

核技术利用建设项目

工业 X 射线探伤房新建项目

环境影响报告表

(公示本)



优普能源技术有限公司

2020 年 2 月

生态环境部监制

目 录

表 1：项目基本情况.....	2
表 2：放射源.....	13
表 3：非密封放射性物质.....	13
表 4：射线装置.....	14
表 6：评价依据.....	16
表 7：保护目标与评价标准.....	19
表 8：环境质量和辐射现状.....	22
表 9：项目工程分析与源项.....	26
表 10：辐射安全与防护.....	30
表 11：环境影响分析.....	37
表 12：辐射安全管理.....	46
表 13：结论与建议.....	50
表 14：审批.....	55

附图

附图 1：项目地理位置图；

附图 2：厂房平面布置图；

附图 3：防护铅房设计图。

附件

附件 1：环境影响评价委托书；

附件 2：成都经开区生态环境局《关于优普能源技术有限公司建设项目环境影响报告表的批复》（龙环承诺环评审[2019]101 号）；

附件 3：《工业 X 射线探伤房新建项目辐射环境监测报告》（中辐环监 [2019] 第 RM0134 号）；

附件 4：培训承诺说明；

附件 5：《优普能源技术有限公司关于成立放射防护管理领导小组的通知》（优普发〔2019〕001 号）；

附件 6：X 射线探伤机参数情况确认说明；

附件 7：无损检测委托合同。

表 1：项目基本情况

建设项目名称		优普能源技术有限公司工业 X 射线探伤房新建项目				
建设单位		优普能源技术有限公司				
法人代表	张昀	联系人	张敏超	联系电话	13882262825	
注册地址	四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）经开区南三路 117 号 成都昊浩投资管理有限公司 10 号厂房 101					
项目建设地点	四川省成都经济技术开发区经开区南三路 117 号成都昊浩投资管理有限公司 10 号厂房 101 厂房					
立项审批部门	/		批准文号	/		
建设项目总投资(万元)	200	项目环保投资(万元)	74.1	投资比例(环保投资/总投资)	37.1%	
项目性质	☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积(m ²)	46.8	
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类			
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类			
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类			
	其他					
	项目概述 一、概况 1、建设单位简介 优普能源技术有限公司（以下简称“建设单位”）成立于 2019 年 7 月，主要从事压缩、液化天然气加气站、加氢站及环保设备的设					

计、开发、制造、销售、租赁、维修和安全等。建设单位投资 6000 万元租赁成都昊浩投资管理有限公司 10 号现有厂房从事加气机及泵撬设备生产，该厂房总建筑面积 1152m²。成都昊浩投资管理有限公司已修建企业生产厂房及相关配套设施包括，总建筑面积 30344.92m²，该厂房于 2016 年 7 月 28 日取得环境影响报告表批复（龙环审批[2016]复字 177 号）。优普能源技术有限公司于 2019 年 9 月 19 日取得成都经开区生态环境局厂房内建设项目的环评批复（龙环承诺环评审[2019]101 号）。

2、项目由来

建设单位为确保后期产品生产质量，提高产品合格率，拟将在租赁的厂房内开展工业 X 射线探伤，并新建整体式探伤铅房 1 座，配套使用 1 台 XXG-2005 型便携式定向探伤机，属于Ⅱ类射线装置。

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置防护条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，建设单位须对该项目进行环境影响评价。同时，根据中华人民共和国生态环境部 1 号令《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》和中华人民共和国环境保护部第 44 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》，本项目涉及使用“Ⅱ类射线装置”，应编制环境影响

报告表。因此，优普能源技术有限公司委托核工业二七〇研究所开展环境影响评价工作（附件 1）。我单位接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《优普能源技术有限公司工业 X 射线探伤房新建项目环境影响报告表》。

3、环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取生态环境生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据国家环境保护部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告表的全本信息；各级生态环境主管部门在受理建设项目环境影响评价报告表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。

根据以上要求，建设单位于 2019 年 12 月 25 日~2020 年 1 月 25 日，在环评互联网论坛上对该项目进行了全文公示（<https://www.eiabbs.net/thread-245201-1-1.html>），以征求公众意见。截止目前，建设单位及评价单位未收到任何信息反馈。公示网站截图如下：



图 1-1 本项目全文公示截图

二、项目概况

1、建设规模

本项目 X 射线探伤铅房位于四川省成都经济技术开发区经开区南三路 117 号成都昊浩投资管理有限公司 10 号厂房 101 厂房内，该探伤铅房采用山东诚信辐射防护器材有限公司设计的整体式铅房进行屏蔽，建筑面积为 8.0m²，长 2.85m×宽 2.80m×高 2.85m，铅门和铅房四周及顶部均采用 8mm 钢板+13mm 厚铅板+8mm 钢板作为防护层（14mm 铅当量），铅房内配置使用 1 台管电压为 200kV，管电流为 5mA 的 XXG-2005 型便携式定向探伤机，属于 II 类射线装置，年曝光时间 11.8h。本项目探伤对象为各种工业金属制品，本项目不涉及

野外、室外探伤。本项目不涉及洗片和评片，其工作由建设单位委托成都华光无损检测有限公司负责，本项目不设置评片室和洗片室。本项目的建设内容见表 1-1。

表 1-1 项目建设内容表

装置名称	射线装置类别	数量（台）	工作场所名称	活动种类	备注
XXG-2005 型便携式定向探伤机	II 类	1 台	探伤铅房	使用	新增

2、项目组成及主要环境问题

具体项目组成及主要的环境问题见表 1-2。

表 1-2 项目组成及主要的环境问题表

名 称	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
			施工期	营运期
主体工程	探伤铅房	铅房建筑面积 8.0m²，铅门和铅房四周及顶部均采用 8mm 钢板+13mm 厚铅板+8mm 钢板作为防护层(14mm 铅当量)，铅房内配置使用 1 台管电压为 200kV，管电流为 5mA 的 XXG-2005 型便携式定向探伤机，属于 II 类射线装置，年曝光时间约 11.8h。	施 工 噪 声、施工 废渣、施 工废水等	X 射线、臭氧、噪声
辅助工程	操作区	建筑面积约 10m²		/
公用工程	通风、配电、供电和通讯系统等，生活废水依托成都昊浩投资管理有限公司 50m³/d 预处理池处理后，随园区污水管网进入芦溪河污水处理厂；生活垃圾直接依托园区内已有垃圾桶和垃圾中转站进行收集处理。			/
办公及生活设施	办公用房（依托主体工程）			生活废水，生活垃圾

3、主要设备配置及主要技术参数

本项目主要的设备配置见表 1-3。

表 1-3 主要设备配置及主要技术参数

型 号		XXG-2005
生产厂家		丹东
输出	最大管电压（kV）	200
	最大管电流（mA）	5

	辐射角	40°×40°
最大穿透	厚度钢 A3	50mm
	过滤片	2mmAl
	照射方式	定向探伤机

4、工作人员及工作制度

（1）工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

（2）人员配置：本项目拟新增辐射从业人员 2 人。

5、产业政策符合性

项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》相关规定，属于该指导目录中允许类第三十一项“科技服务”中第 1 条“质量检测服务”，符合国家当前的产业政策。

三、项目选址、外环境关系、布局合理性及实践正当性分析

1、项目选址合理性分析

本项目位于四川省成都经济技术开发区经开区南三路 117 号成都昊浩投资管理有限公司 10 号厂房 101 厂房内，周围均属于工业区。本项目探伤铅房位于优普能源技术有限公司内，该公司厂房东北侧 5m 为麦德森啤酒设备有限公司，东南侧约 15m 为信鑫交通设备有限公司，南侧约 23m 为望江印刷厂，西南侧约 16m 为工业园区办公楼，西北侧为空厂房，西北侧约 25m 为车城东二路，距离公司厂房最近三盛都会城居民小区为位于东南方向约 2.2km。项目外环境情况见图 1-2。

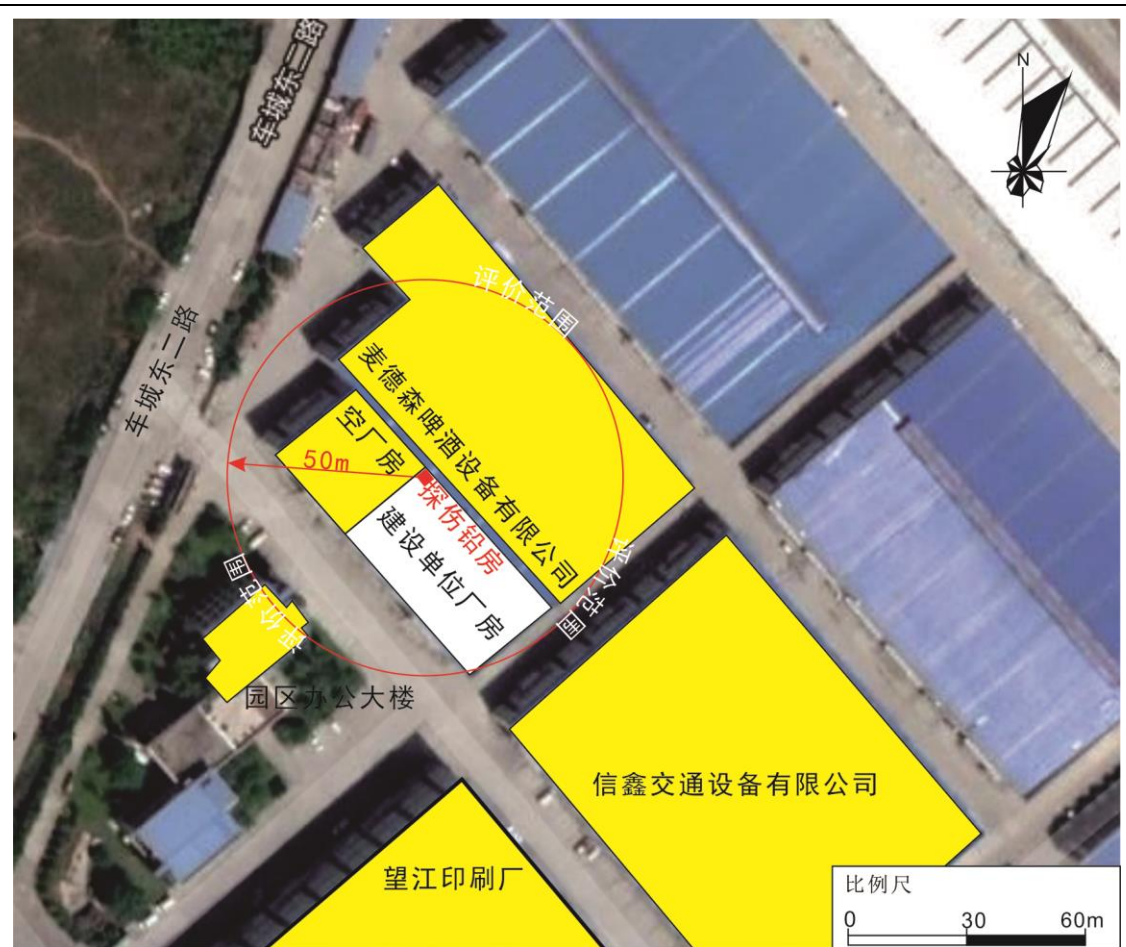


图 1-2 项目外环境关系图

根据现场踏勘，探伤铅房及公司外环境周围无学校、医院、疗养院、集中居住区、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点等制约因素。同时，本项目所在厂区厂房已取得原龙泉市环保保护局“龙环审批[2016]复字 177 号”文批复，建设单位所在厂房整体项目选址合理性已在《优普能源技术有限公司建设项目环境影响报告表》中进行了论述，并取得了成都经开区生态环境局批复（龙环承诺环评审[2019]101 号），本项目仅为整体项目的配套建设项目，不新增用地，且拟建设的辐射工作场所已按照相关规范要求建有良好的实体屏蔽设施和安全防护措施，产生的电离辐射

经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

2、布局合理性分析

本项目 X 射线探伤铅房位于厂房北侧角落，该探伤铅房东南侧 3.2m 为全撬装生产区域；西南侧紧邻高压检测区；西北侧紧邻空厂房，北侧约 5m 为麦德森啤酒设备有限公司厂房，铅房工件大门位于东南侧，便于与生产工艺进行衔接。

本项目 X 射线探伤工作区主要由探伤铅房、操作区，其中探伤操作区布置于东南侧，布局较为紧凑。整个探伤铅房设置避开了公司内部人群较多的办公场所，且于该区域其它非辐射工作人员活动区避开一定距离，整个探伤铅房相对独立，探伤机工作过程产生的 X 射线经屏蔽墙和屏蔽门屏蔽后并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。本项目 X 射线探伤工作区的平面布置既便于探伤各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护。从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

3、与周边环境的相容性分析

项目利用厂房内现有完善的水资源供给系统，生活废水排入市政污水管网，不会对当地水质产生明显影响；本项目产噪设备为风机，声级约为 65dB（A）左右，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。本项目运行阶段产生的电离辐射经铅房有效屏蔽后对周围环

境影响较小，同时本项目建设不占用公司消防通道和内部公共设施，与公司内部原有布置及周围环境相容。

4、实践正当性

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各型金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果，是其它探伤项目无法替代的，由于 X 射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在探伤过程中射线装置的应用可能会给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响，同时射线装置的使用及管理的失误会造成辐射安全事故。

建设单位在开展 X 射线探伤过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。

四、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

1、本项目 X 射线探伤铅房为新建项目，该公司从未从事过任何放射性活动，本次为首次申请辐射安全许可证，不存在原有污染和环

境遗留问题。

2、本项目污水处理依托现有成都昊浩投资管理有限公司 50m³/d 预处理池处理后，随园区污水管网进入芦溪河污水处理厂，最终达标排入芦溪河。

3、本项目生活垃圾直接依托园区内已有垃圾桶和垃圾中转站进行收集处理。

表 2：放射源

序号	核素名称	总活度（Bq） / 活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3：非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4：射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大 能量（MeV）	额定电流（mA）/剂量率 （Gy/h）	用途	工作场所	备注
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗（含 X 射线 CT 诊断）、分析仪器等

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	便携式定向探 伤机	II	1	XXG-2005 型	200kV	5mA	无损检测	10 号厂房 101 厂房内	新增
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(三)中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类 别	数量	型号	最大管电 压（kV）	最大靶电 流（μA）	中子强 度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

表 5：废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素 名称	活度	月排放 量	年排放 总量	排放口 浓度	暂存情况	最终去 向
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6：评价依据

法 规 文 件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日实施）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； (4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院 682 号令）； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）； (6) 《放射性废物安全管理条例》（国务院令第 612 号）； (7) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第 24 次会议通过，2016 年 6 月 1 日实施）； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）； (9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部/国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号）； (10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布，2017 年 12 月 12 日《环境保护部关于修改部分规章的决定》（部令第 47 号）对其进行了修改）；
------------	--

	(11) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》（环境保护部第 44 号令）； (12) 《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境部 1 号令）； (13) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》（环发[2008]13 号）。
技 术 标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (2) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）； (3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）； (4) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）； (5) 《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； (6) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018） (7) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB14583-1993）。
其他	(1) 《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》（第三版）； (2) 《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查

	大纲（2016）>的通知》（川环办发[2016]1400 号）； （3）《关于印发<四川省环境保护厅辐射事故应急响应预案（2015 版）>的通知》（川环发[2015]60 号）。
--	--

表 7：保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用 II 类射线装置，且项目所在场所有实体边界，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围确定为铅房屏蔽体边界外 50m 范围。

保护目标

根据 X 射线探伤铅房拟建地厂房周围的外环境关系、X 射线探伤铅房的平面布局及外环境关系，确定本项目主要环境保护目标为探伤铅房辐射工作人员以及探伤铅房附近的其他厂区工作人员等。

表 7-1 主要环境保护目标

保护名单		人数	位置	距离 X 射线源最近距离
职业	操作区工作人员	2 人	铅房东南侧	1.3m
公众	厂房内优普能源技术有限公司工作人员	约 20 人	铅房东南、东北侧	1.3m
	麦德森啤酒设备有限公司人员	约 20 人	探伤铅房东北侧	5m
	厂房外其他流动人员	流动人员	探伤铅房西北侧	1m
	园区办公人员	约 10 人	探伤铅房西南侧园区办公大楼	49m

评价标准

根据本项目所在位置及项目特点，应执行的环境保护标准如下。

1、环境质量标准

环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；

地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准；

声环境质量执行国家《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 3 类标准。

2、污染物排放标准

废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297—1996）二级标准；

废水：排入设置有二级污水处理厂的城镇排水系统的污水，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；

运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准。

3、剂量约束

（1）职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。本项目要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4 执

行，即职业人员全身剂量约束值为 5mSv/a。

公众照射：第 B1.2.1 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。本项目要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/10 执行，即公众人员全身剂量约束值为 0.1mSv/a。

4、屏蔽体外控制剂量率

探伤铅房屏蔽体外剂量率控制水平根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）有关规定，本项目射线装置使用场所距离探伤室屏蔽体外表面 30cm 外，周围剂量当量率参考控制水平应满足：控制目标值不大于 2.5μSv/h。

表 8：环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目为工业X射线探伤项目，主要的污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。为掌握项目拟建地辐射水平，委托成都中辐环境监测测控技术有限公司对项目拟建地辐射环境进行了监测，由于本项目探伤机未投运，本次为辐射环境本底监测。

一、监测方法与标准

- (1) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；
- (2) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)。

二、监测点位布设

现整体铅房已搬运至厂房内，但未进行设备安装及相应安全设备安装，同时根据现场踏勘，铅房周围评价范围内没有其他电离辐射源，因此周围辐射环境趋于一致。根据本项目各辐射工作场所布置情况，本次选择拟使用的铅房内和铅房外布设监测点位以反映区域辐射环境质量本底状况，其监测点位布设合理。监测点位布设见表 8-1。

表 8-1 监测点位布设表

序号	点位名称	监测因子	备注
1	新建铅房	γ 辐射剂量率	室内
2	西侧新建铅房表面	γ 辐射剂量率	室内
3	北侧新建铅房表面	γ 辐射剂量率	室内
4	东侧新建铅房表面	γ 辐射剂量率	室内

三、监测时间及现场环境状况

2019 年 12 月 10 日，监测人员对项目拟使用的铅房进行了现场

监测，监测时环境温度：16.3℃~16.5℃；环境湿度：55.8%~55.9%；
天气状况：晴。

四、监测仪器

本次监测使用仪器及相关参数见表 8-2。

表 8-2 本项目使用仪器及参数表

监测仪器	监测项目	仪器名称	仪器参数	校准证书编号	校准有效期	校准单位
	X-γ 辐射 剂量 率	加压电离室巡 测仪 (型号：451P) (编号：7469)	1) 能量响应范围： 20keV~2MeV 2) 测 量 范 围： 0.01μSv/h~50mSv/h 3) 校准因子：N-150， C _F =1.23 4) 不确定度：U _{rel} =7%， (k=2)	校准字第 20190700 0307	2019-7-2 至 2020-7-1	中国 测试 技术 研究 院
	温 湿 度	多功能气象仪 (型号：AZ 8909) (编号： 915563) 温度监测部分	1) 测量范围： -20.0℃~50.0℃ 2) 不确定度： U=0.5℃，(k=2)	校准字第 20190700 5474	2019-7-18 至 2020-7-17	中国 测试 技术 研究 院
		多功能气象仪 (型号：AZ 8909) (编号： 915563) 湿度监测部分	1) 测量范围： 5.0%~95.0% 2) 不确定度： U=1.0%，(k=2)	校准字第 20190700 5474	2019-7-18 至 2020-7-17	
	风 速	多功能气象仪 (型号：AZ 8909) (编号： 915563) 风速监测部分	1) 检出上限： 20.0m/s 2) 不确定度： U= (0.6~0.8) m/s， (k=2)	校准字第 20190700 5240	2019-7-16 至 2020-7-15	中国 测试 技术 研究 院

五、质量保证

本次现状监测单位为成都中辐环境监测测控技术有限公司，该公

司具有四川省质量技术监督局颁发的检验检测机构资质认定证书（证书号：172312050418），并在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

（1）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

（2）监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；

（3）监测仪器按规定定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；

（4）监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，确保监测数据的准确性和可比性；

（5）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好；

（6）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

（7）监测报告实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

六、监测结果

本项目辐射工作场所辐射剂量率本底值监测结果见表 8-3。

表 8-3 项目拟建地周围 X- γ 辐射剂量率监测结果

测量点号	测量点位置	平均值 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准差	备注
1	新建铅房	0.09	0.01	/
2	西侧新建铅房表面	0.09	0.01	/
3	北侧新建铅房表面	0.09	0.01	/
4	东侧新建铅房表面	0.10	0.01	/

表 8-3 得出结论：项目拟建地周围 X- γ 辐射剂量率监测范围为

0.09 μ Sv/h ~0.10 μ Sv/h（折算成空气吸收剂量率为 9.0×10^{-8} Gy/h ~
10.0 $\times 10^{-8}$ Gy/h），属于成都市正常辐射水平 7.29×10^{-8} Gy/h ~
16.29 $\times 10^{-8}$ Gy/h（引自：《2017 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部））。

表 9：项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、 施工期工艺分析

本项目建设施工主要是铅房的组装及配套房间的建设，首先根据使用要求进行设计，然后按照设计组织施工，先要组装铅房并修正配套房间，施工完成后对建筑物内部进行必要的装修和设备安装，最后进行竣工验收。在施工过程中有施工噪声、施工废渣、施工废水等，其工艺流程及产污环节如下图所示。

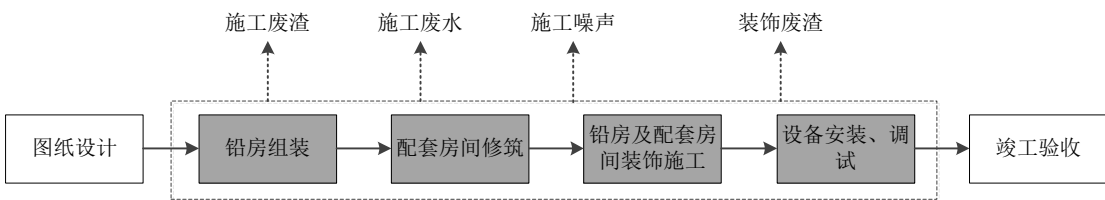


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

二、 营运期工艺分析

1、工作原理

X 射线探伤机的工作原理是 X 射线探伤机通电时通过高压发生器、X 光管产生电子束，电子束撞击靶，产生 X 射线。利用不同物质和不同的物体结构对 X 射线衰减系数不相同。当 X 射线照射工件时，胶片放在工件的底面，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在底片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位。

2、探伤工况及探伤对象

本项目只进行室内探伤，不存在室外、野外探伤的情况。X 射线探伤机的工作通常是间断进行的，探伤对象为 $\Phi 76 \times 4$ 、 $\Phi 57 \times 3.5$ 、

Φ45×3.5、Φ32×3.5、Φ20×2 的不锈钢无缝钢管工件，单次曝光最长拍片时间为 1min，年排片量 710 张，详见表 9-1。

表 9-1 探伤对象表

序号	工件型号（直径×厚度，mm）	单次曝光最长拍片时间（min）	年拍片工件量（件）	年拍片时间（h）
1	Φ76×4	1	50	0.83
2	Φ57×3.5	1	100	1.67
3	Φ45×3.5	1	200	3.33
4	Φ32×3.5	1	260	4.33
5	Φ20×2	1	100	1.67
合计			710	11.8

3、操作流程

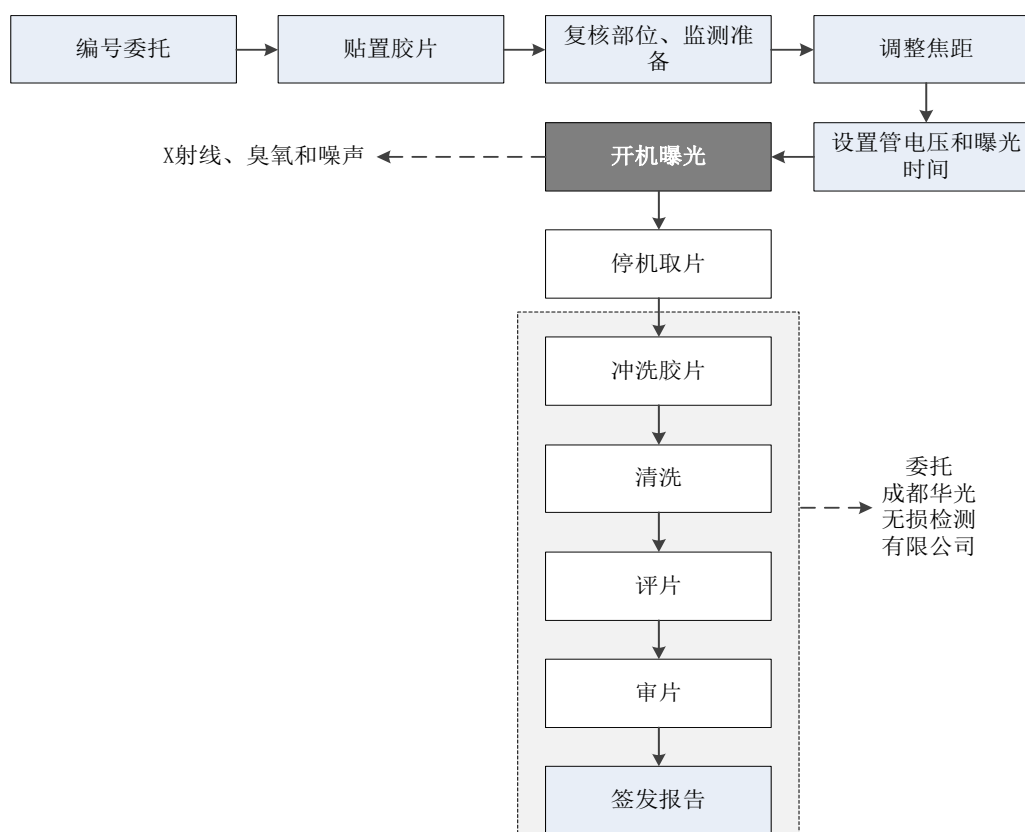


图 9-2 X 射线探伤机工作程序及产污位置图

建设单位接受委托，待操作准备完毕后，对被探伤工件贴置胶片，然后将贴好片胶片的工件送进铅房内，固定位置；然后由最后一个走出铅房的辐射工作人员负责清场并关闭防护铅门，此时门灯联锁、门机联锁、紧急止动装置启动，工作状态指示装置开启。操作人员在操

作区内对探伤机进行远程操作；工作人员根据探伤要求设置曝光管电压和曝光时间，并根据需探伤的具体部位调整焦距；准备就绪后，按键曝光进行探伤，曝光结束后，关闭 X 射线探伤机，然后取下胶片，完成探伤过程。后续胶片冲洗、评片、审片和出具检测报告等工作均由成都华光无损检测有限公司完成。其探伤工序及产污如图 9-2 所示。

污染源项描述

一、电离辐射

X 射线探伤机开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的 X 射线，本项目探伤机最大管电压为 200kV，探伤机过滤片为 2mm 厚的铝，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 查得距离机头 1m 处输出量为 $1.72 \times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot (\text{mA} \cdot \text{h})^{-1}$ ，关机状态不产生辐射。

二、废气

空气在强辐射照射下，使氧分子重新组合产生臭氧，臭氧是强氧化物，能使材料加速老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸。

三、废水

清洗胶片产生的废水由成都华光无损检测有限公司进行处置，本项目不涉及。

四、固体废物

评片过程产生的废胶片由成都华光无损检测有限公司进行处置，本项目不涉及。

五、噪声

探伤铅房风机工作时将产生一定的噪声，其噪声值不超过65dB(A)。

表 10：辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作区域管理

为加强射线装置所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”

根据《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB 22448-2008) 中 4.2 条和 4.3 条之规定，固定工作场所控制区的划分依据为“职业照射人员年平均有效剂量可能为 15mSv 的区域”，监督区的划分依据为“职业照射人员由全身照射所致的年平均有效剂量可能高于 5mSv/a 的区域”。本项目属固定工作场所探伤，探伤铅房控制区和监督区划分如下。

表 10-1 室内探伤“两区”划分与管理

室内探伤	控制区	监督区
“两区”划分范围	铅房内	操作区域
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，铅室在曝光室过程中严禁任何人员的进入。根据 GB22448-2008 规定，控制区应有明确的标记，并设置 红色 的“禁止进入 X 射线区”字样的警告标志	监督区为工作人员操作仪器时工作场所，非相关人员也限制进入，避免受到不必要的照射，并设置 橙色 “无关人员禁入 X 射线区”字样。

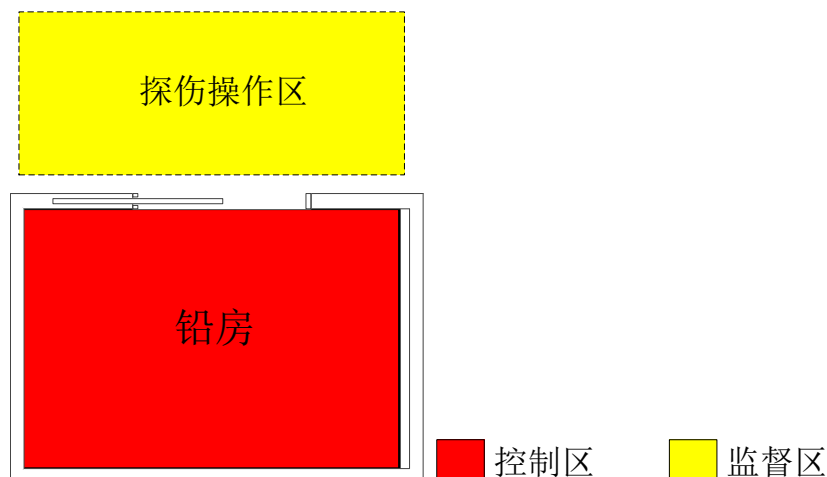


图 10-1 本项目 X 射线探伤铅房“两区”划分示意图

二、辐射安全及防护措施

1、设备固有安全性

本项目使用的探伤机产自丹东，目前该公司在中国境内安装使用的各型探伤机数量较多，设备自带安全性较高。

(1) 开机系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，该探伤机会示意 操作者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

(2) 延时启动功能：按下开高压按钮启动曝光后，为了便于操作人员撤离现场免受 X 射线的辐射，在产生 X 射线之前，系统将自己延时 1 分钟，在延时阶段，会听到“嘀----嘀”警报声。这时用户也可以按下停高压按钮来停止探伤机的启动。

(3) 当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发

生了故障。

(4) 当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶段将不理睬任何按键，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

(5) 设备停止工作 120 小时以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。

2、设计采取措施

(1) 铅房屏蔽体设计

本项目探伤铅房屏蔽采用整体式铅房设计，该铅房设计单位为山东诚信辐射防护器材有限公司。根据设计方案，该屏蔽铅房防护设计如下：

防护铅房外形采用正方形式设计，为五面体整体式结构，铅房采用模块化设计，大板块由四面墙体和顶盖组成，每个大板块设计成为独立模块。铅房的外形尺寸为：长 2850mm×宽 2800mm×高 2850mm；铅房正面开设 2000mm×2500mm 的门洞，安装电动对开平移铅门，铅门采用 13mm 厚铅板作为防护层，铅门上下左右与墙体的重叠距离大于 10cm，门与墙的缝隙小于 3mm；铅房四周和顶部也采用 13mm 厚铅板作为防护层，铅房四周加强立柱采用方管焊接制作，各墙体板块主体采用槽钢焊接“#”型骨架，铅板安装在骨架内表面，然后在内外表面封包 8mm 厚的钢板压固铅板，在铅房外表面采用免漆装饰钢板进行封包；防护铅房预留 100×180mm 穿墙电缆孔（采 U 型穿墙），并配备相同屏蔽能力的防护罩，铅房顶部排风口也配备相同屏蔽能力

的防护罩，本项目铅房设计详见附图 3。

（2）安全装置

①门机联锁：铅房防护门与 X 射线探伤机高压电源联锁，如关门不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，门不能正常打开。

②工作状态指示灯：铅房防护门外侧及控制台上拟设置工作状态警示灯，并与门联锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开，防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故。

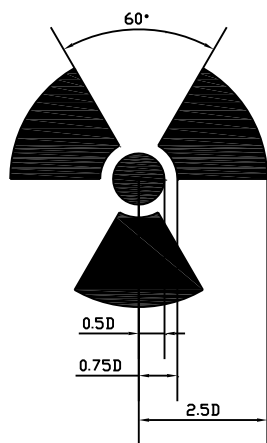
③紧急止动装置：在铅房内墙和操作区操作台上易于接触的地方均设置 4 个紧急停机按钮，且相互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，同时误入人员可从内部紧急开门按钮打开防护门。

④视频监控系统：铅室内和铅房门外各安装 1 套实时视频监控系统和对讲装置，并连接到操作台，工作人员能在操作室内实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动紧急止动装置。

⑤声光报警装置：在射线装置准备出束时，铅房外警示灯处于闪烁状态，且启动声音报警装置，防止人员误入铅房内。

⑥警告标志：铅房防护门外醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志。电离辐射警告标志如图 10-2 所示。

本项目探伤铅房安全装置情况如图 10-3 所示。



a.电离辐射的标志



b.电离辐射警告标志

图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

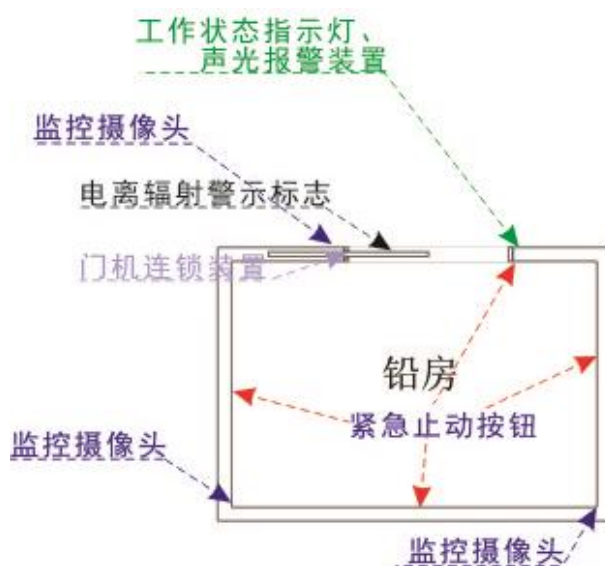


图 10-3 安全装置布置图

(3) 辐射防护安全设施配置要求综合对照

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环办发[2016]1400号)中对探伤的要求,本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析,具体情况见表 10-2。

表 10-2 探伤铅房辐射安全措施对照表

序号	项目	具体要求	落实情况	备注
1	场所设施	射线屏蔽体	已设计	/
2		隔室操作	已设计	/
3		入口电离辐射警示标志	拟配置	/
4		入口机器工作状态显示	拟配置	/
7		控制台有防止非工作人员操作的锁定	设备自带	/

		开关		
8		门机连锁系统	拟配置	/
9		照射室内及入口监控设备	拟配置	/
10		通风系统	已设计	/
11		铅房内紧急停机按钮	拟配置	/
12		控制台上紧急停机按钮	设备自带	/
13		出口处紧急开门按钮	拟配置	/
14		准备出束声光提示	拟配置	/
15	监测设备	便携式辐射监测仪表	拟配置	/
16		个人剂量片	拟配置	/
17		个人剂量报警仪	拟配置	/
18	应急物资	灭火器材	拟配置	/

三废的治理

一、废气处理措施

X 射线探伤机在曝光过程中会产生有害气体臭氧，为防止臭氧在曝光室内不断累积导致室内臭氧浓度超标，因此曝光室内需设置强制通风装置。根据设计，铅室顶部设置 1 台风机进行强制排放，排风洞孔径为 337mm×141mm，该通风装置连接厂房排气口，最终引至屋顶进行排放。为防止射线泄漏，顶部设有 U 型风罩，最终产生的臭氧通过管道引至屋顶排放，该铅室小时换气次数为 5 次，通风量不小于 126m³/h。

二、噪声

排风口的轴流风机工作时将产生一定的噪声，建设单位将采用底噪声设备，其噪声值不超过 65dB(A)，最终产生的噪声经厂房围墙消减后对厂界贡献值很小，厂界仍能可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类功能区标准限值要求。

三、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，

使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。

四、环保投资估算

项目环保投资估算见表 10-3。

表 10-3 辐射安全防护和环保设施(措施)投资一览表

类别	环保设施/措施	数量	投资金额 (万元)	备注
屏蔽措施	整体式屏蔽铅房	1 座	60.0	新增
安全装置	电离辐射警示标志	1 个	0.1	新增
	工作状态指示灯及门灯连锁装置	1 套	0.5	新增
	出束声光报警装置	1 套	0.5	新增
	门机连锁装置	1 套	0.5	新增
	机房内及控制台紧急制动装置	1 套	0.5	新增
	紧急开门装置	1 套	0.1	新增
	铅房内、外视频监控系统	1 套	1.0	新增
监测仪器 及警示装 置	便携式 X 辐射监测仪	1 台	2.5	新增
	个人剂量片	4 个	0.1	新增
	个人剂量报警仪	2 个	0.8	新增
废气处理	排风系统	1 套	/	铅房自带
人员培训	辐射工作人员上岗培训及应急培训	/	1.0	新增
	应急和救助的资金、物资准备	/	6.0	预留
辐射监测	制度上墙	/	0.5	新增
合计			74.1	/

本项目总投资 200 万元，环保投资 74.1 万元，占总投资的 37.1%。

表 11：环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目在施工活动中，会产生施工噪声、施工废渣、施工废水，对环境存在一定影响。为此，评价作如下建议：

（1）对施工时间、时段、施工进度，施工原材料购进时间作精心安排、系统规划；对可能受影响和破坏的对象加以保护。

（2）施工中产生的废弃物（如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等）应妥善保管、及时处理。

（3）在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在各个机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时各机房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。

本项目探伤铅房采取整体式设计，施工期较短，只要工程施工期严格做到以上基本要求，就可以使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响即可消除。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

1、屏蔽合理性分析

（1）关注点剂量控制水平

各侧墙体外关注点导出控制剂量按下式进行计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots \text{式 11-1}$$

式中：

$\dot{H}$ —导出剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_c$ —年剂量参考控制水平，职业人员取 $5000\mu\text{Sv/年}$ ，公众取 $100\mu\text{Sv/年}$ ；

U —探伤装置向关注点照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

t —探伤装置年工作时间， 11.8h 。

各墙面及屋顶参数选取及计算结果见表 11-1。

表 11-1 铅房周围关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

参数 墙体	使用因子	居留因子	受照射类型	$\dot{H}$	关注点控制剂量水平 $\mu\text{Sv/h}$
东北墙（厂房外过道）	1	1/4	公众	33.9	2.5 ^①
东南墙、防护门（探伤机操作区）	1	1	职业	423.7	2.5
西南墙（高压检测区）	1	1	公众	8.47	2.5
西北墙（空厂房）	1	1/16	公众	135.6	2.5
屋顶（无人居留）	1	/	/	100	100 ^②

注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）关注点的最高剂量率参考控制水平（ $H_{e,max}$ ）为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，本次评价参考较小水平进行评价。②屋顶无人员居留，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），直接按 $100\mu\text{Sv/h}$ 控制。

（2）屏蔽厚度核算

本项目所使用的便携式定向照射探伤机，探伤机采用 1m 高支架固定，探伤室出束点距离墙体最近距离为 1m ，并采取人工摆位调焦探伤，由于出束方向可能存在不确定性，因此各个方位都可能成为主射方向。

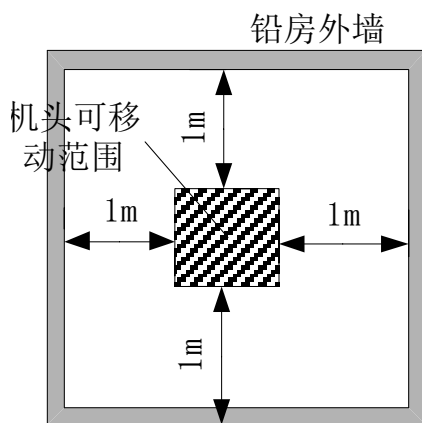


图 11-1 水平面探伤机机头范围示意图

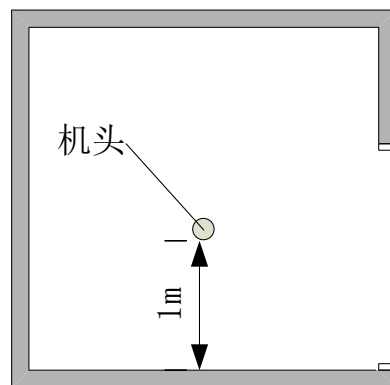


图 11-2 垂直面机头示意图

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）主线束屏蔽因子由式 11-2 计算。

$$B = \frac{\dot{H} * R^2}{I * H_0} \dots\dots\dots \text{式 11-2}$$

式中：

$\dot{H}$ —当量剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R —辐射源至关注点的距离， m ；

I —最大管电流，取 5mA ；

H_0 —距离靶点 1m 处输出量，取 $1.72 \times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot (\text{mA} \cdot \text{h})^{-1}$ 。

四周墙面及屋顶屏蔽参数选取及计算结果见表 11-2。

表 11-2 屏蔽厚度核算表

墙体 \ 距离	参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射源至关注点距离 (m) ^①	B 透射因子	理论计算屏蔽厚度 (mm) ^②	实际设计厚度 (mm)	是否满足屏蔽要求
东北墙	2.5	1.3	4.91E-07	7.5	8mm 钢板 +13mm 厚铅板+8mm 钢板 (14mm 铅当量) ^③	是
东南墙、东南防护门	2.5	1.3	4.91E-07	7.5		是
西南墙	2.5	1.3	4.91E-07	7.5		是
西北墙	2.5	1.3	4.91E-07	7.5		是
屋顶	100	2.15	5.38E-05	4.5		是

*注：①关注点位于铅房屏蔽体外 30cm 处；②根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）图 B.1 查得；③根据《辐射防护手册（三分册）》表 3.4，当 X 射线能量为 200kV 时，12mm 铁的铅当量厚度为 1mm(12mm 钢的铅当量厚度也保守按 1mm 取值)，

本项目钢板总厚度为 16mm，其铅当量厚度保守取 1mm，因此 8mm 钢板+13mm 厚铅板+8mm 钢板总的铅当量厚度约 14mm。

根据表 11-2，该探伤铅房的设计屏蔽厚度能满足防护要求。

2、受照射剂量分析

对于受照射剂量计算，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A，计算公式如下：

$$H_R = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{式 11-3}$$

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{式 11-4}$$

$$E_R = H_R \times t \times T \times W_R \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{式 11-5}$$

式中： H_R —关注点（屏蔽体外 30cm 处）剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

E_R —关注点外照射年有效剂量，mSv；

TVL —什值层厚度，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.2 200kV 对应铅的什值层取 1.4mm；

X —屏蔽层厚度，取 14mm 铅当量；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

t —探伤机年工作时间，取 11.8h；

W_R —组织权重因子，取为 1。

其他符号与式 11-2 一致。

表 11-3 屏蔽体外剂量率及敏感目标受照射剂量计算表

关注点	R	T	B	屏蔽体外 30cm 处剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	年受照射剂量（mSv）
东北墙（厂房外过道）	1.3	1/4	1E-10	5.09E-04	1.50E-06（公众）

东南墙、防护门（探伤机操作区）	1.3	1	1E-10	5.09E-04	6.00E-06（职业）
西南墙（高压检测区）	1.3	1	1E-10	5.09E-04	6.00E-06（公众）
西北墙（空厂房）	1.3	1/16	1E-10	5.09E-04	3.75E-07（公众）

根据表 11-3 计算结果，探伤铅房四周 30cm 处剂量率为 $5.09 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，满足 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 评价限值要求。周围职业人员受照射剂量为 $6.00 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ ，满足职业人员 5mSv 约束限值，公众最大受照射剂量为 $6.00 \times 10^{-6} \text{mSv/a}$ ，满足公众 0.1mSv/a 约束限值。由于随距离增加公众受照射剂量将不断减小，因此在本项目 50m 评价范围内其他公众也满足 0.1mSv/a 年有效剂量约束限值要求，本项目敏感目标受照射剂量详见表 11-4。

表 11-4 主要环境保护目标

保护名单		位置	距离 X 射线源最近距离	年最大受照射剂量（mSv/a）
职业	操作区工作人员	铅房东南侧	1.3m	6.00E-06
公众	厂房内优普能源技术有限公司工作人员	铅房东南、西南侧	1.3m	6.00E-06
	麦德森啤酒设备有限公司人员	探伤铅房东北侧	5m	6.00E-08
	厂房外其他流动人员	探伤铅房东北、西北侧	1.3m	1.50E-06
	园区办公人员	探伤铅房西南侧园区办公大楼	49m	2.50E-09

二、大气环境影响分析

本项目探伤器高压管产生的反向电子约束在束流管内不会向空气直接照射，因此本次评价主要考虑 X 射线所致臭氧环境影响分析，参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中 X 射线所致臭氧产生量计算方法进行计算：

$$P=2 \times 10^{-9} D_{10} S L \rho \dots \dots \dots \text{式 11-6}$$

式中：

P —X 射线臭氧产生率 (mg/h) ;

D_{10} —1m 处的 X 射线剂量当量率, 取 8.6Gy/h;

S —最大照射野面积, 出束角度取 40° ,照射距离取 1.43m,
经计算照射野面积为 0.85m^2 ;

L —X 射线在空气中的路径长度, 取 1.43m;

ρ —臭氧密度, 取 $2.14 \times 10^3 \text{mg/L}$ 。

根据上式, 探伤铅房内的臭氧产生量为 $2.57 \times 10^{-5} \text{mg/h}$, 在不考虑通风的条件下, 连续运行 1h 探伤铅房内臭氧浓度为 $1.94 \times 10^{-6} \text{mg/m}^3$, 满足《室内空气质量标准》(GB/T18883-2002) 中臭氧 1 小时均值 $\leq 0.16 \text{mg/m}^3$ 的标准限值。臭氧通过通风管道引至屋顶排放经大气自然扩散后, 对周围的环境影响可以满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准中 1 小时均值 $\leq 0.2 \text{mg/m}^3$ 的标准限值, 对大气环境影响较小。

三、声环境影响分析

探伤工作时风机会产生一定的噪声, 其噪声值较小, 声级值约为 65dB (A) 左右, 经过车间隔声, 厂界噪声可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中的 3 类标准限值要求, 不会对周围声学环境产生明显影响。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 449 号) 第四十条: 根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响

范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-5。

表 11-5 辐射事故等级划分表

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11-6。

表 11-6 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

二、辐射事故识别

根据污染源分析，本项目环境风险因子为X射线，危害因素为X射线超剂量照射，X射线探伤机只有在开机状态下才会产生X射线，一旦切断电源，探伤机便不会再有射线产生。本项目辐射工作人员有2名，可能发生的辐射事故如下：

（1）辐射工作人员或公众还未全部撤出铅室，外面人员启动探

伤机进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

(2) 安全联锁装置发生故障，探伤机工作时无关人员打开铅室并误入，造成有人员被误照射，引发辐射事故。

上述两种事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表 11-7。

表 11-7 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
XXG-2005 型	X 射线	X 射线超剂量照射	事故状态下受照射有效剂量最大为 23mSv，导致误入人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故

根据分析，本项目探伤机为 II 类射线装置，可能发生的事故为一般辐射事故。

三、辐射事故影响分析

假定在事故情况下，人员误入铅房，X 射线直接照射到人员，人员受到的有效剂量与探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用式 11-7 计算：

$$D=I \cdot H_0 / r^2 \dots\dots\dots \text{式 11-7}$$

式中：

D —关注点处辐射剂量当量率，mGy/h；

I —管电流，mA；

H_0 —距离靶点 1m 处输出量，取 $1.72 \times 10^3 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot (\text{mA} \cdot \text{h})^{-1}$ ；

r —参考点距 X 射线管焦斑的距离，m。

由于铅室和操作区均安装有紧急止动开关，当发生辐射事故时

候，相关人员可以立即通过铅室或操作区紧急止动开关中断电源，整个处理时间约 10s。经计算，事故状态下，假设人员距离辐射源 1m，单次辐射事故受照射剂量为 23mSv，根据表 11-2，急性放射病发生率小于 1%，但超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 20mSv/a 剂量限值，构成一般辐射事故。

四、事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，环评要求建设方严格执行以下风险预防措施：

（1）定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

（2）建设单位需制定《X 射线探伤机操作规程》。凡涉及对射线装置进行操作，必须按操作规程执行，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

（3）定期对使用探伤机和铅房的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换，建立射线装置维护、维修台账；

（4）建设单位所有辐射工作人员应加强辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习，并通过相关考试，持证上岗。

表 12：辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

建设单位目前已成立了“辐射安全与环境保护管理领导小组”，其职责包括：①负责探伤室辐射防护管理工作；②负责对全公司辐射防护工作的监督与检查。并经常检查各种制度、防护措施落实情况；③组织实施放射防护法规培训学习；④组织辐射防护知识的宣传，并对有关人员进行防护知识的教育；⑤会同上级有关部门按照有关规定调整和处理辐射事故，并对相关人员提出处理；⑥负责对公司所有辐射防护设施进行定期保养，做好保养记录，如有损坏及时协同相关部门进行处理。领导小组人员设置如下：

表 12-1 辐射安全与环境保护管理领导小组人员设置表

职务	人员
组长	张昀
副组长	张敏超
成员	宁望波、马汇林、谢明长

辐射安全管理规章制度

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环办发[2016]1400 号）的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度见表 12-2。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	项目	规定的制度	落实情况	备注
1	综合	辐射安全管理规定	拟制定	/
2		操作规程	拟制定	/
3		安全防护设备的维护与维修制度	拟制定	/
4	监测	监测方案	拟制定	/
5		监测仪表使用与校验管理制度	拟制定	/
6	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	拟制定	/
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	拟制定	/

8		辐射工作人员岗位职责	拟制定	/
9	应急	辐射事故/事件应急预案	拟制定	/

建设单位需在辐射安全管理领导小组组织下及时定制上述各项规章制度，明确各人员责任，并严格落实。辐射安全管理领导小组需定期对辐射安全规章制度执行情况进行评议，并根据具体实践存在的问题及时进行修改和完善。同时各辐射工作场所职业人员操作室或办公室内需将所有制度中关于“辐射工作场所安全管理制度”、“操作规程”、“辐射工作人员岗位职责”和“应急响应程序”的内容需张贴上墙，且上墙制度的长宽尺寸不得小于 600mm×400mm。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案”为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

1、个人剂量监测

本项目拟新增 2 名辐射工作人员，共需新增个人剂量计 2 个。项目建成投运后，建设单位需定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，并根据原四川省环境保护厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”（川环办发[2010]49 号）做好个人剂

量管理的工作。

环评要求：①个人剂量档案需要终生保存；②当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；③当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关；④当单年个人剂量超过 50mSv 时，应立即采取措施，报告发证机关，并开展调查处理，其检测报告及有关调查报告应存档备查。

2、射线装置工作场所自我监测要求

（1）监测内容：X 辐射剂量率；

（2）监测布点及数据管理：监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查；

（3）监测频度：

①建设单位应定期（1 次/月）或不定期进行监测开展自我监测；

②每年委托有资质单位进行年度监测，并于每年 1 月 31 日前向生态环境部提交；

③项目正式投入运行前应进行验收监测。

（4）监测范围：屏蔽铅房外、防护门外及缝隙处、穿线孔洞、操作室等；

（5）监测设备：便携式 X 辐射剂量率监测仪

（6）监测质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利

用上级监测部门的监测数据与建设单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案。

表 12-3 监测计划一览表

项目	监测内容	监测范围	监测频次	监测设备
自主监测	X辐射剂量率	屏蔽墙体外、防护门及缝隙处、操作区、穿墙孔洞等	每月1次	X辐射监测仪
委托监测	X 辐射剂量率		①竣工环保验收监测；②编制辐射防护年度评估报告（每年）	X辐射监测仪
	个人剂量	本项目所有辐射工作人员	一季度一次	个人剂量计

辐射事故应急

为了加强对辐射工作的安全和防护的监督管理，促进 X 射线探伤机的安全应用，保障人体健康，保护环境，建设单位需根据最新要求制定《辐射事故应急预案》，其内容应包括：①应急机构和职责分工；②应急人员的组织；③培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；④辐射事故分级及应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序。

一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由应急领导小组逐级上报地方及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13：结论与建议

结论

1、项目概况

项目名称：优普能源技术有限公司工业 X 射线探伤房新建项目

建设单位：优普能源技术有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都经济技术开发区经开区南三路 117 号成都昊浩投资管理有限公司 10 号厂房 101 厂房。

本次评价内容及规模为：新建探伤铅房一座，并新增使用 1 台 XXG-2005 型便携式定向探伤机，属于Ⅱ类射线装置。

2、本项目产业政策符合性分析

项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》相关规定，属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务”中第 1 条“质量检测服务”，符合国家当前的产业政策。

3、本项目选址合理性分析

探伤铅房及公司外环境周围无学校、医院、疗养院、集中居住区、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点等制约因素。因此本项目选址合理。

4、工程所在地区环境质量现状

项目拟建地周围 X- γ 辐射剂量率监测范围为 $0.09\mu\text{Sv/h} \sim 0.10\mu\text{Sv/h}$ （折算成空气吸收剂量率为 $9.0 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 10.0 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ），

属于成都市正常辐射水平 $7.29 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 16.29 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ （引自：《2017 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部））。

5、环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析

经模式预测，在正常工况下，设备投入使用后对工作人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

（2）大气的环境影响分析

X 射线探伤铅房在探伤过程中产生的废气经排风系统通风后，浓度低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的二级标准限值要求，同时不会对周围大气环境造成明显影响。

（3）废水的环境影响分析

清洗胶片工作外委成都华光无损检测有限公司，所产生的废水由成都华光无损检测有限公司进行处置，本项目不涉及。

（4）固体废物的环境影响分析

评片工作外委成都华光无损检测有限公司，过程产生的废胶片由成都华光无损检测有限公司进行处置，本项目不涉及。

（5）噪声

本项目所产生的噪声较小，经墙体和距离衰减后对周围声环境影响较小。

6、事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求制订辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

7、环保设施与保护目标

建设单位需按环评要求配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

8、辐射安全管理的综合能力

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，考核合格，有辐射事故，应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对现有场所而言，建设单位也已具备辐射安全管理的综合能力。

9、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在优普能源技术有限公司内进行建设，从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

建议和承诺

（1）认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

（2）项目建成投运后定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并根据《关于四川省环境保护厅关于印发<放射性同位素与射线装置安全防护状况年度

评估报告格式（试行）>的通知》（川环发[2016]152 号）编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年 1 月 31 日前上报生态环境厅。

（3）建设单位在更换辐射安全许可证之前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息填写。

（4）根据《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院 682 号令），项目投入运行后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 环境保护设施验收一览表

类别	环保设施/措施	数量	备 注
屏蔽措施	屏蔽铅房	1 座	/
安全装置	电离辐射警示标志	1 个	/
	工作状态指示灯及门灯连锁装置	1 套	/
	出束声光报警装置	1 套	/
	门机连锁装置	1 套	/
	机房内及控制台紧急止动装置	1 套	/
	紧急开门装置	1 套	/
	铅房内、外视频监控系统	1 套	/
监测仪器及警示装置	便携式 X 辐射监测仪	1 台	/
	个人剂量片	4 个	/
	个人剂量报警仪	2 个	/
废气处理	排风系统	1 套	/
档案管理	辐射工作及管理人员的上岗培训记录	/	/
	个人剂量档案	/	/
	辐射防护设备设施检修记录	/	/
人员培训	辐射工作及管理人员的上岗培训	2 人	/
规章制度	辐射安全和防护管理规定、辐射工作场所安全保卫制度、场所分区管理规定、X 射线机操作规程、辐射安全和防护设施维护维修制度、监测方案、监测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培		制定的所有规章制度中关于“辐射工作场所安全管理制度”、“操作规程”、“辐射工

	训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射事故/事件应急预案	作人员岗位职责”和“应急响应程序”的内容需在各辐射工作场所内张贴上墙，且上墙制度的长宽尺寸不得小于 600mm×400mm
--	---	--

表 14： 审批

下一级环保部门预审意见：	
公 章	
经办人	年 月 日

审批意见：	
公 章	
经办人	年 月 日