

核技术利用建设项目

新建 X 射线室外探伤项目

环境影响报告表

(公示本)

(四川川空低温设备有限公司)

二〇一九年十月

生态环境部监制

表 1：项目基本情况

建设项目名称		新建 X 射线室外探伤项目			
建设单位		四川川空低温设备有限公司			
法人代表	**	联系人	贺勇	联系电话	**
注册地址		四川省成都市简阳市建设中路 239 号			
项目建设地点		探伤地点位于四川川空低温设备有限公司冷箱新车间、冷箱车间。探伤机无探伤任务时存放于四川川空低温设备有限公司冷箱车间已有探伤室内。			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		160	项目环保投资 (万元)	29.0	投资比例(环保 投资/总投资) 18.13%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积(m ²) /
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

1.1 建设单位简介

四川川空低温设备有限公司为四川空分设备（集团）有限责任公司的全资子公司，是集团实施研发、工程、设备、气体四大板块改革的重要组成部分。公司占地面积 10 万平方米，拥有各种中高级职称技术人员 75 人，技术力量雄厚，拥有主要生产设备 1000 余台套及配套齐全的检验和试验设备，年生产能力超过 5 万吨。主要从事空分、天然气分离及

液化、CO/H₂分离、液氮洗等冷箱；高、中、低压铝制板翅式换热器；低温液体（液态氧、氮、氩、二氧化碳、乙烯、液化天然气、液氢等）贮运设备；汽化器、各类透平膨胀机（中、低压增压透平膨胀机、发电膨胀机等）、低温液体泵、仪控设备、高低压成套开关设备的生产和销售。

四川川空低温设备有限公司现有 3 个探伤室，使用 5 台探伤机。其中型号为 XXHA-2505 型、XGQ-3005 型 X 射线探伤机位于冷箱车间探伤室，于 2007 年 1 月取得环评批复（川环建函[2007]8 号），并于 2013 年 3 月通过验收（川环核验[2013]23 号）。型号为 XXQ-2505 和 XXHA-2005 位于冷箱新车间探伤室、XXG-3005 位于封头车间探伤室，于 2008 年 1 月取得环评批复（川环建函[2008]64 号），并于 2009 年 10 月通过验收（川环核验[2009]70 号）。

四川川空低温设备有限公司已取得原四川省环境保护厅颁发的辐射安全许可证（川环辐证[00623]），有效期至 2023 年 10 月 16 日，使用种类和范围为：使用 II 类射线装置。

1.2 项目由来

因四川川空低温设备有限公司发展需要，公司产品越做越大，导致部分产品不能进入现有探伤室探伤。为满足生产需要，拟在四川川空低温设备有限公司厂区冷箱车间、冷箱新车间开展 X 射线室外探伤业务，本项业务主要对四川川空低温设备有限公司生产的铝合金塔体进行探伤。本项目拟新增使用 2 台 X 射线探伤机，一台为 XXQ-1005 型周向探伤机，一台为 XXH-1005 型定向探伤机，管电压均为 100kV，最高管电流均为 5mA，均属于 II 类射线装置。

为了加强 X 射线探伤机在应用中的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置的使用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》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求，建设方须对本次拟购买的两台 X 射线探伤机进行环境影响评价。

本项目涉及使用 II 类射线装置，根据环境保护部第 44 号令《建设项目环境影响评价分类管理目录》和中华人民共和国生态环境部第 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》，本项目应编制环境影响报告表。为此，四川川空低温设备有限公司委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）对该项

目开展环境影响评价工作（见附件1）。我院接受委托后，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《四川川空低温设备有限公司新建X射线野外（室外）探伤项目环境影响报告表》。

二、项目概况

2.1 项目名称、性质、建设地点

项目名称：新建X射线室外探伤项目

建设单位：四川川空低温设备有限公司

建设性质：新建

建设地点：探伤地点为四川川空低温设备有限公司冷箱车间、冷箱新车间内，主要是对公司生产的铝合金塔体进行探伤。探伤机无探伤任务时均存放于冷箱车间已有探伤室内。

2.2 建设内容及规模

四川川空低温设备有限公司拟新增2台X射线探伤机，一台型号为XXQ-1005型周向探伤机，一台为XXH-1005型定向探伤机，主要对公司生产的铝合金塔体进行室外探伤，探伤地点为冷箱车间、冷箱新车间内，不对外提供探伤服务。两台X射线探伤机最大管电压均为100kV，最高管电流均为5mA，属于II类射线装置。在实施探伤过程中，不存在两台探伤机在同一车间或不同车间同时探伤的情况，每台探伤机每年室外探伤累计曝光时间最多25h，两台探伤机年野外（室外）探伤累计曝光时间最多为50h。

本项目探伤后依托车间已有探伤室配套的洗片室、暗室、评片室进行洗片评片工作，产生的废显影液、废定影液、废胶片收集后由建设单位委托有危废处理资质的单位统一处理。

本项目的建设内容见表1-1。

表 1-1 项目建设内容表

射线装置名称	类别	数量（台）	活动种类	投射类型	工作方式	备注
XXQ-1005 型周向 X 射线探伤机	II 类	1	使用	周向	室外探伤	新增
XXH-1005 型定向 X 射线探伤机	II 类	1	使用	定向	室外探伤	新增

2.3 项目组成及主要环境问题

本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	运营期
主体工程	四川川空低温设备有限公司拟新增 2 台 X 射线探伤机，一台型号为 XXQ-1005 型周向探伤机，一台为 XXH-1005 型定向探伤机，均属于 II 类射线装置，每台探伤机年出束时间不超过 25h，两台探伤机年出束时间共计 50h。 探伤地点为四川川空低温设备有限公司冷箱车间、冷箱新车间内。	/	X射线、臭氧
辅助工程	依托冷箱车间、冷箱新车间已有探伤室内评片室和洗片室（包含暗室及危险废物暂存间，占地面积 20m ² ）		废显影液、废定影液、废胶片、清洗废水
公用工程	依托厂区的配电、供电设施		/
环保设施	生活污水排入城市污水管网；生产废水排入厂区污水处理站进行达标处理后排入城市污水官网；生活垃圾经厂区垃圾收集桶收集后，由市政环卫部门统一清运；危废暂存于酸洗车间危废暂存间，定期交由有资质的单位处理。		/
办公及生活设施	依托工程厂区办公及生活设施		生活污水、生活垃圾
仓储及其它	2 台探伤机均存放于冷箱车间已有探伤室内		/

2.4 主要原辅材料

本项目主要的原辅材料及能耗见表 1-3。

表 1-3 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量	来源	主要成分
主、辅料	显影液	40L/a	外购	N-甲基对氨基苯酚硫酸盐、菲尼酮、对苯二酚、无水硫酸钠、碳酸钠
	定影液	60L/a	外购	硫酸甲基对氨基苯酚、无水亚硫酸钠、对苯二酚、无水碳酸钠、溴化钾
	胶片	1000 张/a	外购	溴化银
能源	电	250kW·h/a	——	探伤用
水	生活用水	250m ³ /a	——	生活用水

2.6 工作人员及工作制度

工作人员：拟配备辐射工作人员 6 名，包括 1 名大学本科以上学历专职负责辐射安全的管理人员，均为已有探伤室辐射工作人员，且不减少其原来的工作。根据野外（室外）探伤参照《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求(试行)》

（四川省环境保护厅，川环函[2016]149号）文件要求，本项目现场工作人员安排及职责如下：

（1）探伤人员：2人。负责射线装置的操作，承担探伤机的领取、归还工作。

（2）防护人员：2人。负责控制区和监督区的划定与控制，场所限制区域的人员管理，场所辐射剂量水平监测以及警戒等安全相关工作。

（3）保卫人员：2人。负责探伤期间的安保、巡逻工作，防止人员误入造成误照射。

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。

2.7 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，根据国家发展和改革委员会第9号令《产业结构调整指导目录（2011年本）》（2013年修订）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。

三、项目布局合理性及实践正当性分析

拟建项目位于简阳市简城镇建设中路239号，四川空分设备（集团）公司子公司四川川空低温设备有限公司厂区内。空分设备集团东北方向距简阳城区约2km，东面是成渝铁路、沱江，北面为成渝高速公路，南面和西面分别为四川华西通用机器公司、四川工具厂和四川省棉花研究所，生活区在企业的东北面，距厂区约1km。

3.1 项目布局合理性分析

本项目X射线探伤机在探伤室室外探伤时，采取有效屏蔽，按照划定的监督区和控制区严格管理，禁止人员进入，且选取下班时间或者夜间人流量少的时段，充分利用探伤场所周围的建筑墙体进行屏蔽。本项目就近利用冷箱车间和冷箱新车间的探伤室内配套的洗片室、评片室进行探伤后后续的工作。探伤室已环评并取得原四川省环境保护局[2007]8号、川环建函[2008]64号文批复。总体来看，该布局合理。

本项目2台探伤机无探伤任务时，均存放于冷箱车间已有探伤室内，并且不会在此处进行开机作业，只用作仓储，不会对周围环境产生不良影响，因此探伤机无探伤任务时存放于该设备室是合理的。

3.2 实践正当性

四川川空低温设备有限公司配备X射线探伤机的目的是为了实现对产品的性能检测，提高产品的质量与生产安全，其探伤机运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合

本次评价标准要求，只要按规范操作、加强管理，该项目造成辐射影响是可接受的。该公司所使用的探伤机是符合辐射防护“实践的正当性”原则。

四、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

1、四川川空低温设备有限公司于 1967 年建厂，因此厂区未做过环评，但是已建设了污水处理站，垃圾收集设施和工业废气处理设施。本项目依托的冷箱车间为老厂房，冷箱新车间取得了原资阳市环境保护局资环建环[2006]185 号文批复，并已验收。冷箱车间和冷箱新车间拟开展室外探伤业务处之前未进行过跟辐射有关的任何活动，不存在原有污染和环境遗留问题。

2、四川川空低温设备有限公司已取得原四川省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00623]），有效期至 2023 年 10 月 16 日，使用种类和范围为：使用 II 类射线装置，见附件 4。具体情况见表 1-5。

表 1-5 四川川空低温设备有限公司已许可使用的辐射工作场所建设内容

序号	名称	型号	种类/范围	数量	所在场所	备注
1	X 射线探伤机	XXQ-2505	II 类射线装置	1	冷箱新车间	正常使用
2	X 射线探伤机	XXHA-2005		1	冷箱新车间	
3	X 射线探伤机	XXG-3005		1	封头车间	
4	X 射线探伤机	XXHA-2505		1	冷箱车间	
5	X 射线探伤机	XGQ-3005		1	冷箱车间	

2、四川川空低温设备有限公司拟为本项目配备 6 名探伤工作人员，均为原有辐射工作人员。建设单位已为所有辐射工作人员配备个人剂量计，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，且每季度送有资质单位检测个人剂量（个人剂量监测报告见附件 6），并建立了个人剂量健康档案。本项目辐射工作人员剂量统计见表 1-6。

表 1-6 本项目辐射工作人员个人剂量档案表

姓名	剂量计佩戴起始日期及季度个人剂量（mSv）				四季度剂量总计（mSv）
	2018 一季度	2018 二季度	2018 三季度	2019 四季度	
卿应林	0.03	0.005	0.06	0.01	0.15
陈超	0.03	0.005	0.005	0.005	0.045
张扬	0.02	0.005	0.005	0.005	0.035
黄有才	0.03	0.005	0.01	0.005	0.05
付建勇	0.11	0.005	0.011	0.005	0.23
陈建英	0.06	0.005	0.02	0.005	0.09
王婷	0.04	0.005	0.09	0.01	0.145

根据表 1-6，2018 年，建设单位原有辐射工作人员季度个人剂量计检测结果在 0.005~0.11mSv 之间，低于职业人员 1.25mSv/季度的约束限值；2018 年年度个人剂量计检测结果在 0.035~0.23mSv 之间，低于职业人员 5mSv/年的约束限值。

3、四川川空低温设备有限公司所有辐射工作人员均参加了生态环境部门组织的辐射安全与防护培训，并取得了培训合格证书，本项目辐射工作人员培训合格证书见附件 5。

4、根据现场监测，本项目冷箱车间、冷箱新车间及周围 X- γ 空气吸收剂量率范围为 $12.0 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 13.9 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 之间，属于四川省正常天然辐射水平 $6.55 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 21.42 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ （引自：《2018 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部））。

5、四川川空低温设备有限公司编制了《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2018 年度）》，包括基本信息、辐射安全许可证符合性检查及变更情况、射线装置使用台帐及变更情况、辐射防护设施设备及废物处置、辐射安全与防护制度的修订和落实情况、辐射工作人员和个人剂量情况、辐射工作人员培训情况、场所辐射环境监测及监测数据、辐射事故及应急响应、辐射安全隐患及整改。

现四川川空低温设备有限公司辐射安全管理情况如下：

（1）现单位名称、地址和法人代表未发生变更；
（2）辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变；
（3）放射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求。

（4）公司按要求委托有资质的单位进行了年度监测和个人剂量检测；

（5）公司自运行以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故（见附件 8）。

（6）辐射工作人员自身防护方面：公司要求辐射工作人员在进行探伤作业时，必须做好自我防护，禁止直接暴露在照射野内，辐射工作人员均按要求佩戴个人剂量计，对个人所接受外照射的剂量进行准确监控，并安排辐射工作人员定期进行健康体检。

7、根据公司 2018 年度例行监测报告（资阳中衡检测技术有限公司监测，ZYJ[环]201808002-01~ZYJ[环]201808002-0103 号），在正常工作情况下，现有辐射工作场所周围职业人员活动场所监测点位的 X- γ 射线剂量率范围为 $0.096 \sim 0.133 \mu\text{Sv/h}$ ，其它公

众活动场所和周围环境中监测点位的 X- γ 射线剂量率范围为 0.088~0.696 μ Sv/h，小于 2.5 μ Sv/h 的约束值。根据计算，现有 5 台 II 类射线装置所致的职业人员和公众年有效剂量均满足相应标准（职业照射年有效剂量管理限值 5mSv/a、公众照射年有效剂量管理限值 0.1mSv/a）。

7、存在的问题及整改措施：无。

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，包括工业检验、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	X 射线探伤机	II	1	XXQ-2505	250kV	5mA	无损检测	冷箱新车间	已上证
2	X 射线探伤机	II	1	XXHA-2005	200kV	5mA	无损检测	冷箱新车间	已上证
3	X 射线探伤机	II	1	XXG-3005	300kV	5mA	无损检测	封头车间	已上证
4	X 射线探伤机	II	1	XXHA-2505	250kV	5mA	无损检测	冷箱车间	已上证
5	X 射线探伤机	II	1	XGQ-3005	300kV	5mA	无损检测	冷箱车间	已上证
6	X 射线探伤机	II	1	XXQ-1005	100kV	5mA	无损检测	冷箱车间/冷箱新车间	本项目 新增
7	X 射线探伤机	II	1	XXQ-1005	100kV	5mA	无损检测	冷箱车间/冷箱新车间	本项目 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（ μ A）	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 20 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) 《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）； (5) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院 682 号令）； (6) 《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）； (7) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》（环境保护部令第 44 号）； (8) 《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》（生态环境部第 1 号令）； (9) 《射线装置分类》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，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》（原国家环保总局第 31 号令）； (11) 《关于修改放射性同位素与射线装置安全许可管理办法的决定》（环保部令第 3 号）； (12) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部 18 号令）； (13) 《国家危险废物名录（2016）》
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 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）； (4) 《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）； (5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）。
其他	(1) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》（第三版）； (2) 四川省环境保护厅《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》（川环函[2016]1400 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，为室外探伤项目，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》（HJ/T10.1-2016）的有关规定，并根据本类项目特点，结合本项目实际，本项目评价范围重点关注以 X 射线探伤机为中心周围 150m 的区域内。

保护目标

室外探伤：根据《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求(试行)》（四川省环境保护厅，川环函[2016]149 号）：探伤作业前应将无关人员清离出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。控制区边界外空气比释动能率应低于 $15\mu\text{Gy/h}$ ，边界上设置明显的警戒线，应有清晰可见的电离辐射警告标志和“禁止进入射线探伤区”的标牌。探伤期间专人在边界巡逻、看守，未经许可人员不得入内。监督区位于控制区外，监督区边界外空气比释动能率应低于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，边界处应有电离辐射警告标志牌和“无关人员禁止入内”的标牌。公众不得进入该区域。

本项目的探伤地点为四川川空低温设备有限公司厂区冷箱车间、冷箱新车间内，探伤选择在下班时间进行，并对车间及周围清场，当探伤工作在周围有敏感目标的场所进行并且主射方向无法避开敏感目标，建设单位则需在保护目标和探伤机间增设辐射防护屏障，减小控制区和监督区的范围，确保两区内无公众的情况下方可进行探伤工作，监督区边界处放置“当心电离辐射”的警示牌。控制区外监督区内的探伤机操作人员、安全员、监督区外的公众均应划定为保护目标；

表 7-1 主要环境保护目标

保护目标	相对探伤机方位	与探伤机的距离（m）	人数（人）	年剂量约束值（mSv）
职业人员	非主射方向	控制区外，监督区内	6	5
公众	厂区内工作人员及其他人员	监督区外，150m 评价范围内	不定	0.1

评价标准

本项目应执行的环境保护标准如下：

1、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。项目要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量约束限值的 1/4 执行，即 5mSv/a。

②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。项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量约束限值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

2、工作场所周围剂量率

放射工作场所边界周围剂量率控制水平根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）有关规定，本项目射线装置使用场所在距离探伤室屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

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射线室外探伤项目，使用Ⅱ类射线装置，在运营期对环境空气、水环境（地表水和地下水）、声环境质量影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、水环境、声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，本次评价委托四川省创晖德盛环境检测有限公司对项目拟建地辐射环境进行了监测，本次为辐射环境本底监测。监测结果列于表8-1，测点位布设见附件4监测报告中图1和图2。

1、工程概况

本项目主要内容为新增 2 台 X 射线探伤机，一台为 XXQ-1005 型周向探伤机，一台为 XXH-1005 型定向探伤机，均为Ⅱ类射线装置，探伤地点为冷箱车间、冷箱新车间内。监测时，设备未购买使用。

2、监测时间

2019 年 7 月 25 日

3、监测外环境条件

环境温度：26℃~28℃；环境湿度：52%~54%；天气状况：晴。

4、监测方法及监测仪器

表 8-1 监测方法及监测仪器一览表

监测因子	监测方法	方法来源	监测仪器
X-γ空气吸收剂量率	现场监测	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)	仪器名称：便携式 X-γ剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：018 检出限：1×10 ⁻⁸ Gy/h 检定单位：四川省核工业辐射测试防护设备计量检定站 检定日期：2018 年 08 月 08 日 有效日期：2019 年 08 月 07 日

5、监测质量保证

本次监测单位为四川省创晖德盛环境检测有限公司，具有原四川省质量技术监督局（现为四川省市场监督管理局）颁发的资质认定计量认证证书（编号：162312050229），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。

6、监测点位的布设及合理性分析

根据公司平面布置、冷箱新车间和冷箱车间平面布置及周围外环境关系确立了具体的监测点位。

表 8-2 监测布点一览表

测量点号	测量点位置	备注
1	冷箱车间	/
2	冷箱车间北侧 8m 2F 办公室	/
3	冷箱新车间	/
4	冷箱新车间西侧 20m 成品库	/

7、监测结果

监测结果见表 8-3。

表 8-3 本项目 X-γ空气吸收剂量率监测结果

测量点号	测量点位置	X-γ空气吸收剂量率 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)	标准差	备注
1	冷箱车间	12.0	0.20	/
2	冷箱车间北侧 8m 2F 办公室	13.9	0.18	/
3	冷箱新车间	13.2	0.24	/
4	冷箱新车间南侧 20m 成品库	12.9	0.23	/

从表 8-3 中得出结论：本项目冷箱车间内及周围 X-γ空气吸收剂量率范围为 $12.0 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 13.9 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，冷箱新车间内及周围 X-γ空气吸收剂量率范围为 $12.9 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 13.2 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，属于四川省正常天然辐射水平 $6.55 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 21.42 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ （引自：《2018 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

本项目为室外探伤，探伤场所主要为四川川空低温设备有限公司冷箱车间、冷箱新车间内，探伤作业不存在施工期环境影响。

二、 营运期工艺分析

本项目拟新增 2 台 X 射线探伤机实施野外（室外）探伤作业，一台型号为 XXQ-1005 型周向探伤机，一台为 XXH-1005 型定向探伤机。在运营过程中，主要环境影响因素为探伤机探伤时产生的 X 射线、臭氧、显影液、定影液和废胶片。

1、工作原理

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。本项目主要是利用X射线对公司生产的铝合金塔体进行无损检测。

3、产污环节及污染因子

在打开 X 射线探伤机进行探伤曝光时，有X射线、O₃产生。在洗片过程中，有废显影液、废定影液、清洗废水和拍片过程中的报废胶片产生。

探伤机探伤流程及产污环节如图 9-2 所示：

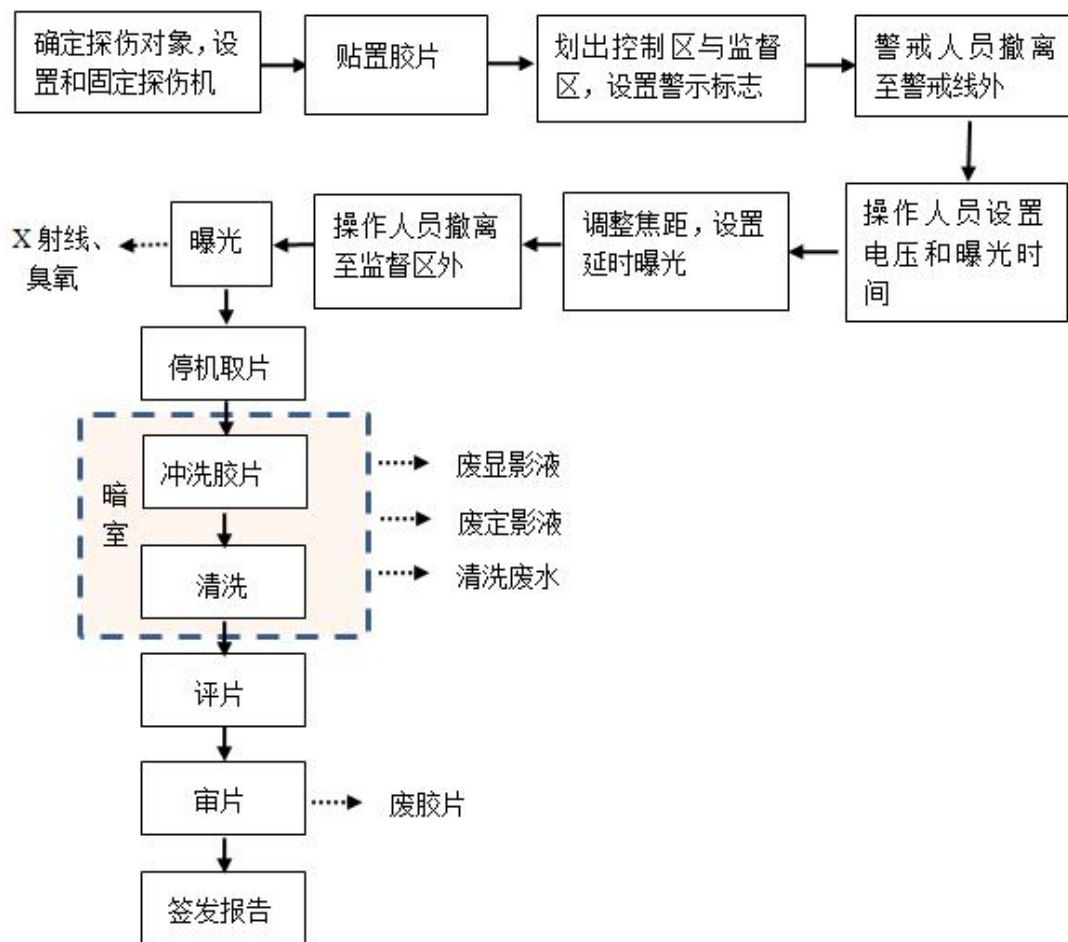


图 9-2 探伤机操作流程及产污环节示意图

4、X 射线装置的探伤工况及工件情况

本项目探伤地点位于四川川空低温设备有限公司厂区冷箱车间、冷箱新车间内，探伤对象主要为铝合金塔体。预计 2 台 X 射线探伤机野外（室外）探伤年累计曝光时间最多为 50h。正常探伤工况下，X 射线探伤机运行时的管电压和管电流一般低于最高管电压和管电流。被探伤的铝合金塔体为高度范围 22m~24m，直径约 3m 的圆柱体，厚度范围为 12mm~30mm。

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，本项目产生的X射线能量最大为100kV。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。

三、废水

清洗胶片时有清洗废水产生，产生量约为 $3\text{m}^3/\text{a}$ ，（本项目每年拍片约1000张，每张片子清洗废水约3L），废水中含有少量的AgBr和显影剂及氧化物。

四、固体废物

拍片完成后，在洗片过程中将产生洗片废水、废显影液及废定影液，废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据我国“国家危险废物名录”（环发[1998]089号，2016年8月1日修订）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液、第一、二次洗片废水（含有废显影液、废定影液）属于危险废物，其危废编号为HW16（900-019-16）。

表 10：辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作区域管理

为加强辐射源所在区域的管理，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措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”

根据《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求(试行)》（四川省环境保护厅，川环函[2016]149 号）：探伤作业前应将无关人员清离出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。控制区边界外空气比释动能率应低于 15μGy/h，边界上设置明显的警戒线，应有清晰可见的电离辐射警告标志和“禁止进入射线探伤区”的标牌。探伤期间专人在边界巡逻、看守，探伤时严禁任何人员在此区域内活动。监督区位于控制区外，监督区边界外空气比释动能率应低于 2.5μGy/h，边界处应有电离辐射警告标志牌和“无关人员禁止入内”的标牌。公众不得进入该区域。

建设方对每个野外（室外）探伤工作场所划分为控制区、监督区，并实行“两区”管理制度。本项目控制区和监督区划分如下。

表 10-1 野外探伤“两区”划分与管理

野外探伤	控制区	监督区	备注
XXQ-1005 型 X 射线探 伤机 “两区” 划分范围	剂量率在 15μGy/h 及 以上的范围，可根据 当地实际情况设置控 制区	剂量率在2.5μGy/h～15μGy/h（不 包含15 μ Gy/h)之间的范围，根据 野外探伤的地形、建筑物实际情 况确定	控制区内禁止 外 来 人 员 进 入，职业工作 人员在进行日 常工作时候尽 量不要在控制 区内停留，监 督区范围内应 限制无关人员 进入。
XXH-1005 型 X 射线探 伤机 “两区” 划分范围	剂量率在 15μGy/h 及 以上的范围，可根据 当地实际情况设置控 制区	剂量率在2.5μGy/h～15μGy/h（不 包含15 μ Gy/h)之间的范围，根据 野外探伤的地形、建筑物实际情 况确定	

二、辐射安全及防护措施

2.1 设备固有安全性

X射线探伤机只有在开机状态下才会产生X射线，关机状态下不会产生 X 射线，在开机状态下的固有安全性如下：

(1) X 射线机开启时，控制箱上将有黄灯亮起，此时应首先对射线机进行训机，这是射线机自有的功能。如不进行训机，射线机将不能开启高压；

(2) 若射线机无法启动高压，首先应确认控制箱内的保险管是否烧坏；其次检测 SF6 气体是否达标，以及射线机头过滤片和屏蔽罩是否损坏；

(3) 射线机延时启动，有安全操作、保护人员人身安全的作用；在射线机延时启动期间，警戒人员应再次确认控制区及周围无人逗留。如果有人，必须立刻关闭射线机；

(4) 延时曝光功能，即布置好探伤机和被检对象后，人员在控制器按下延时曝光开关，撤离到安全区域，且探伤机侧无曝光按钮，确保了人员的安全；

(5) 保险管烧坏时射线机将自动停止高压运行并自行断电；

(6) 接头接触不良时，射线机将显示故障功能，且不能开启高压运行；

(7) 控制箱内线路灰尘较多时造成短路，射线机将自动断电；

(8) X 射线发生器采用阳极接地强迫风冷式并设有压力指示装置，当压力低于 0.35MPa 以下时自动显示故障代码，并禁止开启高压。设有温度保护装置，一旦出现超温，将自动切断高压并显示故障代码。设置有欠压、过压、欠流、过流等保护功能，如出现上述故障，将自动关断高压，故障指示灯闪烁，KV 显示位置出现故障代码；

(9) 探伤机在主射束出口安装有 X 射线过滤器，将对探伤检测无用的低能量射线束进行过滤，以此来减小 X 射线对环境的影响。

2.2 辐射防护措施

X射线基本防护原则是远离X射线并加以必要的屏蔽。对外照射的防护方法有源项控制法、距离防护法和屏蔽防护法。其中野外（室外）探伤主要采用距离防护。

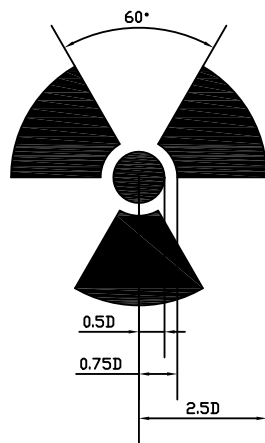
(1) 屏蔽防护

当使用 X 射线探伤机进行室外探伤时，根据需要在主射方向设置屏蔽铅屏风，本项目拟配备铅当量为 1mm，长、宽均为 1.2m 的移动铅帘 2 个。

(2) 距离防护

根据 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》第 6.4 条要求，辐射工作场所应分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

电离辐射警告标志如图 10-3 所示。



a. 电离辐射的标志



b. 电离辐射警告标志

图 10-3 电离辐射标志和电离辐射警告标志

(4) 时间防护

在确保产品质量的前提下，在每次使用探伤机进行探伤之前，根据工件满足的实际质量要求制定最优化的探伤方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。作业时间尽量避开公众活动的高峰时段。

(5) 管理措施

根据《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求(试行)》（四川省环境保护厅，川环函[2016]149 号）和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号），环评针对本项目开展对建设单位提出如下要求：

①制定室外探伤工作方案

该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确了探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工，能够满足《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》（四川省环境保护厅，川环函[2016]149 号）和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）的要求。

环评要求:根据工作期间做好相关记录，与方案一同存档备查。具体内容包括：

A、明确探伤工况：使用的探伤设备、探伤对象、时间安排（开始和结束时间节点）、探伤场所位置；

B、根据探伤工况等划定安全防护区域（控制区和监督区）范围，明确对控制区、监督区采取的警戒、安全措施。并通过影像资料记录现场各类辐射安全措施的履行情况。本项目两区边界会设置警戒绳，并安装声光报警装置。

C、确定监测方案：根据每次探伤的具体工况明确监测点位、监测设备、监测指标及

频次，预先制定监测结果记录表格。监测点位至少应考虑控制区边界、监督区边界以及探伤操作人员位置等，应在探伤操作前测一次，操作期间测一次，并自行或委托有资质的辐射监测单位对每个作业场所周围环境至少监测一次。若发现异常情况，应当立即采取措施，同时向当地生态环境主管部门报告。

D、明确清场方式：如预先公告、开始前广播、安排专人检查等，确保在探伤操作期间，在划定的监督区范围内无公众，控制区内不应有任何人员。

E、明确职责和分工：明确工作人员的分工计划，如探伤操作人员名单及其职责等。本项目室外探伤共配置操作人员 2 名和 4 名安全警戒人员，包括 1 名大学本科以上学历专职负责辐射安全的管理人员。安全员主要负责控制区和监督区的划定与控制，场所限制区域的人员管理，场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤机的领取、归还工作。现场安全员应接受与操作人员等同的辐射安全培训。

②探伤作业前进行公示

在探伤作业前，应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公告牌。公告牌中应包括辐射安全许可证，单位法人，辐射安全负责人，操作人员和现场安全员的姓名、照片和资质证书，探伤作业性质、时间、地点、控制范围，当地生态环境部门监督举报电话等内容。安全信息公告牌面积应不小于 2m²，公告信息应采取喷绘（印刷）的方式制作，应具备防水、防风等抵御外界影响的能力，确保信息的清晰辨识。公告信息如发生变化应重新制作，禁止对安全信息公告牌进行涂改、污损。

③内部管理机构 and 规章制度

本项目室外探伤作业需建立完善的辐射环境安全内部管理机构 and 规章制度，逐级落实室外探伤作业的辐射安全责任制。每次室外探伤作业完成后，要按照“一事一档”的要求建立辐射安全与防护档案，需要归档的材料应包括以下内容：

- a) 作业活动开始前的使用计划和作业方案、作业活动结束后的辐射安全评估报告；
- b) 生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况；
- c) 作业活动期间的相关记录和日志：包括现场公示、射线装置的领用记录、设备检查记录及帐务复核记录，每次作业的时间、地点、操作人员、每次作业清场、两区划分记录（采取影像资料和文字形式），对工作场所和周围环境监测记录；
- d) 作业活动期间异常情况的说明，以及需要记录的其它有关情况。

④探伤分组及个人防护

本项目室外探伤作业仅 1 个小组，环评要求该探伤小组在探伤作业前开展制定探伤工

作方案、张贴探伤作业公告、划定控制区和监督区、清场、个人防护等准备工作。至少保证本项目每次室外探伤开展作业时有 1 台便携式 X 辐射剂量监测仪、2 个移动铅屏风 and 若干警示标志、警戒绳。同时，还要为每名操作人员配备一个个人剂量计和一台个人剂量报警仪，个人剂量计及声光个人剂量报警仪应编号并定人佩戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案。

⑤探伤机在室外探伤完毕后，探伤机送回冷箱车间已有探伤室内，该探伤室具备防盗和安全等功能，周围有摄像头 24 小时监控。

⑥探伤时辐射防护工作

探伤准备：探伤机架设安装完毕后，再一次对探伤区和防护区进行清场，确认无人后，开启警报器；除探伤机操作人员外，其余工作人员与安全检查员一道分别在监督区边界指定位置放置警示牌，严禁无关人员进入该区域。

探伤操作：进行探伤时，如果探伤机连接线长度不够，采取设定时间后自动开机曝光操作，一般最长可设定 9min 待定时间，操作人员可在该段时间内退至控制区距离外或屏蔽体内。

三废的治理

一、废气处理措施

本项目探伤地点为四川川空低温设备有限公司冷箱新车间、冷箱车间内，周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的 O_3 气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

二、废水处理措施

清洗胶片时有清洗废水产生，产生量约为 $3m^3/a$ ，废水中含有少量的 AgBr 和显影剂及氧化物。第一次与第二次清洗废水污染物浓度较高，禁止外排，须经废液收集桶收集后暂存于危废暂存室，之后交由有资质的单位处理，收集桶具有防渗、防水和防腐的效果。其余清洗废水污染物浓度低，依托厂区污水处理设施处理达标后排放至城市污水管网。

三、固体废物

拍片完成后，在洗片室内洗片过程中将产生废显影液及废定影液，废定影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废显影液主要含有硫代硫酸钠等化学物质。根据国家危险废物名录中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液属于感光材料废物，其危废编号为 HW16。项目每年产生废显影液、废定影液最大各 40L/a、60L/a，建设单位拟采用废液收集桶收集后暂存于危废暂存室内。

四、工作场所安防措施

为确保本项目射线装置储存安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-3。

表 10-3 X 射线探伤机工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
冷箱新车间、冷箱车间	防盗和防破坏	①本项目 X 射线探伤机储存地（冷箱车间已有探伤室内）已纳入单位日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏； ②本项目 X 射线探伤机储存地（冷箱车间已有探伤室内）已设置监控摄像头实行 24h 实时监控； ③安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗窃事件，立即向公安机关报案； ④本项目 X 射线探伤机储存地（冷箱车间已有探伤室内）和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。
	防射线泄漏	本项目所使用的 X 射线探伤机购置于正规厂家，出厂时探伤机的杂散辐射和泄漏辐射不会超过规定的限值。

五、环保投资估算

本项目总投资 80 万元，环保投资 29 万元，占总投资的 33.8%。项目环保投资估算见

表 10-4。

表 10-4 辐射安全防护和环保设施(措施)投资一览表

类 别		环保设施	投资金额 (万元)	备注
野外探伤	防护设备	防护铅帘 2 个（铅当量 1mm，长、宽均为 1.2m）、辐射防护铅服 2 套、大功率喊话器 2 个、安全警示线 2 盘、对讲机 6 个。	12.0	需配置
	监测仪器	个人剂量计 6 个（剂量片 12 个），个人剂量报警仪 6 台，便携式辐射监测仪 1 台	5	需配置
	安全装置	声光报警装置 2 套、控制区和监督区警示标志、现场公示牌若干安全警戒绳 2 盘。	3.0	需配置
其他	设备维护	每个月对探伤装置的配件、机电设备进行检查、维护、及时更换部件。	2.0	应预留
	人员培训	辐射工作人员及应急人员的组织培训	2.0	应预留
	应急预案	应急和救助的资金、物资准备	5.0	应预留
合 计			29.0	/

表 11：环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为室外探伤，探伤场所主要为四川川空低温设备有限公司已建冷箱车间、冷箱新车间内，不存在施工期环境影响。

运行阶段对环境的影响

一、运行期正常工况环境影响分析

1.1 辐射环境影响分析

1.1.1 漏射线(除主射方向以外)控制区和监督区的划定

在实际探伤过程中，射线能量根据被检工件的厚度进行调节，射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。在此基础上，根据四川省环境保护厅《四川省野外（室外）使用放射性同位素与射线装置辐射安全和防护要求（试行）》“两区”划分管理及《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），控制区边界外 X 射线空气吸收剂量率应不大于 $15\mu\text{Gy/h}$ ，该区域需设置明显的警戒线和辐射警示标识，专人看守；监督区位于控制区外，其边界剂量率应不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ，该区域边界处应有“当心，电离辐射”警示标识，公众不得进入该区域。

表 11-1 无屏蔽状态下不同距离漏射线的 X 射线剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)

距离(m)	1	5	8.2（控制区边界）	10	20（监督区边界）
小于 150kV	<1000	<40	<15	<10	<2.5

根据理论计算结果可知，本项目 X 射线探伤机在现场探伤工作时，对于漏射线，划定的控制区为 X 射线探伤机为圆心，半径 8.2m 的圆形区域，监督区是控制区外以探伤机为圆心，半径 20m 的环形区域。

1.1.2 主射方向的控制区和监督区划定

根据建设单位提供资料可知，本项目探伤机可能出现的最大工况见表 11-2。本项目采用探伤机可能出现的最大工况计算控制区和监督区，更为保守。

X 射线探伤机工作时，其周围的 X 射线剂量率还有散射线的贡献，散射线的 X 射线剂量率与 X 射线探伤机本身、周围的物体、地形等诸多因素有关，用纯理论难以准确估算，一般需要仪器直接测量，并且具体探伤时，漏射线及散射线均大部分被工件所屏蔽，因此实际划定的控制区及监督区均应比理论计算值要小。本次环评要求：野外探伤时，职业人员需配置声光个人剂量报警仪，且需将报警限值设置为 $15\mu\text{Gy/h}$ ，

以避免职业人员误入控制区。

1.1.3 操作人员剂量计算

位于探伤机后方本项目探伤机可设置延时曝光，延时时间最长为 9min，操作人员有足够的时间走出控制区以及监督区以外。根据表 11-1，按照曝光时操作人员位于监督区保守计算，空气吸收剂量率最大为 0.0025mSv/h，照两台探伤机每年工作 50h 保守计算，居留因子取 1 计算，得出操作人员受照射的年有效剂量为 0.125mSv/a，满足本次评价标准 5mSv/a 的要求。

1.1.4 警戒线工作人员

①**控制区边界：**本项目探伤时，控制区警戒线处有效剂量率最大值为 0.015mSv/h，本项目保守按照工作人员每年探伤工作时间 50h，居留因子取 1 计算，得出控制区边界警戒人员受照射的年有效剂量为 0.75mSv/a，满足本次评价标准 5mSv/a 的要求。

②**监督区边界：**本项目探伤时，监督区警戒线处有效剂量率不同工作环境下最大值为 0.0025mSv/h。本项目保守按照工作人员每年探伤工作时间 50h，居留因子取 1 计算，得出监督区边界警戒人员受照射的年有效剂量为 0.125mSv，满足本次评价标准 5mSv/a 的要求。

1.1.5 辐射工作人员剂量叠加结果分析

由于本项目工作人员为建设单位现有的辐射工作人员，个人剂量需叠加现有辐射工作场所的影响。与 2018 年年度个人剂量检测结果最大值叠加后，本项目辐射工作人员受照射的年有效剂量最大为 0.98mSv/a，满足本次评价标准 5mSv/a 的要求。

1.1.6 敏感目标环境影响分析

本项目室外探伤敏感目标主要是监督区外周边的公众。

本项目室外探伤时，监督区警戒线处有效剂量率最大为 0.0025mSv/h，本项目按照两台探伤机每年工作 50h 保守计算，公众居留因子保守取 1/4，得出监督区边界公众受照射的年有效剂量为 0.031mSv/a，监督区边界外的公众由于距离更远，受照射剂量低于 0.031mSv/a，满足本次评价确定的 0.1mSv/a 剂量约束值的要求。

1.1.6 小结

综上所述，本项目探伤时，职业人员受照射的年有效剂量最大值为 0.98mSv/a，公众受照射的年有效剂量最大值为 0.031mSv/a，均满足本次评价标准的要求。

1.2 废气环境影响分析

本项目探伤地点为四川川空低温设备有限公司冷箱新车间、冷箱车间内，周围为

较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的少量 O₃ 气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 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	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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	III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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	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

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，一旦切断电源便不会再有射线产生。本次评价事故状态分三种情况：

三、辐射事故影响分析

(1) X射线装置事故后果计算

由于 X 射线探伤机只有在开机的状态下才会产生 X 射线，一旦发现有人员误入，只要关闭电源即可解除辐射事故，因此，处理 X 射线探伤机辐射事故的时间较短。本次环评处理事故时间保守按 3min 计算。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 11-1、11-2 计算，人员受到的有效剂量可用式 11-3 进行计算。本项目探伤机作业时发生事故时对受照人员的有效剂量计算结果见表 11-7。

表 11-7 事故情况下周围人员受到的剂量估算结果

距射线靶距离(m)	有效剂量 (mSv/min)
1	135
2	33.8
5	5.4
10	1.35
15	0.6
20	0.34
25	0.22

(2) X 射线装置事故情况下对环境影响评价

由表 11-7 可以看出，事故情况下，X 射线直接照射到人员身上，误入人员在距离射线头 1m 处停留 3min，其所受有效剂量最高达 135mSv/次，导致公众人员受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 1mSv/a 剂量限值，构成一般辐射事故。

综上所述，本项目一旦发生辐射事故，周围人员较容易受到超剂量照射。建设单位需要加强管理，在探伤机运营过程中必须严格执行相关规章制度和工作管理制度，严格杜绝此类事故的发生。

(3) 事故定级

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表 11-8。

表 11-10 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	主要环境 风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
X 射线探伤机—II 类 射线装置	X射线	超剂量照射	事故状况下单次受到的辐射剂量最大为 135mSv，导致人员受到超过年剂量限值的照射。	一般辐射事故

根据分析，本项目可能发生的事故为一般辐射事故。

四、事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，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在室外探伤作业前，按项目制定工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工。工作期间做好相关记录，与方案一同存档备查。

③室外探伤作业前需要进行公告，应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、单位法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和生态环境部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。要求在探伤现场提前两天公告，且安全信息公示牌面积不小于 2m²。

④凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须按操作规程执行，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，并做好个人的防护，佩戴个人剂量计，携带声光个人剂量报警仪。

⑤必须制定探伤机操作安全防护措施，在探伤工作开始之前，必须在所有控制区周边和监督区周边张贴告示，在监督区和控制区范围内的其他工作人员需进行全面的清场，在警戒区范围内严禁无关人员进入，防止工作人员和公众受到意外辐射。

⑥每月对使用射线装置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进行更换。

⑦建设单位所有辐射工作人员均须参加生态环境部门组织的辐射安全与防护培训，并取得合格证书，所有辐射工作人员均须持证上岗。

表 12：辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据国家环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定要求：建设单位需设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

建设单位目前已成立了“辐射安全领导小组”，其职责包括：①全面负责单位辐射安全管理工作；②认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合本单位实际制定安全规章制度并检查监督实施；③负责单位辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；④检查安全环保设施，开展环保监测，对单位使用的射线装置安全防护情况进行年度评估；⑤实施辐射工作人员的健康体检并做好体检资料的档案管理工作；⑥编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故；⑦定期向环保和主管部门报告安全工作，接受环保监督、监测部门的检查指导。

表 12-1 辐射安全领导小组人员设置表

职务	人员
主任委员	毛忠
副主任委员	单凯、钟刚、彭育君
委员	唐辉、刘拥军、朱明富、陈彩霞、周述清、肖赞山、朱岳忠、张世庆、袁帅、周洪、汪海、贺勇

辐射安全管理规章制度

1、辐射安全管理规章制度要求及落实情况

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[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	辐射安全管理制度	已制定	/
2		X 射线探伤机野外（室外）操作规程	/	需制定
3		非固定场所使用的管理规定	/	需制定
4		辐射安全与防护设施维修维护维护制度(包括机构人员、维护维修内容与频度)	已制定	/
5		X 射线探伤机管理制度（转让、使用、报废）	已制定	/
6		野外探伤工作方案（须存档）	/	需制定
7		野外作业的一事一档，包括生态环境部门现场检查记录、辐射监测报告及现场作业辐射安全措施影像资料等。	/	探伤作业前后落实

8		射线装置台账	已制定	/
9	监测	监测方案	/	需制定
10		监测仪表使用与校验管理制度	已制定	/
11	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	/
12		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	/
13	应急	辐射事故/事件应急预案	已制定	/

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，核技术利用单位应根据使用放射性同位素和射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

（1）档案分类和归档

本项目辐射安全档案资料可分以下大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”、“野外（室外）探伤一事一档”和“废物处置记录”。建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

其中“野外（室外）探伤一事一档”档案资料是针对每一个项目野外（室外）作业活动建立完整的辐射安全与防护档案，做到一事一档。需要归档的材料应包括以下内容：

①作业活动开始前的报备方案，每个作业活动使用计划和作业方案、作业活动结束后的辐射安全评估报告；

②生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况；

③作业活动期间相关记录和日志，包括现场公示、射线装置的领用记录、设备检查记录及财务复核记录，每次作业的时间、地点、操作人员、每次作业清场、两区划分记录（采取影像资料和文字形式），对工作场所和周围环境监测记录；

④作业活动期间异常情况的说明，以及需要记录的其它有关情况。

（2）需上墙的规章制度

①《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。

②上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

3、其它辐射安全和防护管理要求

（1）探伤作业时应配备现场安全员，具备对现场辐射安全负责的权限，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还等工作，发现安全问题应立即停止探伤作业。

(2) 每次探伤作业前，操作人员应严格检查探伤装置的安全性能，并复核。至少每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。

(3) 安全信息公示牌面积应小于 2m^2 ，公示信息应采取喷绘（印刷）的方式进行制作。安全信息公示牌应适应野外作业需要（具备防水、防风等抵御外界影响的能力），确保信息的清晰辨识。公示信息如发生变化应重新制作安全信息公示牌，禁止对安全信息公示牌进行涂改、污损。

(4) 开展自我监测，绘制监测布点图，做好相应监测数据记录并存档。发现异常情况的，应当立即采取措施，必要时向当地生态环境行政主管部门报告。

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

本项目配置 6 名辐射工作人员，均为原有辐射工作人员，建设单位已为所有辐射工作人员配备个人剂量计，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，且每季度送有资质单位检测个人剂量。

环评要求：①项目建成投运后，保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计。加强检测管理和辐射工作人员职业健康检查管理，保证每名辐射工作人员的个人剂量计每个季度送有资质部门检测一次，做到专人专戴，做到定期送检；②建立个人剂量档案，个人剂量档案要终身保存；③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；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；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、辐射环境及工作场所监测

(1) 监测内容：X- γ 射线空气吸收剂量率；

(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：每次探伤期间至少 1 次；确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行；

（4）监测范围：监督区和控制区边界及操作人员位置。

（5）监测设备：便携式X辐射监测仪1台。

辐射事故应急

为了加强对辐射装置安全管理，确保仪器设备的安全应用，保障公众健康，保护环境，建设方需按环评要求补充和完善辐射安全事故应急救援预案，该预案应包括：应急组织机构、应急职责分工、辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话）、应急保障措施、应急演练计划等。其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行，环评要求将本项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，并做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备。

一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组按照辐射事故应急预案的程序和要求上报当地生态环境局，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：四川川空低温设备有限公司新建 X 射线野外（室外）探伤项目

建设单位：四川川空低温设备有限公司

建设性质：新建

建设地点：探伤地点为四川川空低温设备有限公司主要是探伤机无探伤任务时分别存放于冷箱车间、冷箱新车间已有探伤室内。

本次评价内容及规模为：四川川空低温设备有限公司拟在厂区冷箱车间、冷箱新车间内，新增使用 2 台 X 射线探伤机，对公司生产的铝合金塔体进行室外探伤。其中一台为 XXQ-1005 型周向探伤机，另一台为 XXH-1005 型定向探伤机，管电压均为 100kV，最高管电流均为 5mA，均属于 II 类射线装置。在实施探伤过程中，不存在两台探伤机同时探伤的情况，每台探伤机每年室外探伤累计曝光时间最多 25h，两台探伤机年室外探伤累计曝光时间最多为 50h。

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，根据国家发展和改革委员会第 9 号令《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修订）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

本项目室外探伤位于四川川空低温设备有限公司冷箱车间、冷箱新车间内，经分析评价，项目运营期在采用了管理措施和技术措施后对环境影响是可以接受的。

4、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，便携式 X 射线探伤机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

本项目探伤地点周围为较开放的场所，大气扩散条件良好，产生的 O₃ 气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

③固体废物的环境影响分析

本项目洗片时产生的废显影液、废定影液、清洗废水、废胶片分别经专用收集桶收集后，交由有危废处理资质的单位进行处理，不外排，对周围环境没有影响。

生活垃圾依托厂区收集设施收集后交由市政环卫部门处理，对环境的影响很小。

④废水环境影响分析

本项目产生的清洗废水依托厂区污水处理站处理达标后排入城市污水管网，对周围水环境影响较小。

生活污水依托厂区已有的环保设施进行处理，对环境的影响很小。

⑤噪声

本项目所产生的噪声较小，时间短，经距离衰减后对周围声环境影响较小。

5、事故风险与防范

建设单位制订的安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻落实，以避免发生辐射事故与突发事件。建设单位制定的应急预案需按环评提出的要求进行完善。

6、环保设施与保护目标

建设单位拟配置的环保设施较全，拟采取的环保措施可行，可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。

7、辐射安全管理的综合能力

建设单位安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，工作人员配置合理，考试（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。

8、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，四川川空低温设备有限公司新建 X 射线室外探伤项目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) 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，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，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥存在的安全隐患及其整改情况；⑦其它有关法律、法规规定的落实情况。

(3) 一旦发生辐射安全事故，按照事故等级启动应急预案并及时报告上级主管单位和属地生态管理部门。

(4) 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进行填写。

(5) 每次室外探伤作业完成后，要按照“一事一档”的要求建立辐射安全与防护档案，采用文字或影像资料真实记录探伤作业现场采取的辐射防护设施和辐射管理措施、生态环境部门现场检查情况、辐射环境监测记录、安保等，使每次野外探伤的辐射安全与防护状况具有可追溯性。

(6) 根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。本工程竣工环境保护验收一览表见下表。

表 13-1 环境保护设施验收一览表

类 别		环保设施
野外探伤	防护设备	防护铅帘 2 个（铅当量 1mm，长、宽均为 1.2m）、辐射防护铅服 2 套、大功率喊话器 2 个、安全警示线 2 盘、对讲机 6 个。
	监测仪器	个人剂量计 6 个（剂量片 12 个），个人剂量报警仪 6 台，便携式辐射监测仪 1 台

	安全装置	声光报警装置 2 套、控制区和监督区警示标志、现场公示牌若干安全警戒绳 2 盘。
--	------	--

表 13-2 辐射安全管理制度验收一览表

序号	项目	规定的制度
1	综合	辐射安全管理制度
2		X 射线探伤机野外（室外）操作规程
3		非固定场所使用的管理规定
4		辐射安全与防护设施维修维护维护制度(包括机构人员、维护维修内容与频度)
5		X 射线探伤机管理制度（转让、使用、报废）
6		野外探伤工作方案（须存档）
7		野外作业的一事一档，包括生态环境部门现场检查记录、辐射监测报告及现场作业辐射安全措施の影像资料等。
8		射线装置台账
9	监测	监测方案
10		监测仪表使用与校验管理制度
11	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度
12		辐射工作人员个人剂量管理制度
13	应急	辐射事故/事件应急预案

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