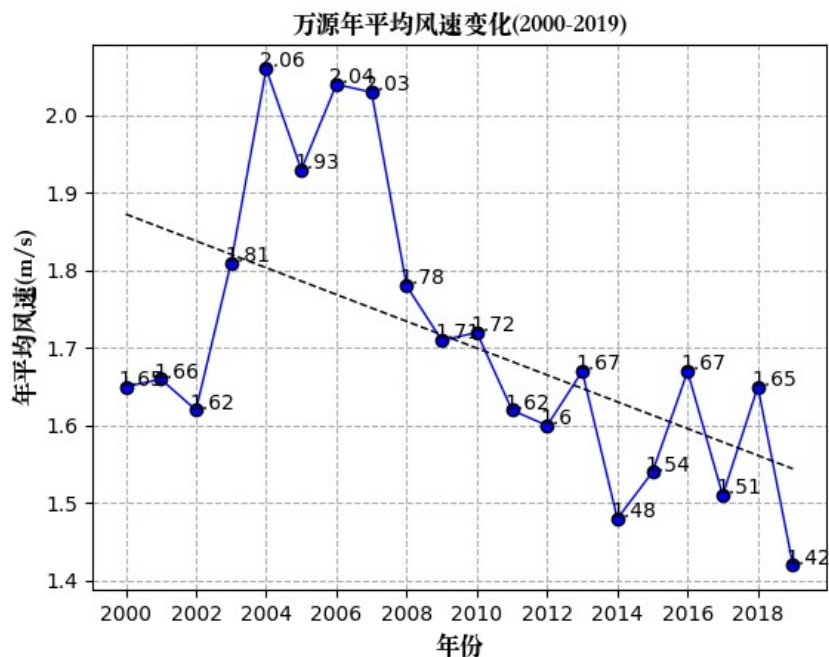


图 7.1-3 万源（2000-2019）年平均风速（单位：m/s，虚线为趋势线）

二、温度

万源气象站 7 月气温最高（25.59℃），1 月气温最低（4.20℃），近 20 年极端最高气温出现在 2002/07/13(39.20℃)，近 20 年极端最低气温出现在 2016/01/25(-8.20℃)。

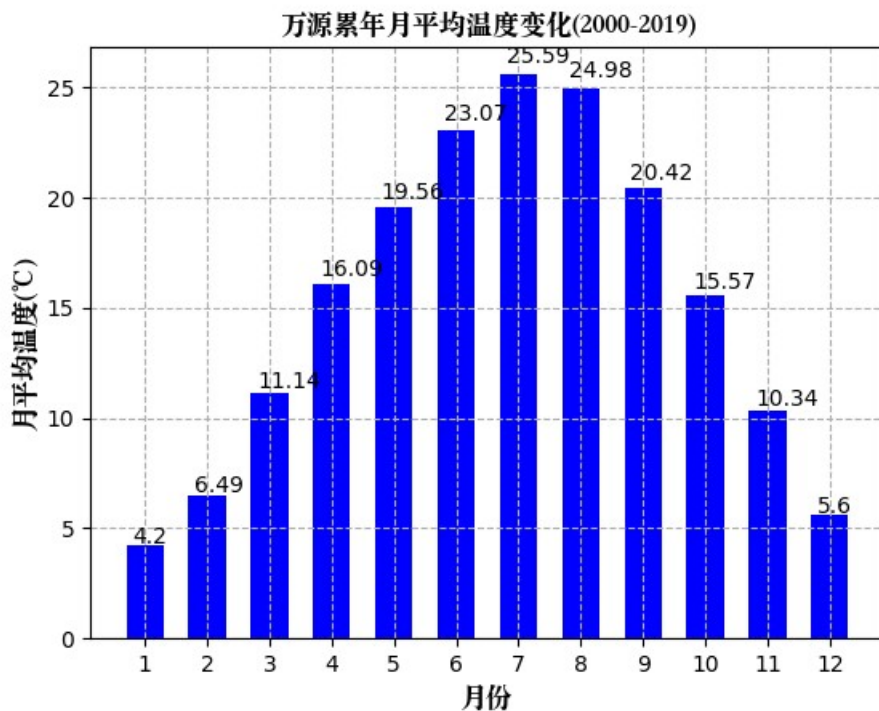


图 7.1-5 万源月平均气温（单位：℃）

7.1.3 环境空气保护目标

项目处于农村地区，评价范围内环境空气保护目标主要类型为二类区中的农村地区中人群较集中的区域，具体为万源市罗文镇和万源市宣汉县境内的 22 个村社及评价范围内的分散人居，其环境空气质量需满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准，其中罗文镇和 22 个村社与厂址的相对位置关系见表 2.9-1。

表 2.9-1 主要环境空气保护目标相对位置关系表

序号	保护对象	坐标		相对厂址方位距离	保护内容	环境功能要求
1	万源市罗文镇	***	***	净化厂西面，2.69km	环境空气质量	《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 二级
2	梨子园村	***	***	净化厂北面，6.5km		
3	团包梁村	***	***	净化厂北面，5km		
4	火石岭村	***	***	净化厂西面，3.1km		
5	严家坝村	***	***	净化厂西面，3.3km		
6	苟家寨村	***	***	2 号井场西北面，1.65km		
7	杨家坪村	***	***	2 号井场东面，2.3km		
8	双山村	***	***	5 号井场东南面，1km		
9	瓦子丘村	***	***	5 号井场东北面，2.5km		
10	黑石村	***	***	5 号井场东北面，2.5km		
11	海棠村	***	***	1 号井场西面，1.73km		
12	贾口村	***	***	1 号井场南面，3.2km		
13	盐井村	***	***	净化厂东面，5.7km		
14	康乐村	***	***	净化厂东南面，6.2km		
15	黄岭坝村	***	***	净化厂东南面，6.029km		
16	侯家坪村	***	***	净化厂西北面，6km		
17	西溪沟村	***	***	净化厂西北面，6.3km		
18	廖家坡村	***	***	净化厂西北面，7km		
19	慈竹村	***	***	净化厂南面，6.2km		
20	板庙村	***	***	净化厂西北，8.65km		
21	中坪村	***	***	净化厂北面，6.8km		
22	田家营村	***	***	净化厂西南侧 7.21km		
23	评价范围内的分散居住地					

7.1.3.1 正常工况

一、落地浓度贡献值

经预测，本项目拟建成后对大气环境贡献质量浓度预测结果见下表。

(1) SO₂

表 7.1-11

本项目 SO₂ 贡献质量浓度预测结果

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	贡献占标 率%	是否超 标
1	罗文镇	1 小时	17.24	19011416	500	3.45	达标
		日平均	2.6	190114	150	1.74	达标
		年均	0.34	平均值	60	0.57	达标
2	梨子园村	1 小时	5.29	19020710	500	1.06	达标
		日平均	0.28	190117	150	0.19	达标
		年均	0.04	平均值	60	0.07	达标
3	团包梁村	1 小时	7.51	19020710	500	1.5	达标
		日平均	0.39	190207	150	0.26	达标
		年均	0.06	平均值	60	0.1	达标
4	黑石村	1 小时	7.77	19100709	500	1.55	达标
		日平均	0.39	191028	150	0.26	达标
		年均	0.08	平均值	60	0.14	达标
5	瓦子丘村	1 小时	7.6	19121211	500	1.52	达标
		日平均	0.37	191028	150	0.25	达标
		年均	0.09	平均值	60	0.14	达标
6	侯家坪村	1 小时	15.56	19123016	500	3.11	达标
		日平均	1.22	191230	150	0.81	达标
		年均	0.12	平均值	60	0.2	达标
7	西溪沟村	1 小时	14.2	19123016	500	2.84	达标
		日平均	1.87	190114	150	1.25	达标
		年均	0.17	平均值	60	0.29	达标
8	严家坝村	1 小时	24.08	19123016	500	4.82	达标
		日平均	2.34	191230	150	1.56	达标
		年均	0.25	平均值	60	0.42	达标
9	火石岭村	1 小时	16.36	19030208	500	3.27	达标
		日平均	1.96	190114	150	1.3	达标
		年均	0.4	平均值	60	0.67	达标
10	海棠村	1 小时	11.6	19030108	500	2.32	达标
		日平均	1.37	191228	150	0.92	达标
		年均	0.44	平均值	60	0.74	达标
11	双山村	1 小时	10.24	19022017	500	2.05	达标
		日平均	1.08	190220	150	0.72	达标
		年均	0.15	平均值	60	0.24	达标
12	盐井村	1 小时	8.16	19022017	500	1.63	达标
		日平均	0.78	190220	150	0.52	达标
		年均	0.09	平均值	60	0.15	达标
13	杨家坪村	1 小时	19.55	19121315	500	3.91	达标

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	贡献占标 率%	是否超 标
		日平均	0.85	191213	150	0.57	达标
		年均	0.1	平均值	60	0.17	达标
14	康乐村	1 小时	4.14	19110710	500	0.83	达标
		日平均	0.31	191107	150	0.21	达标
		年均	0.05	平均值	60	0.08	达标
15	黄岭坝村	1 小时	6.5	19121315	500	1.3	达标
		日平均	0.3	191213	150	0.2	达标
		年均	0.04	平均值	60	0.07	达标
16	贾口村	1 小时	9.23	19111208	500	1.85	达标
		日平均	0.95	190304	150	0.63	达标
		年均	0.12	平均值	60	0.19	达标
17	苟家寨村	1 小时	20.05	19121709	500	4.01	达标
		日平均	2.19	191217	150	1.46	达标
		年均	0.68	平均值	60	1.13	达标
18	廖家坡村	1 小时	70.43	19012319	500	14.09	达标
		日平均	3.28	190123	150	2.19	达标
		年均	0.2	平均值	60	0.33	达标
19	慈竹村	1 小时	9.02	19040308	500	1.8	达标
		日平均	0.38	190403	150	0.26	达标
		年均	0.05	平均值	60	0.08	达标
20	板庙村	1 小时	10.62	19022014	500	2.12	达标
		日平均	1.12	190125	150	0.75	达标
		年均	0.22	平均值	60	0.37	达标
21	中坪村	1 小时	10.09	19022017	500	2.02	达标
		日平均	0.78	190220	150	0.52	达标
		年均	0.08	平均值	60	0.13	达标
22	田家营村	1 小时	9.42	19040308	500	1.88	达标
		日平均	0.4	190403	150	0.27	达标
		年均	0.05	平均值	60	0.08	达标
23	网格	1 小时	398.93	19011202	500	79.79	达标
		日平均	26.34	191102	150	17.56	达标
		年均	1.91	平均值	60	3.18	达标

图 7-1-10 SO₂ 小时贡献均值最大落地浓度分布图 (μg/m³)(2)NO_x

表 7.1-12

本项目 NO_x 小时值贡献质量浓度预测结果

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 (μg/m ³)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 (μg/m ³)	贡献占标 率%	是否超 标
1	罗文镇	1 小时	4	19011416	250	1.6	达标
		日平均	0.64	190114	100	0.64	达标
		年均	0.11	平均值	50	0.22	达标
2	梨子园村	1 小时	1.11	19121609	250	0.45	达标
		日平均	0.07	190117	100	0.07	达标
		年均	0.01	平均值	50	0.03	达标
3	团包梁村	1 小时	1.53	19020710	250	0.61	达标
		日平均	0.08	190117	100	0.08	达标
		年均	0.01	平均值	50	0.03	达标
4	黑石村	1 小时	1.92	19100709	250	0.77	达标
		日平均	0.09	191007	100	0.09	达标
		年均	0.02	平均值	50	0.04	达标
5	瓦子丘村	1 小时	1.68	19100709	250	0.67	达标
		日平均	0.08	191212	100	0.08	达标
		年均	0.02	平均值	50	0.04	达标
6	侯家坪村	1 小时	3.41	19123016	250	1.36	达标
		日平均	0.27	191230	100	0.27	达标
		年均	0.03	平均值	50	0.05	达标
7	西溪沟村	1 小时	3	19123016	250	1.2	达标
		日平均	0.37	190114	100	0.37	达标
		年均	0.04	平均值	50	0.07	达标
8	严家坝村	1 小时	4.5	19123016	250	1.8	达标
		日平均	0.47	191230	100	0.47	达标
		年均	0.06	平均值	50	0.11	达标
9	火石岭村	1 小时	4.09	19030208	250	1.63	达标
		日平均	0.51	190114	100	0.51	达标
		年均	0.12	平均值	50	0.24	达标
10	海棠村	1 小时	2.84	19121709	250	1.14	达标
		日平均	0.37	191008	100	0.37	达标
		年均	0.13	平均值	50	0.26	达标
11	双山村	1 小时	2.47	19040210	250	0.99	达标
		日平均	0.28	190220	100	0.28	达标

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	贡献占标率%	是否超标
		年均	0.05	平均值	50	0.1	达标
12	盐井村	1 小时	2.67	19010704	250	1.07	达标
		日平均	0.23	190125	100	0.23	达标
		年均	0.03	平均值	50	0.07	达标
13	杨家坪村	1 小时	4.06	19121315	250	1.62	达标
		日平均	0.18	191213	100	0.18	达标
		年均	0.02	平均值	50	0.05	达标
14	康乐村	1 小时	1.02	19011409	250	0.41	达标
		日平均	0.1	190104	100	0.1	达标
		年均	0.02	平均值	50	0.04	达标
15	黄岭坝村	1 小时	1.74	19121315	250	0.7	达标
		日平均	0.1	191213	100	0.1	达标
		年均	0.02	平均值	50	0.04	达标
16	贾口村	1 小时	2.47	19051207	250	0.99	达标
		日平均	0.25	190304	100	0.25	达标
		年均	0.02	平均值	50	0.05	达标
17	苟家寨村	1 小时	5.03	19121709	250	2.01	达标
		日平均	0.62	191217	100	0.62	达标
		年均	0.2	平均值	50	0.39	达标
18	廖家坡村	1 小时	11.46	19012319	250	4.59	达标
		日平均	0.54	190123	100	0.54	达标
		年均	0.03	平均值	50	0.07	达标
19	慈竹村	1 小时	2.39	19031909	250	0.96	达标
		日平均	0.12	190319	100	0.12	达标
		年均	0.02	平均值	50	0.04	达标
20	板庙村	1 小时	2.2	19022014	250	0.88	达标
		日平均	0.25	190125	100	0.25	达标
		年均	0.05	平均值	50	0.1	达标
21	中坪村	1 小时	2.33	19022017	250	0.93	达标
		日平均	0.19	190220	100	0.19	达标
		年均	0.02	平均值	50	0.05	达标
22	田家营村	1 小时	2.38	19040308	250	0.95	达标
		日平均	0.1	190403	100	0.1	达标
		年均	0.01	平均值	50	0.02	达标
23	网格	1 小时	76.4	19012319	250	30.56	达标
		日平均	5.14	190308	100	5.14	达标
		年均	1.11	平均值	50	2.22	达标

图 7-1-11 全气田 NO_x 小时贡献值最大落地浓度分布图($\mu\text{g}/\text{m}^3$)(3)PM₁₀

表 7.1-13

本项目 PM₁₀ 日均值贡献质量浓度预测结果

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	贡献占标 率%	是否超 标
1	罗文镇	日平均	0.01	190114	150	0.01	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
2	梨子园村	日平均	0	191212	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
3	团包梁村	日平均	0	191216	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
4	黑石村	日平均	0	191007	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
5	瓦子丘村	日平均	0	191007	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
6	侯家坪村	日平均	0	191230	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
7	西溪沟村	日平均	0	190114	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
8	严家坝村	日平均	0.01	191230	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
9	火石岭村	日平均	0.01	190114	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
10	海棠村	日平均	0	190704	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
11	双山村	日平均	0	190220	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
12	盐井村	日平均	0	190220	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
13	杨家坪村	日平均	0	191213	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
14	康乐村	日平均	0	190114	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
15	黄岭坝村	日平均	0	191213	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
16	贾口村	日平均	0	190304	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
17	苟家寨村	日平均	0.01	190507	150	0	达标

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	贡献占标率%	是否超标
		年均	0	平均值	70	0	达标
18	廖家坡村	日平均	0.01	190311	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
19	慈竹村	日平均	0	190319	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
20	板庙村	日平均	0	190125	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
21	中坪村	日平均	0	190220	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
22	田家营村	日平均	0	190403	150	0	达标
		年均	0	平均值	70	0	达标
23	网格	日平均	0.07	190423	150	0.05	达标
		年均	0.02	平均值	70	0.03	达标

图 7-1-12 PM_{10} 日均值最大落地浓度分布图 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)(3) $\text{PM}_{2.5}$

由于本建设项目 SO_2+NO_x 总量总和为 498.06 吨/年，小于 500 吨/年。本次评价采用 AERMOD 进行 $\text{PM}_{2.5}$ 的预测。

表 7.1-14 本项目 $\text{PM}_{2.5}$ 日均值贡献质量浓度预测结果

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	贡献占标率%	是否超标
1	罗文镇	日平均	0	190114	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
2	梨子园村	日平均	0	191212	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
3	团包梁村	日平均	0	191212	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
4	黑石村	日平均	0	191007	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
5	瓦子丘村	日平均	0	191007	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
6	侯家坪村	日平均	0	191230	75	0	达标

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	贡献占标 率%	是否超 标
		年均	0	平均值	35	0	达标
7	西溪沟村	日平均	0	190114	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
8	严家坝村	日平均	0	191230	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
9	火石岭村	日平均	0	190114	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
10	海棠村	日平均	0	190226	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
11	双山村	日平均	0	190220	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
12	盐井村	日平均	0	190220	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
13	杨家坪村	日平均	0	190114	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
14	康乐村	日平均	0	190114	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
15	黄岭坝村	日平均	0	190114	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
16	贾口村	日平均	0	190304	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
17	苟家寨村	日平均	0	190507	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
18	廖家坡村	日平均	0	190123	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
19	慈竹村	日平均	0	190114	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
20	板庙村	日平均	0	190125	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
21	中坪村	日平均	0	190220	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
22	田家营村	日平均	0	190403	75	0	达标
		年均	0	平均值	35	0	达标
23	网格	日平均	0.03	190725	75	0.05	达标
		年均	0.01	平均值	35	0.03	达标

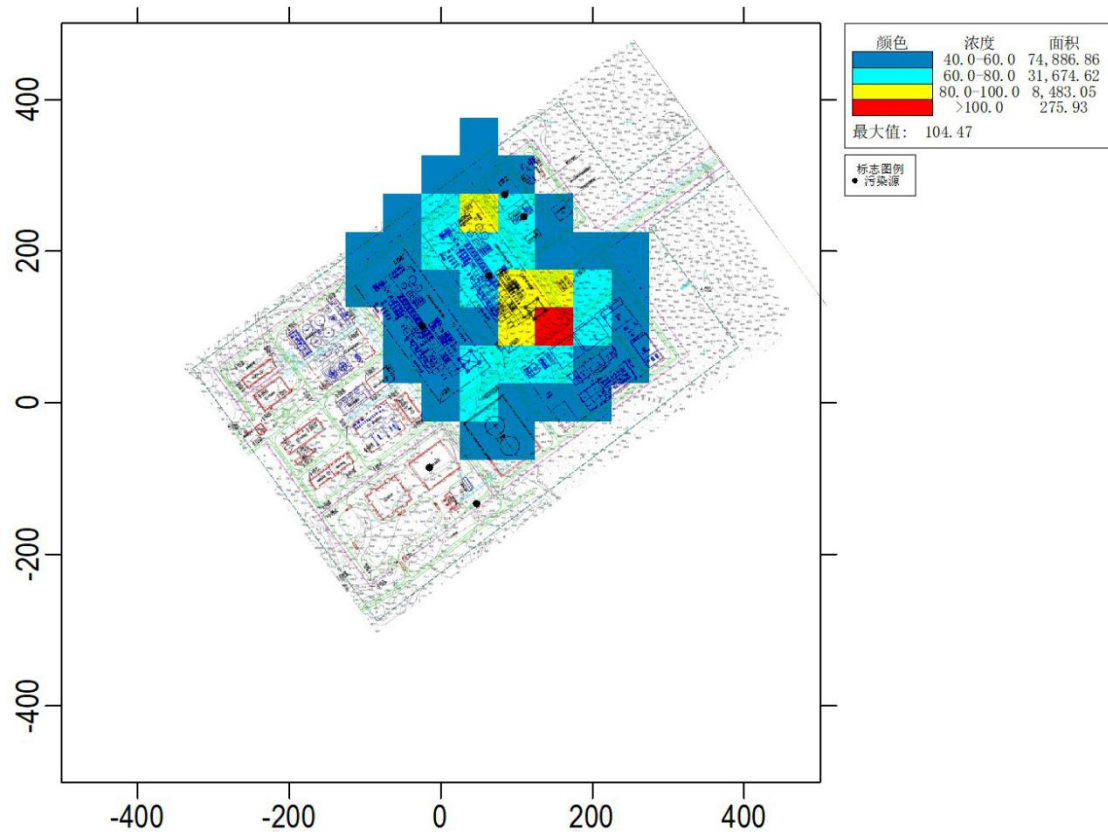
图 7-1-13 PM_{2.5} 日均值最大落地浓度分布图

(4) VOC_s

表 7.1-15

本项目 VOC_s8h 均值贡献质量浓度预测结果

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	贡献占标 率%	是否超 标
1	罗文镇	8h 平均	0.8	19122124	600.00	0.13	达标
2	梨子园村	8h 平均	0.3	19100824	600.00	0.05	达标
3	团包梁村	8h 平均	0.71	19100824	600.00	0.12	达标
4	黑石村	8h 平均	0.52	19111424	600.00	0.09	达标
5	瓦子丘村	8h 平均	0.6	19101224	600.00	0.10	达标
6	侯家坪村	8h 平均	0.19	19072608	600.00	0.03	达标
7	西溪沟村	8h 平均	0.34	19062008	600.00	0.06	达标
8	严家坝村	8h 平均	0.75	19122008	600.00	0.13	达标
9	火石岭村	8h 平均	0.78	19051408	600.00	0.13	达标
10	海棠村	8h 平均	0.1	19121224	600.00	0.02	达标
11	双山村	8h 平均	1.51	19011324	600.00	0.25	达标
12	盐井村	8h 平均	0.64	19101508	600.00	0.11	达标
13	杨家坪村	8h 平均	0.56	19020216	600.00	0.09	达标
14	康乐村	8h 平均	0.64	19061924	600.00	0.11	达标
15	黄岭坝村	8h 平均	0.75	19013008	600.00	0.13	达标
16	贾口村	8h 平均	0.16	19112524	600.00	0.03	达标
17	苟家寨村	8h 平均	0.41	19121224	600.00	0.07	达标
18	廖家坡村	8h 平均	0.08	19010216	600.00	0.01	达标
19	慈竹村	8h 平均	0.23	19111124	600.00	0.04	达标
20	板庙村	8h 平均	0.25	19100524	600.00	0.04	达标
21	中坪村	8h 平均	0.27	19051408	600.00	0.05	达标
22	田家营村	8h 平均	0.43	19121224	600.00	0.07	达标
23	网格	8h 平均	104.47	19120924	600.00	17.41	达标

图 7-1-14 VOC,8h 均值最大落地浓度分布图 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)(8) H_2S 表 7.1-16 本项目 H_2S 小时值贡献质量浓度预测结果

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 (mg/m^3)	贡献占标 率%	是否超标
1	罗文镇	1 小时	0.24	19122118	10	2.36	达标
2	梨子园村	1 小时	0.07	19112302	10	0.72	达标
3	团包梁村	1 小时	0.14	19100823	10	1.39	达标
4	黑石村	1 小时	0.15	19111419	10	1.48	达标
5	瓦子丘村	1 小时	0.15	19101221	10	1.52	达标
6	侯家坪村	1 小时	0.05	19110624	10	0.49	达标
7	西溪沟村	1 小时	0.08	19062001	10	0.82	达标
8	严家坝村	1 小时	0.21	19122005	10	2.06	达标
9	火石岭村	1 小时	0.21	19051404	10	2.07	达标
10	海棠村	1 小时	0.03	19121217	10	0.27	达标
11	双山村	1 小时	0.39	19101502	10	3.85	达标
12	盐井村	1 小时	0.18	19101502	10	1.76	达标
13	杨家坪村	1 小时	0.12	19121316	10	1.17	达标
14	康乐村	1 小时	0.13	19072406	10	1.26	达标
15	黄岭坝村	1 小时	0.15	19013005	10	1.52	达标
16	贾口村	1 小时	0.03	19012824	10	0.34	达标

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 (mg/m^3)	贡献占标率%	是否超标
17	苟家寨村	1 小时	0.12	19121217	10	1.17	达标
18	廖家坡村	1 小时	0.02	19010209	10	0.2	达标
19	慈竹村	1 小时	0.04	19031104	10	0.44	达标
20	板庙村	1 小时	0.07	19121219	10	0.70	达标
21	中坪村	1 小时	0.06	19010216	10	0.60	达标
22	田家营村	1 小时	0.05	19031203	10	0.50	达标
23	网格	1 小时	8.16	19050223	10	81.64	达标

图 7-1-15 H_2S 小时贡献值最大落地浓度分布图 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

二、叠加背景浓度

本工程所在区域为达标区，环境空气质量监测数据引用 2019 年宣汉县自动监测站的监测数据。

叠加现状浓度后，主要污染物 SO_2 和 NO_x 的保证率日均质量浓度占标率分别为 21.14%和 64.2%，符合环境质量标准，影响可接受。

(1) SO_2

表 7.1-17 本工程 SO_2 叠加背景浓度后评价价值列表

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否超标
1	罗文镇	日平均	1.02	190227	24	25.02	150	16.68	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
2	梨子园村	日平均	0.28	190207	24	24.28	150	16.18	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
3	团包梁村	日平均	0.39	190207	24	24.39	150	16.26	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
4	黑石村	日平均	0.22	190325	24	24.22	150	16.15	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
5	瓦子丘村	日平均	0.22	190325	24	24.22	150	16.15	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
6	侯家坪村	日平均	0.4	190302	24	24.4	150	16.27	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
7	西溪沟	日平均	0.72	190322	24	24.72	150	16.48	达标

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景 后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否 超标
	村	年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
8	严家坝村	日平均	0.98	190302	24	24.98	150	16.65	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
9	火石岭村	日平均	0.07	190223	25	25.07	150	16.72	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
10	海棠村	日平均	0.69	190207	24	24.69	150	16.46	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
11	双山村	日平均	0.47	190421	24	24.47	150	16.32	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
12	盐井村	日平均	0.39	190126	24	24.39	150	16.26	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
13	杨家坪村	日平均	0.42	190531	24	24.42	150	16.28	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
14	康乐村	日平均	0.14	190531	24	24.14	150	16.1	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
15	黄岭坝村	日平均	0.12	190531	24	24.12	150	16.08	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
16	贾口村	日平均	0.63	190126	24	24.63	150	16.42	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
17	苟家寨村	日平均	1.14	190305	24	25.14	150	16.76	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
18	廖家坡村	日平均	0.07	190526	25	25.07	150	16.71	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
19	慈竹村	日平均	0.14	190302	24	24.14	150	16.09	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
20	板庙村	日平均	0.95	190315	24	24.95	150	16.63	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
21	中坪村	日平均	0.2	190421	24	24.2	150	16.13	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
22	田家营村	日平均	0.15	190302	24	24.15	150	16.1	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标
23	网格	日平均	7.71	190223	24	31.71	150	21.14	达标
		年均	0	平均值	11.65	11.65	60	19.42	达标

(2)NO_x

项目正常排放条件下，工程新建污染源排放 NO_x 叠加环境空气质量现状浓度后，保证率日均质量浓度占标率和叠加背景后的年均浓度占标率分别为 64.2%和 55.21%，

符合环境质量标准，影响可接受。

表 7.1-18 本工程 NO_x 叠加背景浓度后评价价值列表

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景 后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否超 标
1	罗文镇	日平均	0.07	190315	60	60.07	100	60.07	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
2	梨子园村	日平均	0.02	190315	60	60.02	100	60.02	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
3	团包梁村	日平均	0.03	190315	60	60.03	100	60.03	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
4	黑石村	日平均	0.03	190315	60	60.03	100	60.03	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
5	瓦子丘村	日平均	0.02	190315	60	60.02	100	60.02	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
6	侯家坪村	日平均	0.01	190315	60	60.01	100	60.01	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
7	西溪沟村	日平均	0.02	190315	60	60.02	100	60.02	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
8	严家坝村	日平均	0.04	190315	60	60.04	100	60.04	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
9	火石岭村	日平均	0.1	190315	60	60.1	100	60.1	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
10	海棠村	日平均	0.13	190419	60	60.13	100	60.13	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
11	双山村	日平均	0.08	190315	60	60.08	100	60.08	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
12	盐井村	日平均	0.04	190315	60	60.04	100	60.04	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
13	杨家坪村	日平均	0.03	190315	60	60.03	100	60.03	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
14	康乐村	日平均	0.03	190315	60	60.03	100	60.03	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
15	黄岭坝村	日平均	0.01	190315	60	60.01	100	60.01	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
16	贾口村	日平均	0.01	190419	60	60.01	100	60.01	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
17	苟家寨村	日平均	0.24	190419	60	60.24	100	60.24	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
18	廖家坡村	日平均	0.03	190419	60	60.03	100	60.03	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
19	慈竹村	日平均	0.01	190315	60	60.01	100	60.01	达标

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景 后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否超 标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
20	板庙村	日平均	0.21	190315	60	60.21	100	60.21	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
21	中坪村	日平均	0.04	190315	60	60.04	100	60.04	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
22	田家营村	日平均	0.01	190315	60	60.01	100	60.01	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标
23	网格	日平均	4.2	190104	60	64.2	100	64.2	达标
		年均	0	平均值	27.61	27.61	50	55.21	达标

(3)PM₁₀和PM_{2.5}

叠加背景浓度后,环境保护目标和区域最大影响点的PM₁₀和PM_{2.5}日保证率日均质量浓度占标率分别为50.01%和72.02%,符合环境质量标准,影响可接受。

表 7.1-19 本工程PM₁₀叠加背景浓度后评价价值列表

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景 后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否超 标
1	罗文镇	日平均	0	190213	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
2	梨子园村	日平均	0	190222	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
3	团包梁村	日平均	0	190222	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
4	黑石村	日平均	0	190517	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
5	瓦子丘村	日平均	0	190517	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
6	侯家坪村	日平均	0	190222	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
7	西溪沟村	日平均	0	190222	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
8	严家坝村	日平均	0	190222	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
9	火石岭村	日平均	0	190213	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
10	海棠村	日平均	0	190517	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
11	双山	日平均	0	190222	75	75	150	50	达标

序号	点名 称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDD HH)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景 后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否 超标
	村	年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
12	盐井 村	日平均	0	190222	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
13	杨家 坪村	日平均	0	190222	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
14	康乐 村	日平均	0	190213	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
15	黄岭 坝村	日平均	0	190213	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
16	贾口 村	日平均	0	191212	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
17	苟家 寨村	日平均	0	190517	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
18	廖家 坡村	日平均	0	190222	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
19	慈竹 村	日平均	0	190213	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
20	板庙 村	日平均	0	190517	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
21	中坪 村	日平均	0	190222	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
22	田家 营村	日平均	0	190213	75	75	150	50	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标
23	网格	日平均	0.02	190517	75	75.02	150	50.01	达标
		年均	0	平均值	38.96	38.96	70	55.66	达标

表 7.1-20

本工程 $\text{PM}_{2.5}$ 叠加背景浓度后评价价值列表

序号	点名 称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDH H)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景 后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否 超标
1	罗文 镇	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
2	梨子 园村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标

序号	点名 称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH H)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景 后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否 超标
3	团包 梁村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
4	黑石 村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
5	瓦子 丘村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
6	侯家 坪村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
7	西溪 沟村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
8	严家 坝村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
9	火石 岭村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
10	海棠 村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
11	双山 村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
12	盐井 村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
13	杨家 坪村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
14	康乐 村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
15	黄岭 坝村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
16	贾口 村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
17	苟家 寨村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
18	廖家 坡村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
19	慈竹 村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
24	板庙	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH H)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景 后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否 超标
	村	年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
25	中坪村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
26	田家营村	日平均	0	191221	54	54	75	72	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标
20	网格	日平均	0.01	191221	54	54.01	75	72.02	达标
		年均	0	平均值	22.12	22.12	35	63.2	达标

(3)VOC_s和H₂S

VOC_s和H₂S是本工程的大气特征污染物，本次评价在净化厂拟建地布设了补充监测点，叠加背景浓度后见下表，叠加浓度后最大占标率为H₂S：81.6%和VOC_s：17.41%。

表 7.1-21 本项目 H₂S 小时值叠加背景后的浓度统计结果

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景 后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否超 标
1	罗文镇	1 小时	0.24	0.004	0.244	10	2.44	达标
2	梨子园村	1 小时	0.07	0.004	0.084	10	0.84	达标
3	团包梁村	1 小时	0.14	0.004	0.144	10	1.44	达标
4	黑石村	1 小时	0.15	0.004	0.154	10	1.54	达标
5	瓦子丘村	1 小时	0.15	0.004	0.164	10	1.64	达标
6	侯家坪村	1 小时	0.05	0.004	0.054	10	0.54	达标
7	西溪沟村	1 小时	0.08	0.004	0.094	10	0.94	达标
8	严家坝村	1 小时	0.21	0.004	0.214	10	2.14	达标
9	火石岭村	1 小时	0.21	0.004	0.214	10	2.14	达标
10	海棠村	1 小时	0.03	0.004	0.034	10	0.34	达标
11	双山村	1 小时	0.39	0.004	0.394	10	3.94	达标
12	盐井村	1 小时	0.18	0.004	0.184	10	1.84	达标
13	杨家坪村	1 小时	0.12	0.004	0.124	10	1.24	达标
14	康乐村	1 小时	0.13	0.004	0.134	10	1.34	达标
15	黄岭坝村	1 小时	0.15	0.004	0.164	10	1.64	达标
16	贾口村	1 小时	0.03	0.004	0.044	10	0.44	达标
17	苟家寨村	1 小时	0.12	0.004	0.124	10	1.24	达标
18	廖家坡村	1 小时	0.02	0.004	0.024	10	0.24	达标
19	慈竹村	1 小时	0.04	0.004	0.054	10	0.54	达标
20	板庙村	1 小时	0.02	0.004	0.024	10	0.24	达标
21	中坪村	1 小时	0.06	0.004	0.064	10	0.64	达标
22	田家营村	1 小时	0.07	0.004	0.074	10	0.74	达标

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否超标
23	网格	1 小时	8.16	0.004	8.164	10	81.6	达标

表 7.1-22 本项目 VOCs 8h 小时值叠加背景后的浓度统计结果

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	背景浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	叠加背景后的浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	是否超标
1	罗文镇	8 小时	0.8	0.00306	0.80306	600	0.134	达标
2	梨子园村	8 小时	0.3	0.00306	0.30306	600	0.051	达标
3	团包梁村	8 小时	0.71	0.00306	0.71306	600	0.119	达标
4	黑石村	8 小时	0.52	0.00306	0.52306	600	0.087	达标
5	瓦子丘村	8 小时	0.6	0.00306	0.60306	600	0.101	达标
6	侯家坪村	8 小时	0.19	0.00306	0.19306	600	0.032	达标
7	西溪沟村	8 小时	0.34	0.00306	0.34306	600	0.057	达标
8	严家坝村	8 小时	0.75	0.00306	0.75306	600	0.126	达标
9	火石岭村	8 小时	0.78	0.00306	0.78306	600	0.131	达标
10	海棠村	8 小时	0.1	0.00306	0.10306	600	0.017	达标
11	双山村	8 小时	1.51	0.00306	1.51306	600	0.252	达标
12	盐井村	8 小时	0.64	0.00306	0.64306	600	0.107	达标
13	杨家坪村	8 小时	0.56	0.00306	0.56306	600	0.094	达标
14	康乐村	8 小时	0.64	0.00306	0.64306	600	0.107	达标
15	黄岭坝村	8 小时	0.75	0.00306	0.75306	600	0.126	达标
16	贾口村	8 小时	0.16	0.00306	0.16306	600	0.027	达标
17	苟家寨村	8 小时	0.41	0.00306	0.41306	600	0.069	达标
18	廖家坡村	8 小时	0.08	0.00306	0.08306	600	0.014	达标
19	慈竹村	8 小时	0.23	0.00306	0.23306	600	0.039	达标
20	板庙村	8 小时	0.25	0.00306	0.43306	600	0.072	达标
21	中坪村	8 小时	0.27	0.00306	0.18306	600	0.030	达标
22	田家营村	8 小时	0.43	0.00306	0.33306	600	0.056	达标
23	网格	8 小时	104.47	0.00306	104.476	600	17.41	达标

三、小结

项目正常运行条件下,本工程环境空气保护目标和网格点的各污染物(SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 VOC_s 、 H_2S)的短期浓度贡献值最大浓度占标率为 0.01%~81.64%,正常排放下污染物短期浓度贡献值最大浓度占标率 $\leq 100\%$;各污染因子年均期浓度贡献值最大浓度占标率为 0~3.18%,即正常排放下污染物长期浓度贡献值最大浓度占标率 $\leq 30\%$ 。由此,项目正常工况下的短期和长期浓度贡献值均符合 GB3095-2012 的二级标准,影响可接受。

项目正常运行条件下，叠加环境质量现状浓度后，环境空气保护目标和网格点主要污染物（SO₂、NO_x、PM₁₀、PM_{2.5}、VOC_s、H₂S）的保证率日平均质量浓度和年均质量浓度均符合 GB3095 的二级标准限值，影响可接受。

7.1.3.2 非正常工况

一、火炬放空系统概况

为保障主体工艺装置的安全生产，在净化厂、井场分别设置放空系统，在开停工、检修、事故状态下发生紧急放空。各放空火炬均设有长明火，井场火炬放空量规模按单口井失效时的全量作为设计规模，净化厂放空量按对所有工艺设备在 15min 内将压力降至设备的设计压力的 50%进行计算，具体放空系统设计规模见下表。

表 7.1-23 放空系统设计规模和火炬参数表

站场		设计最大放空量 (万方/d)	火炬参数	
			火炬高度 (m)	火炬内径 (m)
净化厂	高压	***	60	0.5
	低压	***	60	0.6

本次评价根据 HJ2.2-2018 选取 AERMOD 对净化厂的放空系统进行非正常工况下的大气环境影响预测。

二、放空系统的大气环境影响分析

净化厂的火炬放空系统均设置有高压放空系统和低压放空系统，分别设置有高压放空火炬和低压放空火炬，共用一座塔架。来自过滤单元、脱硫装置、脱水装置、燃料气系统等需要紧急放空的高压放空气及脱硫装置闪蒸罐高低压窜气放空气经分液后从火炬筒底部进入放空火炬燃烧后放空，其废气中污染物主要为 SO₂，来自脱硫装置、硫黄回收装置和尾气处理装置的酸气和废气经分液后从低压放空火炬筒体底部进入放空火炬燃烧放空，其废气中污染物主要为 SO₂。高、低压放空火炬均设有长明火、自动点火系统。

①开停工放空

装置大修期间，开、停工时会短时放空。停工时，把装置内残余气(主要是脱硫单元和硫磺回收单元酸气)用氮气吹扫并逐步引入低压放空火炬点火放空。

②原料气放空

生产主电源停电或脱硫单元或脱水单元出现严重故障时，可能将原料气引入高压放空火炬点火放空。当上述严重事故发生时，导致高压系统(脱硫单元及脱水单元)压力急剧升高或降低，与气田管网自控系统联接的 DCS.SIS 系统将控制从井口直至净化

厂的各自动截断阀依次全部关闭，以截断原料气来源。在此过程中内部集输管网、装置及设备允许一定程度超压(约为 1MPa)，超过允许极限后，通过放空系统将超压原料天然气或净化天然气通过高压放空火炬点火放空。

③酸气放空

当硫磺回收单元出现严重故障时，将把脱硫单元及硫磺回收单元内的酸气引入低压放空火炬点火放空。同时天然气净化厂脱硫单元 DCS、SIS 系统将在截断上游气源。在此过程中脱硫单元设备允许一定程度超压，超过允许极限后，通过放空系统将超压酸气通过低压放空火炬点火放空。

从最不利角度考虑若因事故对原料气进行放空，火炬放空量以单列装置最大放空量(紧急放空脱硫装置湿净化气出口管线***m³/d) 120 秒原料气来源量进行计算，火炬放空量以单列脱硫装置(酸气泄放*** m³/d) 120 秒酸气来源量进行计算，具体情况见下表。

表 7.1-24 工程天然气净化厂非正常放空情况

放空情况	类型	原料气放空	酸气放空
	放空量 m ³	原料气流量*** m ³	酸气量*** m ³
火炬高度 m		***	***
火炬排放直径 m		***	***
SO ₂ 排放速率 kg/h		***	***
烟气量 (m ³ /h)		***	***
出口温度 (℃)		***	***

根据上述设置火炬源参数，经 AERMOD 预测后结果见下表。

表 7.1-25 非正常工况高压放空 SO₂ 预测结果表

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 (μg/m ³)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 (μg/m ³)	占标率%	达标情况
24	罗文镇	1 小时	0.65	19060501	500	0.13	达标
25	梨子园村	1 小时	0	19042701	500	0	达标
26	团包梁村	1 小时	0	19082601	500	0	达标
27	黑石村	1 小时	0.01	19061101	500	0	达标
28	瓦子丘村	1 小时	0.02	19070401	500	0	达标
29	侯家坪村	1 小时	0.45	19061201	500	0.09	达标
30	西溪沟村	1 小时	0.12	19061201	500	0.02	达标
31	严家坝村	1 小时	0.78	19061201	500	0.16	达标

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	达标情况
32	火石岭村	1 小时	0.69	19042701	500	0.14	达标
33	海棠村	1 小时	0.54	19082001	500	0.11	达标
34	双山村	1 小时	0.82	19062801	500	0.16	达标
35	盐井村	1 小时	0.38	19062801	500	0.08	达标
36	杨家坪村	1 小时	0	19062001	500	0	达标
37	康乐村	1 小时	0.01	19052001	500	0	达标
38	黄岭坝村	1 小时	0	19091101	500	0	达标
39	贾口村	1 小时	0.56	19040901	500	0.11	达标
40	苟家寨村	1 小时	0.56	19081901	500	0.11	达标
41	廖家坡村	1 小时	2.04	19060301	500	0.41	达标
42	慈竹村	1 小时	0.39	19091101	500	0.08	达标
43	板庙村	1 小时	0.31	19052001	500	0.06	达标
44	中坪村	1 小时	0.31	19050201	500	0.06	达标
45	田家营村	1 小时	0.08	19091101	500	0.02	达标
46	网格	1 小时	57.36	19120501	500	11.47	达标

表 7.1-26 非正常工况低压放空 SO_2 预测结果表

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	达标情况
47	罗文镇	1 小时	16.41	19060501	500	3.28	达标
48	梨子园村	1 小时	0.03	19082001	500	0.01	达标
49	团包梁村	1 小时	0.04	19071501	500	0.01	达标
50	黑石村	1 小时	0.19	19061101	500	0.04	达标
51	瓦子丘村	1 小时	0.41	19070401	500	0.08	达标
52	侯家坪村	1 小时	8.35	19061201	500	1.67	达标
53	西溪沟村	1 小时	5.51	19072501	500	1.1	达标
54	严家坝村	1 小时	16.1	19061201	500	3.22	达标
55	火石岭村	1 小时	14.48	19042701	500	2.9	达标
56	海棠村	1 小时	12.03	19070801	500	2.41	达标
57	双山村	1 小时	16.15	19062801	500	3.23	达标
58	盐井村	1 小时	7	19062801	500	1.4	达标
59	杨家坪村	1 小时	0.05	19081901	500	0.01	达标
60	康乐村	1 小时	0.15	19052001	500	0.03	达标
61	黄岭坝村	1 小时	0.05	19091101	500	0.01	达标
62	贾口村	1 小时	11.42	19040901	500	2.28	达标
63	苟家寨村	1 小时	10.26	19081901	500	2.05	达标
64	廖家坡村	1 小时	4.02	19011101	500	0.8	达标
65	慈竹村	1 小时	7.96	19091101	500	1.59	达标
66	板庙村	1 小时	5.81	19052001	500	1.16	达标
67	中坪村	1 小时	5.59	19050201	500	1.12	达标

序号	点名称	浓度类型	浓度增量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	出现时间 (YYMMDDHH)	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率%	达标情况
68	田家营村	1 小时	1.67	19091101	500	0.33	达标
69	网格	1 小时	1,188.39	19021401	500	237.68	超标

表 7.1-27 非正常工况放空 SO_2 预测结果统计表

工况	SO_2 小时贡献浓度最大值 mg/m^3	占标率%
原料气放空	0.057	11.47
酸气放空	1.18	237.68

由上表可以看出，原料气放空时燃烧排放的 SO_2 最大落地浓度为 $0.057\text{mg}/\text{m}^3$ ，符合 GB3095-2012 的二级标准限值。在酸气放空时燃烧排放的 SO_2 最大落地浓度超出 GB3095-2012 的二级标准限值，最大落地浓度为 $1.18\text{mg}/\text{m}^3$ ，占标率为 237.68%，但酸气放空时间短（约半小时），影响持续时间短，同时类比现有工程（罗家寨、龙王庙净化厂）的酸气放空频率极低（运行至今未进行酸气放空），影响可接受。

7.1.4 大气环境保护距离

根据 HJ2.2-2018，由进一步预测模型 AERMOD 模拟 2019 年全年内，本项目所有排放源对厂界外污染物的短期贡献浓度分布，由预测可知厂界线外部 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 H_2S 和 VOC_s 均无超标点，由此无需设置大气环境保护距离。

7.1.5 小结

本工程位于达州市万源市和宣汉县，属于环境空气质量达标区。

经 AERMOD 预测，项目正常运行条件下，本工程环境空气保护目标和网格点的主要污染物（ SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 VOC_s 、 H_2S ）的短期浓度和长期浓度贡献值均达到 GB3095 的二级标准限值。叠加环境质量现状浓度后，环境空气保护目标和网格点主要污染物（ SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 VOC_s 、 H_2S ）的保证率日平均质量浓度和年均质量浓度均达标。

原料气放空时燃烧排放的 SO_2 最大落地浓度为 $0.057\text{mg}/\text{m}^3$ ，符合 GB3095-2012 的二级标准限值。在酸气放空时燃烧排放的 SO_2 最大落地浓度超出 GB3095-2012 的二级标准限值，最大落地浓度为 $1.18\text{mg}/\text{m}^3$ ，占标率为 237.68%，但酸气放空时间短（约半小时），影响持续时间短，同时类比现有工程（罗家寨、龙王庙净化厂）的酸气放空频率极低（运行至今未进行酸气放空），影响可接受。

本项目所有排放源对厂界外污染物的短期贡献浓度分布，由预测可知厂界线外部

SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、H₂S 和 VOC_s 均无超标点，由此无需设置大气环境保护距离。

7.2、地表水环境预测与评价

7.2.1 施工期

7.2.1.1 钻井工程废水对地表水环境的影响

钻井工程废水主要包括钻井废水、洗井废水、放喷废水。本工程钻井废水产生量为 1200 m³，洗井废水产生量为 800 m³，放喷废水产生量为 410 m³，钻井废水、洗井废水、放喷废水经井场废水罐暂存后经预处理后拉运至七里 025-U1 井回注处置，不外排，对地表水环境影响可接受。

7.2.1.2 管道试压废水对地表水环境的影响

本工程各类管道采用氮气进行吹扫后，采用清水试压，管道试压分段依次展开，前段试压产生的废水可回用于下段管道试压，最终产生试压废水 2000m³，试压废水水质简单，主要污染物为悬浮物，试压废水经过沉淀处理进一步减少悬浮物后就近排放至附近水体，对受纳水体的影响较小。

7.2.1.3 施工人员的生活废水对地表水环境的影响

井场人员产生的生活污水经现场一体化水处理装置处理后回用于施工用水，不外排，对地表水环境影响较小。

管道施工队伍主要为沿线农民，仅少量施工技术人员，其食宿一般依托乡镇旅馆和饭店，生活污水依托乡镇生活污水处理系统，不直接排放，对评价区域的地表水环境影响较小。

天然气净化厂施工人员产生的生活废水经现场一体化水处理装置处理后用于施工用水，不会对地表水环境造成污染。

7.2.1.4 管道施工对地表水环境的影响

本工程外输管道穿越中型河流中河 1 次，穿越小型河流 20 余次，均采用开挖沟埋敷设方式进行施工。

表 7.2-1 河流中型穿越统计

序号	名称	行政区划	水面宽度 (m)	水深 (m)	工程等级	穿越长度 (m)	穿越方式

序号	名称	行政区划	水面宽度 (m)	水深 (m)	工程等级	穿越长度 (m)	穿越方式
1	中河	四川省达州市 宣汉县	100	0.8~1	中型	270	开挖穿越



图 7.2-1 中河穿越河段图

拟建中河穿越西岸(右岸)位于四川省宣汉县黄金镇慈竹村；东岸（左岸）位于宣汉县黄金镇书院村 4 组。河流走向近南北方向，穿越段河道顺直，河床面较平坦，河床宽 130m 左右，河床底部为第四系冲洪积卵石层，勘察期间最深处水深约 0.8~1.0m，水面宽度 100m 左右，流速 0.2m/s。丰汛期为 5~10 月水深 5.0~7.0m，枯水期（11 至次年 4 月）河水一般深度 0.1~0.8m。

穿越段区域地貌单元属于河谷地貌，微地貌包括一级阶地、漫滩与河床。两岸地形起伏较大，西岸（右岸）存在有一级阶地，发育漫滩，阶地地形较为平坦，地面高程 344.00~354.00m，高差约 10m；东岸（左岸）丘陵地貌，山坡微地貌，为剥蚀成因地貌，地面高程 342.00m~359.00m，高差约 17m；河床高程 340.90~341.80m，高差 0.90m。穿越河段地势较高，临河两岸均为山体，西岸侧坡度大于 40°，东岸侧临河为万白路，距河万白路 50m 并行达陕高速，万白路~达陕高速之间坡体大于 30°，达陕高速后方山体坡度大于 40°。总体上岸坡两岸山体陡峻，根据定向钻工艺，定向钻方案无场地条件。

河床平坦开阔，起伏较小，河床断面呈“碟形”，穿越河段两岸均为天然岸坡。枯水期水面窄，水深小，流速小，穿越段河床平坦开阔，利于大型机械分段施工。河床底主要由卵石、粉砂质泥岩等组成，覆盖层厚度不大，中风化粉砂质泥岩为稳定

地层，管沟开挖深度不大，拟建管线穿越工程适宜采用大开挖方式穿越。

开挖沟埋敷设穿越作业一般采用围堰分段施工，即在河流一侧修建围堰，然后开挖围堰内河床管沟，采用管段上加混凝土压块进行稳管处理，管道埋深在河底稳定层中，管顶埋深约在冲刷层以下 1m。施工期较短，且在枯水期施工，不会对水流进行截断，不会明显减小下游流量。

开挖沟埋穿越在施工期将对河流水质产生局部、短期影响，主要是使河水中泥沙含量显著增加。但这种影响是局部的，在河水流过一段距离后，由于泥沙的重新沉积会使河水的水质恢复到原有状况。施工过后，扰动河底泥沙的活动即结束，水体中的泥沙含量能很快恢复到施工前的水平。

开挖沟埋穿越将对河床造成暂时性破坏，开挖深度一般在设计冲刷线以下 2m 左右，待施工完成后，经覆土复原，采用河床稳固措施及护岸护堤措施，不会对河床产生影响。

开挖过程中产生的土石方以及修筑围堰的土石方在施工结束后用于河床稳固及修建护岸护堤，对地表水环境影响可接受。

7.2.2 运营期

7.2.2.1 项目取水对区域水资源的影响

万源天然气净化厂取水规模为 $861.75\text{m}^3/\text{d}$ 。各集输站场用水主要为设备冲洗及检修用水，水量较小，依托万源净化厂提供。综合公寓每日取水量约 $60.66\text{m}^3/\text{d}$ ，依托罗文镇自来水厂供水。万源天然气净化厂以后河作为供水水源。

后河（又名后江），属渠江上游二级支流，源于四川省万源县皮窝乡境大横山白龙洞，向西南流，于宣汉县毛坝乡骡子河坝入宣汉县境，向南流，经毛坝、普光、清溪、清坪、新红、西北 6 乡，于宣汉县城东与前河交汇为州河。据宣汉境内东林水文站 1959~1990 年水文资料，后河流域面积达 3670.7km^2 ，宣汉县境内河道长 56.0km ，落差 60m，根据取水泵房水资源论证报告，取水河段最枯水流量 $4.05\text{m}^3/\text{s}$ （ $35.00\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ ），天然气净化厂取水仅占后河取水河段最枯水流量的 0.25%，本工程取水对后河水资源影响极小，不会影响其他城市供水及工业用水。

7.2.2.2 集输站场

项目采气井站为无人值守,无生活污水产生,仅产生少量检修废水,产生量约 $1\text{m}^3/\text{次}$,每年检修 4 次,项目产生的检修废水总量约 $16\text{m}^3/\text{a}$ 。项目外输站场位于净化厂内,外输末站与已建渡口河末站合建,无生活污水产生,仅产生少量检修废水,产生量约 $1\text{m}^3/\text{次}$,每年检修 4 次,项目产生的检修废水总量约 $8\text{m}^3/\text{a}$,项目井场检修废水均送净化厂内生化处理单元处理后用于道路冲洗、绿化用水和循环水补水,对地表水环境影响可接受。

项目集气装置位于净化厂内,无生活污水产生,分离产生的气田水量为 $120\text{m}^3/\text{d}$,输送至黄金 1 井回注处置,不外排,不会对地表水环境造成影响。

7.2.2.3 天然气净化厂

天然气净化厂脱硫单元、脱水单元、空氮站、分析化验室产生的生产废水、生活污水、检修废水及事故废水等进入生化污水处理装置进行处理,处理达标后回用于循环系统补充水、厂区绿化及冲洗用水,不外排。

天然气净化厂硫磺回收装置、尾气处理装置、锅炉房排出的生产废水、循环水系统排水经综合污水深度处理单元(一级絮凝软化、UF 超滤、一级 RO 反渗透)处理后作为循环冷却水及锅炉补充水,不外排,对地表水环境影响可接受。

7.2.2.4 倒班公寓

倒班公寓内人员按 130 人核算,生活污水产生量为 $54.6\text{m}^3/\text{d}$,送罗文镇生活污水处理厂处理,对地表水环境影响可接受。

7.2.3 小结

本项目施工期产生的钻井废水、洗井废水、放喷废水经井场废水罐暂存后经预处理后拉运至七里 025-U1 井回注处置,本项目施工期试压废水较清洁,主要污染物为悬浮物,经沉淀处理后就近排入附近地表水体;施工人员生活污水主要经现场一体化水处理装置处理后回用于施工用水,不外排。此外,施工期对穿越地区的影响以暂时性为主,本工程穿越方式可行,对穿越河流水体功能影响很少,由地表水环境质量现状调查与评价可知,河流水环境质量现状较好,采取相应地表水污染防治措施,加强施工期间的环境管理,对地表水产生的影响较小。

运营期天然气净化厂脱硫单元、脱水单元、空氮站、分析化验室产生的生产废水、生活污水、检修废水及事故废水等进入生化污水处理装置进行处理,处理达标后回用

于循环系统补充水、厂区绿化及冲洗用水，不外排。天然气净化厂硫磺回收装置、尾气处理装置、锅炉房排出的生产废水、循环水系统排水经综合污水深度处理单元（一级絮凝软化、UF 超滤、一级 RO 反渗透）处理后作为循环冷却水及锅炉补充水，不外排，对地表水环境影响可接受。

综上，各类废水均不外排，总体而言，本工程不会对地表水环境产生不利影响。

7.3 地下水影响预测与评价

7.3.1 区域水文地质条件

7.3.1.1 含水岩组及隔水层

地下水的赋存与岩石的组合特征、构造及地貌条件有着密切的关系。从岩性及其组合关系来看，区域含水岩组主要可分为第四系松散堆积层含水岩组，砂岩、泥岩不等厚互层含水岩组，以砂岩为主的含水岩组和以泥岩为主的含水岩组四大类，区域水文地质图见附图 7.3-1。

图 7.3-1 区域含水岩组分类图

1、第四系松散堆积层含水岩组

松散堆积层主要为第四系全新统冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）和残坡积层（ Q_4^{el+dl} ）。

第四系全新统冲洪积层主要分布于中河、后河以及大的支流两岸，地势都相对较为平坦，其成份主要以砂卵石和砂为主，局部地段为碎石土、粉土，其富水性与岩性组合以及地势地貌关系较大。在河流两岸的冲洪积层中，地势平坦，岩组结构松散，孔隙度大，渗透性强，富水性较好。如评价区东北部龙池溪右岸李家沟附近，覆盖层厚度不均，成份不一，多为未胶结的卵石、砾砂、圆砾，含水层厚度为 2.49~2.61m，富水性相对较好，根据前期水文地质评价钻孔 ZK9 分层抽水试验成果，涌水量可达 25.40m³/d。

第四系全新统残坡积层主要分布于区内地势较为平坦的丘陵底部以及低中山山底、山顶，其成份主要以粘土、粉质粘土、粉土和砂土为主，偶含碎石、角砾。厚度多小于 2.0m。根据水文地质勘察资料，给水度一般为 0.08~0.12，渗透系数为 $2.7 \times 10^{-5} \sim 3.9 \times 10^{-4}$ cm/s。其含水层较薄，透水性较差，主要构成区内浅层地下水的包气带。

2、砂岩、泥岩不等厚互层含水岩组

在调查区内，砂岩、泥岩略呈不等厚互层状的含水岩组仅由沙溪庙组下段（ J_2s^1 ）、

蓬莱镇组下段 (J_3p^1) 地层组成。通过野外调查, 裂隙频率为 1~3 条/m 左右, 面裂隙率一般为 4~9%, 最大可达 25%。

沙溪庙组下段 (J_2s^1) 为评价区内主要含水岩组之一, 其岩性以紫红色粉砂质泥岩为主, 每隔 30~50m 可见一层厚 5~7m 的灰色钙质细砂岩, 分布在块状中低山地貌区。根据 5 号井场下游钻孔资料, 沙溪庙组下段 (J_2s^1) 砂岩单层厚度一般为 2.2~7.7m, 最厚可达 13.6m, 最薄仅为 1.1m, 砂、泥岩层交替频繁, 泉点出露较多, 但普遍流量较小。构造裂隙发育深度较浅, 含水层埋深浅。

蓬莱镇组下段 (J_3p^1) 岩性为灰色厚层钙质细粒长石石英砂岩夹紫红色泥岩, 砂岩厚度变化较大, 主要分布于评价区北部, 属单斜中山地貌, 在构造作用下, 裂隙较为发育。由于砂岩、泥岩交替频繁, 该含水岩组区内泉点出露较多。由蓬莱镇组组成的以砂岩为主的含水岩组属评价区外围上部岩组, 一般位于地表水系上游地区, 含水岩组在地表水系的侵蚀切割下, 地下水排泄进河流或沟谷中。

3、以砂岩为主的含水岩组

以砂岩为主的含水岩组, 由白垩系苍溪组 (K_{1c}) 和侏罗系蓬莱镇组上段 (J_3p^2)、沙溪庙组上段 (J_2s^2)、千佛崖组 (J_2q) 地层组成。据野外调查资料, 砂岩厚度总体上具有由北向南递减的趋势, 砂岩裂隙频率为 1~3 条/m 或 2~5 条/10m, 面裂隙率为 3~10%。孔隙度一般为 3~6%, 最大达 17.8%。

侏罗系蓬莱镇组上段 (J_3p^2) 岩性主要为黄灰色厚层状钙质长石石英砂岩与棕红色粉泥岩略等厚互层。分布在评价区西北部以及东南部, 大多数属于台梁中山或单斜中山地貌。构造裂隙发育, 砂岩层较厚, 因此所属该类含水岩组层的地段其富水性较好, 如位于地势较为平坦 (顺层) 的低中山中部、顶部一带, 加上入渗条件较好, 出露泉点流量多大于 0.01L/s。

沙溪庙组上段 (J_2s^2) 岩性上部主要为结核的紫红色粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹透镜体亚长石砂岩, 下部为紫红色、棕红色泥岩与黄褐色厚层状长石石英砂岩, 为本次评价区内井场所在地的主要含水岩组。如天然气净化厂内砂岩单层厚度一般为 3.65~8.4m, 最厚可达 23.51m, 最薄仅为 1.2m; 4 号井场砂岩单层厚度一般为 2.8~8.2m, 最厚可达 23.50m, 最薄为 2.1m。根据水文地质资料, 含水层渗透系数为 $3.8 \times 10^{-6} \sim 4.2 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ 。受构造控制, 砂岩裂隙较发育, 泥岩裂隙基本不发育, 因此该含水岩组上部地下水主要赋存于构造裂隙中, 受构造影响程度及裂隙发育程度控制, 具有较强的不均匀性, 不同井场周边井、泉流量差异较大, 位于天然气净化厂内的 SK04 钻孔

单井出水量小于 $0.1\text{m}^3/\text{h}$ 。

千佛崖组 (J_2q) 主要分布于黄金口背斜核部、涪阳-五龙山背斜核部东南端, 其岩性为灰绿色砂质泥岩, 泥质砂岩夹有薄层粉细砂岩, 底部为一层灰色厚层钙质细砂岩, 上部也可见厚层细砂岩。井场钻孔揭露的为上部厚层细砂岩和灰黄色的砂质泥岩, 砂岩单层厚度一般为 $19\sim 37\text{m}$, 最厚可达 55.75m , 最薄为 4.41m 。位于 1 号集气站下游碾子湾的两个钻孔 ZK1 和 ZK2, 含水层厚度为 $33.35\sim 61.39\text{m}$ 。由于砂岩层厚大, 又处于背斜核部, 呈层状分布, 因此山坡底部地下水一般具有承压性。资料显示 ZK2 钻孔静止水位高出地面 0.85m , SK02 上部含水层底板埋深 30m , 下部承压水稳定埋深 1.4m , 富水性好, 单孔出水量 $302.67\text{m}^3/\text{d}$ (降深 3.91m)。

苍溪组 (K_1c) 为黄褐色厚层钙质长石石英中细粒砂岩, 夹有薄层紫红色泥岩, 向上泥岩稍有增加, 主要分布于区域西北部以及东南部, 属台梁中山地貌, 在评价区内面积较小, 且距主体工程较远, 在此不做详细描述。

4、以泥岩为主含水岩组

在评价区内, 仅侏罗系遂宁组 (J_3s) 地层属于以泥岩为主的含水岩组。其岩性特征为砂岩层数少, 分布较稀疏, 仅底部为有一层厚 $10\sim 15\text{m}$ 的青灰色钙质中粒砂岩, 其余皆为紫红色粉砂质泥岩夹有薄层泥质粉砂岩。含钙量普遍较高, 裂隙频率一般 $1\sim 2$ 条/ m , 局部达 $2\sim 4$ 条/ m , 孔隙度在 $2\sim 5\%$ 之间。

7.3.1.2 地下水类型及富水性

评价区处于大巴山歹字型构造中段的南侧, 在构造强烈作用下, 岩石的构造裂隙较发育。根据岩性组合和地下水赋存介质特征, 评价区地下水类型主要为碎屑岩类裂隙孔隙水, 其次是松散岩类孔隙水。

1、碎屑岩类裂隙孔隙水

在区内特定的岩性条件与地质构造条件下, 普遍分布碎屑岩类裂隙孔隙水, 根据地下水赋存特征将其分为碎屑岩层间裂隙水和红层风化带孔隙裂隙水两个亚类, 其赋存和分布主要受地质构造、风化程度、地形地貌条件的控制。

1) 碎屑岩层间裂隙水

该类地下水主要由千佛崖组的泥质砂岩夹有薄层粉细砂岩以及厚层细砂岩组成。该含水岩组出露于两个褶皱 (涪阳-五龙山背斜、黄金口背斜) 交汇带, 构造比较强烈, 岩层倾角普遍大于 10° , 地下水多具承压性质。

通过钻孔揭露，该地层砂岩单层厚度较厚，砂岩平均比例高达 94%，砂岩的孔隙度为 3~7%，裂隙频率一般为 1~3 条/m，局部达 4~6 条/m；面裂隙率在 2~10%之间，在补给条件好的地段富水性较好。由于评价区内褶皱比较强烈，岩层产状较陡，倾角一般可达 30~50°，致使水文网呈叶脉状展布，主要河流以垂直构造线发育为主，支沟则以走向谷居多，在沟谷水流的侵蚀切割作用下，形成了现有的台梁—窄谷地形。在该区的构造、岩性、地貌条件控制下，含水层呈条带状分布，并受到强烈的分割，因此在褶皱翼部常形成自流斜地，钻孔多具承压性。由于区内“千佛崖组”出露于黄金口背斜轴部一带，形成台梁山岭，补给区含水层埋深较浅甚至裸露，因而有利于大气降水的入渗补给地下水，故该背斜翼部地带富水性较强，单孔涌水量一般为 100-500m³/d，含水顶板埋深 50-100m，径流模数为 0.5~1.5L/s·km²，泉流量多在 0.01~0.1L/s 之间。SK02 静止水位埋深 1.23m，钻孔涌水量 302.67m³/d，对应降深 3.91m。位于后河左岸的 ZK2 钻孔含水层顶板埋深 6.45m，静止水位高出地面 0.85m，涌水量可达 139.2m³/d，对应降深 9.45m。

表 7.3-1 评价区碎屑岩层间裂隙水水文地质钻孔统计表

钻孔编号	钻孔深度 (m)	含水层顶板埋深 (m)	含水层底板含水层 (m)	含水层厚度 (m)	含水层渗透系数 (m/d)
ZK1	92.19	6.45	39.8	33.35	0.0258
ZK2	70.08	1.85	63.24	61.39	0.22
SK02	50.50	30.00	50.50	20.50	3.54

2) 红层风化带孔隙裂隙水

含水岩组为区内侏罗系中、上统和白垩系下统地层组成，以砂岩为主要含水层。受砂岩层数和厚度的控制，不同含水岩组地段出露泉点的数量以及泉流量存在较大的差异。如以砂泥岩不等厚互层的沙溪庙组下段、蓬莱镇组下段含水岩组，泉点出露较多，但流量普遍较小。

在地形地貌、岩性和裂隙发育强弱的控制下，其富水性差异较大。钻孔涌水量一般为 7.82~68.56m³/d。在山体坡度较陡倾、出露为砂质泥岩以及构造裂隙发育较弱的斜坡地带，不利于地下水的入渗补给，降雨多随地形坡度形成地表水直接汇入沟谷之中，因而在区内具有较强的不均一性，多具潜水性质。

从前面对含水岩组的描述来看，以砂岩为主的含水岩组富水性较好。根据实际调

查并结合构造、地貌条件和岩性的差异，评价区西北部和东南部地区泉流量有着明显的区别，故将区内富水性划分为三个等级。

（1）富水性中等的

分布于评价区东南部的中河左岸，黄金口以东一带，其含水层由白垩系下统苍溪组以及侏罗系上统蓬莱镇组地层组成，地下水多呈顺层补给。据资料和现场调查成果，泉流量多在 $0.1\sim 1\text{L/s}$ ，地下径流模数为 $0.5\sim 1\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ 。

（2）富水性较弱的

分布于区域西北部绝大多数区域，为区内主要富水类型。含水层由侏罗系中统沙溪庙组、上统遂宁组和蓬莱镇组与白垩系下统组成。由于产状较平缓，一般小于 10° ，砂、泥岩岩层近于水平迭置，地面受到沟谷的强烈分割，而台梁-窄谷和单面斜山地形发育，导致地下水的补给条件普遍不良，故富水性一般较弱。根据野外调查成果，泉流量多处于 $0.01\sim 0.1\text{L/s}$ 之间，单井涌水量一般为 $50\sim 100\text{m}^3/\text{d}$ 。地下径流模数为 $0.1\sim 0.5\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ 。

（3）富水性弱的

分布于区内中河、后河地表分水岭以东的地形坡度较陡倾，出露岩性多为泥岩，砂质泥岩的逆向斜坡地带。由于地下水入渗条件较差，降雨多随着地形坡度直接汇入沟谷之中，因此该区内地下水富水性较弱。根据调查，泉流量多小于 0.01L/s ，单井涌水量小于 $50\text{m}^3/\text{d}$ 。

2、松散岩类孔隙水

该类地下水含水岩组由第四系冲洪积层和第四系残坡积层组成。主要受地形地貌的控制，各地段富水性差异较大。前者主要分布于河流和沟谷两岸，结构松散，富水性较好；后者多处于宽谷丘陵两岸以及地势较平坦的斜坡中、下部，厚度较薄，含水一般较微弱或基本不含水。

由第四系冲洪积层组成的松散岩类孔隙水主要分布在中河、后河及河谷两岸，受河流窄谷地貌控制，分布面积普遍不大，多呈窄条带状分布，但由于直接受河水的补给，在含水层较厚的地段，富水性较好。通过野外调查，其富水性直接受含水层厚度以及离河道距离的控制，富水性差异较大，民井出水量多小于 $100\text{m}^3/\text{d}$ 。

由第四系残坡积层组成的松散岩类孔隙水，受地形地貌、含水层岩性以及厚度的控制，普遍富水性很弱，基本不含水，主要构成区内浅层地下水的包气带。

7.3.1.3 地下水补给、径流、排泄特征

地下水的补给、径流、排泄与地质构造、地貌和气象因素有着密切的关系。其中，地质构造和地貌对地下水的补给、运移的影响控制作用最为显著。因此，地质构造和地貌条件不同，则含水层的产状不同，地下水的赋存、埋藏和运移条件也不同。

在松散岩孔隙水分布区，由于多处于第四系冲洪积层堆积区及河流支沟两岸，地势平坦，一般地下水位埋深为 1m 左右，垂向补给为大气降雨，侧向上可得到河水的补给，由于分布面积很小而且不连续，地下水循环途径短，一般就近补给，就近排泄，与河水水力联系密切，一般枯水期河流接受地下水排泄，丰水期河水补给地下水，二者在枯、丰水期补排呈相互转换关系，同时河谷第四系松散孔隙水还得到区内红层风化带孔隙裂隙水的侧向补给。一般在枯水期，地表溪沟的径流量基本等于地下水的排泄量。

碎屑岩层间裂隙水在区内主要埋藏于后河左岸的山岭地段和其他地段的深部，它的形成是由于地质构造及地形地貌条件决定的。根据前述区内地质环境条件，该类地下水往往具有以下几个特点：第一、地下水以接受大气降雨的入渗为主，在含水层裸露于山岭的地带，补给入渗条件好，补给区较高，被钻孔揭露后，通常具有承压性。如在后河左岸白庙地区，含水层呈条带状裸露于山岭，斜坡相对高差一般 500~1000m，补给区的相对位置较高，因此，地下水补给的水头压力较大，往往在坡脚的钻孔具有承压性，形成自流；第二、含水层得到补给后，主要是通过构造裂隙和层间裂隙沿着岩层的倾斜方向做垂向运动，一部分在地形陡倾的地段及地表侵蚀基准面以上以下降泉的方式排泄，一部分则继续向深部运移、汇集，并做水平运动，在含水层被河谷切割时排泄进地表水；第三、以砂岩为主要含水层，在砂岩与泥岩相间组成的含水层中，根据裂隙发育的特点，各砂岩层的地下水，尤其在深部，一般具有单独的补、径、排系统，上、下层的含水层往往不具有水力联系；第四、循环途径相对较远，多在深部径流，少有天然排泄。

在红层风化带孔隙裂隙水分布区，高角度的裂隙发育，甚至个别近似于垂直发育，由于切割强烈，形成了许多长条形的台梁-窄谷地形，这种地质、地貌条件一般不利于大气降雨入渗补给，故该区地下水属于就地补给、就近排泄的浅层潜水，径流路径一般较短。据野外调查，泉水多出露在砂岩底部与泥岩接触面附近，而砂岩中的裂隙一般仅切穿本层，很少切入到泥岩之中，不同层次的砂岩中一般具有各自的裂隙系统，说明各含水层之间，一般不发生水力联系。当岩层倾角较小，有明显的倾斜方向时，

地下水的补给、径流、排泄条件就同前述碎屑岩层间裂隙水相似。

总的来说，区内地表以下第一含水层是以沟谷为中心，地表分水岭为界，构成具有独立的补、径、排系统的独立水文地质单元。地下水在水文地质单元内接受大气降水入渗补给，顺地势向河流以及沟谷低洼处径流，但在斜坡地带往往只经过短途的径流就以泉的方式排泄出地表，最终在谷底地带埋藏形成地下水储集区。

图 7.3-2 区域浅层地下水天然流向图

7.3.1.4 地下水动态特征

碎屑岩层间裂隙水分布在区内 1 号井场西北侧后河左岸区域，由于受地质构造、地形地貌条件、气象因素的控制，该类地下水出露地势较高，地形坡度较陡，含水层的补给区面积普遍较小，地下水不能获得充分补给，因此当地下水被揭露之后，往往随着溢流时间的增长，地下水的弹性节量损耗较大，水压降低和水量减少的现象普遍比较显著。另外，据资料和现场调查成果分析，地下水动态受降雨影响而产生季节性的变化，井水位变化最大可达 4m，而丰水期的水量约为枯水期的 3~10 倍。

本次调查的井泉点大多数属于浅层的红层风化带孔隙裂隙水，其动态季节性变化明显，直接受降雨影响。由于接受补给的条件较差，而又排泄通畅，所以大部分泉水久晴后水量骤减，甚至干枯。据访问调查，即使补给条件较好，流量较大的泉水、井水，在丰、枯期的变化一般可以达到 5~10 倍以上，地下水动态属于不稳定类型。

7.3.2 水文地质试验及参数

水文地质试验是为取得含水层水文地质参数和查明水文地质条件而进行的野外试验，常见的有抽水试验、压水试验、注水试验、渗水试验等。

本次钻探揭露了碎屑岩层间裂隙水和红层风化带孔隙裂隙水，对水文地质钻孔进行了单孔稳定流抽水试验，由于 SK01、SK03 和 SK04 钻孔单井出水量均小于 2m³/d，为获取相对准确的水文地质参数，对 SK03 和 SK04 补充进行了降水头注水试验。钻孔综合柱状图见附图 7.3-2。

为获取包气带渗透系数和防污性能，本次评价期间在天然气净化厂、黄金 1 回注站和 1 号井场场地内分别进行 1 组试坑渗水试验。

图 7.3-3 水文地质试验点分布图

7.3.2.1 抽水试验

本次评价在 SK01、SK02 和 SK05 进行了稳定流抽水试验，依据评价技术要求，对各水文地质抽水试验孔试验数据分别进行整理计算，SK01 利用疏干后的水位恢复试验计算水文地质参数，SK02 利用承压水非完整井公式，SK03、SK04 利用降水头注水试验公式计算，SK05 用潜水完整井公式计算。

①潜水完整井恢复试验计算公式

$$K = \frac{3.5r_w^2}{(H+2r)t} \ln \frac{s_1}{s_2}$$

其中：s₁—时间为 t₁ 时的水位降深值（m）；

s₂—时间为 t₂ 时的水位降深值（m）；

t—t₁ 与 t₂ 的时间差（d）

H—含水层厚度（m）；

r_w—抽水孔半径（m）。

②承压非完整井计算公式：

$$K = \frac{Q}{2\pi SM} \left(\ln \frac{R}{r} + \frac{M-L}{L} \ln \frac{1.12M}{\pi r} \right) \quad (\text{当 } M > 150r; L/M > 0.1 \text{ 时})$$

$$R = 10S\sqrt{K}$$

其中：R—影响半径（m）；

K—含水层渗透系数（m/d）；

S—抽水孔降深值（m）；

Q—抽水井涌水量（m³/d）；

M—含水层厚度（m）；

R—抽水影响半径（m）；

r—抽水孔半径（m）。

③潜水完整井计算公式：

$$K = \frac{0.732Q}{(2H-S)S} \lg \frac{R}{r}$$

$$R = 20S\sqrt{K}$$

其中：R—影响半径（m）；

K—含水层渗透系数（m/d）；

S—抽水孔降深值（m）；
Q—抽水井涌水量（m³/d）；
q—单位涌水量（l/s·m）；
H—含水层厚度（m）；
r—抽水孔半径（m）。

按上述公式计算，得到上部含水层水文地质参数成果如下表 7.3-2。

表 7.3-2 钻孔水文地质参数计算成果表

钻孔编号	含水层	计算方法	地下水类型	揭露含水层厚度（m）	渗透系数（m/d）	影响半径（m）
SK01	J ₂ q	潜水恢复试验	碎屑岩层间裂隙水	11.09	0.067	/
SK02	J ₂ q	承压非完整井	碎屑岩层间裂隙水	20.5	3.54	74
SK05	J ₂ s ¹	潜水完整井	红层风化带孔隙裂隙水	46.70	0.066	61

各钻孔抽水试验 s-t 过程历时曲线见图 7.3-4~7.3-6。

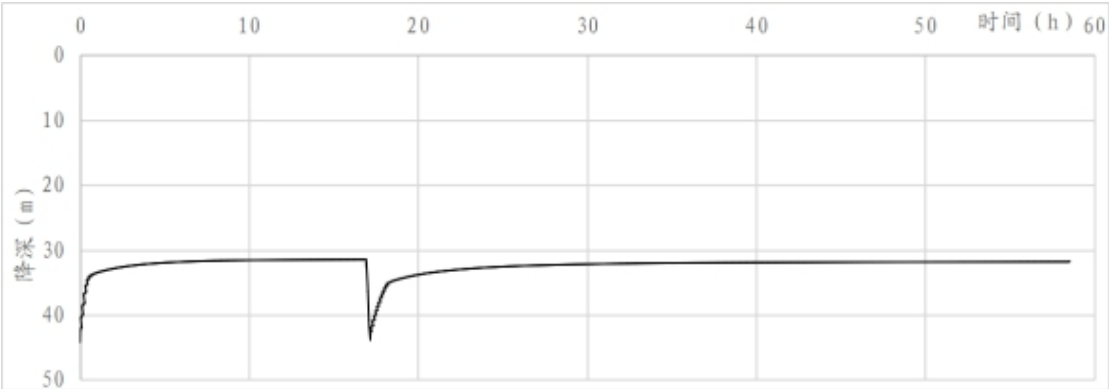


图 7.3-4 SK01 水位恢复试验 s-t 曲线

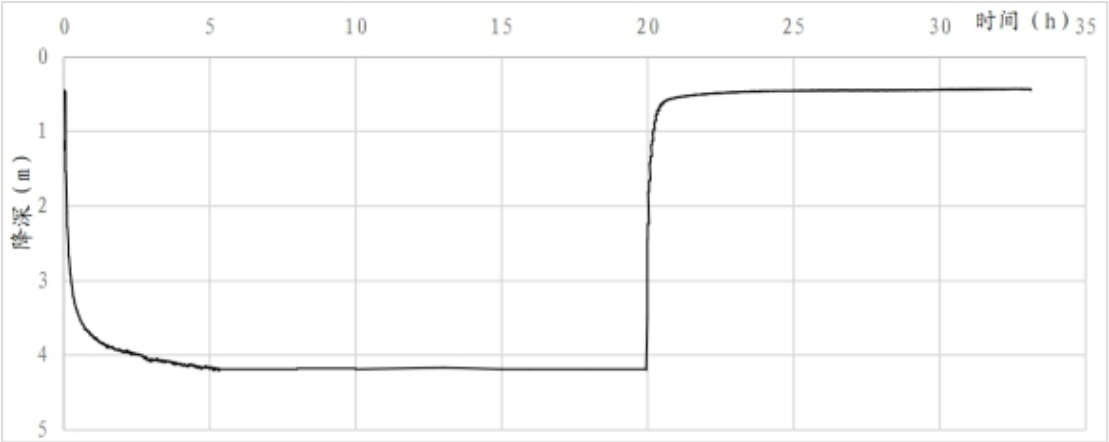


图 7.3-5 SK02 抽水试验 s-t 曲线

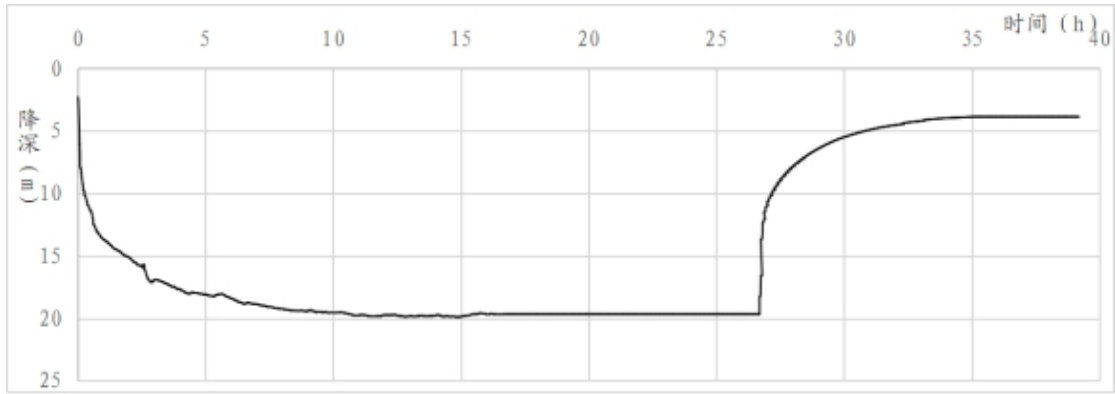


图 7.3-6 SK05 抽水试验 s-t 曲线

7.3.2.2 注水试验

本次评价期间，对 SK03、SK04 补充进行了降水头注水试验，计算公式如下：

$$K = \frac{\pi r^2}{A} \times \frac{\ln(H_1/H_2)}{t_2 - t_1} = \frac{\pi r^2}{AT_0}$$

$$A = \frac{2\pi l}{\ln(2ml/r)} \quad m = \sqrt{\frac{k_{\text{水平}}}{k_{\text{垂直}}}}$$

式中： l --试验土层透水段的长度（cm）；

r --钻孔半径（cm）；

A --形状系数（cm），由钻孔和水流边界条件确定；

H_1 --为在时间 t_1 时的试验水头（cm）；

H_2 --为在时间 t_2 时的试验水头（cm）；

T_0 --注水时间的特征时间（s），根据 $H_t/H_0=0.37$ 或是 $\ln H_0/H_t=1$ 时对应的时间作为 T_0 值， H_t 为注水时间为 t 时的水头值（cm）， H_0 为注水试验的初始水头值（cm）。

按上述公式计算，得到 SK03、SK04 含水层水文地质参数见表 7.3-3。

表 7.3-3 钻孔水文地质参数计算成果表

钻孔编号	含水层	计算方法	地下水类型	渗透系数（m/d）
SK03	J ₂ S ²	注水试验	红层风化带孔隙裂隙水	7.72×10^{-3}
SK04	J ₂ S ¹	注水试验	红层风化带孔隙裂隙水	1.89×10^{-3}

7.3.2.3 渗水试验

试坑渗水试验是野外测定包气带渗透性的简易试验。本次渗水试验采用单环法，其主要试验方法及原理为：选择潜水位埋藏深度较大的地方，在地表挖一试坑。在试坑底部嵌入铁皮环，用马利奥特瓶向环内注水，使水面尽量保持在同一高度下渗。根

据野外试验数据绘制渗透速度历时曲线图，求出单位时间内向环试坑底渗入的水量，除以环底面积，即可求得平均渗透流速。计算公式如下：

$$V=Q/F$$

其中：V—渗透速度（cm/s）；

Q—渗入量（ml）；

F—铁环底面积（cm²）。

当坑底水层厚度很小（一般为10cm），而下渗深度相当大时，如不考虑毛管力，则水力坡度 $I=1$ ，根据达西定律，此时渗透系数在数值上与渗透流速相等。

由上方法，可得到评价区各井场岩层的渗透系数值见下表 7.3-4 所示，场地包气带下渗速率曲线见图 7.3-7~7.3-9：

表 7.3-4 试坑渗水试验成果及渗透系数表

编号	位置	岩土名称	渗透系数(m/d)	裂隙发育程度
ST01	1号集气站井场	粘土、强风化砂岩	0.504	强
ST02	天然气净化厂	粉土、砂土，粉砂质泥岩	0.518	弱
ST03	黄金1回注站	粉土	0.259	/

由上表可知，区内上覆粉土层的平均渗透系数为0.388m/d，而包气带的渗透系数不仅与其本身的结构和组成有关，还与其裂隙发育程度关系较大，裂隙发育多、程度强的岩层渗透系数大于裂隙发育程度少、弱的。

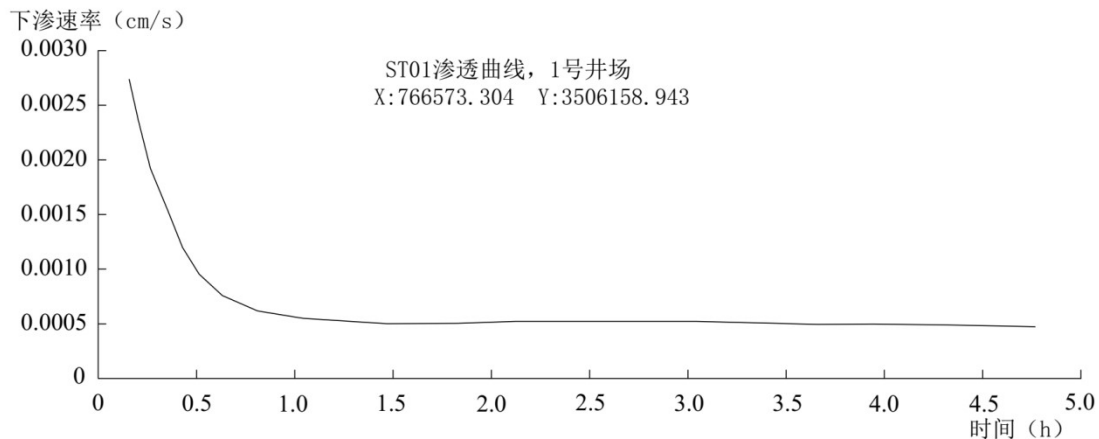


图 7.3-7 ST01（1号井场，粘土、强风化砂岩）下渗曲线

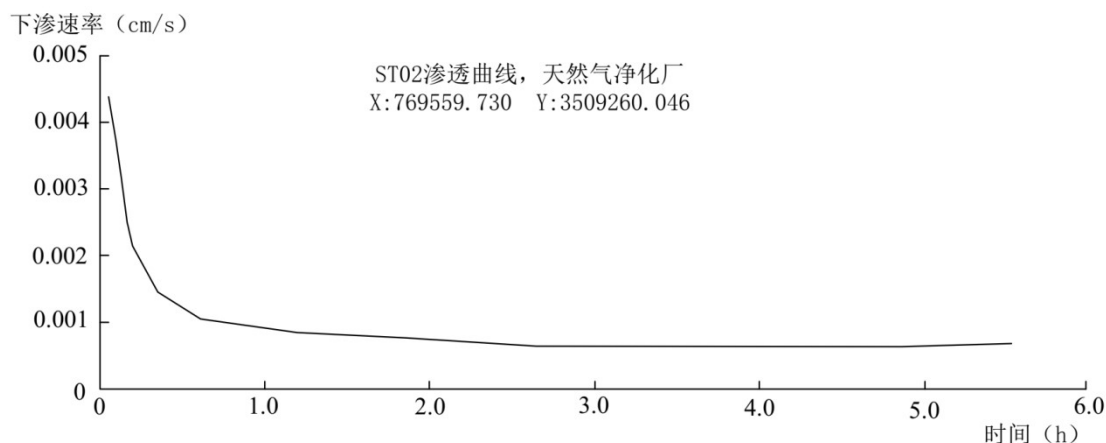


图 7.3-8 ST02（天然气净化厂，粉土、砂土、粉砂质泥岩）下渗曲线

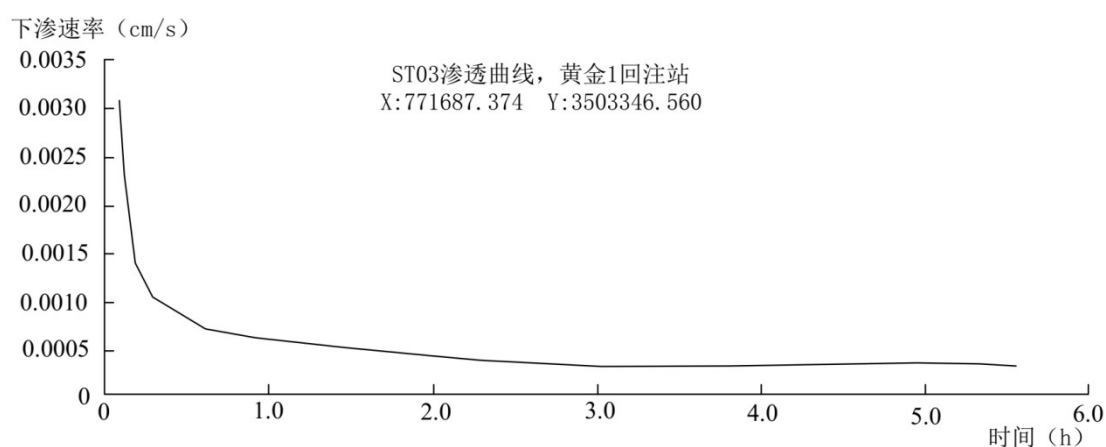


图 7.3-9 ST03（黄金 1 回注站，粉土）下渗曲线

7.3.3 地下水开发利用现状

地下水的开采受水文地质条件、社会经济发展水平等因素影响，与地形地貌、人居密度等关系密切。这些因素相互影响，共同决定着地下水资源的利用方式与开采程度。本项目位于中-低山、宽谷丘陵区，地下水类型分为红层风化带孔隙裂隙水、碎屑岩层间裂隙水以及松散岩类孔隙水，含水层较薄、渗透性弱、富水性差，农业及生活饮用水大部分来源于地下水，但开采量不大，地下水开发利用程度一般。

根据调查，评价区周边罗文镇、毛坝镇和黄金镇饮用水源均为地表水型水源地。根据达州市环保局《关于划定万源市、宣汉县和大竹县乡镇及以下集中式饮用水水源地保护区的批复》（达市府函〔2020〕124号），本项目评价范围内不涉及到集中式地下水源地，本项目距最近的集中式地下水水源地为宣汉县桃花镇龙井沟集中式饮用水水源地。该水源地一级保护区范围为以取水点为中心，半径 30m 范围内，但不低于海拔 955m 的区域；二级保护区范围为除一级保护区外，以取水点为中心 300m 范围内，但不低于海拔 955m 的区域。该水源地取水口距外输管线 855m，管线距二

级保护区边界 550m，管线与水源保护区不在同一水文地质单元，保护区位于评价范围外，见图 7.3-10。

评价区内居民用水以分散供水为主，当山坡以泥岩为主泉水露头少时，则通过挖掘浅井方式获取浅部地下水，这是居住在低缓斜坡和坡脚地带农户的主要取水方式。本次共调查到使用的浅井 16 处，泉点 117 处，涉及居民约 350 户 1300 人，地下水开采量约 2.5 万 m³。区内管井多位于河谷地带，主要分布在调查区东南部黄金镇慈竹林村，在万源市罗文镇苟家寨村汇溪口后河左岸有极少数红层井在使用。评价区东南部黄金镇慈竹村 1 组、3 组紧邻中河，渡口河输气站靠近前河，该类地区地下水开发利用方式也以机井为主，井深 30-40m。本次共调查到机井 52 处，涉及约 180 人，年开采量约 0.6 万 m³。

图 7.3-10 宣汉县桃花镇龙井沟集中式饮用水水源地与外输管线及评价范围位置关系图

7.3.4 各场地水文地质条件

7.3.4.1 项目区水文地质单元划分

本工程部分集输管线位于中河与后河流域的分水岭，主体工程位于中河右岸以及后河左岸之间，外输管线位于中河和前河之间。

由于受地层岩性、构造以及地形地貌的控制，从整体上看，铁山坡气田主体区域浅层地下水水文地质单元以中河和后河为界。铁山坡 1 号集气站、铁山坡 3 号井场和大部分集气干线以后河为其区内最低侵蚀基准面，即为该区的地下水排泄水文地质边界，补给边界为各自的山顶；而铁山坡 4 号、5 号井场及其集气管线、黄金 1 回注井，中河为其区内最低侵蚀基准面。每个井场都以下游溪沟为中心，四周分水岭为边界，各自形成了相对独立的水文地质单元。其中净化厂位于山坡顶部，与部分管段构成中河与后河流域分水岭的一部分。主体工程区水文地质单元划分见图 7.3-11。

图 7.3-11 主体工程区水文地质单元划分简图

7.3.4.2 天然气净化厂、铁山坡 4 号井水文地质条件

天然气净化厂位于万源市罗文镇东侧，后河一级支沟上游山顶台地，行政上属于罗文镇苟家寨村鸳鸯池，其中心地理坐标为：东经 107°50'39.07"，北纬 31°41'13.52"，距罗文镇直线距离约 2.5km，有水泥公路与 210 国道相连，目前净化厂至水泥公路之

间有一段土路，雨天通行困难。

铁山坡 4 号井场位于万源市罗文镇东侧王二坡，属于中河水系，其中心地理坐标为：东经 $108^{\circ}45'50.8''$ ，北纬 $31^{\circ}38'0.6''$ ，距罗文镇直线距离约 3km，有水泥路与罗文镇襄渝铁路、210 国道相连，井场位于水泥路边，交通条件较好。

根据前文所述，中河与后河分水岭在净化厂一带以“桐子园-岩上-石板坡-鸳鸯池”呈南北走向，净化厂以西属后河流域，净化厂以东、4 号井场属中河流域，由于其具有统一补给边界，因此以净化厂所在地石板坡山顶为中心，四周地表分水岭为界，构成具有相对独立的补、径、排系统水文地质单元，总面积 8.087km^2 。

工程所在区域属于块状中低山地貌，沟谷切割深，发育方向不一致，地形较破碎，山顶面以零碎的方山和桌状山为特征，周边多由砂岩形成陡崖。净化厂场地位于山顶，高程 733m，处于中河与后河流域分水岭上，地形西缓东陡，最低点为杨家沟，高程为 410m，相对高差最大约 320 余 m，后缘山体平均地形坡度为 $13^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，场地地势相对平坦，另外由于人工修筑梯田，场地内呈阶梯状。

1、含水岩组与隔水层

净化厂位于山体顶部台地之上，上覆第四系残坡积层的粉土、粉质粘土以及砂土，渗透性较弱，其厚度薄。根据钻孔 SK04 资料显示，上层残坡积厚度为 3.35m，其组成的第四系松散堆积层含水岩组含水微弱或基本不含水，主要构成区内浅层地下水的包气带；位于净化厂下游的汇溪口沟谷两岸，上覆第四系冲洪积层的碎石、砂土，结构松散，含水层较薄。

区域下伏侏罗系中统沙溪庙组上段 (J_2s^2) 的粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹透镜体亚长石砂岩，下部为紫红色、棕红色泥岩与黄褐色厚层状长石石英砂岩。在钻孔揭露范围内，其砂岩单层厚度较薄，一般为 $3.65\sim 8.4\text{m}$ ，揭露砂岩 4 层，通常主要含水层仅为 2 层，其砂岩构造裂隙较发育，多呈“X”共轭发育，面裂隙率为 $1.2\%\sim 4.0\%$ ，以垂直发育为主，孔隙比为 $0.137\sim 0.156$ ，属于以砂岩为主的含水岩组。SK04 揭露净化厂潜水含水层厚度 21.15m，含水层底板埋深 32.00m；ZK6 和 ZK7 钻孔资料显示，4 号井场场地风化带孔隙裂隙含水层厚度为 $5.8\sim 10.07\text{m}$ ，潜水含水层底板埋深最大为 48.07m，揭露层间承压水平均厚度为 22.81m，揭露仅 1 层，其含水层顶板埋深一般为 $48.07\sim 54.4\text{m}$ 。其夹层的粉砂质泥岩和泥岩结构紧密，和裂隙不发育的砂岩构成上、下含水层间的相对隔水层。

图 7.3-12 天然气净化厂、4 号井场水文地质图

2、地下水类型及富水性

勘察期间钻孔深度范围内所揭露的地下水主要为第四系全新统残坡积松散岩类孔隙潜水、红层风化带孔隙裂隙水（见图 7.3-13、图 7.3-14）。

图 7.3-13 天然气净化厂水文地质剖面图 1

图 7.3-14 天然气净化厂水文地质剖面图 2

松散岩类孔隙潜水分布于净化厂场地以及净化厂下游的汇溪口沟谷两岸和李家沟及其下游。净化厂场地内第四系残坡积松散岩类孔隙潜水厚度较薄，主要为砂土，透水性好，富水性差，根据现场调查，紧邻场地下游的泉点 Q35 流量为 0.01L/s；汇溪口沟谷两岸浅层含水层主要由碎石、砂土组成，透水性较好，鲜见泉点出露，由于分布较窄，含水层厚度较薄，其富水性较差。

区内红层风化带孔隙裂隙水的富水性主要受裂隙发育程度、地形地貌、岩性条件的控制，各个地段存在着不同的富水差异。由于区内裂隙不甚发育，且地形较陡，地下水补给条件一般，区内砂岩露头呈窄条状，多为厚大的砂质泥岩露头，降雨入渗条件不利，因此总体上富水性较弱。在较平缓、山体底部的地段，由于入渗强度较大、补给面积大，其钻孔出水量大，反之则很小。钻孔资料显示，位于净化厂下游丘坡底部的 ZK4 号孔，由于侧向补给面积较其他孔大，单井出水量可达 49.5m³/d，位于地势较高的 ZK3 号孔单井出水量为 35.5m³/d；位于 4 号井场丘坡底部的 ZK7 号孔，单井出水量可达 26.88 m³/d，而位于地势较高的 ZK6 号孔单井出水量只有 7.82m³/d。位于坡顶的 SK03 钻孔由于补给面积很小，单孔出水量小于 2m³/d。

根据 SK04 注水试验和收集到的 ZK6、ZK7 抽水试验资料，区域内风化带孔隙裂隙含水层渗透系数 $K=1.89\times 10^{-3}\sim 3.9\times 10^{-2}\text{m/d}$ ，地下水化学类型为 HCO₃-Ca 型水，矿化度为 374.8mg/L。

3、包气带岩性及结构特征

降雨以及沟谷水的入渗量与包气带的岩性紧密相关。评价区第四系包气带主要分布于周家湾梯田之内和净化厂下游的汇溪口沟谷之中，以及斜坡顶部较平坦的地段也有零星分布。根据 SK04 钻孔揭露情况，包气带上部岩性主要为砂土、粉土、粉质粘

土，厚度 3.4m；下部为粉砂质泥岩，厚约 4m。据场地内 ST02 渗水试验成果，净化厂场地包气带综合渗透系数 0.518m/d。4 号井场场地内粉土、粉质粘土渗透系数为 0.054m/d。

图 7.3-15 天然气净化厂、4 号井场包气带分布图

4、地下水补、径、排条件及动态变化特征

区内地表以下主要含水层为红层风化带孔隙裂隙含水层，主要受地形地貌、气象条件的控制。在水文地质单元内地下水接受大气降雨入渗补给，然后顺地势向沟谷低洼处分散径流（水力坡度约 18%），往往经过短途渗流即在地势较低洼处以下降泉的方式排泄，泉点分布较分散，无统一潜水面，最终在沟底较低洼的地带埋藏形成地下水储集区，在沟谷上游枯水期多见泉点出露，从而补给地表水。因此，在枯水期沟谷中地表水的径流量基本上代表了地下水的天然排泄量。

总的来说，区内浅层地下水通过地表径流或入渗后以泉的方式排泄，净化厂以西的地下水汇入后河，以东的区域地下水最终汇入中河。

本次调查的井、泉点其动态季节性变化明显，受降雨影响很大。由于泉、井点出露大多数处于斜坡地带，接受补给的条件较差，而又排泄通畅，因此多数泉水久晴后水量骤减，甚至干枯。据访问调查，区内泉水量、井水量在丰、枯期的变化一般可以达到 3~10 倍以上，地下水动态属于不稳定类型。

5、地下水开发利用现状

根据调查，水文地质单元内杨家沟至汇溪口一带溪沟两侧地势较平缓处，农户居住较为集中，约有 60 户 200 余人居住目前居民饮水主要来自杨家沟地表溪沟水，仅有零星“红层井”仍在使用的。

其余区域农户居住较为分散，约有近 50 户 180 人使用泉及浅井。通过调查，水文地质单元内分散浅井、泉共 27 处。一般 2~3 户农户合用一口浅井或泉点，采用水管引流。共计开采地下水约 10.8m³/d，地下水开采强度 1.33m³/km²·d，地下水开发利用程度很低。

7.3.4.3 铁山坡 1 号井场水文地质条件

铁山坡 1 号井场位于宣汉县毛坝镇大水凼村黄草梁，后河中游左岸，距罗文镇约

2.7km，有水泥路与罗文镇 210 国道相连，交通条件便利。

区域上属于块状中低山地貌，沟谷切割深，发育方向不一致，地形较破碎，山顶面以零碎的方山和桌状山为特征，周边多由砂岩形成陡崖。井场位于一斜坡中部，斜坡相对高差最大约 580m，最低点为双河沟水面，高程为 400m，最高点为李家梁，高程为 986m，后缘斜坡平均地形坡度约 12°。1 号井场所在水文地质单元边界南侧和东侧以山脊线为补给边界、西侧和北侧溪沟为排泄边界，总面积 0.89km²。

图 7.3-16 1 号井场水文地质图

1、含水岩组与隔水层

场地位于涪阳-五龙山背斜核部东南端，裂隙较发育。千佛崖组的砂岩段为区内主要含水层，在区域内具有双层含水层结构，浅层潜水含水层介质为灰绿色砂质泥岩，泥质砂岩夹有薄层粉细砂岩，底部承压含水介质为一层灰色厚层钙质细砂岩。资料显示，砂岩单层厚度一般为 19~37m，最厚可达 55.75m。据室内试验成果，该地层砂岩吸水率为 0.4%、饱水率为 0.6%、容水性为 12.0%、持水率为 2.3%，渗透系数为 $3.6 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ，砂岩孔隙比为 0.14，砂岩面裂隙率为 1.1%~3.5%，含水层厚度较大，约 33.35~61.39m，下部承压水含水层顶板埋深最浅为 1.85m，其夹层的砂质泥岩结构紧密，和裂隙不发育的粉细砂岩构成该碎屑岩层间裂隙含水层间的相对隔水层。

由于区内沟谷狭窄，在河流冲刷作用下，井场下游后河两岸鲜见第四系松散物堆积，为基岩河床，仅在上游沙坝分布较广，平均厚度约 5m，属松散岩类孔隙水，透水性较好；在山体较平缓的地段多见第四系残坡积堆积，其厚度较薄，一般不超过 2m，主要由粉质粘土、粉土组成，主要构成了区内浅层地下水的包气带，渗透性较差。

2、地下水类型及富水性

区内地下水主要为碎屑岩层间裂隙水，其受地形地貌条件控制，半山腰部潜水富水性弱，浅层潜水地下水埋深大，在 15.75-32.42m 之间，而山脚地势较低处地下水往往具有承压性，且富水性好。根据 SK01 钻孔揭露潜水含水层厚度 11.09m，抽水试验时单井出水量小于 $2 \text{m}^3/\text{d}$ ，极易疏干，含水层渗透系数 0.067m/d 。SK02 钻孔显示，承压含水层顶板埋深约 30m，地下水稳定埋深 1.23m，降深 3.91m 时的单井出水量为 $302.67 \text{m}^3/\text{d}$ ，含水层渗透系数 3.54m/d 。

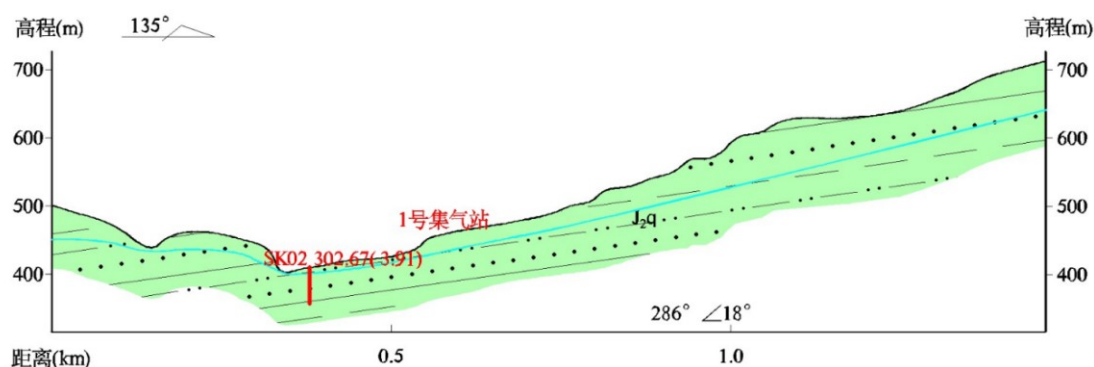


图 7.3-17 1 号井场水文地质剖面图

3、包气带岩性及结构特征

区内第四系包气带主要分布于后河河谷两岸以及较平坦的斜坡地带（见图 7.3-14 所示），岩性主要为碎石、砾砂、圆砾，粉土等，后河两岸包气带成分不一、结构

松散，渗透性较好。据钻孔注水试验成果，斜坡地带上覆粉土饱气带 $K=0.199\text{m/d}$ 。

场地内地下水埋深大，包气带较厚，约 33.5m ，表层覆盖残坡积土，岩性为粘土、粉质黏土，厚度约 0.5m ，下部为强风化砂岩，砂岩层间节理裂隙发育，厚度约 33m ，根据 ST01 渗水试验成果，包气带综合渗透系数为 0.504m/d 。

图 7.3-18 铁山坡 1 号井场包气带岩性分布图

4、地下水补、径、排条件及动态变化特征

千佛崖组 (J_2q) 碎屑岩层间裂隙水为区内主要地下水类型，它是由于地质构造及地形地貌条件所决定的。其浅部含水层以东部和南部的地表分水岭为补给边界，西侧和北侧溪沟为排泄边界。地下水以接受大气降雨的入渗为主，得到补给后，主要是通过构造裂隙和层间裂隙沿着岩层的倾斜方向做垂向运动，一部分在地形陡倾的地段及地表侵蚀基准面以上以下降泉的方式排泄，一部分则继续向深部运移、汇集，并做水平运动。根据裂隙发育特征，各砂岩层的地下水，尤其在深部，一般具有单独的补、径、排系统，上、下层的含水层往往不具有水力联系。

由于含水层的补给区面积普遍较小，地下水不能获得充分补充，因此当底部承压含水层被揭穿之后，往往随着溢流时间的增长，地下水的弹性节量损耗较大，水压降低和水量减少的显现普遍比较显著，同时，地下水动态受降雨影响而产生季节性的变化，泉点丰水期的水量约为枯水期的 $2\sim 10$ 倍。

5、地下水开发利用现状

在井场所在水文地质单元内仅调查到 4 处流量较小的泉点，泉流量在 $0.002\text{--}0.004\text{L/s}$ 之间，且均位于集气站上游或侧向。井场下游约 60 户居民用水均来源于水文地质单元外的溪沟水，区内地下水开发利用程度很低。

7.3.4.4 铁山坡 2 号井场水文地质条件

2 号井场位于万源市罗文镇苟家寨村三根柏树附近，其中心地理坐标为：东经 $107^{\circ}50'21.6''$ ，北纬 $31^{\circ}40'7''$ ，距罗文镇直线距离约 3.5km 。

区域上属于块状中低山地貌，沟谷切割深，发育方向不一致，地形较破碎，山顶面以零碎的方山和桌状山为特征，周边多由砂岩形成陡崖。井场位于山体中下部斜坡之上，斜坡相对高差最大约 200m ，最低点为冉家沟水面，高程为 540m ，区内最高点为咀咀上，场地地形坡度约 30° 。其水文地质边界是以场地下游沟谷为中心，四周地

表分水岭为界，后河为 2 号井场所在单元的地下水排泄边界，构成具有独立的补、径、排系统的独立水文地质单元。

图 7.3-19 2 号井场水文地质图

(1) 含水岩组及隔水层

区内主要地下水为沙溪庙组下段 (J_2s^1) 红层风化带孔隙裂隙水, 分布于井场内以及周围基岩出露地带, 为区内地表以下第一个主要含水层, 根据现场调查水位埋深 1.04-9.96m, 泉点流量小于 0.01L/s。根据 SK03 揭露的含水层结构, 承压水稳定埋深约 0.8m, 潜水含水层顶板埋深小于 15m; 中部隔水层为垂向上不连续分布的紫红色粉砂质泥岩。

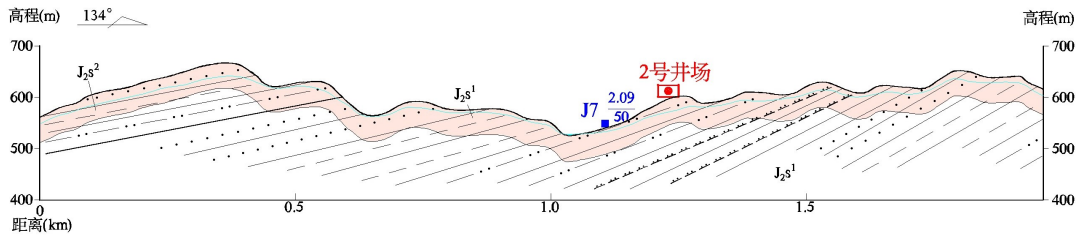


图 7.3-20 2 号井场水文地质剖面图

2、地下水类型及富水性

红层风化带孔隙裂隙水为区内主要地下水类型, 各个地段存在着不同的富水差异。在山地斜坡底部的地段, 由于入渗强度较大, 补给 (汇水) 面积大, 受到上层松散岩类孔隙潜水以及河水的直接补给, 其钻孔出水量大, 反之则很小, 富水性也较陡倾地段的强, 水位埋深较浅。该含水岩组处于沙溪庙组上、下段接触带, 多为泥岩、砂质泥岩, 因而富水性普遍较弱, 而随沟谷下游出露的砂岩、泥质砂岩, 受顺层补给面积大, 相对富水性较好。

3、包气带岩性及结构特征

区域第四系包气带主要分布于河谷两岸, 斜坡顶部较平坦的地段也零星分布, 场地斜坡地段包气带岩性主要为粉土, 根据 SK03 钻孔揭露情况, 表层粉土厚度约 0.4m, 渗透系数居于 0.242~0.691m/d 之间, 由于多处于地势平坦的地段, 有利于地表水的入渗补给。

4、地下水补径排及地下水动态特征

区内地表以下红层风化带孔隙裂隙水主要受地形地貌、气象条件的控制。大气降水是水文地质单元内地下水主要补给来源, 井场下游溪沟是地下水的主要排泄通道, 特别是在沟谷上游多见泉点、浅井出露, 从而补给地表水, 然后顺地势向沟谷低洼处分散径流 (水力坡度约 4.1%), 往往经过短途渗流即在地势较低洼处以下降泉的方式排泄, 泉点分布较分散, 最终在沟底较低洼的地带埋藏形成地下水径流埋藏区。

总的来说, 区内地下水通过地表径流或入渗后以泉的方式排泄, 最终汇入后河。

本次调查的井、泉点其动态季节性变化明显，受降雨影响很大。由于泉、井点出露大多数处于斜坡地带，接受补给的条件较差，而又排泄通畅，所以多数泉、井水久晴后水量骤减，甚至干枯，据访问调查，区内泉水量、井水量，在丰、枯期的变化一般可以达到3~10倍以上，地下水动态属于不稳定类型。

5、地下水开发利用现状

根据调查，区域内居民以集中供水为主，包含苟家寨村1组和5组，以溪沟水作为供水水源，区域西侧部分居民利用泉水，泉流量较小，约0.002-0.01L/s，极少数居民挖掘浅井开采地下水，离居住地较近，采用水管引流，井、泉流量随季节性变幅较大，丰水期水量约枯水期的3-10倍，在枯水期易干枯。2号井场所在水文地质单元内无地下水饮用水源。

7.3.4.1 铁山坡5号井场水文地质条件

5号井场位于厂溪乡双山村4组，李家沟左岸，其地理位置坐标东经107°52'14.2743"，北纬31°41'49.8399"，距厂溪乡直线距离4.5km，有水泥道路直达，交通便利。

井场位于山体下部斜坡上，地形坡度约40°，最低点为西部龙池溪水面，高程约为409m。其水文地质边界是以场地下游龙池溪为排泄边界，井场北部和东部山体分水岭为补给边界，构成相对独立的水文地质单元。

图 7.3-21 5 号井场水文地质图

(1) 含水岩组及隔水层

井场下游为龙池溪河谷，河漫滩较平坦，宽度约 150m，上覆第四系冲洪积未胶结的卵石、砾砂、圆砾，成分不一、大小不等，排列无序，含水层平均厚 2.5m，分布面积约 0.2km²。渗透性较好，该松散岩类含水岩组为区内地表以下第一含水层。

区域属侏罗系中统沙溪庙组上段（J_{2s}²）和下段（J_{2s}¹）的接触地带，场地下伏沙溪庙组上段的紫红色粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹透镜体亚长石砂岩，下部为紫红色、棕红色泥岩与黄褐色厚层状长石石英砂岩，属以砂岩为主的含水岩组。据室内试验成果，砂岩吸水率为 0.40%、渗透系数为 4.7×10^{-6} cm/s。通过下游 ZK9 钻孔揭露砂岩 6 层，均呈薄层状，砂质泥岩厚度较大，含水层厚度居于 10.38~23.85m，厚度较薄，该含水层顶板埋深最浅为 5.65m。该含水层直接与上层松散岩类孔隙潜水迭置，水力联系紧密。其夹层的粉砂质泥岩和下部的细砂岩结构紧密，裂隙不发育，渗透性差，不含水或基本不透水，钻孔未能揭露深部碎屑岩层间裂隙含水层。

2、地下水类型及富水性

钻孔深度范围内所揭露的地下水主要为第四系全新统冲积层松散岩类孔隙水和侏罗系红层风化带孔隙裂隙水两类，其富水性差异较大，水力联系密切。

通过前期勘察资料，在 5 号井场下游距沟谷较近的 ZK9 钻孔全孔单井涌水量可达 68.56 m³/d，沟谷底部含水层渗透系数 $K=0.29$ m/d，水位降深 9.36m 时，其影响半径可达 66.66m，可见在抽水过程中不断地接受河水、松散岩类孔隙潜水的补给，因而靠近河谷的钻孔富水性较好。

第四系全新统冲积层松散岩类孔隙潜水，主要零星分布于龙池溪及其支流两岸河漫滩之上。大多数区域位于场地下游，处于平缓的地段，降雨入渗强度较大，地下水补给条件较好，含水岩组结构松散，渗透性强，富水性较好，但鲜见泉点出露，属于地下水埋藏区。虽然含水层厚度最大仅有 2.61m，但在分层抽水过程中，可直接受到沟谷地表水的补给，其钻孔涌水量可达 25.4 m³/d，但出露面积较小。

红层风化带孔隙裂隙水主要分布于地表基岩出露的地段和河谷松散堆积层之下，在区内占绝大多数区域，受裂隙发育的厚度和强度以及地形坡度的控制，各个地段存在着不同的富水差异。在较山体斜坡底部的地段由于入渗强度较大，补给面积大，受到上层松散岩类孔隙潜水以及河水的直接补给，其钻孔出水量大，反之则很小，富水性也较陡倾地段的强，水位埋深较浅。再者受河流地表水的补给，加上地势平坦，向河坝汇集，形成了该地区较富水块段，在该井场下游地势较平坦。由于该含水岩组处

于沙溪庙组上、下段接触带，多为泥岩、砂质泥岩，因而富水性普遍较弱，而随沟谷下游出露的砂岩、泥质砂岩，受顺层补给面积大，富水性相对较好。

3、包气带岩性及结构特征

区内第四系包气带主要分布于龙池溪及其支流李家沟河谷两岸，在斜坡顶部较平坦的地段也零星分布，河谷两岸包气带岩性主要为卵石、砾砂、圆砾，成分不一、大小不等，排列无序，包气带厚度约 2-3m，渗透系数可达 6.63m/d；根据前期勘察资料，斜坡地段包气带岩性主要为粉土，场地包气带厚度约 8m，其渗透系数居于 0.242~0.691m/d 之间，井场下游由于多处于地势平坦的地段，有利于地表水的补给入渗。

图 7.3-22 5 号井场包气带岩性分布图

4、地下水补径排及地下水动态特征

通过调查与分析，区内地表以下第一个主要含水层松散岩类孔隙水主要受大气降水的补给以及河谷地表水的补给，顺沟谷走向或垂直沟谷径流，在地势低洼地段埋藏于地下。

区内红层风化带孔隙裂隙水接受大气降雨入渗补给，在沟谷上游多见泉点出露，从而补给地表水。然后顺地势向沟谷低洼处分散径流，往往经过短途渗流即在地势较低洼处以下降泉的方式排泄，泉点分布较分散。最终在沟底地势较低处形成地下水储集区。龙池溪沟谷底部侵蚀基准面为该井场所在水文地质单元的排泄边界。

总的来说，区内地下水通过地表径流或入渗后以泉的方式排泄，最终汇入中河。

本次调查的泉点其动态季节性变化明显，受降雨影响很大，地下水动态属于不稳定类型。由于泉点出露大多数处于斜坡地带，山体坡度较大，接受补给的条件较差，而又排泄通畅，所以多数泉水久晴后水量骤减，甚至干枯，据访问调查，区内泉水量、井水量，在丰、枯期的变化一般可以达到 2 倍以上。

5、地下水开发利用现状

根据调查，5 号井场所在水文地质单元内仅下游有 2 户居民，使用夜壶沟地表溪沟水，无地下水饮用水源。区域西侧和西北侧有 2 处分散式泉点，位于 5 号井场水文地质单元外，供 9 户人使用。其余居民使用江家沟和夜壶沟地表水，区内地下水开发利用程度很低。

7.3.4.2 黄金 1 回注井水文地质条件

黄金 1 回注井为已建井场，位于宣汉县黄金镇慈竹村 3 组，其中心地理坐标东经

107°51'52.79", 北纬 31°38'0.81", 距黄金镇直线距离约 2.8km。有水泥公路通往井场, 交通便利。

1、含水岩组与隔水层

第四系冲洪积松散岩类孔隙含水层岩性为未胶结卵石、砾砂、圆砾, 成分不一、大小不等, 排列无序, 含水层平均厚 2.5m。渗透性较好, 该松散岩类含水岩组为区内地表以下第一含水层, 主要在中河右岸呈条带状分布。

场地下伏侏罗系中统沙溪庙组上段(J_2s^2)的青灰色、棕褐色砂岩、泥质粉砂岩是项目工程建设区内主要含水层, 为潜水含水层。根据 SK05 钻孔资料, 单层砂岩厚度 1.0-2.8m, 钻孔揭露范围内最大泥质粉砂岩厚度为 17.6m, 含水层总厚度 46.7m。

图 7.3-23 黄金 1 回注井水文地质图

2、地下水类型及富水性

区内地下水类型为松散岩类孔隙水、红层风化带孔隙裂隙水和碎屑岩层间裂隙水三类，富水性差异较大。

松散岩类孔隙水主要在中河右岸河漫滩呈条带状分布，宽约 200m，位于平缓的地段，降雨入渗强度较大，地下水补给条件较好，含水岩组结构松散，渗透性强，但含水层较薄，鲜见泉点出露，属于地下水埋藏区，丰水期可直接受到中河地表水的补给。

红层风化带孔隙裂隙水为区内主要地下水类型，由于区内裂隙不发育，地下水补给条件一般，区内砂岩露头呈窄条状，多为厚大的砂质泥岩露头，降雨入渗条件不利，因此总体上富水性较弱。在较平缓、山体底部的地段由于入渗强度较大，补给面积大，其钻孔出水量大，本次评价期间 SK05 抽水单井涌水量 $48.24\text{m}^3/\text{d}$ （降深 17.39m），含水层渗透系数为 $0.066\text{m}/\text{d}$ ，调查到泉流量多小于 $0.01\text{L}/\text{s}$ ，民井出水量小于 $50\text{m}^3/\text{d}$ 。

碎屑岩层间裂隙水的赋存和分布主要受地质构造、地形地貌条件的控制，主要分布在调查区西北部千佛崖组地层，位于黄金口背斜两翼，富水性较好。

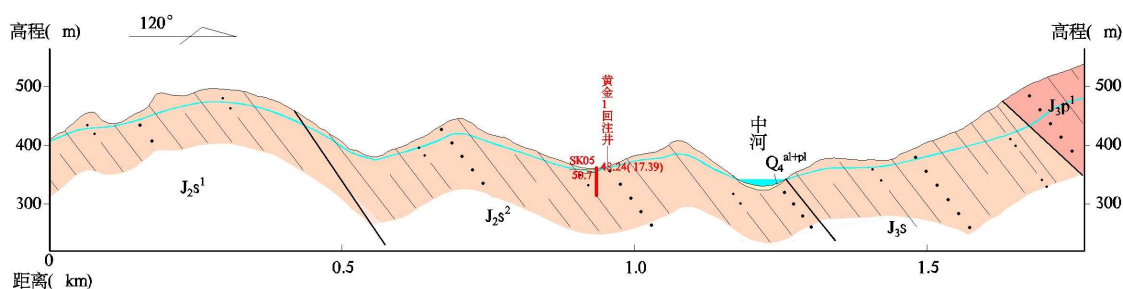


图 7.3-24 黄金 1 回注井水文地质剖面图

3、包气带岩性及结构特征

区内第四系包气带主要分布在中河两岸，以及斜坡顶部较平坦的地段也零星分布，河谷两岸包气带岩性主要为卵石、砾砂、圆砾，成分不一、大小不等，排列无序，渗透系数可达 $8\text{m}/\text{d}$ 。据黄金 1 回注井场地内 ST03 渗水试验成果，场地内包气带粉土渗透系数 $0.259\text{m}/\text{d}$ 。

4、地下水补、径、排及地下水动态

通过调查与分析，区内地表以下第一个主要含水层松散岩类孔隙水主要受地形地貌、气象条件的控制。以山体坡脚为补给边界，沟谷为排泄边界。主要受大气降水的补给以及河谷地表水的补给，顺沟谷走向或垂直沟谷径流，在地势低洼地段埋藏于地下。

井场所在水文地质单元边界是以井场北侧一沟谷为中心，四周地表分水岭为界，

构成具有独立的补、径、排系统的水文地质单元。在该场地水文地质单元内地下水接受大气降雨入渗补给，在沟谷上游多见泉点出露，从而补给地表水，然后顺地势向沟谷低洼处分散径流（水力坡度约 4.4%），最终在沟底较低洼的地带埋藏形成地下水储集区。地下水埋深受地形条件控制，根据现场调查，平水期地下水埋深在 0.85~15.34m。

总的来说，区内地下水通过地表径流或入渗后以泉的方式排泄，最终汇入中河。

本次调查的井、泉点其动态季节性变化明显，受降雨影响很大，地下水动态属于不稳定类型。区内泉水量、井水量，在丰、枯期的变化一般可以达到 2 倍以上。

5、地下水开发利用现状

黄金 1 回注井位于中河右岸，处于宽谷平坝区，人口居住较集中，多分布在井场下游，回注井距中河直线距离约 230m。

根据现场调查，区内农户多居住在溪沟沿岸较为平缓处，井场下游居民用水主要来自铁山坡地表溪沟水，周边及下游部分农户保留有部分机井，作为灌溉水源，井深一般 30-40m，其中黄金 1 井下游共 4 口，最近距离约 141m。

7.3.5 地下水环境影响预测与评价

7.3.5.1 预测评价思路及方法

按照《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）的相关要求，二级评价项目地下水预测可采用解析法或数值法。项目所在地含水层主要为碎屑岩类裂隙孔隙水，野外调查和水文地质评价基本查明了调查评价区水文地质条件，因此本次预测评价采用数值法进行地下水环境影响预测，评价对象为浅部含水层以及工程涉及的地下水保护目标。

7.3.5.2 数值模拟软件

数值模型是应用有限差分法或有限单元法对上述数学模型进行离散，用近似的数值模型逼近无法求得解析解的微分模型。求解数值模型需要编制计算机软件来实现，目前国际地下水数值模拟软件较多，其中著名的软件有 Visual ModFlow、GMS、FEFLOW 等，本次评价采用 GMS 软件进行数值模拟。GMS 系统主要是基于有限差分法的数值模拟，由 MODFLOW、MODPATH、MT3D、FEMWATER、PEST、MAP、SUBSUR-FACE CHARACTERIZATION、Borehole Data、TINs（Triangulated Irregular Nets）、Solid、GEO-STATISTICS 等模块组成，可进行地下水水流模拟、溶质运移模拟、反应运移模拟等。

7.3.5.3 施工期地下水环境影响预测与分析

1、钻井工程

1) 正常工况下地下水环境影响分析

施工期间产生的污水、废水包括施工人员生活污水，施工废水。

施工人员生活污水暂存于站场内旱厕中，作农家肥使用。井场施工期间钻进、起下钻和固井作业等产生的废水经过滤处理后回用于配置水基钻井液，油基钻井液回用于油基钻井液循环系统。洗井废水和放喷废水主要含 COD、石油类和悬浮物，贮于废水罐中，最终交由第三方进行处置。正常状况下所有废水均不外排，钻井工程施工对地下水环境影响很小。

2) 非正常工况下地下水环境影响预测与评价

本次评价将 1 号井场作为典型站场，预测钻井工程施工期钻井废水在非正常工况下泄漏污染物对地下水环境的影响。

(1) 水文地质概念模型

① 模拟区与水文地质单元边界概化

以井场所在水文地质单元作为本次评价的模拟范围，北部和西部以下游溪沟作为定水头边界，东部和南部以地下水分水岭作为零流量边界。垂向上，潜水含水层的自由水面为模型的上边界，接受大气降水入渗补给，含水层底部的泥岩、粉砂质泥岩和裂隙不发育的砂岩构成相对隔水层，在模型中将其概化为底部隔水边界，模拟区面积约 0.89km²。

图 7.3-25 1 号井场模拟区范围图

② 含水层结构概化

根据前述水文地质条件，场地主要含水层为千佛崖组的砂岩段，其岩性为灰绿色砂质泥岩，泥质砂岩夹有薄层粉细砂岩，底部为一层灰色厚层钙质细砂岩，上部也可见厚层细砂岩。资料显示，砂岩单层厚度一般为 19~37m，最厚可达 55.75m。

根据水文地质条件和地层岩性，将浅层碎屑岩裂隙层间水概化为单层均质，各向异性潜水含水层。

③ 源汇项概化与处理

模拟区内浅部含水层以东部和南部的地表分水岭为补给边界，西侧和北侧溪沟为排泄边界。地下水以接受大气降雨的入渗为主，得到补给后，主要是通过构造裂

隙和层间裂隙沿着岩层的倾斜方向做垂向运动，一部分在地形陡倾的地段及地表侵蚀基准面以上以下降泉的方式排泄。大气降水在模型中以面状补给源给出，补给系数由模型最终确定，由于模拟区地下水埋深大，本次模拟不考虑蒸发。

④ 水文地质参数

本次地下水模拟涉及的水文地质参数包括潜水层的渗透系数、给水度、综合入渗补给系数。根据前述水文地质试验获得的渗透系数和给水度为参数初值，再通过模型校正获得最终值。结合 gelhar L.W 在“A critical review of data on field-scale dispersion in aquifers”一文中对 59 个不同尺度的地区弥散度的研究成果，项目区含水层纵向弥散度取 10m，横向弥散度为 1m。

根据 SK01 钻孔揭露潜水含水层厚度 11.09m，抽水试验时单井出水量小于 2m³/d，极易疏干，含水层渗透系数 0.067m/d。

(2) 地下水数学模型

① 地下水水流模型

区域上部为碎屑岩类裂隙孔隙含水层，将其等效为 ModFlow 模型描述的多孔介质渗流，可采用分块均质、各向同性、非稳定三维分布参数地下水流数学模型来刻画模拟区的地下水流场。其数学表达式为：

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial x}\left(K_{xx}\frac{\partial H}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(K_{yy}\frac{\partial H}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(K_{zz}\frac{\partial H}{\partial z}\right)+w=\mu_s\frac{\partial H}{\partial t} & (x,y,z)\in\Omega,t>0 \\ H(x,y,z,t)|_{t=0}=H_0(x,y,z) & (x,y,z)\in\Omega \\ H(x,y,z,t)|_{S_1}=H_1(x,y,z) & (x,y,z)\in S_1,t>0 \\ k_x\frac{\partial H}{\partial n}|_{S_2}=q(x,y,z,t) & (x,y,z)\in S_2,t>0 \end{cases}$$

式中：

$H(x,y,z,t)$ 表示模拟区任一点 (x,y,z) 任意时刻 t 的水头值 (m)；

Ω 表示地下水渗流区域；

S_1 为模型的第一类边界；

S_2 为模型的第二类边界；

K_{xx} , K_{yy} , K_{zz} 分别表示 x , y , z 主方向的渗透系数 (m/d)；

w 表示源汇项，包括降雨入渗补给、蒸发、井的抽水量和泉的排泄量 (1/d)；

μ_s 表示单位弹性释水系数 (1/m)；

$H_0(x,y,z)$ 表示初始地下水水头函数 (m)；

$H_1(x,y,z)$ 为第一类边界已知地下水水头函数 (m) ;

$q(x,y,z,t)$ 为第二类边界已知单位面积流量或单宽流量函数 ($\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{m}^2$) , 零流量边界或隔水边界 $q=0$ 。

② 地下水水质模型

地下水污染可采用地下水溶质运移模型进行预测, 其数学模型的一般形式如下:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_{xx} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_{yy} \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + D_{zz} \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} - u_x \frac{\partial C}{\partial x} - u_y \frac{\partial C}{\partial y} - u_z \frac{\partial C}{\partial z} + f$$

$$C(x,y,z,0) = C_0(x,y,z) \quad (x,y,z) \in \Omega, t=0$$

$$C(x,y,z,t)|_{\Gamma_1} = C_1(x,y,z,t) \quad (x,y,z) \in \Gamma_1, t>0$$

$$(c\vec{v} - D\text{grad}c) \cdot \vec{n}|_{\Gamma_2} = \phi(x,y,z,t) \quad (x,y,z) \in \Gamma_2, t \geq 0$$

上式中, 右端前三项为弥散项, 后三项为对流项, 最后为化学反应或吸附降解所产生的溶质增量; C 为溶质浓度; C_0 为初始浓度; Ω 为溶质运移扩散的区域, 与渗流区同域; Γ_1 为第一类边界即已知浓度边界; Γ_2 为第二类边界即溶质通量边界; C_1 为边界上已知浓度; ϕ 为边界溶质通量; $\vec{v}$ 为渗流速度, $\text{grad}c$ 为浓度梯度; D_{xx} , D_{yy} , D_{zz} 分别为 x , y , z 三个主方向的弥散系数。

(3) 地下水数值模型构建

① 模型离散

模拟区东西方向宽约 805m, 南北方向长约 1430m, 将其剖为 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 的单元格, 在项目所在地网格加密成 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 的单元格, 见图 7.3-26。

图 7.3-26 模型网格剖分图

② 模型识别与验证

建立污染物在地下水中运移模型之前, 模型校正 (识别) 与验证显得尤为重要, 若想得到与模拟区实际情况较吻合的初始渗流场, 在运行模拟过程中需要根据实际水位与模拟水位差异性不断调整模型参数, 模型参数在现场水文地质试验得出参数范围中间取值, 保证模拟运算结果真实可靠, 与实际的水文地质条件差异较小。

本次评价在模型中输入初始渗透系数, 以稳定流运行得到的流场作为非稳定流的初始流场。在非稳定流模型中, 调整模型的水文地质参数, 通过模拟区实际观测的水位和模型计算水位的拟合结果进行对比分析, 若计算出的水位与模拟区实测的

水位差异较大，则根据水文地质试验获取及类比的参数取值范围和实测水位之间的差值大小，再尝试选用所给取值范围内其他的模型参数，直到模拟出的渗流场与模拟区的实际渗流场相近为止，根据模拟区的水文地质结构特征，判断数值模型的结构是否具有合理性。

按照以上原则，以稳定流运行出的流场作为非稳定流的初始流场，4月15日观测点水位作为拟合水位，以5月31日水位作为校正水位，输出流场。不断修正模型中的渗透系数、给水度和降水入渗补给系数，使观测点处的计算水位与实际水位差满足误差要求，采用非稳定流模拟方案，模型计算运行10年，拟合流场和校核流场分别见图7.3-27、图7.3-28。模拟区最终确定的含水层水文地质参数分区见图7.3-29，参数取值见表7.3-5，降雨入渗吸收分区见图7.3-30，降雨入渗系数取值见表7.3-22。

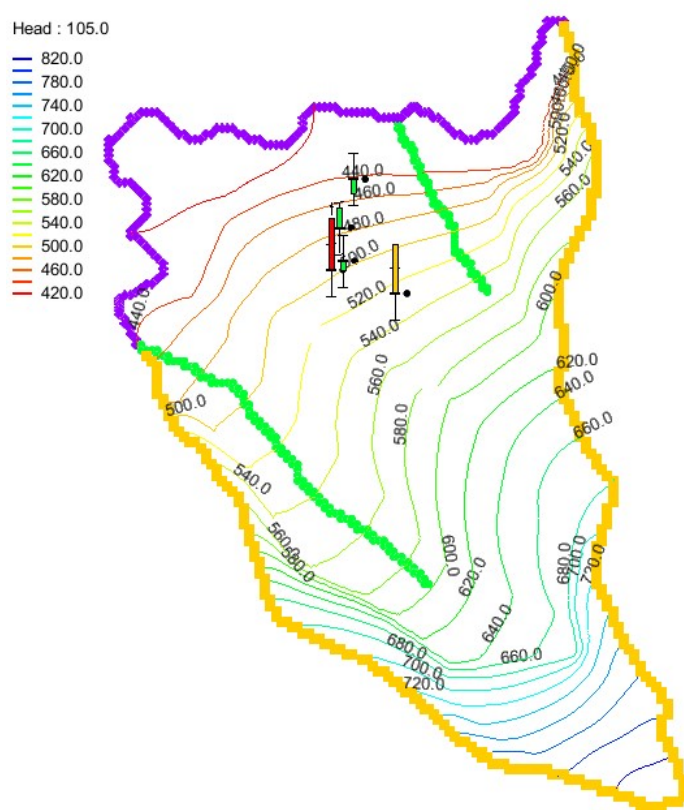


图 7.3-27 2020 年 4 月中旬观测水位与模拟水位拟合图

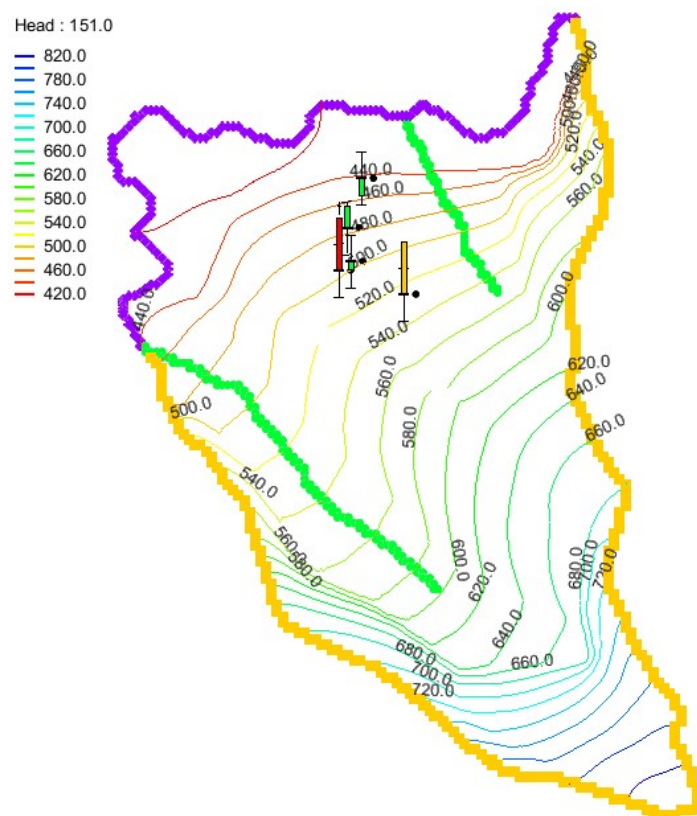


图 7.3-28 2020 年 5 月底观测水位与模拟水位验证图

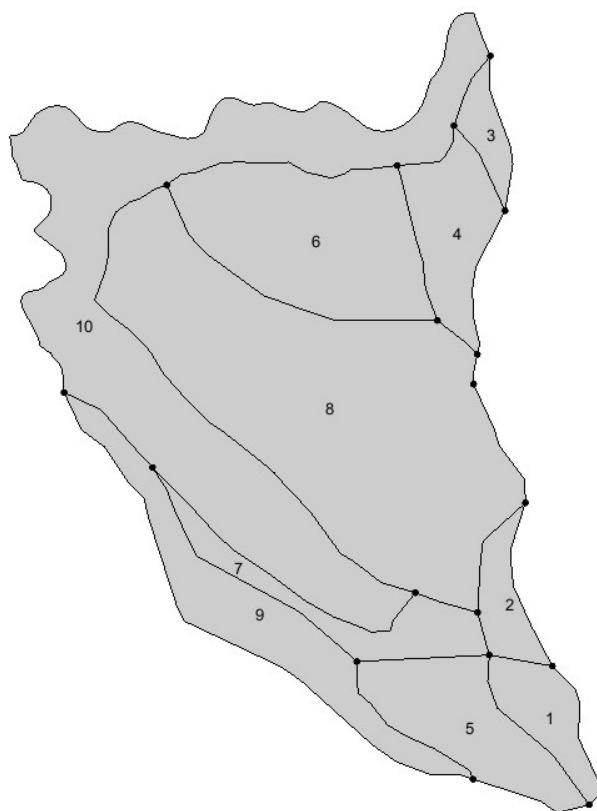


图 7.3-29 含水层水文地质参数分区图

表 7.3-5 模拟区水文地质参数取值一览表

序号	参数	渗透系数(m/d)	给水度 Sy	孔隙度	弥散度(m)
1		0.01	0.09	0.11	10
2		0.002	0.10	0.12	10
3		0.001	0.09	0.11	10
4		0.003	0.12	0.15	10
5		0.08	0.13	0.18	10
6		0.008	0.09	0.11	10
7		0.08	0.13	0.18	10
8		0.021	0.13	0.18	10
9		0.0025	0.09	0.11	10
10		0.15	0.15	0.2	10

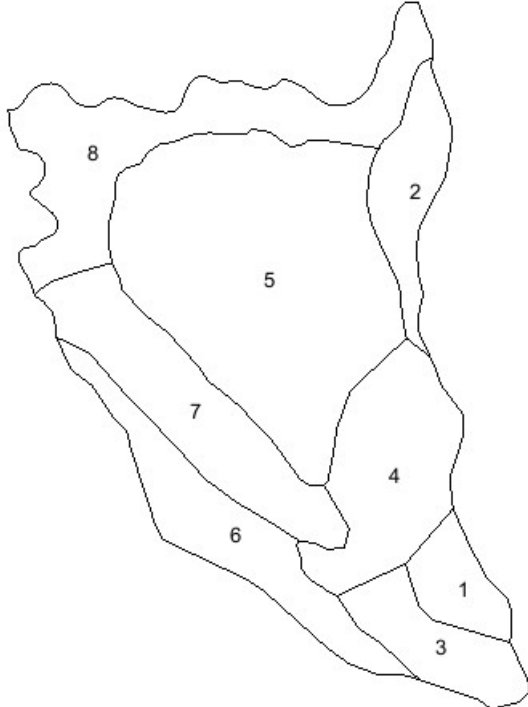


图 7.3-30 降雨入渗补给系数分区图

表 7.3-6 模拟区降雨入渗补给系数取值一览表

编号	降雨入渗系数	编号	降雨入渗系数
1	0.15	5	0.23
2	0.16	6	0.19
3	0.16	7	0.30
4	0.25	8	0.29

(4) 地下水环境影响预测与评价

① 情景设置

钻井施工期会产生钻井废水、洗井废水和放喷废水，在非正常状况下，由于自然

或人为因素（地基不均匀沉降或外力）可能导致井场内放喷池出现裂缝。根据设计资料，废水罐的体积为 50m^3 ，用于储存钻井废水和酸性洗井废水，放喷池尺寸 $8\text{m}\times 5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，总体积为 20m^3 。由于钻井废水、酸性洗井废水和放喷废水中的污染物种类基本相同，废水罐位于地表，在发生泄漏的情况下容易被发现，而放喷池位于地下，发生泄漏后不易被发现。类比同类项目钻井施工期废水中污染物浓度，放喷废水比钻井废水、酸性洗井废水中污染物浓度更高，因此本次评价选择放喷废水在非正常工况下发生泄漏预测对地下水环境的影响，由于场地天然状态下包气带渗透系数较大，废水泄漏后将快速进入含水层，本次预测放喷池的泄漏量按放喷池储存量的 10% 计算。放喷废水中主要污染物浓度如下表所示。

表 7.3-7 放喷废水中主要污染物浓度 单位：mg/L（pH 除外）

污染物种类	pH	SS	石油类	COD
污染物浓度	2.0~5.0	4000~5000	80~100	2000~40000

② 源强计算

根据放喷废水的水质特征，评价因子拟选择 COD 和石油类，COD 浓度按照 40000mg/L 计算，石油类浓度按最大值 100mg/L 计算。则进入含水层中的 COD 和石油类的质量分别为：

$$20\text{ m}^3\times 10\%\times 40000\text{mg/L}=80\text{kg}$$

$$20\text{ m}^3\times 10\%\times 100\text{mg/L}=0.2\text{kg}$$

③ 预测结果

根据地下水环境质量现状监测结果，场地地下水中 COD 的背景值为 2.3mg/L ，石油类未检出。污染物泄漏后，叠加背景值后 COD 浓度大于 2.3mg/L 时含水层受到污染影响，叠加背景值后 COD 浓度大于 3mg/L 时含水层中 COD 超标；石油类浓度大于检出限 0.01mg/L 时受到污染影响，大于 0.05mg/L 时含水层中石油类超标。在非正常状况下，放喷池泄漏后污染物超标、影响范围及程度见表 7.3-8，COD 运移模拟结果见图 7.3-31~图 7.3-33，石油类运移模拟结果见图 7.3-34~图 7.3-36。

表 7.3-8 施工期非正常情况下放喷池泄漏对潜水含水层影响范围表

污染物	影响时限(d)	影响范围 (m^2)	超标范围(m^2)	最大迁移距离(m)	最大浓度(mg/L)
COD	365d	4966	4930	83	4598
	1000d	11881	10860	148	2053
	3650d	40256	37957	365	572
石油类	365d	4048	3557	74	12.31
	1000d	9207	7594	132	5.36
	3650d	32400	23344	339	1.37

图 7.3-31 非正常情况下放喷池泄漏后 365 天 COD 污染羽分布图

图 7.3-32 非正常情况下放喷池泄漏后 1000 天 COD 污染羽分布图

图 7.3-33 非正常情况下放喷池泄漏后 3650 天 COD 污染羽分布图

根据预测，放喷池泄漏后 365d，COD 影响范围为 4966m²，叠加背景值后的超标范围 4930m²，最大迁移距离为 83m，中心最大浓度为 4598mg/L。随着时间污染羽向北迁移，对含水层的影响范围仍逐渐扩大，1000d 时，COD 影响范围为 11881m²，叠加背景值后的超标范围为 10860m²，最大迁移距离为 148m，中心最大浓度为 2053mg/L。3650d 时，COD 影响范围为 40256m²，叠加背景值后的超标范围为 37957m²，最大迁移距离为 365m，中心最大浓度为 572mg/L。由迁移情况可知，10 年污染物未迁移至河流，未影响到地表水，但污染物中心浓度远大于标准值，井场下游无分散式地下水保护目标。

图 7.3-34 非正常情况下放喷池泄漏后 365 天石油类污染羽分布图

图 7.3-35 非正常情况下放喷池泄漏后 1000 天石油类污染羽分布图

图 7.3-36 非正常情况下放喷池泄漏后 3650 天石油类污染羽分布图

放喷池泄漏后 365d 时，石油类影响范围为 4048m²，超标范围 3557m²，最大迁移距离为 74m，中心最大浓度为 12.31mg/L。随着时间污染羽向北迁移，对含水层的影响范围仍逐渐扩大，1000d 时，石油类影响范围为 9207m²，超标范围为 7594m²，最大迁移距离为 132m，中心最大浓度为 5.36mg/L。3650d 时，石油类影响范围为 32400m²，超标范围为 23344m²，最大迁移距离为 339m，中心最大浓度为 1.37mg/L。由迁移情况可知，10 年污染物未迁移至河流，未影响到地表水，但污染物中心浓度远大于标准值，井场下游无分散式地下水保护目标。

2、地面工程

地面工程主要包含采气井站、净化厂等天然气场站的建设，原料管线、燃料气管线、外输管道、气田水回注管道等管道的敷设以及进站道路的建设。

采气井场、净化厂等天然气站场产生的废水为施工废水和生活污水，经现场一体化水处理装置处理后用于施工用水。

管道建设施工是分段进行，且主要依靠当地农村劳动力开挖管沟及抬管，施工管理及技术员生活设施依托沿线城镇旅店，不设野外施工营地。

集输管线、气田水输送管线及外输管线在敷设期间对地下水环境的影响主要来自管沟开挖对浅层地下水流场的扰动。根据现场调查，评价区地下水多在斜坡地带顺以泉的形式出露，地下水埋深较浅，施工期管沟开挖可能会影响改变周边地下水径流通道。其次管道开挖产生的扰动会在一定程度上增加地下水中的悬浮物，但影响范围很小。

管道敷设完成后清管试压产生的废水主要污染物为悬浮物，经简单过滤处理后就近排放。

综上，施工期间产生的各类污、废水均能得到妥善处置，对地下水环境基本没有影响。

7.3.5.4 运营期地下水环境影响预测与分析

1、集输工程

内部集输工程包括采气井站 4 座、集气装置 1 列及采气管线若干，采气管线为全密闭输送，运营过程中对外界环境无影响。

采气井站仅在检修工况下放空分液罐产生的少量废水及设备检修废水定期拉运至净化厂气田水处理装置，集气装置的检修废水送净化厂废水处理装置处理。值班人员依托净化厂人员编制，无生活污水产生，正常情况下对地下水基本没有影响。

外输工程首站依托净化厂内人员编制，外输末站人员依托北外环渡口河输气站，均无生活污水产生。

综上，集输工程在运营期内基本不会对地下水造成影响。

2、天然气净化工程

1) 正常工况下地下水环境影响分析

天然气净化厂包括脱硫装置、脱水装置、硫磺回收装置、尾气处理装置等主体工程以及气田水处理单元、废水处理单元等辅助工程。

经内部集输工程来气经分离器组产生的气田水送至厂内气田水处理装置达标后回注至黄金 1 井；

过滤器等设备冲洗废水经生产废水收集系统收集后进入综合污水深度处理单元进

行深度处理，产生的淡水一部分进入中水池掺和后作为循环冷却水系统补充水，一部分作为锅炉房补充水。

暂存在检修污水池中的设备检修污水和生产污水最终汇入污水生化处理装置经处理去除大部分油类、悬浮物、COD，达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）中的道路清扫和绿化用水标准以及《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中的一级排放标准后，在中水池与 RO 淡水掺和，用于厂内道路冲洗、绿化用水和循环水补水。

装置区内受污染的场地冲洗水、初期雨水通过闸门倒换进入初期雨水收集系统后进入生化处理单元，其余雨水则进入清洁雨水收集系统，与其他清洁区域的雨水合并排至厂外沟渠。厂区事故废水主要包括事故时的物料或污水泄漏、消防废水和事故期间的初期雨水，由事故废水收集系统收集后，进入厂内新建事故污水池储存，每天少量掺合至污水生化处理装置处理。

综上，正常工况下本工程无废水外排，对地下水的影响很小。

2) 非正常工况下地下水环境影响预测与评价

(1) 水文地质概念模型

① 模拟区与水文地质单元边界概化

根据工程布置，天然气净化厂位于苟家寨村鸳鸯池，为周边地势最高点，地处中河和后河流域分水岭上，净化厂以西属后河流域，净化厂以东、4号井场属中河流域，由于其具有统一补给边界，因此以净化厂所在地石板坡山顶为中心，四周地表分水岭为界，构成具有相对独立的补、径、排系统水文地质单元，总面积 8.087km²。根据前述水文地质条件，将模拟区内部溪沟概化为内部排水沟，在排水沟出口处边界概化为流出的流量边界，流量根据达西定律计算，其余四周均概化为零流量边界。天然气净化厂模拟范围见图 7.3-37。

图 7.3-37 天然气净化厂模拟范围

② 含水层结构概化

根据前述水文地质条件，区域地下水类型从上至下依次为第四系残坡积松散岩类孔隙潜水、红层风化带孔隙裂隙水和碎屑岩层间裂隙水。

上覆第四系残坡积层的粉土、粉质粘土以及砂土，渗透性较弱，其厚度薄。仅 3.35m，富水性很弱。

红层风化带孔隙裂隙水是区域所在地的主要含水层，浅层潜水底板埋深 32.00m。下部粉砂质泥岩和泥岩结构紧密，和裂隙不发育的砂岩构成上、下含水层间的相对隔水层。

本次评价以浅层风化带孔隙裂隙水为主，为便于模拟，将表层松散岩类孔隙潜水含水层和风化带孔隙裂隙含水层刻画为分块均质、各向异性的含水层，垂向上仅划分一层。

③ 源汇项概化与处理

区域浅层地下水主要接受大气降水补给，顺地势向沟谷低洼处分散径流，往往经过短途渗流即在地势较低洼处以下降泉的方式排泄，泉点分布较分散，最终在沟底较低洼的地带埋藏形成地下水储集区，在沟谷上游枯水期多见泉点出露，从而补给地表水。在枯水期沟谷中地表水的径流量基本上代表了地下水的天然排泄量，在模型中将其处理为内部排水沟。分散式人工开采，在模型中以抽水井赋值。大气降水和蒸发以面状源汇项给出，综合补给入渗系数通过模型校正获得。在运营期，净化厂厂区地表均硬化，降雨补给系数为零。

④ 水文地质参数

本次模拟涉及的水文地质参数包括潜水层的渗透系数、给水度、综合入渗补给系数。根据前述水文地质试验获得的渗透系数和给水度为参数初值，再通过模型校正获得最终值。根据 SK04 注水试验和收集到的 ZK6、ZK7 抽水试验资料，含水层渗透系数 $K=0.00189\sim0.039\text{m/d}$ ，表明区域内浅层风化带孔隙裂隙含水层渗透系数差异较大，非均质性较强。

含水层弥散度根据经验取值，纵向弥散度为 10m，横向弥散度为 1m。

(2) 地下水数值模型构建

① 模型离散

模型东西方向为X轴，长4100m；南北方向为Y轴，长2800m。垂向仅1层，以 $20\text{m}\times20\text{m}$ 的平面网格剖分，项目所在区域进行局部加密成 $5\text{m}\times5\text{m}$ 。模拟区平面网格剖分图如图7.3-38所示。

图7.3-38 净化厂模拟区平面网格剖分图

② 模型识别与验证

以稳定流运行出的流场作为非稳定流的初始流场，4月15日观测点水位作为拟合水位，以5月31日水位作为校正水位，输出流场。不断修正模型中的渗透系数、给水

度和降水入渗系数，采用非稳定流模拟方案，模型计算运行 10 年，使观测点处的计算水位与实际水位差满足误差要求，最终模型计算出的观测点水位和实测水位的水头差控制在 1m 以内，拟合流场和校核流场分别见图 7.3-39 和图 7.3-40。根据水文地质条件差异，对模型进行参数分区，详见图 7.3-41 和 7.4-42，模拟过程中的各项参数最后的数值见表 7.4-9 和表 7.3-10。

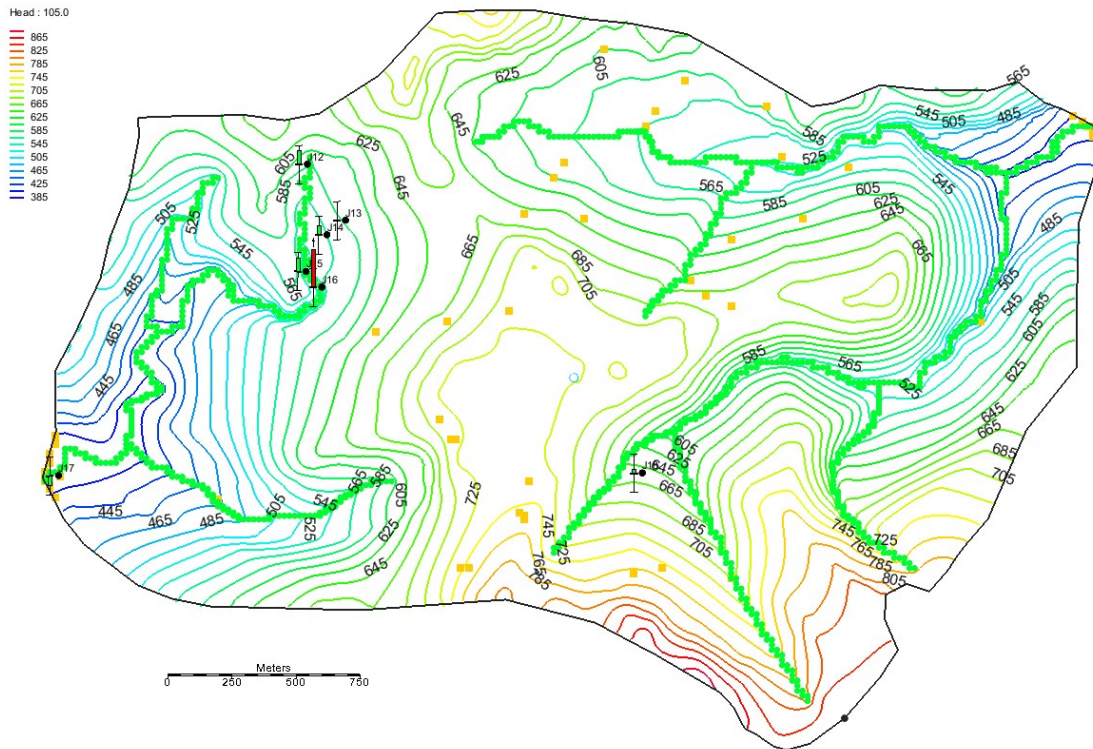


图 7.3-39 模拟区计算流场拟合图

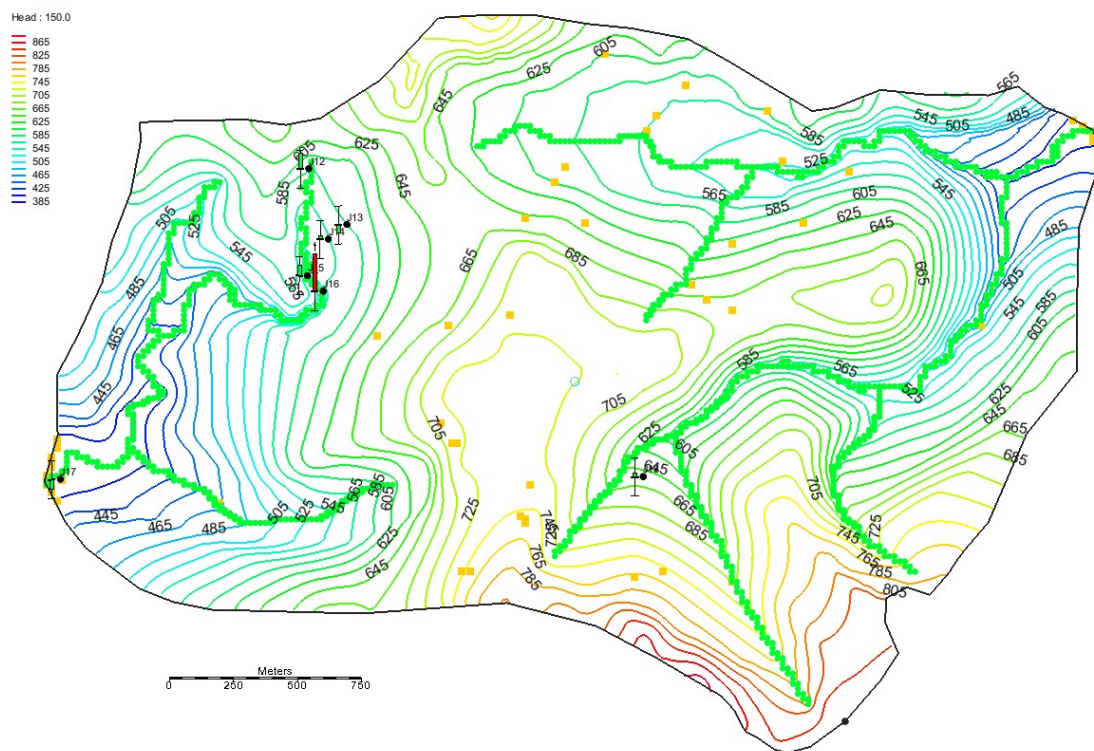


图 7.4-40 模拟区计算流场验证图

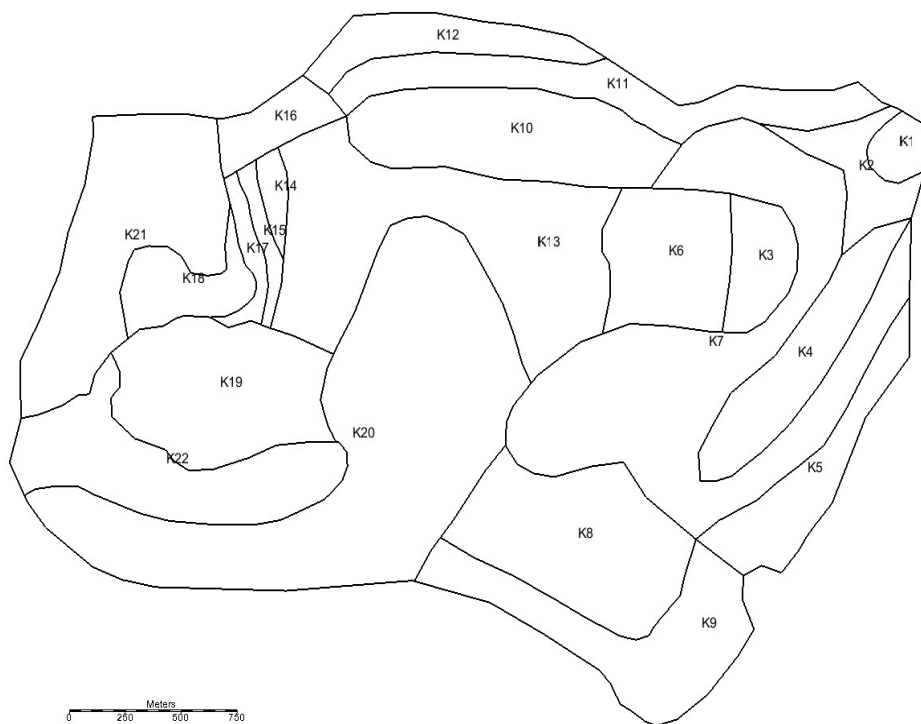


图 7.3-41 天然气净化厂水文地质单元含水层渗透系数分区图

表 7.3-9 天然气净化厂水文地质单元含水层渗透系数取值表

分区	渗透系数	给水度	孔隙度
K1	0.15	0.15	0.15
K2	0.1	0.15	0.15
K3	0.008	0.08	0.3
K4	0.02	0.15	0.3
K5	0.05	0.13	0.13
K6	0.02	0.13	0.13
K7	0.01	0.08	0.1
K8	0.018	0.13	0.13
K9	0.005	0.13	0.13
K10	0.2	0.11	0.12
K11	0.008	0.11	0.12
K12	0.00076	0.13	0.13
K13	0.03	0.13	0.13
K14	0.14	0.13	0.13
K15	0.08	0.13	0.13
K16	0.005	0.13	0.13
K17	0.18	0.13	0.13
K18	0.005	0.13	0.13
K19	0.02	0.13	0.13
K20	0.0076	0.13	0.13
K21	0.01	0.13	0.13
K22	0.07	0.13	0.13

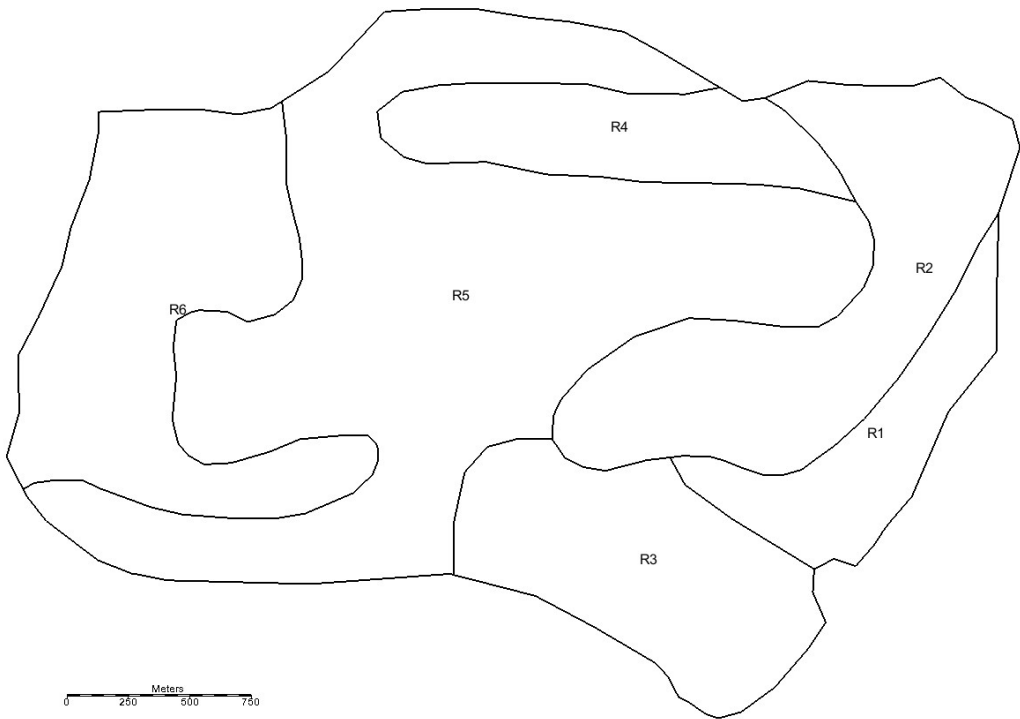


图 7.3-42 天然气净化厂水文地质单元降雨入渗系数分区图

表 7.3-10 天然气净化厂水文地质单元降雨入渗系数取值表

分区	入渗系数取值	分区	入渗系数取值
R1	0.1	R4	0.1
R2	0.2	R5	0.005
R3	0.01	R6	0.1

(3) 地下水环境影响预测与评价

① 工况设置

根据设计提供的资料，净化厂运营期主要废水为生产废水、生产污水、检修污水和可能产生的事故废水，以及尾气处理装置酸水汽提污水、生活污水、地面冲洗水和雨水。

由于污水池均位于地下，发生小面积破损导致防渗层实效的情况下不易被发现，根据全厂废水处理工艺流程，本次评价选择池体较大、浓度较高、泄漏后对地下水影响较大的装置进行预测，重点预测生化处理装置区的检修污水池、曝气调节池和深度处理装置区的调节池在非正常状况下发生泄漏后对含水层及下游地下水保护目标的影响。

② 源强计算

根据天然气净化厂内平面布置图，厂区内检修污水池共 2 座，池体位于地下，顶部覆土，单个池体有效容积 3500m³，尺寸 42m×29m×3.8m；曝气调节池尺寸 12.5×11×4m，有效容积 360m³，池底位于地表以下 1m；深度处理装置区的生产废水调节池尺寸为 25m×22.5m×5m，有效容积 1500m³，池体位于地下 4.7m。

污染源泄漏强度按照达西公式计算，场地地下水埋深变化较大，本次评价按照勘察期间钻孔揭露的地下水埋深取值。

$$Q = K \frac{H+D}{D} A \cdot t$$

其中，Q 为渗漏量，m³；K 为场地包气带渗透系数，根据渗水试验结果，场地包气带为粉质黏土夹砂土，下部为裂隙不发育的粉砂质泥岩，根据 ST02 渗水试验计算出的场地包气带渗透系数为 0.518m/d；H 为池体有效水深；D 为池底距地下水位高度；A 为池体破损面积，本次取单个池体底面积的 5%作为破损面积。根据勘察资料，场地地下水埋深 7.48m。出于保守考虑，本次计算忽略由于池体液位降低从而导致渗漏量的降低。废水中的主要污染物为 COD，根据地下水质量现状监测，场地地下水中 COD 本底值约 0.83mg/L。各池体发生泄漏的污染物源强计算见表 7.3-11。

表 7.3-11 净化厂运营期地下水预测源强计算表

装置区	池体底面积 m ²	破损面积 m ²	有效水深 m	渗漏量 m ³	污染物浓度 mg/L	污染物泄漏质量 kg
检修污水池	1218	60.9	2.87	56.15	10000	561.5
曝气调节池	137.5	6.875	2.62	5	2500	12.5
生产废水调节池	562.5	28.125	2.67	28.56	10000	285.6

③ 预测结果

根据预测结果，由于检修污水池、曝气调节池、生产废水调节池位于厂区东侧和东南侧，地下水流向偏向中河流域，在发生泄漏的情况下，污染物均向东南方向运移，在该方向无分散式地下水保护目标，污染物泄漏后对含水层的影响如下。

在检修污水池泄漏后 365 天，COD 运移影响距离为 66.9m，影响面积为 3987.6m²，叠加背景值后超标距离为 48.4m，超标面积为 3130.3m²，污染晕中心浓度为 9094.3mg/L，超标 3031.4 倍；泄漏后 1000 天，COD 运移影响距离为 86.2m，影响面积为 7346.2m²，叠加背景值后超标距离为 64.8m，超标面积为 5268.7m²，污染晕中心浓度为 7503.4mg/L，超标 2501.1 倍；泄漏后 10 年，COD 运移影响距离为 144m，影响面积为 17964.8m²，叠加背景值后超标距离为 103m，超标面积为 10039m²，污染晕中心浓度为 3863.3mg/L，超标 1287.7 倍，此时污染物运移出厂界，池体影响范围内无分散式地下水保护目标。污染物运移图见图 7.3-43~图 7.3-45。

图 7.3-43 检修污水池泄漏后 365 天 COD 运移图

图 7.3-44 检修污水池泄漏后 1000 天 COD 运移图

图 7.3-45 检修污水池泄漏后 10 年 COD 运移图

在曝气调节池泄漏后 365 天，COD 运移影响距离为 65.7m，影响面积为 3126m²，叠加背景值后超标距离为 42.53m，超标面积为 2387m²，污染晕中心浓度为 1975.6mg/L，超标 658.5 倍；泄漏后 1000 天，COD 运移影响距离为 89.8m，影响面积为 5409m²，叠加背景值后超标距离为 50.9m，超标面积为 3146.5m²，污染晕中心浓度为 1398mg/L，超标 466 倍；泄漏后 10 年，COD 运移影响距离为 157m，影响面积为 10200m²，叠加背景值后超标距离为 104.3m，超标面积为 6980.4m²，污染晕中心浓度为 482.8mg/L，超标 142.9 倍，此时污染物已运移出厂界，池体影响范围内无分散式地下水保护目标。污染物运移图见图 7.3-46~图 7.3-48。

图 7.3-46 曝气调节池泄漏后 365 天 COD 运移图

图 7.3-47 曝气调节池泄漏后 1000 天 COD 运移图

图 7.3-48 曝气调节池泄漏后 10 年 COD 运移图

在生产废水调节池泄漏后 365 天，COD 运移影响距离为 74m，影响面积为 6048.1m²，叠加背景值后超标距离为 53.25m，超标面积为 2825.6m²，污染晕中心浓度为 9145.5mg/L，超标 3048.5 倍；泄漏后 1000 天，COD 运移影响距离为 97.8m，影响面积为 8635.9m²，叠加背景值后超标距离为 72m，超标面积为 5266.7m²，污染晕中心浓度为 8012.2mg/L，超标 2670.7 倍；泄漏后 10 年，COD 运移影响距离为 157.9m，影响面积为 18878.3m²，叠加背景值后超标距离为 115.3m，超标面积为 9519.5m²，污染晕中心浓度为 7056.3mg/L，超标 2352.1 倍，此时污染物运移出厂界，池体影响范围内无分散式地下水保护目标。污染物运移图见图 7.3-49~图 7.3-51。

图 7.3-49 生产废水调节池泄漏后 365 天 COD 运移图

图 7.3-50 生产废水调节池泄漏后 1000 天 COD 运移图

图 7.3-51 生产废水调节池泄漏后 10 年 COD 运移图

4、气田水回注工程

1) 正常工况下地下水环境影响分析

本项目在运营期间将汽提处理后的气田水从天然气净化厂经气田水输送管线送至黄金 1 井回注站回注处理，在回注站内经简易过滤处理达标后储存在气田水罐中，经加压后回注至飞仙关组。回注井固井质量良好，回注层封闭性好，在正常工况下回注工程不会对浅层地下水产生影响。

2) 非正常工况下地下水环境影响预测与评价

本次评价以数值法预测回注井在非正常状况下对地下水环境的影响，用数值法预测回注管线对沿线典型的分散式保护目标地下水环境的影响。

(1) 回注站

① 模拟区与水文地质单元边界概化

本次模拟范围为回注井所在水文地质单元，如图 7.3-52 所示。北部和西部以地下水分水岭作为零流量边界，东南部以中河为定水头边界。垂向上模型的上边界为潜水含水层的自由水面，整个含水层系统通过该边界接受大气降水入渗进行补给。模型底部为泥岩和裂隙不发育的砂岩组成相对隔水层，垂向上将其概化为隔水边界。模拟区面积约 1.416km²。

图 7.3-52 模拟区范围图

② 含水层结构概化

根据前述水文地质条件，黄金 1 回注井下伏侏罗系中统沙溪庙组上段（J₂s²）风化带孔隙裂隙潜水，是项目工程建设区内主要地下水类型，含水层岩性为青灰色、棕褐色砂岩、泥质粉砂岩。根据 SK05 钻孔资料，单层砂岩厚度 1.0-2.8m，钻孔揭露范围内最大泥质粉砂岩厚度为 17.6m，含水层总厚度 46.7m。本次评价将浅层地下水系统概化为单层均质，各向异性潜水含水层。

3、源汇项概化与处理

模拟区的地下水系统主要接受大气降雨入渗补给，地下水顺沟谷走向或垂直沟谷径流，汇入模拟区内溪沟后排出模拟区。在模型中降雨入渗补给以面状补给源赋值，结合区域降雨量和蒸发量最终以综合入渗补给系数给出，将地表溪沟处理为内部排水沟。

4、水文地质参数

根据前述水文地质条件，模拟区地下水类型为红层风化带孔隙裂隙水，裂隙较发育，但补给条件较差，整体富水性较差。根据钻孔 SK05 抽水试验，含水层渗透系数约 0.066m/d。

(2) 地下水数值模型构建

① 模型离散

东西方向长 1237m，南北方向宽 1398m，将其剖为 20m×20m 的单元格，在项目所在地进行网格加密，加密成 5m×5m 的单元格，垂向上仅 1 层。模拟区平面网格剖分见图 7.3-53。

图 7.3-53 模型网格剖分图

② 模型识别与验证

以稳定流运行出的流场作为非稳定流的初始流场，不断修正模型中的渗透系数、给水度和降水入渗系数，采用非稳定流模拟方案，模型计算运行 10 年，使观测点处的计算水位与实际水位差满足误差要求，最终模型计算出的观测点水位和实测水位的水头差控制在 1m 以内，拟合流场和校核流场分别见图 7.3-54 和图 7.3-55。根据水文地质条件差异，对模型进行参数分区，详见图 7.3-56 和 7.4-57，模拟过程中的各项参数最后的数值见表 7.4-12 和表 7.3-13。

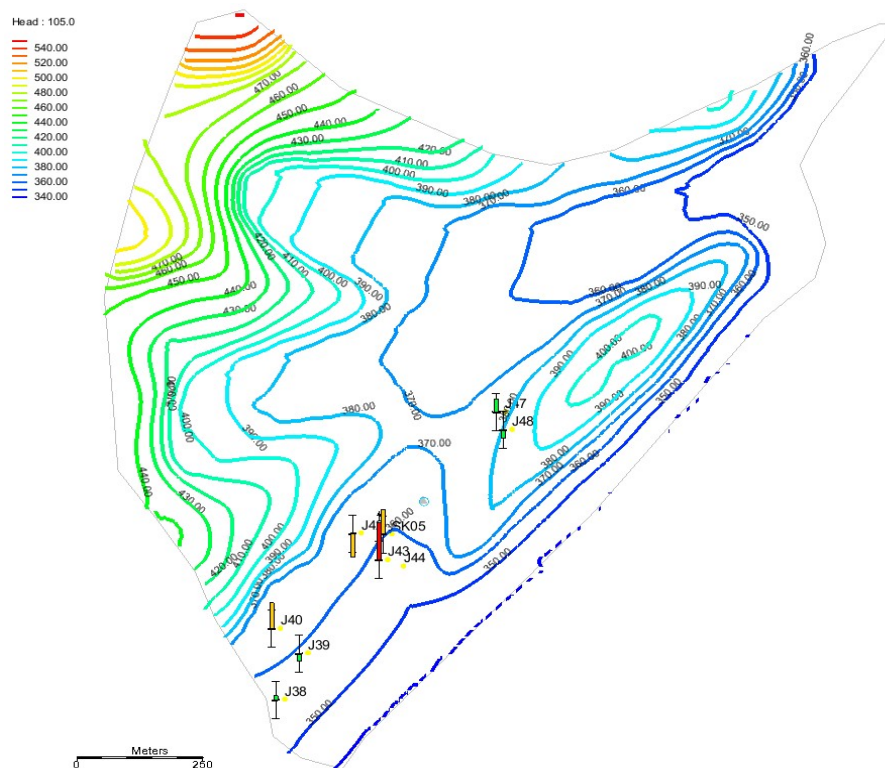


图 7.3-54 2020 年 4 月中旬观测水位与模拟水位拟合图

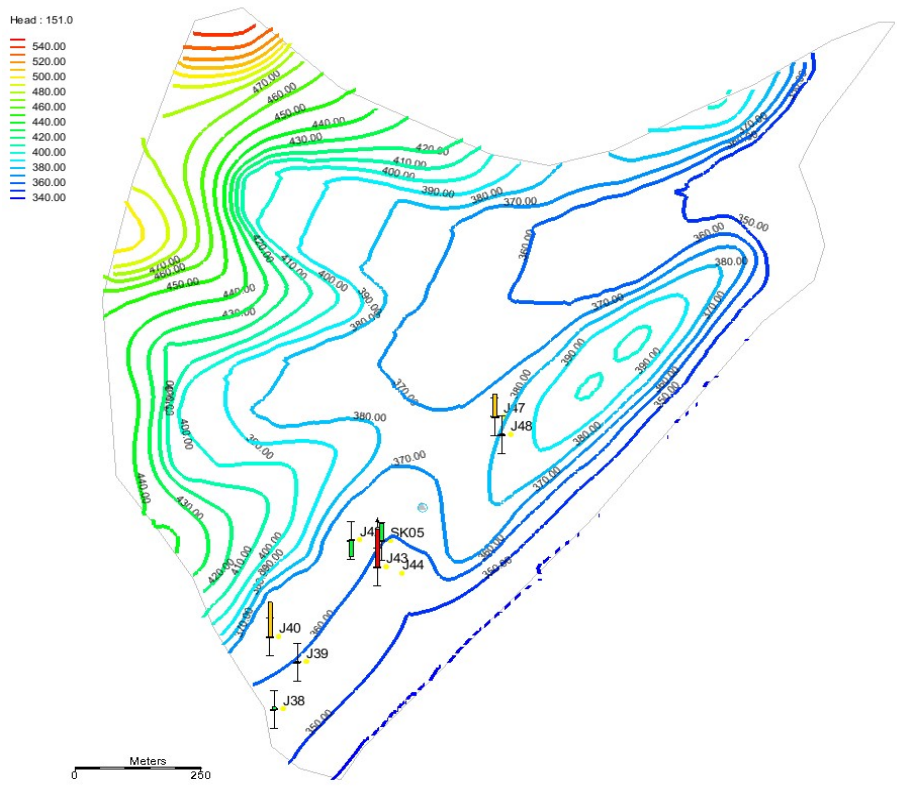


图 7.3-55 2020 年 5 月底观测水位与模拟水位验证图

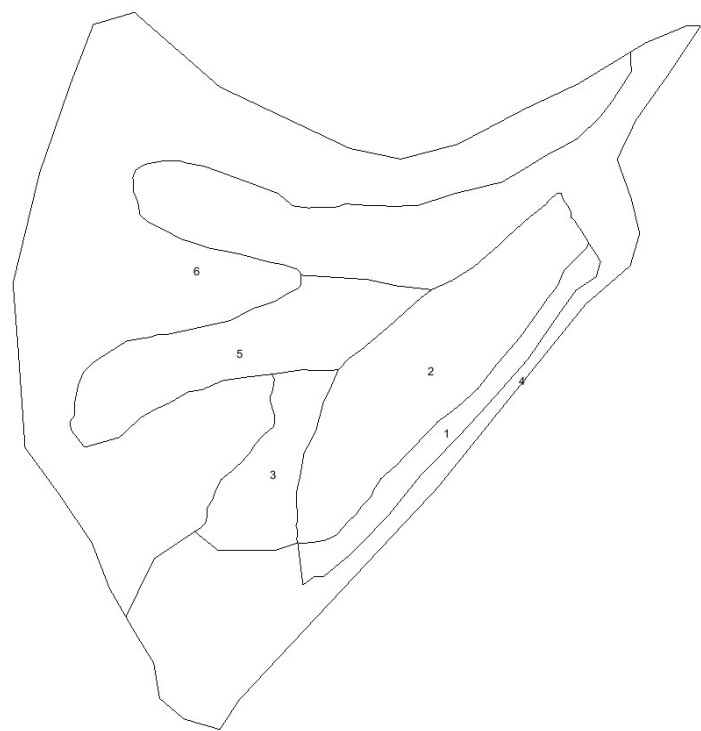


图 7.3-56 含水层水文地质参数分区图

表 7.3-12 含水层水文地质参数取值一览表			
序号	渗透系数(m/d)	给水度 Sy	孔隙度

1	0.04	0.2	0.2
2	0.015	0.1	0.13
3	0.1	0.15	0.15
4	0.15	0.05	0.13
5	0.06	0.12	0.13
6	0.006	0.12	0.13

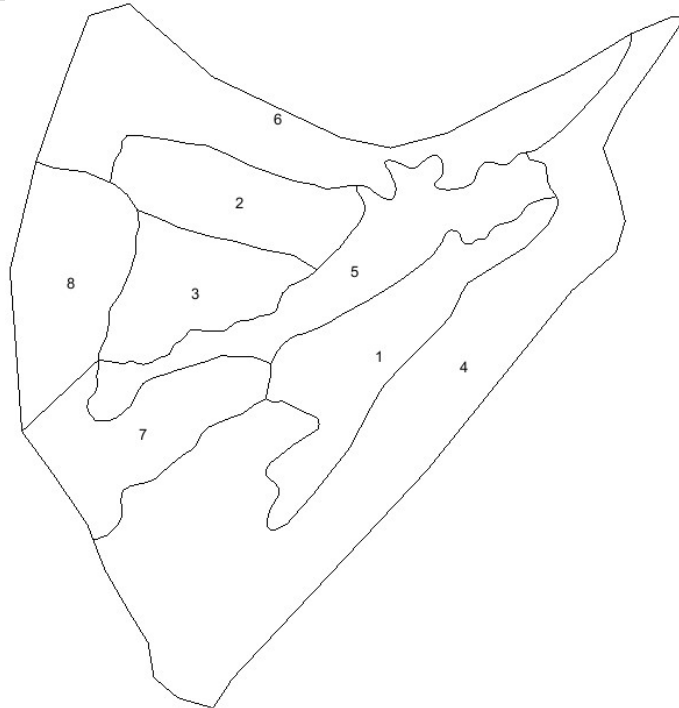


图 7.3-57 回注井水文地质单元降雨入渗系数分区图

表 7.3-13 回注井水文地质单元降雨入渗系数取值表

编号	降雨入渗系数	编号	降雨入渗系数
1	0.09	5	0.17
2	0.15	6	0.12
3	0.23	7	0.23
4	0.15	8	0.20

(3) 地下水环境影响预测与评价

① 工况设置

非正常状况下，运行期间由于自然或人为因素（地基不均匀沉降或外力）可能导致井场内气田水输送管或气田水罐出现裂缝。井场内气田水罐为架空的卧式钢制罐，单座容积为 50m³，共计 2 座，总容积为 100m³，即使在发生泄漏的情况下工作人员能很快发现并及时处理，并将污染事故的影响降至最低，在有防渗层保护的情况下，进入含水层的污染物很少。

根据业主提供的资料，黄金 1 回注井井身结构为 4 层套管，总体固井质量较好。

本次预测考虑在非正常工况下回注水进入含水层，污染物属于瞬时泄漏。

② 源强计算

根据设计资料，回注水设计回注量为 $120\text{m}^3/\text{d}$ ，回注速率约 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，假定在非正常工况下气田水发生泄漏后进入含水层，泄漏时间为 30min ，则进入含水层的气田水量为 10m^3 。

根据中国石油天然气行业标准《高含硫气田水处理及回注工程设计规范》（SY/T6881-2012）和《气田水回注技术规范》（Q/SY01004-2016），回注水相关指标应达到回注要求。结合气田产出水的水质特征，预测因子拟选择石油类和 Cl^- ，石油类浓度按照回注水处理主要指标设计要求，为 100mg/L 。出于保守考虑， Cl^- 取本区飞仙关组地层水，浓度为 20000mg/L 。根据地下水环境质量现状监测结果，回注井周边石油类未检出， Cl^- 背景值为 12.83mg/L 。估算非正常状况下回注井的石油类泄漏量为：

$$10\text{m}^3 \times 100\text{mg/L} = 1.0\text{kg}$$

非正常状况下回注井 Cl^- 的泄漏量为：

$$10\text{m}^3 \times 20000\text{mg/L} = 200\text{kg}$$

③ 预测结果

在非正常状况下，气田水泄漏后石油类和氯化物的超标、影响范围和程度见表 7.3-14。石油类运移模拟结果见图 7.3-58~图 7.3-60， Cl^- 运移模拟结果见图 7.3-63~图 7.3-65。

表 7.3-14 运营期非正常情况下污染物对潜水含水层影响范围表

污染物	影响时限 (d)	影响范围 (m^2)	超标范围 (m^2)	最大影响 距离(m)	最大超标 距离(m)	最大浓度 (mg/L)	中心点超 标倍数
石油类	365d	7318	5782	113	107	7.82	155.4
	1000d	15554	11914	169	160	2.45	48
	3650d	11934	0	286	/	0.044	不超标
Cl^-	365d	5339	2255	118	65	1577	5.3
	1000d	11842	3152	160	122	487	0.948
	3650d	721	0	172	/	14.6	不超标

图 7.3-58 非正常情况下石油类泄漏 365d 污染羽分布图

图 7.3-59 非正常情况下石油类泄漏 1000d 污染羽分布图

图 7.3-60 非正常情况下石油类泄漏 3650d 污染羽分布图

气田水泄漏后 365d，石油类影响范围为 7318m²，超标范围为 5782m²，影响距离为 113m，超标距离为 107m，含水层中石油类最大浓度为 7.82mg/L。1000d 时，石油类影响范围为 15554m²，超标范围为 11914m²，影响距离为 169m，超标距离为 160m，含水层中石油类最大浓度为 2.45mg/L。在 3650d 时含水层中石油类影响面积为 11934m²，最大迁移距离为 286m，此时地下水中石油类不超标。根据预测结果，640 天时 J44 地下水中的石油类受到污染影响，800d 石油类开始超标，至 1551 天时污染物浓度最高，为 0.443mg/L，石油类超标 7.86 倍，3220 天后不再超标，4167 天后石油类影响消除。污染物泄漏 1030 天后石油类将对 J43 地下水水质产生影响，1612 天时石油类浓度最大，为 0.033mg/L，未超标，随后浓度开始降低，2646 天后污染影响消除。回注井下游 J41 和 J42 位于地下水流侧向，根据模拟结果，其未受到影响，为确保地下水环境安全，建议建设单位在运营期加强关注回注井下游及侧向四口水井的水质变化情况，同时，在回注前为下游可能受影响居民另找水源或其他补偿措施。

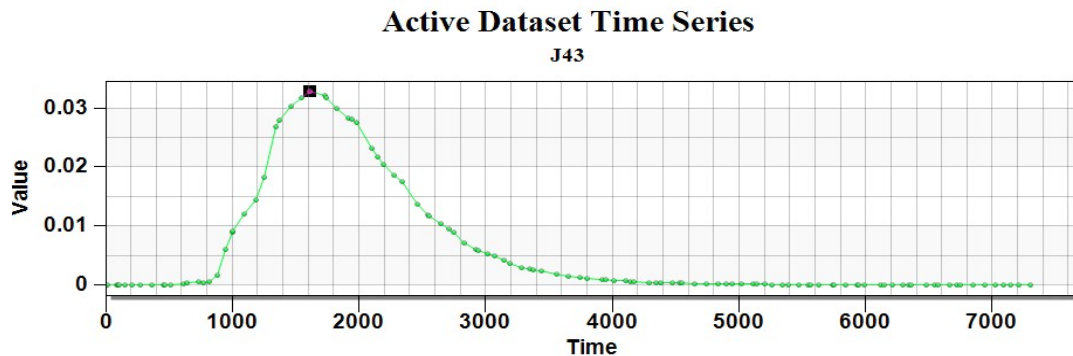


图 7.3-61 下游保护目标 J43 处地下水中石油类浓度变化图

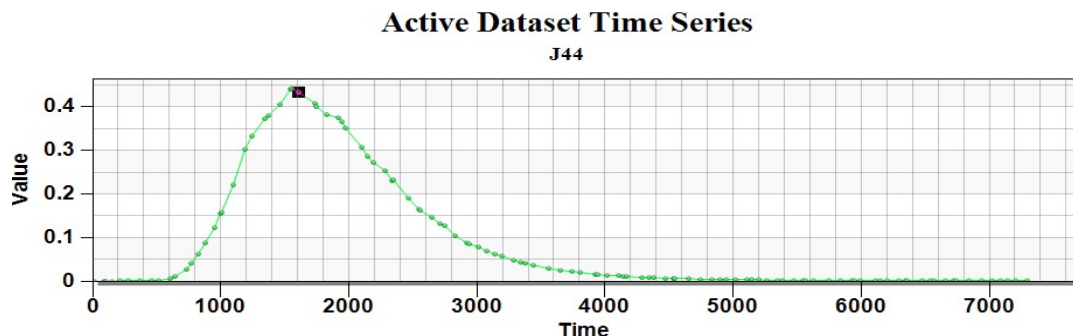


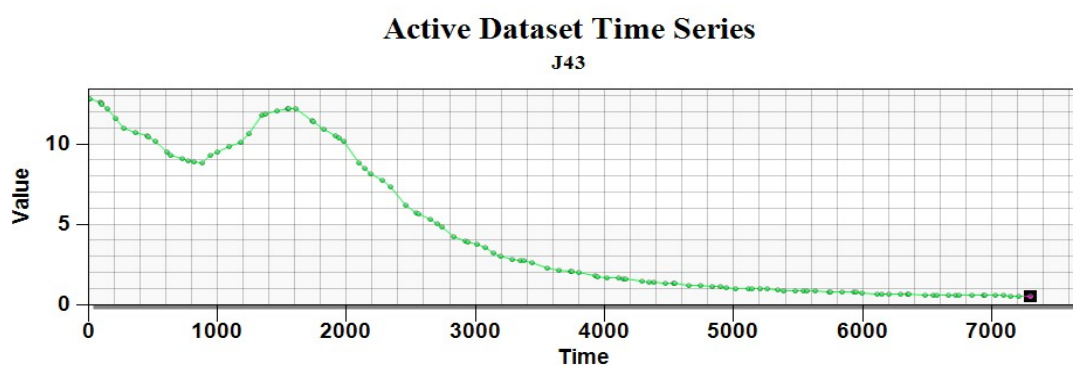
图 7.3-62 下游保护目标 J44 处地下水中石油类浓度变化图

图 7.3-63 非正常情况下 Cl⁻ 泄漏 365d 污染羽分布图

图 7.3-64 非正常情况下 Cl⁻泄漏 1000d 污染羽分布图

图 7.3-65 非正常情况下 Cl⁻泄漏 3650d 污染羽分布图

气田水泄漏后 365d, Cl⁻影响范围为 5339m², 超标范围为 2255 m², 最大迁移距离为 118m, 最大超标距离为 65m, 此时含水层中 Cl⁻最大浓度为 1577mg/L。随着时间污染羽继续向南侧迁移, 对含水层的影响范围仍逐渐扩大, 1000d 时, Cl⁻影响范围为 11842m², 超标范围为 3152 m², 最大迁移距离为 160m, 最大超标距离为 122m, 最大浓度为 487mg/L。在 3650d 时含水层中 Cl⁻影响面积为 721m², 地下水中氯化物不超标, 此时最大迁移距离为 172m, 含水层中氯化物最大浓度为 14.6mg/L。根据模拟结果, 污染物泄漏后 610dJ44 地下水中的氯化物将受到影响, 1551 天时污染物浓度最高, 为 96mg/L, 随着污染物继续向南迁移, 影响面积逐渐缩小, 3286d 时 J44 地下水恢复至天然状态, 地下水中氯化物均未超标。污染物泄漏 882 天后将对 J43 地下水中的氯化物产生影响, 1612 天时浓度最大, 叠加背景值后的浓度为 25mg/L, 2090 天时影响污染消除, 地下水中氯化物未出现超标现象。回注井下游 J41 和 J42 位于地下水流侧向, 根据模拟结果, 其未受到影响, 为确保地下水环境安全, 建议建设单位在运营期仍需关注下游和侧向四口水井的水质变化情况, 同时, 在回注前为下游可能受影响居民另找水源或其他补偿措施。

图 7.3-66 下游保护目标 J43 处地下水中 Cl⁻浓度变化图

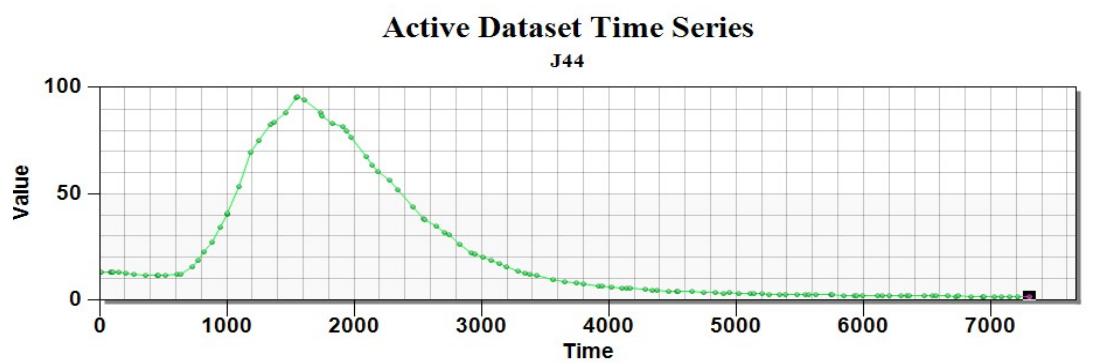


图 7.3-67 下游保护目标 J44 处地下水中 Cl⁻浓度变化图

(2) 气田水输送管线

① 计算公式

采用解析法进行运行期非正常状况下管道下游 200m 范围内分散式饮用水源井的影响预测，解析解预测模型为《环境影响评价技术导则》(地下水环境 HJ 610-2016)附录 D.1.2.2.1 瞬时注入示踪剂—平面瞬时点源公式。

$$C(x, y, t) = \frac{m_M / M}{4\pi n t \sqrt{D_L D_T}} e^{\left[-\frac{(x-ut)^2}{4D_L t} - \frac{y^2}{4D_T t} \right]}$$

式中：x,y—计算点处的位置坐标

t—时间，d

C(x,y,t)—t 时刻点 x,y 处的示踪剂浓度，mg/L

M—承压含水层的厚度，m

m_M—长度为 M 的线源瞬时注入的示踪剂质量，kg

u—水流速度，m/d

n—有效孔隙度，无量纲

D_L—纵向弥散系数，m²/d

D_T—横向弥散系数，m²/d

π—圆周率

② 情景分析

非正常状况下地下水环境影响预测主要考虑气田水输送管道由于腐蚀穿孔发生泄漏对周边距离较近的分散式饮用水源井及泉点等保护目标的影响。一般情况下，气田水输送管道穿孔气田水渗漏量较小，但持续时间长且埋藏于地下，一般难以发现，可

能会对地下水环境造成持续的污染。

③ 源强设置

本工程气田水输送管道按 $120\text{m}^3/\text{d}$ 设计, 气田水管径为 DN100, 设计压力 10MPa, 总长 10.5km。考虑在地下水保护目标较密集的地段 (Q58~Q63) 管道受到人为或自然灾害的影响破裂失压后, 管道中存留的气田水泄漏至地表。区间地形高点之间的管道长度为 960m, 则瞬间泄漏至地表的气田水总体积为 7.536m^3 , 按泄漏量的 10% 进入含水层, 则进入含水层中的气田水总量为 0.7536m^3 。结合气田产出水的水质特征, 预测因子拟选择石油类和 Cl^- , 石油类浓度按照回注水处理主要指标设计要求, 为 100mg/L , Cl^- 依据铁山坡飞仙关组气藏水分析, 出于保守考虑, Cl^- 取 20000mg/L 。源强计算如下表。

表 7.3-15 非正常状况下气田水输送管道腐蚀穿孔气田水泄漏源强计算表

泄漏情景	污染物	浓度 mg/L	泄漏量 m^3	进入含水层中的污染物
保护目标附近管道腐蚀穿孔 100m	石油类	100	0.7536	0.07536
	Cl^-	20000		15.072

④ 预测结果

根据环境水文地质调查成果, 气田水管道在双山村 2 组有多个地下水保护目标, 均为泉点, 本次评价选取距离管道较近的 2 处泉点 Q60 和 Q62 作为典型保护目标进行预测, Q60 位于管线下游 70m, Q62 位于管线上游 10m。

预测污染物为石油类和 Cl^- , 石油类参照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002), 石油类污染的标准限值取 0.05mg/L 。水文地质参数取值见表 7.3-16 所示, 下游保护目标 Q60 处石油类和 Cl^- 的浓度变化曲线见图 7.3-68 和图 7.3-69, Q62 处石油类和 Cl^- 的浓度变化曲线见图 7.3-70 和图 7.3-71。

表 7.3-16 运行期气田水输送管道泄漏预测水文地质参数取值表

地层	地下水类型	含水层厚度(m)	渗透系数(m/d)	水力坡度	有效孔隙度	地下水流速	弥散度(m)	
							纵向	横向
J_2s^2	红层风化带孔隙裂隙水	30	0.066	4%	0.15	0.0176	10	1

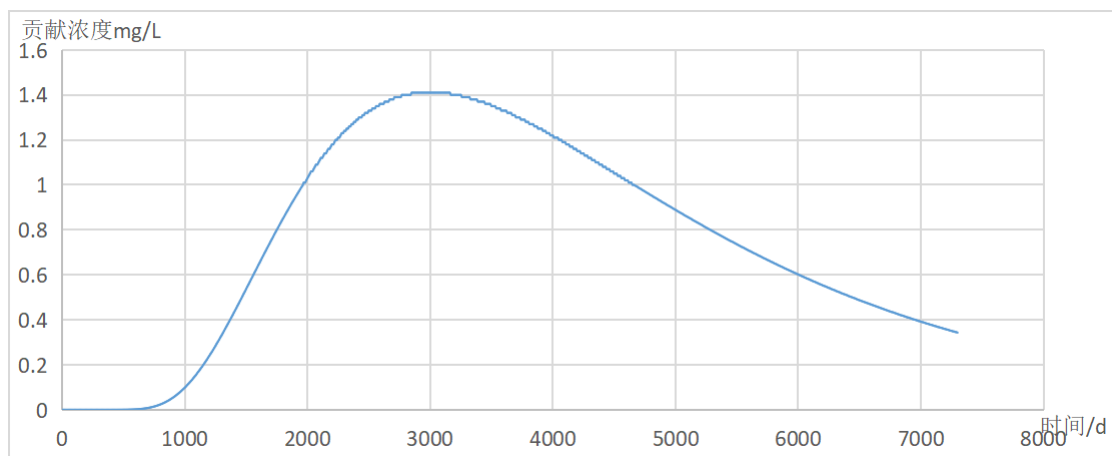
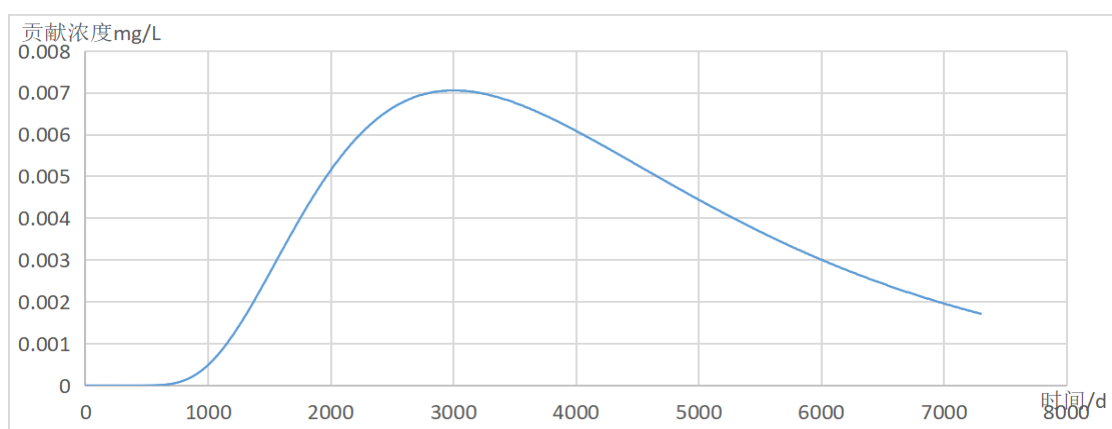
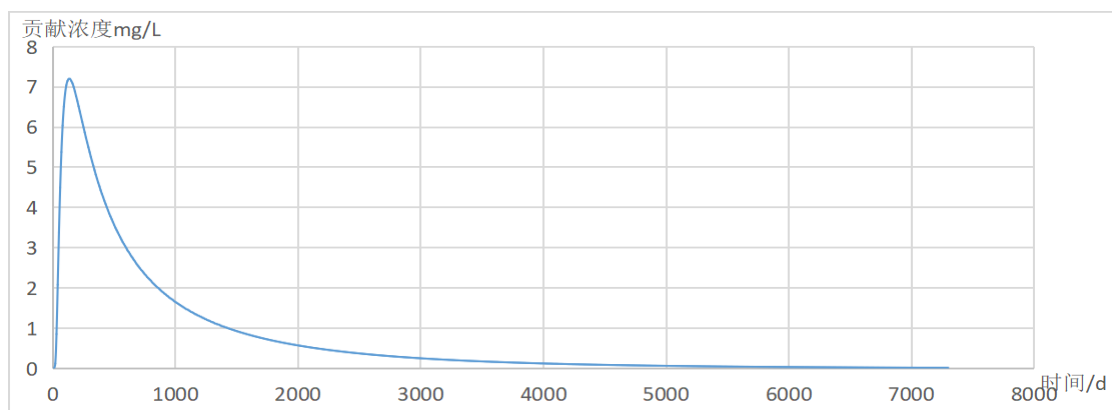
图 7.3-68 气田水泄漏后 Q60 泉中 Cl⁻浓度贡献曲线图

图 7.3-69 气田水泄漏后 Q60 泉中石油类浓度贡献曲线图

图 7.3-70 气田水泄漏后 Q62 泉中 Cl⁻浓度贡献曲线图

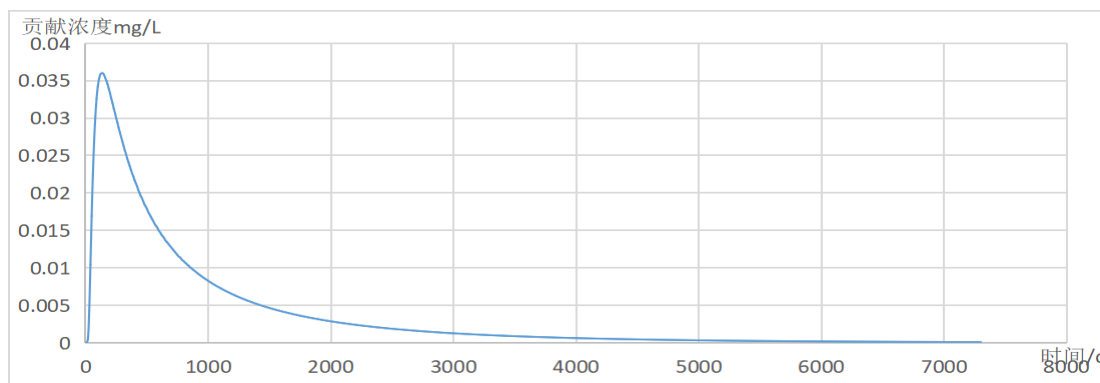


图 7.3-71 气田水泄漏后 Q62 泉中石油类浓度贡献曲线图

根据计算结果，运行期管道发生破裂导致气田水泄漏后，管道下游距离较近的泉 Q60 和 Q62 均会在一定程度上受到气田水泄漏的影响。

其中，污染物泄漏后对 Q60 处地下水中的氯化物和石油类的最大贡献值分别为 1.41mg/L 和 0.007mg/L，对 Q62 处地下水中的氯化物和石油类的最大贡献值分别为 7.2mg/L 和 0.036mg/L。叠加本底值后未超标，但地下水中的石油类均受到影响，Q60 从 1160 天后开始受到石油类影响，至 20 年后影响仍未消除，Q62 从 40 天开始受到石油类影响，到 3170 天后石油类影响消除。

7.3.6 小结

(1) 施工期地下水环境影响预测小结

根据施工期地下水环境影响预测与分析，本项目在施工期地下水污染源主要来自钻进施工产生的钻井废水、酸性洗井废水、放喷废水，以及少量的机械检修废水和施工人员的生活污水。生活污水依托当地农户和站场内设置的移动旱厕进行统一收集后处理，施工废水和设备检修废水一般储存在具有防渗措施的废水池中，正常情况下对地下水的影响很小。

管沟开挖可能会影响改变周边地下水径流通道。其次管道开挖产生的扰动会在一定程度上增加地下水中的悬浮物，但影响范围很小。试压废水中的污染物主要为悬浮物，一般情况下，采用沉淀处理后排放在非环境敏感水体，对地下水环境影响较小。

非正常工况下，放喷废水中的 COD 和石油类将对浅层含水层产生一定的影响。365 天后，中心 COD 最大浓度为 4598mg/L，超标 1532.6 倍，石油类最大浓度为 12.31mg/L，超标 242.6 倍；1000 天后，含水层中 COD 最大浓度为 2053mg/L，超标 684.3 倍，石油类最大浓度为 5.36mg/L，超标 107.2 倍；3650 天后 COD 最大浓度

为 572mg/L，超标 190.6 倍，石油类最大浓度为 1.37mg/L，超标 27.4 倍，但下游无分散式地下水敏感点。由迁移情况可知，10 年污染物未迁移至河流，未影响到地表水，但污染物中心浓度远大于标准值。因此，施工期应按要求对各类废水储存区进行防渗处理，密切关注放喷池的泄漏情况，及时发现废水泄漏，并采取相应的应急措施，将废水泄漏对地下水的影响降至最低。

(2) 运营期地下水环境影响预测小结

运营期天然气井场仅产生少量的设备冲洗废水，集气站、集输管线无废水产生，净化厂产生的生产废水、生产污水、检修污水和生活污水均依托厂内污水处理系统处理后回用。各类废水池、废水储罐均经过防渗处理，正常工况下对地下水的影响很小。

非正常工况下运营期的地下水环境影响可能来自净化厂内大型废水池体泄漏、回注站内气田水泄漏以及气田水输送管道泄漏等。根据预测结果，净化厂内检修污水池泄漏后 365 天，含水层中 COD 浓度为 9094.3mg/L，超标 3031.4 倍；泄漏后 1000 天，含水层中 COD 浓度为 7503.4mg/L，超标 2501.1 倍；泄漏后 10 年，含水层中 COD 浓度为 3863.3mg/L，超标 1287.7 倍。在曝气调节池泄漏后 365 天，含水层中 COD 浓度为 1975.6mg/L，超标 658.5 倍；泄漏后 1000 天，含水层中 COD 浓度为 1398mg/L，超标 466 倍；泄漏后 10 年，含水层中 COD 浓度为 482.8mg/L，超标 142.9 倍。在生产废水调节池泄漏后 365 天，含水层中 COD 浓度为 9145.5mg/L，超标 3048.5 倍；泄漏后 1000 天，含水层中 COD 浓度为 8012.2mg/L，超标 2670.7 倍；泄漏后 10 年，含水层中 COD 浓度为 7056.3mg/L，超标 2352.1 倍。泄漏后 10 年，污染物均运移出厂界，污水处理单元、检修污水池等均位于净化厂东南侧，下游无分散式保护目标。

根据预测结果，气田水泄漏后 365d，石油类最大浓度为 7.82mg/L，超标 155.4 倍；氯离子最大浓度为 1577mg/L，超标 5.3 倍。泄漏后 1000d，石油类最大浓度为 2.45mg/L，超标 48 倍；氯离子最大浓度为 487mg/L，超标 0.948 倍。3650d 时含水层中石油类最大浓度为 0.044mg/L，氯离子最大浓度为 14.6mg/L，均不超标，污染物最大迁移距离为 286m，下游保护目标 J43 和 J44 将会受到污染影响。

在气田水输送管线发生泄漏的情况下，污染物对 Q60 处地下水中的氯化物和石油类的最大贡献值分别为 1.41mg/L 和 0.007mg/L，对 Q62 处地下水中的氯化物和石油类的最大贡献值分别为 7.2mg/L 和 0.036mg/L。叠加本底值后地下水中的石油类和氯化物受到污染影响，但均未超标。

因此,运行期间应密切关注各类池体、回注井和回注管线的运行状况,同时在地下水污染源下游设置地下水跟踪监测井及应急抽水井,及时发现地下水污染事件并采取相应的应急措施,将污染物泄漏对地下水的影响降至最低。

7.4 噪声影响预测与评价

7.4.1 预测模式

本次噪声影响评价选用点源的噪声预测模式,在声源传播过程中,噪声经过距离衰减、地面吸收和空气吸收后,到达受声点,其预测模式如下:

1)点声源模式,在预测点的贡献值计算:

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg\left(\frac{r}{r_0}\right) - \Delta L_A$$

式中, r 为预测点至声源的距离,单位为m; r_0 为参考点至声源的距离,单位为m; $L_{A(r)}$ 为距声源 r 处的声级值,单位为dB(A); $L_{A(r_0)}$ 为参考位置 r_0 处的声级值,单位为dB(A); ΔL_A 为各种因素引起的噪声衰减量,一般指房间墙壁、室外建筑、绿化带和空气吸声引起的衰减值,单位为dB(A)。

2)多个声源对某预测点声能量的叠加:

$$L_{A(\text{合})} = 10 \lg\left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_{Ai}}\right)$$

式中,

$L_{A(\text{合})}$ 为评价区内某预测点贡献值的总声级值,单位为dB(A); n 为预测点受影响的声源个数; L_{Ai} 为第 i 个点声源的噪声贡献值,单位为dB(A)。

3)预测点贡献值与背景值的叠加:

$$L_{eq} = 10 \lg(10^{0.1 L_{Ar}} + 10^{0.1 L_{Ab}})$$

式中, L_{eq} 为评价区内某预测点的总声级值,单位为dB(A); L_{Ar} 为预测点的噪声贡献值,单位为dB(A); L_{Ab} 为预测点的噪声背景值,单位为dB(A)。

7.4.2 施工期噪声影响分析

7.4.2.1 钻井工程

(1) 噪声源强

钻井作业主要噪声源为柴油发电机、钻机、离心机、泥浆泵和振动筛等。一般钻井作业主要噪声源情况见表 7.4-1。

表 7.4-1 钻井作业主要噪声源（单台钻机）

序号	声源名称	运行数量（台）	降噪前单台设备声级 dB（A）	降噪措施	降噪后单台设备声级 dB（A）
1	柴油发电机组	4	113	发电机房隔声、加装消声器	103
2	ZJ70 钻机	1	90	/	90
3	泥浆泵	2	85	加衬弹性垫料	80
4	振动筛	2	85	加衬弹性垫料	80
5	离心机	2	85	加衬弹性垫料	80

完井测试放喷仅在白天进行，产生的噪声主要有柴油发电机噪声和放喷噪声，采取降噪措施后的设备噪声值见表 7.4-2。

表 7.4-2 采取降噪措施后的测试放喷作业噪声源强

序号	声源名称	运行数量（台）	降噪前单台设备声级 dB（A）	降噪措施	降噪后单台设备声级 dB（A）
1	柴油发电机组	1	113	加装隔声间、消声器	103
2	放喷噪声	/	100	/	100

（2）预测结果

本项目同一井场，钻井时序为第一口井完钻后再开始第二口井的钻井，依此类推。因此，丛式井场同时最多只有一口井在钻。本项目钻井时的井场布置均为标准化布置，噪声源的类型、数量均相同。因此，将对典型井场钻井工程噪声进行预测，其他井场噪声影响类比该典型井场。以一号井场 A 平台的坡 005-X3 井平面布置为例，以项目所在区域噪声监测最大值（42dB（A））作为背景值进行预测，其他井场噪声影响类比该典型井场，噪声预测结果如下：

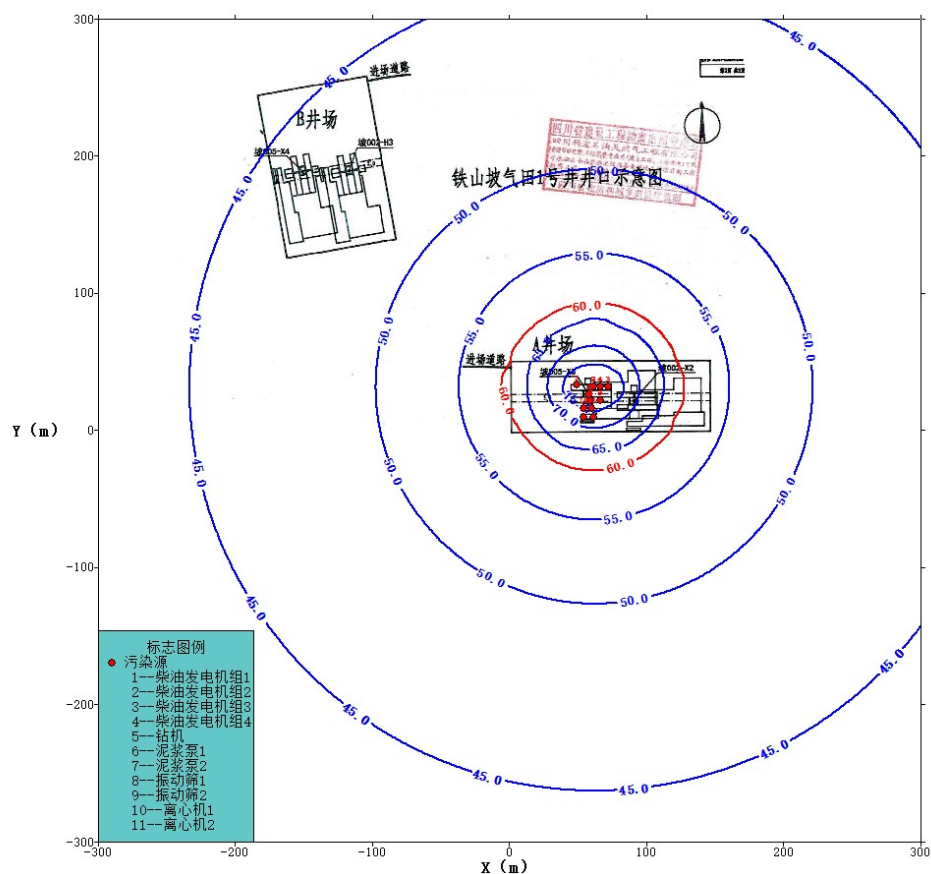


图 7.4-1 钻井作业昼间噪声预测等声级图 (声级单位: dB(A))

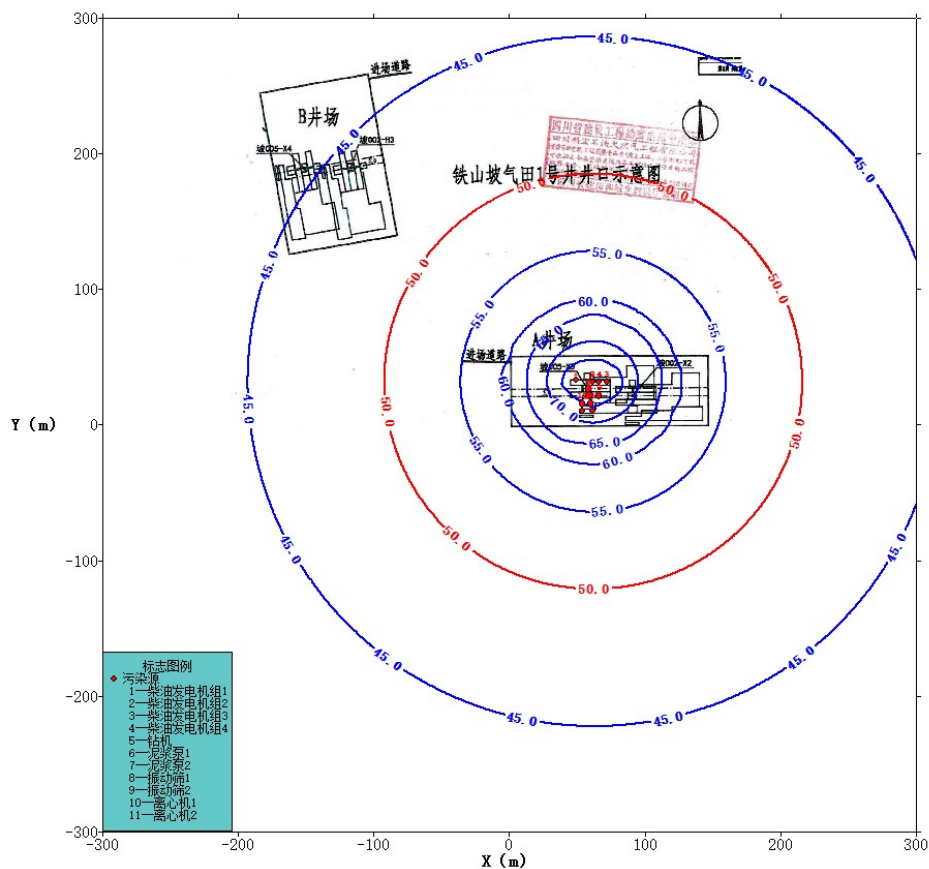


图 7.4-2 钻井作业夜间噪声预测等声级图 (声级单位: dB(A))

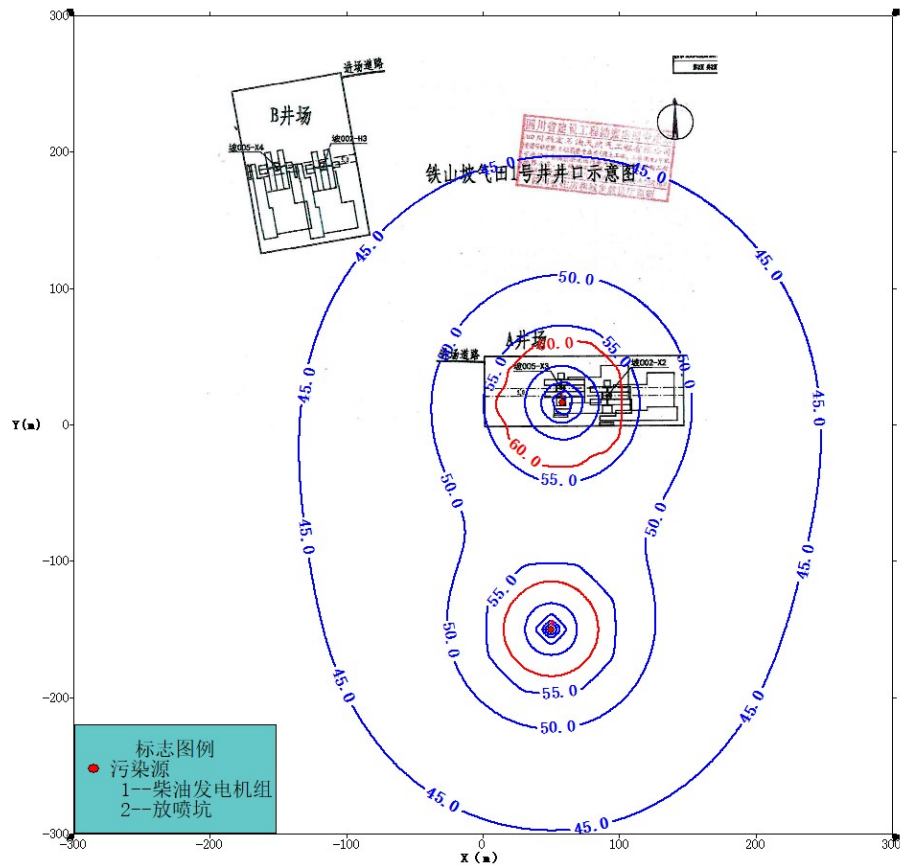


图 7.4-3 测试放喷期间噪声预测等声级图（声级单位：dB(A)）

预测结果表明：在钻井过程中，以井口为基准，工程钻井期间昼间噪声东面、南面、西面、北面的最远达标距离分别为 67m、52m、65m、73m；钻井期间夜间噪声东面、南面、西面、北面的最远达标距离分别为 157m、147m、151m、165m；测试放喷仅在昼间进行，东面、南面、西面、北面的最远达标距离分别为 43m、204m、51m、41m。

井口 300m 范围内人居都将进行拆迁，钻井工程在施工期最远达标距离为 204m，因此钻井期间噪声超标范围内无敏感目标。

7.4.2.2 管道及场站

通常施工场地上有多台不同种类的施工机械同时作业，它们的辐射声级将叠加，其强度增量视噪声源种类、数量、相对分布的距离等因素而不同。单个施工噪声源随距离衰减后的预测值见表 7.4-3 所示。

表 7.4-3

施工噪声随距离的衰减情况

单位：dB (A)

距离/m	1	10	20	25	40	80	100	150	180	200	250	300
挖掘机	92	72	66	64	60	54	52	48	47	46	44	42
推土机	90	70	64	62	58	52	50	46	45	44	42	40
吊管机	88	68	62	60	56	50	48	44	43	42	40	38

距离/m	1	10	20	25	40	80	100	150	180	200	250	300
电焊机	85	65	59	57	53	47	45	41	40	39	37	35
混凝土搅拌机	95	75	69	67	63	57	55	51	50	49	47	45
混凝土翻斗车	90	70	64	62	58	52	50	46	45	44	42	40
混凝土震捣棒	105	85	79	77	73	67	65	61	60	59	57	55
柴油发电机	100	80	74	72	68	62	60	56	55	54	52	50

由表 7.4-3 可见,工程在施工期的主要噪声源为混凝土震捣棒和柴油发电机,在距离柴油发电机 100m、距离震捣棒 180m 处已能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类声环境功能区昼间标准。由于管道沿线 200m 范围内均有居民分布,但施工噪声是短暂的,具有分散性,且施工仅在白天进行,建议建设单位采取与受影响的居民协商、安排临时撤离等措施。采取该措施后,管线施工噪声影响可接受。

7.4.3 运营期噪声影响分析

7.4.3.1 新建井站

(1) 噪声源分析

本工程正常生产时集气站噪声主要来源于分离器等设备噪声,噪声大小与天然气产量有关,一般天然气产量越大,噪声也越大。

表 7.4-4 内部集输站场的噪声源强

站场	噪声源	单台声级 (dB(A))	数量	排放规律
1 号井站	节流阀	62	8	连续排放
	分离器	65	3	连续排放
	放空火炬	100-110	1	临时排放
2 号井站	节流阀	62	2	连续排放
	分离器	65	1	连续排放
	放空火炬	100-110	1	临时排放
4 号井站	节流阀	62	4	连续排放
	分离器	65	2	连续排放
	放空火炬	100-110	1	临时排放
5 号井站	节流阀	62	2	连续排放
	分离器	65	1	连续排放
	放空火炬	100-110	1	临时排放

(2) 厂界噪声预测与分析

①1 号井站

考虑噪声随距离的衰减,经地面吸收和空气吸收后,主要噪声源对各厂界噪声贡献值预测结果见图 7.4-4。

图 7.4-4 厂界噪声贡献值等声值线图 (单位: dB(A))

从图 7.4-4 可以看出, 1 号井站的各厂界噪声均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中的 2 类标准限值(昼间 60 dB(A), 夜间 50 dB(A))。

②2 号井站、4 号井站、5 号井站

2 号井站、4 号井站、5 号井站平面布置类似, 以 2 号井站平面布置为例, 考虑噪声随距离的衰减, 经地面吸收和空气吸收后, 主要噪声源对各厂界噪声贡献值预测结果见图 7.4-5。

图 7.4-5 厂界噪声贡献值等声值线图 (单位: dB(A))

从图 7.4-5 可以看出, 2 号井站的各厂界噪声均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中的 2 类标准限值(昼间 60 dB(A), 夜间 50 dB(A))。

4 号井站、5 号井站平面布置与 2 号井站类似, 预测结果可以类比, 各厂界噪声均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中的 2 类标准限值(昼间 60 dB(A), 夜间 50 dB(A))。

(3) 敏感点噪声预测与分析

①1号井站

根据监测结果, 选取站站周边敏感点的最大监测值进行预测。各敏感点环境噪声预测结果见表 7.4-5。

表 7.4-5 周围敏感点环境噪声预测结果 (单位: dB(A))

编号	方位	距离井口 (m)	贡献值	昼间				夜间			
				背景值	预测值	标准值	评价结果	背景值	预测值	标准值	评价结果
1	东	200	21.2	42	42	60.0	达标	39	39	50.0	达标
2	南	200	19.8	42	42	60.0	达标	39	39	50.0	达标
3	西	200	17.1	42	42	60.0	达标	39	39	50.0	达标
4	北	200	16.8	42	42	60.0	达标	39	39	50.0	达标

井站周边 300m 范围内人居都将拆迁, 由预测结果可知, 距离厂界 200m 处环境噪声昼夜间均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 2 类标准限值(昼间 60 dB(A), 夜间 50 dB(A)), 因此 1 号井站敏感点昼夜间环境噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 2 类标准限值。

②2 号井场

根据监测结果,选取2号井站的最大噪声监测值作为背景值进行预测。各敏感点环境噪声预测结果见表7.4-6。

表 7.4-6 周围环境噪声预测结果 (单位: dB(A))

编号	方位	距离井口 (m)	贡献值	昼间				夜间			
				背景值	预测值	标准值	评价结果	背景值	预测值	标准值	评价结果
1	东	200	15.7	41	41	60.0	达标	36	36	50.0	达标
2	南	200	24.5	41	41	60.0	达标	36	36	50.0	达标
3	西	200	21.3	41	41	60.0	达标	36	36	50.0	达标
4	北	200	21.2	41	41	60.0	达标	36	36	50.0	达标

井站周边 300m 范围内人居都将拆迁,由预测结果可知,距离厂界 200m 处环境噪声昼夜间均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准限值(昼间 60 dB(A),夜间 50 dB(A)),因此 2 号井站敏感点昼夜间环境噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准限值。

③4 号井站

根据监测结果,选取4号井站的最大噪声监测值作为背景值进行预测。各敏感点环境噪声预测结果见表7.4-7。

表 7.4-7 周围环境噪声预测结果 (单位: dB(A))

编号	方位	距离厂界 (m)	贡献值	昼间				夜间			
				背景值	预测值	标准值	评价结果	背景值	预测值	标准值	评价结果
1	东	200	15.7	38	38	60.0	达标	36	36	50.0	达标
2	南	200	24.5	38	38	60.0	达标	36	36	50.0	达标
3	西	200	21.3	38	38	60.0	达标	36	36	50.0	达标
4	北	200	21.2	38	38	60.0	达标	36	36	50.0	达标

井站周边 300m 范围内人居都将拆迁,由预测结果可知,距离厂界 200m 处环境噪声昼夜间均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准限值(昼间 60 dB(A),夜间 50 dB(A)),因此 4 号井站敏感点昼夜间环境噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准限值。

④5 号井站

根据监测结果,选取5号井站的最大噪声监测值作为背景值进行预测。各敏感点环境噪声预测结果见表7.4-8。

表 7.4-8 周围环境噪声预测结果 (单位: dB(A))

编号	方位	距离厂界 (m)	贡献值	昼间				夜间			
				背景值	预测值	标准值	评价结果	背景值	预测值	标准值	评价结果
1	东	200	15.7	38	38	60.0	达标	37	37	50.0	达标
2	南	200	24.5	38	38	60.0	达标	37	37	50.0	达标

3	西	200	21.3	38	38	60.0	达标	37	37	50.0	达标
4	北	200	21.2	38	38	60.0	达标	37	37	50.0	达标

井站周边 300m 范围内人居都将拆迁，由预测结果可知，距离厂界 200m 处环境噪声昼夜间均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准限值（昼间 60 dB(A)，夜间 50 dB(A)），因此 5 号井站敏感点昼夜间环境噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准限值。

7.4.3.2 黄金回注站

①噪声源分析

回注站噪声主要来源于回注泵的设备噪声。

表 7.4-9 回注站的噪声源强

站场	噪声源	单台声级 (dB(A))	数量	排放规律
黄金回注站	回注泵	77	2	连续排放

②厂界噪声预测与分析

考虑噪声随距离的衰减，经地面吸收和空气吸收后，主要噪声源对回注站厂界噪声贡献值预测结果见图 7.4-6。

图 7.4-6 厂界噪声贡献值等声值线图（单位：dB(A)）

从图 7.4-6 可以看出，回注站的各厂界噪声均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准限值（昼间 60 dB(A)，夜间 50 dB(A)）。

7.4.3.3 净化厂

①噪声源分析

净化厂噪声主要来自空压机、风机、液硫泵及各流体输送泵等转动设备。

根据本工程噪声源特点，拟采取以下噪声防治措施：

- 1)尽量选用低噪声设备；
 - 2)对高噪声设备安装隔声、消声设施，如泵类设备安装在泵房内，并作基础减振处理，可降低10~18dB(A)；风机进排气口加装消声器，管道与噪声设备连接处采用柔性接头，可降低10~15dB(A)；
 - 3)加强设备的维修与保养，在噪声设备易产生摩擦的零部件之间添加润滑剂、提高光洁度、采用弹性耦合，降低因摩擦产生的噪声；
 - 4)对接触噪声作业人员，加强个人防护，佩戴耳塞或耳罩。
- 根据工程分析，本工程建成后，净化厂噪声源强见表7.4-10。

表 7.4-10 净化厂的噪声源强

装置名称	噪声源	使用台数	单台声级 (dB)	降噪措施	增加措施后单套声级 (dB)	排放规律
脱硫装置	贫液循环泵	2	87	减振、隔声	82	连续
	热贫液泵	2	82	减振、隔声	77	连续
	再生塔顶回流泵	2	82	减振、隔声	77	连续
	溶液补充泵	2	82	减振、隔声	77	连续
尾气处理装置	急冷水泵	2	87	减振、隔声	82	连续
	富液泵	2	87	减振、隔声	82	连续
	焚烧炉风机	2	90	消声、柔性接头	80	连续
	酸气空冷器	2	82	减振、隔声	77	连续
	胺液补充泵	1	82	减振、隔声	77	连续
	再生塔回流泵	2	82	减振、隔声	77	连续
	贫液泵	2	82	减振、隔声	77	连续
	贫液空冷器	4	80	减振、隔声	72	连续
	酸水排放罐液下泵	1	82	减振、隔声	77	连续
	酸水汽提塔进料泵	2	82	减振、隔声	77	连续
	酸水汽提塔底泵	2	82	减振、隔声	77	连续
脱水装置	TEG 循环泵	4	90	减振、隔声	82	连续
	TEG 补充泵	2	82	减振、隔声	77	连续
硫磺回收	液硫泵	2	87	减振、隔声	82	连续
	主风机	1	87	消声、柔性接头	82	连续
	液流脱气泵	2	87	减振、隔声	82	连续
循环水泵房	循环水泵	4	87	减振、隔声	82	连续
硫磺成型	液硫泵	1	87	减振、隔声	82	连续
	硫磺滚筒造粒系统	2	85	减振、隔声	75	连续
污水处理装置	机泵	8	80	减振、隔声	72	连续
	鼓风机	1	85	消声、柔性接头	77	连续
锅炉房	水泵	1	85	减振、隔声	77	连续
	鼓风机	1	85	消声、柔性接头	77	连续
给水工程	取水泵	1	85	减振、隔声	77	连续
	S 型单级双吸离心泵	1	90	减振、隔声	82	连续
通风空调设备	风机	1	90	消声、柔性接头	80	连续
除盐水装置	水泵	1	90	减振、隔声	80	连续
气田水汽提装置	酸水液下泵	2	85	减振、隔声	77	连续
	气田水输送泵	2	85	减振、隔声	77	连续
空气氮气系统	空压机	4	105	减振、隔声	96	间歇
	变压吸附制氮机	2	82	减振、隔声	75	连续
集气装置	分离器	1	65	/	65	连续
	段塞流捕集器	1	65	/	65	连续

②厂界噪声预测与分析

考虑噪声随距离的衰减，经地面吸收和空气吸收后，净化厂主要噪声源对各厂界

噪声贡献值预测结果见图 7.4-7。

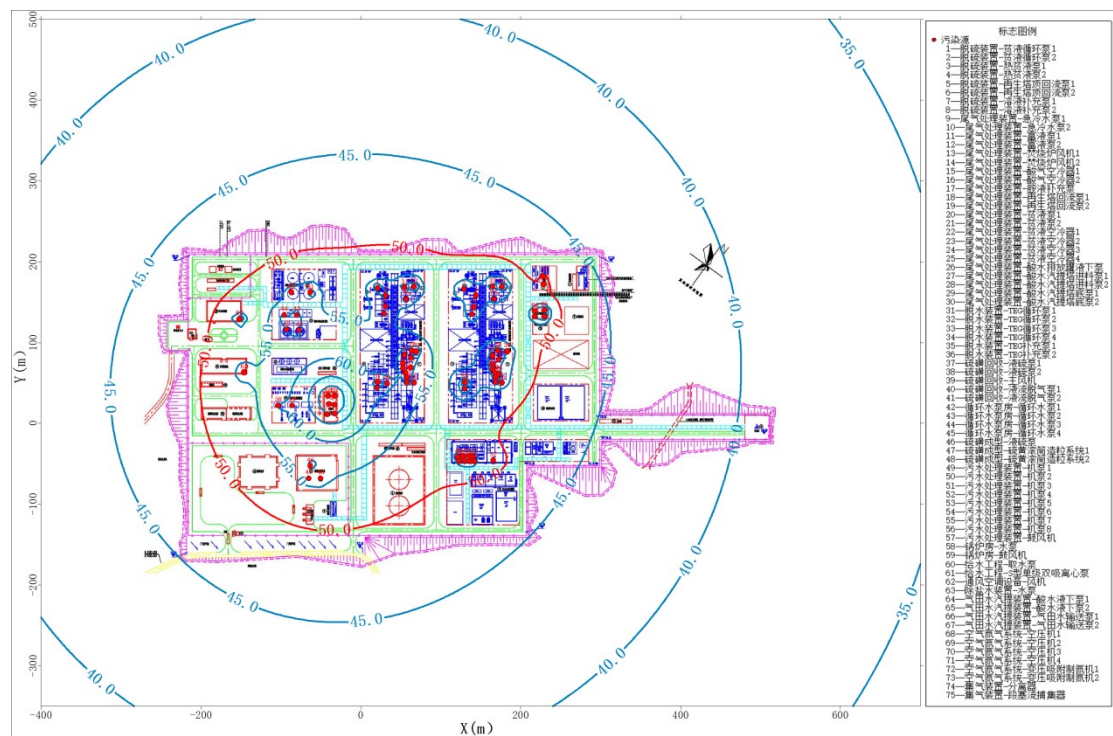


图 7.4-7 净化厂厂界噪声贡献值等声值线图（单位：dB(A)）

从图 7.4-7 可以看出，由预测结果可知，净化厂的夜间北侧厂界噪声超过《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准限值。本次环评提出的建议措施如下：根据预测结果，在超标段厂界内侧 0.5m 的地面设置隔声屏障，具体见表 7.4-11。声屏障可选用芯材为玻璃纤维，材质为不锈钢板的声屏障。

表 7.4-11 净化厂厂界噪声超标情况及治理措施

厂界方位		北
夜间	超标值	1.1dB(A)
	超标长度	186m
超标原因		各发声设备与北侧厂界距离较近
治理措施		在超标段厂界内侧 0.5m 的地面设置长 186m，高 2m，面积约为 372m ² 的声屏障

采取本次环评提出的噪声防治措施后，根据导则，声屏障引起的衰减 $A_{bar}=-10lg[1/(3+20N)]$ ，其中 $N=2\delta/\lambda$ 为菲涅尔数， δ 为声程差， λ 为声波波长，声屏障引起的衰减 A_{bar} 约 1.4dB(A)，北侧厂界噪声由于有隔声屏障的降噪作用，可降至标准值以下，根据图 7.4-7 以及采取声屏障措施后，净化厂厂界噪声预测结果具体见表 7.4-12。

表 7.4-12 采取声屏障降噪措施前后各厂界噪声预测结果（单位：dB(A)）

时间	厂界	标准值	采取措施前	采取措施后

			贡献值	超标值	贡献值	超标值
昼间	东	60	45.6	-14.4	45.6	-14.4
	南		49.5	-10.5	49.5	-10.5
	西		49.2	-10.8	49.2	-10.8
	北		51.1	-8.9	49.7	-10.3
夜间	东	50	45.6	-4.4	45.6	-4.4
	南		49.5	-0.5	49.5	-0.5
	西		49.2	-0.8	49.2	-0.8
	北		51.1	1.1	49.7	-0.3

因此，在采取工程设计和本次环评提出的噪声防治措施后，净化厂各厂界噪声均能达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类声环境功能区类别标准。

③敏感点噪声预测与分析

根据监测结果，选取天然气净化厂的最大噪声监测值作为背景值进行预测。各敏感点环境噪声预测结果见表7.4-13。

表 7.4-13 天然气净化厂周围环境噪声预测结果（单位：dB(A)）

编号	方位	距离厂界 (m)	贡献值	昼间				夜间			
				背景值	预测值	标准值	评价结果	背景值	预测值	标准值	评价结果
1	东	200	42.3	43	45.7	60.0	达标	40	44.3	50.0	达标
2	南	200	45.5	43	47.4	60.0	达标	40	46.6	50.0	达标
3	西	200	44.3	43	46.7	60.0	达标	40	45.7	50.0	达标
4	北	200	45.8	43	47.6	60.0	达标	40	46.8	50.0	达标

净化厂周边 400m 范围内人居都将拆迁，由预测结果可知，评价范围内距离厂界 200m 处环境噪声昼夜间均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准限值（昼间 60 dB(A)，夜间 50 dB(A)），因此净化厂周边敏感点昼夜间环境噪声均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准限值。

7.4.3.4 放空噪声

检修或事故时，噪声主要来源于放空火炬的气流声，其声级大小取决于放空量的大小。经调查，放空噪声一般较大，其声级一般为 100~110dB(A)，但放空时间短，一般为 30min。

放空时噪声最大源强为110dB(A)，在距声源不同距离的贡献值见表7.4-14。

表 7.4-14 事故放空噪声在距声源不同距离的贡献值

距声源(m)	50	100	200	250	300	400	500

贡献值 (dB(A))	76	74	64	62	60	58	56

根据预测结果可以看出，各站场的放空管昼间放空时，其在300m处贡献值为60dB(A)，满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类声环境功能区类别标准；夜间放空时，超过2类声环境功能区标准值10dB(A)。但是，放空时间较短，一般控制在每次30min以内。因此，放空噪声对周围居民的影响时间较短。建议建设单位采取与受影响的居民协商、安排临时撤离等措施。采取该措施后，放空噪声影响可接受。

7.4.4 小结

一、施工期

各种作业噪声会对周围农户生活造成一定程度影响，钻井工程在施工期最远达标距离为204m，井口300m范围内人居都将进行拆迁，因此噪声超标范围内无敏感目标。

管道及站场在施工期最远达标距离为180m，而管道两侧180m范围内有零星人居，必要时进行临时撤离工作，采取该措施后，管线施工噪声影响可接受。施工仅在白天进行，这种影响持续不长，随着施工作业结束，当地声环境将恢复至原有状况。

二、运营期

正常工况下，各井站、回注站厂界噪声均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的2类标准；净化厂的夜间北侧厂界噪声超过《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的2类标准限值，建议在超标段厂界内侧0.5m的地面设置长186m，高2m，面积约为372m²的声屏障，采取声屏障措施后，净化厂各厂界噪声均能达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的2类声环境功能区类别标准。

在采取工程设计和本次环评提出的噪声防治措施后，各井站、回注站、净化厂厂界噪声均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的2类标准；各站场周边敏感点昼夜间噪声均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的2类标准。

工程运营期内非正常工况下，放空点周围300m处的放空噪声超过2类声环境功能区夜间噪声标准值。但是由于放空时间较短，一般控制在每次30min以内，因此，放空噪声对周围居民的影响时间较短。建议建设单位采取与受影响的居民协商、安排临时撤离等措施。采取该措施后，放空噪声影响可接受。

7.5 生态环境的影响预测与评价

7.5.1 对土地利用现状的影响

一、占地面积

1、永久性占地类型及面积

永久占地包括净化厂、井站、综合公寓等占地，具体见下表。

表 7.5-1 工程永久用地明细表 单位: m²

地类型	井站(含进 站道路)	净化厂(含 进厂道路)	综合 公寓	阀室	三桩及 警示牌	小计	百分比 (%)	占评价范围土地 类型百分比(%)
耕地	8869	88134	0	2055	1650	100708	44.55	0.15
林地	7626	89262	0	0	150	97038	42.92	0.10
建筑用地	0	0	28333	0	0	28333	12.53	0.97
合计	16495	177396	28333	2055	1800	226079	100	0.13

由上表可以看出，占用的土地类型主要为耕地和林地，分别为 10.07hm² 和 9.7hm²，分布占总面积 44.55% 和 42.92%。根据《万源市土地利用总体规划（2006—2020 年）》、《宣汉县土地利用总体规划（2006—2020 年）》，工程占用的耕地中永久基本农田约 9.78hm²，其中净化厂占有为 8.81hm²。

2、临时占地类型及面积

临时用地为集气支线、集气干线、外输管线、施工道路等作业带占地，本工程临时占地类型见下表。

表 7.5-2 工程临时用地明细表 单位: hm²

占地类型	施工作业带					堆管场	小计	百分比 (%)
	集气支线	集气干线	燃料气	外输管线	施工道路 (含整修)			
耕地	2.43	1.39	1.89	59.76	16.68	1.95	84.10	64.40
林地	2.65	8.33	3.15	23.24	8.05	0.45	45.87	35.13
水域	0.00	0.00	0.00	0.43	0.14	0.00	0.57	0.44
建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	0.04
合计	5.08	9.72	5.04	83.43	24.92	2.40	130.59	100

由上表可以看出，临时性占用的土地类型主要为耕地，面积为 84.1hm²，占总面积 64.4%，其次为林地，占总面积 35.13%。

二、对土地利用现状的影响

1、对耕地的影响

(1) 耕地面积损失

占地类型和方式不同，影响也不尽相同。其中，耕地占用不利影响主要来自于社

会方面。耕地永久性变为建设用地后，土地利用属性永久发生改变，耕地面积将永久性丧失。农民赖以生存的耕地不复存在，势必影响农业生产和改变农民生活方式，而且这种影响是永久性的。

临时性占用耕地，仅在施工期会造成占地范围内栽培作物直接减产或无法耕种；对耕地的影响是短期的、可逆的。临时用地在施工结束后及时复垦，会在短时间内恢复土地利用功能，但要恢复到施工前的土地生产力状态，还需一段时间。

（2）土壤环境的影响

本工程对土壤的影响主要表现在管线敷设和站场建设过程中对土壤的碾压和扰动破坏。站场建设阶段，对土壤的填挖均集中于建设场地内部，对场地外部影响较小。

由土地占用情况可知，除场站为永久征地外，其它工程为临时占地，临时占地在工程结束后 2~3 年耕作可恢复其原有使用功能。但因重型施工机械的碾压、施工人员的践踏、土体的扰动等原因，施工沿线的耕作土壤或自然土壤的理化性质、肥力水平将受到一定影响，并进一步影响地表植被恢复。这种影响预计持续 2~3 年，通过科学复垦，可以恢复到原来的水平。

对土壤具体影响有以下几个方面：

1) 扰乱土壤发生层、破坏土壤结构

土壤结构是经过较长的历史时期形成的，管沟开挖和回填必将破坏土壤的结构。尤其是土壤中的团粒结构，一旦遭到破坏，必须经过较长的时间才能恢复，对农田土壤影响更大。农田土壤耕作层是保证农业生产的基础，农作物根系生长和发育的层次深度一般在 15~25 cm。管道开挖必定扰乱和破坏土壤的耕作层，除管道开挖的部分直接受到直接的破坏外，开挖土堆放两边占用农田，也会破坏农田的耕作土。此外，土层的混合和扰动，同样会改变原有农田耕作层的性质。因此，在整个施工过程中，对土壤耕作层的影响最为严重。

2) 混合土壤层次，改变土壤质地

土壤质地因地形和土壤形成条件的不同而有较大的变化，即使同一土壤剖面，表层土壤质地与底层的也截然不同。输气管道的开挖和回填，必定混合原有的土壤层次，降低土壤的蓄水保肥能力，易受风蚀，从而影响土壤的发育，植被的恢复；在农田区将降低土壤的耕作性能，影响农作物的生长，最终导致农作物产量的下降。

3) 改变土壤肥力

土体构型是土壤剖面中各种土层的组合情况。不同土层的特征及理化性质差异较

大。就养分而言，表土层远较心土层好，其有机质、全氮、速效磷、钾等含量高，紧实度、孔隙状况适中，适耕性强。施工对原有土体构型势必扰动，使土壤养分状况受到影响，严重者使土壤性质恶化，并波及其上生长的植被，甚至难以恢复。

根据有关资料统计，输气管道工程对土壤养分的影响与土壤的理化性状密切相关。在实行分层堆放，分层覆土的措施下，土壤中有机质将下降 30~40%，土壤养分将下降 30~50%，其中全氮下降 43%左右，磷素下降 40%，钾素下降 43%。这表明即使在管道施工过程中实行分层堆放和分层覆土等保护措施，管道工程对土壤养分仍有明显的影响，事实上，在管道施工过程中，难以严格保证对表土实行分层堆放和分层覆土，因而管道施工对土壤养分的影响更为明显，最后导致地表作物生产力下降。

4) 影响土壤紧实度

管道铺设后的回填，一般难以恢复原有的土壤紧实度，施工中机械碾压，人员践踏等都会影响土壤的紧实度。土层过松，易引起水土流失，土体过紧，又会影响作物生长。

5) 土壤污染

施工过程中将产生焊渣、焊条等废焊接材料。这些固废中可能含有难于分解的物质，如不妥善管理，一旦进入土壤将污染土壤环境。

2、对林地的影响

(1) 林地面积损失

根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》第三十三条相关内容，项目输气管道线路中心线两侧各 5m 地域范围内禁止种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物。因此，运营期管道线路中心线两侧各 5m 范围内施工期受损的林地面积将永久消失。

运营期时，在管道中心线 5m 范围外受损的乔木林、竹林和灌木可通过演替或人工造林的方式逐渐恢复。

(2) 立地条件的影响

立地条件亦称森林立地，影响树木或林木的生长发育、形态和生理活动的地貌、气候、土壤、水文、生物等各种外部环境条件的总和。施工机械的碾压和人为践踏往往会破坏林地地被物层，并且造成林地土壤容重增大变得致密，不仅改变森林水文效应，造成地表径流增加水土流失，还会影响林地养分循环，进而影响下层植被的生长。砍伐林木、扰动林地土壤必然会对依赖这些生境生存的小型动物（包括地

上和地下)或鸟类产生不良影响,尤其是那些在传播种子的动物和鸟类,以及在土壤养分循环中起重要的作用的土壤动物和微生物。然而,低强度的干扰也会加速林分从纯林向混交林演替的步伐,提高林分抗病虫害质量。

7.5.2 对植被和植物资源的影响

7.5.2.1 施工期

施工期间的主要施工活动钻前工程(井场平整、井口设备准备、放喷池修建、清污分流系统以及活动房布置、井场进站道路修建等施工活动中施工机械、车辆、人员等)、地面集输工程(管沟开挖、河流穿越、公路穿越、站场建设等施工活动)会对地表植被及植物物种产生不利影响。

本项目建设对陆生植物和植被的直接影响主要发生在施工期。施工期的影响方式主要是主体工程(天然气净化厂、集气站等)占地和破坏地表植被,改变地表植被性质,使项目评价区植被覆盖率降低;管道管沟开挖破坏占地区内现有植被,并破坏土壤结构和肥力。工程活动扰动改变植被现状,对沿线植被群落及植物物种产生不利影响,本工程建设对植物多样性和植被的一般影响见下表。

表7.5-3 工程施工期对植物物种和植被的一般影响

影响因素	影响方式	影响结果
新建井站、天然气净化厂	永久占地、改变地表现有植被	破土区域植物物种死亡,部分物种植株数量减少;开挖区植被被清除,施工区周边植被受到干扰或破坏。占地区被永久侵占无法恢复。
集输管道、施工便道等临时占地工程	临时占地、改变地表现有植被	作为工程临时施工设施或占地在施工期将对占地区内的植被及植物物种产生侵占影响;工程结束后临时占地可得到恢复。

工程施工期,工程占地区的开挖,土、料的堆放等永久占地和临时占地都会使施工区域的植被受到直接破坏,这些区域周围的植被也可能受到不同程度的间接影响。

一、受影响的主要植被类型及植物物种

依据工程布置资料、井站、天然气净化厂等新建站场的位置及线型工程的走向,对施工占地区域内的植被及植物种类进行了针对性调查,得到各个占地区内植被类型和植物群落结构的基本资料,这是进行植物多样性和植被影响预测的重要依据。调查结果整理如表 7.5-4。

表7.5-4 永久占地影响区域植被类型、优势物种现状汇总表

井号	植被类型	主要植物种类
1号井	农业植被	水稻、玉米、油菜、蚕豆等
2号井	农业植被	玉米、油菜等

井号	植被类型	主要植物种类
4号井	农业植被	水稻、玉米、油菜、蚕豆等
5号井	农业植被	柑橘果园等
天然气净化厂	森林植被、农业植被，聚落	马尾松、杉木、棕榈、悬钩子、白茅、慈竹等；水稻、玉米、油菜、蚕豆等；

上表所列是本工程主要占地区内的植被类型以及主要植物种类。在工程施工期间，工程永久占地范围内的植物物种和植被将受到直接影响，原有植被被清除，群落中的乔木、灌木、草本物种植株死亡，使评价区次生或人工植被面积减少并增加破碎化程度；临时占地区域的植被将因集输管线埋设区地表开挖及施工活动、人员践踏等而受影响，部分物种死亡或生长不好，植被盖度可能会降低。同时，施工也会产生扬尘，扬尘大量累积作业带（作业区）周围植物叶面，影响植物长势。由于开挖地表形成的裸露坡面垮塌、滑坡次生灾害发生将会进一步增加工程区的裸露面积，给评价区植物植株和植被带来破坏。

本项目位于四川盆地北部人类活动历史悠久的区域。工程井站、净化厂、内部集输所在的评价区北部为低山或深丘地貌，人工林及次生林成片分布，农业栽培植被和聚落镶嵌于森林植被中。外输管道在中河穿越之前，沿线以森林植被分布为主，穿越中河后则以栽培植被为主。本项目建设对陆生植被的影响有如下特点：

1) 位于丘顶或丘中部平缓地带的井站、净化厂等站场占地影响的主要植被类型为农田种植植被，致使水稻、油菜、玉米、红薯等农作物产量下降。站场，主要是净化厂（含进厂道路），占地区分布有马尾松人工林，会因工程被砍伐，这部分森林群落和生物量将永久性丧失。

2) 线性工程沿线分布有马尾松林、青冈林、栎林、柏木林等森林植被，施工会对沿途森林植被产生一定切割性影响，但森林群落和生物量将通过演替逐渐恢复。

这些受影响的群落类型在评价区广泛分布，群落中受影响的优势物种也是评价区的常见种，本项目建设不会导致评价区的植被类型和植物物种消失，不会改变评价区内植物区系组成特征和陆生维管植物多样性。

二、施工过程影响分析

本工程施工期间占地影响的主要施工活动有站场工程（井站、天然气净化厂）、线型工程（内部集输管道、外输管道、施工道路等）。

1) 站场工程

包括进场道路、地表清理、平整、布置活动板房等都将对占地区内的地表植被和植物物种带来侵占和破坏影响，导致占地区植物死亡或生长不良、地表裸露，水土流

失量增加，致使受影响区域植被面积减少。施工固体废物若随意丢弃将碾压植物，影响植物生长。

2) 线型工程

本工程建设将沿集输管线开挖管沟，并下穿公路和河流，沿线植被和植物将因直接侵占而消失。施工结束后覆土回填，采取水土保持和植被措施后，地表受影响植被将逐渐恢复，工程带来的不利影响降低。

三、植被面积影响

前文是对受影响的植物群落和主要植物种类的定性分析，采用地理信息软件对植被图与项目平面布置图进行叠加分析，计算施工期侵占的评价区各类受影响植被类型面积的变化如下表。

表 7.5-5 施工期各受影响植被类型面积及占比 单位: hm^2

植被类型	受影响植被		评价区植被	
	受影响植被面积	比例 (%)	评价区植被面积	侵占面积占该类型比例 (%)
森林	54.77	35.03	9518.82	0.58
灌草丛	1.89	1.84	364.59	0.52
农业植被	97.00	63.13	6858.27	1.41
合计	153.65	100	16741.68	0.92

上表计算结果可知，受影响植被面积为 153.65hm^2 ，占评价区总面积的 0.92%。农业植被在站场拟建地和管道沿线分布最为广泛，因此受本项目建设影响面积较大，受侵占面积 97hm^2 ，占受影响植被面积的 63.13%，占评价区该类型植被面积的 1.41%。其次为森林植被，面积为 54.77hm^2 ，占评价区植被面积的 35.03%，占评价区该类型植被面积的 0.58%。施工结束后，复耕/垦及植被恢复，项目建设对陆生植被的侵占影响将逐渐减轻。

四、对保护植物的影响

评价范围人类活动历史悠久，已无原生植被。受人类活动干扰，站场拟占地和线型工程沿线为农业栽培植被与人工林或次生林植被。资料收集及现场调查，评价范围内没有发现重点保护野生植物分布。井场（站）、净化厂等永久占地区，经调查确认无野生保护植物生长。本项目建设不会直接占压野生保护植物植株及其分布生境，不会对重点保护野生植物产生不利影响。

五、对名木古树的影响

本次评价以项目井场（站）、净化厂等站场（厂）占地区等直接占地影响区为重

点现场调查区，项目站场（厂）占地区没有发现有挂牌的古树名木分布，因此站场（厂）占地活动不会对古树名木产生直接侵占影响。

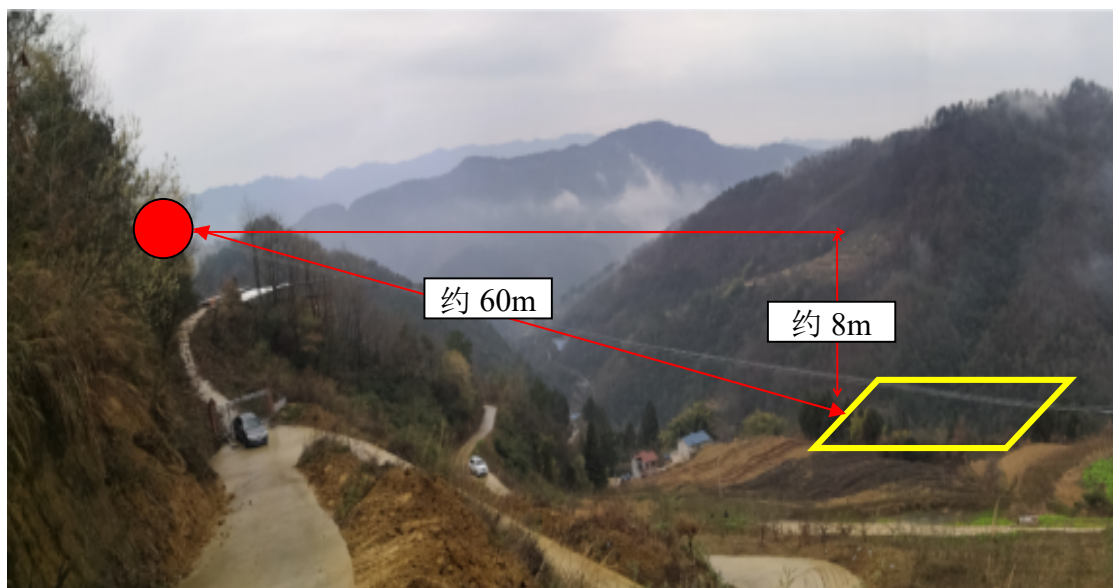


图 7.5-1 三级古树-柏木-与 1 号井场位置关系（红色圈为古树位置，黄色框为井场位置）

距离站场（厂）占地区最近的古树为 1 号井井场西南 60m 处，位于宣汉县毛坝镇大水凼村的三级柏树。由上图可以看出，该古树位于 1 号井井场西南方向坡上部，井场海拔低于古树基部海拔约 8m，井场与古树间为村村通水泥路。可见，受地形、海拔、道路阻隔作用，井场占地施工不会对该古树根系产生伤害，不会对古树产生的不利影响。

7.5.2.2 运营期

一、植被影响

运行期不再有新的工程占地对地表植被产生侵占破坏。工程各项施工活动结束后，因线型工程施工而遭到破坏的植被、植物物种开始自然或人工恢复。由于评价区域内热量丰富，降雨量较多，植物生长速度快，植被恢复力强。因此经过一定时间，工程对植被及植物的不利影响将逐步恢复，临时占地区的植被覆盖度逐步提升。

二、植物影响

运行期对植物影响可以从正常和事故两种工况进行分析。正常工况，井站、净化厂废水、固废均不外排，不会对陆生植物产生影响。正常工况，净化厂尾气烟囱会排放一定量的 SO_2 。 SO_2 对植物的影响主要表现为对植物内部生理活动的抑制作用，影响植物的生长发育及叶面伤害等方面，影响分析如下：

四川省农科院水稻高粱研究所对大气中 SO_2 对水稻扬花结实的影响研究结果表

明：外排 SO_2 的浓度超过 $2.5\text{mg}/\text{m}^3$ 时会对水稻造成伤害。根据 SO_2 对植物急性伤害阈值（表）及 SO_2 对几种主要农作物急性伤害阈值（表）可知：敏感性植物在 30 分钟内，植物 SO_2 的急性伤害阈值浓度在 $2.85\sim 11.4\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，当地主要农作物在 1 小时内的急性伤害阈值在 $2.85\sim 5.77\text{mg}/\text{m}^3$ 之间， SO_2 的落地浓度超过该值就会对当地农作物及植被造成急性伤害。

表 7.5-6 SO_2 对植物急性伤害阈值

暴露时间 h	叶片枯斑率达 5% 时所需的 SO_2 浓度 mg/m^3		
	敏感植物	中等敏感植物	抗性植物
0.5	2.85~11.4	10.0~28.6	≥ 25.7
1.0	1.42~7.14	5.71~20.0	≥ 21.4
2.0	0.86~5.71	4.28~14.3	≥ 12.8
4.0	0.43~3.57	2.85~10.0	≥ 8.57
8.0	0.28~2.14	1.43~8.57	≥ 4.28

说明：引自《21 世纪议程·环境保护与综合治理》科学技术文献出版社，2000 北京；下表同

表 7.5-7 SO_2 对几种农作物急性伤害阈值

作物种类	叶片枯斑率达 5% 时的 SO_2 浓度 mg/m^3					
	暴露时间	1.0h	2.0h	4.0h	6.0h	8.0 h
小麦	/	2.85	1.68	1.43	1.00	0.71
大麦	/	5.77	4.05	3.40	3.11	1.46
棉花	/	5.14	3.42	2.85	2.00	1.43
大豆	/	7.71	5.63	4.68	2.85	1.74
菜豆	/	5.74	4.28	3.08	1.43	1.17

经 AERMOD 预测，正常工况下，净化厂排放的 SO_2 的落地浓度贡献值叠加背景浓度值后的年均浓度最大值为 $0.012\text{mg}/\text{m}^3$ 、日均浓度最大为 $0.033\text{mg}/\text{m}^3$ 。对比上述 SO_2 对农作物急性伤害研究结果，运营期正常工况时，净化厂排放的 SO_2 不会对农作物造成急性伤害，不会影响当地农业种植结构。

7.5.3 对陆生脊椎动物多样性的影响

7.5.3.1 两栖动物

结合两栖动物的生态类群和工程建设项目所在区域的生境特征，评价区两栖动物影响预测分析见下表。

表 7.5-8 工程施工对评价区两栖动物影响预测分析

施工内容	生境类型	影响物种	影响因素	影响结果
土建工程、作业噪声等	稻田、水塘	黑斑侧褶蛙、峨眉林蛙和棘腹蛙	1) 施工占地 2) 施工机械挖掘、建筑材料堆放、交通运输等造成的个体损伤甚至直接死亡; 3) 施工噪音、振动等; 4) 管理不严的情况下施工人员的捕杀行为。	1) 栖息地面积减少; 2) 部分物种种群数量减少; 3) 两栖类物种远离施工区域,种群分布格局发生变化; 4) 部分有经济价值的物种如黑斑侧褶蛙、中华蟾蜍等被捕杀。
	旱地	泽蛙、斑腿树蛙和饰纹姬蛙		
	灌草丛	中华蟾蜍		

一、施工期

施工占地会使得评价区域内两栖类栖息地面积有所减少。两栖类行动较为缓慢,躲避伤害的能力较弱,施工占地、地表清理、管沟开挖等均有可能造成两栖类个体受伤或死亡,运输车辆也会直接压死个体。施工期产生的废水、固废均不外排,生活污水用做农家肥,不会使工程区附近的两栖类栖息环境变差。但要预防废水外溢或渗漏污染土壤和水体事故的发生,因为两栖动物对水质十分敏感,水体和土壤污染使两栖动物的栖息地质量下降、食物减少、生存力降低。特别地,所有的两栖动物繁殖期间都不能离开水,水的污染将降低两栖动物的繁殖成功率,最终降低两栖动物的种群密度。

施工区分布的两栖类均属种群数量较大的常见种,即使局部地段的个体受到损害,但不会造成整个评价区域内这些两栖类物种的消失;工程施工会使得两栖类个体向远离施工现场的适生地迁移,从而导致局部区域两栖类分布格局的变化,使其在占地范围内种群短暂消失,但不至于在整个平均区域消失。

总的来看,工程施工占地会造成各部分两栖动物生境丧失,但对评价区种群数量影响很小,不会有物种从评价区消失。

二、运营期

运营期,工程临时占地区及其附近区域自然环境逐步得到恢复,在施工期迁移离开的部分两栖类将逐渐回到现状区域,评价区域常见的两栖类不会受到较大影响。运营期对两栖类的影响主要为工程车辆行驶可能碾压两栖类成体或次成体造成个体死亡,尤其在两栖类蝌蚪变态后一般都有迁徙的过程,这时车辆对它们的影响最大。此外,如果管理不严,工作人员可能会到附近捕捉蛙类,造成两栖类种群数量的减少。

总的来看,只要植被恢复较好且和管理得当,运营期两栖动物种群数量会很快得以恢复,影响预测为小。

7.5.3.2 爬行动物

叠加爬行动物的生态类群和施工布置所在区域的生境类型，得到评价区爬行动物影响预测分析见表 7.5-9。

表 7.5-9 工程施工对评价区爬行动物影响预测分析

施工内容	生境类型	影响物种	影响因素	影响结果
井场及附属设施、集气站、施工道路、生活区、表土场、集气管线等	水生环境	中华鳖	1) 施工占地 2) 施工机械挖掘、建筑材料堆放、交通运输等造成的个体损伤甚至直接死亡; 3) 施工噪音、振动等; 4) 管理不严的情况下施工人员的捕杀行为。	1) 栖息地面积减少; 2) 部分物种种群数量减少; 3) 爬行类物种远离施工区域, 种群分布格局发生变化; 4) 部分有经济价值的物种如王锦蛇、中华鳖等被偷猎。
	农居环境	壁虎、赤链蛇等		
	农田及灌草丛	北草蜥、中华石龙子、翠青蛇、赤链蛇、王锦蛇		
	森林及林缘	王锦蛇、翠青蛇、乌梢蛇等		

一、施工期

爬行类行动较缓慢，躲避损伤的能力较弱。施工占地、地表清理、管沟开挖、运输车辆等均有可能对工程区附近的壁虎类、蜥蜴类及部分蛇类造成损伤或直接压死。工程永久和临时占地使评价区爬行动物栖息地面积减少，食物减少，将增加其种间和种内竞争。施工机械运转、运输车辆运行等引起的环境振动，壁虎类、蜥蜴类、蛇类等感知后，将使其远离振动源，造成部分区域分布格局发生变化。随着施工作业的进行，工程占地范围内及其附近地域微环境发生变化，爬行类栖息地变化，无法继续在原栖息地生存，有可能使其死亡或迁移至其他适生区域，而使工程区及其附近区域的爬行类数量减少。此外，施工期间，如果管理不严，施工人员可能有捕食王锦蛇、中华鳖等，还可能因畏惧、迷信等原因杀死蛇类。

因此，施工期爬行动物的种群数量可能会出现减少的情况，但不会有物种从评价区内消失。

二、运营期

运营期，工程临时占地区及其附近区域自然环境逐步得到恢复，在施工期迁移离开部分爬行类将逐渐回到现状区域，评价区域常见的爬行类不会受到较大影响。此外，如果管理不严，工作人员可能会到附近捕捉蛇类，造成其种群数量的减少。总的来说，只要植被恢复较好且和管理得当，临时占地区域爬行动物的栖息地可能恢复，运营期爬行类动物种群数量会逐渐得以恢复。

7.5.3.3 鸟类

评价区域内绝大部分鸟类飞翔能力都较强，且在评价区域内广泛分布。施工一开始，它们就可以迅速离开施工场地。根据鸟类的生态类群和施工布置，得到评价区鸟类的影响预测分析见下表。

表 7.5-10 工程施工对评价区鸟类影响预测分析

施工内容	生境类型	影响物种	影响因素	影响结果
井场及附属设施、集气站、施工道路、生活区、表土场、集气管线等	农田、村落	小白鹭、白头鹎、麻雀、家燕、棕背伯劳、珠颈斑鸠、白腰文鸟、金翅雀等	1) 施工占地 2) 施工机械挖掘、建筑材料堆放、交通运输等造成的个体损伤甚至直接死亡； 3) 施工噪音、振动等； 4) 管理不严的情况下施工人员的捕杀行为。	1) 栖息地面积减少； 2) 部分物种种群数量减少； 3) 部分鸟类物种远离施工区域，种群分布格局发生变化； 4) 食物减少，污染使栖息地质量下降，降低生存力； 5) 部分有经济价值的物种如雉鸡、灰胸竹鸡及猛禽等被偷猎。
	灌丛	灰眶雀鹟、白头鹎、白颊噪鹛、红头长尾山雀、棕头鸦雀、大山雀等		
	森林	红腹锦鸡、松鸦、红嘴蓝鹊、喜鹊、领雀嘴鹎、灰头啄木鸟等		
	湿地	小鸊鷉、小白鹭、普通翠鸟、褐河乌、黑水鸡、白鹳、红尾水鸲、白额燕尾等		

一、施工期

评价区域麻雀、山麻雀、珠颈斑鸠、领雀嘴鹎、棕背伯劳、棕头鸦雀等主要栖息于森林和灌草丛生境中鸟类，筑巢于树枝、灌丛或树洞之中。

工程施工期间，施工人员进入施工现场，如果管理不严，可能出现施工人员捕捉小白鹭、雉鸡的现象。施工挖掘、运输车辆运行、机械运转等产生的噪声，将使分布于直接破坏区附近的鸟类远离施工区域。运输车辆夜间作业，夜间运输车辆灯光将使公路沿线栖息的森林鸟类受到惊吓，从而使其远离运输道路。

评价区域内的鸟类以常见鸟类为主。这些鸟类分布地域广，适应环境能力强，工程建设不会造成其种类灭绝。工程所在区域为传统农业耕种区，鸟类已适应了高强度干扰环境，躲避危险环境的能力较强，不易被施工作业损伤和人为捕捉，更不易因施工损伤和人为捕捉造成物种灭绝。此外，由于鸟类能够飞翔，运动能力强，施工一开始，它们就可以迅速离开施工场地。另一方面，施工项目按规划走向呈狭窄的线状分布，评价区鸟类不需要飞行太远距离就能离开施工现场。工程施工会导致一定面积的森林和灌丛植被破坏，可能会对鸟类巢穴造成破坏；由于鸟类善飞翔、具有极强的迁移能力，因此除人为蓄意捕杀外，工程建设基本不会直接伤害到鸟类个体，不会使鸟类种群数量发生大的变化，预测影响为小。

工程施工区及其附近区域主要为居民-农耕区，此区域人类活动干扰强烈。居民-农耕区鸟类绝大多数是与人类活动相关的一些物种，如麻雀、金翅雀、大山雀、红头长尾山雀、家燕、金腰燕、白鹡鸰、灰鹡鸰、白头鹎、棕背伯劳、珠颈斑鸠、乌鸫、白颊噪鹛、棕头鸦雀等，这些鸟类基本属于大地域和广生境分布，能够适应多种环境，对人类干扰也不是特别敏感，施工期对这个区域的鸟类影响不大。总的来看，施工期不会有鸟类物种从评价区消失，但鸟类的栖息地面积会减少。

二、运营期

运营期，随着工程占地区及其附近区域自然环境的逐步恢复，生态系统功能也逐渐恢复，稳定增强。因施工期施工影响，暂时迁移的鸟类将逐渐迁回原适生生境，其物种丰富度和种群数量会逐渐恢复。

7.5.3.4 兽类

叠加兽类的生态类群和施工布置，得到的评价区兽类的影响预测分析见下表。

一、施工期

评价区内野猪、猪獾、小鹿、赤腹松鼠、花面狸、草兔、褐家鼠、北社鼠、小家鼠和草兔等兽类主要栖息于森林和灌草丛生境中。工程施工期间，工程占地使得部分森林和灌丛植被受到破坏，兽类在评价区域内的栖息地面积有所减少，部分兽类物种的种群数量在施工期及其后一段时间可能减少。工程施工期间，施工人员进入施工现场，如果管理不严，可能出现施工人员偷猎草兔、猪獾等现象。施工挖掘、运输车辆运行、机械运转等产生的噪声，将使分布于直接破坏区附近的兽类远离施工区域。机械施工产生的噪音可能会对翼手类的回声定位产生影响，因此，翼手类可能会暂时回避施工区域。施工占地、地表清理、管沟开挖等均有可能对工程区附近的食虫类如短尾鼩、啮齿类如北社鼠等造成损伤。

评价区域内分布的兽类主要是食虫目、翼手目、啮齿目、兔形目的小型动物。这些动物均是广泛分布的物种，适应范围广，迁移能力强，不会因施工作业而使其物种灭绝。在加强施工人员管理、杜绝偷猎行为的前提下，工程施工期间不会造成区域内兽类种群数量发生明显的变化。就整个评价区域而言，施工期不会有兽类物种从评价区消失，但兽类的栖息地面积会减少。

表 7.5-11 工程施工对评价区兽类影响预测分析

施工内容	生境类型	影响物种	影响因素	影响结果
井场及附属设施、集气站、施工道路、生活区、表土场、集气管线等	农田、村落	东方蝙蝠、巢鼠、黄鼬、褐家鼠、小家鼠、黄胸鼠	1) 施工占地 2) 施工机械挖掘、建筑材料堆放、交通运输等造成的个体损伤甚至直接死亡; 3) 施工噪音、振动等; 4) 管理不严的情况下施工人员的捕杀行为。	1) 栖息地面积减少; 2) 部分小型兽类被压死导致种群数量减少; 3) 部分兽类如鼬獾、猪獾等远离施工区域,种群分布格局发生变化; 4) 食物减少,污染使栖息地质量下降,降低生存力; 5) 部分有经济价值的物种如草兔、猪獾等被偷猎。
	灌丛、森林	赤腹松鼠、花面狸、草兔、短尾鼯等		

二、运营期

运营期,随着工程占地区及其附近区域自然环境的逐步恢复,因施工期施工影响暂时迁移的兽类将迁回原适生生境,其物种丰富度和种群数量逐渐恢复。

7.5.3.5 保护动物

评价区域内有国家重点保护动物 2 种,为国家 II 级重点保护鸟类-红腹锦鸡,国家 II 级重点保护兽类-豹猫,其中,红腹锦鸡相对较易发现的种类。四川省级重点保护物种 4 种(两栖类 2 种、鸟类 2 种),以小鸕鷀、黑水鸡、中国林蛙等相对较容易发现。

评价区内分布的国家、省级保护动物物种见下表。

表 7.5-12 工程建设对评价区保护物种影响预测分析

类群	生境类型	物种	保护级别	影响		
				施工期	运行期	
鸟类	森林、灌丛	红腹锦鸡	国家Ⅱ级	1) 栖息地面积减少; 2) 部分物种在评价区域内的种群数量可能减少; 3) 远离施工区域生活, 种群分布格局发生变化; 4) 食物减少, 污染使栖息地质量下降, 降低生存力; 5) 被偷猎的风险增加。	1) 被偷猎的风险降低; 2) 施工噪声消失, 部分物种可回到原活动区域; 3) 远离永久占地区生活, 临时占地随着植被恢复和环境改善, 可部分恢复。	
	湿地	小鸕鷀	四川省级			
		黑水鸡				
两栖爬行类	农田、湿地	中国林蛙				
	河流	中华鳖				
兽类	森林、灌丛	豹猫	国家Ⅱ级			

一、施工期

(1) 兽类

咨询当地居民,评价区有国家 II 级重点保护动物 1 种-豹猫-的分布记录。豹猫主要以鼠类为食,活动能力强,范围广,种群数量少,评价范围居民反映近年来很少看到。对豹猫产生的主要影响源为集输管道穿越森林植被管沟开挖活动,施工活动时,豹猫会主动回避。相比于公路工程,管道作业带较窄,地表扰动具有临时性和可恢复

性。因此，工程建设对该物种的不利影响很小。

（2）鸟类

施工区及其附近有国家Ⅱ级保护鸟类1种，为红腹锦鸡；四川省重点保护鸟类有小鸛鹑、黑水鸡等2种。影响预测如下：

红腹锦鸡：我国特有种，常见分布于海拔700m以上地带。红腹锦鸡单独或成对活动，喜活动于有矮树的山坡及次生的亚热带阔叶林及落叶阔叶林。该物种在本区域为少见种，多活动于林缘地带。

小鸛鹑：本地区是候鸟，活动于各种湿地，流速较缓河流或水库、池塘及沼泽中，多成对或分散小群活动。局部地区数量较多，为常见种。但该物种在本区域为夏季少见种。

黑水鸡：本地区为留鸟，喜活动于生长挺水植物的开阔水面上，如静止性的水库、坑塘，多单独或分散小群活动。局部地区数量较多，为常见种。

对红腹锦鸡产生的主要影响源为集输管道穿越森林植被管沟开挖活动。由于鸟类善飞翔、具有极强的迁移能力，因此除人为蓄意捕杀外，工程建设基本不会直接伤害到鸟类个体。相比于公路工程，管道作业带较窄，地表扰动具有临时性和可恢复性。因此，工程建设对红腹锦鸡的不利影响很小。

本工程涉及的水体为外输管道穿越的中河。中河属于峡谷性河流，穿越处为卵石滩地，水体较浅，两岸无挺水植物分布，不适合黑水鸡活动。小鸛鹑善飞翔、具有极强的迁移能力，因此除人为蓄意捕杀外，工程建设基本不会直接伤害到其个体。因此，工程建设对小鸛鹑、黑水鸡产生的不利影响很小。

（3）两栖类

评价区内有四川省重点保护两栖类1种，为中国林蛙，于评价范围广泛分布。该物种生活于植被较好的静水塘或山沟附近，蝌蚪生活在流溪缓流处和水幽处。管沟开挖、材料堆放等均有可能对其造成机械伤害或迫使其迁移，工程造成的植被破坏也会对其生活活动造成影响，但对区域该物种种群数量造成影响的可能性非常小。

（4）爬行类

评价区内有四川省重点保护爬行类1种，为中华鳖。中华鳖一般生活于有泥沙的江河、湖泊、池塘、水库、农田和较大的山溪中；性怯懦怕声响，白天潜伏水中或淤泥中，夜间出水觅食。外输管道穿越的中河流域有分布。中河开挖穿越施工会惊扰可能在断面水域分布的中华鳖，可能会对其产生伤害。根据现场访问，穿越断面及附近

水域处中华鳖为少见种。因此，工程施工对中华鳖物种的产生不利影响的可能性很小。

总体来看，工程施工期对保护动物影响较小，但要防止捕捉红腹锦鸡和豹猫等事件发生。

二、运营期

站场设备运作对周边造成的干扰小，施工期远离这些区域活动保护动物，随着临时占地被恢复，会逐步回到原有的栖息地，开始正常的生活。

7.5.3.6 红色名录物种

评价区域内有列入《中国生物多样性红色名录》的濒危(EN)2种、易危(VU)4种、近危(NT)4种，这些物种都可能不同程度地受到施工的影响（见下表）。

表 7.5-13 工程建设对评价区保护物种影响预测分析

濒危等级	物种	施工期影响	运行期影响
易危 VU	乌梢蛇	1) 开挖、运输车辆碾压致死	1) 永久占地的栖息地不可恢复； 2) 临时占地的栖息地可恢复； 3) 被偷猎的风险降低。
	棘腹蛙	2) 施工占地使其不再到占地及周边区域活动，栖息地面积缩小；	
	豹猫	3) 食物减少，污染使栖息地质量下降；	
	小鹿	4) 偷猎威胁增加。	
近危 NT	黑斑侧褶蛙	1) 施工占地使其不再到占地及周边区域活动，栖息地面积缩小； 2) 食物减少，污染使栖息地质量下降； 3) 被偷猎的风险增加	1) 永久占地的栖息地不可恢复 2) 临时占地的栖息地可恢复 3) 被偷猎的风险降低
	花面狸		
	猪獾		
	红腹锦鸡		
濒危 EN	王锦蛇	1) 开挖、运输车辆碾压致死	临时占地的栖息地可恢复
	中华鳖	2) 开挖等破坏栖息地	

一、施工期

施工期间，工程占地上的动物受到的影响较强，运动能力弱的红色名录物种如蛇类、中华鳖、黑斑侧褶蛙等可能会因管沟开挖、运输车辆碾压等致死。对鸟类和兽类的影响则主要表现为栖息地的破坏和减少。

二、运营期

运营期，随着临时占地被恢复，红色名录物种会逐步回到原有的栖息地，开始正常的生活。

7.5.4 对水生生态的影响

7.5.4.1 对河床稳定性的影响

外输管道穿越中河方式为沟埋开挖，即对河道进行围堰，河底开挖管沟，将管线埋入河底过河，施工期对河床和河岸有一定程度的破坏。管沟回填后，清除多余的土

石方，施工完成后，严格按环保要求修复河床和河岸，同时管线位于河床底下，不影响河流水文情势，对河床稳定性影响较小。

7.5.4.2 对水文情势的影响

外输管道穿越中河方式为沟埋开挖，即对河道进行围堰，河底开挖管沟，将管线埋入河底过河。施工期导流围堰会暂时改变河流的水文情势。管沟回填后，清除多余的土石方，施工完成后，严格按环保要求修复河床和河岸，同时管线位于河床底下，不影响河流水文情势。工程对河流水文情势的影响只表现在施工期，运行期不影响河道的水文情势，因此，工程对河流水文情势的影响是暂时的，影响时间较短，施工结束后即恢复河道原来的水文情势。

7.5.4.3 对鱼类物种多样性的影响

一、施工期

管线穿越河道，采用明挖埋于河床下面，施工结束后按要求恢复原河床。施工期间的围堰、开挖所引起的水文情势的改变以及对水体的搅动会影响施工区域鱼类的生存，让施工区域及附近水体的鱼类远离施工区，导致施工区及附近鱼类资源量下降，但影响是暂时的，而且范围有限，施工结束后即可恢复，同时对区域内鱼类多样性没有影响。

二、运行期

河床复原，管线深埋于河床运行，无任何污染物产生，不会对鱼类多样性产生影响。

7.5.4.4 对渔业资源和生产的影响

施工期、运行期生产废水和固废都不外排，不会进入水体，不会对河流水质造成影响，不会对鱼类生存产生影响。调查发现，工程影响江段已高度渠化，没有明显的流水型鱼类产卵场，静水型鱼类产卵场以及越冬场和索饵场在区域内多而分散，施工不会对较大范围内的鱼类产卵繁殖和索饵造成明显干扰。管线穿越施工不会对施工区及其附近鱼类的生命活动产生明显影响，不会导致鱼类资源下降。而且，工程影响河段没有专业渔民，工程建设对渔业生产没有影响。

7.5.4.5 对重点保护鱼类及“三场”的影响

通过调查，中河评价范围内主要分布有鱼类 16 种，基本属于一些养殖鱼类和小杂

鱼类，没有发现有国家及省级重点保护鱼类分布。影响水域近已多年没有国家重点保护水生动物岩原鲤、大鲵及四川省重点保护水生动物重口裂腹鱼等捕获记录。

外输管道穿越的中河断面及下游是已经高度渠化，河段景观已大大改变，急流险滩完全消失，河流和库区水流缓慢，鱼类流水型产卵场几乎完全消失。调查河段无明显“三场”特征区分。施工期，外输管线穿越中河时对局部水域水文情势有一定影响，但影响是短暂的，施工结束后恢复河床原貌。因此，工程建设对中河鱼类的“三场”不会产生明显影响。

7.5.4.6 对水域生态系统的影响

穿越管道埋于河床底部，从河床下穿过，工程在影响水域内没有永久性建筑设施。中河穿越施工对水生生态系统造成的不利影响是临时的，通过采取一定的环保措施后可将影响降低到最低限度，工程对水生生态系统初级生产力和次级生产力的影响有限。运营期，外输管道深埋河床运行，无污染物产生，对河流水质不会产生影响，对浮游植物和浮游动物不会造成影响，对中河生态系统不会产生不利影响。

7.5.5 对景观的影响

项目评价范围的景观体系主要由森林生态系统、灌草生态系统、农田生态系统等组成。

一、对林草景观的影响

本项目管道穿越林地，涉及森林植被有马尾松林、青冈林、柏木林、栎林，以及少量灌草植被。对林草景观的影响主要来自于管道施工。

管道施工作业带造成现有林地面积减小，森林小生境的丧失对依赖这些森林片段生存的小型野生动物或鸟类产生不利影响。森林植被集中分布评价范围北部低山、深丘地段，管道穿越林草植被施工会加剧景观的不连续性和破碎化，对森林景观的影响将长时间存在，但对灌草景观的影响施工结束后随着演替将逐渐消失。

根据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》的有关规定，在管道中心线两侧 5.0m 范围内不得种植深根型植物。因此，施工结束后管道中心线两侧 5m 范围内不能恢复森林植被，这在小尺度上加剧了森林景观破碎化。无法恢复成原有森林植被的施工作业带，在当地湿润、多雨的气候条件及在人工辅助恢复措施下，会逐渐演替成草本或灌丛植被，形成森林景观中灌丛或草丛植被廊道。有别于道路、河流、水渠等廊道，林中灌丛或草丛廊道不仅不会产生阻隔效应，而且具有生境功能，属于自然斑块。

自然斑块性有利于生境多样性，也是生物多样性的一个重要决定因素之一。

可以看出，不能恢复成原有森林植被施工作业带，虽然在小尺度上加剧了森林景观破碎化，但最终演替成灌丛或草丛廊道不但不具有阻隔效应，反而会增加生境多样性，在一定程度会增加物种多样性。因此，项目对森林尽管会有不利影响，但是这种不利影响会逐渐减弱，直至消失，甚至转为有利影响。

二、对农田景观的影响

施工期临时性占地对农田景观产生的影响属于短期不利影响，这种影响是可逆的，不会改变评价范围农业生产结构。运营期，临时占用的旱地、水田等已恢复原有土地利用状况，原有耕作制度已恢复。采取科学人工培肥、土壤熟化措施，临时性占用的农田土壤肥力很快可以恢复。

运营期时，旱地或水田永久性变为管道运输附属设施用地。但是，相比评价范围连片农田景观分布，项目永久性占用的农田面积比例小，通过耕地补偿及撂荒地复耕措施后，不会改变评价范围农田景观格局，也不会改变评价范围农业生产结构。

三、对生态完整性影响

项目建设前后评价范围内景观优势度值见下表。

表 7.5-14 项目建设前评价范围景观优势度值

斑块类型	R_d	R_f	L_p	$D_o(\%)$
森林	0.56	0.83	0.55	62.25
灌草丛	0.04	0.07	0.02	3.85
农田	0.31	0.75	0.39	46.07
水体	0.03	0.07	0.02	3.29
聚落	0.06	0.07	0.02	4.09

表 7.5-15 项目建设后评价范围景观优势度值

斑块类型	R_d	R_f	L_p	$D_o(\%)$
森林	0.56	0.84	0.54	62.20
灌草丛	0.08	0.08	0.02	5.33
农田	0.28	0.75	0.39	45.35
水体	0.02	0.07	0.02	3.23
聚落	0.06	0.07	0.02	3.99

表 7.5-16 评价区各类斑块优势度值（单位：%）的变化

斑块类型	$D_o(\%)$	$D_o(\%)$	变化
森林	62.25	62.2	-0.05
灌草丛	3.85	5.33	1.48
农田	46.07	45.35	-0.72
水体	3.29	3.23	-0.06
聚落	4.09	3.99	-0.1

由上表可以看出，灌草优势度值略有增加，这是管道穿越森林植被后的作业带恢复成了灌草植被所致。项目建成后评价范围优势度值的排序依然为：森林>农田>聚落>灌草丛>水体，各斑块优势度在项目建设前后变化很小。可见，项目建设对评价范围现状生态系统的完整性及其结构与功能的影响非常小。

7.5.6 小结

一、对土地利用现状的影响

井站、天然气净化厂等永久占地工程设施会永久占用部分土地，占地类型以耕地为主。经统计，永久占地面积占评价区总面积 1.5%，只是在小范围内改变这些占用的土地利用类型，不会改变评价区总体的土地利用现状。

临时性占地土地利用改变是短期的、可逆的，随着工程结束，逐渐恢复原有土地利用类型和面积，不会对土地资源和利用现状产生影响。

二、对植被和植物的影响

农业植被受本项目建设影响面积较大，占评价区该类型植被面积的 1.41%；其次为森林植被，占评价区该类型植被面积的 0.58%。根据现场调查，井站、天然气净化厂等永久性设施占地范围为栽培作物、马尾松人工林等人工植被，这些长期经人工经营管理形成的植被类型，生产力和生物量并不高，生物多样性简单，损失的物种也是广泛分布的物种。管道敷设还会破坏一定面积马尾松林、青冈林及落叶栎类混交林，但这些植被类型在评价区以及项目所在的整个大区域内都是广泛分布的植被类型，施工期占用或者破坏后只是造成一定面积的减少和物种数量上的降低，不会造成某种植被类型消失。

工程项目在施工期对植物及其生境的影响使原来就较为单一的植物类群结构将进一步简化，主要影响一些类群个体数量减少，受影响的植物种类多为广布种或人工植被中的栽培植物。这些植物在评价区内外的许多地方都有分布，不会造成这些植物种类的灭绝和消失，仅仅是某些植物类群的个体数量有所减少，不可能发生某种植物区系成分的丧失或者消亡。

三、对重点保护植物和古树名木的影响

资料收集及现场调查，评价范围内没有发现有国家重点保护野生植物分布。井场（站）、净化厂等站场（厂）永久占地区，经调查确认无重点保护野生植物分布。因此本项目建设对重点保护野生植物产生不利影响可能性极小。项目站场（厂）占地区

等直接占地影响区没有发现有挂牌的古树名木分布，因此站场（厂）占地区建设不会对古树名木产生不利影响。

四、对野生动物的影响

本项目对野生植物影响较大的主要是施工期，运行期基本不会对野生动物产生影响。施工期，场站占地、管沟的开挖都需要占用土地资源，其中森林植被的破坏，会减少一些动物的栖息地。此外，施工期产生的噪声也会对动物造成一定的干扰。但评价范围野生动物在施工区周围亦有替代生境，它们可以向周围相似生境转移。此外工程施工活动又具有暂时性和短期性的特点。因此，工程施工动物的影响只是暂时的，会随着施工的结束而消失，不会对这些物种的生存、繁衍构成威胁。

五、对景观的影响

项目建成后评价范围优势度值的排序依然为：森林>农田>聚落>灌草丛>水体，各斑块优势度在项目建设前后变化很小。可见，项目建设对评价范围现状生态系统的完整性及其结构与功能影响非常小。

7.6 土壤环境影响预测与评价

7.6.1 施工期

7.6.1.1 土壤环境影响识别及污染途径

施工期，可能发生的土壤污染影响及途径为，事故工况下钻井过程中产生的废水泄漏，污染物通过垂直入渗途经污染土壤。

7.6.1.2 土壤环境影响预测

一、土壤污染情景

钻井过程中会产生钻井废水、洗井废水和放喷废水，各类废水中的污染物种类相同。其中，钻井废水、洗井废水进入废水罐，放喷废水进入废水池。根据设计资料，废水罐体积为 40m^3 ，位于地表，发生泄漏的情况下容易被发现；放喷池尺寸 $8\text{m}\times 5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，总体积为 20m^3 ，位于地下，发生泄漏后不易被发现，废水中污染物浓度相对更高。在非正常状况下，由于自然或人为因素（地基不均匀沉降或外力）可能导致会放喷池出现渗漏。因此本次评价选择放喷废水在非正常工况下，预测与评价污染物通过池体底部垂直入渗对土壤环境的影响。

二、预测与评价因子

预测与评价因子选择污染特征因子石油类。放喷池废水泄漏量按放喷池体积计算，石油类浓度按最大值 100mg/L 计算（见工程分析），本次预测进入土壤层中的石油类的增量为：

$$20 \text{ m}^3 \times 100 \text{ mg/L} = 2.0 \text{ kg}$$

三、预测与评价方法

根据《环境影响评价技术导则-土壤环境》（试行）（HJ964-2018），本项目土壤环境影响评价工作等级为二级，预测方法可参见附录 E.1.3 中预测方法进行计算。

（1）单位质量土壤中某种物质的增量可用下式计算：

$$\Delta S = n(I_s - L_s - R_s) / (\rho_b \times A \times D)$$

式中： ΔS —单位质量表层土壤中某种物质的增量，g/kg；

表层土壤中游离酸或游离碱浓度增量，mmol/kg；

I_s —预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质的输入量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中游离酸、游离碱输入量，mmol；

L_s —预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经淋溶排出的量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中经淋溶排出的游离酸、游离碱的量，mmol；

R_s —预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经径流排出的量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中经径流排出的游离酸、游离碱的量，mmol；

ρ_b —表层土壤容重，kg/m³；

A —预测评价范围，m²；

D —表层土壤深度，一般取 0.2m，可根据实际情况适当调整；

n —持续年份，a。

（2）单位质量土壤中某种物质的预测值可根据其增量叠加现状值进行计算：

$$S = S_b + \Delta S$$

式中： S_b —单位质量土壤中某种物质的现状值，g/kg；

S —单位质量土壤中某种物质的预测值，g/kg。

（3）参数选取

根据井场土壤理化性质测定结果、放喷池设计参数及土壤污染情景设置，预测方法中各参数取值见下表。

表 7.6-1 预测方法各参数取值表

n (a)	I_s (g)	L_s (g)	R_s (g)	ρ_b (kg/m ³)	A (m ²)	D (m)	S_b (mg/kg)
3	2000	0	0	1480	40	0.2	57.1

注：① n 取值参考《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》（环办环评函[019]910 号）规定：陆地区块产能建设项目实施后，建设单位或生产经营单位应对地下水、生态、土壤等开展长期跟踪监测，发现问题应及时整改。项目正式投入生产或运营后，每 3-5 年开展一次环境影响后评价；② ρ_b 取值井场土壤容重最小值；③ A 取值池体底面积；④ S_b 取值井场土壤现状监测最大值。

四、预测评价结果

预测结果见下表。

表 7.6-2 土壤预测结果表

ΔS (mg/kg)	S_b (mg/kg)	S (mg/kg)
506.76	57.10	563.86

由上表可以看出，放喷池池底渗漏石油类预测值低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值（826mg/kg）。

7.6.2 运营期

7.6.2.1 土壤环境影响识别及污染途径

运营期，可能发生的土壤污染影响及途径为，事故工况下天然气净化厂污水池发生渗漏，污染物垂直入渗途经污染土壤。

7.6.2.2 土壤环境影响预测

一、土壤污染情景

运营期净化厂主要废水为生产废水、生产污水、检修污水和可能产生的事故废水，以及尾气处理装置酸水汽提污水、生活污水、地面冲洗水和雨水，这些废水进入工艺池贮存。工艺池均位于地下，发生小面积破损导致防渗层实效的情况下不易被发现。天然气净化厂检修污水池位于地下，池体最大（42m×29m×3.8m），有效容积 3500m³，废水中污染物浓度相对较高。本次选择检修污水池，预测与评价非正常工况下，污染物通过检修污水池池体底部垂直入渗对土壤环境的影响。

二、预测与评价因子

预测与评价因子选择污染特征因子石油类。检修污水池废水泄漏量按池体有效容积计算，石油类浓度按最大值 20mg/L 计算（见工程分析），本次预测进入含水层中的石油类的增量为：

$$3500 \text{ m}^3 \times 20 \text{ mg/L} = 70 \text{ kg}$$

三、预测与评价方法

根据《环境影响评价技术导则-土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本项目土壤环境影响评价工作等级为二级，预测方法可参见附录 E.1.3 中预测方法进行计算。

（1）单位质量土壤中某种物质的增量可用下式计算：

$$\Delta S = n(I_s - L_s - R_s) / (\rho_b \times A \times D)$$

式中： ΔS —单位质量表层土壤中某种物质的增量，g/kg；

表层土壤中游离酸或游离碱浓度增量，mmol/kg；

I_s —预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质的输入量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中游离酸、游离碱输入量，mmol；

L_s —预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经淋溶排出的量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中经淋溶排出的游离酸、游离碱的量，mmol；

R_s —预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经径流排出的量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中经径流排出的游离酸、游离碱的量，mmol；

ρ_b —表层土壤容重，kg/m³；

A —预测评价范围，m²；

D —表层土壤深度，一般取 0.2m，可根据实际情况适当调整；

n —持续年份，a。

（2）单位质量土壤中某种物质的预测值可根据其增量叠加现状值进行计算：

$$S = S_b + \Delta S$$

式中： S_b —单位质量土壤中某种物质的现状值，g/kg；

S —单位质量土壤中某种物质的预测值，g/kg。

（3）参数选取

根据井场土壤理化性质测定结果、放喷池设计参数及土壤污染情景设置，预测方法中各参数取值见下表。

表 7.6-3 预测方法各参数取值表

n (a)	I_s (g)	L_s (g)	R_s (g)	ρ_b (kg/m ³)	A (m ²)	D (m)	S_b (mg/kg)
3	70000	0	0	1670	1218	0.2	78.4

注：① n 取值参考《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》（环办环评函[019]910 号）规定：陆地区块产能建设项目实施后，建设单位或生产经营单位应对地下水、生态、土壤等开展长期跟踪监测，发现问题应及时整改。项目正式投入生产或运营后，每 3-5 年开展一次环境影响后评价；② ρ_b 取值天然气净化厂土壤容重测定值最小值；③ A 取值池体底面积；④ S_b 取值天然气净化厂土壤现状监测值最大值。

四、预测评价结果

预测结果见下表。

表 7.6-4 土壤预测结果表

$\Delta S(\text{mg/kg})$	$Sb(\text{mg/kg})$	$S(\text{mg/kg})$
516.21	78.40	594.61

由上表可以看出,检修污水池池底渗漏石油类预测值低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第一类用地筛选值(826mg/kg)。

7.6.3 小结

施工期和运营期,站场占地范围内评价因子预测值低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中的第一类用地筛选值,建设项目土壤环境影响可接受。

7.7 固体废弃物的影响分析

7.7.1 固体废物的来源与性质

7.7.1.1 施工期固体废物的来源与性质

施工过程主要是钻井过程中产生的固体废弃物主要有钻井废泥浆(水基)、钻井岩屑(水基及油基)、废油、废弃的包装材料和生活垃圾以及管道施工过程中产生的施工废料等。

单井的钻井周期约 3~6 个月,井队工作人员按 50 人计算,其产生量按每人每天产生 0.5kg 计算,钻井期间单口井生活垃圾产生量约 4.5 吨;内部集输不设施工营地,净化厂设置施工营地,建设周期按照 1 年,日均施工人员 100 人考虑,净化厂建设期产生量约 18.25 吨。

表 7.7-1 施工期固体废物的来源情况与性质分析

类别	名称	主要成分	产生量	处置方式	是否危废 (分类及编号)	编码
钻井 作业	废水基泥浆	膨润土	2800m ³	资源化利用或处置	否	072-001-29
	水基岩屑	岩屑	9120m ³	资源化利用或处置	否	072-001-29
	油基岩屑	矿物油及岩屑	2880 m ³	交有资质的单位进行处置	是 HW08	072-001-08
	废油	矿物油	40m ³	交有资质的单位进行处置	是 HW08	072-001-08
生活垃圾		/	54.25t	依托当地垃圾收运系统	否	/

废水基泥浆是指钻井过程中因性能不合格无法重复利用的泥浆,项目钻井采用水基泥浆时,其泥浆回收利用率为 80%。核查《国家危险废物目录》(2021 版),废水基泥浆不在《国家危险废物目录》(2021 版)中规定的危险废物之列,因此本项目钻

井产生的废泥浆属一般工业固废。

油基岩屑是以矿物油为连续相配制钻井泥浆用于天然气开采所产生的钻井岩屑和废弃钻井泥浆,属于危险废物(《国家危险废物目录》(2021 版)中 HW08 类 072-001-08 小类)。

钻井过程中废油的主要来源是:机械(泥浆泵、转盘、链条等)润滑废油;清洁、保养产生的废油,废油属危险废物(《国家危险废物目录》(2021 版)中 HW08 类 900-201-08 小类)。

7.7.1.2 营运期固体废物的来源与性质

营运期主要是内部集输以及净化厂硫回收系统产生的废催化剂、废活性炭、工业盐、污水处理产生的污泥和溶剂再生过滤介质等。

表 7.7-2 营运期固体废物的来源情况与性质分析

废物名称	主要来源	主要成分	预计年产生量	是否为危险废物	废物类别	废物代码
清管检修废渣	清管检修作业	机械杂质和铁屑	0.11t	否	/	072-001-99
废有机溶剂	脱硫单元、脱水单元、尾气处理单元	有机溶剂	260t	是	HW06	900-404-06
含废有机溶剂废物的废活性炭及其他过滤吸附介质	脱硫单元、脱水单元、尾气处理单元	吸附材料、有机溶剂	40t	是	HW06	900-405-06
废矿物油及含油废物	设备设施保养	矿物油	20t	是	HW08	900-249-08
废油漆	使用过程中产生的失效、变质的油性漆	树脂、颜料、溶剂及助剂等	2t	是	HW12	900-299-12
废催化剂	硫磺回收单元、尾气处理单元	Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2	105t	是	HW50	251-016-50
废包装容器及过滤介质	可能有毒性的包装材料及容器	金属、塑料等包装材料、溶剂等有毒有害物	2t	是	HW49	900-041-49
废酸	实验室使用	酸	0.05t	是	HW34	900-349-34
废铅酸电池	设备设施使用	酸、铅	0.05t	是	HW49	900-044-49
蒸发结晶工业盐	蒸发结晶单元蒸发后产物	$NaCl$ 、 $CaCl_2$ 、 $MgCl_2$	1584t	开展危废鉴定,在此之前按照危废进行管理	/	/
水处理设施污泥	废水生化、气田水处理等环节产生	污泥	30t		/	/
水处理系统滤芯、滤膜	水处理系统	废弃滤芯、滤膜	5t		/	/
生活垃圾	日常生活	/	21.5t	否	/	/

(1) 清管废渣

清管及检修废渣主要成份是硫化亚铁和机械杂质,硫化亚铁遇空气易氧化成为氧

化铁，不属于危险废物。

(2) 废催化剂、废活性炭、废油、废溶剂等

净化厂使用的硫回收装置催化剂，其主要化学成份为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 等，不在国家危险废物名录之内，但含重金属、有毒有害以及危险化学成分等，属于危险废物；废活性炭、废油及废溶剂等，列入《国家危险废物目录》（2021 版）中。

(3) 蒸发结晶工业盐、水处理设施污泥及水处理系统滤芯滤膜等

蒸发结晶工业盐、水处理设施污泥及水处理系统滤芯滤膜等，成分较复杂，不能根据《国家危险废物目录》（2021 版）直接判定。建设单位暂按危险废物对其暂存、管理，随后可委托有危废鉴定资质的单位进行鉴定，根据鉴定结果再采取相应处置措施。

7.7.2 施工期固体废物处理及其对环境的影响

7.7.2.1 废泥浆及岩屑对环境的影响分析

为减少固体废弃物的产生，减轻固体废物的排放对周围环境的影响，施工过程中对废弃泥浆的使用、处置处理进行全过程的管理和控制，具体措施如下：

(1) 施工现场设置专门的配浆区，在专用的泥浆搅拌、备置槽内进行泥浆配制工作，配制好的泥浆储存在泥浆槽内，不得向环境中溢流。

(2) 钻井期间，从钻孔返回的泥浆过滤出钻屑和杂质后，尽可能重复利用，减少废弃泥浆的产生量。

(3) 不能再利用的废泥浆及钻井废水处理后的废渣等，存储于岩屑罐，后外运至砖厂（水基泥浆及岩屑）或危废处置单位（油基岩屑）。

(4) 钻井期间严格操作规程，合理制定操作参数，防止出现跑浆等事故。

(5) 空气或清水钻井及水基钻井液体系，水基钻井液体系中不添加有毒有害重金属等物质，主要成分为水、无机盐、普通有机聚合物等无毒物质，根据以往工程经验，故本项目水基钻井液钻井产生的废弃水基泥浆和岩屑按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB18599-2020 中第Ⅱ类一般工业固体废物进行控制，对环境影响较小。

(6) 油基钻井液钻井泥浆全部实现回收再利用，不外排，产生的油基岩屑按照危险废物进行现场管理（即满足《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）相关要求），后交由有资质的单位进行处置，对环境影响较小。

7.7.2.2 管道工程施工废料对环境的影响分析

施工废料主要为管道焊接后废弃的焊接材料，由于本项目管线防腐层均在厂家预制完成，现场无防腐层废料产生。本工程产生的施工废料由施工单位清运回收，因此不会对管道沿线两侧环境产生不利影响。

7.7.2.3 生活垃圾

净化厂营地、钻井作业施工队产生的生活垃圾堆存在设置的生活垃圾防渗池内，依托当地环卫部门进行收集转运，因此不会对周边环境产生不利影响。

7.7.3 运营期固体废物处理及其对环境的影响

7.7.3.1 内部集输、外部集输固废对环境的影响

本工程集输系统产生的固废主要是清管、场站设备检修产生的废渣，主要含 Fe_2O_3 、 FeS ，运送至一般工业固废堆放场，对环境的影响很小。

7.7.3.2 天然气净化厂固废对环境的影响

净化厂使用的硫回收装置催化剂，其主要化学成份为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 等，不在国家危险废物名录之内，但含重金属、有毒有害以及危险化学成分等，属于危险废物；废活性炭、废油及废溶剂等，列入《国家危险废物目录》（2021 版）中。依据《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）相关要求，在本工程生产过程中的危废暂存于万源天然气净化厂的危废暂存间里，危废暂存间建设应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及修改单，能有效防止污染物入渗。最后采用专用运输车辆转运至具有相应资质的单位处理，不对当地环境产生影响。

蒸发结晶工业盐、水处理设施污泥及水处理系统滤芯滤膜等，目前暂存于净化厂内危废暂存间，按照危险废物进行管理，若鉴定出其为一般工业固废，可《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB18599-2020 中第II类一般工业固体废物进行控制，或委外利用，实现资源化；若鉴定其为危险废物，将交由具有危废处理资质单位，不对当地环境产生影响。

清管及检修废渣主要成份是硫化亚铁和机械杂质，硫化亚铁遇空气易氧化成为氧化铁，不属于危险废物，可《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB18599-2020 中第II类一般工业固体废物进行控制，不对当地环境产生影响。

7.7.3.3 生活垃圾

运营期净化厂、各场站生活垃圾依托当地环卫部门进行处理，影响可接受。

7.7.4 小结

废水基泥浆是指钻井过程中因性能不合格无法重复利用的泥浆，项目钻井采用水基泥浆时，其泥浆回收利用率为 80%。核查《国家危险废物目录》（2021 版），废水基泥浆不在《国家危险废物目录》（2021 版）中规定的危险废物之列，因此本项目钻井产生的废泥浆属一般工业固废，送至宣汉县境内已建工业废弃物综合利用项目处置，影响可接受。

油基岩屑是以矿物油为连续相配制钻井泥浆用于天然气开采所产生的钻井岩屑和废弃钻井泥浆，属于危险废物（《国家危险废物目录》（2021 版）中 HW08 类 072-001-08 小类），送至有资质的单位进行处置，影响可接受。

净化厂使用的硫回收装置催化剂，其主要化学成份为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 TiO 等，不在国家危险废物名录之内，但含重金属、有毒有害以及危险化学成分等，属于危险废物；废活性炭、废油及废溶剂等，列入《国家危险废物目录》（2021 版）中。依据《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）相关要求，在本工程生产过程中的危废暂存于万源天然气净化厂的危废暂存间里，危废暂存间建设应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及修改单，能有效防止污染物入渗。最后采用专用运输车辆转运至具有相应资质的单位处理，不对当地环境产生影响。

蒸发结晶工业盐、水处理设施污泥及水处理系统滤芯滤膜等，目前暂存于净化厂内危废暂存间，按照危险废物进行管理，若鉴定出其为一般工业固废，可《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB18599-2020 中第Ⅱ类一般工业固体废物进行控制，或委外利用，实现资源化；若鉴定其为危险废物，将交由具有危废处理资质单位，不对当地环境产生影响。

清管及检修废渣主要成份是硫化亚铁和机械杂质，硫化亚铁遇空气易氧化成为氧化铁，不属于危险废物，可《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB18599-2020 中第Ⅱ类一般工业固体废物进行控制，不对当地环境产生影响。

8 环境风险

8.1 资料收集

根据本项目的工程特点，项目可分为两个阶段：建设施工期和生产营运期，其中在施工期内的主要工程活动是钻井工程、地面工程及相关辅助工程的建设；营运期的生产活动则主要是以井场和集气管道构成的内部集输系统进行天然气的采输，天然气净化厂的净化生产以及净化天然气的外输。

施工期可能造成严重危害的事故主要为井喷失控事故。据不完全统计，我国 1970 年至 2009 年共发生井喷及井喷失控事故 129 起，其中钻井作业 76 起，井下作业 47 起，测井作业 3 起，其他 3 起。

井喷失控发生的机率虽然较小，但往往造成巨大损失、影响恶劣的灾难性事故，其危害主要表现在：

- (1) 造成重大人员伤亡，尤其是含硫气井井喷失控；
- (2) 污染环境，喷出的油气随风四散，影响范围大，对环境造成污染；
- (3) 导致气井和钻井设备报废，财产损失；
- (4) 社会影响大，对企业声誉造成严重影响。

1976 年 6 月 25 日 0:15 分，位于河北省晋县周头乡赵兰庄的赵 1 井泥浆中散发出了强烈的硫化氢气体，0:36 分当钻进至井深 2435.80 米时，发生了第一次井喷，0:45 分发生第二次井喷，由于当时没有井控制度及井控设备，职工无井控知识，从井内喷出了大量的原油及天然气，继第二次井喷后，井架严重坍塌，井喷停止，在这次井喷事故中，先后 3 人死亡，6 人昏迷，2424.60 米钻具被卡。

1982 年 10 月 17 日下午 2:30 分，加拿大阿尔伯塔省中西部 Rocky 山脚一个叫 Lodgepole 的小村庄发生高含硫（硫化氢含量体积比 25%）勘探井井喷失控事故，共持续 67 天。井喷失控期间，大量的凝析物和含硫天然气从井口喷出，并时而伴随着喷射火焰。此次事故导致 2 名来自美国德克萨斯州的井控专家死亡，并对井场附近居民健康和环境造成了较大影响。

2003 年 12 月 23 日 21:55 罗家 16H 发生强烈井喷，从井喷到放喷管线点火近 18h，井口喷出含 H_2S 浓度极高的天然气随空气流动大面积扩散，造成了人民生命财产的重大损失。根据国务院事故调查组最终认定：事故造成 243 人死亡，2142 人住院治疗，

65000 人疏散，直接经济损失 6423.31 万元。

罗家 16H 井位于重庆市开县高桥镇小阳村 1 组，目的层是飞仙关段鲕粒溶孔性白云岩，富含硫化氢（ H_2S 含量 $151\text{g}/\text{m}^3$ ）、中含二氧化碳（ $10\text{g}/\text{m}^3$ ）。国务院事故调查组调查报告认为事故直接原因是：

1、起钻前泥浆循环时间严重不足。没有按照规定在起钻前进行 90min 泥浆循环，仅循环 35min 就起钻，没有将井下气体和岩石钻屑全部排出，使起密封作用的泥浆液柱密度降低，影响密封效果。

2、长时间停机检修后没有充分循环泥浆即进行起钻。没有排出气侵泥浆，影响泥浆液柱的密度和密封效果。

3、起钻过程中没有按规定灌注泥浆。没有遵守每提升 3 柱钻杆灌满泥浆 1 次的规定，其中有 9 次是超过 3 柱才进行灌浆操作的，最多至提升 9 柱才进行灌浆，造成井下没有足够的泥浆及时填补钻具提升后的空间，减小了泥浆柱的密封作用。

4、未能及时发现溢流征兆。当班人员工作疏忽，没有认真观察录井仪，及时发现泥浆流量变化等溢流征兆。

5、卸下钻具中防止井喷的回压阀。有关负责人违反作业规程，违章指挥卸到回压阀，致使发生井喷时无法进行控制，导致井喷失控。

6、未能及时采取放喷管点火，将高浓度的硫化氢焚烧处理，造成大量硫化氢喷出扩散，导致人员中毒伤亡。

运营期可能造成环境危害的事故主要为设备及管道泄漏后硫化氢扩散。场站主要设备为分离器，其存在泄漏的可能，泄漏概率 $10^{-6} \sim 10^{-4}$ ；内部集输管道存在泄漏的可能，泄漏概率为 $10^{-3}/\text{千米} \cdot \text{年}$ ；净化厂主要工艺装置分离器、吸收塔、过滤器及工艺管道存在泄漏可能，泄漏概率为 $10^{-8} \sim 10^{-4}$ 。上述泄漏事故发生后，均可能造成硫化氢扩散。

8.2 环境风险识别

8.2.1 物质危险性识别

8.2.1.1 天然气

铁山坡气田开发工程主要包括钻完井工程、地面集输工程、净化厂和净化气外输工程。气田开发过程所涉及的主要物料是含硫天然气，其中 H_2S 含量 14.2~15.50%，

CO₂ 含量 5.43~8.89%，气田的物质危险性主要表现为 H₂S 的毒性、腐蚀性和天然气的易燃易爆性。

根据工程分析，其他危险有害物质还包括：放空点火燃烧时产生的 SO₂，清管检修排出的 FeS，开发过程中沉积的元素硫，可能使用的硫溶剂和水合物抑制剂（甲醇）、天然气处理过程中的硫磺及硫磺粉尘(S)、有机硫、脱硫溶剂，还有气田水以及柴油、洗井用到的稀盐酸等。其中甲烷、硫化氢、硫磺及硫磺粉尘、硫化亚铁、甲基二乙醇胺（MDEA）、甲醇、柴油为易燃或可燃物质，具有一定的火灾危险性，其危险性见表 8.2-1。

表 8.2-1 主要物质的危险、有害因素

物质名称	爆炸极限或闪点	火灾危险特征	存在部位及生产过程	火灾危险性类别	危险有害因素分类
甲烷	5%~15%	爆炸下限小于 10%	井口、集输设备、管线、脱硫、脱水单元	甲 B 类	易燃气体
硫化氢	4%~46%	爆炸下限小于 10%	井口、集输设备、管线、脱硫、硫回收单元	甲 B 类	有毒品
二氧化硫	-	-	放空燃烧产生	-	有毒品
硫化亚铁	-	易氧化自燃	设备、管线	乙类	易燃固体、自然物品和遇湿易燃物品
甲基二乙醇胺	135.5℃	闪点>60℃的液体	脱硫、尾气处理、储罐	丙 A 类	易燃液体
三甘醇	165℃	闪点>60℃的液体	脱水单元、储罐	丙 B 类	可燃液体
甲醇	12℃	闪点<28℃的液体	井站药剂加注装置	甲 B 类	易燃液体
柴油	38℃	易燃液体	柴油发电机、储罐	乙 B 类	易燃液体
硫磺	2.3%~46%	易燃	净化厂	乙类	易燃固体

天然气属甲类易燃、易爆气体，与空气混合形成爆炸性混合物，遇明火极易燃烧爆炸，在相对密闭空间内有窒息危险。天然气中各主要烃组分基本性质见表 8.2-2。

根据《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）对石油天然气火灾危险性分类：天然气生产属于甲 B 类火灾危险性。作为主要烃组份的甲烷属于《化学品分类和危险性公示 通则》（GB 13690-2009）中的气相爆炸物质，在爆炸极限范围内遇点火源可引起爆炸。

表 8.2-2 天然气中各主要烃组分基本性质

项目 \ 组份	甲烷	乙烷	丙烷	正丁烷	异丁烷	其它
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	i-C ₄ H ₁₀	C ₅ -C ₁₁
密度(kg/m ³)	0.72	1.36	2.01	2.71	2.71	3.45
爆炸上限 %(V)	5.0	2.9	2.1	1.8	1.8	1.4

项目 \ 组份	甲烷	乙烷	丙烷	正丁烷	异丁烷	其它
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	i-C ₄ H ₁₀	C ₅ -C ₁₁
爆炸下限 %(V)	15.0	13.0	9.5	8.4	8.4	8.3
自燃点(°C)	538	530	510	490	/	/
理论燃烧温度(°C)	1830	2020	2043	2057	2057	/
燃烧 1m ³ 气需空气量(m ³)	9.54	16.7	23.9	31.02	31.02	38.18
最大火焰传播速度(m/s)	0.67	0.86	0.82	0.82	/	/

8.2.1.2 硫化氢

硫化氢是一种有特殊刺激性气味的有毒气体，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高温会引起燃烧、爆炸，其爆炸极限范围为 4.0%~46%（体积比）。H₂S 为强烈的神经性毒物，对粘膜有强烈的刺激作用。

阈限值：不会对人身健康产生伤害的最大硫化氢浓度为 15mg/m³(10ppm)。安全临界浓度：未采取任何防护措施情况下，8h 内可接受的硫化氢最高浓度为 30mg/m³(20ppm)。危险临界浓度：未采取任何防护措施情况下，对人员生命和健康产生不可逆转的或延迟性的影响的最小硫化氢浓度为 150mg/m³(100ppm)。。

在含硫化氢气田开发中，井下工具、井口装置、地面工艺设备及管道的硫化物应力腐蚀开裂（SSC）、应力腐蚀开裂（SCC）和氢致开裂（HIC）可导致设备、管线腐蚀穿孔，造成含硫天然气泄漏事故。在有 CO₂ 存在的情况下会加速金属材料的腐蚀。H₂S 溶于水后形成弱酸，对金属的腐蚀形成有电化学腐蚀、氢脆和硫化物应力腐蚀开裂，以后两者为主。

根据美国腐蚀工程师协会 MR-01-75 和《天然气地面设施抗硫化物应力开裂金属材料要求》（SY/T0599-2018）的说明：如果 H₂S 分压等于或大于 0.3kPa，就存在硫化物应力腐蚀开裂(SSC)。铁山坡气藏 H₂S 分压为 7.72MPa,地面设施分压为 1.54MPa，因此除存在常见的电化学腐蚀外，还存在硫化物应力腐蚀开裂。如果介质中还含有其它腐蚀性组分如 CO₂、Cl⁻、元素硫、残酸等时，H₂S 对钢材的腐蚀速率将大幅度增高。

气田开发生产过程中，硫化氢一般主要出现在以下几个环节：

- 1) 钻井进入含硫储层，硫化氢侵入钻井液，这是钻井液中硫化氢的主要来源。
- 2) 站场内设备、集输管线泄漏。
- 3) 气田水在处理、输送、回注过程中发生泄漏事故释放 H₂S。
- 4) 腐蚀产物 FeS 遇酸性环境反应分解产生 H₂S。
- 5) 在天然气处理过程中原料天然气硫化氢含量约为 15.50%，工艺过程中脱硫酸

气硫化氢含量为 67.3%，酸水汽提的酸气硫化氢含量为 1%，尾气处理装置硫化氢含量为 0.45%，这些生产处理过程都可能发生硫化氢泄漏事故。

硫化氢对人的生理影响及危害见表 8.2-3。

表 8.2-3 硫化氢对人的生理影响及危害

在空气中的浓度			暴露于硫化氢的典型特性
% (V)	ppm	mg/m ³	
0.000013	0.13	0.18	通常在大气中含量为 0.18mg/m ³ (0.13ppm) 时，有明显和令人讨厌的气味，在大气中含量为 6.9mg/m ³ (4.6ppm) 时就相当显而易见。随着浓度的增加，嗅觉就会疲劳，气体不再能通过气味来辨别
0.001	10	15	有令人讨厌的气味。眼睛可能受刺激。推荐的阈限值 (8h)。
0.0015	15	21.61	推荐的 15min 短期暴露范围平均值
0.002	20	30	在暴露 1h 或更长时间后，眼睛有烧灼感，呼吸道受到刺激。
0.005	50	72.07	暴露 15min 或 15min 以上的时间后嗅觉就会丧失，如果时间超过 1h，可能导致头痛、头晕和(或)摇晃。超过 75mg/m ³ (50ppm) 将会出现肺浮肿，也会对人员的眼睛产生严重刺激或伤害
0.01	100	144.14	3min~15min 就会出现咳嗽、眼睛受刺激和失去嗅觉。在 5min~20min 过后，呼吸就会变样、眼睛就会疼痛并昏昏欲睡，在 1h 后就会刺激喉道。延长暴露时间将逐渐加重这些症状。
0.03	300	432.40	明显的结膜炎和呼吸道刺激。
0.05	500	720.49	短期暴露后就会不省人事，如不迅速处理就会停止呼吸。头晕、失去理智和平衡感。患者需要迅速进行人工呼吸和(或)心肺复苏技术
0.07	700	1008.55	意识快速丧失，如果不迅速营救，呼吸就会停止并导致死亡。必须立即采取人工呼吸和(或)心肺复苏技术
0.10+	1000+	1440.98+	立即丧失知觉，会产生永久性的脑伤害或脑死亡。必须迅速进行营救，应用人工呼吸和(或)心肺复苏

注：表中数据来源于《硫化氢环境人身防护规范》(SY/T6277-2017)。

8.2.1.3 二氧化硫

钻井测试放喷、站场放空燃烧和净化厂放空燃烧时，会向周围环境排放 SO₂，放空一般为短时排放。

二氧化硫为有毒气体，阈限值：5.4mg/m³(2ppm)。中毒症状主要由于其在粘膜上生成亚硫酸和硫酸的强烈刺激作用所致。可引起支气管和肺血管的反射性收缩，或引起分泌增加及局部炎症反应，甚至腐蚀组织引起坏死。

二氧化硫对人的生理反应见表 8.2-4。

表 8.2-4 二氧化硫对人的生理反应

在空气中的浓度			暴露于二氧化硫的典型特性
% (V)	ppm	mg/m ³	
0.0001	1	2.71	具有刺激性气味，可能引起呼吸改变
0.0002	2	5.4	阈限值
0.0005	5	13.50	灼伤眼睛，刺激呼吸，对嗓子有较小的刺激
0.0012	12	32.49	刺激嗓子咳嗽，胸腔收缩，流眼泪和恶心

在空气中的浓度			暴露于二氧化硫的典型特性
% (V)	ppm	mg/m ³	
0.010	100	271.00	立即对生命和健康产生危险的浓度
0.015	150	406.35	产生强烈的刺激，只能忍受几分钟
0.05	500	1354.50	即使吸入一口，就产生窒息感。应立即救治，提供人工呼吸或心肺复苏技术（CPR）
0.10	1000	2708.99	如不立即救治会导致死亡，应马上进行人工呼吸或心肺复苏（CPR）

注：表中数据来源于《硫化氢环境人身防护规范》（SY/T6277-2017）。

8.2.1.4 二氧化碳

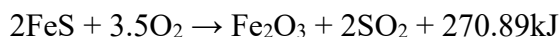
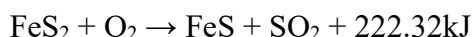
二氧化碳可以溶解在水中，生成碳酸，引起电化学腐蚀。钢材中二氧化碳腐蚀的产物都是易溶的，不易形成保护膜，特别是随二氧化碳浓度的增加，腐蚀速度增加很快。

铁山坡气田地层压力为 48.389MPa~49.694MPa，气质中 CO₂ 含量为 5.43~8.89%，分压为 4.42MPa，根据 NACE（美国腐蚀工程师协会）有关 CO₂ 分压腐蚀的标准，CO₂ 分压大于 0.2MPa 就属于严重腐蚀区。CO₂ 腐蚀的主要形态为点蚀、台地状腐蚀、环状腐蚀和冲刷腐蚀等，且腐蚀穿孔的速度很快。在影响 CO₂ 腐蚀速率的各个因素中，CO₂ 分压和温度是最重要的两个参数。CO₂ 分压越高，其腐蚀产物 FeCO₃ 膜的保护性越差，且 CO₂ 的腐蚀速度随温度升高而增加，60℃~110℃为 CO₂ 腐蚀的敏感区域，铁山坡飞仙关组气藏地层平均温度为 88℃，因此井下设备存在 CO₂ 腐蚀的风险。

二氧化碳是一种窒息性气体，对人的最低毒性浓度体积分数为 2%，超过此浓度可引起呼吸器官的损害，达到 10%会使人窒息。

8.2.1.5 硫化亚铁

检修期间从设备或管线清扫出的呈疏松状的硫化亚铁极易自燃，且其自燃属自热氧化自燃类型，自燃的主要原因是常温下的氧化反应：



这些氧化反应所产生的热量如果不能及时散发掉，则将积聚使堆积的 FeS 温度上升，达到其自燃点温度及以上，就会剧烈地燃烧，可引燃可燃气体甚至引发爆炸事故。硫化铁自燃在清管、硫磺回收装置开、停工和停产检修时容易发生。

另外，硫化亚铁在酸性环境中可能反应释放出硫化氢。

8.2.1.6 甲醇

甲醇是一种无色、透明、高度挥发、易燃液体。略有酒精气味。分子量 32.04，相对密度 0.792(20/4℃)，熔点 -97.8℃，沸点 64.5℃，闪点 12.22℃，自燃点 463.89℃。蒸汽与空气混合物爆炸下限 6%~36.5%。能与水、乙醇、乙醚、苯、酮、卤代烃和许多其他有机溶剂相混溶。遇热、明火或氧化剂易着火。遇明火会爆炸。

甲醇具有毒性，对人体的神经系统和血液系统影响最大，它经消化道、呼吸道或皮肤摄入都会产生毒性反应，甲醇蒸气能损害人的呼吸道粘膜和视力。急性中毒：短时大量吸入出现轻度眼及上呼吸道刺激症状（口服有胃肠道刺激症状）；经一段时间潜伏期后出现头痛、头晕、乏力、眩晕、酒醉感、意识朦胧、谵妄，甚至昏迷。视神经及视网膜病变，可有视物模糊、复视等，重者失明。代谢性酸中毒时出现二氧化碳结合力下降、呼吸加速等。慢性影响：神经衰弱综合征，植物神经功能失调，粘膜刺激，视力减退等。皮肤出现脱脂、皮炎等。

8.2.1.7 柴油

钻井作业及柴油发电机将使用到柴油。柴油为微粘性棕色液体，不溶于水，易溶于苯、二氧化碳、醇、脂肪。闪点 55℃，自燃温度 257℃，易燃，遇明火、高热或与强氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

8.2.1.8 气田水

气田水溶有氯离子（来自盐类）、氢离子和其他矿物质，当与金属表面接触时，会发生电化学反应，导致管道、设备腐蚀，丧失承载能力。气田水腐蚀破坏主要表现为裂缝腐蚀，孔蚀，磨损腐蚀，水线腐蚀等形状的局部腐蚀。Cl⁻可降低金属材质表面钝化膜形成的可能或加速钝化膜的破坏。由于 Cl⁻具有离子半径小、穿透能力强，并且能够被金属表面较强吸附的特点，Cl⁻浓度越高，水溶液的导电性就越强，电解质的电阻就越低，Cl⁻就越容易到达金属表面，加快局部腐蚀的进程。同时 Cl⁻对缝隙腐蚀还具有催化作用，从而加剧设备、管道的腐蚀。

气田水在输送、处理及回注过程中，一旦发生泄漏，溶解的硫化氢气体溢散出来或气田水随地表水和地下水渗流至人畜水源地，可能引起中毒和环境污染事故。

8.2.1.9 硫磺

硫磺一般呈固体状态，分为块状和粉状。当硫磺的温度达到熔点时，成为熔融的液体状态。硫磺虽然没有毒性，但硫磺粉尘对皮肤、眼睛黏膜具有刺激性，所以认为

是一种有害的粉尘。人体吸入高浓度硫磺的粉尘可对呼吸系统产生有害的影响,其表现为鼻黏膜炎症、呼吸困难、咳嗽;刺激眼睛而引起流泪、畏光、结膜炎;经常接触皮肤可患红斑、湿疹及溃疡。人体长期吸入硫磺粉尘的症状,主要是气管、支气管和肺部等的疾病。

液体硫磺在氧气的存在下,容易发生硫磺火灾。液体硫磺为高温液体,易引发烫伤事故。液硫中残余的 H_2S 挥发出来将造成人员中毒。固体硫磺为易燃固体,正常情况下燃烧缓慢,与氧化剂混合时燃烧速度剧增;与氧化剂混合可形成爆炸性混合物;遇明火、高温易发生火灾;硫磺粉尘易带高达数千伏乃至上万伏静电;摩擦产生的高温和明火等均可导致硫磺粉尘爆炸和火灾;一般情况下硫磺粉尘比易燃气体更易发生爆炸,但燃烧速度和爆炸压力比易燃气体小。

工程固体硫磺产品为粒状,根据《危险货物品名表》(GB12268-2012)的规定:“硫磺如做成某种形状(如小球、颗粒、丸状、锭状或薄片),即不作为危险货物运输”,因此可按普通货物进行运输。

8.2.1.10 有机硫

原料气中有机硫主要成分是羰基硫。羰基硫为易燃有毒气体,与空气混合能形成爆炸性混合物,与水或水蒸气反应放出有毒和易燃气体。羰基硫沸点为 $-138.8^{\circ}C$,熔点为 $-52^{\circ}C$ 。爆炸上限 11.9%,爆炸上限 29%。遇明火、高热能引起燃烧爆炸,燃烧生成有毒的二氧化硫气体,与氧化剂接触猛烈反应。对肺有轻微刺激性,主要作用于中枢神经系统,严重中毒时可引起抽搐,乃至发生呼吸麻痹而死亡。

8.2.1.11 三甘醇

三甘醇(TEG)为无色粘稠液体,有吸水性;熔点: $-7^{\circ}C$;沸点: $285^{\circ}C$;相对密度(水=1): 1.12($25^{\circ}C$);相对蒸气密度(空气=1): 5.2;饱和蒸气压(kpa): 0.0013($20^{\circ}C$);闪点($^{\circ}C$): 260;引燃温度: $371^{\circ}C$;爆炸上限(V/V): 9.2%;爆炸下限(V/V): 0.9%;溶解性:可混溶于醇、苯,与水混溶,微溶于醚,不溶于石油醚。三甘醇为可燃物质,具刺激性。吸入其蒸汽易引发咳嗽,直接接触易刺激皮肤,并可能产生深度灼伤等。

8.2.1.12 高效脱硫溶剂

高效脱硫溶剂为了完全脱除有机硫成分,一般由醇胺、环胺类化合物以及含硫杂环化合物等复合而成。作为主要成分的甲基二乙醇胺(MDEA)能与氧化剂及酸等剧烈反应,吸入其蒸汽易引发咳嗽,该物质为碱性物质,直接接触易刺激皮肤,并可能

产生深度灼伤等。MDEA 为无色粘性液体或结晶。液体无色，固体白色，略有死鱼味或氨味。沸点为 243℃，熔点为-21℃~248℃。MDEA 呈碱性，特别是高温时，其溶液离解出大量的 OH⁻，OH⁻可使钢铁表面生成 Fe(OH)₂ 或 Fe(OH)₃ 而被腐蚀。如果钢铁同时存在一定的应力，则可能发生应力腐蚀开裂——碱脆腐蚀。

8.2.1.13 元素硫

含硫气井有时会出现元素硫沿着生产管柱沉积的现象。硫沉积形成一般受气质组成、流体物性和流速等因素影响。对于高含硫气田，在井底条件下硫在含气体中的溶解度接近或处于饱和状态，由于硫在气体中的溶解度是温度、压力、硫化氢及其它化学成分函数的函数，在 10~60MPa 和 100~160℃ 区间，硫在气体中的溶解度只有 0~5g/m³。在开发过程中，硫随着天然气从储层进入油管并沿着油管往上流向井口时，由于温度和压力条件的改变，硫在含硫天然气内的溶解度随着局部温度和压力的降低而下降，致使经常发生元素硫及固体的高级多硫化物析出，沉积在井筒及设备表面，导致气井、设备和管道堵塞，增加材料的 SSC 敏感度，加重气井、设备和管道的腐蚀，严重影响气田的正常生产。

8.2.1.14 硫溶剂

常用硫溶剂为二甲基二硫（DMDS），即 CH₃-S₂-CH₃，分子量 94.19，为淡黄色透明液体。DMDS 易燃，闪点：24.4℃，熔点-85℃，沸点 109.7℃，比重：1.065(20℃)。能溶解于醇、醚，不溶于水。遇热或接触酸或酸雾能分解产生有毒硫氧化物气体。误服或吸入可引起中毒。接触后可引起头痛、恶心和呕吐。其蒸气与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热可引起燃烧爆炸。与氧化剂能发生强烈反应。蒸气比空气重，能在较低处扩散到远处，遇明火会引着回燃。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

8.2.2 生产系统危险性识别

生产系统危险性识别首先参照本工程各生产装置、储运设施、公用工程和辅助生产设施以及环境保护措施，由此可识别各工程建设生产过程的风险源。

危险单元是由一个或多个风险源构成的具有相对独立功能的单元。一个独立的危险单元在事故状况下应可实现与其他功能单元的分割。根据平面功能区划和管线截断阀室，对净化厂、内部集输工程、外输管道及气田水回注工程进行危险单元的划分，划分结果见附图。再结合各单元工艺流程，对各危险单元的风险源进行识别，识别结

果的见表 8.2-7。

8.2.3 环境风险类型及危害分析

环境风险类型包括危险物质泄漏，火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放，同一种危险物质可能有多种环境风险类型。本项目主要环境风险物质为 CH_4 、 H_2S 、硫磺、有机废液和气田水等。一般来说，风险事故的触发因素多为设备（包括管线、阀门或其它设施）腐蚀、材质缺陷或操作失误等，有毒有害的危险物质 CH_4 和 H_2S 泄漏至空气中，对周围大气环境造成污染；对于可能引发火灾、爆炸事故的的危险物质 CH_4 和硫磺，还需要考虑到伴生/次生污染物如 CO 和 SO_2 的排放引发的环境影响。另外，有机溶剂、气田水、扑救火灾时产生的消防水及污染雨水等沿地面漫流，可能会对地表水、地下水及土壤环境造成污染。表 8.2-6 对本工程涉及的危险物质及每种危险物质涉及的风险类型、扩散途径和可能影响方式进行总结。

表 8.2-6 环境风险类型及危害分析

序号	危险物质	环境风险类型	类型	扩散途径和可能的影响方式
1	天然气	危险物质泄漏	大气扩散	钻井、采气、集输、净化及外输期间，天然气泄漏后直接进入大气环境，通过大气扩散对项目周围环境造成危害，致使居民甲烷窒息
		火灾引发的伴生/次生污染物排放	大气扩散	钻井、采气、集输、净化及外输期间，天然气泄漏发生火灾事故，引发伴生污染物 CO 等进入大气环境，对项目周围环境造成危害
		火灾引发的伴生/次生污染物排放	地表水、地下水环境扩散	钻井、采气、集输、净化期及外输期间，天然气泄漏发生火灾事故时产生的消防废水或泄漏的液体未能得到有效收集而进入清净下水系统或雨排系统，通过排水系统排入外界水体，引起水环境污染次生事故，对外界水环境造成影响
2	硫化氢	危险物质泄漏	大气扩散	钻井、采气、集输及净化期间，硫化氢泄漏后，通过大气扩散，致使周边居民中毒
3	硫磺	火灾	大气扩散	净化期间，硫磺自燃引发火灾，致使人员伤亡
		火灾引发的伴生/次生污染物排放	大气扩散	净化期间，硫磺自燃引发火灾，引发伴生污染物 (SO_2) 等进入大气环境，造成大气污染
4	有机溶剂	危险物质泄漏	土壤环境	采气及净化期间，塔器或储罐中的有机溶剂泄漏未能得到有效收集进入土壤，危害土壤环境，经积累后危害作物人体
			地表水、地下水环境扩散	采气及净化期间，泄漏未能得到有效收集进入周边地表水体，引起水环境污染事故，对水环境造成影响
5	气田水	渗漏	土壤环境	气田水贮存、管输及回注期间，管道或储罐中的气田水泄漏未能得到有效收集进入土壤，危害土壤环境
			地表水、地下水环境扩散	气田水贮存、管输及回注期间，泄漏未能得到有效收集进入周边地表水或地下水，引起水环境污染事故

序号	危险物质	环境风险类型	类型	扩散途径和可能的影响方式
6	柴油或白油	渗漏	土壤环境	钻井期间, 储罐中的柴油漏未能得到有效收集进入土壤, 危害土壤环境
			地表水、地下水环境扩散	钻井期间, 泄漏未能得到有效收集进入周边地表水或地下水, 引起水环境污染事故

8.2.4 风险识别结果

危险单元分布情况见附图 8.2-1。根据风险识别, 下表给出建设项目环境风险识别汇总结果。

表 8.2-7 本项目环境风险识别表

序号	危险单元	风险源	危险物质	环境扩散途径	可能受影响的敏感目标
1	集气末站	气液分离器	CH ₄ 、H ₂ S	大气	周边居民
		气液分离器管线连接处	CH ₄ 、H ₂ S	大气	周边居民
2	脱硫单元	吸收塔	有机溶剂、CH ₄ 、H ₂ S	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
		闪蒸罐	有机溶剂	水环境	受纳地表水体
		再生塔	有机溶剂、H ₂ S	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
		脱硫剂储罐	有机溶剂	水环境	受纳地表水体
		再生塔回流罐	有机溶剂	水环境	受纳地表水体
		吸收塔连接管线	CH ₄ 、H ₂ S	大气	周边居民
		再生塔连接管线	H ₂ S	大气	周边居民
		酸气空冷器连接管线	H ₂ S	大气	周边居民
		再生塔回流泵	有机溶剂	水环境	受纳地表水体
		贫液循环泵	有机溶剂	水环境	受纳地表水体
3	脱水单元	TEG 吸收塔	有机溶剂、CH ₄	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
		TEG 闪蒸罐	有机溶剂	水环境	受纳地表水体
		TEG 溶液储罐	有机溶剂	水环境	受纳地表水体
		TEG 补充罐	有机溶剂	水环境	受纳地表水体
		缓冲罐	有机溶剂	水环境	受纳地表水体
		TEG 吸收塔连接管线	CH ₄	大气	周边居民
		TEG 循环泵	有机溶剂 (TEG)	水环境	受纳地表水体
		TEG 补充泵	有机溶剂 (TEG)	水环境	受纳地表水体
4	硫磺回收单元	反应器 (炉)	H ₂ S、SO ₂	大气	周边居民
		冷却器	S (液硫)	大气	周边居民
		燃烧炉连接管线	H ₂ S、SO ₂	大气	周边居民
		冷却器连接管线	S (液硫)	大气	周边居民
		反应炉连接管线	H ₂ S、SO ₂	大气	周边居民
		液硫泵	S (液硫)	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
		凝结水罐	有机废液	水环境	地下水、受纳地表水体
		排污罐	有机废液	水环境	地下水、受纳地表水体

序号	危险单元	风险源	危险物质	环境扩散途径	可能受影响的敏感目标
5	尾气处理单元	加氢反应器	氢气	大气环境	周边居民
		尾气吸收塔、再生塔	有机溶剂、硫化氢	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
		尾气灼烧炉	硫化氢	大气	周边居民
		酸水汽提塔	硫化氢	大气	周边居民
		换热器	有机溶剂、硫化氢	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
		循环泵等泵类	有机溶剂	水环境	受纳地表水体
6	硫磺成型单元	液硫管线	S（液硫）	大气	周边居民
		液硫池	S（液硫）	大气	周边居民
		造粒机	S（固体硫磺、硫磺粉尘）	大气	周边居民
7	气田水汽提	闪蒸罐	气田水、硫化氢	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
		汽提塔	气田水、硫化氢	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
		泵及阀门等	气田水、硫化氢	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
8	污水处理单元	各工艺单元水池	废水、硫化氢	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
9	集输气管道	集输气管道	甲烷、硫化氢	大气环境	周边居民
10	采气井站	生产气井	甲烷、硫化氢	大气	周边居民
		水套加热炉	甲烷、硫化氢	大气	周边居民
		分离装置	甲烷、硫化氢	大气	周边居民
		药剂加注装置	有机溶剂	水环境	受纳地表水体
		计量装置	甲烷、硫化氢	大气	周边居民
		站场清管装置	甲烷、硫化氢	大气	周边居民
11	气田水管道	集输气管道	气田水	水环境	受纳地表水体
12	回注站	气田水罐	气田水	水环境	受纳地表水体
		气田水泵	气田水	水环境	受纳地表水体
		井口装置及套管	气田水	水环境	受纳地表水体
		埋地管道	气田水	水环境	受纳地表水体
13	钻井	钻进作业	硫化氢、甲烷（井喷）；柴油	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
		起下钻作业	硫化氢、甲烷（井喷）	大气	周边居民
		固井	硫化氢、甲烷（井喷）	大气	周边居民
		换装井口作业	硫化氢、甲烷（井喷）	大气	周边居民
		泥浆净化与处理	硫化氢	大气	周边居民
		测井	硫化氢	大气	周边居民
		综合录井	硫化氢	大气	周边居民
		完井测试	盐酸、硫化氢	大气、水环境	周边居民、受纳地表水体
14	外输首站	工艺管道及设备	甲烷	大气	周边居民
15	外输管道	工艺管道及设备	甲烷	大气	周边居民
16	外输末站	工艺管道及设备	甲烷	大气	周边居民

序号	危险单元	风险源	危险物质	环境扩散途径	可能受影响的敏感目标
17	硫磺仓库	库房	S（固体硫磺、硫磺粉尘）	大气	周边居民
18	液硫储罐	储罐	S（液硫）	大气	周边居民
19	液硫装车系统	液硫管道	S（液硫）	大气	周边居民
20	危废暂存间	吨袋/吨桶等	各类危险废物	大气、水环境	周边居民、地表水及地下水

8.3 风险事故情形分析

风险事故触发因素具有不确定性。在不能包含全部可能环境风险的情况下，为了加强风险管理，为风险管理提供科学依据，在风险识别结果的基础上，首先根据危险物质、扩散途径等将识别的事故总结划分为不同类型（表 8.3-8），再筛选出对环境影响较大并具有代表性的事故类型，即为风险事故情形。风险事故情形的设定应体现在危险物质、环境危害、影响途径等方面的代表性。

表 8.3-8 本项目环境风险事故类型

序号	危险物质	扩散途径	事故类型
1	H ₂ S	大气扩散	塔器/反应器发生泄漏
2	H ₂ S	大气扩散	塔器/反应器管线连接处发生泄漏
3	CH ₄	大气扩散	天然气泄漏后火灾爆炸事故
4	有机废水	水环境扩散	火灾爆炸引起的次生水污染（消防废水）
5	S	大气扩散	硫磺储运过程火灾引起大气污染
6	有机溶剂	地表水扩散	有机溶剂泄漏未能有效收集进入外界地表水体
7	有机废水	地下水扩散	防渗失效，有机废水渗漏进入地下水引起污染
8	H ₂ S	大气扩散	集输管线发生泄漏
9	泵内介质（有机溶剂等）	地表水扩散	泵体泄漏泵内介质外泄进入外界地表水体

8.3.1 事故发生的可能性

泄漏是本次环境风险评价需考虑的主要事故类型。本次评价考虑压力容器及其连接的工艺管道断裂泄漏。依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 E，泄漏事故概率见下表。

表 8.3-1 泄漏频率表

部件类型	泄漏模式	泄漏频率
反应器/工艺储罐/气体储罐/塔器	泄漏孔径为 10mm 孔径	1.00×10 ⁻⁴ /年
	10min 内储罐泄漏完	5.00×10 ⁻⁶ /年
	储罐全破裂	5.00×10 ⁻⁶ /年
常压单包容储罐	泄漏孔径为 10mm 孔径	1.00×10 ⁻⁴ /年
	10min 内储罐泄漏完	5.00×10 ⁻⁶ /年
	储罐全破裂	5.00×10 ⁻⁶ /年

部件类型	泄漏模式	泄漏频率
常压双包容储罐	泄漏孔径为 10mm 孔径	1.00×10^{-4} /年
	10min 内储罐泄漏完	1.25×10^{-8} /年
	储罐全破裂	1.25×10^{-8} /年
常压全包容储罐	储罐全破裂	1.00×10^{-8} /年
内径 ≤ 75 mm 的管道	泄漏孔径为 10%孔径	5.00×10^{-6} (m/年)
	全管径泄漏	1.00×10^{-6} (m/年)
75mm<内径 ≤ 150 mm 的管道	泄漏孔径为 10%孔径	2.00×10^{-6} (m/年)
	全管径泄漏	3.00×10^{-7} (m/年)
内径 > 150 mm 的管道	泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50mm)	2.40×10^{-6} (m/年)
	全管径泄漏	1.00×10^{-7} (m/年)
泵体和压缩机	泵体和压缩机最大连接管泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50mm)	5.00×10^{-4} /年
	体和压缩机最大连接管全管径泄漏	1.00×10^{-4} /年
装卸臂	装卸臂连接管泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50mm)	3.00×10^{-7} /小时
	装卸臂全管径泄漏	3.00×10^{-8} /小时
装卸软管	装卸软管连接管泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50mm)	4.00×10^{-5} /小时
	装卸软管全管径泄漏	4.00×10^{-6} /小时

一般而言，发生频率小于 10^{-6} /年的事件是极小概率事件。因此，对于泄漏事故，可认为泄漏频率大于 10^{-5} /年是事故发生的合理区间。根据导则推荐的泄漏频率，选取泄漏频率大于 10^{-5} /年的事故进行考虑。序号 1、2、6、8 和 9 为泄漏事故，下表对其发生泄漏的频率进行估算。

表 8.3-2 本工程不同事故类型泄漏频率表

序号	事故类型	泄漏模式	截断阀距离	事故频率
1	塔器/反应器发生泄漏，容器内介质泄漏	泄漏孔径为 10mm 孔径	/	1.00×10^{-4} /年
2	净化厂装置区脱硫塔管线连接处发生泄漏	泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50mm)	50m	1.20×10^{-4} /年
	净化厂装置区硫磺回收单元酸气分离器管线连接处发生泄漏		100m	2.40×10^{-4} /年
	集输站场气液分离器连接管线破损， H_2S 泄漏		150m	2.40×10^{-4} /年
6	储罐发生泄漏，罐内介质泄漏	泄漏孔径为 10mm 孔径	/	1.00×10^{-4} /年
8	集气管线泄漏	泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50mm)	1.6~4.0km	3.74×10^{-2} /年
9	泵体	泵体最大连接管泄漏孔径为 10%孔径 (最大 50mm)	/	5.00×10^{-4} /年

8.3.2 事故发生的环境影响

环境风险的环境影响后果评价选用风险矩进行风险排序定性分析，见表 8.3-3。

表 8.3-3 矩阵法风险评价表

严重 级别	后果				事故发生几率				
					A	B	C	D	E
	人员	财产	环境	声誉	在工业界 未听说	在工业界 发生过	在作业队 发生过	每年在作 业队发生 多次	每年在所 在地发生 多次
0	无伤	无损坏	无影响	无影响	一级、加强				
1	轻微	轻微	轻微	轻微					
2	小伤	小损坏	小影响	有限	管理			二级、引入	
3	重伤	局部	局部	很大	不断		风险		三级
4	一人死	重大	重大	全国	改进	削减		不能	
5	多人死	特大	巨大	国际	措施		承受		

本工程环境风险的风险排序分析结果见表 8.3-4。

表 8.3-4 环境风险的风险排序分析结果

序号	主要生产活动	主要环境风险因素	环境风险的大小
1	天然气净化厂和集气站场装置区含硫天然气或酸气泄漏	1、放空引起的大气污染	C3
		2、当地居民硫化氢中毒	B4~B5
2	天然气净化厂和集气站场装置区塔器/反应器/储罐内有机溶剂的泄漏	地表水环境污染	B2
3	天然气净化厂、各站场和集输管道天然气泄漏后火灾爆炸事故	当地居民伤亡	C4
4	天然气净化厂和集气站场火灾、爆炸引起的次生水环境污染事故	1、水环境污染	B3~B4
		2、土壤污染	
5	硫磺储运过程火灾、交通事故对大气或水环境的影响	1、大气污染	A4~A5
		2、水环境污染	A3
6	天然气净化厂池体垮塌、污水外溢等水环境污染事故	地表水环境污染	A4
7	天然气净化厂集水池、废水池防渗失效造成渗漏；	地下水污染	B3
8	含硫天然气管道泄漏	当地居民硫化氢中毒	B4~B5
9	泵体连接管介质泄漏	地表水环境污染	B1
10	井喷失控	1、大气污染	B5
		2、地表水环境污染	B4
11	井漏	1、大气污染	B5
		2、水环境污染	B4
12	气田水管线泄漏	1、水环境污染	B3
13	回注井泄漏	1、水环境污染	B4

由上表可知，环境风险评价为 B3 及 B3 以上更严重的事故符合对风险事故情形的设定原则，即为类型 1、3、4、7 和 8。一旦触发事故，可能通过大气和水环境扩散（地表水和地下水），泄漏的危险物质硫化氢也可能引起当地居民中毒，具有环境危害方面的代表性。

8.3.3 风险事故情形分析及事故后果预测

（1）风险事故情形 1：净化厂脱硫单元 H_2S 泄漏事故

原料气经过脱硫单元装置脱硫塔内径为 400mm 的连接管线进入塔内，连接管线破裂，含硫原料气泄漏。

（2）风险事故情形 2：净化厂硫磺回收单元 H_2S 泄漏事故

原料气经过硫磺回收单元装置酸气分离器内径为 400mm 的连接管线进入塔内，连接管线破裂，含硫原料气泄漏。

（3）风险事故情形 3：井喷事故 H_2S 泄漏事故

井喷失控后大量天然气从井口喷出，流量极大，速度极快， H_2S 泄漏进入大气环境。

（4）风险事故情形 4：含硫天然气内部集输管道含硫天然气泄漏

关注管线某一处发生破裂的泄漏情景。管道泄漏主要发生在管道、法兰和接头等处，其泄漏典型特征及损坏尺寸见表 8.3-5。

表 8.3-5 管道泄漏典型泄漏与损坏尺寸

典型特征	损坏尺寸
管道泄漏	100%或 20%A
法兰泄漏	20%A
接头泄漏	100%或 20%A

注：表中“A”为管道横截面面积。数据引自《工业污染事故评价技术手册》，李民权等译，北京：中国环境科学出版社，1992 年。

因此，本次评价将模拟各管道在第三方破坏、腐蚀穿孔开裂或自然灾害等因素下，在管段中间处 20%管径断裂发生的含硫天然气泄漏事故（假设泄漏点周围无任何障碍物）

从井口开始，到井场出站、集气站进口、集气站出口、净化厂各装置进出口均设置有紧急停车系统（ESD）紧急截断阀（包含压力监测及报警装置）。上述四种风险事故情形均为 H_2S 泄漏事故。一旦管线破裂，泄漏事故发生时，一方面，管线压力减小，当压力监测值或压降速率达到设定值，紧急截断阀将 5s 内动作，并立即关闭上游

装置，做到有效截断，使泄漏量不再扩大；另一方面，设置了有毒气体检测系统的装置采用两级报警，报警信号发送至有人值守的控制室进行报警，及时处理。

（5）风险事故情形 5：净化厂储罐/反应器有机溶剂泄漏

考虑净化厂内各容积最大的容器穿孔泄漏情形，存储在内的有机溶剂（高效复合脱硫剂、三甘醇脱水剂等）泄漏或外溢。

（6）风险事故情形 6：净化厂火灾爆炸引发次生水污染事故

脱水装置甲烷泄漏引发火灾，事故产生的消防废水未能得到有效收集而进入清净下水系统或雨排系统，通过排水系统排入外界水体。事故发生时，雨水以及存储在厂内各单元的有机溶剂也可能进入消防水，并随消防水一起外溢。

（7）风险事故情形 7：净化厂防渗失效造成渗漏

情形 7：天然气净化厂检修废水池防渗失效造成渗漏

天然气净化厂检修废水池若由于腐蚀或地质作用导致防渗失效出现渗漏，将对地下水水质造成影响。一般而言，取池底总面积的 10%作为渗漏面积。

（8）风险事故情形 8：井喷

情形 8：井喷失控，天然气井喷。

钻井过程中，发生井喷失控事故，天然气以无阻流量井喷 15 分钟后，井口点火将硫化氢转化为二氧化硫，以减轻大气环境影响。一般而言，以 15 分钟地层无阻流量为源强，计算其中硫化氢对大气环境的影响。

8.4 环境风险预测

8.4.1 大气环境

8.4.1.1 预测范围

预测范围为分别以各风险单元为中心外延 5km，最终形成 14×14km 的矩形区域，详见附图（大气环境风险评价范围图）。

8.4.1.2 预测模型选择

项目位于四川省达州市万源市罗文镇，属于高原地区，地势较复杂。项目周边地势起伏较为明显，属于典型的复杂地形。

参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），当泄漏事故发生在丘陵、山地等时，应考虑地形对扩散的影响，选择适合的大气风险预测模型。

本次评价拟选取 CHARM 模型进行预测。CHARM(Complex Hazardous Air Release Model) 是一个基于有限差分的三维欧拉网格模型, 三维风场采用 West Wind Field 模型, 通过诊断模式, 使用一个或多个气象资料用于对整个区域气象场的风速风向进行初猜, 然后根据地形数据进行反复迭代计算调整, 使得三维辐散达到最小值, 以获得风场所受到的地形动力学影响。

此模式采用固定于地面的坐标系统, 利用有限差分法求出各个网格上的浓度, 垂直方向速度分量根据空气与网格内污染物密度差异进行调整, 因此既可以考虑浮力抬升的作用, 也可以考虑重气下沉影响, 适用于轻气体、中性气体和重气体的扩散。CHARM 可用于仿真反应性物质的扩散, 此模式考虑垂直温度结构对风及扩散的影响, 同时也考虑地形效应, 因此适合于复杂地形地区使用。

在模型准确性方面, CHARM 模型对 Desert Tortoise、Goldfish、Burro、Lillestrom 等多个国际通用的场地验证案例进行模拟时, 其模拟值与实际监测值平均百分比偏差 (FB) 为-4%~23%, 根据我国《环境空气质量模型遴选工作指南(试行)》(征求意见稿)、EPA 扩散模型验证报告以及国际环境空气质量模型验证通识, 当 FB 在-67%~67% 范围内时, 即可认为模型准确性可接受。

在模型性能方面, CHARM 模型对 100000 个网格进行 2 小时预测模拟仅需要耗时 3~4h, 计算效率较高; 且 CHARM 具有源项计算模块, 包含多种常用化学品的数据库, 可兼容多种地形数据和地表覆盖/土地利用数据, 预测结果可视化处理功能佳。

在模型应用情况方面, CHARM 模型至今已拥有 30 多年的历史, 已被世界范围内几十个国家广泛使用。其代表性用户包括美国能源部, 纽约环保局, 新加坡国防科技研究院, 壳牌、康菲、伊士曼、台塑等石油/化工公司, 各国环境咨询公司等, 在风险评估、应急救援、环境规划等多个领域被广泛应用。

图 8.4-1 项目周边地形图

图 8.4-2 项目周边地形三维示意图

8.4.1.3 地形数据

地形数据来源为空间地理数据云网站(<http://www.gscloud.cn/>)的数字高程数据 (ASTER GDEM), 空间分辨率为 30m。本次预测所使用的地形数据共 1 幅

(ASTGTM_N31E107)，将其裁切至预测范围。

8.4.1.4 地表覆盖数据

地表覆盖数据为全球 30 米地表覆盖数据 (NLCD92)，依据分类代码进行模型适配后裁切至预测范围。

8.4.1.5 预测网格

依据《建设项目环境风险评价技术导则 (2018)》，预测范围内应设置两层嵌套网格，即参照不同事故源的位置，距离事故源 500m 范围内设置 50m 精度网格，500m 范围以外设置 100m 精度网格。

8.4.1.6 气象参数

参照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169—2018)，选取最不利气象条件进行后果预测，即 F 类稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%。

因预测范围内地形复杂，同一源项的不同风向下扩散影响范围有一定差异，为表征对不同敏感点的最不利影响，需对预测风向进行筛选，筛选流程如下图。

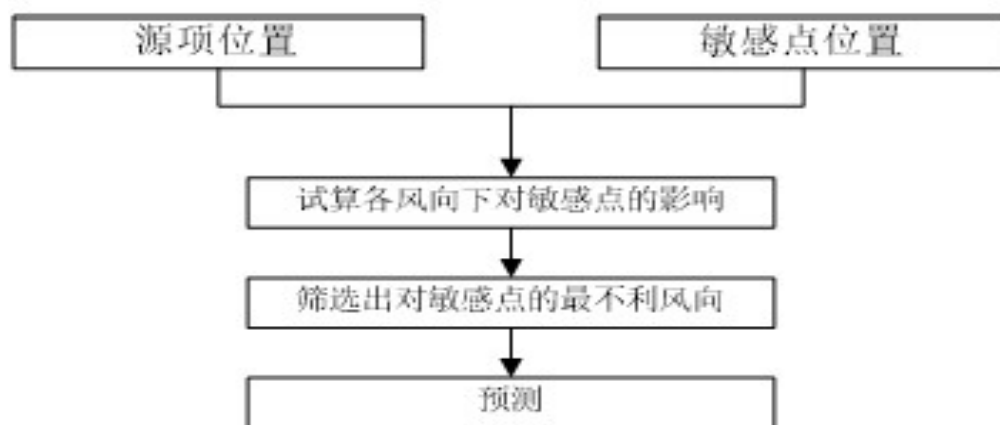


图 8.4-3 风向选择流程

8.4.1.7 源强设定

代表性大气环境风险事故源强见表 8.4-1。

表 8.4-1

源强计算所需参数

装置单元	脱硫	硫磺回收	井喷	管线	管线	管线	管线
装置/管线	脱硫塔	酸气分离器	1 号井场坡 005-X3 井	铁山坡 1 号井 站—铁山坡 2 号井站管线	铁山坡 2 号井站— 万源天然气净化厂 管线 A 点泄漏	铁山坡 2 号井站—万 源天然气净化厂管线 B 点泄漏	铁山坡 5 号井站 —万源天然气净 化厂管线泄漏
设计处理规模/输 量 ($10^4\text{m}^3/\text{d}$)	***	***	***	***	***	***	***
压力 (Mpa)	***	***	***	***	***	***	***
温度 ($^{\circ}\text{C}$)	***	***	***	***	***	***	***
设备尺寸/管线长 度	***	***	***	***	***	***	***
泄漏点位置	***	***	***	***	***	***	***
管线直径 (mm)	***	***	***	***	***	***	***
泄漏尺寸 (mm)	***	***	***	***	***	***	***
截断时间 (min)	***	***	***	***	***	***	***
H ₂ S 摩尔比	***	***	***	***	***	***	***
泄漏点坐标	***	***	***	***	***	***	***
离地泄漏高度 (m)	***	***	***	***	***	***	***
泄漏方向	***	***	***	***	***	***	***
初始气体泄漏流 速 (m/s)	***	***	***	***	***	***	***
硫化氢泄漏量 (t)	***	***	***	***	***	***	***

表 8.4-2

代表性大气环境风险事故源强

序号	风险事故情形描述	危险单元	危险物质	影响途径	释放或泄漏速率 (kg/s)	释放或泄漏时间 (s)	最大释放或泄漏量 (kg)	泄漏液体蒸发量	其他事故源参数
1	脱硫塔连接管道破裂	脱硫单元	硫化氢	扩散	随时间变化的速率曲线， 平均 236.347，最大 756.853	***	***		
2	酸气分离器连接管道破裂	硫磺回收单元	硫化氢	扩散	随时间变化的速率曲线， 平均 78.936，最大 189.863	***	***		
3	1 号井场坡 005-X3 井井喷	钻井	硫化氢	扩散	恒定速率，51.1	***	***		
4	铁山坡 1 号井站—铁山坡 2 号井站管线断裂	内部集输管线	硫化氢	扩散	随时间变化的速率曲线， 平均 696.224，最大 2093.525	***	***		
5	铁山坡 2 号井站—万源天然气净化厂管线 A 点管道断裂	内部集输管线	硫化氢	扩散	随时间变化的速率曲线， 平均 694.119，最大 2088.382	***	***		
6	铁山坡 2 号井站—万源天然气净化厂管线 B 点管道断裂	内部集输管线	硫化氢	扩散	随时间变化的速率曲线， 平均 689.875，最大 2062.046	***	***		
7	铁山坡 5 号井站—万源天然气净化厂管线断裂	内部集输管线	硫化氢	扩散	随时间变化的速率曲线， 平均 148.244，最大 523.543	***	***		
8	1 号井场坡 005-X3 井井喷失控点火 4 小时后	钻井	二氧化硫 硫	扩散	恒定速率，129.442	***	***		

塔器源强概化：按设备直接泄漏，泄漏孔径为连接管线的直径，生成泄漏源强变化曲线，释放或泄漏速率（kg/s）随时间变化。

内部集输管线源强概化：含管道内的气体，自控系统感知压力降到关断系统做出响应期间(2 秒)的输气量，应急关断系统启动关闭到完全关闭期间管道从系统压力(9.9 兆帕)降至环境压力(0.1 兆帕)的泄漏量，累计两部分，生成泄漏源强变化曲线，释放或泄漏速率（kg/s）随时间变化。

井喷源强概化：按照地层无阻流量，井喷按 15 分钟考虑，速率恒定。

井喷失控后点火的源强概化：按照地层无阻流量，稳定井喷的天然气持续、燃烧并生成二氧化硫（考虑持续四小时），速率恒定。

图 8.4-4 脱硫塔连接管道处破裂后气体泄漏速率曲线

图 8.4-5 酸气分离器连接管道处破裂后气体泄漏速率曲线

图 8.4-6 1 号井站—2 号井站管线破裂后气体泄漏速率曲线

图 8.4-7 2 号井站—净化厂管线 A 点破裂后气体泄漏速率曲线

图 8.4-8 2 号井站—净化厂管线 B 点破裂后气体泄漏速率曲线

图 8.4-9 5 号井站—净化厂管线破裂后气体泄漏速率曲线

8.4.1.8 预测评价标准

本项目环境风险预测评价标准为危险物质的大气毒性终点浓度，大气毒性终点浓度值选取参见《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 H。硫化氢大气毒性终点浓度值见表 8.4-3。

表 8.4-3

评价因子及评价标准

序号	危险物质名称	CAS 号	毒性终点浓度-1 (mg/m ³)	毒性终点浓度-2 (mg/m ³)
1	H ₂ S	7783-06-4	70	38
2	SO ₂	7446-09-5	79	2

8.4.1.9 预测结果

一、泄漏点及关心点的选择

泄漏点选择了 7 个，其中 2 个为净化厂设备，1 个为井喷，4 个为内部集输管道；另外，考虑井喷失控后点火，且点火持续 4 小时的次生二氧化硫影响。

净化厂泄漏点结合平面布置确定；井喷点位选择无阻流量最大的井；集输管道一般选择管段中点附近的沟谷低洼点。

泄漏点各方向最近的民房为关心点，一个泄漏点周围考虑三个关心点。

图 8.4-10 泄漏情形 1、3 的泄漏点及关心点示意图

表 8.4-4 泄漏情形 1 的泄漏点及关心点

位置类型	位置名称	坐标	位置描述	原因
情形 1-泄漏点	净化厂脱硫塔	***	/	总图布置中脱硫塔位置
情形 1-1 关心点	大坪	***	泄漏点的西南 690m	各方向最近的关心点；秧田沟位于 2 井站-净化厂管线东侧 108m 处，拟拆
情形 1-2 关心点	秧田沟	***	泄漏点的东东南 820m	
情形 1-3 关心点	周家湾	***	泄漏点的北西北 540m	

表 8.4-5 泄漏情形 2 的泄漏点及关心点

位置类型	位置名称	坐标	位置描述	原因
泄漏情形 2	净化厂酸气分离器	***	/	总图布置中酸气分离器位置

表 8.4-6 泄漏情形 3 的泄漏点及关心点

位置类型	位置名称	坐标	位置描述	原因
泄漏情形 3	1 号井场坡 005-X3 井	***	/	井口位置
情形 3-1 关心点	苦竹坝	***	泄漏点的东北 630m	各方向最近的关心点（根据 QRA 拆迁后）
情形 3-2 关心点	锅底坪	***	泄漏点的东南 440m	
情形 3-3 关心点	碾子湾	***	泄漏点的北西 1320m	

图 8.4-11 泄漏情形 4、5 的泄漏点及关心点示意图

表 8.4-7 泄漏情形 4 的泄漏点及关心点

位置类型	位置名称	坐标	位置描述	原因
泄漏情形 4	铁山坡 1 号井站—铁山坡 2 号井站管线	***	/	泄漏点距离上游场站 1.5km，在管段的相对中点；且在沟谷低洼处
情形 4-1 关心点	屋基田	***	泄漏点的西北 150m	各方向最近的关心点
情形 4-2 关心点	王家沟	***	泄漏点的西南 230m	
情形 4-3 关心点	老房子	***	泄漏点的东侧 140m	

表 8.4-8 泄漏情形 5 的泄漏点及关心点

位置类型	位置名称	坐标	位置描述	原因
泄漏情形 5	铁山坡 2 号井站—万源天然气净化厂管线 A 点泄漏	***	/	泄漏点距离上游场站 1.5km，在管段的相对中点；且在沟谷低洼处
情形 5-1 关心点	范家沟	***	泄漏点的西南 130m	各方向最近的关心点
情形 5-2 关心点	范家沟西	***	泄漏点的西侧 370m	
情形 5-3 关心点	碑牌岭	***	泄漏点的南南东 390m	

图 8.4-12 泄漏情形 6、7 的泄漏点及关心点示意图

表 8.4-9 泄漏情形 6 的泄漏点及关心点

位置类型	位置名称	坐标	位置描述	原因
泄漏情形 6	铁山坡 2 号井站—万源天然气净化厂管线 B 点泄漏	***	/	泄漏点距离上游场站 2.95km，在管段的相对中点；且在沟谷低洼处
情形 6-1 关心点	秧田沟	***	泄漏点的东南 150m	各方向最近的关心点；秧田沟位于 2 井站-净化厂管线东侧 108m 处，拟拆
情形 6-2 关心点	麻布田	***	泄漏点的东北 550m	
情形 6-3 关心点	苟壁垭	***	泄漏点的西北 900m	

表 8.4-10 泄漏情形 7 的泄漏点及关心点

位置类型	位置名称	坐标	位置描述	原因

泄漏情形 7	铁山坡 5 号井站— 万源天然气净化 厂管线泄漏	***	/	泄漏点距离上游场站 1.2km，在管段的相对中 点；且在沟谷低洼处
情形 7-1 关 心点	沟里	***	泄漏点的北侧 290m	各方向最近的关心点
情形 7-2 关 心点	麻布田	***	泄漏点的南侧 440m	
情形 7-3 关 心点	长沟	***	泄漏点的西侧 200m	

表 8.4-11 泄漏情形 8 的泄漏点及关心点(即井喷失控点火 4 小时后)

位置类型	位置名称	坐标	位置描述	原因
泄漏情形 8(即泄漏情形 3)	1 号井场坡 005-X3 井	***	/	井口位置
泄漏情形 8-1 关心点(即 情形 3-1 关心点)	苦竹坝	***	泄漏点的东北 630m	各方向最近 的关心点(根 据 QRA 拆迁 后)
泄漏情形 8-2 关心点(即 情形 3-2 关心点)	锅底坪	***	泄漏点的东南 440m	
情形 8-3 关心点(即情形 3-1 关心点))	碾子湾	***	泄漏点的北西 1320m	

二、预测结果

1) 情形 1 预测结果：泄漏发生 70 分钟后，终点浓度 1 达到最远影响距离 2390m；泄漏发生 123 分钟后，终点浓度 2 达到最远影响距离 2970m，关心点受泄漏 H₂S 影响不明显，见表 8.4-12 和表 8.4-13，图 8.4-13 和图 8.4-14。

表 8.4-12 H₂S 扩散最大浓度出现时间和距离统计表

释放后时刻 (min)	距源点距离 (m)	最大浓度 (mg/m ³)
1	0	0
5	49	1590
10	49	1750
15	49	1750
20	601	823
25	601	842
30	917	200
35	601	218
40	601	215
45	636	124
50	893	114
60	1120	94.4
70	1860	74.4
80	1990	76.9
90	2000	64.9

100	2330	70.7
110	2460	69.2
120	2530	57.8

图 8.4-13 天然气泄漏 H₂S 扩散平面图表 8.4-13 H₂S 扩散后果预测统计表

序号	项目内容	浓度值/(mg/m ³)	最远影响距离 /m	到达时间/min	最长持续时间 /min
1	大气毒性终点浓度-1	70	2390	101	16
2	大气毒性终点浓度-2	38	2970	123	16
序号	敏感目标名称	终点浓度 2 超标时刻/min		终点浓度 2 超标持续时间/min	
1	大坪	-		-	
2	秧田沟	-		-	
3	周家湾	-		-	

图 8.4-14 各个关心点浓度随时间变化图

2) 情形 2 预测结果: 泄漏发生 43 分钟后, 终点浓度 1 达到最远影响距离 1600m; 泄漏发生 43 分钟后, 终点浓度 2 达到最远影响距离 1640m, 因为与情形 1 位置相邻, 未再考虑关心点, 详细见表 8.4-14 和表 8.4-15, 图 8.4-15。

表 8.4-14 H₂S 扩散最大浓度出现时间和距离统计表

释放后时刻 (min)	距源点距离 (m)	最大浓度 (mg/m ³)
1	0	0
5	49	1070
10	49	1090
15	49	1100
20	254	412
25	363	307
30	426	242
35	514	160
40	569	97.4
45	1600	91
50	1610	75.2
60	1650	22.2
70	4400	28.3

释放后时刻 (min)	距源点距离 (m)	最大浓度 (mg/m ³)
80	4230	26.7
90	4890	23.4
100	4910	9.79
110	1300	9.22
120	1410	8.06

图 8.4-15 天然气泄漏 H₂S 扩散平面图

表 8.4-15

H₂S 扩散后果预测统计表

序号	项目内容	浓度值 (mg/m ³)	最远影响距离 /m	到达时刻/min	最长持续时间 /min
1	大气毒性终点 浓度-1	70	1600	43	15
2	大气毒性终点 浓度-2	38	1640	43	15

3) 情形 3 预测结果: 泄漏发生 25 分钟后, 终点浓度 1 达到最远影响距离 1140m; 泄漏发生 46 分钟后, 终点浓度 2 达到最远影响距离 2870m, 关心点受泄漏 H₂S 影响不明显, 见表 8.4-16 和表 8.4-17 及图 8.4-16 和图 8.4-17。

表 8.4-16

井喷泄漏情景 H₂S 扩散最大浓度出现时间和距离统计表

释放后时刻 (min)	距源点距离 (m)	最大浓度 (mg/m ³)
1	0	0
5	50	1300
10	50	2720
15	50	4130
20	50	3230
25	50	1810
30	50	397
35	427	232
40	427	182
45	180	78.9
50	212	71.3
60	250	68.5
70	291	54.1
80	291	35.1
90	335	31.7
100	320	26.8

110	381	25.1
120	381	24.1

图 8.4-16 天然气泄漏 H₂S 扩散平面图

表 8.4-17 H₂S 扩散后果预测统计表

序号	项目内容	浓度值 (mg/m ³)	最远影响距离 /m	到达时刻/min	最长持续时间 /min
1	大气毒性终点浓度-1	70	1140	25	29
2	大气毒性终点浓度-2	38	2870	46	29
序号	敏感目标名称	超标时刻/min		超标持续时间/min	
1	苦竹坝	-		-	
2	锅底坪	-		-	
3	碾子湾	-		-	

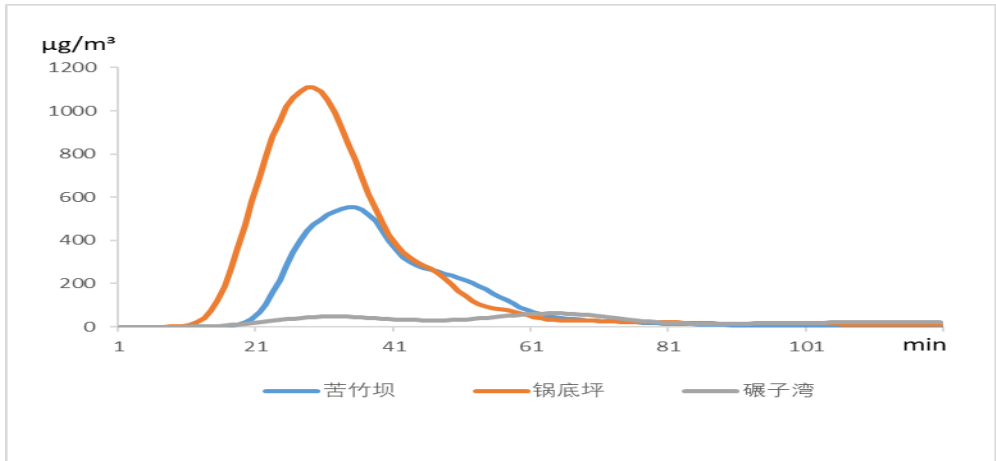


图 8.4-17 各个关心点浓度随时间变化图

4) 情形 4 预测结果：泄漏发生 70 分钟后，终点浓度 1 达到最远影响距离 1700m；泄漏发生 64 分钟后，终点浓度 2 达到最远影响距离 1720m，关心点中王家沟、老房子均会收到影响。详细情况见表 8.4-18 和表 8.4-19，及图 8.4-18 和图 8.4-19。

表 8.4-18 H₂S 扩散最大浓度出现时间和距离统计表（部分结果）

释放后时刻 (min)	距源点距离 (m)	最大浓度 (mg/m ³)
1	0	0
5	50	3280
10	50	3730
15	50	3730
20	269	1600
25	412	1320
30	291	1010
35	492	635
40	320	509
45	320	467
50	320	398
60	320	243
70	360	239
80	360	218
90	360	174
100	360	117
110	360	77
120	360	50.9

图 8.4-18 天然气泄漏 H2S 扩散平面图

表 8.4-19 H₂S 扩散后果预测统计表

序号	项目内容	浓度值 /(mg/m ³)	最远影响距 离/m	到达时刻 /min	最长持续时间 /min
1	大气毒性终点浓度-1	70	1700	70	52
2	大气毒性终点浓度-2	38	1720	64	60
序号	敏感目标名称	超标时刻/min		超标持续时间/min	
1	屋基田	-		-	
2	王家沟	3		36	
3	老房子	1		23	

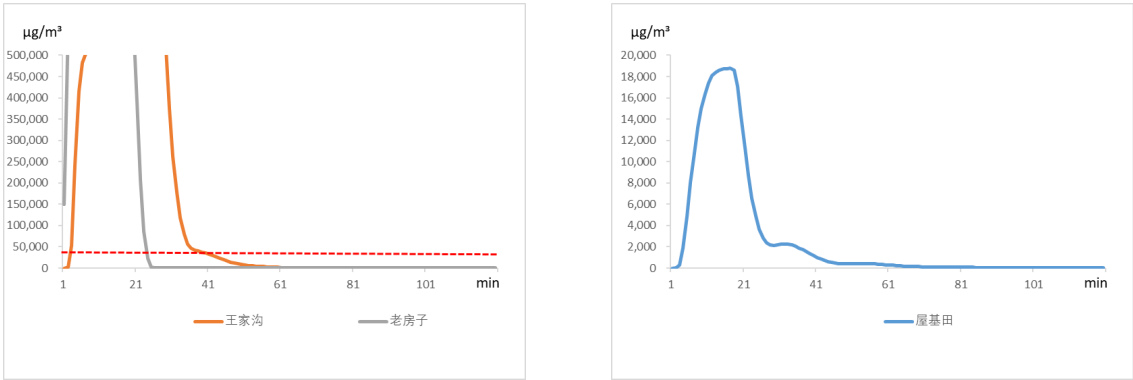


图 8.4-19 各个关心点浓度随时间变化图

5) 情形 5 预测结果

泄漏发生 60 分钟后，终点浓度 1 达到最远影响距离 1040m；泄漏发生 38 分钟后，终点浓度 2 达到最远影响距离 3130m，关心点中范家沟、碑牌岭均会收到影响。详细情况见表 8.4-20 和表 8.4-21，及图 8.4-20 和图 8.4-21。

表 8.4-20 H₂S 扩散最大浓度出现时间和距离统计表

释放后时刻 (min)	距源点距离 (m)	最大浓度 (mg/m ³)
1	0	0
5	70	3250
10	70	3430
15	70	3500
20	112	2130
25	112	1150
30	112	745
35	112	492
40	112	302
45	427	175
50	427	169

60	447	117
70	447	99.4
80	471	69.6
90	515	57.5
100	2260	53.3
110	2370	48.8
120	2490	47

图 8.4-20 天然气泄漏 H₂S 扩散平面图
H₂S 扩散后果预测统计表

序号	项目内容	浓度值 (mg/m ³)	最远影响距离/m	到达时刻/min	最长持续时间/min
1	大气毒性终点浓度-1	70	1040	60	30
2	大气毒性终点浓度-2	38	3130	38	36
序号	敏感目标名称	超标时刻/min		超标持续时间/min	
1	范家沟	2		28	
2	范家沟西	-		-	
3	碑牌岭	12		36	

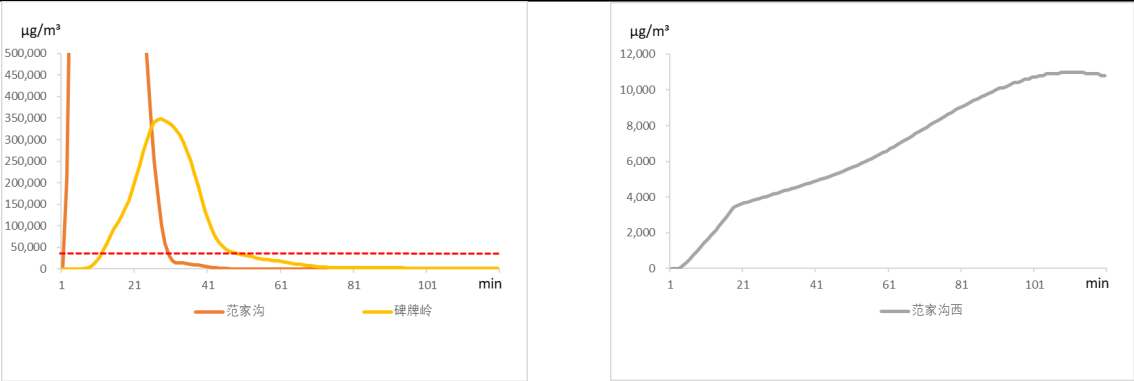


图 8.4-21 各个关心点浓度随时间变化图

6) 情形 6 预测结果

泄漏发生 144 分钟后, 终点浓度 1 达到最远影响距离 1090m; 泄漏发生 49 分钟后, 终点浓度 2 达到最远影响距离 3150m, 关心点中秧田沟、麻布田均会受到影响 (秧田沟毒性终点浓度 2 持续时间超过 60 分钟, 但位于 2 井站-净化厂管线东侧 108m 处, 拟拆)。详细情况见表 8.4-22 和表 8.4-23, 及图 8.4-22 和图 8.4-23。

表 8.4-22 H₂S 扩散最大浓度出现时间和距离统计表

释放后时刻 (min)	距源点距离 (m)	最大浓度 (mg/m ³)
1	0	0
5	50	3390
10	71	4810
15	71	5000
20	112	3280

25	141	2380
30	180	1920
35	320	1390
40	320	1110
45	320	783
50	353	562
60	495	371
70	566	228
80	570	115
90	636	57.4
100	743	48.8
110	711	69.9
120	711	110

图 8.4-22 天然气泄漏 H₂S 扩散平面图表 8.4-23 H₂S 扩散后果预测统计表

序号	项目内容	浓度值 /(mg/m ³)	最远影响距离 /m	到达时刻/min	最长持续时间 /min
1	大气毒性终点 浓度-1	70	1090	144	>119
2	大气毒性终点 浓度-2	38	3150	49	>119
序号	敏感目标名称	超标时刻/min		超标持续时间/min	
1	秧田沟	2		>119	
2	麻布田	9		53	
3	苟壁垭	-		-	

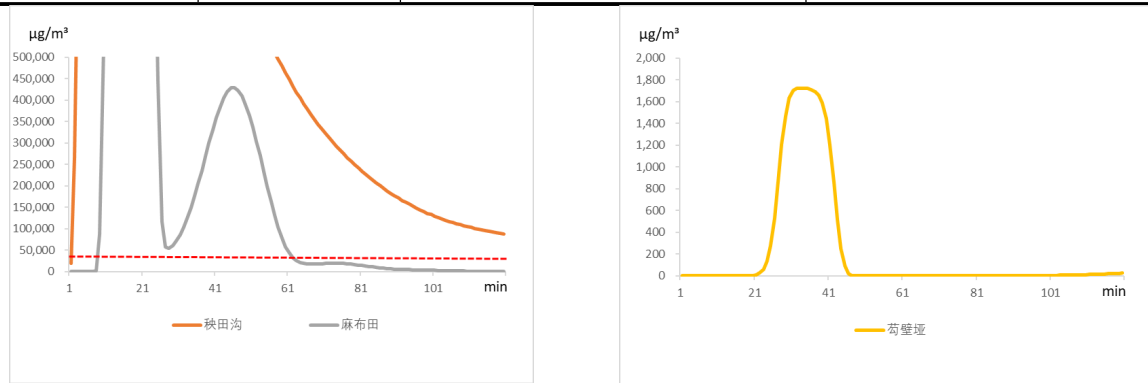


图 8.4-23 各个关心点浓度随时间变化图

7) 情形 7 预测结果: 泄漏发生 29 分钟后, 终点浓度 1 达到最远影响距离 686m; 泄漏发生 38 分钟后, 终点浓度 2 达到最远影响距离 1290m, 关心点沟里、麻布田、长沟均会受到影响。详细情况见表 8.4-24 和表 8.4-25, 及图 8.4-24 和图 8.4-25。

表 8.4-24 H₂S 扩散最大浓度出现时间和距离统计表

释放后时刻 (min)	距源点距离 (m)	最大浓度 (mg/m ³)
1	0	0
5	50	768
10	100	784
15	200	840
20	200	710
25	450	556
30	453	323
35	602	80.5
40	1150	62.8
45	1300	54.4
50	255	39.9
60	255	29.1
70	255	21.4
80	255	15.7
90	255	11.3
100	255	7.73
110	255	4.81
120	1630	3.3

图 8.4-24 天然气泄漏 H₂S 扩散平面图

表 8.4-25 H₂S 扩散后果预测统计表

序号	项目内容	浓度值 /(mg/m ³)	最远影响距 离/m	到达时刻 /min	最长持续时 间/min
1	大气毒性终点浓度-1	70	686	29	24
2	大气毒性终点浓度-2	38	1290	38	30
序号	敏感目标名称	超标时刻/min		超标持续时间/min	
1	沟里	9		20	
2	麻布田	17		30	
3	长沟	9		24	

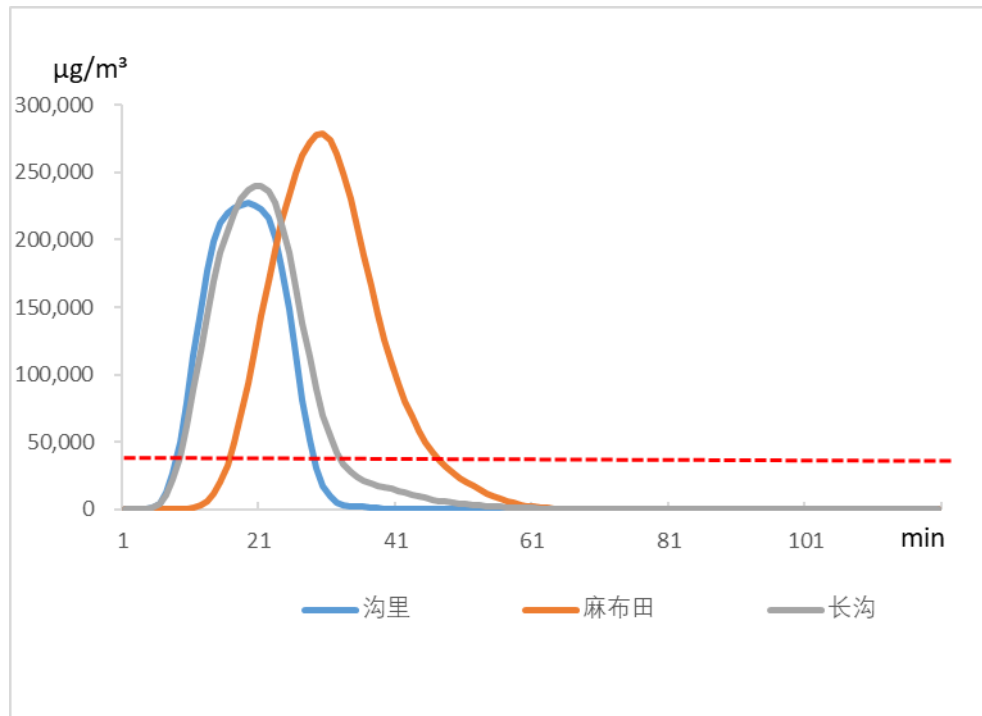


图 8.4-25 各个关心点浓度随时间变化图

8) 情形 8 预测结果

点火发生 44 分钟后, 终点浓度 1 达到最远影响距离 4140m; 点火发生 181 分钟后, 终点浓度 2 达到最远影响距离 6030m, 关心点 SO₂ 影响不明显。详细情况见表 8.4-26 及图 8.4-26。

表 8.4-26 井喷点火后不同时刻 SO₂ 影响范围

时刻 (min)	SO ₂ 毒性终点浓度最远距离	
	79mg/m ³ 出现最远距离 (m)	2mg/m ³ 出现最远距离 (m)
1	74	127
2	105	173
3	119	208
4	126	224
5	136	253
6	142	281
7	144	312
8	158	1190
9	169	1210
10	179	1220
11	243	1220
12	263	3620
13	278	3800
14	295	4010
15	312	4140
20	603	5120
30	3730	5980

时刻 (min)	SO ₂ 毒性终点浓度最远距离	
	79mg/m ³ 出现最远距离 (m)	2mg/m ³ 出现最远距离 (m)
45	4140	5980
60	4140	5980
90	4140	5980
120	4140	5980
150	4140	5980
180	4140	6020
210	4140	6030
240	4140	6030

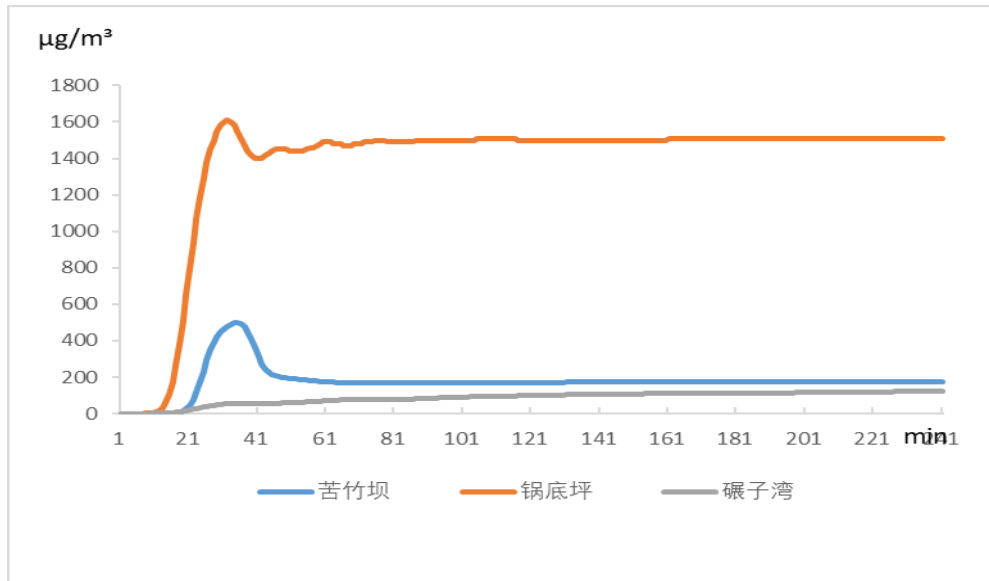


图 8.4-26 各关心点浓度随时间变化图

8.4.1.10 小结

由预测结果可知，原料气管道 1 号干线泄漏点 3 发生天然气泄漏时，释放的 H₂S 对大气环境影响范围最远，距离事故发生地 3150m 远；井喷失控并点火 4 小时后，生成的 SO₂ 的毒性终点浓度到达 6030m。

表 8.4-20 各泄漏情形最远影响范围一览表

位置类型	位置名称	最不利气象条件下最远影响范围(km)
泄漏情形 1	脱硫塔	2.97
泄漏情形 2	酸气分离器	1.64
泄漏情形 3	1 号井场坡 005-X3 井	2.87
泄漏情形 4	铁山坡 1 号井站—铁山坡 2 号井站管线	1.72
泄漏情形 5	铁山坡 2 号井站—万源天然气净化厂管线 A 点泄漏	3.13
泄漏情形 6	铁山坡 2 号井站—万源天然气净化厂管线 B 点泄漏	3.15
泄漏情形 7	铁山坡 5 号井站—万源天然气净化厂管线泄漏	1.29
泄漏情形 8（即泄漏情形 3）	1 号井场坡 005-X3 井喷失控点火 4 小时	6.03

备注：其中情形 1-7 指硫化氢毒性中点浓度-2，即 38mg/m³ 的影响范围；情形 8 指二氧化硫毒性中点浓度-2，即 2mg/m³ 的影响范围。

由预测结果可知，净化厂设备泄漏、井喷及井喷失控点火 4 小时等事故情形下，各关心点的硫化氢浓度均不会超过毒性终点浓度 2；原料气管道泄漏的情形下，均有关心点的硫化氢浓度将超过毒性终点浓度 2，但持续时间均不会超过 60 分钟（秧田沟毒性终点浓度 2 持续时间超过 60 分钟，但位于 2 井站-净化厂管线东侧 108m 处，拟拆）。

表 8.4-21 各泄漏情形最远影响范围一览表

情形编号	敏感目标名称	终点浓度 2 超标时刻/min	终点浓度 2 超标持续时间/min
情形 1（脱硫塔泄漏）	大坪	-	-
	秧田沟（位于 2 井站-净化厂管线东侧 108m 处，拟拆）	-	-
	周家湾	-	-
情形 3（1 号井场坡 005-X3 井井喷）	苦竹坝	-	-
	锅底坪	-	-
	碾子湾	-	-
情形 4（1 号井站—2 号井站管线泄漏）	屋基田	-	-
	王家沟	3	36
	老房子	1	23
情形 5（2 号井站—万源天然气净化厂管线 A 点泄漏）	范家沟	2	28
	范家沟西	-	-
	碑牌岭	12	36
情形 6（2 号井站—万源天然气净化厂管线 B 点泄漏）	秧田沟（位于 2 井站-净化厂管线东侧 108m 处，拟拆）	2	>119
	麻布田	9	53
	苟壁垭	-	-
情形 7（铁山坡 5 号井站—万源天然气净化厂管线泄漏）	沟里	9	20
	麻布田	17	30
	长沟	9	24
情形 8（1 号井场坡 005-X3 井井喷失控后点火 4 小时）	苦竹坝	-	-
	锅底坪	-	-
	碾子湾	-	-

备注：其中情形 1-7 指硫化氢毒性中点浓度-2，即 38mg/m³ 的影响范围；情形 8 指二氧化硫毒性中点浓度-2，即 2mg/m³ 的影响范围。

8.4.2 地表水环境

8.4.2.1 净化厂有机溶剂外溢的地表水风险预测

一、事故情景

净化厂位于万源市罗文镇鸳鸯池山顶平坝，极端事故情况下有机溶剂（及事故废液）可能外溢，并进入厂区北侧的沟渠，通过沟渠可汇入厂区西侧直线距离 2km 处的后河（汇入口为汇溪口）。入河口下游 6.3km 处为漩坑坝省控断面，入河口下游 6.5km 处为后河特有鱼类国家级水产种质资源保护区上界面，进入后河的有机溶剂（及事故废液）可能对两个保护区产生影响。

二、事故源项

事故废液包含雨水、消防水、有机溶剂等，其中有机溶剂为主要污染物，根据工程分析核算有机溶剂最大量为 2200 方，密度为 1.03，COD 转化率为 1.3g/g，考虑事故情况下有机溶剂一次性全部泄漏进入后果，即 COD 为 2945800000g/次。

三、事故预测

（1）预测参数确定

为了预测净化厂排水对后河的影响，收集枯水期后河排污口上下游的水质进行了监测，并收集了同期水文参数，水文参数具体见下表。

表 8.4-22 后河毛坝水文站测量数据（枯水期）

日 期	平均 流量 (m ³ /s)	断面面 积 (m ²)	平均流 速 (m/s)	水面宽 (m)	平均水深 (m)	水温 (℃)	河床 糙率	水力 半径 (m)	谢才系数 (m ^{1/2} /s)	摩阻 流速 (m/s)
22 日	11.0	82.7	0.133	71.7	1.15	7.2	0.04	1.15	25.5	0.016
23 日	13.6	84.1	0.162	71.9	1.17	6.8	0.04	1.17	25.8	0.019
24 日	9.33	80.6	0.116	71.3	1.13	6.8	0.04	1.13	25.5	0.014

结合水文参数，

①混合过程段长度计算

$$l = \frac{(0.4B - 0.6a)Bu}{(0.058H + 0.0065B)\sqrt{gHI}}$$

采用导则推荐的混合过程段长度计算公式，求的混合过程段长度为 32842.85m。

式中 l—混合过程段长度，m；

B—河流宽度，m；

a—排放口至岸边的距离，m；

u—河流平均流速，m/s；

H—河流深度，m；

g—重力加速度， 9.82m/s^2 ；

I—河底坡降， 0.000024m/m 。

由此可见，由于河流流速小，摩阻流速小，混合过程段长达 32km 以上，因此，我们关注的河段均位于混合过程段内，拟采用二维模式。

②混合系数 M_Y (m^2/s)；

采用爱尔德法求 M_X 平均值为：0.1196

③混合系数 M_Y (m^2/s)；

采用泰勒经验公式计算值为：0.009

④耗氧系数 K_1 的计算

为了预测净化厂排水对后河的影响，枯水期后河排污口上下游的水质进行了监测，COD、氨氮监测结果见下表：

表 8.4-23 COD、氨氮监测结果统计表（枯水期）

断面位置	化学需氧量 (平均值)	氨氮 (平均值)	与排污口的距离
1#白庙大桥上游 350 米	7	0.112	-500 米
2#白庙大桥下游 50 米	5.3	0.116	-100 米
3#王家沟汇入下游 50 米	8	0.175	500 米
4#后河万源市与宣汉县交界处 (拟建排污口下游 3000 米)	8	0.097	3000 米
5#白庙大桥下游 5150 米	8	0.092	5000 米

利用 1#、2#监测断面的 COD 监测值，采用野外两点法求的 COD 的耗氧系数 K_1 为 $8.23(1/\text{d})$ ；

3) 水质预测

前面已经讲到，由于河流混合过程段长达 32km 以上，因此，我们关注的河段均位于混合过程段内，采用基本模式解析解中的二维解析式中进行预测，源强为瞬时排放。结果表明事故发生后，污染羽随时间、距离变化，污染羽在事故后 21300 秒，4.3km 河段处，基本已扩散至消失，不会对敏感目标漩坑坝省控断面（相距 6.3km 河段）、后河特有鱼类国家级水产种质资源保护区(相距 6.5km 河段)产生影响。

8.4.2.2 1 号井场外溢石油类的地表水风险预测

一、预测参数

为了预测净化厂排水对后河的影响，收集枯水期后河排污口上下游的水质进行了监测，并收集了同期水文参数，水文参数具体见下表。

表 8.4-24 后河毛坝水文站测量数据（枯水期）

日 期	平均 流量 (m ³ /s)	断面 面积 (m ²)	平均流 速 (m/s)	水面宽 (m)	平均水 深 (m)	水温 (℃)	河床 糙率	水力半 径 (m)	谢才系数 (m ^{1/2} /s)	摩阻 流速 (m/s)
22 日	11.0	82.7	0.133	71.7	1.15	7.2	0.04	1.15	25.5	0.016
23 日	13.6	84.1	0.162	71.9	1.17	6.8	0.04	1.17	25.8	0.019
24 日	9.33	80.6	0.116	71.3	1.13	6.8	0.04	1.13	25.5	0.014

结合水文参数，

①混合过程段长度计算

$$l = \frac{(0.4B - 0.6a)Bu}{(0.058H + 0.0065B)\sqrt{gHI}}$$

采用导则推荐的混合过程段长度计算公式，求的混合过程段长度为 32842.85m。

式中 l—混合过程段长度，m；

B—河流宽度，m；

a—排放口至岸边的距离，m；

u—河流平均流速，m/s；

H—河流深度，m；

g—重力加速度，9.82m/s²；

I—河底坡降，0.000024m/m。

由此可见，由于河流迫降小，流速小，摩阻流速小，混合过程段长达 32km 以上，因此，我们关注的河段均位于混合过程段内，拟采用二维模式。

②混合系数 M_Y (m²/s)；

采用爱尔德法求 M_X 平均值为：0.1196

③混合系数 M_Y (m²/s)；

采用泰勒经验公式计算值为：0.009

④耗氧系数 K₁ 的计算

为了预测净化厂排水对后河的影响，枯水期后河排污口上下游的水质进行了监测，COD、氨氮监测结果见下表：

表 8.4-25 COD、氨氮监测结果统计表（枯水期）

断面位置	化学需氧量 (平均值)	氨氮 (平均值)	与排污口的距离
1#白庙大桥上游 350 米	7	0.112	-500 米
2#白庙大桥下游 50 米	5.3	0.116	-100 米
3#王家沟汇入下游 50 米	8	0.175	500 米
4#后河万源市与宣汉县交界处 (拟建排污口下游 3000 米)	8	0.097	3000 米
5#白庙大桥下游 5150 米	8	0.092	5000 米

利用 1#、2#监测断面的 COD 监测值，采用野外两点法求的 COD 的耗氧系数 K_1 为 8.23(1/d)。

二、水质预测

前面已经讲到，由于河流混合过程段长达 32km 以上，因此，我们关注的河段均位于混合过程段内，采用基本模式解析解中的二维解析式中进行预测，源强为瞬时排放。结果表明事故发生后，污染羽随时间、距离变化，污染羽在事故后 21300 秒，4300 米处，基本已扩散至消失，不会对敏感目标毛坝镇饮用水源准保护区、后河特有鱼类国家级水产种质资源保护区产生影响。

（1）事故情景

1 号井场位于黄草梁，极端事故情况下石油类（泥浆配置油、柴油）可能外溢，并附近沟渠，通过沟渠可汇入厂区西侧直线距离 1.5km 处的后河（汇入口为碾子湾）。入河口下游 1.8km 处为漩坑坝省控断面，2km 处为后河特有鱼类国家级水产种质资源保护区上界面，进入后河的石油类可能对二者产生影响。

（2）事故源项

钻井期间的石油类总计 300 方左右，一次瞬间全部进入后河。。

（3）事故预测

本评价采用费伊（Fay）油膜扩延公式对重油入河事故污染进行风险预测。

膜的扩延费伊（Fay）油膜扩延公式目前广泛采用，费伊把扩展过程划分为三个阶段：

在惯性扩展阶段，油膜直径为：

$$D = K_1 (\beta g V)^{1/4} t^{1/2}$$

在粘性扩展阶段：

$$D = K_2 \left(\frac{\beta g V^2}{\gamma_w^{1/2}} \right)^{1/6} t^{1/4}$$

在表面张力扩展阶段：

$$D = K_3 \left(\frac{\sigma}{\rho_w \gamma_w^{1/2}} \right)^{1/2} t^{3/4}$$

在扩展结束之后，油膜直径保持不变：

$$D = 356.8V^{3/8}$$

在实际中，膜扩散使油膜面积增大，厚度减小。当膜厚度大于其临界厚度时（即扩散结束之后，膜直径保持不变时的厚度），膜保持整体性，膜厚度等于或小于临界厚度时，膜开始分裂为碎片，并继续扩散。

经计算发现油膜扩散的最大半径为 1515 米，与入河口相距 2km 的后河特有鱼类国家级水产种质资源保护区（上边界）不会受影响，与入河口相距 1.8km 的漩坑坝省控断面不会受影响。

8.5 环境风险防范措施

8.5.1 钻井期间硫化氢泄漏风险防范措施

8.5.1.1 设计阶段

（1）钻井及井下作业地质设计应对井口 5km 范围内的居民住宅、学校、公路、铁路和厂矿等进行勘测，在设计书中标明其位置，并详细调查应急计划区内的人口分布及其他情况。

（2）在钻井及井下作业前应按《含硫化氢天然气井公众安全防护距离》（AQ2018-2008）4.1 条对一级气井的要求，对 300m 范围内的民房及 1000m 范围内的公共设施进行搬迁，设立 300m 范围防护围栏，禁止无关人员进入。

（3）通往每个井场的道路应满足作业期间各型车辆安全通行和应急抢险的要求，建议修建 1 条备用应急通道以便紧急情况下根据风向选择撤离。

（5）设计应根据钻机安装、井眼防碰、井控要求等方面综合确定丛式井的井口间距，以及相邻两井的表层套管和技术套管下深的技术要求。

（6）增斜段采用旋转导向系统以减小井身轨迹控制难度，提高井身质量。

（7）对采用非标尺寸配合的套管和钻头，设计应说明是否满足套管承载能力、套管安全下入和保障固井安全的要求。

（8）应进一步根据邻区气井数据并结合坡 2 井修井后的测试数据，核算铁山坡气田目前实际地层压力，从而为钻井设计确定准确的钻井液密度提供依据，实钻时应根据每口井实际地层压力情况及时调整钻井液密度。

(9) 设计应按照《含硫化氢油气井水基钻井液处理维护技术规范》(SY/T7337-2016)的要求,对预防钻井液污染、维护钻井液性能和硫化氢污染处理等方面提出相应措施要求,并选择合适的除硫剂、缓蚀剂。建议按照《石油天然气安全规程》(AQ2012-2007) 5.2.3.3 条的要求选择油基钻井液。

(10) 设计应对固井水泥密度及稠化时间提出要求。

(11) 井控装置组合形式应符合《石油天然气钻井井控技术规范》(GB/T31033-2014)和《钻井井控装置组合配套、安装调试与使用规范》(SY/T 5964-2019)的要求。井控装置安装好后应按标准规定要求进行压力密封试验。

(18) 钻井和修井设计中应明确井喷失控后,按照《含硫化氢天然气井失控井口点火时间规定》(AQ 2016-2008) 4.2 条明确点火时间的要求。

(19) 钻井及井下作业前应在气田附近建立应急救援机构或与附近的应急救援机构签订救援协议,以便在发生井喷或井喷失控事故时能及时开展应急救援。井场道路应满足应急救援的要求。

(20) 1号、2号和4号井场采用丛式井布置,不应在丛式井场内同时进行多井钻井或井下作业。同时由于1号和2号井场只相距150m,若两个井场同时作业,应制订详细的作业方案、风险控制措施和应急预案,并经上级主管部门审查同意后方可实施。

(21) 在1号、2号和4号井场的钻井工程设计中应明确附近老井的井身轨迹,提出相应的防碰措施要求。钻井前应对老井进行风险识别,采取永久性封堵、加强对老井井口压力监控等管控措施。

(22) 与中石化普光分公司建立钻井联系机制,双方在矿权边缘钻修井作业前应将井口位置、作业方式、井眼轨迹和应急预案等告知对方,以避免钻井时的相互影响。

(23) 由于储层改造采用解堵酸化工艺,建议气井在正式投产前,设置临时酸液分离器,以避免残酸进入生产流程对设备、管线造成影响。

8.5.1.2 井场布置及设备安装

(1) 井场布置和设备安装应符合《硫化氢环境钻井场所作业安全规范》(SY/T5087-2017)、《钻前工程及井场布置要求》(SY/T 5466-2013)、《钻井井场设备作业安全技术规程》(SY/5974-2020)和《石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程》(SY/T5225-2019)等标准、规范的要求。

(2) 钻修井作业前应根据确定的应急计划区范围,设置高音报警系统,以便发生事故能及时通知和疏散应急计划区内的居民。

(3) 技术套管固井后至完井、原钻机试油的全过程，应安装剪切闸板防喷器。

(4) 放喷管线的安装、固定、试压应在钻开设计提示的第一个油气显示层前完成，放喷管线低洼处应安装排污阀。

(5) 在钻柱下部安装钻具止回阀。下列情况除外：

- a. 堵漏钻具组合。
- b. 下尾管前的称重钻具组合。
- c. 处理卡钻事故中的爆炸松扣钻具组合。
- d. 穿心打捞测井电缆及仪器钻具组合。
- e. 传输测井钻具组合。

(6) 液气分离器点火装置及管线的安装、固定应在钻开设计提示的第一个油气显示层前完成，并确保点火装置可靠。

(7) 发现溢流后关井，应先关环形防喷器，后关闸板防喷器，在确认闸板防喷器正确关闭后，再打开环形防喷器。产层钻进中每周应关、开半封闸板和闸阀一次，每次起钻完关、开全封闸板和剪切闸板防喷器各一次，环形防喷器每半月试关井（在有钻具的条件下）一次。

8.5.1.3 钻开含硫气层前的要求

(1) 钻开含硫油气层前应按《硫化氢环境钻井场所作业安全规范》（SY/T5087-2017）、《石油天然气钻井井控技术规范》（GB/T 31033-2014）、《石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程》（SY/T5225-2019）、《西南油气田分公司钻井井控实施细则》（2018 版）规定的有关内容逐项检查合格。

(2) 技术套管固井后开钻前，由项目建设单位组织进行工程、地质、钻井液、井控措施等方面的技术交底。钻开油气层前两天再次核查井口和放喷口半径 300m 范围内是否有居民，若有应进行撤离。

(3) 钻井队应落实井控责任制。作业班组每月不应少于一次不同工况（钻进、起下钻杆、起下钻铤和空井发生溢流等工况）的防喷演习；钻进作业和空井状态应在 3 min 内控制住井口，起下钻作业状态应在 5 min 内控制住井口。

(4) 钻井队应组织全队职工进行防火、防硫化氢的应急演练。

(5) 实行钻井队干部在生产现场 24 h 带班制度，负责检查、监督各岗位严格执行井控岗位责任制，发现问题立即组织整改。

(6) 实行“坐岗”制度，指定专人观察和记录循环池液面变化和起下钻灌入或返出

钻井液情况，及时发现溢流显示。

(7) 应检查钻井设备、仪器仪表、井控装置、防护设备及专用工具、消防器材、防爆电路和气路的安装是否符合相关规定，功能是否正常,发现问题及时整改。

(8) 钻井液密度及其他主要性能符合设计要求，并按设计储备加重钻井液、加重剂、堵漏材料和其他处理剂，对储备加重钻井液循环处理的周期不大于 7 天，保持其性能符合要求。

(9) 钻开油气层前，项目建设单位组织钻开油气层检查验收，检查验收内容包括硫化氢防护措施（含应急预案及应急演练）及井控装置等，检查发现隐患或问题应进行整改；整改后向项目建设单位提交《钻开油气层申请书》并经项目建设单位分管领导签发后方可钻开油气层。

(10) 钻开油气层前对全套井控装备进行一次试压（包括井口附近套管）。

8.5.1.4 含硫气层钻进作业要求

(1) 《硫化氢环境钻井场所作业安全规范》（SY/T5087-2017）、《石油天然气钻井井控技术规范》（GB/T 31033-2014）、《石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程》（SY/T5225-2019）、《西南油气田分公司钻井井控实施细则》（2018 版）规定的有关内容。

(2) 应加强地层对比,及时提出可靠的地质预报。探井在进入目的层前 50 m~ 100 m，对裸眼地层进行承压能力试验。

(3) 发现钻时明显加快、蹩跳钻、循环泵压异常、悬重变化、初始气侵、气测异常、氯根含量变化、钻井液密度和粘度变化、气泡、气味、油花等情况应停钻观察。

(4) 坚持用短程起下钻方法检查油气侵和溢流，下列情况需进行短程起下钻：

- 1) 钻开油气层后每次起钻前。
- 2) 钻进中曾发生严重油气侵但未溢流的起钻前。
- 3) 溢流压井后起钻前。
- 4) 调低井内钻井液密度后起钻前。
- 5) 钻开油气层井漏堵漏后起钻前。

6) 钻开油气层后需长时间停止循环进行其他作业（电测、下套管、下油管、中途测试等）起钻前。

(5) 短程起下钻基本作法

- 1) 一般情况下试起 15 柱钻具或起至套管鞋，再下入井底循环一周半，若无气侵，

则可起钻；不具备起钻条件时，应循环排除受侵污钻井液并适当调整钻井液密度至短程起下钻正常后再起钻。

2) 特殊情况时（需长时间停止循环或井下复杂时），将钻具起至套管鞋内或安全井段，停泵观察一个起下钻周期加其他空井作业时间，再下入井底循环一周半观察。

（6）起、下钻中防止溢流、井喷的主要技术措施

1) 起钻前循环井内钻井液时间不应少于一周半；短程起下钻后的循环观察时间也应达到一周半以上；进出口密度差不超过 0.02g/cm^3 。短程起下钻应测油气上窜速度，满足井控安全要求才能进行起下钻作业。

2) 起钻中严格按照规定每起出 3 柱~5 柱钻杆灌满钻井液一次，每起出 1 柱钻铤灌满钻井液一次；若钻具水眼堵塞，起钻中应每柱灌满钻井液一次或连续灌注。

3) 钻头在油气层中和油气层顶部以上 300m 井段内起钻速度不应超过 0.5m/s ，维持钻井液良好的造壁性和流变性，避免起钻中井内发生严重抽吸。

4) 下钻中应控制钻具下放速度，避免因井下压力激动导致井漏。若井内钻井液静止时间长，应分段循环钻井液。

5) 起下钻过程中，设备检修应安排在下钻至套管鞋进行；若起钻过程中因故不得不检修设备时，检修中应采取相应的防喷措施，检修完后立即下钻到井底循环一周半，正常后再起钻。严禁在空井情况下进行设备检修。

（7）正常钻进中气侵钻井液处理

1) 改善钻井液的脱气性能，发现气侵应及时排除，气侵钻井液未经排气不应重新注入井内。

2) 若需加重，应在气侵钻井液排完气后停止钻进的情况下进行，严禁边钻进边加重；加重速度要均匀，每个循环周密度增量控制在 0.05g/cm^3 以内。

（8）坚持“坐岗”制度。钻进作业，应注意观察钻时、放空、井漏、泵压、气测值和钻井液出口流量、气泡、气味、油花，测量循环罐液面、钻井液密度和粘度、氯根含量等变化情况，每隔 15min 对所有循环罐液面作一次观察记录，液面增减量超过 0.5m^3 要及时分析并注明原因，遇特殊情况应加密观察记录，发现异常情况及时报告司钻。

（9）电测前井内应正常、稳定。若电测时间长，油气上窜速度不能满足井控安全要求时，应进行中途通井循环。电测时准备一柱带止回阀的钻杆，以备有条件时抢下钻具。电测队配备用于剪断电缆的工具。

(10) 下套管前, 应换装与套管尺寸相同的半封闸板; 下尾管作业可不换装套管闸板, 但应准备好相应防喷钻杆。固井作业全过程应保持井内压力平衡, 防止固井作业中因井漏、注水泥候凝期间水泥失重造成井内压力平衡被破坏而导致井喷。

(11) 由于地层高含硫化氢, 不宜开展常规式中途测试。

(12) 取心过程中发生溢流时, 立即停止出心作业, 快速抢接防喷钻杆或将取心工具快速提出井口, 按程序控制井口。

(13) 在钻开含硫油气层前 50 m, 将钻井液密度调整至设计上限, pH 值调整至 9.5 以上; 采用铝制钻具时, pH 值控制在 9.5~10.5。加强对钻井液中硫化氢浓度的测量, 充分发挥除硫剂和除气器的功能。含硫化氢地层禁止使用欠平衡钻井和气体钻井。

(14) 钻进中发生井漏应将钻具提离井底, 方钻杆提出转盘, 以便关井观察。采取定时、定量反灌钻井液措施保持井内液柱压力与地层压力平衡防止发生溢流, 其后采取相应措施处理井漏。

8.5.1.5 溢流及压井要求

(1) 溢流应在 2m³ 内发现。发现溢流立即关井, 疑似溢流关井检查。关井方式推荐采用硬关井。

(2) 溢流后关井的最大允许关井套压不应超过井口装置额定压力、套管抗内压强度的 80% 和薄弱地层破裂压力所允许关井套压三者中的最小值。关井后若不能及时压井, 应采取相应处理措施防止井口压力过高, 处理措施宜选用压回法。

8.5.1.6 井喷失控的处理

(1) 井喷失控后, 应立即停钻机、机房柴油机、锅炉, 切断井架、钻台、机泵房等处全部照明灯和用电设备的电源, 熄灭一切火源, 并组织警戒, 需要时打开探照灯。

(2) 迅速做好储水、供水工作。有条件应尽快由注水管线向井口注水或用消防水枪向油气喷流和井口周围设备大量喷水降温, 防止着火和保护井口。在确保人员安全的前提下, 将氧气瓶、油罐等易燃易爆物品撤离危险区。

(3) 执行《西南油气田公司高含硫化氢天然气井井口失控后井口点火程序》。点火程序和点火决策人应列入应急预案中。

(4) 应设置观察点, 定时取样, 测定井场各处天然气、硫化氢和二氧化碳含量, 划分安全范围。在警戒线以内, 严禁一切火源。根据监测情况决定是否扩大撤离范围。

8.5.1.7 井下作业

(1) 井下作业应按《石油天然气安全规程》(AQ2012-2007)、《井下作业安全规程》(SY/T5727-2020)和《硫化氢环境井下作业场所作业安全规范》(SY/T6610-2017)等标准、规范的要求进行施工作业。井控还应满足《井下作业井控技术规程》(SY/T6690-2016)的要求。

(2) 修井及封堵作业过程应符合《常规修井作业规程 第9部分：换井口装置》(SY/T 5587.9-2007)、《常规修井作业规程 第3部分油气井压井、替喷、诱喷》(SY/T 5587.3-2013)和《常规修井作业规程 第14部分：注塞、钻塞》(SY/T 5587.14-2013)等标准规范的要求。作业前应撤离井口和放喷口 300m 范围内的居民。

(3) 修井过程中应针对原井井下工具磨铣不掉，套管磨损，出现井下漏失、井筒压力异常升高等情况制定相应的技术控制方案。

8.5.1.8 完井测试

(1) 完井测试作业应按《天然气井试井技术规范》(SY/T 5440-2019)、《高压油气井测试工艺技术规程》(SY/T 6581-2012)和《石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程》(SY/T5225-2019)等标准规范的要求进行。

(2) 按照《天然气井试井技术规范》(SY/T 5440-2019)的要求，进行试井地质设计和施工设计。

(3) 试气设计应编制该井的《试气作业安全规程》和《试气作业事故应急预案》。

(4) 试气前应进行井筒完整性评价。

(5) 试井前应疏散井场和放喷口 500m 范围内的居民，并在井场周围设置警戒线。放喷测试应在白天进行，现场工作人员应佩戴正压式空气呼吸器和便携式硫化氢和二氧化硫监测报警仪。

(6) 作业过程中井场硫化氢泄漏浓度达到 10ppm 时，应尽快确认泄漏点，及时提升安全防范等级，井场硫化氢泄漏浓度达到 20ppm 时，应抢险控制泄漏，迅速向上级汇报情况；当井场边缘硫化氢泄漏浓度达到 100ppm 时，应立即拉响警报，启动应急预案，疏散应急计划区内的居民，同时关井并组织应急抢险。

8.5.1.9 人员防护

(1) 钻完井作业硫化氢防控应满足《石油天然气安全规程》(AQ2012-2007)、《硫化氢环境钻井场所作业安全规范》(SY/T5087-2017)、《硫化氢环境井下作业场所作业安全规范》(SY/T6610-2017)和《硫化氢环境人身防护规范》(SY/T6277-2017)

等相关标准、规范的要求。

(2) 按照《石油天然气作业场所劳动防护用具配备规范》(SY/T 6524-2017)和《硫化氢环境人身防护规范》(SY/T6277-2017)的规定为作业人员配备各种防护用具。

(3) 钻井现场应配备固定式硫化氢监测系统,能同时发出声光报警,并能确保整个作业区域的人员都能看见和听到。监测传感器至少应在方井,钻井液出口管口、接收罐和振动筛,钻井液循环罐、司钻或操作员位置、井场工作室等处设置。

(4) 现场作业人员应按要求佩戴便携式硫化氢监测报警仪。

(5) 作业现场应配备便携式二氧化硫检测仪或带有检测管的比色指示监测器。

(6) 应按在岗人数 100%配备正压式空气呼吸器,另配 20%备用气瓶,同时配备与之相应的空气压缩机。

(7) 按照《石油天然气钻井井控技术规范》(GB/T 31033-2014)及《石油与天然气井井控安全技术考核管理规则》(SYT5742-2019)等要求,对钻井现场各级人员开展井控及硫化氢防护培训与考核。

8.5.2 套管破损导致含硫天然气窜至地表风险的防范措施

为防止出现钻完井施工过程及营运期内井筒壁渗漏导致的地层流体串层,甚至含硫天然气窜至地表,主要通过强化钻井过程中的套管保护、固井质量以及运营期内井筒完整性管理防止此类事故的发生。

(1) 纵向上存在自流井组、须家河组、嘉五段等多个裂缝型易漏层位,为有效保证全井段封固效果,采用双密度浆柱结构防止顶替过程中漏失,同时尝试在水泥浆中适量加入纤维等堵漏材料。如出现井口未完全返出水泥浆情况则实施反注。

(2) 实钻表明飞仙关储层属易漏层, $\Phi 177.8\text{mm}$ 油层套管段固井施工中可能发生水泥浆进入产层段,不利于固井质量与储层保护;同时,后续候凝期间水泥浆逐步形成胶凝强度造成“失重”,可能使得整个环空液柱压力下降而低于气层压力,诱发气窜。针对于此,可采用防气窜低失水水泥(LFL)设计、带顶部封隔器的悬挂器等措施。

(3) 产层油气富含的硫化氢会促使水泥石降解而强度降低,最终缩短服役寿命,危及油气开采周期内的井筒完整性。新钻井可借鉴罗家寨气田罗家 20 井所用的韧性水泥浆体系以防止水泥石服役周期内产生微裂隙,避免硫化氢沿裂缝、槽道等通道窜入。

(4) 水泥:采用 G 级水泥。水泥浆体系: $\Phi 273.05\text{mm}$ 技术套管、 $\Phi 177.8\text{mm}$ 油层套管固井均采用双凝水泥浆体系,需具备低渗透、低失水、零析水、抗硫防腐等特

征，性能指标应满足：API 失水 $\leq 50\text{ml}$ ，游离液含量为 0，渗透率 $\leq 0.001\text{md}$ ，泥石强度 $\geq 30\text{MPa}$ (36h、85°C)，同时在遭受腐蚀情况下强度降低不超过 10%。其中：177.8mm 油层尾管固井的领浆与尾浆均采用弹性水泥浆体系，确保封固段固井质量。

固井前强化堵漏措施：固井前按固井水泥浆当量密度对裸眼层段进行承压试验。若井漏，根据井漏情况采用桥浆、水泥等相应堵漏措施进行堵漏以提高地层承压能力，确保地层足以承受固井水泥浆当量密度液柱压力。

下套管前通井措施：采用等同或大于套管刚度的钻具组合通井，尽可能实现井眼规则，确保套管顺利下至井底。

固井设备配套措施：采用双级双泵固井设备，确保施工连续性。

技术套管及以下各层套管逐根进行气密封检测。

(5) 除悬挂套管外，各开水泥返至地面。按标准采用声幅和变密度测井技术检测固井质量。完钻后对井身质量进行评估，质量合格方可转入试气。

(6) 做好防斜打快工作，严格控制井身质量；井口装加长防磨套；泥浆内加防磨材料；钻杆上加防磨接头，防止套管磨损。鉴于地层高含硫化氢并且套管长期受磨损，因此在打开目的层前应对上层套管进行磨损检查，并根据磨损情况决定打开目的层前是否采取补救措施。

(7) 固井质量要求：

油层套管：油气层套管固井水泥胶结质量合格段长度应达到应封固井段长度的 90% 以上，优质率 50% 以上，且在油气层或水层及其以上 25m 环空范围内形成具有密封性能的胶结优良的水泥环。

8.5.3 站场硫化氢泄漏的防范措施

(1) 站场的安全生产应严格执行《中华人民共和国特种设备安全法》、《石油天然气安全规程》(AQ2012-2007)、《硫化氢环境天然气采集与处理安全规范》(SY/T6137-2017)、《石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程》(SY/T5225-2019) 等安全管理要求。

(2) 应通过操作关闭机构来测试井下安全阀的渗流率，并应至少每 6 个月进行一次试验。操作和维护应按《石油天然气工业井下安全阀系统设计、安装、操作和维护》(GB/T22342-2008) 的要求执行。

(3) 井口安全阀应至少每半年开关动作一次，使其处于正常工作状态。井下安全

阀、井口安全阀应保持全开，应打开的采气树闸阀保持全开状态，控制系统应不渗不漏。

(4) 井场内设水套加热炉，防止水合物形成；采气管线采用保温，减少输送过程中热量损失。长时间停工后，再次启动采用加注抑制剂以解除管道内的水合物，防止水合物对管道的堵塞而造成的事故。

(5) 甲醇加注应制定相应的安全操作规程，加注人员应有相应的安全防护措施。

(6) 各井场设置有 ESD 系统，井口设置安全截断系统，出站管线设有紧急截断阀，当检测点压力超高或超低时该系统能自动关闭井口，以确保无论是井口、站内或集气管道事故情况下井口和出站均能快速关闭、截断气源。

(7) 井场均为无人值守，分别设置 PLC（可编程逻辑控制器）控制系统，PLC 控制系统通过光纤通信设备和净化厂调度控制中心网络连接，所有设备均位于同一冗余以太网络上，构成完整的控制系统。通过在天然气净化厂中央控制室内调度控制中心操作员站的 DCS 系统可实现对井场的远程监控、数据采集的综合控制。

(8) 在井场设置 F&G 系统(一体化的 ESD/F&G)，在装置现场酌情设置火灾探测器、可燃气体探测器、有毒气体探测器、声光报警器和手动报警按钮；完成整个气田工艺装置区环境中的有毒气体和火灾的检测和报警。报警后通过 ESD 系统触发声光报警器，并根据报警规模和危险程度，启动相应的安全连锁。

(9) 每个井场设置一套火炬放空系统，用于设备检修和紧急状态放空。为确保安全上游工艺装置及火炬本身的安全，设置放空分液罐分离掉放空气内粒径大于 300 μm 液滴，火炬筒顶部设有分子封。

(10) 所有阀门的球体、阀座、阀杆和其它内件应具有抗 H_2S 、 CO_2 腐蚀的性能。阀门与介质接触部位采用堆焊耐蚀合金，阀门的材料符合 API 6D、SY/T0599 和 NACE MR-0175 及有关阀门材料标准的要求，使用阀门的性能满足高酸性气体工况的要求，保证使用寿命。

(11) 针对硫沉积时会加速管道点腐蚀的问题注入硫溶剂以消除元素硫沉积，必要时可调整气井产量、降低生产压差预防硫的析出。

(12) 对黄金 1 井实施修井作业转回注井，实现区域气田水回注功能。黄金 1 井二次完井后，井口装置材质、套管头材质、封隔器材质、油层套管扣型和材质、油管头材质、油管材质及强度安全系数均满足《回注井井筒完整性技术规范》相关要求。后期施工要求：复测原井生产套管固井质量；二次固井合格率大于 70%；回注层以上

生产套管有连续厚度大于 25 米的优质固井段；封隔器验封合格；各级套管环空安装压力表，油层套管环空加注环空保护液。

8.5.4 集输管道硫化氢泄漏的防范措施

应严格执行《中华人民共和国石油天然气管道保护法》、《石油天然气安全规程》（AQ2012-2007）、《天然气管道运行规范》（SY/T5922-2012）等安全和运行管理要求。

管道试运行后，应进行一次智能检测，并与基础资料进行对比，以便发现管道施工缺陷和制造缺陷，以后定期开展检测工作。

管线应根据沿线情况定期对管道进行巡线检查。在雨季、汛期或其它灾害发生时应加密巡查。

对管线周围的居民作好事故应急宣传，其宣传范围可根据事故模拟计算结果，以保证一旦发生天然气泄漏事故时，可能受影响的居民能作出正确反应。

管道沿线应保持各种线路标志清晰，巡线员按照相关规定定期巡线，发现危及管道安全的情况及时处理和汇报。

集输管道采用了 3 种在线泄漏检测系统（分布式声学感应系统（DAS）、分布式温度传感系统（DTS）、次声波管道泄漏检测系统），由于这些检测方式都存在误报可能性，而且国内无大量的实际使用经验和数据验证其可靠性，因此在安装后应对其功能完整性进行测试，建议开展现场实验，对系统发现泄漏的反应时间、位置确定的准确度进行评估，在使用过程中对运行数据定期进行分析，确定各系统的误差率。

工程管道基本位于山区，存在地质灾害风险，川东北气矿应按照《油气管道地质灾害风险管理技术规范》（SY/T 6828-2017）的要求对集输和外输管道进行地质灾害风险管理。

气田水管道选钢骨架增强聚乙烯复合管为连续管，与集气管道同沟敷设过程中应先施工钢管再施工钢骨架增强聚乙烯复合管；实际情况设置截水墙、挡土墙等土工保护措施，在坡脚、转弯较大处设置止推座等管道保护措施，在长陡斜坡短还需设置管卡、并在坡脚设置锚固墩等措施固定管道。

8.5.5 净化厂硫化氢泄漏及硫磺风险防范措施

（1）在天然气净化厂中引起腐蚀的因素较多，特别是对于处理含硫化氢及二氧化碳的天然气净化厂来说，其设备和管线的腐蚀环境更为恶劣，会导致设备、管线腐蚀

破坏而发生泄漏，可能引发中毒，燃烧、爆炸等事故，因此应从以下几方面做好腐蚀防护：1）采取工艺性的防腐措施，加强分离和过滤措施，保持溶液清洁；用惰性气保护溶剂储罐等设备，防止氧气进入系统。2）防止氧气进入系统。溶液贮罐、溶剂和水补加罐等设备应充氮气保护；循环泵和溶剂泵入口必须维持正压；脱硫装置开车前须用氮气置换，以便彻底清除系统中残余的氧气。3）加强设备腐蚀管理，采取综合性的腐蚀监测手段对系统设备和管线腐蚀情况进行监测。

（2）中控室作为抢险庇护所使用前应进行全面检验，特别是检验空气供给系统、供电系统、气体检测系统等可靠性和整体密封性。

（3）加强硫磺成型车间排风除尘设施管理，采取粉尘报警及防静电措施，防止硫磺粉尘与空气形成爆炸性混合物。硫磺与氯酸盐、硝酸盐、有机物、卤素、金属粉末、酸类或其他氧化剂隔离储运，防止粉尘在空气中着火、爆炸，防止静电荷的产生。

（4）硫磺运输：天然气净化厂的固体硫磺可按普通货物进行运输。对于液体硫磺的运输应按照《危险化学品管理条例》的要求进行管理，应取得《道路危险货物运输许可证》。

（5）在线监视和自动控制系统。采用“SCADA”（数据采集和监控系统）+“ESD”（紧急停车系统）自动控制措施。

（6）工程采用可编程逻辑控制器 PLC 系统和天然气净化厂分散控制系统 DCS 配置的以太网连接进行数据传输、过程控制和安全联锁。

（7）天然气净化厂设置独立的 F&G 系统(火气系统)，包括有毒气体与可燃气体检测与报警系统、火灾检测与报警系统。

（8）工厂设有高、低压火炬系统各 1 座，以备在紧急状态下灼烧泄放天然气或酸气。

（9）脱硫装置上游装置（集气装置）设置原料气超压联锁保护系统。当原料天然气压力超过设定值时，联锁保护系统开启放空联锁阀，经调节阀调压后放空。

（10）在脱硫装置对主再生塔压力实行超压联锁保护系统。正常操作时，酸气去硫磺回收装置处理，当再生塔顶压力超过预设压力是，将把脱硫单元内的酸气引入低压放空火炬点火放空。

（11）在尾气处理装置出现故障时，可以采取旁路操作，使过程气直接进入焚烧炉燃烧后排放。

（12）对有可能接触含有硫化氢的介质的机泵，建议选用屏蔽泵避免硫

化氢泄漏。

(13) 检修隔断采用双阀加排净及盲板，避免检修时气体泄漏。

(14) 火炬点火系统采用高空电点火和地面爆燃内传火两种方式，并且设置至少三条长明灯管线，以避免未点火情况的发生。

(15) 在放空系统中，在火炬头下半部靠近入口法兰处设置速度密封器，利用吹扫气体在锥形折流挡板出口处形成的速度动力封以有效阻止空气进一步进入火炬筒体内，从而防止回火和内部爆炸。

8.5.6 天然气净化厂火灾、爆炸引起的次生水环境污染事故风险防范措施

事故状态下可能外溢的事故废液及废水主要有危险化学品溶剂及露空工艺管道事故排放废水、消防废水以及事故期间受污染的雨水。其中，

1) 危险化学品溶剂

事故期间可能外溢的危险化学品溶剂及露空工艺管道的最大一次事故排放废水约 860m³，在发生事故状态下，对该部分泄漏废液需进行收集。

2) 消防废水

发生火灾时，最大消防用水点为主体工艺装置区，其消防设计秒流量为 60L/s、火灾延续时间按 3h 计，故其一次消防用水量 648m³。由于事故时消防用水可能与其它泄漏的有机化学溶剂及各类污水混为一体，消防用水可能被污染，如直接外排，将会对环境造成污染，事故时的消防废水必须进行收集和有效处置。在工艺装置区四周设置排水沟，并设置闸门倒换，正常情况下雨水进入雨水沟排出厂外，冲洗场地时的污水进入生产污水管网，事故期间的泄漏溶剂、消防废水和污染雨水等事故废液通过事故污水管网导入事故污水池内。

3) 事故期间雨水

由于发生事故的随机性、不可预测性，发生事故有可能正处于降雨时段，故该期间内关键生产装置区等地方的雨水将受污染，设计亦必须将其收集和处置。事故期间受污染雨水只考虑主体工艺装置区，即污染区面积约 13600m²，需收集的降雨量取 15mm，则一次需收集的受污染雨水量约 204m³。

综上所述，净化厂设置 2000m³ 的事故应急池，能满足事故情况下事故废液（约 1712m³）的存储需求。

天然气净化厂设计在脱水装置、硫磺装置、硫磺回收装置等场所周边设有排水沟，

并利用厂内雨水管道和生产污水管道进行收集，并通过阀门的切换，将事故状态下的废水和废液进行有效、有序收集，避免对外界环境造成污染，使其在事故状态下能完全进入厂内建事故污水池缓存。事故污水池废液每天少量掺合至污水生化处理装置处理。如事故废水中胺液、TEG 等有机物含量高，可考虑交由工艺装置回收或拉运至第三方处理。综上所述，净化厂设计满足事故情况下废水的收集、存储及处置需求。

8.5.7 毒性终点浓度范围内居民的疏散与安置

根据环境风险导则要求，应对毒性终点浓度范围（范围见下表）内居民进行疏散，并在疏散范围外设置安置点（累计设置了 10 个安置点），具体情况见附图 8-1 至附图 8-9。

表 8.5-1 大气环境风险疏散范围

工艺单元	疏散范围	备注
1 号井场井喷	边界外延 2870m	井喷后大气毒性终点浓度-2 范围
2 号井场井喷	边界外延 2870m	
4 号井场井喷	边界外延 2870m	
5 号井场井喷	边界外延 2870m	
净化厂	边界外延 2970m	脱硫装置泄漏后大气毒性终点浓度-2 范围
1 号井场~2 号井场集气管线	管道两侧 1720m	管道完全破裂后大气毒性终点浓度-2 范围
2 号井场~净化厂集气管线	管道两侧 3150m	
4 号井场~净化厂集气管线	管道两侧 907m	
5 号井场~净化厂集气管线	管道两侧 1290m	
1#采气井场	边界外延 1720m	调整。作为集输管线的起始点，依据相应管线的大气毒性终点浓度影响范围调整
2#采气井场	边界外延 3150m	
4#采气井场	边界外延 907m	
5#采气井场	边界外延 1290m	
铁山坡首站至黄金阀室管段	/	介质不含硫化氢，无大气毒性终点浓度影响范围
黄金阀室至峰城阀室管段	/	
峰城阀室至桃花阀室管段	/	
桃花阀室至渡口河末站管段	/	
渡口河末站	/	
气田水管线	/	
回注站	/	

应急疏散路线为原则性示意图，实际疏散路线需要结合应急预案和事故发生的实际情况进行确定；集中安置点为原则性建议点位，实际安置点需要建设单位综合考虑水电气等基础设施、交通条件及常年主导风险等因素后在应急预案中明确。

事故发生后，居民的疏散应有序、有重点开展，应首先疏散井场、内部集输管线及净化厂周边可能出现的高硫化氢浓度（如 100ppm）区域居民的疏散；应保障评价范围内居民均有有效的疏散道路，据此建议在 1 号井场东侧新建疏散道路 2050 米左右，

在 5 号井场西北侧新建疏散道路 1000 米左右。

8.5.7.1 净化厂大气毒性终点浓度 2 范围内居民疏散

一、双山村

结合双山村居民分布情况和道路情况，将居民分成三路进行疏散，其中净化厂东北侧两路，疏散后可安置于黑石小学（照片见 AZP6）；其中净化厂东侧一路，不宜向靠近生产设施的方向疏散（即不宜向靠近 5 号井场方向疏散），仅能从远离 5 号井场方向疏散，并安置于燕窝岩村小学（照片见 AZP5）。

区域现有道路不能完全满足净化厂事故情况下的疏散需求，其中 5 号井场西侧需新建道路 1km，另有部分现有道路（如图中 F3-4、E3-4 处）为碎石道路、道路泥泞，建议进行修缮。

二、苟家寨村

结合苟家寨村居民分布情况和道路情况，将居民分成四路进行疏散，其中净化厂西侧及西南从白庙大桥疏散，安置于罗文小学（AZP8），目前道路通畅，满足通行需求；其中净化厂南南西居民为减小疏散路线长度，及时撤出疏散范围，不宜向北疏散，而应向南疏散，安置于一处开阔水泥路面（AZP3）。道路总体通畅，但部分路段狭窄、弯道大、坡度大（如 D1-1），建议进行局部修缮；其中东南居民向远离净化厂方向疏散，安置于康乐村（AZP4）。道路总体通畅，但部分路段泥泞、陡峭（如 D2-6），建议进行局部修缮；净化厂东及东东南居民向远离净化厂方向疏散，与双山村居民汇合后前往燕窝岩村小学（AZP5）。道路总体通畅，但部分路段为碎石路面，路面泥泞（如 E3-5），建议进行局部修缮。

三、罗文镇

罗文镇居民疏散至罗文小学（AZP8），由于处于街道，道路通畅。

四、严家坝村

结合严家坝村居民分布情况和道路情况，将居民分按 1 路进行疏散，总体上向西并远离净化厂方向疏散，安置于严家坝村委会（AZP7）；道路总体通畅，但部分路段为碎石路面（如 G2-1），建议进行局部修缮。

8.5.7.2 1 号井场大气毒性终点浓度 2 范围内居民疏散

一、罗文镇

罗文镇居民疏散至罗文小学（AZP8），由于处于街道，道路通畅。

二、太平坝村

结合太平坝村居民分布情况和道路情况，将居民分成两路进行疏散，其中一路沿道路向远离净化厂方向疏散，疏散后可安置于开阔水泥路面（照片见 AZP2）；另一路也沿道路向远离净化厂方向疏散，疏散后可安置于开阔水泥路面（照片见 AZP3）。区域现有道路通畅，满足通行需求。

三、苟家寨村

结合苟家寨村居民分布情况和道路情况，将居民分成三路进行疏散，其中井场西北路沿 G210 疏散至罗文小学（AZP8），目前道路通畅，满足同行需求；其中井场东北路居民沿道路向远离井场方向疏散，跨罗文大桥，安置于罗文小学（AZP8）。区域现有道路通畅，满足通行需求；其中东路居民沿道路向远离净化厂方向疏散，安置于康乐村（AZP4）。道路总体通畅，但部分路段年久失修，杂草丛生，建议修缮。

四、大水凼村

结合大水凼村居民分布情况和道路情况，将居民分按 4 路进行疏散，其中西、西南 2 路均沿道路向远离净化厂方向疏散，然后穿过后河上的桥梁，并沿国道 G210 疏散至宽阔路面（AZP1）。道路总体通畅，但两处桥梁为漫水桥，雨季可能桥面积水导致通行困难（A1-2 及 A1-4）。

其中西北路沿道路向远离净化厂方向疏散，然后穿过后河上的桥梁，并沿国道 G210 疏散至罗文小学（AZP8），部分道路为土路（如 H1-4），建议修缮。

其中 1 号井场西南居民仅能往远离井场方向疏散，即沿道路往南疏散，经新建疏散道路（约 700 米）与太平坝村居民一起前往安置点。此处居民数量上，与其他大水凼村居民不相邻（受 1 号井场隔离），应给予高度关注。

五、田家营村

结合田家营居民分布情况和道路情况，将居民分按 1 路进行疏散，沿国道 G210 疏散至宽阔路面（AZP1）。区域现有道路通畅，满足通行需求。

8.5.7.3 2 号井场大气毒性终点浓度 2 范围内居民疏散

一、罗文镇

罗文镇位于疏散范围边界，罗文镇居民疏散至罗文小学（AZP8），由于处于街道，道路通畅。

二、太平坝村

结合太平坝村居民分布情况和道路情况，太平坝村位于疏散范围边界，可沿道路

迅速疏散至范围外，并安置于 AZP3（开阔水泥路面），道路总体通畅，满足通行需要。

三、苟家寨村

结合苟家寨村居民分布情况和道路情况，将居民分成四路进行疏散，其中井场西北路沿道路向总体远离 2 号井场的方向进行疏散，跨罗文大桥后疏散至罗文小学（AZP8），目前道路通畅，满足通行需求；其中井场东路居民沿道路向远离井场方向疏散，安置于康乐村（AZP4），道路总体通畅，但部分路段泥泞、陡峭（如 D2-6），建议进行局部修缮；西南路沿道路总体向南疏散并远离 2 号井场，汇合大水凼村居民后前往安置点 AZP3（开阔水泥路面），部分道路较差（如 C2-1 及 C2-2），为土路或碎石路，需要修缮；东东北路位于疏散范围边界，可沿道路迅速疏散至范围外，并安置于燕窝岩村小学（AZP5），道路总体通畅，满足通行需要。

四、大水凼村

结合大水凼村居民分布情况和道路情况，将居民分按 1 路进行疏散，总体向南并经拟建疏散道路（约 700m）前往安置点 AZP3（开阔水泥路面）。由于其中有约 700m 无道路，故本评价要求新建约 700m 疏散道路。

五、双山村

结合双山村居民分布情况和道路情况，双山村位于疏散范围边界，可沿道路迅速疏散至范围外，并安置于黑石小学（AZP6），道路总体通畅，满足通行需要。

六、严家坝村

结合严家坝村居民分布情况和道路情况，严家坝村位于疏散范围边界，可沿道路迅速疏散至严家坝村委会（AZP7），道路总体通畅，满足通行需要。

8.5.7.4 4 号井场大气毒性终点浓度 2 范围内居民疏散

一、双山村

结合双山村居民分布情况和道路情况，将居民分成 3 路进行疏散，其中 4 号井场北北东路靠近疏散边缘，沿道路向远离 4 号井场的方向进行疏散，疏散后可安置于黑石小学（照片见 AZP6），道路通畅，可满足通行需求；其中 4 号井场东北路沿远离井场方向疏散，经 5 号井场西侧拟建的长度约 1000m 的疏散道路，后安置于黑石小学（照片见 AZP6），部分道路为碎石或土路（如 F3-4），建议修缮；4 号井场东路双山村居民不宜向靠近生产设施的方向疏散（即不宜向靠近 5 号井场方向疏散），仅能从远离 5 号井场方向疏散，并安置于燕窝岩村小学（照片见 AZP5），部分道路（如图中 E3-4 处）为碎石道路、道路泥泞，建议进行修缮。

二、苟家寨村

结合苟家寨村居民分布情况和道路情况，将居民分成四路进行疏散，其中西西南路沿道路从白庙大桥疏散，安置于罗文小学（AZP8），目前道路通畅，满足通行需求；其中井场西南路苟家寨居民沿道路总体向南疏散，安置于一处开阔水泥路面（AZP3），道路总体通畅，但部分路段狭窄、弯道大、坡度大（如 D1-1），建议进行局部修缮；东南居民向远离井场方向疏散，与康乐村汇合后，安置于康乐村委会（AZP4），道路总体通畅，但部分路段泥泞、陡峭（如 D2-6），建议进行局部修缮；井场东及东东南居民向远离净化厂方向疏散，与双山村居民汇合后前往燕窝岩村小学（AZP5）。道路总体通畅，但部分路段为碎石路面，路面泥泞（如 E3-5），建议进行局部修缮。

三、康乐村

康乐村位于疏散边界，沿道路迅速疏散后安置于康乐村委会（AZP4），道路总体通畅。

四、严家坝村

结合严家坝村居民分布情况和道路情况，将居民分按 1 路进行疏散，总体上向西并远离净化厂方向疏散，安置于严家坝村委会（AZP7）；道路总体通畅，但部分路段为碎石路面（如 G2-1），建议进行局部修缮。

8.5.7.5 5 号井场大气毒性终点浓度 2 范围内居民疏散

一、双山村

结合双山村居民分布情况和道路情况，将居民分成 5 路进行疏散，其中东南路总体沿道路向远离井场方向疏散，并安置于燕窝岩村小学（照片见 AZP5），部分道路（如图中 E4-8、E4-9 处）为土路，建议进行修缮；其中南路总体沿道路向远离井场方向即南侧疏散，汇合苟家寨村并安置于康乐村委会（AZP4），部分道路（如图中 E3-4 处）为土路，建议进行修缮；其中西路总体沿道路向远离井场方向即西侧疏散，经拟建的疏散道路（1000m）后安置于罗文小学（AZP8），部分道路（如图中 F3-4 处）为土路伴碎石，建议进行修缮；其中北路沿道路向北侧疏散，与严家坝村汇合后安置于黑石小学（照片见 AZP6），道路总体畅通；其中西北路沿道路向外疏散，汇合严家坝村后前往严家坝村委会（AZP7）道路总体畅通。

二、苟家寨村

结合苟家寨村居民分布情况和道路情况，将居民分成 2 路进行疏散，其中 1 路始于 4 号井场附近，总体往南沿道路疏散，安置于康乐村委会（AZP4），目前道路通畅，

满足通行需求；另 1 路位于 5 号井场正南紧邻疏散边界，可迅速疏散出去并前往康乐村委会（AZP4），局部道路为土路伴碎石，极为泥泞，建议进行修缮（如 D4-1）。

三、严家坝村

严家坝村位于井场北路并靠近疏散边界，沿道路迅速疏散后安置于黑石小学（照片见 AZP6），道路总体通畅，满足通行需要。

四、燕窝岩村

燕窝岩村位于疏散边界，沿道路迅速疏散后安置于燕窝岩村小学（AZP5），道路总体通畅。

五、黑石村

黑石村位于疏散边界，沿道路迅速疏散后安置于黑石小学（照片见 AZP6），道路总体通畅。

8.5.7.6 1 号井场-2 号井场集气管道大气毒性终点浓度 2 范围内居民疏散

管道两侧苟家寨村民的疏散是重点，少量居民基本沿管道分布，宜最先疏散此部分居民，沿 2 号新建逃生道路向南疏散，并与大水凼村民汇合后经 1 号新建逃生道路，再汇合太平坝村民一起前往 AZP3（开阔水泥路，位置坐标： $107^{\circ} 49.594'$ ， $31^{\circ} 37.633'$ ）。部分居民远离村道，外出道路为土路或碎石路，道路泥泞，如 C2-1、C2-2 处，建议修缮此部分道路。另外，为满足管道两侧居民快速疏散至应急范围外，此部分居民宜向南疏散，不宜向东疏散，结合现场道路情况，向南疏散道路基本缺失，宜新建 1 号逃生道路 700m，新建 2 号逃生道路 600m。部分向东疏散居民也远离村道，基本为无道路状态，如 D1-2 处，建议新建 4 号逃生道路 750m。详见附图 8.5-2。

8.5.7.7 2 号井场-净化厂集气管道大气毒性终点浓度 2 范围内居民疏散

管道两侧居民的疏散是重点，疏散原则一般不跨管道疏散，东侧居民沿道路向东疏散，西侧居民向西疏散。东侧居民分两路，其中 1 路向西与康乐村汇合和前往康乐村村委（AZP4），另 1 路西与双山村居民汇合后前往燕窝岩村小学（AZP5）；西侧苟家寨村民向西疏散，跨越白庙大桥，前往 AZP10。需要说明是，2 号井场南侧居民的疏散方向，与 1 号井场-2 号井场集气管道发生事故时相比，不尽相同，这是因为居民既要快速疏散至应急范围外，又要尽可能远离事故源点，2 号井场南侧居民直接向南疏散可以满足这两个原则，而在 1 号井场-2 号井场集气管道发生事故时也这样疏散，可能导致部分居民不仅没有远离事故源点甚至靠近事故源点（所以此部分居民向西疏

散)。详见附图 8.5-3。

8.5.7.8 4 号井场-净化厂集气管道大气毒性终点浓度 2 范围内居民疏散

管道两侧居民较少，北侧双山村道路连通，但为满足快速疏散至应急疏散范围外的目的，双山村居民应从道路中处分开，一路向东至 AZP6（黑石小学），一路向西至 AZP7（严家坝村委），各自快速疏散至应急范围外。详见附图 8.5-4。

8.5.7.9 5 号井场-净化厂集气管道大气毒性终点浓度 2 范围内居民疏散

管道两侧居民的疏散是重点，疏散原则一般不跨管道疏散，东侧居民沿道路向东疏散，西侧居民向西疏散。管道东侧双山村道路连通，但为满足快速疏散至应急疏散范围外的目的，双山村居民应从道路中处分开，一路向南至 AZP6（黑石小学），一路向北与严家坝村民汇合后至 AZP7（严家坝村委），各自快速疏散至应急范围外。详见附图 8.5-5。

8.6 应急预案

8.6.1 适用范围

本项目的应急计划区主要包括以下几类：

- （1）本项目的重大危险源：天然气净化厂、井场和集输管道；
- （2）相关配套的环保设施：气田水管线及回注站；
- （3）项目环境保护目标：周边的村庄居民、建设项目附近地表水及地下水。

8.6.2 应急预案框架体系

建设单位川东北气矿编写综合应急预案，预案体系包括：

建设单位川东北气矿应根据《国家突发环境事件应急预案》以及相关法律、法规和标准要求，编制相关应急预案，以保证出现紧急情况时能够按程序行动，以减少事故损失。川东北气矿应组织有关部门、工程技术人员及各专业具有实践经验的员工认真讨论、修改、完善，并邀请专家对编制的应急预案进行评审，评审定稿后，由单位主要负责人签署公布、出版，并发放到每位员工，组织员工定期培训、演练。

四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目预案体系应包括：《四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目突发事件综合应急预案》、各专项应急预案及各现场处置方案，其中专项应急预案包括井喷失控专项应急预案、自然灾害专

项应急预案、场站及气井专项应急预案、集输管线专项应急预案、气田水管线及回注井专项应急预案、净化装置专项应急预案、危险化学品专项应急预案、供用电专项应急预案、交通运输专项应急预案、突发环境事件专项应急预案、突发环境事件应急监测预案等。

表 8.6-1 铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目突发事件综合应急预案体系

预案级别	预案类别	预案名称
总体应急预案	作为应急预案总纲	四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目突发事件综合应急预案
专项应急预案	自然灾害突发事件	自然灾害突发事件专项应急预案
	事故灾难突发事件	钻井与试油井喷失控专项应急预案
		地面建设突发事件专项应急预案
		场站及油井突发事件专项应急预案
		天然气集输管线突发事件专项应急预案
		气田水运（管）输及回注突发事件专项应急预案
		天然气净化装置突发事件专项应急预案
	社会安全突发事件	网络信息突发事件专项应急预案
		群体性突发事件专项应急预案
		恐怖袭击专项应急预案
		危险化学品突发事件专项应急预案
		突发环境事件专项应急预案
现场处置方案	净化厂现场处置方案	有毒气体泄漏现场处置方案
		可燃气体泄漏现场处置方案
		火灾事故现场处置方案
		装置紧急停电现场处置方案
		供电异常事件现场处置方案
		供水异常现场处置方案
		溶液及化学溶剂泄漏现场处置方案
		DCS/ESD 系统故障现场处置方案
		特种设备故障现场处置方案
		质量事故现场处置方案
		交通事故现场处置方案
		地震灾害现场处置方案
		厂区人员及周边居民疏散处置方案
		突发环境事件现场处置方案
	井站现场处置方案	井站泄漏处置方案
		井站火灾处置方案
		井站爆炸处置方案
		硫化氢中毒处置方案
	管线现场处置方案	管线泄漏处置方案
		管线火灾处置方案
		管线爆炸处置方案
		硫化氢中毒处置方案

8.6.3 环境事件分级

参照《国家突发环境事件应急预案》、《集团公司突发环境事件应急预案》及《中国石油西南油气田分公司突发环境事件应急预案》、《西南油气田分公司突发事件总体应急预案》等的相关规定，根据人员伤亡、财产损失、污染物排放量、生态破坏、社会危害等情况，川东北气矿将突发环境事件分为三个级别：Ⅰ级环境突发事件、Ⅱ级环境突发事件和Ⅲ级环境突发事件。

1、Ⅰ级环境突发事件

凡符合下列情形之一的，为Ⅰ级环境突发事件：

（1）造成或可能造成饮用水源保护区、重要河流、湖泊、水库及沿海水域大面积污染。

（2）事件发生在风景名胜区、自然保护区、生态功能保护区等环境敏感区，对周边自然环境、区域生态功能或濒危物种生存环境造成或可能造成重大影响。

（3）造成县级以上城区集中式饮用水水源取水中断。

（4）造成基本农田、防护林地、特种用途林地 5 亩以上，其他农用地 10 亩以上，其他土地 20 亩以上基本功能丧失或遭受永久性破坏。

（5）造成或可能造成区域大气环境严重污染，需疏散转移 1000 人以上。

（6）造成或可能造成跨省级行政区域纠纷。

（7）Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗或失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员急性死亡或者 10 人以上急性重度放射病、局部器官残疾。

（8）环境敏感区内油品泄漏量 10 吨以上，或非环境敏感区内油品泄漏量 100 吨以上。

（9）其他严重污染环境的情形。

2、Ⅱ级环境突发事件

凡符合下列情形之一的，为Ⅱ级环境突发事件：

（1）造成或可能造成河流、沟渠、水塘、分散式取水口等水体大面积污染。

（2）造成乡镇以上集中式饮用水水源取水中断。

（3）造成基本农田、防护林地、特种用途林地或其他土地严重破坏。

（4）造成或可能造成大气环境污染，需疏散转移 500 人以上 1000 人以下。

（5）造成或可能造成跨地（市）级行政区域纠纷。

（6）Ⅲ类放射源丢失、被盗或失控，或放射性同位素和射线装置失控导致 10 人

以下急性重度放射病、局部器官残疾。

(7) 环境敏感区内油品泄漏量 1 吨以上 10 吨以下，或非环境敏感区内油品泄漏量 10 吨以上 100 吨以下。

(8) 其他较严重污染环境的情形。

3、III级环境突发事件

凡符合下列情形之一的，为III级环境突发事件：

(1) 造成或可能造成大气环境污染，需疏散转移 500 人以下。

(2) 造成或可能造成跨县（市）级行政区域纠纷。

(3) IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

(4) 环境敏感区内油品泄漏量 1 吨以下，或非环境敏感区油品泄漏量 10 吨以下。

(5) 其他污染环境的情形。

8.6.4 应急组织机构与职责

1、应急组织机构构成

川东北气矿应急组织机构由应急领导小组、应急办公室、川东北气矿机关职能部门、专家组、现场应急指挥部（下设现场抢险指挥组、现场疏散警戒组、现场医疗救护组、现场监测组、后勤保障组、事故调查组）组成。

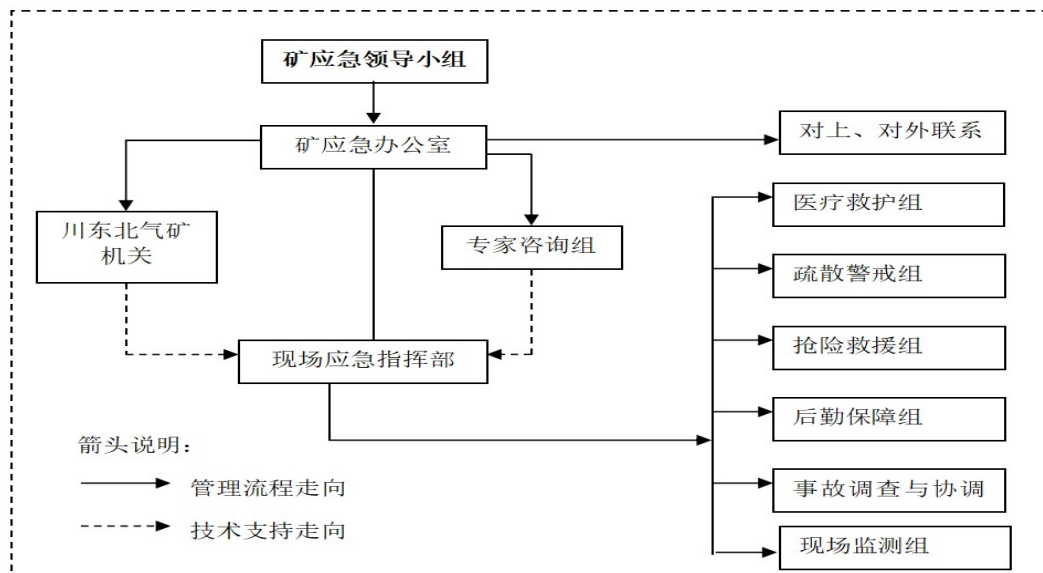


图 8.6-1 川东北气矿突发重特大环境事件应急组织机构图

2、职责和分工

(1) 现场应急指挥部

由川东北气矿应急领导小组根据事件类别和现场情况，指定组成或派出。现场应急指挥部在川东北气矿应急领导小组授权下，行使现场应急指挥、协调、处置等职责，并根据现场情况和需要临时成立现场抢险救援组、现场疏散警戒组、医疗救护组、现场监测组、后勤保障组、事故调查与协调组。其职责如下：

- ①负责现场应急指挥工作，针对事态发展制定和调整现场应急抢险方案。
- ②按属地管理原则，配合协调地方政府应急救援工作。
- ③收集现场信息，核实现场情况，保证现场与应急指挥中心之间信息传递的真实、及时与畅通。
- ④负责整合调配现场应急资源。
- ⑤及时向川东北气矿应急办公室和地方政府汇报应急处置情况。
- ⑥按川东北气矿应急指挥中心授权，负责现场有关的新闻发布工作。
- ⑦收集、整理应急处置过程有关资料。
- ⑧核实应急终止条件并向当地政府、分公司应急指挥中心请示应急终止。
- ⑨提供现场应急工作总结报告。

(2) 专家组

由川东北气矿聘请环保、勘探、开发、储运、天然气净化等专业的专家组成矿区突发环境事件应急处置专家库，由应急办公室负责管理。在应急状态下，调动相关专业的专家组成应急专家组，提供技术支持。其职责如下：

- ①协助编制与修订川东北气矿突发环境事件应急预案，为川东北气矿提供有关突发环境事件紧急响应、保护公众和环境的措施建议；
- ②参与突发环境事件的环境应急监测、现场应急响应与事故调查和处理，为其提供技术支持；
- ③对Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级突发环境事件进行分析、评价和预测，向川东北气矿突发环境事件应急办公室提出应急响应措施建议，并对应急状态终止提出建议。

(3) 现场指挥部各小组的职责

①抢险救援组

A、熟悉所参与事故抢险救援的应急预案，熟悉个人防护用品的使用，具有保证本人和其他抢险救援人员安全的基本知识和技能。

B、具有事故处理所需的技能和知识，并按现场指挥部和专家意见，对事故进行减轻危害性和影响性处理，防止次生事故或衍生事故。

C、为事故影响到的人员提供最及时和有效的救助，最大限度地保护人民群众生命财产安全，最大限度降低事故所造成的损失和影响，快速消除和控制险情。

D、做好事故处理的后期处置，达到恢复生产的条件。

E、协助事故调查组开展事故调查。

②后勤保障小组：

A、负责事故抢险救援期间所需资金、物资、器材、车辆等的调配和保障。

B、协调内部、外部各方力量，做好现场参与抢险救援人员、受影响人员生活等的安排。

C、协助事故善后处理等工作。

③事故监测小组

A、负责对事故现场及事故影响或可能影响的范围进行环境质量状况监测，并即时向现场指挥部门、矿区应急办公室提供监测信息。

B、负责同地方气象部门联系，收集有关气象信息，结合监测结果，为现场指挥部提供事故影响预测。

C、按应急办公室指令，负责应急结束后事故地点及影响范围内环境质量进行监测，为事故善后处理提供监测数据支持。

④治安警戒小组

A、负责事故现场、抢险救援区域治安秩序的维护，根据现场情况采取隔离、警戒、设置警示标识等，并与地方相关部门协调保证事故处理现场道路畅通和秩序稳定。

B、视事态发展，按照现场应急指挥部指令，协调当地公安、交警采取更高级别的现场管制方式，确保抢险救援各项工作顺利开展。

C、协助抢险救援人员，做好现场居民疏散和转移工作，确保迅速、有序、安全。

D、当地方政府应急管理部门启动应急预案后，接受企地联合事故应急指挥部下达的指令，同地方政府应急救援部门一道开展事故应急救援工作。

⑤事故调查与协调组：

A、负责对事故原因进行初步调查，并跟踪事故影响及处理进展等情况，并形成书面报告，随时向现场指挥部和矿区应急办公室报告。同时负责矿区内部与外部等的协调工作。

B、按照川东北气矿应急领导小组核准内容，对外发布事故信息及其它相关信息。

C、配合地方政府应急部门做好事故影响人员的安置、日常生活用品等发放等工作。

D、负责与地方政府相关部门的协调和沟通，确保应急指令统一、抢险救援工作的有序、高效开展。

E、负责事故损失的统计与上报。

⑥医疗救护组

A、负责组织协调事故所在地和内部医护力量和救援设施，及时开展现场医疗救护。

B、按照“人的生命高于一切”、“先危重、后轻伤”的原则，及时开展现场救治或转送治疗相结合的救治方式，减轻事故对生命造成的影响和危害，降低事故影响。

8.6.5 监控与预警

（1）集输管道事故预警系统

本工程事故监控通过压力检测和浓度监测来实现事故预警，并触发警报。

①在每个管段的起点井场出站及阀站的进、出站处，均设置了压力检测装置，在压力过高或过低的情况下连锁进、出站 ESD 截断阀，保证在管线超压或泄漏后截断，控制事故的发生或扩大。

②该泄漏探测系统通过压力波信号传输实现对泄漏的检测和定位，高性能压力计能够把来自针眼的泄漏、背景噪音以及管道正常运营所造成的压力信号区分开来。确切的管道泄漏将启动程序激活报警系统。

③管道泄漏检测，还将由本项目安全小组人员，携手持式硫化氢监测仪巡线，对浓度进行检查和测试，能及时发现中小型泄漏事故，并有效避免大型泄漏事故的发生。

（2）厂、站事故预警系统

①本工程所有设施，包括天然气净化厂、集气站和井场都设置了硫化氢检测仪，当达到 5ppm 时，启动厂内中央控制室的报警系统；当达到 20ppm 时，启动现场的局部信标灯和警笛，同时，出现故障的工艺设备自动实施紧急关闭。

②在各井场场界和天然气净化厂厂界安装了硫化氢检测仪，当检测仪检测到硫化氢浓度达 100ppm 时，对外向应急疏散区内的居民报警。集气站及净化厂设置高音喇叭，由综合调度楼的气田控制中心控制，一旦出现紧急事故状况，可由高音喇叭进行

全场信息传达，信息能有效辐射到场内员工及周边居民。

(3) 气象站

在本项目设置了自动气象站，可传输各个点位的局地气象条件，为应急疏散提供有利的决策支撑。

8.6.6 应急响应

1. 启动程序

川东北气矿应急响应的过程分为接警、判断响应级别、应急启动、控制及救援行动、扩大应急、应急状态解除等步骤。



图 8.6-2 川东北气矿应急响应程序

(1) 应急办公室接到基层单位（III级）及以上突发环境事件，应立即向矿应急领导小组报告，应急领导小组组长或副组长根据应急办公室提供的情况，决定是否启动本预案，如需启动，应立即发出启动指令。

(2) 应急办公室接到应急领导小组下达的应急启动指令后，立即按应急程序开展

各项工作，通知应急领导小组成员及各职能部门的主要负责人、应急专家等做好应急准备。

(3) 各成员应迅速按应急办公室通知要求，到达集结地点。

(4) 应急领导小组召开首次应急会议，内容包括：通报发生环境事件情况，指派现场负责人，明确各部门及联系人职责，初步确定应急处置方案和确定其他需要紧急处置的事项。

(5) 应急领导小组组长或副组长可以根据应急工作需要，召开后续的应急会议；应急办公室主任可以根据事件进展，召开相关职能部门的联系会议，沟通传达相关信息。

2. 指挥与协调

主要内容如下：

(1) 了解事件事态、严重程度和影响范围，提出现场应急行动原则要求。

(2) 派有关人员和专家组赶赴现场。

(3) 协调内部、外部有关力量实施应急支援。

(4) 协调现场环境污染监测和控制措施。

(5) 协调建立现场警戒区和交通管制区域，确定重点防护区域。

(6) 协调受威胁的周边地区危险源的监控工作。

(7) 请求当地政府和社会力量的救援，进行现场风险规避和救援，配合和参与当地政府做好相关抢险救援工作。

3. 应急状态解除

1) 现场应急抢险工作结束，并确认无次生、衍生事件后，由应急抢险组向作业区应急领导小组提出关闭应急预案的建议，由应急领导小组宣布关闭应急预案。

2) 应急工作结束后，由应急领导小组负责组织恢复生产，并编写应急总结，及时上报油气矿应急办公室。应急总结至少包括：事件情况、处置过程、应急资源、处置过程遇到的问题、取得的经验和吸取的教训、对应急预案的修改建议。

当气体检测、大气监测、水源监测达标，事件危害消除后，宣布解除警戒。

4. 恢复重建

解除警戒后，油气矿组织污染处理（包括污染赔偿、污染物处理等）、生产恢复（恢复工艺、设备等）、人员安置、善后赔偿、应急评估等。

8.6.7 应急监测

应急监测资源依托西南油气田公司、地方环境监测站以及第三方监测公司，包括但不限于达州市环境监测站、万源市环境监测站、宣汉县环境监测站以等。西面油气田公司有专职监测人员 150 人左右，具备应急监测能力，能够在出现事故时及时到达现场进行应急监测。硫化氢泄漏事故时可按以下间距对环境空气进行应急监测：100m、200m、500m、1000m、1500m 和集合点位置。

事故应急救援指挥部门可根据突发事件性质、污染物的扩散速度和事发地风向、风速或水深、流速等气象和水文特征，根据《突然环境事件应急监测技术规范》

（HJ589-2010）中的相关要求确定需要监测的环境要素、监测项目、监测频率、监测布点等。具体可参考表 8.6-2。

表 8.6-2 应急监测方案

事故类型	监测方案				
	监测指标	时间间隔	监测点位布设	检测方法	备注
井喷、井漏、火灾、爆炸及其次生环境污染	H ₂ S、SO ₂ 浓度，风向、风速	30min	主导风向结合环境保护敏感点进行布设，一般为 6 到 8 个点位	便携式气体检测仪	大气监测
井漏、火灾、爆炸及其次生环境污染、废水泄漏	PH、COD、S ²⁻ 、Cl ⁻ 、SS、石油类	2h	根据事故发生地点分别在上游设 1 个对照断面，下游布设 3~4 个监测断面（包括控制断面与消减断面），下游饮用水取水口必须设置监测断面	便携式综合水质分析仪	地表水监测

另外，出现水污染事件时，应急监测组应立即组织相关单位对各级排放口（包括事故池排水口和雨水排水口）就特征污染物进行监测，并及时报告应急指挥部采取相关措施。

应急监测的质量控制执行各监测指标相应的环境监测规范，监测报告以及时、快速报送为原则，可通过电话、传真、电子邮件、监测快报等形式报送报送相关部门。根据应急预案的分级情况，一般性环境事故的监测报告报送当地环保主管部门及建设单位；而重、特大环境事故的监测报告除报当地环保部门及建设单位外，并同时上报上一级环境监测部门。

8.6.8 应急保障技术

1、SCADA 及生产网数据传输（主+备）；

新建内部集输及净化厂之间的光通信系统推荐采用 1000M 三层工业以太网交换

机组建光通信网络，可同时承载生产数据、视频监控图像、话音、办公网等业务，并提供安全可靠的电路保证。

2、巡线和抢险应急通信：

工程天然气净化厂和倒班公寓的话音交换系统依托川东北 VoIP 软交换系统进行扩容，阀室、井场用户量少，采用 IP 电话机直接通过传输网络连接到主交换系统，天然气净化厂和倒班公寓采用话音网关使用 IP 电话机通过传输网络连接到主交换系统。为保障话音通信的畅通，且也为能及时保证与当地的有关部门保持畅通的话音通信，满足生产应急、指挥抢险的需要，在天然气净化厂的重要岗位安装公网电话 10 部。

本工程在天然气净化厂设置话音网关 1 套，净化厂和倒班公寓分别设置 IP 电话，接入天然气净化厂新增话音网关。

3、视频监控

在天然气净化厂设置 1 套工业电视系统，用于值班人员监视装置、设备的工作情况及站场周围环境情况，使值班人员可在中控室对装置区及所有的井、站的状况直观观察，及时发现或确认故障、火灾、安全隐患以及非法入侵。

在管道沿线人员密集的高后果区设置视频监控点，对人员密集高后果区进行全天候视频监控，便于及时监视管道沿线情况，保障管道的安全运行。在人口密集高后果区设置视频监控点，在区域监视中心设置高后果区视频监控管理平台，通过互联网主动注册形式依次添加各高后果区位置摄像机、实现统一管理。一旦有人非法入侵，通过网络高清摄像机的智能分析功能实现自动报警，区域监视中心监控终端上弹出画面，操作人员可远程麦克风喊话警示告知。

为满足控制室对生产工艺流程、生产数据及视频监控的更好显示，在新建天然气净化厂控制室设置大屏显示系统 1 套，系统采用高清 LED 全彩显示屏，显示屏安装在中控室墙壁处，中间安装高清 LED 拼接大屏显示单元面积约 19.56 m²，采用支架安装方式。

4、火灾自动报警

在天然气净化厂和倒班公寓分别设置 1 套集中式火灾自动报警系统，集中火灾自动报警系统由火灾探测器、手动火灾报警按钮、火灾声光报警器、火灾显示盘、消防应急广播、消防专用电话、消防控制室图形显示装置、火灾报警控制器及消防联动控制器组成。火灾报警控制器可实现与门禁系统的联动，火灾报警时可联动门禁系统开启门禁锁，方便人员逃生。

5、扩音对讲；

为满足天然气净化厂高噪声和高危险度场合下生产管理和巡检人员流动作业对通信的需要，并在事故状态下紧急疏散相关工作人员提供广播呼叫服务，在天然气净化厂设扩音对讲通信系统1套。系统在天然气净化厂相关生产装置区设置扩音对讲站，在调度室设调度指挥台1席。

在新建监控阀室和井场均设置1套语音对讲前端设备，依托工业电视监视系统实现语音对讲功能。在监控阀室和井场靠近大门处的通信立杆上设置1套矢量拾音器和有源扬声器，天然气净化厂中控室设置室内音箱和麦克风，通过工业电视摄像前端的话音I/O接口接入工业电视监视系统，并利用天然气净化厂中控室的工业电视监视平台，可实现对井站场的广播功能，方便日常的维修保养通信，同时若发现站场有非法的人员入侵，可远程广播，警告对方，要求其离开。

6、门禁及停车场管理

在天然气净化厂设置1套门禁管理系统，井场设置1套远程门禁终端来满足对门禁管理的需求。天然气净化厂设置1套门禁管理系统，内部员工凭员工卡读卡开启门禁锁进入，访客办理完登记手续，获得用户访问许可后，持临时访客卡通行。井场设置1套可视化门禁终端，可实现授权人员凭门禁卡开启大门，未经授权的人员通过门禁申请，并将面部视频图像传输到天然气净化厂中央控制管理平台，以及通过门禁系统的语音对讲功能与中央控制管理平台的管理员进行实时语音通信，经人工确认后决定是否开启大门。

7、社区报警

依据《硫化氢环境人身防护规范》（SY/T 6277-2017）第3.7条“应急撤离区域为发生硫化氢泄漏时，人员应进行撤离的区域。本标准中，当空气中硫化氢浓度达到安全临界浓度时，无任何人身防护的人员应进行撤离的区域；当空气中硫化氢浓度达到危险临界浓度时，有人身防护的现场人员，经应急处置无望，可进行撤离的区域。”故工程在天然气净化厂、集气站、单井站、阀室、内输管道（含硫气）两侧以及人口密集区设置社区报警装置，并与设置在天然气净化厂的社区报警控制中心共同构成礁滩气藏社区报警系统。

社区报警覆盖覆盖发生泄漏时，含硫天然气扩散距离内人员流动区域和人口稠密区域，结合QRA（定量风险评价）报告，社区报警覆盖范围如下：

表 8.6-3 主要生产设施社区报警覆盖范围（硫化氢关注浓度 20ppm）

场站	场景	天气类型	至关注浓度的下风距离[m]	建议疏散撤离距离(km) (20ppm 的范围)
天然气净化厂	完全破裂	气象条件 E, 3.0m/s	3947	4
井场	中孔泄漏	气象条件 E, 3.0m/s	2446	2.5
集气管线	中孔泄漏	气象条件 E, 1.5m/s	3216	3.2

社区报警系统专门用于：

- 1) 将作业区（应急计划区）内伴有气体泄漏的事故情况安全、快速地通知社区，使得应急计划区内的社区居民和其他人员能够认识到潜在的危险情况并立即疏散；
- 2) 当发现事故或气体泄漏的硫化氢浓度达到 100ppm 时，启动社区报警系统报警器；
- 3) 确保社区居民和人员立即接收到报警，以便经过固定的社区撤离路线达到其各自指定的社区集合点。

社区报警系统采用全 IP 式广播系统，由报警控制中心管理服务器（含显示器）、报警管理软件、通信管理服务器、通信网络设备和室外报警站、供电系统设备等构成。

室外报警站接受报警控制中心指令，按指令控制警报器发出警报，系统采用高功率放大器和高分贝全向扬声器，覆盖受控范围，单个报警站覆盖半径 1km 范围，在 1000m 处不低于 75dB，共计设置室外社区报警站 42 处，具体如下图所示。

注：红色区域为 QRA 要求覆盖区域；黄色为社区报警每点覆盖范围。

图 8.6-3 社区报警点分布示意图

8、安全监测预警应急指挥平台；

“安全生产监测预警应急指挥平台”是各专业设施、设备的系统集成，实现在线监测实时化、应急指挥智能化及全生命周期的可控管理，初步架构如下图，包括“3 种应用展示模式、2 个平台、一个数据采集与汇聚中心、多个应用业务（安全监测管理、重大危险源监测、现场动态（视频监控）、环保监测、管道管理、人员/车辆定位、应急指挥、应急演练、应急预案管理、联动管理、资源管理和统计分析等应用）”。



图 8.6-4 安全监测预警应急指挥一体化平台示意图

9、反无人机主动防御

根据公安部标准 GA1551.1-2019《石油石化系统治安反恐防范要求 第1部分：油气田企业》，本工程属于一级重点目标，防范等级为一级防范，气田应配备反无人机主动防御系统，信号作用距离覆盖净化厂周边 1km 区域。

10、管道预警

本工程对特殊地段设置应力应变监测措施，监测管道本体的受力状态，并通过无线传输将监测数据传输至服务器，实现风险监测与预警。目前，建设单位计划对 7 段可能诱发滑坡的地段及穿越河流及公路处设置应力应变监测点，安装截面共 41 组，测试桩共 9 套。

本工程对陡斜坡段区域进行地表变形自动化监测，监测管道修建后斜坡体的变形发展趋势以及对管道的影响情况，为管道安全运营提供数据支持；在管道施工作业带挡土墙处布设土压力/倾斜监测一体站，及时掌握陡斜坡管道受坡体剪切应力影响情况及变化情况，确保管道安全运营；对该区域的降雨量实施自动化监测，辅助分析陡斜坡体变形情况。目前，建设单位计划对 7 段可能诱发滑坡的地段设置地质灾害监测点，设置地表位移 GNSS 系统，土压力监测，倾斜监测，土壤含水率监测。

11、消气防中心

在气田内部设置 1 座二级消防站（含气防、医护），总建筑面积 2622 m²。新建

的消气防中心设置在万源天然气净化厂旁，与综合公寓在同一地点分开独立建设，总定员 25 人，其中消气防人员 21 人、医护人员 4 人。

表 8.6-4 消防车辆配置一览表

车辆类别	重型水罐消防车	干粉泡沫水消防联用车	中型水罐车	消防器材运输车	合计
数量（辆）	1	1	1	1	4

表 8.6-5 消防中心人员配置一览表

人员类别	指挥员	战斗员（7 人/班）	司机	合计
数量	2	14	5	21

表 8.6-6 灭火及抢险救援器材一览表

序号	设备名称	单位	数量
1	手抬泵（含浮艇泵）	台	1
2	风力灭火机	个	5
3	减后坐力多功能水枪	支	24
4	带架水枪（含遥控式）	支	1
5	泡沫管枪	支	2
6	泡沫沟管	具	1
7	移动式泡沫炮	个	1
8	断电工具	套	1
9	消防栓钥匙	把	6
10	火场影像摄录器材	套	1
11	扩张器	台	1
12	减切器	台	1
13	无齿锯	台	1
14	防爆强光照明灯具（便携式）	具	6

备注：整体满足二级站的要求。

表 8.6-7 气防中心设备、设施配置表

序号	设备名称	数量	备注
一	防护设备		
1	移动供气装置	2 台	
2	移动式空气填充泵组	2 台	
3	大功率固定式填充泵组	2 台	
4	移动式充气防爆桶	4 个	
5	固定式充气防爆柜	1 个	
6	备用气瓶	1 套	

序号	设备名称	数量	备注
二	急救设备		
1	医用氧气钢瓶和 2~4 接口的供氧管路	1 套	
2	便携式心肺复苏机	2 台	
3	综合急救箱	2 箱	
4	担架和被褥	2 套	
5	躯干和肢体的真空气囊	2 套	
6	急救药品	2 副	
三	检测设备		
1	便携式氧浓度检测仪	2 台	
2	便携式有毒、有害气体浓度检测仪	2 台	
3	便携式可燃性气体检测仪	2 台	
4	便携式有毒气体定性检测管或检测卡	2 套	
四	个人防护设备		
1	气密防化服	4 套	
2	气密隔热服	2 套	
3	避火服	2 套	
4	他救空气呼吸器	4 套	
5	防静电安全鞋	1 套/人	共 12 套
6	防护头盔	1 个/人	共 12 套
7	速降自锁装置	1 个/人	共 12 套
五	专用车辆和通信设备		
1	事故报警实时录音录时电话	1 套	
2	生产调度电话	1 台	
3	无线防爆对讲机	3 部	
4	夹持型无线防爆音频传输设备	2 套	
5	计算机及其外设与相应的网络系统	1 套	
6	应急气防车	1 台	
六	消防设备		
1	重型水罐消防车	1 台	
	干粉泡沫水消防联用车	1 台	
七	其他设备		
1	心肺复苏术 (CPR) 模拟人	1 个	
2	便携式风向测速仪	2 台	
3	呼吸空气气质检测仪	1 套	
4	器材维护专用工具	2 套	

12、庇护所

本工程设置庇护所 1 座，用于紧急情况下现场人员庇护直至紧急疏散人员到来或紧急情况结束，避免暴露于有毒气体或蒸气环境中，面积 50m²。庇护所与中央控制室分开设置，庇护所采购专业厂家的标准产品建设。

8.6.9 善后处置

(1) 现场应急状态解除后，由灾害受损鉴定组组织调查事故损失情况、由事故救灾抢修施工组组织现场的抢修施工，由生产恢复组组织开工恢复工作。

(2) 应急状态解除后，应急监测组及相关单位应根据指挥部及生态环境部门的有关要求和实际情况，继续进行环境监测和评价工作，直至其他补救措施无需继续进行为止。

(3) 妥善收集、转运并处置事故期间产生的废液、废渣，及受污染的土壤及地下水。

8.6.10 应急预案管理与演练

气矿应急办公室负责组织综合应急预案的评审和修订，开发技术办、净化技术办、运行办负责组织各自业务范围内岗位应急处置卡的编写、评审、修订。

气矿应急办公室每三年度应急预案进行一次修订，每年对综合应急预案和应急处置卡进行一次更新。以下情况，及时对应急预案进行修订：

- 1) 应急机构发生重大变化；
- 2) 外部环境发生变化，构成新的危害和重大危险源；
- 3) 应急组织体系发生变化或者应急工作职责进行调整；
- 4) 法律、法规、规章和标准发生变化；
- 5) 发生较大及以上事故，预案的相关要求未满足相关应急要求；
- 6) 应急演练评估报告提出要求修订；

当地政府或上级主管部门要求修订。

至少每季度进行一次应急预案演练；含硫生产现场（采集气站场、管线及净化厂等）每月至少进行两次应急处置措施演练，非含硫生产现场（净化气外输管道及站场）每月至少进行一次应急处置措施演练。同时根据实际情况采取桌面、实战的方式以及与地方政府协同等形式加密演练频次。

8.6.11 区域联动要求

本项目（铁山坡气田）地理位置主要位于四川省达州市宣汉县、万源市和重庆市的开县境内，与铁山坡气田与罗家寨/滚子坪、渡口河/七里北气田以及中石化普光气田相邻（见下图）。此几大气田均为高含硫气田开发区域，可依托四川省达州市及重庆市的应急保障资源，且几大气田应急保障资源可实现共享。

表 8.6-5 川东北地区高含硫气田分布图

根据调查，铁山坡气田附近主要应急救援力量见表 8.6-8，分布图见图 8.6-6。

表 8.6-8 铁山坡气田附近主要救援力量

序号	机构名称	距铁山坡净化厂车程（km）
1	铁山坡气田消防中心	6
2	川东北气矿抢险维护中心	100
3	川东北作业分公司南坝安全控制中心	105
4	中石化普光气田应急救援中心	40
5	中石化普光气田毛坝应急救援站	22
6	万源市消防及医疗机构	65
7	宣汉县消防及医疗机构	75
8	达州市消防、应急及医疗机构	100

图 8.6-6 铁山坡气田附近应急救援力量分布图

铁山坡气田周边 40km 车程范围内除邻近的中石化普光气田应急救援中心为国家级的应急救援机构外。普光气田应急救援中心组建于 2006 年 6 月，现有人员 230 余人，设置了普光消防站、毛坝应急救援站、环节监测站、医疗救护站、泥浆配送站等 7 个基层站。配备了消防坦克、强风抢险车、山地消防车等应急抢险装备 60 余台，配置气防那个、救生、化验、洗消、堵漏、消防和个人防护等各类抢险器材共 3 万余台件。

中国石油四川油气田区域作业单位所建立的应急救援队伍，如位于广汉的中国石油井控应急救援中心（距离净化厂车程 490km），也可作为区域外的专业救援力量。

另外，收集了普光气田、罗家寨气田的突发环境事件应急预案，对比两个气田环境事件应急物资发现，两个气田应急物资在种类和数量上均各有优势。与两个气田资源共享，可进一步提升本气田的应急保障能力。

表 8.6-9 普光气田、罗家寨气田应急救援中心突发环境事件应急物资统计

资源功能	普光气田重点应急资源名称及数量		罗家寨气田重点应急资源名称及数量	
污染源切断	便携式等离子切焊工具	9		
污染物收集	输转泵	2	吸油毡	100 张
	堵漏气袋	12	围油栏	50 条
			隔油棉	2 袋
污染物降解	洗消站（座）	1		
	洗消粉（袋）	500		
应急指挥	应急指挥车	4	对讲机	429
	对讲机	48		
	定位仪	8		
	中继台	1		
安全防护	防护服	72	防化服	54
	防护手套	140	防化靴	23
	空气呼吸器	637	护目镜	10
	安全帽	140	空气呼吸器	50
	安全鞋	140	安全鞋	20
	手套	140	手套	5
	工作服	130	工作服	20
	安全绳	20		
环境监测	硫化氢检测仪	39	硫化氢检测仪	1171
	二氧化硫检测仪	9	多种气体监测仪	329
	可燃气体检测仪	2	可燃气体检测仪	960
	红外测温仪	2	大气监测仪	11
			油分浓度计	3

8.7 小结

项目涉及的危险物质包括：天然气、硫化氢、二氧化硫、二氧化碳、硫化亚铁、甲醇、柴油、气田水、硫磺、有机硫、三甘醇、脱硫溶剂、元素硫、硫溶剂等 14 种。项目涉及危险单元：集气末站、脱硫单元、脱水单元、硫磺回收单元、尾气处理单元、硫磺成型单元、气田水汽提、污水处理单元、集输气管道、气田水管道、采气井站、回注站、钻井、液硫储罐、硫磺仓库、液硫装车系统、外输首站、外输管道、外输末站及危废暂存间等共计 20 个。

结合风险识别认为，项目大气环境风险主要为钻井井喷、天然气采输及净化过程中硫化氢意外释放或泄漏造成的影响，物质意外释放或泄漏造成的地下水、地表水环

境影响在对应的要素章节进行评价。由预测结果可知，原料气管道意外释放或外溢的硫化氢对大气环境影响最大范围为管道两侧 3150m；井喷意外释放或外溢的硫化氢对大气环境影响最大范围为半径 2870m，点火后二氧化硫对大气环境影响最大范围为半径 6030m；净化厂意外释放或外溢的 H_2S 对大气环境影响最大范围为半径 2970m。针对可能受大气环境风险事故影响的居民，设置了社区报警系统、完善了疏散道路、设置了疏散安置点等措施。净化厂有机溶剂外溢、1 号井场井喷等风险事故不会对地下水环境敏感目标漩坑坝省控断面、后河特有鱼类国家级水产种质资源保护区造成影响。

项目应严格落实以下风险防范措施：钻井井控措施；套管破损防范措施；站场、集输管道及净化气泄漏防范措施；钻井、净化厂水环境污染事故防范措施；应急疏散道路及安置点建设。建设单位制定完善的突发环境事件应急预案，落实各项应急保障技术，加强区域应急联动，强化应急演练，则项目环境风险可控。

9 环保措施及其可行性论证

9.1 废气污染防治措施

9.1.1 施工期

施工期对大气环境的影响主要来自于管线敷设、道路建设和地面工程建设过程中的扬尘污染。为减少施工产生的烟气和扬尘，建议采取如下措施。

(1) 各项工程在总设计中应充分考虑绿化面积，在站场多栽种对有害气体具有指示作用和吸收作用的植物，如樟树、柳杉、刺槐、柏木、垂柳等以净化空气，改善环境。

(2) 在施工现场进行合理化管理，统一堆放材料，设置专门库房堆放水泥，尽量减少搬运环节，搬运时轻举轻放，防止包装袋破裂。

(3) 施工现场设置围栏或部分围栏，缩小施工扬尘的扩散范围。

(4) 当风速过大时，应停止施工作业，并对堆存的沙粉等建筑材料采取遮盖措施。

(5) 保持运输车辆完好，不超载，尽量采取遮盖、密闭措施，减少沿程抛洒，及时清扫散落在路面上的泥土和建筑材料，冲洗轮胎，定时洒水压尘，减少运输过程中的扬尘。

(6) 施工扬尘量随管理手段的提高而降低，如果管理措施得当，扬尘量将降低 50~70%，大大减少对环境的影响。本项目在施工过程中，在落实以上措施的同时，应注意加强对施工队伍的管理，如建立施工规章制度，找通过 ISO14000 认证的施工单位等。

(7) 钻井过程中柴油机燃油废气，可以通过采用节能环保型柴油动力系统设备，并适当提高排气筒高度，减少污染物排放量与大气环境影响，其影响的为临时性的随着，将随钻井工程的结束而消除，污染减缓措施可行。

(8) 本项目测试放喷的天然气经专用放喷管线引至放喷池后点火燃烧，本项目气井为含硫化氢天然气井，其燃烧主要产物为 SO_2 ，减轻了对周围大气环境的影响。

综上，采取上述防治措施后，施工期产生的大气污染物对周围环境产生的影响很小。

9.1.2 运营期

生产运营期对大气环境的影响主要来源于正常工况净化厂尾气烟囱和锅炉烟囱排

放的废气以及无组织泄漏的 H_2S 、 VOC_s ；非正常工况下和检修工况下放空火炬天然气放空燃烧产生的废气。针对以上废气，本工程将采取如下防治措施。

(1) 本工程脱硫装置单元、尾气处理单元产生的酸性气体送硫磺回收装置处理，硫磺回收采用 3 级常规 Claus 工艺，尾气处理采用还原吸收工艺，硫回收率高于 99.8%，尾气经 100m 高烟囱排放。燃气锅炉采用天然气净化厂的产品气，新建 3 台额定功率为 30t/h 的燃气锅炉（两用一备），燃烧烟气经 20m 高的烟囱排放。

(2) 本项目输气管道及站场输送采用密闭输送，选用可靠性高的设备、密封性能好的阀门，保证各连接部位的密封，并加强管理，经常检查各密封部位及阀门阀杆处的泄漏情况，发现问题及时处理。

(3) 在集输系统检修或事故放空时，各工艺集输站场的天然气进入配套的放空系统系统进行燃烧后排放，放空火炬高为 20~50 米不等，将有毒有害的 H_2S 转化为毒性较小的 SO_2 ，减轻了对周围大气环境的影响。

(4) 在检修或事故放空时，原料天然气和酸气分别进入净化厂的高、低压放空系统进行点燃排放，放空火炬高为 60 米。

(5) 全厂各工艺装置设施采用先进、可靠的工艺方案，生产过程为密闭运行，减小 CH_4 、 H_2S 、 VOC_s 的散失。针对不同源逸散的 VOC_s ，分为 VOC_s 物料储存转移和输送逸散、工艺过程 VOC_s 、设备与管线组件 VOC_s 泄漏、敞开液面 VOC_s 逸散以及厂区内及周边污染监控五个部分进行分区管控。含有 VOC_s 的储罐密封良好，含有 VOC_s 的密闭容器在非取用状态时加盖封口，浮顶罐罐体在运行过程中应保持完好，自动通气阀、边缘呼吸阀在浮盘处于漂浮状态时应关闭且密闭良好，固定顶罐罐体保持良好，除采样、计量、例行检查、维护和其他正常活动外，应密闭；工艺过程密闭，不与环境空气接触；对于设备与管线组件 VOC_s 泄漏，净化厂主体工艺过程为密闭状态，并开展泄漏检测与修复；对于较易散失 VOC_s 的污水处理设施隔油、浮选、曝气等单元采取加盖密闭方式，无组织排放的尾气收集经过除臭处理之后通过 15m 高的放散管排放，最大化减少 VOC_s 的逸散；同时在厂界和周边进行污染监控，进一步监控 VOC_s 的无组织逸散。

(6) 井场水套炉废气为燃烧净化气产生少量 NO_x 和 SO_2 ，经 8m 高排气筒排放。

9.1.3 废气措施可行性

(1) 集输工程

在集输系统检修或事故放空时，装置设备内的天然气进入净化厂的高压放空系统进行排放，放空火炬高为 60 米，降低污染物的浓度；单井站和丛式井站排入放空火炬燃烧放空，降低污染物的浓度，减轻了对周围大气环境的影响。

(2) 净化厂

烟囱位置、高度、合理性分析；

1) 锅炉房新增 3 台额定功率为 30t/h 的燃气锅炉（两用一备），采用自产的脱硫燃料气作燃料，燃烧烟气经 20m 高的烟囱排放。井场水套炉废气为燃烧净化气产生少量 NO_x 和 SO_2 ，经 8m 高排气筒排放。锅炉和水套炉废气排放符合《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）的要求。

2) 在检修或事故放空时，原料天然气和酸气分别进入净化厂的高、低压放空系统进行点燃排放，放空火炬高为 60 米，将有毒有害的 H_2S 转化为毒性较小的 SO_2 ，减轻了对周围大气环境的影响。

3) 通过对工程尾气引高排放，正常工况下全厂尾气烟囱排放的污染物最大落地浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

4) 污水处理设施的工艺废水中含有 H_2S 和氨等恶臭物质，其臭气主要来源有：调节池、预处理系统等。设计考虑将上述有恶臭气体散发的处理设施采用封闭结构，设置臭气管道，将恶臭气体收集后经除臭处理后排放。经预测，包括污水处理设施在内的净化厂无组织排放污染物 H_2S 和 VOC_s 厂界和敏感点浓度均达标，收集的废气通过 15m 高的排气管排放，经 AERMOD 预测， H_2S 和 VOC_s 厂界和敏感点浓度也均达标。

9.2 废水污染防治措施

9.2.1 施工期

9.2.1.1 钻井工程废水

钻井工程废水主要包括钻井废水、洗井废水、放喷废水。

本工程钻井废水现场收集后，在收集罐内进行初步沉降后回用于钻井液配置，本

工程不能回用的钻井废水为1200 m³，洗井废水量为800m³，放喷废水产生量为410m³，不能回用的钻井废水、洗井废水、放喷废水收集到废水处理罐进行混凝沉淀预处理后拉运至七里025-U1井回注处置，七里025-U1井有完善的环保手续、地层封闭性好、固井质量满足要求，七里025-U1井自2008年开始回注气田水，累计回注气田水量29.72万 m³，剩余回注容量12万 m³，能够满足本工程2410 m³钻井废水、洗井废水、放喷废水处理量。

本工程单井不能回用的钻井废水量为 150 m³，单井不能回用的洗井废水量为 100 m³，单井最大不能回用的放喷废水为 70 m³，以产生量大的钻井废水为例，单口井钻井周期一般为半年，产生的钻井废水经预处理后暂存于井场 2 个 25 m³ 的废水罐中，及时用密闭罐车拉运至七里 025-U1 井，每次罐车拉运量一般不超过 20m³，拉运至七里 025-U1 井 200 m³ 气田水池中经隔油、沉淀处理后回注地层。

本次评价建议转运路线途经 210 省道、G65 包茂高速、G5515 张南高速，最终到达七里 025-U1 井，见图 9.8-2，废水转运中会有跨河运输，但不涉及饮用水源保护区。各井场废水转运路线及沿线保护区分布情况见表 9.2-1。

表 9.2-1 各井场废水转运路线及沿线保护区分布情况表

井场	建议拉运路线	穿越河流情况	是否涉及水源保护区
1 号井场	由 1 号井场出发过白庙大桥转入 210 国道（满防线），在胡家镇向东进入村道（往土主镇方向），在土主镇上包茂高速，在红花湾枢纽转入张南高速，在大竹石桥铺出口驶出，向北至安吉乡，过铜宝河大桥后拉运至七里 025-U1 井，全长 175km。	后河、州河、明月江、铜宝河	否
2 号井场	由 2 号井场出发过罗文大桥转入 210 国道（满防线），在胡家镇向东进入村道（往土主镇方向），在土主镇上包茂高速，在红花湾枢纽转入张南高速，在大竹石桥铺出口驶出，向北至安吉乡，过铜宝河大桥后拉运至七里 025-U1 井，全长 180km。	后河、州河、明月江、铜宝河	否
4 号井场	由 4 号井场出发过罗文大桥转入 210 国道（满防线），在胡家镇向东进入村道（往土主镇方向），在土主镇上包茂高速，在红花湾枢纽转入张南高速，在大竹石桥铺出口驶出，向北至安吉乡，过铜宝河大桥后拉运至七里 025-U1 井，全长 182km。	后河、州河、明月江、铜宝河	否
5 号井场	由 5 号井场出发经乡村道路驶往黄金镇，在黄金镇上包茂高速，在红花湾枢纽转入张南高速，在大竹石桥铺出口驶出，向北至安吉乡，过铜宝河大桥后拉运至七里 025-U1 井，全长 174km。	中河、后河、州河、明月江、铜宝河	否

图 9.2-1 钻井废水转运路线图

建设单位针对废水转运采取的管理措施为：

- a、制定科学合理的车辆运输，根据车辆运输实施相应的管理。
- b、废水承运单位为非西南油气田分公司所属单位，承运方需具备西南油气田分公司 HSE 准入资格和相应的运输服务准入资格。
- c、废水承运单位在开展运输工作之前，应对运输人员进行相关安全环保知识培训，废水运输车辆、装卸工具必须符合安全环保要求，装卸和运输废水过程中不得溢出和渗漏。严禁任意倾倒、排放或向第三方转移废水。
- d、废水承运人员进入井场装卸废水，必须遵守西南油气田分公司的有关安全环保管理规定，并服从井站值班人员的管理，不得擅自进入生产装置区和操作井场设备设施。
- e、废水车辆运输严格执行签认制度。签认单复印件报属地管理单位安全部门和承运单位备查，保存期不得少于两年。
- f、运输过程中应当严格根据已经选定的转运路线进行转运，不得擅自更改运输路线，从而增加环境风险。
- g、废水转运时采取罐车密闭输送，尽量避免在雨天和大雾天转运。
- h、制作运输路线需要穿越的各个行政区域相应的环境保护等主管部门的通讯录，提升应急反应能力，将可能造成的环境影响降到最低。
- i、为确保本工程废水得到妥善处理，本着切实保护环境的原则，建议本工程废水转运过程中，增加如下措施：对承包废水转运的承包商实施车辆登记制度，为每台车安装 GPS，并纳入建设方的 GPS 监控系统平台；转运过程做好转运台账，严格实施交接清单制度；废水转运前应及时通知当地环保局，以便环保部门监督管理。

综上，项目废水经井场废水罐暂存后经预处理后拉运至七里 025-U1 井回注处置，污染防治措施可行。

9.2.1.2 管道试压废水

本工程采用清洁水试压，试压废水最大量不超过 2000m³，试压废水主要污染物为悬浮物，试压废水经过沉淀处理进一步减少了悬浮物后就近排入附近水体，对受纳水体的影响较小。

9.2.1.3 施工人员废水

井场人员产生的生活污水经现场一体化水处理装置处理后回用于施工用水，不外

排，对地表水环境影响较小。

管道施工队伍主要为沿线农民，仅少量施工技术人员，其食宿一般依托乡镇旅馆和饭店，生活污水依托乡镇生活污水处理系统，不直接排放，对评价区域的地表水环境影响较小。

天然气净化厂施工人员产生的生活废水经现场一体化水处理装置处理后用于施工用水，不会对地表水环境造成污染。

9.2.2 运营期

9.2.2.1 集输站场

项目采气井站为无人值守，无生活污水产生，仅产生少量检修废水，产生量约 $1\text{m}^3/\text{次}$ ，每年检修 4 次，项目产生的检修废水总量约 $16\text{m}^3/\text{a}$ 。项目外输站场位于净化厂内，外输末站与已建渡口河末站合建，无生活污水产生，仅产生少量检修废水，产生量约 $1\text{m}^3/\text{次}$ ，每年检修 4 次，项目产生的检修废水总量约 $8\text{m}^3/\text{a}$ ，项目采气井站和外输站场检修废水均送净化厂内生化处理单元处理后用于道路冲洗、绿化用水和循环水补水，对地表水环境影响较小。

项目集气装置位于净化厂内，无生活污水产生，分离产生的气田水量为 $120\text{m}^3/\text{d}$ ，输送至黄金 1 井回注处置，不外排，不会对地表水环境造成影响。

9.2.2.2 天然气净化厂

天然气净化厂脱硫单元、脱水单元、空氮站、分析化验室产生的生产废水、生活污水、检修废水及事故废水等进入生化污水处理装置进行处理，处理达标后回用于循环系统补充水、厂区绿化及冲洗用水，不外排。

天然气净化厂硫磺回收装置、尾气处理装置、锅炉房排出的生产废水、循环水系统排水经综合污水深度处理单元（一级絮凝软化、UF 超滤、一级 RO 反渗透）处理后作为循环冷却水及锅炉补充水，不外排。

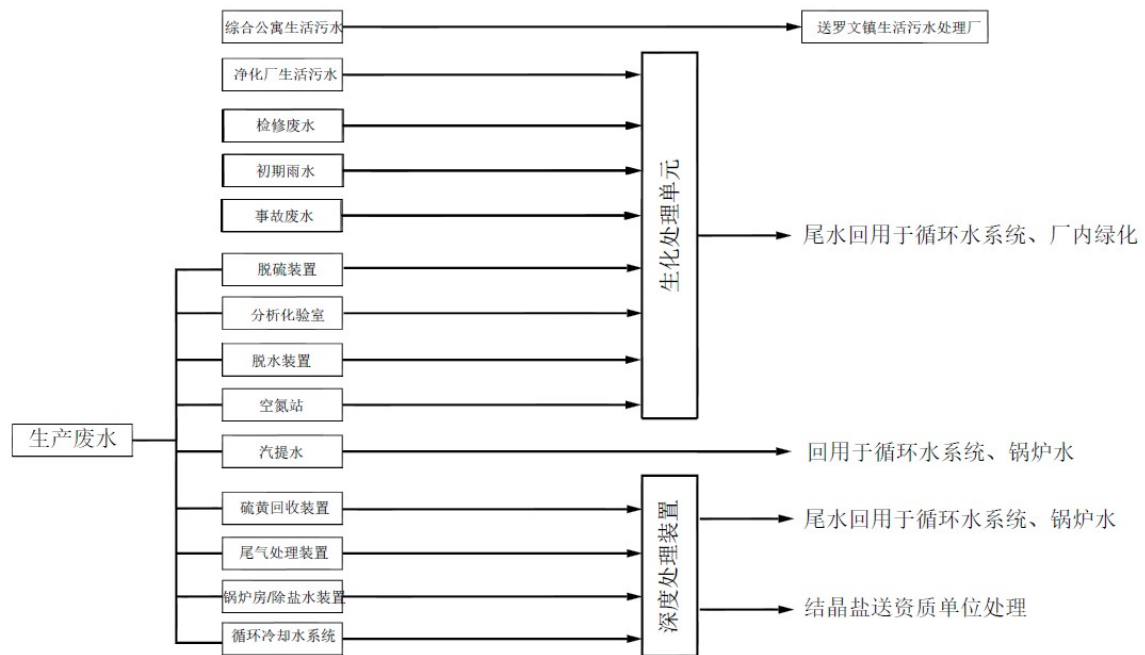


图 9.2-2 废水处理示意图

（1）生化处理单元

天然气净化厂脱硫单元、脱水单元、空氮站、分析化验室产生的生产废水以及经 UASB 反应器处理后的检修废水、事故废液泵送至泵送至曝气调节池进行预处理，出水在污水生化处理成套设备中进行气浮、水解酸化、AO 反应、MBR 膜处理，尾水在监测池中取样检测，达标尾水回用于厂内道路冲洗、绿化用水和循环水补水。

污水生化处理成套设备未达标出水回用至曝气调节池循环处理。

①处理规模

本工程拟新建一套处理规模为 $80\text{m}^3/\text{d}$ ($5\text{m}^3/\text{h}$) 的生化污水处理装置以满足进入生化污水处理装置的污水（污水量为 $67\text{m}^3/\text{d}$ ）。

②处理工艺

生化污水处理装置采用“UASB-曝气-气浮、水解酸化、AO 反应、MBR 膜处理”生物处理工艺，水质达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920）、《污水综合排放标准》（GB 8978）中的一级排放标准（以其中较严的水质指标执行）后回用于厂内道路冲洗、绿化用水和循环水补水。

图 9.2-3 污水生化处理工艺示意图

生化污水处理装置设计进出水水质见下表。

表 9.2-2 生化污水处理装置设计进出水水质 (mg/L, pH 除外)

项目	pH	TDS	BOD ₅	NH ₃ -N	SS	COD _{Cr}	石油类
设计进水水质	6~9	—	—	≤10	≤200	≤1000	≤100
设计出水水质	6~9	≤1000	≤15	≤10	≤50	≤60	≤5
城市杂用水水质标准	6~9	1000	15	10	—	—	—
一级排放标准	6~9	—	≤20	≤15	≤70	≤60	≤5

注：*上表除 pH 值外，其余各项指标的单位均以 mg/l 计。

(2) 深度处理装置

天然气净化厂硫磺回收等单元产生的生产废水首先进入一级絮凝软化装置中去除总硬度，后依次经 UF 超滤装置、一级 RO 反渗透装置处理，出水回用于锅炉水、循环水；一级 RO 反渗透装置浓水在一级氧化装置中经臭氧催化氧化后，进入二次 RO 反渗透装置，出水回用于锅炉水、循环水；二次浓水依次经二级絮凝软化装置、二级氧化装置、树脂软化装置处理，软化水进入电渗析装置处理，电渗析浓水进入蒸发结晶装置，最终形成的结晶盐送资质单位处理。流程框图见下图。

①处理规模

本工程拟新建一套处理规模为 1440m³/d (60 m³/d) 的污水深度处理装置以满足进入污水深度处理装置的污水（污水量为 1096m³/d）。

②处理工艺

天然气净化厂硫磺回收等单元的生产废水采用“除硬软化+膜处理+二级除硬软化+电渗析”深度处理工艺，当生产废水进入该工艺时，首先通过软化除硬装置，去除总硬度；除硬出水经过组合过滤去除水中悬浮物及胶体后，进入一次反渗透装置浓缩，淡水进行回用，浓水进入一级氧化装置；氧化后出水进入二次反渗透装置，淡水回用，二次浓水进入二级除硬软化；经过药剂软化和二级催化氧化处理后，再进入树脂进行深度软化，软化后出水进入电渗析浓缩；电渗析淡水回到二次反渗透的进水，电渗析浓水则进入蒸发结晶系统。

水质达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920）标准后部分用于绿化，剩余部分进入蒸发结晶装置。

图 9.2-4 深度处理工艺示意图

污水深度处理装置设计进出水水质见表 9.2-3。

表 9.2-3 深度处理装置设计进出水水质 (mg/L, pH 除外)

项目	pH*	TDS	BOD ₅	NH ₃ -N	SS	COD _{Cr}	SO ₄ ²⁻	石油类

设计进水水质	6~9	—	—	≤10	≤50	≤60	≤500	≤5
设计出水水质	6.5~8.5	≤300	≤10	≤5	≤10	≤50	≤50	≤1
工业用水水质标准	6.5~8.5	1000	10	10	30	50	—	1

综上所述，在采取上述各项水污染防治措施后，可最大程度地降低工程外排污染物对地表水环境的影响，使项目区地表水质量环境能够满足环境功能区划的要求，水污染防治措施可行。

9.2.2.3 倒班公寓

倒班公寓内人员按 130 人核算，生活污水产生量为 54.6m³/d，送罗文镇生活污水处理厂处理，地表水保护措施可行。

9.2.2.4 气田水

根据设计资料，集气装置、脱硫装置气液分离器分离出的气田水在净化厂预处理达到回注气田水标准后管输至黄金 1 井回注处置。

本工程气田水最大产生量 120m³/d，在天然气净化厂预处理后暂存于 200 m³ 的气田水罐中，及时管输至黄金 1 井回注处置，气田水管道从万源天然气净化厂引出，经四方碑，双山子后向南转向中梁上、干坝子后接入黄金 1 回注站，气田水输送管线共计 10.5km，气田水管线未穿越中河等较大河流，沿途地表水体均为小型溪沟。气田水管输至黄金 1 井，在井场内 2 个 50 m³ 气田水罐中（气田水罐外设置围堰）暂存，经过滤处理后回注处置。本工程气田水最大产生量 120m³/d，按设计运营期 8.4 年，每年 330 天计，气田水的产生总量为 33.26×10⁴m³，能够满足本工程产生气田水的处置要求。

9.3 生态环境保护措施

9.3.1 土地利用现状的保护和恢复措施

9.3.1.1 土地资源与土壤环境保护

一、钻井工程

井场选址避开耕地和林地，井场占地尽量不占或少占水田、园地等高产田，尤其是尽量不占用当地永久基本农田。

2、减小占地面积

钻井时采用以罐代池、一池多用及租用农村地区闲置房屋居住等措施降低钻井作

业临时占地面积，采用联合建站方式减少永久占地面积；管沟开挖时，依据施工环境和线路区段，尽量选用小型挖掘设备或人工开挖的方式，缩减施工作业带宽度，减小临时占地面积。

3、土地复垦

(1) 表土剥离及存放

表土在土地复垦工程中起着非常重要的作用，它关系着复垦后土壤的质量和肥力。因此，剥离出来的表土需要妥善存放。为了保持土壤结构、避免土壤板结，应避免雨天剥离、搬运和堆存表土。若表土堆存过程中遇降雨，则需要用防雨布遮挡堆存表土，防止水土流失，带走土壤中的养分，导致土壤肥力下降。

(2) 施工生产生活用地

1) 井场土地复垦工程设计

井口与进场公路部分属于永久占地，不进行复垦。除此之外的用地区域，采取复垦措施进行复垦，由于井场的临时性工程在修建时对土壤进行了压实处理，渗水性差，因此将井场临时占地统一复垦为旱地。土地复垦工程主要包括清除工程、土方松动、表土覆盖、表土翻松。

2) 放喷坑土地复垦工程设计

放喷坑主要采取表土剥离、清除工程、表土覆盖和机械翻耕。

3) 生活区土地复垦工程设计

生活区在生活设备搬运完之后进行，首先对生活区的一些设施拆除，然后采用表土覆盖和机械翻松。

4) 油水罐、泥浆储备罐区土地复垦工程设计

钻井结束后，对油水罐区、泥浆储备罐区等主要采取的土地复垦措施有清除工程、土方松动、表土覆盖和机械翻松，占地复垦为旱地。

(3) 拆迁民房土地复垦工程设计

对距井口 300m 范围内的民居进行拆除，该部分占地复垦为旱地，主要采取的复垦措施有土方松动、表土覆盖和机械翻耕，复垦后归入周边土地即可。

1) 土方松动：土层松动厚度 0.3m。

2) 表土覆盖工程：该部分复垦方向为旱地，覆土厚度不小于 0.4m。

3) 机械翻耕：对整个区域进行机械翻耕。

4) 平整土地，自然沉实后，复垦为农田。

(4) 复垦土壤改良培肥措施

为了使复垦后的土地能更好的满足作物生长的条件，需要对复垦土地进行施肥以改良土壤。土壤培肥措施按复垦土地面积对土地权属人进行经济补助，连续培肥 3 年，由农民自行实施。

项目区土壤以紫色土为主，通过覆土后达到耕作要求的耕层厚度，针对项目区形成后土壤养分缺乏和土壤保水保肥性差等问题，在复垦阶段需要采取一定措施进行土壤改良培肥。通过有效的土壤改良培肥措施，一般 3-4 年后就能有效地恢复地力，达到高产稳产。主要措施包括：

1) 建议措施

①增施有机肥料，提高土壤肥力：有机质是土壤肥力的重要影响因素，切实提高土壤有机质含量对复垦后土地快速恢复地力有非常重要的意义。在改良土壤过程中，有机肥料和无机肥料配合施用，以有机肥料为主，包括厩肥、人粪尿、堆肥等，可以增加土壤有机质和养分，改良土壤性质，提高土壤肥力。

②秸秆堆沤还田，增加土壤有机质：可疏松土壤，增加土壤有机质含量与保水保肥能力，改善其理化性状，培肥地力，提高农作物产量。方法是将秸秆铡碎后与人畜粪便、有机生活垃圾等进行堆沤腐熟后，翻耕施与田间。

③增施复合肥和微肥，提高土壤肥力：在重施有机肥、种植绿肥和秸秆还田的基础上，根据土壤肥力状况，有针对性地增施复合肥和微肥，提高土壤肥力。

2) 工程措施

项目区内复垦土地在进行土地平整以后，通过机械翻耕的工程措施改良土壤，并对该区域内土壤进行后期培肥工作，确保复垦后土地在最短时间内达到作物生长的要求。

二、集输工程

内部集输工程包括场站工程、管道工程和道路工程。项目场站主要是在井场基础上建设。因此，集输工程主要讨论管道、道路线形工程方面的生态环境保护措施。

1、严格控制土地占用

(1) 对占地合理规划，严格限制占地面积。

(2) 对线路进行优化。线路设计尽量绕避成片林地。对于坡度在 25 度以上的林地，管线优先选择绕避。如果无法绕避，应适当缩减施工作业带宽度。施工便道、堆管场等临时占地，不得占用林地，尽量不占用林地，少占耕地、园地。

(3) 利用村镇闲空房屋、场地，不建或少建施工营地，或施工营地少占或不占耕地、园地。

(4) 按设计标准规定，严格控制施工作业带面积，不得超过作业标准规定，对管线敷设施工宽度控制在设计标准范围内，并尽量沿道路纵向平行布设，以减少土壤扰动和地表植被破坏，减少裸地和土方暴露面积。

(5) 一切施工作业尽量利用原有公路，沿已有车辙行驶，若无原有公路，则要执行先修道路，后设点作业的原则进行。杜绝车辆乱碾乱轧的情况发生，不随意开设便道。管线尽量沿公路侧平行布置，便于施工及运营期检修维护，避免修筑专门施工便道

2、土地肥力保护措施

(1) 分层开挖，分层回填。对于旱地土壤，按照耕作层、犁底层、心土层和底土层分层堆放、分层回填，对于水田按照耕作层、犁底层、渗育层、潜育层，减少因施工生土上翻，表土层养分损失。同时，要避免间断覆土造成的土层不坚实形成的水土流失等问题。对于林地，要按照森林土壤剖面分层开挖、分层堆放、分层回填的方式，即最上层是地被物层，往下依次是腐殖质层、淋溶层、母质层，减少因施工对立地条件的影响。

(2) 表土剥离及存放。表土在土地复垦工程中起着非常重要的作用，它关系着复垦后土壤的质量和肥力。因此，剥离出来的表土需要妥善存放。为了保持土壤结构、避免土壤板结，应避免雨天剥离、搬运和堆存表土。若表土堆存过程中遇降雨，则需要用防雨布遮挡堆存表土，防止水土流失，带走土壤中的养分，导致土壤肥力下降。

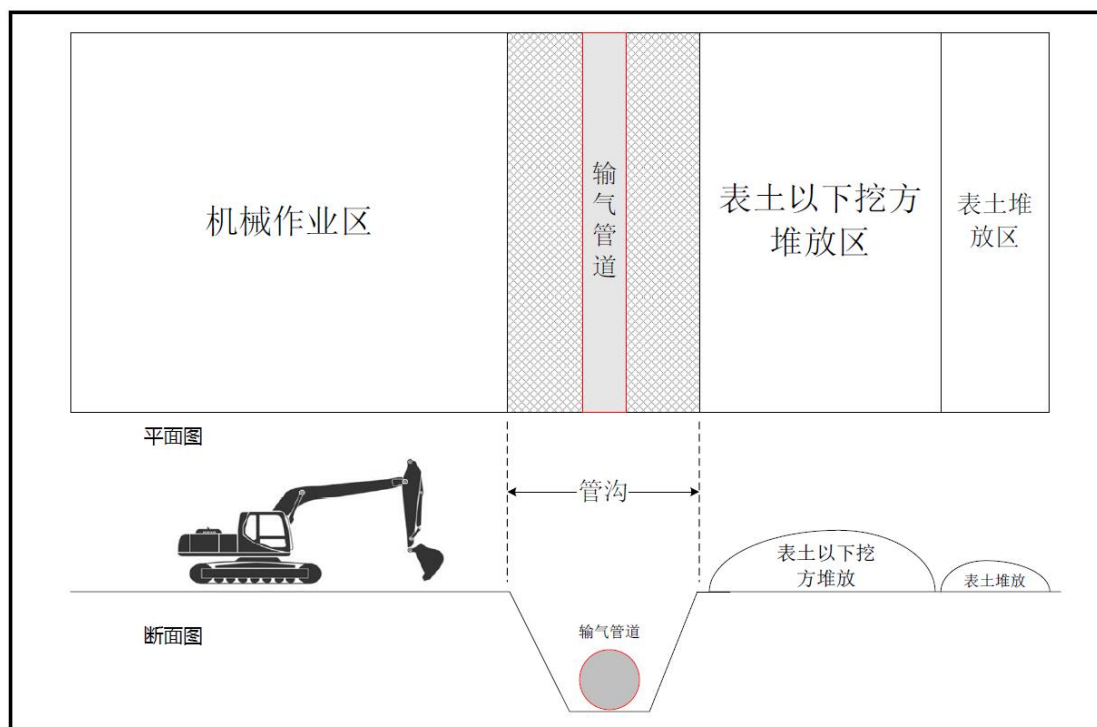


图 9.3-1 管沟开挖时表土堆放示意图

(3) 对管沟回填后多余的土严禁大量集中弃置，应均匀分散在管线中心两侧，并使管沟与周围自然地表形成平滑过渡，不得形成汇水环境，防止水土流失。管线所经地段的原始地表存在局部凹地时，若有集水的可能，需采用管沟多余土或借土填高以防地表水汇集。对敷设在较平坦地段的管道，应在地貌恢复后使管沟与附近地表自然过渡，回填土与周围地表坡向保持一致，严禁在管沟两侧有集水环境存在。

(4) 道路施工中挖填方尽量实现自身平衡。若要取土，则就近取两侧土为宜，若有弃土要堆放在天然洼地中，并予平整，避免形成小土丘。路基加固处理所需砂砾石尽量就近取材。对管线修筑过程中产生的弃土区、取土区，都要平整，然后恢复植被。各站场地面设施施工过程中产生的挖填方亦应尽量自身平衡，若有弃土或取土，也要对其进行平整，采取水保措施，防止水土流失。

(5) 为防止管道焊接产生的废焊渣污染土壤，本次评价建议建设单位在管道焊接时焊缝下铺耐高温的挡板，对产生的废焊渣和废焊条全部收集。施工结束后，施工单位应回收全部的废焊接材料，防止遗留到土壤中污染土壤环境。

3、恢复土地利用原有格局

(1) 施工结束后，应恢复地貌原状。施工时对管沟开挖的土壤做分层回填压实，以保护植被生长层，降低对土壤养分的影响，尽快使土壤恢复生产力，同时减少水土流失。

(2) 对管沟回填后多余的土严禁大量集中弃置，应均匀分散在管线中心两侧，并使管沟与周围自然地表形成平滑过度，不得形成汇水环境，防止水土流失。管线所经地段的原始地表存在局部凹地时，若有集水的可能，需采用管沟多余土或借土填高以防地表水汇集。对敷设在较平坦地段的管道，应在地貌恢复后使管沟与附近地表自然过渡，回填土与周围地表坡向保持一致，严禁在管沟两侧有集水环境存在。

4、耕地补偿

按照《中华人民共和国土地管理法》第三十一条：国家实行占用耕地补偿制度。非农业建设经批准占用耕地的，按照“占多少，垦多少”的原则，由占用耕地的单位负责开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照省、自治区、直辖市的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。

省、自治区、直辖市人民政府应当制定开垦耕地计划，监督占用耕地的单位按照计划开垦耕地或者按照计划组织开垦耕地，并进行验收。

第三十二条规定：县级以上地方人民政府可以要求占用耕地的单位将所占用耕地耕作层的土壤用于新开垦耕地、劣质地或者其他耕地的土壤改良。

5、土地复垦

按照《土地复垦条例》第三条规定：生产建设活动损毁的土地，按照“谁损毁，谁复垦”的原则，由生产建设单位或者个人（以下称土地复垦义务人）负责复垦。第十六条规定：土地复垦义务人应当建立土地复垦质量控制制度，遵守土地复垦标准和环境保护标准，保护土壤质量与生态环境，避免污染土壤和地下水。

土地复垦义务人应当首先对拟损毁的耕地、林地进行表土剥离，剥离的表土用于被损毁土地的复垦。

9.3.1.2 永久基本农田保护措施

一、严格执行相关法律、法规等关于永久基本农田的保护规定

《中华人民共和国土地管理法》（2019年修订）、《基本农田保护条例》规定：国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实无法避开永久基本农田保护区，需要占用基本农田，涉及农用地转用或者征用土地的，必须经国务院批准。

《关于做好占用永久基本农田重大建设项目用地预审的通知》（自然资规〔2018〕3号）规定：

国家级规划明确的且符合国家产业政策的能源开采、油气管线、水电、核电项目，允许将以下占用永久基本农田的重大建设项目纳入用地预审受理范围。

《关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）中相关基本农田保护规定：

（1）重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，在可行性研究阶段，省级自然资源主管部门负责组织对占用的必要性、合理性和补划方案的可行性进行严格论证，报自然资源部用地预审；农用地转用和土地征收依法报批。

（2）重大建设项目用地预审和审查中要严格把关，切实落实最严格的节约集约用地制度，尽量不占或少占永久基本农田；重大建设项目在用地预审时不占永久基本农田、用地审批时占用的，按有关要求报自然资源部用地预审。线性重大建设项目占用永久基本农田用地预审通过后，选址发生局部调整、占用永久基本农田规模和区位发生变化的，由省级自然资源主管部门论证审核后完善补划方案，在用地审查报批时详细说明调整和补划情况。

（3）建设项目施工需要临时用地、选址确实难以避让永久基本农田的，在不修建永久性建（构）筑物、经复垦能恢复原种植条件的前提下，土地使用者按法定程序申请临时用地并编制土地复垦方案，经县级自然资源主管部门批准可临时占用，并在市级自然资源主管部门备案，一般不超过两年，同时，通过耕地耕作层土壤剥离再利用等工程技术措施，减少对耕作层的破坏。临时用地到期后土地使用者应及时复垦恢复原种植条件，县级自然资源主管部门会同农业农村等相关主管部门开展土地复垦验收，验收合格的，继续按照永久基本农田保护和管理；验收不合格的，责令土地使用者进行整改，经整改仍不合格的，按照《土地复垦条例》规定由县级自然资源主管部门使用缴纳的土地复垦费代为组织复垦，并由县级自然资源主管部门会同农业农村等相关主管部门开展土地复垦验收。

二、永久基本农田保护方案

《基本农田保护条例》第二十四条规定：经国务院批准占用基本农田兴建国家重点建设项目的，必须遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。在建设项目环境影响报告书中，应当有基本农田环境保护方案。

编制基本农田环境保护方案旨在就项目施工建设对基本农田的破坏影响提出减缓措施。本项目营运期对永久基本农田基本无影响，因此本方案仅针对建设前期和施工期两个阶段提出基本农田保护措施。

1、建设前期

(1) 优化管道选线。本项目管线穿越农业耕作区，在优化走向过程中应注意尽量避开永久基本农田、不破坏其水利设施。

(2) 合理安排工期。占用农田的施工活动尽量在农作物收获期以后进行，以减少农业生产损失。

(3) 施工便道应避开永久基本农田，减少对基本农田的占用。

(4) 建设单位应严格执行国家及地方法律、法规有关永久基本农田征占审批和补偿的规定。

(5) 建设单位在完成土地使用审批手续后应及时施工建设，严禁闲置永久基本农田。

2、施工期

(1) 占用永久基本农田前要将耕作层进行剥离，单独收集堆放，并采取防护措施。施工结束后用于复垦或新开垦耕地或其他耕地的土壤改良。耕作层剥离再利用所需资金列入建设项目概算。

(2) 妥善处理农田灌溉水利设施。对施工开挖可能破坏的灌溉水利设施，开挖前另建替代管道，避免中断农业灌溉。

(3) 本项目涉及的土石方应及时清运，严禁临时堆置于永久基本农田内。

(4) 施工期间应对施工废弃物实行集中堆放，及时清运处理，严禁随意弃置污染永久基本农田土壤。

(5) 施工结束后，建设单位负责开垦与所占永久基本农田的数量与质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照相关规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。

9.3.2 植物和植被保护措施

一、定制工程施工方案

这是工程建设施工期间不容忽视的一个环节，因地制宜的设计各个井场（站）及管线等施工点的施工方案，包括施工的先后顺序、施工时间进度、施工运输线路、施工材料和器械停放、施工人员活动范围、施工废料处理都应该进行详细规划，以免在施工过程中出现乱堆、乱丢、乱占的现象，给施工点周围的植被及植物物种带来大的损失。

二、划定最小施工作业区域，减小植被受影响面积

减小施工对现有植被及植物物种的破坏是有效降低受影响植被面积和植物种类的关键环节。在各个井场（站）和管线施工点施工方案的基础上进一步划定最小的施工作业区域，把施工活动限定在一个尽可能小的范围内，严禁施工人员和器械超出施工区域对工地周边的植被、植物物种造成破坏，这样可以有效保护施工点周边的植物种类和植被。在施工作业区域以内，除永久占地、临时占地要进行开挖或侵占之外，不应有其他破坏植被的施工活动。严禁施工材料乱堆乱放、施工垃圾随意丢弃，影响植物正常生长。管线施工挖沟过程中，尽量保留管沟区域附近的植物根系，不随意截断其根部，以免引起林木的死亡。

三、控制火灾

施工期，结合工程施工规划，作好施工人员吸烟和其他生活和生产用火火源管理，加强防火宣传教育，建立施工区森林防火及火警警报系统和管理制度，一旦出现火情，立即向林业主管部门和地方有关主管部门进行通报，同时组织人员协同当地森林消防积极灭火，以确保施工期间施工区附近区域的森林资源火情安全。

运行期，定期检查工程设计的自动化控制系统是否安全运行，并规范施工人员的操作行为，制定安全操作规程，确保发生紧急情况时能及时截断阀门，避免大量天然气泄漏导致火灾发生。

四、森林植被保护和砍伐迹地恢复措施

项目施工对植被的影响是不可避免的，但影响的范围和程度对于不同项目组成、植被类型、地貌各有差异，但其影响的性质基本可以分为可逆和不可逆的两大类。因此，施工过程中，根据施工工艺的不同以及其对植被所带来的影响，因地制宜，制定相应的避免、减缓或补偿植被影响的防护及生态恢复措施，将施工对植被的影响降低到最低程度，保护植物群落和维持陆地生态系统的稳定性。

（1）工程施工中植被的防护

项目对植被的防护通常是以替代方案的性质来实现，如选址、选线的替代、施工方式的替代、生态保护措施替代等。这些替代措施可以对植被影响起到避让、消减和补偿的作用。并达到生态环境损失量小、费用最少、生态功能最佳的效果。

1) 植被影响的避免

尽量绕避森林植被，不占或少占森林植被，以减少森林植被永久丧失面积，选在农闲期或已收获后的耕地，最大程度的降低对植被不可逆影响。

2) 植被影响消减

植被影响的消减就是采取适当措施,尽量减少不可避免的植被影响的程度和范围。工程施工中对植被影响采取的消减措施主要有:

a.尽量减少临时用地的占用

不设施工伴行道路,尽量利用现有施工作业带(区)运管。已设的便道宽度严格按设计要求控制;工程施工依托就近的民房、院坝、建筑空地,不设置临时施工营地,大大减少了因征用土地而对植被和土地造成影响或破坏。

b.合理安排施工次序、季节、时间

尽量避开植物物种播种生长季、收获期,根据沿线大田作物栽种情况,合理安排施工次序和时间。

c.改变落后的环保工程设计方案进和施工组织方式

施工过程中,对开挖地段的植被及表土就近保存、培植。移栽、培植不仅可以减少植被的破坏量,而且移栽的乔灌木、保存的草皮可以缩短林草植被重建的时间,最快恢复植被保持水土、涵养水源、景观美学的功能。保存的表土,也为植被恢复提供了良好的基质条件。

项目占地以管道工程临时占地为主,要做到每段施工结束后,立即进行植被重建。

3) 植被影响的补偿

森林植被影响的补充可分为异地补偿和就地补偿。对那些在项目施工临时占用地上无法恢复的森林植被,可以进行异地补偿,如管道中心线两侧5米范围损失的森林植被,补偿标准可以参照国家森林和林地相关法律和规章。

根据《中华人民共和国森林法》(2020年7月1日施行)、《国家林业局关于石油天然气管道建设使用林地有关问题的通知》[林资发(2010)105号]石油天然气管道工程“管道中心线两侧各5米范围内”(不包括线路站场、线路阀(室)、标志桩、固定墩、跨越的基础等永久性工程)使用的林地,依法办理临时使用林地手续,建设单位依法支付林地和林木补偿费,缴纳森林植被恢复费。森林植被恢复费专款专用,由林业主管部门依照有关规定统一安排植树造林,恢复森林植被,植树造林面积不得少于因占用、征用林地而减少的森林植被面积。

(2) 砍伐迹地植被恢复

1) 加强对施工人员及施工活动的管理

a.施工过程中,加强施工人员的管理,禁止施工人员对作业区外林木滥砍滥伐,

严格限制人员的活动范围，破坏沿线的森林植被。

b.工程施工占有林地和砍伐树木，以及管线通过公益林时，应向林业主管部门申报。

2) 恢复原则

a 因地制宜原则。对造林种草地类进行立地条件分析，布置合适的林草种类，并重点作好原为荒地、林草地的工程建设区的植被恢复工作；

b.择优选择原则。主要选择优良的乡土树种和已经适生的引进树草种等；

c.绿化美化与水土流失治理相结合的原则。

d.保障管道安全的原则。严格执行管道保护有关条例，管道中心线左右 5m 范围内不得种植深根植物。

管道施工便道、施工作业带和堆管场临时占地中，除占地前土地利用类型为耕地与园地的外，其余占地在植被恢复时应因地制宜、适地适树（草）科学、合理还林、还草。

3) 迹地植被恢复物种选择

a.植被恢复物种选择原则

① 因地制宜，适地适树（草），以乡土种为主，外来种为辅；

② 选择适应性强、耐干旱瘠薄、抗逆性强、根系发达、萌蘖性强、可塑性强的植物；

③选择净化空气和抗 SO₂ 较强的园林绿化植物，美化环境的同时，又可以改善区域环境质量；

④保留原生树种，选用一定量的当地先锋树种，突出地方特色。

⑤树种选择应与当地林产业发展、经济发展相结合，满足地方经济发展和区域生态建设的需要。

b.主要植物物种的选择

按照物种选择原则，结合项目排放的特征污染物及当地生态环境和环境保护“十二五”规划，选择的植物种类见下表。

表 9.3-1 植被恢复（绿化）选择的主要物种

恢复分区	植物种		
	乔木	灌木	草本
场站非生产区、生活区	香椿、银桦、马尾松、小叶榕、女贞、乌桕等	夹竹桃、石榴、八角金盘、小蜡、紫薇等	沿阶草、三白草、紫云英等

恢复分区	植物种		
	乔木	灌木	草本
管道作业区		黄荆、马桑、铁仔、宜昌茱萸、火棘、瓜木、化香等	白（黄）茅、苎草、藁草等
施工便道区	柏木、桉木、青冈、榲栌、栓皮栎等	黄荆、马桑、铁仔、宜昌茱萸、火棘、瓜木、化香等	白（黄）茅、苎草、藁草等

注：管道作业区指在管道中心线 5m 外进行植被恢复

4) 植被恢复的主要技术措施

a. 种草

项目种草有管道作业带种草、护坡种草及站场草坪建植。

① 种植方式

栽植、埋植或直播。直播有条播、撒播、穴播和混播几种方式。部分植物护坡可采用网格状种草。草坪种草主要在站场区实施，按园林绿化要求进行，多为规则式草坪，有的要结合花灌、花台等进行建设。

② 抚育管理：栽植、播种后，根据实际情况及时浇水、除草。

b. 种树

本项目种树主要包括灌草结合方式种植和行道树栽植两种。

① 行道树种植

选择树形整齐、树干通直、枝叶茂盛、冠大荫浓的树种作为行道数，坑穴种植，株行距 3m×3m，坑穴尺寸 0.6m×0.6m×0.6m。

② 施工场地

施工场地包括管道施工作业带等，采用灌草结合的方式进行绿化，灌木株行距为 1.5m×2m，坑穴种植，坑穴尺寸 0.4m×0.4m×0.4m，灌木林下撒播种草，撒播密度为 60kg/hm²。

③ 站场种树

根据《石油和天然气工程设计防火规范》，选择含油少、低矮、不落叶的景观灌木树种，按照园林设计规范沿站场周围营建景观绿篱。

④ 抚育管理

栽植、播种后，根据实际情况及时浇水、除草。

c. 植物措施管理技术要点

① 幼林抚育管理包括补植、松土、除草、灌水、修枝和平茬，对于成活率低于 85% 的林地要进行苗木补植，同时要禁止放牧和人为破坏，做好病虫害防治工作。

②植苗造林所用的苗木必须是未受冻害、为损伤、根系较完整、失水少且经过较短时间和距离运输的苗木，尤其以附近苗圃繁育的优质壮苗为佳；草坪草播后洒水，保持土壤湿润至全部出苗。

③乔木树种选用 2 年以上的实生壮苗，苗高 1.5m 左右，紫穗槐等灌木选用 1 年生壮苗，苗高 0.5m，为提高成活率，每穴栽植两株。狗尾草、野羊茅等草种用当年收获且籽粒饱满、发芽率在 80%以上的种子。

（3）站场的绿化

站场绿化设计中，应综合生产安全、美学、与周边景观和谐等因素。建议站场非生产区、生活区、生产辅助区考虑乔、灌、草立体设计，生产区空地为草坪设计，站场围墙外、进站道路两侧栽植乔、灌或乔灌搭配设计。

五、重点保护野生植物的保护建议

由于集输管线线路多、线路长，调查时无法对管线进行全覆盖调查；虽然在可到达的站场占地及拟建管线施工区未发现有重点保护野生植物分布，不排除评价范围人迹罕至的局部有重点保护野生植物分布的可能性。为了保护管道沿线可能分布的重点保护野生植物，避免侵占其栖息地、导致植株死亡，建议：

（1）建设单位在委托有林业调查资质的单位在编制建设用地使用林地可行性报告及林木采伐作业设计过程中，现场林木砍伐作业时，进一步核实作业带范围是否分布有重点保护野生植物；

（2）施工过程中，建议开展环境监理；

（3）管道穿越林地时，建议委托动植物保护机构，参与环境监理工作，提供陆生野生动植物资源保护及咨询工作。

六、公益林保护措施

（1）结合本项目生态评价范围公益林分布情况，建议进一步优化线路走向，尽量绕避或少占公益林地。线路优化或绕避措施，不仅可以减少因公益林地征占对其生态功能产生不利影响同时，也可以降低企业森林植被恢复补偿费用；

（2）建议开展环境监理，在严格执行设计规定的施工作业宽度的基础上，在满足施工条件下，监理提出缩减作业带宽度建议，降低公益林林地征占面积；

（3）涉及公益林征占采伐的，按照《国家级公益林管理办法》（[2017]34 号印发）规定应依法办理林木采伐手续。

七、古树名木的保护措施

加强《四川省古树名木保护条例》（2020年1月1日起施行）宣传工作，防止施工人员攀折、毁坏评价范围内古树名木的行为发生。

由于集输管线线路多、线路长，调查时无法对规划管线进行全线调查；虽然在现场可到达的拟建管线沿线均未发现挂牌古树名木，但在对管道施工作业带内的树木砍伐前还应再次进行核实是否为古树名木。根据现场调查可知，当地居民熟知当地已挂牌的古树，而且古树名木均毗邻聚落分布，辨识度很高。如管道施工作业带内有古树名木分布，应根据其保护范围，进行合理避让。对无法避让的古树名木，应按照《四川省古树名木保护条例》中古树名木管理规定，制定移植方案，落实移植、养护费用，并按照有关法律、法规的规定审批。

9.3.3 陆生脊椎动物的保护措施

9.3.3.1 施工期

一、开展宣传和教育

评价范围分布的有些两栖类、爬行类、鸟类、兽类是偷猎的对象，两栖类中的黑斑侧褶蛙、泽陆蛙等，爬行类中的王锦蛇、赤链蛇、乌梢蛇等，鸟类的松鸦、雉鸡等，兽类的豹猫、草兔等。建设单位、当地政府以及野生动物保护主管部门应联合起来采取多种方式，打击偷猎和野生动物贸易等违法行为。

充分利用各种机会，采用广播、电视、墙报和黑板报、张贴标语、散发宣传单、出动宣传车、印制动物保护小册子等多种形式，向施工人员和当地居民宣传国家的《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年修订）、《国家重点保护野生动物名录》（2021年公布）等有关对野生动物保护的法律法规中的保护规定和法律责任。宣传野生动物的知识及保护的意义，保护野生动物的栖息环境，禁止非法狩猎、诱捕、毒杀野生动物，有效控制其它威胁野生动物生息繁衍的活动，使施工人员与当地的居民能够自觉地保护当地的野生动物。在主要的施工现场设立一些标牌标示，图文并茂地介绍评价范围内受重点保护动物的基本情况以及施工期间的保护措施等。

除了宣传珍贵、濒危的野生动物和有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物保护的生态学意义外，当前新型冠状病毒（SARS-CoV-2）依旧在全球肆虐，还应重点宣传、科普非法食用、狩猎、交易、运输野生动物与人兽共患传染病传播间的密切关系和所带来的公共安全风险；宣传保护自然保护与公共安全风险以及每个人的关联；

宣传控制甚至杜绝野生动物的食用和相关贸易，不仅仅是生态保护的需要，而且对公共健康的风险控制有着重大意义。通过宣传，改变以往“保护野生动物就是为了利用”的狭隘观念，使野生动物保护深入人心，成为社会主流，把生态文明的理念落实到每个人的行动中。

二、两栖动物保护措施

施工过程中，要加强对管道施工区外植被的保护，把施工活动限制在预先计划定的区域内，这样可以为工程区内的两栖动物提供备选栖息地。工程结束后尽快恢复工程区内的植被，使两栖动物的栖息地得以尽快恢复。坚决保护好现有植被，尽量减少对管线两边植被的破坏，特别是在沟谷施工段，严防水土流失和水质污染，保证小溪流的水质，保护两栖动物的栖息地。对生产、生活废物集中、快速处理，防止生产废水和生活废水、废渣、垃圾污染环境。因为两栖动物对环境质量非常敏感，防止水体污染是保护两栖动物最重要的措施。

另外，加强对施工人员的监督力度，防止他们捕食两栖动物（如黑斑侧褶蛙、棘腹蛙）。

三、爬行动物保护措施

施工过程中，要加强对管道施工区外植被的保护。工程结束后尽快恢复工程区内的植被，使它们的栖息地得以尽快恢复。对工程废物进行快速处理，防止对环境造成污染。

要向施工人员宣传爬行动物对农林卫生业的作用。蛇类、壁虎类、蜥蜴类要吃掉大量农林卫生业上的害鼠、害虫，对人类有益。

另外，禁止捕杀蛇类，特别加强对可食用蛇类的保护。

四、鸟类保护措施

严格把工程占地限制在批准的范围以内。尽量减少施工对植被的破坏，施工后加强对植被的恢复，尽量为鸟类营造一个较为稳定的栖息环境。防止施工和生活用火引发森林火灾，以免造成对森林植被的毁灭性破坏。同时要降低施工机械噪声，最大程度减少对鸟类栖息环境的噪声干扰。

特别要加强对施工人员的监督，禁止偷猎红腹锦鸡、松鸦、雉鸡、黑水鸡、小白鹭、小鸊鷉等鸟类。

五、兽类保护措施

由于评价区域内的兽类以小型兽类（如：翼手类、松鼠类、鼠类）为主，体型稍

大的兽类种类和数量都较少，迁徙和逃逸能力较强，因此工程不会对它们造成太大的影响。但施工方在工程进行时必须尽量保护好现有的植被，对工程废物和施工人员的生活垃圾进行快速处理，尽量避免废物为鼠类等疫源性兽类提供生活环境，同时也可减少工程对兽类栖息地的破坏。

杜绝偷猎大中型兽类的行为，特别是偷猎猪獾、野猪等。

另外，杜绝夜间施工对夜行性野生动物的影响。

六、重点保护野生动物的保护建议

由于重点保护野生动物识别及保护的专业性，为进一步保护生态评价范围分布的重点保护野生动物，防止施工活动、人员对其造成干扰或伤害，建议：

(1) 在穿越林地的施工现场设立标牌标示及向施工人员分发小册，图谱形式介绍评价范围内分布的重点保护野生动物，以及《中华人民共和国野生动物保护法》相关规定。

(2) 穿越林地施工，尽量避开以森林、灌木为栖息地的重点保护动物豹猫 1-6 月、红腹锦鸡 4-6 月繁殖季。

(3) 建议开展环境监理；管道穿越林地时，建议联合当地野生动物保护主管部门，参与环境监理工作，提供陆生野生动物识别、保护、救治及咨询等工作。

9.3.3.2 运营期

工程施工结束后，各施工机械和人员已经撤离，人为干扰消除；另外，临时占地区域的植被逐渐得到恢复，受到施工影响的野生动物也会逐渐回到该区域栖息。但由于植被恢复形成的生境是农田和灌草丛为主，以这两种生境类型为栖息地的小型鸟类、兽类和两栖爬行类种类和数量会逐步增加。

因此，运营期特别需要维护好输气管道安全，以免发生意外，破坏沿线已恢复的动物栖息地。

9.3.4 水生生态系统保护建议

9.3.4.1 优化施工方案缩短建设工期

本工程的涉水施工主要是中河穿越。中河大多数鱼类的繁殖季节是 3-6 月。2020 年，达州市出台的《关于达州市长江流域重点水域禁渔范围和时间的通告》规定，每年 3 月 1 日至 6 月 30 日，全市天然水域禁止捕捞作业、游钓和挖沙采石等活动。为减

小工程施工对鱼类产卵繁殖的影响，将工程对区域内鱼类的影响降到最低，建议优化中河穿越施工作业时间，避开鱼类繁殖季节（3-6月），安排在枯水期施工，如每年的10月至次年2月。同时，提高作业效率，缩短中河穿越作业时间，缩短穿越施工对中河水域的影响时间。

9.3.4.2 加强施工期环境管理

中河穿越施工过程中产生的生活垃圾、生活污水等废物应妥善收集并处理，禁止外排或随意丢弃。中河穿越施工，建议施工单位编制中河污染事故应急方案，及时响应并解决施工中出现的环境保护问题。保证使用的各类机械在安全、良好的状态下运行，防止施工机械或设备漏油事故发生。

9.3.4.3 加强宣传教育，提高野生动物保护意识

施工期间，需要通过编印宣传资料，向施工人员大力宣传《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年修订）、《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013年修订）、《国家重点保护野生动物名录》（2021年发布）等法令及保护珍稀水生野生动物的重要意义；在主要的施工现场设立一些标牌标示，图文并茂地介绍施工河段的鱼类，受重点保护种类的基本情况以及施工期间的保护措施等。

9.3.5 区域生态功能的保护和修复

2011年6月9号，国务院关于印发<全国主体功能区规划>的通知，即国发〔2010〕46号；根据《全国主体功能区规划》中国家重点生态功能区范围，万源市位于重点生态功能区中的秦巴生物多样性生态功能区。秦巴生物多样性生态功能区又为限制开发区域，即限制进行大规模高强度工业化城镇化，保护目标是减少林木采伐，恢复山地植被，保护野生物种。本工程作为能源开发项目，与秦巴生物多样性生态功能区开发限制要求和保护目标不冲突。

天然气开发建设工程是典型的以点为主，点线结合项目，也属于清洁能源项目，这与限制开发区域(重点生态功能区)的“形成点状开发、面上保护的空间结构”和“形成环境友好型的产业结构”规划目标是兼容的。

综上所述，本项目建设对秦巴生物多样性生态功能区的影响是可以接受的。

为了保障国家生态安全、保护生物多样性、改善生态环境质量角度，本工程采取了必要的生态保护及修复措施：

（一）生物多样性保护

（1）项目所在区域海拔在 1000m 以下，为中低山及丘陵区，不涉及生物多样性较好的海拔 1500m 以上的针阔混交林及高山针叶林地，而且秦巴生物多样性生态功能区是指包括秦岭、大巴山、神农架等亚热带北部和亚热带-暖温带过过度的地带。因此，本工程对区域生物生态多样性影响不大。

（2）通过资料收集和现场踏勘来看，工程直接影响区涉及人工林、次生林、灌木林地、耕地，影响区人为干扰较强烈。管线穿越的森林林分结构简单、林龄短，且分布广，不具备珍稀濒危野生动植物集中分布的生境条件。因此，工程临时占地及永久占地对区域生物多样性影响很小。

（3）因施工破坏的有林地、灌木林地、未成林地、荒地等地段植被恢复时，既要结合工程特点，又要兼顾生态、经济效益原则。恢复植被时，可以与当地林业部门合作，选择乡土物种重建自然生态系统，恢复野生动植物适宜生存的生态环境，增加生物多样性。

（二）保障生态安全

（1）本工程按照《全国主体功能区规划》限制开发区域（重点生态功能区）开发管制原则“开发矿产资源、发展适宜产业和建设基础设施，都要控制在尽可能小的空间范围之内，并做到天然草地、林地、水库水面、河流水面、湖泊水面等绿色生态空间面积不减少。”要求，限制钻井井场、施工作业带范围等，减轻和降低施工对生态环境的破坏、影响及扰动；同时对临时占用的林地、灌草地、耕地及水域，按恢复生态学原理，恢复原有生态系统或重建生态系统的结构和功能，维持生态系统的整体性和稳定性。

（2）在进行临时占地的植被恢复时，应选用乡土植物，禁止引进外来物种，防止生物入侵，保障区域生态安全。

（三）改善区域生态环境质量

（1）对于恢复工程临时占有的坡度大于 25°的林地、灌木林地、草地、荒地、耕地时，根据实际情况尽最大可能恢复成林地，增加森林面积、提高植被覆盖率，改善区域生态环境质量；

（2）对滑坡、高陡边坡及松散堆积体等地质灾害进行治理，通过工程与生物措施相结合的方式，防止滑坡、坍塌等地质灾害的发生，减少水土流失量；

（3）天然气开发作为清洁能源项目，能优化地区能源结构，减少区域二氧化硫、

二氧化氮等污染物的排放，改善区域生态环境质量。

9.3.6 小结

通过采取工程设计提出的生态保护措施和建议，本项目对生态环境产生的影响可接受，生态保护措施可行。

9.4 噪声控制措施

9.4.1 建议措施

一、施工期噪声源主要来自钻井噪声、施工作业机械，如柴油机、挖掘机、电焊机等，其强度在 85~105dB(A)。建议采取如下措施进一步减小噪声影响：

(1) 施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，在具备电网支撑条件的情况下采用电动钻机，尽量选用低噪声的施工机械和工艺；

(2) 井场合理布局、对振动较大的固定机械设备加装隔振垫、对高噪声设备设置隔声罩，减小主要噪声源声级。

(3) 加强各类施工设备的维护和保养，保持其良好的工况，以便从根本上降低噪声源强。

(4) 管道施工时，特别是在居民区附近，严禁在夜间施工。运输车辆尽可能减少鸣号。

二、营运期主要噪声设备为天然气净化厂、井场各类机泵等产生的噪声。建议采取如下措施：

(1) 尽量选用低噪声设备；

(2) 对高噪声设备安装隔声、消声设施，如泵类设备安装在泵房内，并作基础减振处理，可降低10~18dB(A)；风机进排气口加装消声器，管道与噪声设备连接处采用柔性接头，可降低10~15dB(A)；

(3) 加强设备的维修与保养，在噪声设备易产生摩擦的零部件之间添加润滑剂、提高光洁度、采用弹性耦合，降低因摩擦产生的噪声；

(4) 对接触噪声作业人员，加强个人防护，佩戴耳塞或耳罩。

(5) 建议建设单位在净化厂北侧超标段厂界内侧 0.5m 的地面设置长 186m，高 2m，面积约为 372m² 的隔声屏障，以降低噪声的影响。

9.4.2 噪声控制措施的有效性分析

采取该措施后，施工噪声影响可接受，随着施工作业结束，当地声环境将恢复至原有状况；工程运营期内正常工况下，在采取工程设计和本次环评提出的噪声防治措施后，各井站、集气站及净化厂各厂界噪声均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的2类标准，各井站、集气站及净化厂周边敏感点昼夜间噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的2类标准。因此，工程设计和环评提出的噪声防治措施可行。

9.5 地下水环境保护措施

本项目按照地下水环评导则的相关规定，地下水污染防治措施按照“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应”相结合的原则，从污染物的产生、入渗、扩散、应急响应全方位进行控制。

9.5.1 源头控制

源头控制主要包括各类废物循环利用的具体方案，实施清洁生产，减少污染物的排放量；在工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应措施，防止和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低限度。

（1）规划选址阶段，将项目建设对地下水环境的影响作为选址的重点考虑因素。本项目最终确定的井场和外输管线均位于饮用水水源保护区范围外，从源头上降低了项目建设对地下水环境的影响。

（2）针对项目建设区含水层特征，优选钻井工艺和钻井液体系，最大限度的减少钻井过程对含水层（保护目标）的影响。项目在施工建设前应充分研究地质设计资料和水文地质勘查资料等，并在此基础上优化钻井施工工艺、泥浆体系等。本工程钻井设计50m内采用清水钻、空气钻等清洁型钻井工艺，根据区域水文地质资料，区域地下水开发利用以浅层地下水为主，浅层地下水埋深一般小于50m，一般井深20-30m，因此，从地下水保护角度，本工程50m范围内采用清水钻、空气钻等清洁型钻井工艺符合地下水保护的要求。钻井完成后，下入导管封隔，防止后续钻井施工对浅层含水层的影响。由于本项目钻井工程将不可避免的钻遇碳酸盐岩地层，因此项目在建设施工前，应进行充分的水文地质勘察工作，有必要时应采取钻探等方法进行调查分析。查明项目所在地的地下水分布情况、埋藏深度及岩溶发育情况等，据此优化钻井施工

工艺和钻井液体系等。

(3) 钻进过程中保持平衡操作，并对钻井液进行实时监控。尽量采用环保型钻井液，配备足够量、高效的堵漏剂等，一旦发现漏失，立即采取堵漏措施，减少漏失量。堵漏剂的选取应考虑清洁、无毒、对人体无害，环境污染轻的种类，建议采用水泥堵漏。本工程新建铁山坡1号、2号、4号、5号井，在钻井过程中为保护三叠系雷口坡组和嘉陵江组含盐卤水资源，建议在钻进至雷口坡组之前应提前更换钻井液，使用清水等环保型钻井液钻进。

(4) 提高固井作业质量，防止因为井漏事故造成的地下水环境污染。每次钻井结束后的固井作业可有效封隔地层与套管之间的环空，建议采用双凝水泥浆体系固井，防止污染地下水。

(5) 加强各类废水收集、暂存、运输及处理过程中的环境管理，并实施全过程监控，防止出现废水渗漏、外溢等事故，禁止违法违规排放。井场设置清污分流、雨污分流系统。

(6) 加强岩屑、废泥浆及其他固体废弃物收集、暂存、运输及处置等过程的环境管理，严格按有关技术规范 and 规定落实各项防范措施，确保不对地下水造成污染。生活垃圾均存放在生活区修建的垃圾堆放箱中，与生活污水生化处理池产生的污泥一并定期按当地环卫部门相关要求实施统一妥善处置。废包装材料的量较少，收集后全部回收利用。

(7) 加强员工操作规范管理，尽量避免废水、岩屑装车失误。装车过程中若遇到废水、岩屑的泄漏，立即停止装车作业，减少废水和岩屑的泄漏量，并利用井场内的污水沟将泄漏废水收集至废水池内，岩屑全部收集至各池内，确保废水和岩屑不外流。

(8) 针对井场各储存池，必须按下列要求进行管理：

① 应严格按工程设计进行设计，确保废、沉砂池和各清水池有足够的容积满足工程建设需要。

② 对井场临时储存的废水、岩屑进行及时转运，减少储存周期，降低外溢风险，特别在汛期来临前，要腾空废水池。

③ 为避免突降大雨引起雨水进入沉砂池或各清水池，从而引发废水外溢，应在雨季对废水池加盖防雨篷布或架设雨蓬。应急池修建时应留有一定的富裕容量，以容纳暴雨增加的水量，防止外溢。在暴雨季节，加强对各水池的巡查，降低废水外溢的风险。

④ 井场周围设施污水截留沟截留泄漏的废水或泥浆。

⑤ 现场应设兼职人员进行监督管理，重点是监督各项环保措施的落实情况，确保废水、危废等不外溢和渗漏，确保地表水环境的安全。

(9) 池体的选址应避开地质灾害易发区域及影响区域，施工人员应加强暴雨季节集液池内水位观测，同时设置液位报警装置，并及时转运废水，确保池体有足够的富余容量；池体四周应设置截排水沟，防止地面径流进入集液池；暴雨季节加强废水池周围挡土墙及边坡巡查，防止边坡失稳及挡土墙失效等导致池体垮塌发生废水外溢等事故。

9.5.2 分区防渗

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》HJ 610-2016，已颁布污染控制国家标准或防渗技术规范的行业，水平防渗技术要求按照相应标准或规范执行。本项目防渗技术要求主要参照《石油化工工程防渗技术规范》(GB/T 50934-2013)，对该项目各个建设工程单元可能泄漏污染物的地面需进行防渗处理，有效防止污染物渗入地下，并及时地将泄漏、渗漏的污染物收集并进行集中处理。根据各生产单元可能产生的污染物情况及构筑物的特征，将项目建设场地划分为重点污染防治区、一般污染防治区。

重点污染防治区：对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后，不能及时发现和处理的区域或部位。

一般污染防治区：对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后，可及时发现和处理的区域或部位。

一般污染防治区防渗层的防渗性能不低于 1.5m 厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能，重点污染防治区防渗层的防渗性能不低于 6.0m 厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能。同时严格执行《中国石油天然气集团公司石油化工企业水污染应急防控技术指南》的相关规定，做好清污分流和三级防控措施，定期对厂区周围地下水环境进行监测和废水转运管道进行常规巡查，防止废水外溢、池体垮塌、废水渗漏和泄漏等环境污染事故。

根据以上原则，本项目分区防渗方案见表 9.5-1，天然气净化厂、黄金 1 回注站和典型井场防渗分区图见图 9.5-1~图 9.5-3。

表 9.5-1

本项目防渗分区方案

污染防治区类别	防渗性能要求	建设项目场地	装置、单元名称	污染防治区域或部位
重点污染防治区	防渗性能不应低于 6.0m 厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能	典型井场	钻井基础区域（含井口）	地面
			应急池	池底及池壁
			放喷池	池底及池壁
			柴油发电机	地面
		回注站	井口	地面
			回注泵撬区	地面
			气田水罐区	地面
		净化厂	液硫储罐	地面、围堰四周及底部
			污水处理装置区	地面，池体池底及池壁
			气田水处理装置区	地面，池体池底及池壁
			检修污水池	池底及池壁
			生化废水处理区	地面，池体池底及池壁
一般污染防治区	防渗性能不应低于 1.5m 厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能	净化厂	分析化验室	地面
			维修间及库房	地面
			循环水冷冻装置区	地面
			循环水系统装置区	地面
			蒸汽系统装置区	地面
			空冷器维修场地	地面
			压缩机区	地面
			气田水汽提装置区	地面
			硫磺仓库	地面
			硫磺成型装置区	地面
			脱水、脱硫、硫磺回收及尾气处理装置区	地面
			材料堆场	地面
		井场	泥浆储备罐	地面、围堰四周及底部
			清洁化生产工艺区	装置区的地面
			油水罐	地面、围堰四周及底部
			工艺装置区	地面
			截断阀组	地面

图 9.5-1 天然气净化厂防渗分区图

图 9.5-2 典型井场防渗分区图

图 9.5-3 黄金 1 回注站防渗分区图

1、重点防渗区池体

防渗混凝土要求：①材料要求：42.5R 普通硅酸盐水泥，洁净级配 2~4cm 砾石，洁净中砂；水灰比不得大于 0.55,塌落度在 100mm~150mm 之间；②防渗剂：掺和 6%的膨胀剂，掺和 1.4%的缓凝减水剂，参考标准 GB50108-2008《地下工程防水技术规范》。

防渗防腐处理：对该池池底和内壁采用 1:3 水泥砂浆抹面后，采用水泥基渗透结晶型防水涂料涂刷 2 遍作防渗防腐处理。重点防渗区典型池体结构示意图见图 9.5-4。

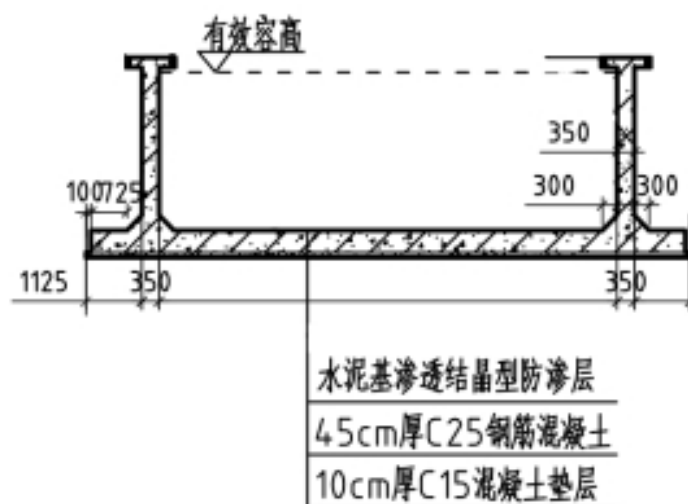


图 9.5-4 重点防渗区典型池体结构示意图

2、重点防渗区罐区

环墙式罐基础防渗层应符合以下规定：

- 1) 高密度聚乙烯膜的厚度不宜小于 1.5mm；
- 2) 膜上、膜下应设置保护层，保护层可采用长丝无纺土工布，膜下保护层也可采用不含尖锐颗粒的砂层，砂层厚度不应小于 100mm；
- 3) 高密度聚乙烯膜铺设应有中心坡向四周，坡度不小于 1.5%。

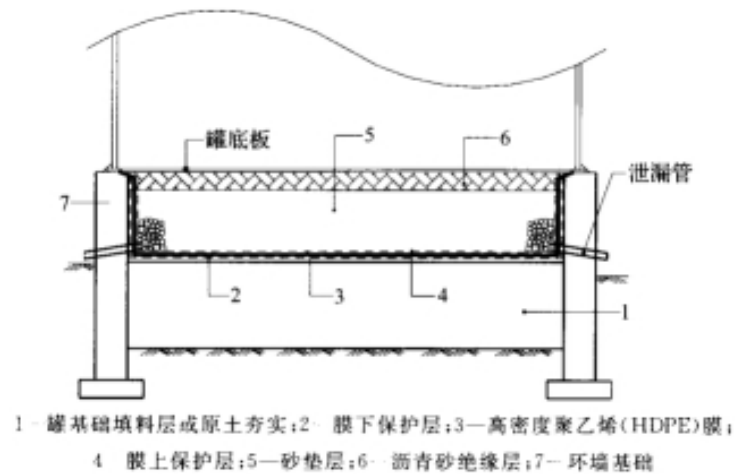


图 9.5-5 环墙式罐区防渗结构示意图

承台式罐基础防渗层应符合以下规定：

- 1) 承台及承台以上环墙应使用抗渗混凝土，抗渗等级不应低于 P6；
- 2) 承台及承台以上环墙内表面宜涂刷聚合物水泥等荣幸防水涂料，厚度不应小于 1.0mm；
- 3) 承台顶面应找坡，由中心坡向四周，坡度不宜小于 0.3%。

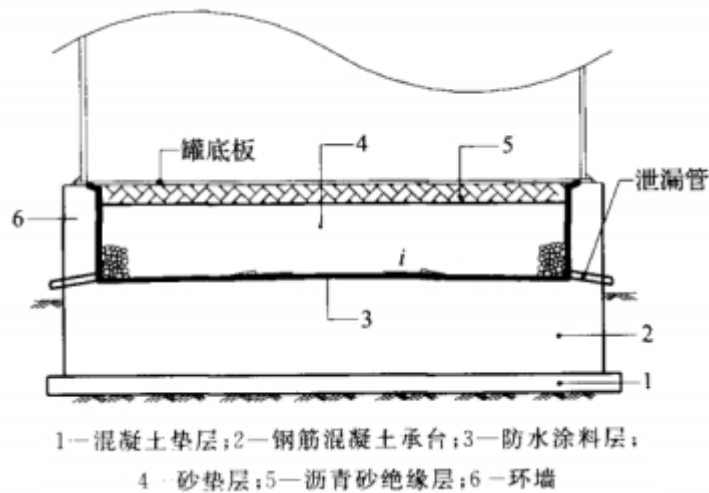


图 9.5-6 承台式罐区防渗结构示意图

水泥基渗透结晶型防水材料涂刷
30cm厚C25钢筋混凝土
10cm厚C15混凝土垫层
10cm厚砂卵石基层

图 9.5-7 重点防渗区地面防渗结构示意图

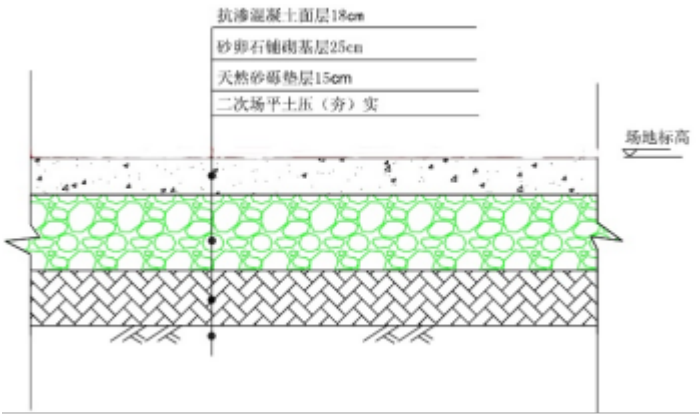


图 9.5-8 一般污染区防渗结构示意图

9.5.3 监测计划

为了及时准确地掌握管道是否对地下水造成影响，本项目建立地下水长期监控系统，包括科学、合理地设置地下水污染监控井，建立完善的监测制度，以便及时发现污染物并及时控制影响。

9.5.3.1 地下水跟踪监测原则

- (1) 以浅层地下水监测为主的原则；
- (2) 上、下游同步对比监测原则；
- (3) 水质监测项目参照《地下水质量标准》相关要求和潜在污染源特征污染因子确定，各监测井可依据监测目的的不同适当增加和减少监测项目。

9.5.3.2 跟踪监测井布置

依据地下水监测原则，参照《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164-2020)相关要求，重点监测地下水流向下游保护目标。在天然气净化厂下游布设 3 口，在各新建井场下游布设 1 口，在回注井下游布设 1 口，在气田水回注管线沿线布设 1 口监测井，共布置 9 处地下水监测点，其中 ZC01、ZC02、ZC05、ZC08 为前期勘察孔，ZC03 为新建监测井，ZC06、ZC07 为现有监测井，ZC04 和 ZC09 为居民饮用泉点。地下水监测点信息等详见表 9.5-2，跟踪监测点分布图见图 9.5-8。

表 9.5-2 地下水跟踪监测点信息表

编号	经度	纬度	类型	井深 (m)	井径 (mm)	监测对象	监测 因子	监测 频次
ZC01 (SK01)	107.81111563	31.65956527	机井	50	110	1 号井场、 集气站	氯离子、 耗氧	运 营 期,每 年 一
ZC02 (SK04)	107.84372375	31.68687553	机井	60	110	净化厂		

ZC03 (新建)	107.84851313	31.68661883	机井	50	110		量、硫化物、石油类	次
ZC04	107.84513363	31.69037608	泉	/	/			
ZC05(SK03)	107°50'18.12"	31°40'7.18"	机井	50	110	2号井场		
ZC06	107°51'1.75"	31°41'4.30"	机井	50	110	4号井场		
ZC07	107°52'16.02"	31°41'44.74"	机井	50	110	5号井场		
ZC08(SK05)	107.86402486	31.63291042	机井	50	110	黄金1回注站		
ZC09	107.88600370	31.67532492	泉	/	/	回注管线		

图 9.5-8 地下水跟踪监测点分布图

9.5.3.3 地下水环境监测机构与人员

由建设单位负责落实本项目运营期的监测计划。

9.5.3.4 信息公开计划

按照计划对地下水环境进行监测后，及时将包括“建设项目特征因子的地下水环境监测值”在内的信息上报至相关部门。

9.5.4 应急响应

无论预防工作如何周密，污染事故总是很难根本杜绝，因此，必须制定地下水污染应急响应预案，明确污染状况下应采取的控制污染源、切断污染途径、封闭、截流等措施，提出防止受污染的地下水扩散和对受污染的地下水进行治理的具体方案。

9.5.4.1 地下水污染应急响应预案

制定地下水污染应急响应预案的目的是为了在发生地下水污染事故时，能以最快的速度发挥最大的效能，有序地实施救援，尽快控制事态的发展，降低事故对地下水的污染。因此，建设单位应根据《中华人民共和国水污染防治法》编制相应的应急方案，防止对周围地下水环境造成污染。

9.5.4.2 地下水污染应急响应流程

建设单位应组织成立由多个部门组成的事故应急指挥中心，负责在发生事故后进行统一指挥、协调处理抢险工作。一旦发生事故时，第一时间通知环保部门、消防部门、卫生部门、水利部门及公安部门等部门协作，采取应急防护措施，并第一时间通知下游相关供水工程，做好应急准备。

应急响应过程可分为接警、判断响应级别、应急启动、控制及救援行动、扩大应急、应急终止和后期处置等步骤。应针对应急响应分步骤制定应急程序，并按事先制定程序指导管道事故应急响应。应急响应过程流程图如图 8.2-9 所示。

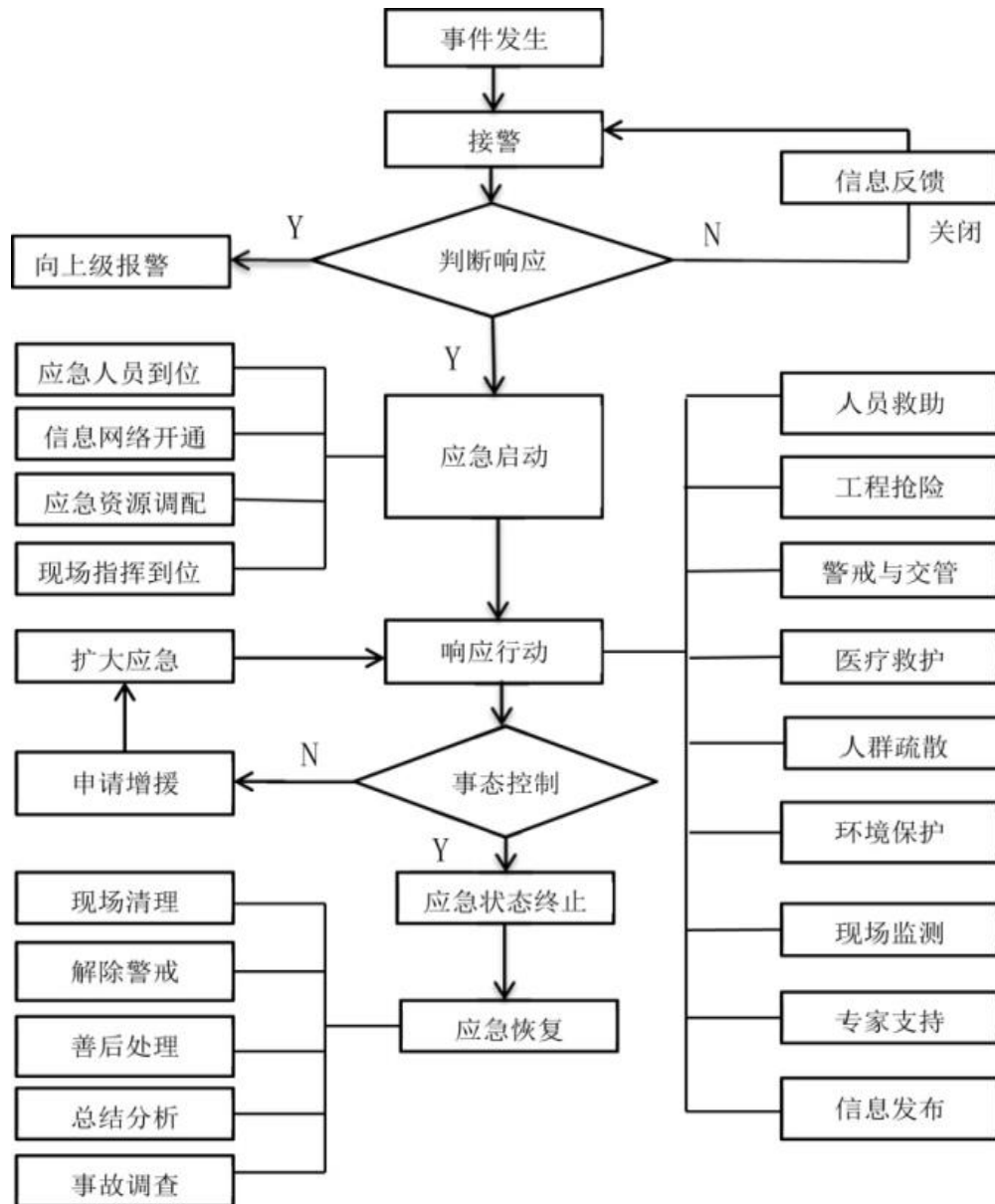


图 9.5-9 地下水污染应急响应流程图

9.5.4.3 地下水污染应急措施

污染物质扩散影响地下水水质，而且地下水一旦污染，很难恢复。一旦发生井管的风险泄漏事故，先判定可能漏失层位，然后分析可能产生的地下水位抬升和污染质扩散范围，再利用可能扩散范围内外的已有井孔对相关层位井等地下水动态监测。如果风险事故对地下水影响较大，影响到地下水供水或其它目的，可以通过增加污染区的抽水井，将可能的污染物抽出处理；另外还可以通过如建造帷幕等的工程措施，隔断

污染途径，辅助抽水处理，减轻甚至避免对地下水造成不利的影响。

一旦发生地下水污染事故，应立即启动应急预案，并采取相应应急措施，包括：

- (1) 查明并切断污染源；
- (2) 探明地下水污染深度、范围和污染程度；
- (3) 依据探明的地下水污染情况，合理布置封闭、截流措施，并对受污染水体进行抽排工作；
- (4) 将抽取的受污染地下水进行集中收集、处理，并送实验室监测分析；
- (5) 当地下水中污染物浓度满足地下水功能区划的标准后，逐步停止抽水并开展土壤修复工作。

本项目地下水应急措施采取抽水井截获的方式，根据地下水环境预测和评价结果，结合污染羽扩散扩散距离，有针对性地设置应急抽水井。应急抽水井首先利用潜在污染源下游的长期监测井进行抽水。同时，根据污染扩散的实际情况，有针对性地增加应急抽水井，并依据抽水设计方案进行施工钻孔。

根据回注井预测结果，非正常状况下气田水泄漏至浅层含水层，则下游保护目标 J43、J44、Q60、Q62 将不同程度受到污染影响，其次，J41 和 J42 虽未受到污染影响，但由于其距回注井较近，出于保守考虑，建议建设单位在回注前进行对下游可能受影响的农户重新寻找水源或其他补偿措施。

9.6 固体废物处置措施

9.6.1 施工期

施工过程主要是钻井过程中产生的固体废弃物主要有钻井废泥浆（水基）、钻井岩屑（水基及油基）、废油、废弃的包装材料和生活垃圾以及管道施工过程中产生的施工废料等。

表 9.6-1 施工期固体废物的来源情况与性质分析

类别	名称	主要成分	产生量	处置方式	是否危废 (分类及编号)	编码
钻井 作业	废水基泥浆	膨润土	2800m ³	资源化利用或处置	否	072-001-29
	水基岩屑	岩屑	9120m ³	资源化利用或处置	否	072-001-29
	油基岩屑	矿物油及岩屑	2880 m ³	交有资质的单位进行处置	是 HW08	072-001-08
	废油	矿物油	40m ³	交有资质的单位进行处置	是 HW08	072-001-08

生活垃圾	/	54.25t	依托当地垃圾收运系统	否	/

9.6.1.1 废水基泥浆及水基岩屑

本项目钻井期间清洁化操作平台设有岩屑收集罐 40m³/个（4 个），钻井岩屑经螺旋输送机送至清洁化操作平台内的岩屑罐，经固化后含水率≤60%，堆存于采取了防渗、防雨的清洁化操作平台，后采用汽车转运至资源化利用单位或工业固废综合处置单位。

根据《达州市生态环境局办公室关于进一步加强固体废物污染防治工作的通知》（达市环办发[2021]24 号）（2021 年 2 月 25 日发布）要求，水基泥浆及岩屑处置不宜通过砖厂、立窑等简单工艺处理，且应当委托取得生态环境部门关于利用和处置固体废物环评批复，并配套建设废水废气及固废治理设施的单位。因此本次评价建议采用已取得生态环境部门关于利用和处置固体废物环评批复，并配套建设废水废气及固废治理设施的单位进行资源化利用或综合处置，且资源化利用的单位不宜为砖厂或立窑水泥厂（可为回转窑水泥厂）。

宣汉县境内建有工业废弃物综合利用项目，可处理水基钻井岩屑等一般工业废弃物 5 万吨/年，该项目采用回转窑焚烧处理工艺，废水处理采用“中和+硫化钠沉淀+絮凝”工艺处理，废气处理采用“SNCR 脱销+旋风除尘+急冷塔+活性炭喷射+布袋除尘+二级喷淋脱酸塔”，且取得了地方环保部门环评批复，满足《达州市生态环境局办公室关于进一步加强固体废物污染防治工作的通知》（达市环办发[2021]24 号），可作为本项目水基泥浆及岩屑处置单位。

本项目为常规气开采（非页岩气或致密气），开发井数量少（仅 8 口井），水基泥浆及水基岩屑共计仅 11920m³，约 23840t，该工业废弃物综合利用项目在规模上能满足铁山坡气田开发过程中水基泥浆及水基岩屑的处置需求。

铁山坡气田开发过程中水基泥浆及水基岩屑具有可行可靠的处置措施，但建设单位应在开钻前确定具体的利用或处置单位，并签订利用或处置合同。

9.6.1.2 油基岩屑

本项目钻井期间清洁化操作平台设有岩屑收集罐 40m³/个（4 个），油基岩屑经螺旋输送机送至清洁化操作平台内的岩屑罐，经固化后含水率≤60%，采用吨袋包装贴签后存放于采取了防渗、防雨、防风的清洁化操作平台油基岩屑棚（面积 450m²），

后采用危险废物运输车辆送至有资质的单位进行处置。危险废物的贮存、收集及运输应需满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）和《危险废物收集、贮存、运输集输规范》（HJ2025-2012）的相关要求。

为加强四川省危险废物监督管理工作，四川省固体废物管理中心每年都会组织行政区域内危险废物产生单位对当年危险废物的产生、贮存、转移、利用、处置等情况进行申报，本项目须严格按照当地危险废物登记申报环境管理相关要求，以企业为单位，本项目产生危险固废各阶段为子项汇总后主动向当地环境行政主管部门申报，接受监督检查。

为加强转运过程中的环境管理，本项目应严格按照《危险废物收集 贮存运输技术规范》（HJ 2025-2012）、《危险废物转移联单管理办法》（原国家环境保护总局令 第5号）等相关环境管理要求，含油岩屑转运严格执行转运联单制。

综上所述，截止 2020 年底，四川省已取得油基岩屑处置经营许可证企业共计 9 家，获批处理能力约 55.25 万吨，现有可接纳能力 45.2~46.8 万吨，主要分布在四川省成都、眉山、绵阳、攀枝花、内江、宜宾、德阳、南充、遂宁等九个地市。其中距离较近的南充地区，有 1.25 万吨/年的油基岩屑处理能力，本项目为常规气开采（非页岩气或致密气），开发井数量少（仅 8 口井），油基岩屑共计仅 2880m³，约 5760t，项目周边油基岩屑处置能力富裕。建设单位应在项目开钻前需确定具体的利用或处置单位并签订协议书或合同。

针对油气开采产生大量废弃油基泥浆、含油钻屑等危险废物的管理，根据《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》（环办环评函〔2019〕910 号）中指出：“鼓励企业自建含油污泥集中式处理和综合利用设施，提高废弃油基泥浆和含油钻屑及其处理产物的综合利用率”。因此，本评价建议建设单位积极探寻油基泥浆钻井固废集中式处理和综合利用方式，尽可能提高油基固废的综合利用率。同时油基固废外委处置过程中，需积极跟进和联系新的油基岩屑处置单位，做好处置能力储备，确保项目油基岩屑得到及时、合法、合规的妥善处置。

9.6.1.3 废油

产生的废油由施工单位统一收集并综合利用，若不能全部回用，剩余废油贮存于约 30m² 的危废暂存间（一般为便携提篮式），后交有资质的单位进行处理。废油的收集、贮存和运输应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及《危险废

物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）的相关规定。

9.6.1.4 生活垃圾及包装材料

施工作业场地设垃圾收集桶，依托当地环卫部门对生活垃圾进行定期清运。废弃包装材料集中收集后施工队自己回用部分，剩余送当地废品回收站处理。

9.6.2 运营期

运营期固体废弃物主要是内部集输、外输管道产生的清管检修废渣，以及净化厂产生的清管废渣、废催化剂、废活性炭、工业盐、污水处理装置产生的污泥和溶剂再生过滤介质等。根据下表，危险废物交由具有资质的第三方专业机构处置。

9.6.2.1 清管检修废渣

清管检修废渣主要成分是机械杂质和铁屑，属于一般工业固体废弃物，代码072-001-99，管理过程应满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）相关要求，定期交一般工业固体废物处置单位或资源化利用单位，建设单位应在项目投产前确定具体的处置或利用单位并签订协议书或合同。

9.6.2.2 蒸发结晶工业盐、水处理装置污泥及滤膜

蒸发结晶工业盐、水处理装置污泥及滤膜，尚不能对其危险特性进行准确判定。在开展危险特性鉴定前，按照危险废物进行管理，执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）和《危险废物收集、贮存、运输集输规范》（HJ2025-2012）相关要求；若经鉴定不具有危险废物特性，可报属地主管环保部门同意后，按一般固废进行处置，执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）相关要求，也可对污泥及工业盐开展资源化利用（如盐化工企业利用蒸发结晶的工业盐）。

9.6.2.3 生活垃圾

净化厂内生活垃圾送罗文镇生活垃圾中转站，由当地环卫部门统一处理。

表 9.6-2 运营期固体废物的来源情况与性质分析

废物名称	主要来源	主要成分	预计年产生量	是否为危险废物	废物类别	废物代码
清管检修废渣	清管检修作业	机械杂质和铁屑	0.11t	否	/	072-001-99
废有机溶剂	脱硫单元、脱水单元、尾气处理单元	有机溶剂	260t	是	HW06	900-404-06

废物名称	主要来源	主要成分	预计年产生量	是否为危险废物	废物类别	废物代码
含废有机溶剂废物的废活性炭及其他过滤吸附介质	脱硫单元、脱水单元、尾气处理单元	吸附材料、有机溶剂	40t	是	HW06	900-405-06
废矿物油及含油废物	设备设施保养	矿物油	20t	是	HW08	900-249-08
废油漆	使用过程中产生的失效、变质的油性漆	树脂、颜料、溶剂及助剂等	2t	是	HW12	900-299-12
废催化剂	硫磺回收单元、尾气处理单元	Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 、SiO ₂ 、TiO ₂	105t	是	HW50	251-016-50
废包装容器及过滤介质	可能有毒性的包装材料及容器	金属、塑料等包装材料、溶剂等有毒有害物	2t	是	HW49	900-041-49
废酸	实验室使用	酸	0.05t	是	HW34	900-349-34
废铅酸电池	设备设施使用	酸、铅	0.05t	是	HW49	900-044-49
蒸发结晶工业盐	蒸发结晶单元蒸发后产物	NaCl、CaCl ₂ 、Mg Cl ₂	1584t	开展危废鉴定,在此之前按照危废进行管理	/	/
水处理设施污泥	废水生化、气田水处理等环节产生	污泥	30t		/	/
水处理系统滤芯、滤膜	水处理系统	废弃滤芯、滤膜	5t		/	/
生活垃圾	日常生活	/	21.5t	否	/	/

9.6.2.4 危险废物

项目涉及废有机溶剂（HW06）、废油（HW08）、废油漆（HW12）、废酸（HW34）、废活性炭及过滤介质（HW49）、废铅酸电池（HW49）废催化剂（HW50）及医疗废物（HW01）等危险废物，应分类分区贮存于危废暂存间里，并委托有危废处理资质的单位进行收集、转运并进行最终处置。

危险废物暂存间，占地面积约 229m²，贮存能力约为 120 吨，采用钢结构，建筑高 5.3m，危险废物暂存间根据可能涉及的危险废物特性分成了六个区。危废暂存库严格按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2001)及修订单建设，基础必须严格防渗，防渗层为至少 1 米厚粘土层(渗透系数≤10⁻⁷ 厘米/秒)，或 2 毫米厚高密度聚乙烯，或至少 2 毫米厚的其它人工材料，渗透系数≤10⁻¹⁰ 厘米/秒，本评价建议选择高密度聚乙烯防渗膜（HDPE，厚度不低于 2mm），防渗膜上层宜铺设防腐地砖或混凝土（厚度 30-60mm）的基础或采取具备同等防渗效果的工程措施。液体危险废物（如废油、废酸）贮存区必须有环形沟、导流槽及收集池等泄漏液体收集装置；气态危险废物（如废活性炭及过滤介质）贮存区必须设有气体导出口及气体净化装置；危废暂存间设有安全照明设施和观察窗口；液体危险废物（如废油、废酸）贮存区必须有耐腐

蚀、耐油的硬化地面，且表面无裂隙；危废暂存间设计了堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量或总储量的五分之一；各分区内不能贮存可能相容的危险废物，各分区设有物理隔离。

危险废物的管理应严格落实《关于印发<危险废物规范化管理指标体系>的通知》(环办[2015]99号)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及2013年修订、《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ 2025-2012)的相关要求。建设单位应严格落实容器标签制度、贮存场所标志制度、危废管理计划制度、申报登记制度、检验报告制度、入场特性分析制度、容器及设备的完好性检查及维护制度、培训计划制度、危废台账制度、转移联单制度、应急预案及应急演练制度等。

综上所述，工程拟采取的各项固体废弃物处理措施能使环境影响最小化，固体废弃物处理措施可行。

9.7 土壤污染防治措施

9.7.1 源头控制

各类废水池池体的选址应避开地质灾害易发区域及影响区域。工艺池施工过程中，设兼职人员进行监督管理，保障工程施工符合设计要求。确保废水不外溢和废水池不渗漏，确保土壤环境的安全。加强各类废水收集、暂存、拉运等全过程监控；设置专人定期对废水池巡检，及时发现废水泄漏及时采取措施。

9.7.2 分区防渗

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》HJ 610-2016，已颁布污染控制国家标准或防渗技术规范的行业，水平防渗技术要求按照相应标准或规范执行。本项目防渗技术要求主要参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)和《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2001)，对该项目各个建设工程单元可能泄漏污染物的地面需进行防渗处理，有效防止污染物渗入地下，并及时地将泄漏、渗漏的污染物收集并进行集中处理。根据各生产单元可能产生的污染物情况及构筑物的特征，将项目建设场地划分为重点污染防治区、一般污染防治区。

重点污染防治区：对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后，不能及时发现和处理的区域或部位。

一般污染防治区：对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后，可及时发现和处

理的区域或部位。

一般污染防治区防渗层的防渗性能不低于 1.5m 厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能，重点污染防治区防渗层的防渗性能不低于 6.0m 厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的黏土层的防渗性能。同时严格执行《中国石油天然气集团公司石油化工企业水污染应急防控技术指南》的相关规定，做好清污分流和三级防控措施，定期对厂区周围地下水环境进行监测和废水转运管道进行常规巡查，防止废水外溢、池体垮塌、废水渗漏和泄漏等环境污染事故。

根据以上原则，本项目分区防渗方案见表 9.5-1，天然气净化厂、黄金 1 回注站和典型井场防渗分区图见图 9.5-1~图 9.5-3。

9.7.3 小结

通过采取工程设计提出的土壤防治措施和建议后，并结合采取的地下水污染防治措施，本项目对土壤环境产生影响法人可能性非常小，土壤环境保护措施可行。

9.8 回注环保措施及可行性

本项目回注水源仅为铁山坡气田产生的气田水。根据铁山坡气田飞仙关气藏开发工程预测分析，气藏初期以产凝析水、残酸水为主，后期坡 2 井区产少量气田水，参照大湾、毛坝气田产凝析水的水气比 $0.08 \text{m}^3/10^4 \text{m}^3$ ，预计气藏最高日产水 120m^3 。

本项目钻井废水、洗井废水、放喷废液经井场废水罐暂存后经预处理后拉运至七里 025-U1 回注处置，本工程气田水均来源于铁山坡气田各井区，至万源天然气净化厂预处理后，经新建的气田水输送管线输送至修井后的黄金 1 井回注处置。

9.8.1 钻井废水回注保护措施

本工程钻井废水现场收集后，在收集罐内进行初步沉降后回用于钻井液配置，本工程不能回用的钻井废水为 1200m^3 ，洗井废水量为 800m^3 ，放喷废水产生量为 410m^3 ，不能回用的钻井废水、洗井废水、放喷废水收集到废水处理罐进行混凝沉淀预处理后拉运至七里 025-U1 井回注处置。

9.8.1.1 回注井有相关的环保手续

七里025-U1井位于达州市大竹县境内，回注层为嘉三，回注深度为1654-1706m，主要用来回注川东北气矿钻井废水及气田水，该井于2008年取得达州市环境保护区的

环评批复（达市环建〔2008〕27号），于2010年取得达州市环境保护局的验收批复（达市环建〔2010〕10号），该井于2008年开始回注气田水，回注泵压约为2.2MPa，设计回注量为400m³/d。

9.8.1.2 回注井井身结构

七里025-U1井井身结构完善，采用抗腐蚀的玻璃钢油管回注，固井质量合格，加压至42MPa，30分钟后压力未降。

图 9.8-1 七里 025-U1 井井身结构图

9.8.1.3 回注井剩余回注容量

七里025-U1井自2008年开始回注气田水，累计回注气田水量29.72万方，剩余回注容量12万方。

本工程钻井废水、洗井废水、放喷废水产生总量为 2410 方，本工程七里 025-U1 井剩余回注总量为 12 万方，能够满足本工程钻井废水、洗井废水、放喷废水处理量。

9.8.1.4 回注井周边地下水环境监测

七里 025-U1 井自运行以来运行状况良好，为进一步降低回注井对地下水环境风险，在七里 025-U1 井周边浅层含水层地下水流向上、下有布设 2 口地下水监测点，监测报告见附件 6-3、附件 6-4。监测数据表明，回注井周边地下水水质均未超过《地下水质量标准》（GB 14848-2017）III类标准限值，进一步证明回注井运行状况良好，没有对周边地下水环境造成影响。

表 9.8-1 回注井周边地下水水质监测数据

回注井监测点位	石油类	氯化物	硫化物
七里 025-U1 井上游	ND	ND	ND
七里 025-U1 井下游	ND	2	ND

综上，项目废水经井场废水罐暂存后经预处理后拉运至七里 025-U1 井回注处置，污染防治措施可行。

9.8.2 气田水回注保护措施

9.8.2.1 气田水处置方式论证

本项目回注水源仅为铁山坡气田产生的气田水。根据铁山坡气田飞仙关气藏开发

工程预测分析，气藏初期以产凝析水、残酸水为主，后期坡 2 井区产少量气田水，参照大湾、毛坝气田产凝析水的水气比 $0.08\text{m}^3/10^4\text{m}^3$ ，预计气藏最高日产水 120m^3 。

本项目中的气田水均来源于铁山坡气田各井区，通过集气管线汇总至万源天然气净化厂后，经新建的气田水输送管线输送至回注站，处理后的气田水水质达到《气田水回注技术规范》（QSY01004-2016）相应水质标准后回注。

黄金 1 井为铁山坡构造带东翼断下盘潜高带黄金口潜伏构造的第一口预探井，地处四川省宣汉县黄金镇慈竹村三组。由四川石油管理局川东钻探公司川钻 11 队承担钻井任务，该井于 2005 年 5 月 28 日开钻，历时近 13 个多月，于 2006 年 07 月 01 日钻至井深 6182.00m 进龙潭组完钻，2006 年 8 月 17 日完井。完井后原钻机于 2006 年 8 月 22 日至 10 月 24 日，历时 63 天，采用 APR 射孔联作测试工艺技术对长兴组、飞仙关组进行试油。试油结果长兴组、飞三～飞一段（未酸化）均产水，试油结论为水层。根据工程建设需要，拟依托改造修井完成后的黄金 1 回注井作为铁山坡气田回注井。

根据设计及以往实际工程经验，气田水中一般可能含油、悬浮物等污染物，气田水经汽提后输送至气田水调节罐加入 5%NaOH 调节、沉降稳定后，由气田水提升泵将气田水提升至气浮、沉淀一体化装置处理气田水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等，再经过组合过滤器撬，截留气田水中残余固体悬浮物后，处理后的气田水可以达到《气田水回注技术规范》（QSY01004-2016）中的水质要求。处理合格后的气田水进入气田水罐（1 座， $V_{\text{有效}}=200\text{m}^3$ ）储存，再经气田水输送管线输送至黄金 1 回注井回注。

图 9.8-2 气田水处置工艺流程框图

本工程气田水最大产生量 $120\text{m}^3/\text{d}$ ，在天然气净化厂预处理后暂存于 200m^3 的气田水罐中，及时管输至黄金 1 井回注处置，气田水输送管线共计 10.5km，气田水管道从万源天然气净化厂引出，经四方碑，双山子后向南转向中梁上、干坝子后接入黄金 1 回注站，气田水回注管线整体位于中河流域，分布于中河右岸，未穿越中河等较大河流，沿途地表水体均为小型溪沟。气田水管输至黄金 1 井，在气田水罐区 2 个 50m^3 气田水罐中暂存，经过滤处理后回注处置。本工程气田水罐区外设置围堰，围堰按技术规范要求进行防渗处理，对地下水的影响较小。

图 9.8-3 气田水管线输送走向图

通过目前已投产运行的多个气田水回注工程运行现状来看，在保证气田水水质达标并做好日常跟踪监测的情况下，未出现气田水回注导致周围地下水污染等环境污染

事件，从气田水处置方式来看，将气田水回注至深层地层中的处置方法可行。

9.8.2.2 回注层和回注井的保护措施

1、回注层的防护措施

根据《气田水注入技术规范》（SY/T 6596-2016）和《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》（环办环评函〔2019〕910号），回注目的层应当为地质构造封闭地层，一般应当回注到现役油气藏或枯竭废弃油气藏。其次还应满足以下要求。

（1）回注层储、渗性好，有较大的储集空间，能够满足气田生产期内的注入要求；

（2）在具有供水意义的含水层之下，至少存在一个隔离层，并且隔离层没有开放的断层和断裂面，注入后不对具有供水意义的含水层造成影响；

（3）注入水水质应与回注层岩性和自身水质具有较好的配伍性，不会形成二次沉淀堵塞地层；

回注层的筛选主要遵循前述基本原则，同时结合区域油气产层及漏层调查，自下而上，从侏罗系沙溪庙组到飞仙关组及以下地层，从地层的岩性、埋藏深度、厚度、渗透率等方面筛选出最优回注层。本项目回注层的筛选与评价主要根据区域地质、水文地质条件，并结合区内勘探、生产井的钻孔资料。区域地层层序示意图见图 9.8-3。

图 9.8-4 区域地层层序图

1) 沙溪庙组

上沙溪庙组由多个砂岩-泥岩不等厚正向沉积韵律层组成，厚 936-2169m；下沙溪庙组为一强氧化环境下的河湖相碎屑岩沉积，以紫红色、暗紫红色泥岩为主，夹同色粉砂岩、灰紫色、褐黄色岩屑长石砂岩，厚 175-599m。黄金 1 井钻孔揭露沙溪庙组层厚 2442m，该层为拟选回注井区域内地表以下第一含水层，具有供水意义，不宜作为回注层。

2) 凉高山组

黄金 1 井揭露凉高山组地层 278.5m，地层岩性为灰绿色细砂岩。

3) 自流井组

钻孔揭露该层总厚 255m，自上而下为大安寨、马鞍山段、东岳庙段，回注井距最近出露点距离为 15km，可作为区域盖层。

4) 珍珠冲组

黄金 1 井揭露珍珠冲组地层 252.5m，地层岩性为灰绿色泥岩、砂质泥岩，中部夹岩屑砂岩，底部为石英砂岩。

5) 须家河组

区域上须家河组根据岩性及厚度的差异，在万源罗文镇、宣汉黄金口一带岩性以砂岩为主，韵律层次减少。黄金 1 井揭露须家河组共计 566.5m，孔隙度 4.5%-16.6%，含水饱和度 8%-37%，为含气层或气层。须家河组目前在区内各井普遍井口带压，其中坡 1-X2 井碳同位素分析认为来自三叠统或其以上地层，钻井过程中油气显示频繁，可作为下步开发潜力层。

6) 雷口坡组

区内雷口坡组为一套半咸化浅海亚相的碳酸盐岩沉积，厚 35-484m。黄金 1 井揭露雷口坡组 292.5m。川东北区块最浅的灰岩地层，对坡西 1 井测试微气，为区域盖层。区域资料显示，川东北是四川盆地中主要的卤水富集区域，三叠系雷口坡组和嘉陵江组卤水中钾含量较高的含卤构造主要是黄金口背斜的罗家坪、云阳的双江构造、开县的温泉镇构造等。为保护深层卤水资源，本工程区的雷口坡组不适宜作为回注层。

7) 嘉陵江组

嘉陵江组为一套浅海相碳酸盐岩沉积，仅局部地区夹有泥岩。一三段为石灰岩，二四段为白云岩，厚 483-644m。根据黄金 1 井地质录井资料，黄金 1 井层厚 1969m，地层在嘉陵江组产生断裂。测井结果显示该层孔隙度 1.5%-5.0%，含水饱和度 10%-40%，为含气层。传统上认为，嘉陵江组在整个四川盆地，尤其川东北地区是一个主要的地层水回注层，从储层物性上看，嘉陵江组可作为回注层。但是，为保护嘉陵江组含盐卤水资源，不宜将本区的嘉陵江组作为回注层。

8) 飞仙关组

该组一、三段以泥质灰岩为主；二、四段以泥、页岩为主。组厚 240-548m。一段为紫灰色、青灰色泥质灰岩、泥灰岩夹紫红色、黄绿色灰岩；二段为灰紫色、黄绿色、紫色、黄色泥岩、页岩，夹灰紫色、灰色泥灰岩、鲕状灰岩；三段为灰色、深灰色中厚层至块状泥质灰岩、灰岩，夹泥灰岩、鲕状灰岩及生物灰岩透镜体；四段为紫色、灰紫色、黄绿色泥岩，白云质页岩，夹灰紫色、紫灰色泥灰岩。一~三段上部为含气层，下部为水层，孔隙度 2%-9.5%，上部含水饱和度 10-40%，下部为 50-100%。该层储层物性好，该层在钻井过程中存在井漏显示，成像测井解释发现其孔、洞、缝较发育，有较充足的回注空间，可作为注水层。且回注的气田水同样来自飞仙关组，回注水与

回注层层配伍性好。

9) 长兴组

长兴组底部以深灰色泥质灰岩夹少量钙质页岩；中上部皆为中厚层状白云质灰岩、灰岩；顶部为青灰色含白云质、硅质、泥质灰岩与同色黏土岩呈不等厚互层，层厚 95.5-171.2m。黄金 1 井揭露该层 327m，测井结果显示孔隙度 1%-4.5%，含水饱和度 83%-100%，可作为区域回注层的底部隔离层。

10) 龙潭组

黄金 1 井揭露龙潭组仅 21m，不考虑其作为回注层。

通过对沙溪庙、凉高山~自流井组、须家河组、雷口坡组、嘉陵江组、飞仙关组、长兴组等储层的含油气性、储渗条件，确定飞仙关组为最优回注层。

2、回注井的防护措施

通过对研究区外围各井排查，优选铁山坡构造东翼断下盘潜伏高带黄金口潜伏构造高点附近的黄金 1 井作为回注井。理由如下：

(1) 有充足的储存空间

黄金 1 井飞仙关组储层发育，其中黄金 1 井在钻井过程中存在井漏显示，成像测井解释发现其孔、洞、缝较发育，有较充足的回注空间。

以黄金 1 井半径 1km，根据测井解释物性参数，计算回注空间约 $310 \times 10^4 \text{m}^3$ 。参照普光气田同类型井的回注情况，预计本井的回注压力 20-30MPa，回注量 $400 \text{m}^3/\text{d}$ ，本工程气田水的产生量为 $120 \text{m}^3/\text{d}$ ，本工程运营期按设计 8.4 年，每年运营 330 天计，气田水的产生总量为 $33.26 \times 10^4 \text{m}^3$ ，根据计算结果，本工程回注空间能够满足产生气田水量。

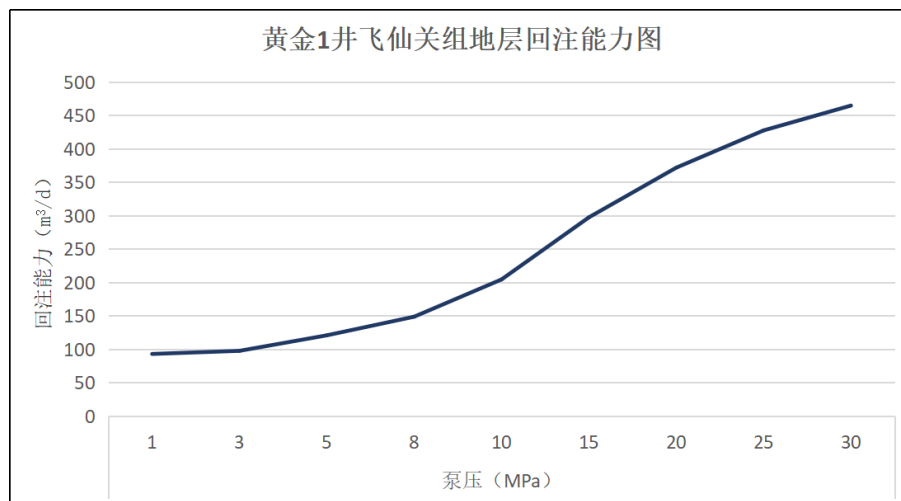


图 9.8-5 黄金 1 回注井回注能力预测图**(2) 回注井不在生产区**

根据回注井选择原则，回注井区不影响油气勘探开发部署，避开铁山坡生产区，黄金 1 均不在生产区，其中黄金 1 井距离铁山坡生产区 5.8km。电测井和试油报告显示，由于黄金口潜伏构造海拔过低，导致主要储层段束缚水饱和度高，黄金 1 井飞仙关组储层在黄金口潜伏构造气水界面以下。因此将飞仙关组作为回注层不会影响该层的生产。

(3) 回注层保存条件好，窜入地表风险小

根据业主提供的资料，黄金 1 井区飞仙关组为黄金口断层控制的背斜构造，断开层位为嘉陵江组至奥陶系上统临湘组，断开层位以上为完整的沙溪庙、须家河组和雷口坡组地层，未通至地表，断层在黄金 1 井处距地表约 4100m，圈闭完整。

表 9.8-2 黄金口潜伏构造主要断层要素表

断层号	性质	构造部位	断开层位	落差 (m)	消失层位	
黄金口	逆断层	东翼	T ₁ J-O ₃ L	50-200	T ₁ J	O ₃

黄金 1 井上覆地层为飞四段、嘉陵江组、雷口坡组、须家河组、沙溪庙组，埋深在 5400m 以上，其中飞四段以紫红色泥岩为主，夹深灰色云岩、泥云岩及薄层灰白色石膏，是区域盖层；嘉陵江组为开阔海台地相与局限海蒸发相交互沉积，有多处大段的石膏发育，具备盖层条件；雷口坡组为局限海蒸发相沉积，发育致密灰岩和石膏，是区域盖层。

根据区域地质资料，该井地表出露侏罗系中统沙溪庙组地层，铁山坡地区地表无飞仙关组出露，距离最近的出露点大巴山前缘在 100km 以外，区域地质图见图 9.8-8。该井飞仙关组测试产水，水质分析资料显示为封闭地层水特征，矿化度 80.9-166.33g/L。

图 9.8-6 铁山坡地区飞四底界构造图

图 9.8-7 过黄金 1 井偏移剖面图

图 9.8-8 黄金 1 回注井区域地质图**(4) 固井质量满足回注要求**

黄金 1 回注井为 4 层套管，表层套管 508mm，下入深度 28.75m；技术套管 339.7mm，下至深度 972.47m，244.5mm 下至深度 4054.07m；油层回接管 177.8mm 由地表下至

3811.168m, 油层悬挂管 177.8mm 由 3811.168m 下至 6181.76m。各套管间水泥均返至地面, 各层套管在试压期间稳压 30 分钟, 无压降, 表明管内套管无泄漏现象。

表 9.8-3 黄金 1 井固井质量评价表 (Φ244.5mm 技术套管)

序号	标准(%)	厚度(米)	比例(%)	结论
1	0.00-20.00	2967	73.44	好
2	20.00-60.00	639	15.82	中
3	60.00-100.00	434	10.74	差

Φ244.5mm 技术套管固井质量: 水泥胶结良好井段为 73.44%, 水泥胶结中等井段为 15.82%, 水泥胶结差井段为 10.74%。全井段固井水泥胶结合格率为 89.26%, 测井评价为合格。

表 9.8-4 黄金 1 井固井质量评价表 (Φ177.8mm 油层套管-回接)

井段(m)	固井质量	井段(m)	固井质量	井段(m)	固井质量	井段(m)	固井质量
0-750.00	差	1420.00-1520.00	中	2410.00-2690.00	中	3620.00-3850.00	中
750.00-1420.00	好	1520.00-2410.00	好	2690.00-3620.00	好		

Φ177.8mm 油层套管固井质量总体情况: 水泥胶结良好井段为 41.82%, 水泥胶结中等井段为 35.85%, 水泥胶结差井段为 22.33%。全井段固井水泥胶结合格率为 77.67%, 测井评价为合格。

根据设计资料, 拟对黄金 1 井进行修井后利用, 在井筒内增加一根带封隔器的完整管柱。修井主要工序为: 连接地面流程、泄压观察→视情况压井至平稳→换装防喷器→起出原井油管→钻磨井筒第一个暂闭水泥塞→划眼, 清洁井筒至第二个水泥塞上部→加固封闭长兴组→井筒质量评价→下 Φ127mm 套管二次固井→飞仙关射孔、酸化、试注→下完井管柱, 换装井口→完井、交井。

图 9.8-9 黄金 1 井井身结构图 (左为修井前, 右为完井后)

黄金 1 井实施二次完井作业后, 对其井筒完整性进行分析, 见下表。

表 9.8-5 黄金 1 井二次完井后完整性分析

黄金 1 井二次完井后, 井口装置材质、套管头材质、封隔器材质、油层套管扣型和材质、油管头材质、油管材质及强度安全系数均满足《回注井井筒完整性技术规范》相关要求。后期施工要求: 复测原井生产套管固井质量; 二次固井合格率大于 70%; 回注层以上生产套管有连续厚度大于 25 米的优质固井段; 封隔器验封合格; 各级套管环空安装压力表, 油层套管环空加注环空保护液。

该井二次完井后，井筒下入完井封隔器，并注环空保护液保护套管，井筒完整性满足《回注井井筒完整性技术规范》相关要求，符合转回注井条件。

(5) 回注层可回注性

黄金 1 井目前暂未开展回注工作，实际可回注性及回注效果由试注进一步确定。

9.8.2.3 回注水配伍性论证

根据业主提供的资料，2006 年 9 月 29 日和 10 月 18 日对飞仙关组地层水进行了分析测试，飞仙关组地层水 pH 为 9.0，总矿化度最高达 80.9g/L。

本次回注水来自铁山坡气田开采井产生的气田水，经处理达标后回注，气田水成分与地层水均为飞仙关组，为同区同层水，配伍性良好。采出的气田水与原始地层岩心适应性良好。

表 9.8-6 铁山坡飞仙关组、长兴组地层水分析成果数据表

序号		黄金 1 回注井地层水			坡 1 井下储层			坡 4 井下储层		
层位		飞仙关组			飞仙关组			飞仙关组		
pH 值		9			8			9.5		
密度		1.05767			1.02477			1.06643		
化 学 性 质		mg/L	mmol/L	mol%	mg/L	mmol/L	mol%	mg/L	mmol/L	mol%
阳离子	Na ⁺ +K ⁺	29103	1265.35	98.78	9196	399.83	93.14	17480	760.00	97.84
	Ca ²⁺	558	13.92	1.09	870	21.75	5.07	580	14.50	1.87
	Mg ²⁺	42	1.74	0.14	185	7.71	1.80	55	2.29	0.30
	Ba ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0
阴离子	Cl ⁻	35816	1281.01	86.15	10553	297.27	75.48	18127	510.62	74.35
	SO ₄ ²⁻	7729	80.46	5.41	6178	64.35	16.34	10186	106.10	15.45
	CO ₃ ²⁻	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HCO ₃ ⁻	7653	125.42	8.44	1964	32.20	8.18	4271	70.02	10.20
硫化氢 mg/L		3837			3411			2474		
碘 mg/L		微			0			0		
溴 mg/L		0			0			0		
硼 mg/L		0			0			0		
总矿化度 g/L		80.9			28.95			50.7		

9.8.2.4 回注水保护措施及可行性

根据现场调查，黄金 1 回注井距周边居民最近距离为 110m，满足天然气井场安全防护距离的要求。

回注井位于一垭口，浅层地下水位受地形控制，沿东北向西南径流，回注井所在地潜水埋深较浅，约 3m。周边居民生活用水来自西北侧铁山坡地表溪沟水，水源与黄金 1 回注井不在同一水文地质单元。另外，周边居民家中有部分机井，一般作为备用水源使用，井深 30-40m。

回注井不涉及饮用水源保护区、自然保护区、风景名胜区和生态敏感区等环境敏感区。

回注井井身结构完整，修井后表层 4 层套管在正常情况下对浅层地下水有良好的阻隔效果，回注工程不会对浅层地下水环境造成影响。

根据《气田水注入技术规范》（SY/T 6596-2016），本工程在回注层位、回注井的选择及建造要求、回注水配伍性等方面均满足标准要求。

表 9.8-7 回注可行性及合理性分析

序号	回注技术要求	本项目情况	符合性
1	上下隔离层不窜漏，注入层横向连通性好，总注入量波及范围内无断层、无地表露头或出露点。	黄金 1 井区飞仙关组为黄①断层控制的背斜构造，断开层位为嘉陵江组至奥陶系上统临湘组，断开层位以上为完整的沙溪庙、须家河组和雷口坡组地层，未通至地表，断层在黄金 1 井处距地表约 4100m，圈闭完整。铁山坡地区地表无飞仙关组出露，距离最近的飞仙关组地层出露点在大巴山前缘 100km 以外，	满足
2	优先选择油气废弃层或枯竭层。	黄金 1 井不在生产区，其中黄金 1 井距离铁山坡生产区 5.8km，经测井显示其产水不产气层，因此将其作为回注井。	满足
3	根据当地水文地质资料，在具有供水意义的含水层之下，至少存在一个隔离层，并且在核查区内隔离层没有开放断层和断裂面，注入后不对具有供水意义的含水层造成影响。	根据环境水文地质调查，区域地下水供水深度为 50m 以内的浅层地下水，含水层以侏罗系沙溪庙组砂岩为主。侏罗系沙溪庙组岩性为砂泥岩互层，其间的泥岩可作为隔水层，其次，沙溪庙组以下的须家河组和雷口坡组均为完整的区域盖层，因此气田水注入后不会对浅层含水层造成影响。	满足
4	有足够的储集空间，能满足气田生产期内的注入要求。	根据测井解释物性参数，计算黄金 1 井回注空间约 $310 \times 10^4 \text{m}^3$ 。可满足回注量 $400 \text{m}^3/\text{d}$ 的要求，黄金 1 井设计回注能力 $120 \text{m}^3/\text{d}$ ，因此回注空间能够满足铁山坡气田的生产要求。	满足

序号	回注技术要求	本项目情况	符合性
5	注入水与注入层岩性及地层水配伍性好,不会形成二次沉淀堵塞地层。	黄金1井仅回注铁山坡气田产生的气田水,且气田水来自飞仙关组,属同层水,因此,回注水不会形成二次沉淀堵塞地层。	满足
6	注入井附近的生产油气水井在注入层段固井质量合格,注入井一定范围内应无煤矿、其他地下开采矿井。	铁山坡气田生产气井在飞仙关段固井质量均合格,黄金1井周边1km范围内无煤矿或其他地下开采矿井。	满足
7	拟选的注入井应进行饮用水水源调查,满足HJ/T338的要求。	根据环境水文地质调查,回注井所在水文地质单元内无集中式饮用水源及保护区,周边居民用水为铁山坡溪沟水。回注井下游及周边仅涉及到4口地下水井,为居民备用井。	满足
8	套管技术状况合格,按SY/T5467的要求进行套管试压,生产套管应能够承受设计注入压力。	套管在试压期间试压53.0Mpa,稳压30分钟,无压降,表明管内套管无泄漏现象。黄金1井设计回注压力30Mpa,生产套管能够承受设计注入压力。	满足
9	表层套管、技术套管、生产套管固井水泥应返至地面,固井质量合格。	黄金1井为4层套管,各套管间水泥均返至地面,黄金1井测井评价固井质量为合格。	满足
10	注入层以上生产套管应有可有效封隔注入层流体的连续厚度大于25m的优质固井井段。	根据黄金1井井身结构图,回注层以上生产套管有连续厚度大于25米的优质固井段。	满足
11	井口装置结构完整、密封良好,压力级别高于注入压力,材质满足防腐要求。	井口装置结构完整、密封良好,本项目设计回注压力30Mpa,井口压力级别为45MPa,使用设备均满足防腐要求。	满足
12	完井宜采用套管内封隔器+环空加注保护液的完井方式。	根据设计要求,黄金1井在回注前将进行修井,并达到封隔器验封合格,该井二次完井后,井筒下入完井封隔器,并注环空保护液保护套管。	满足
13	新选取注入井或注入层应开展试注工作,求取相关注水参数。	本项目尚未开展试注工作,本项目目前利用邻区黄龙2井和七里025-U1结合本区已有气井坡4井取得的注水参数。	/
14	注入前应对注入水进行处理,保证能注入注入层。	本项目在净化厂设置气田水处理区,对回注的气田水进行预处理,达到《气田水回注技术规范》(QSY01004-2016)相应标准后方可回注。	满足
15	当不同水源的水混合注入时,应首先进行室内评价,证实其相互之间以及与地层水之间配伍性好,对注入层无伤害。	黄金1井仅回注铁山坡气田产生的气田水,且气田水来自飞仙关组,属同层水,因此,回注水与地层水配伍性好,对注入层无伤害。	满足

9.9 环保投资估算

本项目总投资约***亿元,本项目根据所采取的环保措施估算该工程的环境保护投资,其中包括施工期和运营期预防、治理污染有关的建设工程、环保措施等,估算见表 9.9-1,环保投资最终以施工设计为准。本工程的环保措施投资费用约***万元,环保措施投资占工程总投资费用的 5.1%。详细内容见表 9.9-1 所示。

9.9-1 项目环保投资及估算表

环境要素	项目阶段	采取的措施		环保投资 (万元)
废气	施工期	测试放喷系统		***
	运营期	内部集输	***	***
		天然气净化厂	***	***
废水	施工期	钻井	***	***
	运营期	内部集输	***	***
		天然气净化厂	***	***
生态保护 与恢复	施工期及 运营期	青苗补偿、林木砍伐补偿		***
		森林植被恢复		***
		井场临时占地的生态恢复		***
废渣	施工期	井场场地、岩屑池等防渗处理等		***
		钻井岩屑及废弃泥浆、建筑垃圾、生活垃圾处置		***
	运营期	危废暂存间		***
		生活垃圾依托罗文镇生活垃圾处理设施		***
噪声	施工期	设备隔声减振		***
	运营期	天然气净化厂消声器、隔声泵房、隔声墙等		***
环境风险	施工期及 运营期	设应急池、社区报警系统、新建及维修应急疏散道路， 配备应急物资等。		***
管理、监测 及监理	施工期	环境监理		***
	施工期及 运营期	HSE 体系建设		***
	运营期	净化厂烟气自动监测设备		***
	运营期	环境监测（土壤、水质和噪声）		***
合计				***

10 环境管理与监测计划

10.1 施工期环境监测

施工期环境监测计划见表 10.1-1。

表 10.1-1 施工期环境监测计划

类别	监测对象	监测点位	监测项目	频次
废气	测试放喷废气	放喷口最近居民点处	H ₂ S、SO ₂	放喷作业时开始监测，监测一次值或小时均值
噪声	环境敏感点噪声	各钻井井场外敏感点噪声	等效连续 A 声级	钻井中 1 次，连续监测两天，昼、夜间各 1 次
土壤	井场、天然气净化厂	井场、天然气净化厂周边耕地	土壤含盐量（SSC）、硫酸盐、石油烃	每 5 年内开展 1 次

10.2 运营期环境监测

10.2.1 污染型环境因子监测计划

运营期水、废气和噪声环境监测计划见表 10.2-2。

表 10.2-2 运营期环境监测计划

类别	监测对象	监测点位	监测项目	频次
水	气田水	气田水处理装置进口、出口	pH、石油类、硫化物、悬浮物、色度、粒度、化学需氧量、氨氮、水温	1 次/季
	回用水	天然气净化厂循环水装置进口	pH、石油类、硫化物、悬浮物、化学需氧量、氨氮、生化需氧量、总硬度	1 次/季
	地下水	天然气净化厂下游布设 3 口，在 1 号、2 号、4 号、5 号井场布设 1 口，在回注井下游布设 1 口，在气田水回注管线沿线布设 1 口监测井	氯离子、耗氧量、石油类、硫化物	1 次/年
废气	天然气净化厂	尾气烟囱	流量、流速、二氧化硫、氮氧化物、烟温	在线监测
		锅炉烟囱	流量、流速、二氧化硫、氮氧化物、烟温	在线监测
		厂界监控点	H ₂ S、非甲烷总烃	1 次/年
噪声	井场、集气站、天然气净化厂	井场、集气站和天然气净化厂厂界及敏感点	等效连续 A 声级	1 次/年，连续监测两天，昼、夜间间隔 1 次

10.2.2 生态环境监测计划

一、监测目的

工程的建设不可避免地对区域内生态环境产生干扰，为了科学评估工程建设对区域内陆生生态的影响，需要在工程施工期和运行期对工程可能影响的区域的植物多样性、植被、动物多样性、生态系统等进行监测，以及时反映陆生生态的变化情况，为进一步减缓工程建设对区域的影响，实时优化或调整保护方案提供科学依据。

二、监测内容

- 1) 线型工程作业带植被恢复情况，包括植被覆盖率及物种多样性；
- 2) 净化厂、井站周围两栖爬行动物、鸟兽的种类及数量；
- 3) 净化厂周边植物含硫量监测；
- 4) 气田区域景观格局变化。

三、监测时间

建议运行后的每 3~5 年开展 1 次调查，每次调查时间应考虑植物生长和景观变化的季节性与鸟类的迁徙性等因素。

10.3 应急监测

施工期主要存在井喷失控、井漏等重大事故风险；运营期主要存在输气管道破裂、井场泄漏、天然气净化厂泄漏等风险。风险事故后果包括 H₂S 泄漏、SO₂ 泄漏、火灾、爆炸或重大环境污染等，因此在发生事故时应当进行应急监测。

应急监测包括污染纠纷的监测和污染事故的应急监测。工程施工单位未落实环保措施而发生污染事故或公众举报与投诉，以及风险事故发生时，应组织该项目的环境监测部门、承包商或可利用的应急资源开展现场监测，并通知当地环保部门赴事故现场进行调查，做到及时提供事故监测分析报告，以便及时做出整改并采取补救措施，使事故造成的不良环境影响降至最低。

应急监测方案根据事故性质、事故影响大小等具体情况，监测大气、土壤、地表水、地下水等，并以监测报告的形式上报主管部门。

11 总量控制和碳排放

11.1 污染物总量控制指标

11.1.1 污染物总量控制指标建议

根据本工程的“三废”排放特点及“十三五”期间全国实行排放总量控制的目标，结合“十四五”规划中对挥发性有机物的重视，本工程总量控制因子如下：

大气污染物：二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物。

本项目正常工况下大气污染的有组织排放源主要为天然气净化厂的锅炉烟囱和尾气处理排气筒，主要污染物为 NO_x 和 SO_2 ，无组织逸散少量挥发性有机物（以非甲烷总烃计）。本工程天然气净化厂设计规模 $400 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，年运行时间 8000h。

一、二氧化硫

（1）尾气烟囱

本工程硫磺回收装置规模为 $827 \text{t}/\text{d}$ ，根据《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020），尾气烟囱执行的二氧化硫排放浓度限值为 $400 \text{mg}/\text{m}^3$ 。另根据设计单位提供的正常工况下尾气烟囱烟气量，计算而得尾气烟囱排放的二氧化硫总量见下表。

表 11.1-1 尾气烟囱外排二氧化硫计算

排放因子	数量（列）	单列烟气量（ m^3/h ）	排放浓度限值（ mg/m^3 ）	外排量（ t/a ）
SO_2	***	***	***	391.4

（2）锅炉烟囱

工程供热单元为燃气锅炉， $30 \text{t}/\text{h}$ ，两用一备。

燃气锅炉二氧化硫排放浓度低于《锅炉大气污染物排放标准》GB13271-2014 中新建锅炉大气污染物排放限值，详见下表。

表 11.1-2 锅炉烟囱外排二氧化硫计算

排放因子	数量（列）	烟气量（ Nm^3/h ）	排放浓度（ mg/m^3 ）	外排量（ t/a ）
SO_2	***	***	***	7.3

(3) 小结

总上计算，尾气烟囱的二氧化硫排放量为 391.4t/a，锅炉的二氧化硫排放量为 7.3t/a，总计二氧化硫排放量为 398.7t/a。

二、氮氧化物

本项目排放的氮氧化物主要为燃烧净化气产生，废气排放源为井场的火炬长明火、水套炉和净化厂的尾气烟囱、锅炉烟囱和火炬长明火。其中，尾气烟囱排放氮氧化物浓度类比同地区普光净化厂和罗家寨净化厂（南坝净化厂）的尾气烟囱在线监测数据（约 65mg/m³），锅炉烟囱氮氧化物排放根据低氮燃烧器设计值（80mg/m³）进行计算，计算参数详见下表。

表 11.1-3 氮氧化物产生量计算

序号	排放源	烟气量 Nm ³ /h	氮氧化物排 放浓度 (mg/m ³)	氮氧化物排 放速率 (kg/h)	年排放 小时数 (h)	数量 (列)	年外排 量 (t/a)
1	尾气烟囱	***	***	***	***	***	63.68
2	锅炉烟囱	***	***	***	***	***	29.28
3	净化厂火炬	***	***	***	***	***	1.6
4	井场火炬	***	***	***	***	***	1.6
5	水套炉	***	***	***	***	***	3.2
合计							99.36

三、挥发性有机物

本工程工艺过程无组织泄漏少量挥发性有机物，化石燃料（天然气）中不完全燃烧产生少量 VOC_s。无组织泄漏排放源根据西南油气田公司近 10 年内统计的平均泄漏 1×10⁻⁵ 进行计算，化石燃料排放系数根据《大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南》进行计算，结果如下：

表 11.1-4 挥发性有机物排放量计算

类别	排放系数	单位	工程参数	排放量
无组织泄漏	***	产品规模	***	10.1
化石燃料燃烧	***	g/m ³ 天然气	***	8.6
合计				18.7

由此，本工程挥发性有机物的排放量为 18.7t/a。

四、结论

根据上述计算，结合本工程技术先进性，本项目申请二氧化硫总量为 398.7 吨/年，

氮氧化物总量为 99.36 吨/年，挥发性有机物总量为 18.7 吨/年。

11.1.2 污染物总量控制指标来源

根据《达州市生态环境局关于中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司川东北气矿铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目主要大气污染物总量指标初审意见的报告》（达市环[2021]112 号），本工程申请的二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机物总量控制指标均得到落实。

一、二氧化硫

本工程二氧化硫总量指标来源于中石油西南油气田分公司下属渠县净化分厂停运后释放的二氧化硫总量，该厂 2020 年 8 月取得的排污许可证（证书编号：915001159028010340005V）载明二氧化硫排放许可量为 408 吨/年，该指标属中石油集团公司内部调剂，不实行削减替代），满足本项目总量需求。

二、氮氧化物

根据省生态环境厅 2020 年度总量减排核算，核定万源市华新水泥（万源）有限公司氮氧化物排放量 519.09 吨，根据万源市人民政府承诺 2022 年 3 月底前督促华新水泥（万源）公司完成氮氧化物超低排放改造，改造完成后预估可减排氮氧化物 229.07 吨，预支其中 198.72 吨作为铁山坡气田项目氮氧化物总量指标来源（达州市实行 2 倍削减替代）。

11.2 碳排放（温室气体核算）

为进一步响应 2021 年重点任务“做好碳达峰、碳中和工作”，实现 2030 年前碳排放达峰、2035 年碳排放达峰后稳中有降、2060 年前碳中和为总体目标，以促进经济绿色低碳可持续发展、引导建设项目履行碳减排义务和建立碳管理机制为目的，结合碳强度考核、碳市场建设、气候投融资、碳汇类生态产品价值实现等政策措施和节能降碳工程技术发展状况，本次评价核算了本建设项目的碳排放。

11.2.1 排放源和气体种类识别

根据《省级温室气体清单编制指南（试行）》和《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》，结合本建设项目工程特点，本项目温室气体主要为二氧化碳（CO₂）和甲烷（CH₄）。

结合本项目工艺特点，本项目碳排放主要排放源为化石燃料气燃烧 CO₂ 排放和净

购入电力隐含的 CO₂ 排放。

11.2.2 温室气体排放总量

11.2.2.1 化石燃料气燃烧 CO₂ 排放

本工程化石燃料燃烧主要为净化天然气燃烧，根据下式进行计算：

$$AE_{\text{工燃}} = \sum (AD_{i\text{燃料}} \times EF_{i\text{燃料}})$$

其中，AD_{燃料}为气体燃料，以 kNm³ 为单位，本工程燃料气系统最大设计量为 ***Nm³/h，由此，本工程 AD_{燃料}=***。

表 11.2-1 化石燃料燃烧碳排放计算参数表

参数	AD _{燃料}	EF _{燃料}
数值	***	***

由此计算得，本项目化石燃料燃烧产生的二氧化碳为每年***吨。

11.2.2.2 净购入电力隐含的 CO₂ 排放

本工程净购入电力隐含的 CO₂ 排放，根据下式进行计算：

$$E_{\text{CO}_2\text{净电}} = AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}}$$

根据初设资料，本工程年电能消耗量为 9086.13×10⁴kWh，合***MWh。

表 11.2-2 化石燃料燃烧碳排放计算参数表

参数	AD _{电力}	EF _{电力}
数值	***	***

由此计算得，本项目净购入电力隐含的 CO₂ 排放为每年***吨。

11.2.2.3 CH₄ 排放

天然气开采过程中逸散少量天然气，其主要成分是甲烷。气田开发过程中天然气的采出、汇集、处理和输送全过程采用密闭工艺流程。本项目中天然气净化厂将开展泄漏检测与修复工作，控制设备与管线组件的泄漏排放。无组织泄漏排放源根据西南油气田公司近 10 年内统计的平均泄漏 1×10⁻⁵ 进行计算，得到甲烷排放量见下表。

表 11.2-3 无组织逸散碳排放计算参数表

原料气设计处理规模（万方/天）	CH ₄ （mol,%）	泄漏率	泄漏量（t/a）	折合 CO ₂ 排放（t/a）
400	***	***	***	***

11.2.2.4 小结

综上，根据计算，本工程二氧化碳排放约为每年***万吨。

12 环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析是环境影响评价的一项重要工作内容，本次评价以项目实施后的环境影响预测与环境质量现状进行比较，从环境影响的正负两方面进行货币化经济损益核算，估算项目环境影响的经济价值。

12.1 正面环境影响经济效益分析

项目运营后，开采的天然气可减少环境空气污染物的排放量，改善环境空气质量。研究表明，以天然气置换煤作燃料，每利用 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 天然气可减少 SO_2 排放量约 1210 t，减少 NO_x 排放量约 1650 t，减少烟尘排放量约 4070 t。本项目运营期 20 年，预计累计产气量为 $170.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ，以此推算，可减少 SO_2 排放量约 206305t，减少 NO_x 排放量约 281325t，减少烟尘排放量约 693935t。

据统计，处理 SO_2 、 NO_x 和烟尘所需费用分别为 1.26 元/kg、1.26 元/kg 和 0.15 元/kg，工程运营期可节约 SO_2 治理费 2.6 亿元，节约 NO_x 治理费 3.5 亿元，节约烟尘治理费 1 亿元，节约 SO_2 、 NO_x 和烟尘治理费总计 7.1 亿元。

可见，工程建成对于加速利用天然气资源，减少污染物排放，具有巨大的环境效益。

12.2 负面环境影响经济损失分析

项目建设势必产生一定的外部环境损失，本项目可量化的外部环境损失仅经济林损失、临时占地施工期农业损失、临时占地运营初期农业损失和永久占地农业损失，可量化的外部环境损失为 4196.7 万元。

表 12.2-1

外部环境损失

损失类型	占用面积	损失量（万元）	损失周期
临时占用林地	45.87hm ²	/	施工结束后恢复
永久占用林地	10.78hm ²	***	开采期
临时占用耕地	84.10hm ²	***	
永久占用耕地农业损失	12.9hm ²	***	开采期
合计		***	***

12.3 小结

本项目运营期产生的正面环境影响经济效益为***亿元,项目建设产生的负面环境影响经济损失约***亿元,工程可衡量的环境损失远远小于项目运营期带来的环境效益和。

13 环境影响评价结论

13.1 项目相关政策、规划符合性

(1) 产业政策

本项目系天然气勘探开发中的天然气开发工程，项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》规定鼓励发展类产业项目中的第七条第一款（常规石油、天然气勘探与开采），因此本项目建设符合国家产业政策。

(2) 环保政策

四川盆地铁山坡气田飞仙关组气藏开发产能建设项目与区域内自然保护区、地质公园、风景名胜区、乡镇集中饮用水源地等环境敏感区空间不重叠，本项目不在禁止开发区等重点保护区范围内。本项目与《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》（环办环评函〔2019〕910 号）、《石油天然气开采业污染防治技术政策》（国家环保部公告 2012 年第 18 号，2012-03-07 实施）等相关政策相符合。

(3) 相关规划

本项目属于天然气开发建设项目，符合《国家发展改革委关于印发石油天然气发展“十三五”规划的通知》（发改能源〔2016〕2743 号）、《四川省“十三五”能源发展规划》等规划相关要求。

本项目所涉及的主体工程不在当地乡镇规划区域内，不涉及城镇建设用地，各单项工程所在地均为农村地区，项目不违背当地规划要求，与区域总体规划相容。

(3) “三线一单”

本项目为天然气开发项目，不属于《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，制定生态环境准入清单，实施生态环境分区管控的通知》（川府发〔2020〕9 号）中所列的建材、家具、电子信息、装备制造、先进材料、食品饮料、生物医药等行业，项目所在地生态环境良好，无突出环境问题，因此，项目的建设未在生态保护红线范围内，满足《四川省人民政府关于落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，制定生态环境准入清单，实施生态环境分区管控的通知》（川府发〔2020〕9 号）中的生态环境管控要求。

13.2 环境现状评价结论

13.2.1 大气环境现状

通过现状监测分析，本工程环境空气基本因子、工程特征污染因子的环境现状均达标。

13.2.2 地表水环境现状

中河、沉水河和后河 10 个监测断面位各水质因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类标准。

13.2.3 地下水现状

根据地下水质量现状检测结果，区域地下水主要超标因子为铁、锰、细菌总数，少数点位存在耗氧量、氨氮轻微超标。区内无大型工矿企业和污染企业，主要受原生地质环境、农村生活污染、地下水水质波动的影响。

13.2.4 声环境现状

通过对项目拟实施区域噪声进行监测，结果表明区域现状值均达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

13.2.5 生态环境现状

一、植被类型

评价区位于四川盆地东北大巴山南麓，地貌类型主要由低山和丘陵组成，属中国亚热带常绿阔叶林区—川东盆地及川西南山地常绿阔叶林地带—川东盆地偏湿性常绿阔叶林亚地带和盆地底部丘陵低山植被地区之下的川东平行岭谷植被小区北部和川北深丘植被小区东部的结合过渡部位。区内以亚热带植被类型为特点，植被次生性强，植被水平分布格局简单，垂直变化不明显。人为影响较强烈，农业产生水平一般；评价区内共有自然植被植被型 6 种，群系组 9 种，群系 13 种。

二、野生植物及古树名木

评价范围合计有维管束植物 281 种，隶属于 111 科，240 属，以双子叶植物种类最丰富，经调查，评价区内资源植物种类较多，均呈零星分布，未发现集中分布、可供开发利用的植物资源，也未发现野生的国家重点保护野生植物分布，井站、净化厂及可达的管道施工作业带占地（含永久和临时）范围未见到有名木古树分布。

三、野生动物

评价范围内主要分布陆生脊椎动物 45 科 60 属 62 种，其中国家 II 级重点保护动物有 2 种，四川省的省级保护动物有 4 种，列入《中国生物多样性红色名录》的濒危(EN)2 种、易危(VU)4 种、近危(NT)4 种，列入国家“三有”名录的动物 41 种。

本项目外输管道穿越的中河水域评价范围鱼类主要为经济鱼，共 16 种，隶属于 7 科 15 属。现场现场及咨询当地居民，外输管道穿越的中河断面附近水域没有发现有国家级或省重点保护野生鱼类分布。

四、景观现状

斑块数量排序是：森林>农田>聚落>灌草丛>水体；斑块面积排序是：森林>农田>灌草丛>水体>聚落。森林是评价区内主要的景观斑块，其次为农田。景观优势度值的排序为：森林>农田>聚落>灌草丛>水体，森林生态系统类型斑块在评价区占优势，斑块分布最广，面积最大。根据景观生态质量等级排序原则，质量等级为“中”以上的斑块面积仅占评价区面积的 63.36%，反映出评价区受到较强人类活动干扰不强烈，景观生态质量较高。

13.2.6 土壤环境现状

项目井场（井站）、天然气净化厂拟建地土壤类型为紫色土。本次土壤环境评价范围内，除本项目拟建工程外，无其他污染性工矿企业分布。评价范围土壤环境满足相应质量标准。

13.3 环境影响预测结论

13.3.1 大气环境影响预测

经 AERMOD 预测，项目正常运行条件下，本工程环境空气保护目标和网格点的主要污染物（SO₂、NO_x、PM₁₀、PM_{2.5}、VOC_s、H₂S）的短期浓度和长期浓度贡献值均达到 GB3095 的二级标准限值。

叠加环境质量现状浓度后，环境空气保护目标和网格点主要污染物（SO₂、NO_x、VOC_s、H₂S、PM₁₀、PM_{2.5}）的保证率日平均质量浓度和年均质量浓度均达标。

13.3.2 地表水环境影响分析

本工程钻井废水、气田水经过处理达到回注水水质要求后回注，并采取相关的回

注风险防控措施后，对地表水环境无影响。

天然气净化厂脱硫单元、脱水单元、空氮站、分析化验室产生的生产废水、生活污水、检修废水及事故废水等进入生化污水处理装置进行处理，处理达标后回用于循环系统补充水、厂区绿化及冲洗用水，不外排。天然气净化厂硫磺回收装置、尾气处理装置、锅炉房排出的生产废水、循环水系统排水经综合污水深度处理单元（一级絮凝软化、UF 超滤、一级 RO 反渗透）处理后作为循环冷却水及锅炉补充水，不外排，对地表水环境影响可接受。

13.3.3 地下水的影响

本项目在落实防渗分区、加强防渗设计、地下水跟踪监测，做好风险事故应急响应机制等各项地下水污染防治措施的基础上，对当地地下水环境影响较小，从地下水环境保护角度，本项目影响可接受。

13.3.4 声环境影响预测

正常工况下，各井站、回注站厂界噪声均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准；净化厂的夜间北侧厂界噪声超过《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准限值，建议在超标段厂界内侧 0.5m 的地面设置长 186m，高 2m，面积约为 372m² 的声屏障，采取声屏障措施后，净化厂各厂界噪声均能达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类声环境功能区类别标准。

在采取工程设计和本次环评提出的噪声防治措施后，各井站、回注站、净化厂厂界噪声均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准；各站场周边敏感点昼夜间噪声均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

工程运营期内非正常工况下，放空点周围 300m 处的放空噪声超过 2 类声环境功能区夜间噪声标准值。但是由于放空时间较短，一般控制在每次 30min 以内，因此，放空噪声对周围居民的影响时间较短。建议建设单位采取与受影响的居民协商、安排临时撤离等措施。采取该措施后，放空噪声影响可接受。

13.3.5 生态环境影响分析

一、对土地利用现状的影响

井站、天然气净化厂等永久占地工程设施会永久占用部分土地，占地类型以耕地为主。经统计，永久占地面积占评价区总面积 1.5‰，只是在小范围内改变这些占用的土地利用类型，不会改变评价区总体的土地利用现状。

临时性占地土地利用改变是短期的、可逆的，随着工程结束，逐渐恢复原有土地利用类型和面积，不会对土地资源和利用现状产生影响。

二、对植被和植物的影响

农业植被受本项目建设影响面积较大，占评价区该类型植被面积的 1.41%；其次为森林植被，占评价区该类型植被面积的 0.58%。根据现场调查，井站、天然气净化厂等永久性设施占地范围为栽培作物、马尾松人工林等人工植被，这些长期经人工经营管理形成的植被类型，生产力和生物量并不高，生物多样性简单，损失的物种也是广泛分布的物种。管道敷设还会破坏一定面积马尾松林、青冈林及落叶栎类混交林，但这些植被类型在评价区以及项目所在的整个大区域内都是广泛分布的植被类型，施工期占用或者破坏后只是造成一定面积的减少和物种数量上的降低，不会造成某种植被类型消失。

工程项目在施工期对植物及其生境的影响使原来就较为单一的植物类群结构将进一步简化，主要影响一些类群个体数量减少，受影响的植物种类多为广布种或人工植被中的栽培植物。这些植物在评价区内外的许多地方都有分布，不会造成这些植物种类的灭绝和消失，仅仅是某些植物类群的个体数量有所减少，不可能发生某种植物区系成分的丧失或者消亡。

三、对重点保护植物和古树名木的影响

资料收集及现场调查，评价范围内没有发现有国家重点保护野生植物分布。井场（站）、净化厂等站场（厂）永久占地区，经调查确认无重点保护野生植物分布。因此本项目建设对重点保护野生植物产生不利影响可能性极小。项目站场（厂）占地区等直接占地影响区没有发现有挂牌的古树名木分布，因此站场（厂）占地区建设不会对古树名木产生不利影响。

四、对野生动物的影响

本项目对野生植物影响较大的主要是施工期，运行期基本不会对野生动物产生影响。施工期，场站占地、管沟的开挖都需要占用土地资源，其中森林植被的破坏，会减少一些动物的栖息地。此外，施工期产生的噪声也会对动物造成一定的干扰。但评价范围野生动物在施工区周围亦有替代生境，它们可以向周围相似生境转移。此外工

程施工活动又具有暂时性和短期性的特点。因此，工程施工动物的影响只是暂时的，会随着施工的结束而消失，不会对这些物种的生存、繁衍构成威胁。

五、对景观的影响

项目建成后评价范围优势度值的排序依然为：森林>农田>聚落>灌草丛>水体，各斑块优势度在项目建设前后变化很小。可见，项目建设对评价范围现状生态系统的完整性及其结构与功能影响非常小。

13.3.6 土壤环境影响预测

施工期和运营期，站场占地范围内评价因子预测值低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地筛选值，建设项目土壤环境影响可接受。

13.3.7 环境风险影响预测

模拟计算了净化厂设备泄漏、管道泄漏、井喷、井喷失控点火等四种情形，结果表明：净化厂塔器泄漏的最远影响距离为 2.97km，原料气管道泄漏的最远影响距离为 3.15km，井喷的最远影响距离为 2.87km，井喷失控并点火 4 小时后的最远影响距离为 6.03km。

净化厂设备泄漏、井喷及井喷失控点火 4 小时等事故情形下，各关心点的硫化氢浓度均不会超过毒性终点浓度 2；原料气管道泄漏的情形下，关心点的硫化氢浓度将超过毒性终点浓度 2，但持续时间均不会超过 60 分钟（秧田沟毒性终点浓度 2 持续时间超过 60 分钟，但位于 2 井站-净化厂管线东侧 108m 处，工程拟拆迁）。

13.3.8 固体废弃物

本工程产生的废有机溶剂、污泥、废催化剂、废活性炭、废滤芯和废油等均为危险废物，均交由具有相应处理资质的单位处理；钻井产生的废水基泥浆及岩屑进行资源化利用，废油基岩屑交有资质的单位处置；清管废渣等一般工业固废送地方一般工业固废堆放场处置；结晶工业盐、污泥等进行固废属性鉴定，目前按照危废进行管理和处置，若鉴定其为危险废物，交由具有相应资质的单位处理；生活垃圾依托当地环卫部门清运处理。因此本工程固体废物均得到了妥善的处置，对环境影响较小。

13.4 总量控制和碳排放

根据本工程开发特点，本项目申请二氧化硫总量为 398.7 吨/年，氮氧化物总量为 99.36 吨/年，挥发性有机物总量为 18.7 吨/年。

经核算，本工程二氧化碳排放约为每年 31 万吨。

13.5 公众意见调查

本项目公众意见调查采用网上公示、登报公示、张贴告示形式进行。公示公告期间未收到反对项目建设的反馈意见。

13.6 环保措施论证

(1) 天然气净化厂采用 100m 的烟囱对尾气，对大气环境影响较小，措施可行。站场放空管放空检修、清管及系统超压时排放的少量天然气，排放的废气对大气环境影响较小。大气环境保护措施具有经济技术可行性。

(2) 本工程净化厂生产废水、检修废水和生活污水经过污水生化处理系统、综合深度处理系统处理后全部回用，不能回用的部分蒸发结晶，废水不外排。气田水经过气田水处理系统处理后达到回注水水质要求后进行回注，工程选择的回注井层位合理，措施得当，对浅层地下水影响很小。水污染防治措施合理可行。

(3) 本项目按照地下水环评导则的相关规定，地下水污染防治措施按照“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应”相结合的原则，从污染物的产生、入渗、扩散、应急响应全方位进行控制。地下水水污染防治措施合理可行。

(4) 各井站、回注站和天然气净化厂在采取工程设计和本次环评提出的噪声防治措施后，厂界噪声能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准的要求（昼间 60dB，夜间 50dB）。因此，正常运行情况下，声环境污染防治措施合理可行。

(5) 本工程产生的废有机溶剂、污泥、废催化剂、废活性炭、废滤芯和废油等均为危险废物，均交由具有相应处理资质的单位处理；钻井产生的废水基泥浆及岩屑进行资源化利用，废油基岩屑交有资质的单位处置；清管废渣等一般工业固废送地方一般工业固废堆放场处置；结晶工业盐、污泥等进行固废属性鉴定，目前按照危废进行管理和处置，若鉴定其为危险废物，交由具有相应资质的单位处理；生活垃圾依托当

地环卫部门清运处理。因此本工程固体废物均得到了妥善的处置，对环境的影响较小。

(6) 生态保护与恢复以及水土保持措施能有效保护项目区的生态环境。因此，本工程所采用各项措施都有较强的针对性，能够满足环保要求。

(7) 项目为高含硫天然气开采项目，包括井喷后硫化氢泄漏及扩散、采气期间设备泄漏后硫化氢扩散等风险，项目在严格落实钻井井控措施、硫化氢防范措施、水环境防范措施，严格落实应急预案、加强应急演练等基础上，风险可控。

13.7 对环境保护目标的影响

本项目的环境保护目标主要为罗文镇、项目地面设施附近的学校、散居农户，以及项目区域范围生态环境等。为保护这些目标，主要采取以下三个方面措施：一是施工及正常生产时，落实本报告提出的各项环保措施后，外排污染物不会对保护目标造成影响；二是如果发生井喷及管道泄漏，将会对周围居民造成大的影响，但按报告书的相关要求进行风险防范后，本工程对环境保护目标的影响属可接受的范围。

13.8 综合评价结论

本工程属于国家鼓励发展类产业项目，符合国家产业政策。工程选址与选线符合当地总体发展规划和环境功能区划的要求。在严格落实工程设计与本报告书提出的各项环境保护措施、环境风险防范措施和应急预案后，项目建设的环境影响可接受。从环境保护角度分析，该工程的建设是可行的。