

编号：RSHP-SC-202005250001

核技术利用建设项目

四川建安工业有限责任公司
新增工业 X 射线探伤应用项目
环境影响报告表
(公示本)

四川建安工业有限责任公司

2020 年 06 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

四川建安工业有限责任公司

新增工业 X 射线探伤应用项目

环境影响报告表

(公示本)

建设单位名称：四川建安工业有限责任公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：四川省雅安市名山经济开发区滨河东路 6 号

邮政编码：625100

联系人：罗*

电子邮箱：*

联系电话：187****

《建设项目环境影响报告表》编制说明

《建设项目环境影响报告表》由具有从事环境影响评价资质的单位编制。

1.项目名称——指项目立项批复时的名称，应不超过 30 个字（两个英文字段作一个汉字）；

2.建设地点——指项目所在地详细地址，公路、铁路应填写起止地点；

3.行业类别——按国标填写；

4.总投资——指项目投资总额；

5.主要环境保护目标——指项目周围一定范围内集中居民住宅区、学校、医院、保护文物、风景名胜区、水源地和生态敏感点等，应尽可能给出保护目标、性质、规模和距厂界距离等；

6.结论与建议——给出本项目清洁生产、达标排放和总量控制的分析结构，确定污染防治措施的有效性，说明本项目对环境造成的影响，给出建设项目环境可行性的明确结论。同时提出减少环境影响的其他建议；

7.预审意见——由行业主管部门填写答复意见，无主管部门项目，可不填；

8.审批意见——由负责审批该项目的生态环境行政主管部门批复。

目 录

表 1	项目基本概况	- 1 -
表 2	放射源	- 10 -
表 3	非密封放射性物质	- 10 -
表 4	射线装置	- 11 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	- 12 -
表 6	评价依据	- 13 -
表 7	保护目标与评价标准	- 15 -
表 8	环境质量和辐射现状	- 20 -
表 9	项目工程分析与源项	- 24 -
表 10	辐射安全与防护	- 28 -
表 11	环境影响分析	- 36 -
表 12	辐射安全管理	- 51 -
表 13	结论与建议	- 58 -
表 14	审批	- 64 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		四川建安工业有限责任公司新增工业 X 射线探伤应用项目				
建设单位		四川建安工业有限责任公司				
法人代表姓名		龙思源	联系人	罗*	联系电话	*
注册地址		四川省雅安市名山经济开发区滨河东路 6 号				
项目建设地点		四川省雅安市名山经济开发区滨河东路 6 号				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		*	项目环保投资 (万元)	*	投资比例(环保 投资/总投资)	**%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			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、建设单位简介 四川建安工业有限责任公司(统一社会信用代码: 91511800210900656Q, 以下简称“建安公司”)位于四川省雅安市名山经济开发区滨河东路 6 号, 是中国长安汽车集团股份有限公司直属企业, 国有独资公司。公司主要从事微型汽车后桥、轻型汽车前后桥、轿车零部件(轿车悬架、轿车后轴)等汽车零部件的生产和销售。 二、项目由来 根据四川建安工业有限责任公司发展规划, 公司已在现有联合厂房二区约					

1800m² 预留空厂房内，建设铝合金铸造生产线一条，主要功能分区为砂芯制作、铝合金铸造、热处理、X 探伤、荧光探伤，该项目环境影响已在《铸造铝合金轻量化汽车底盘零部件项目环境影响报告表》中进行了评价（X 探伤除外），并已取得雅安市生态环境局的批复（雅环审批〔2020〕33 号）。

根据公司发展要求，为了更好的控制产品质量，加强产品检测力度，弥补其他探伤方法的不足，公司在联合厂房二区（102b）内新建一座固定式工业 X 射线探伤铅房，并使用 1 台 GULMAY GDR60-ADR225 型 X 射线探伤仪，该探伤机最大管电压为 225kV，最大管电流为 18mA，属于 II 类射线装置，用于汽车底盘悬架铝合金产品如副车架、摆臂等零部件的自动化非接触式内部缺陷检测。

三、编制目的

为加强射线装置的辐射环境管理，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，建设方须对本项目进行环境影响评价。

根据生态环境部令第 1 号《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》的规定及《关于发布射线装置分类办法的公告》（国家生态环境部，公告 2017 年第 66 号）中对射线装置的分类，本项目涉及的 X 射线探伤仪设备属于 II 类射线装置，故本项目属于“第 191 条 核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超过已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）中‘制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的’”应编制环境影响报告表，并在取得环评批复后及时申请辐射安全许可证变更。

为此，四川建安工业有限责任公司委托南京瑞森辐射技术有限公司对该项目开展环境影响评价工作（委托书见附件 1）。我公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料并结合四川瑞迪森检测技术有限公司现场监测等工作的基础上，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制了《四川建安工业有限责任公司新增工业 X 射线探伤应用项目》环境影响报告表。

四、项目概况

项目名称：新增工业 X 射线探伤应用项目

建设单位：四川建安工业有限责任公司

建设性质：扩建

建设地点：四川省雅安市名山经济开发区滨河东路 6 号四川建安工业有限责任公司内。

1、建设内容与规模

四川建安工业有限责任公司在联合厂房二区（102b）内新建设一座设备操作间，面积约为 66.3m²，净空尺寸为长 8.5m×宽 7.8m×高 3.7m，在其内部建设 1 座固定式工业 X 射线探伤铅房，并新增使用 1 台 X 射线探伤仪，配套的操作台位于设备操作间内西侧区域。

本新建的探伤铅房面积约为 12.6m²，净空尺寸为长 4.2m×宽 3m×高 2.7m。探伤铅房东侧、西侧、北侧及顶部均为 14mmPb 铅板；铅房南侧及底部均为 10mmPb 铅板；西侧距地面约 0.7m 处有一处观察窗，观察窗采用 14mmPb 铅玻璃（长 700mm×宽 500mm×厚 65mm）；铅门位于探伤铅房南侧，厚度为 10mmPb 铅当量。

探伤铅房内使用 1 台 X 射线探伤仪，其型号为 GULMAY GDR60-ADR225，主要参数为：最大管电压 225kV，最大管电流 18mA，属Ⅱ类射线装置。X 射线探伤仪从下至上出束，其主束方向朝上，年探伤曝光时间约为 250 小时。

本项目不涉及野外（室外）探伤。本项目 X 射线探伤仪采用数字成像的方式，不涉及洗片操作，故未设置洗片室及评片室。本项目不涉及显、定影液和胶片的使用，不产生废显、定影液、洗片废水及废胶片等危险废物，故未设置危险废物暂存间。

本项目核技术应用项目见表 1-1。

表 1-1 本项目核技术应用项目一览表

序号	射线装置名称	射线装置型号	数量	技术参数	类别	工作场所名称	使用情况	环评情况及审批时间	许可情况
1	X 射线探伤仪	GULMAY GDR60-ADR225	1	225kV /18mA 主束方向朝上	Ⅱ	X 射线探伤铅房	新增	本次环评	未许可

2、项目组成及主要环境问题

本项目组成内容及主要的环境问题见表 1-2。

表 1-2 项目组成内容及主要环境问题

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	四川建安工业有限责任公司在公司厂房内新建一座整体式工业 X 射线探伤铅房，并新增使用 1 台 X 射线探伤仪。 本项目拟新增 X 射线探伤仪型号为 GULMAY GDR60-ADR225，主要参数为：最大管电压 225kV，最大管电流 18mA，属 II 类射线装置。X 射线探伤仪从下至上出束，其主束方向朝上，其年探伤曝光时间为 250 小时。 本项目探伤铅房建于联合厂房二区（102b）内，探伤铅房面积约为 12.6m²，净空尺寸为长 4.2m×宽 3m×高 2.7m。探伤铅房东侧、西侧、北侧及顶部均为 14mmPb 铅板；铅房南侧及底部均为 10mmPb 铅板；西侧距地面约 0.7m 处有一处观察窗，观察窗采用 14mmPb 铅玻璃（长 700mm×宽 500mm×厚 65mm）；铅门位于探伤铅房南侧，厚度为 10mmPb 铅当量。 铅房外部配套建设一座设备操作间，铅房安装于设备操作间内。	施工噪声、施工废渣、施工废水等	X 射线 臭氧 噪声
辅助工程	本项目不涉及野外（室外）探伤。本项目 X 射线探伤仪采用数字成像的方式，不涉及洗片操作，故未设置洗片室及评片室。本项目不涉及显、定影液和胶片的使用，不产生废显、定影液、洗片废水及废胶片等危险废物，故未设置危险废物暂存间。 探伤铅房外部配套建设一座设备操作间，面积约为 66.3m²，净空尺寸为长 8.5m×宽 7.8m×高 3.7m，探伤铅房安装于设备操作间内，操作台位于设备操作间内西侧区域。	\	\
公用工程	配电、供电和通讯系统等	\	\
办公生活设施	厂区已有办公及生活设施		生活垃圾 生活污水

3、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	年最大消耗量	来源	备注
能源	电	300kW·h/a	/	/

4、主要设备配置及主要技术参数

本项目拟使用的射线装置技术参数见表 1-4。

表 1-4 本项目拟使用的射线装置技术参数

射线装置名称	型号	数量	最高管电压	最高管电流	单次最长照射时间	单台探伤机年最大出束时间	辐射角度
X 射线探伤仪	GULMAY GDR60-ADR225	1	225 kV	18 mA	10min	250h	主束朝上 40°×30°

5、工作制度及人员配置

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；从事辐射的年工作时间与 X 射线探伤仪实际年出束时间一致。

工作人员：公司拟配备辐射工作人员 2 名，均为公司新增辐射工作人员。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗，且每 5 年进行一次再学习和考核。

6、项目依托设施

①依托办公设施：工作人员办公室依托公司既有办公室，不涉及新建。

②依托环保设施：本项目工作人员在公司内产生的生活污水依托公司现有污水处理设施处理。

公司现有废水处理站设计处理能力为 $50\text{m}^3/\text{h}$ ，目前实际处理废水量约 $35\text{m}^3/\text{h}$ ，尚有较大富裕能力，能接纳本项目产生的生活污水。本项目生活污水经收集后由城市污水管网统一收集后送至名山片区工业污水处理厂。

本项目工作人员在公司内产生的生活垃圾集中暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

五、产业政策符合性

本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据国家发展和改革委员会 2019 年令第 29 号《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。

六、项目选址及布局合理性分析

1、选址合理性分析

（1）公司外环境关系

四川建安工业有限责任公司位于四川省雅安市名山经济开发区滨河东路 6 号，

公司东侧约 30m 处为四川航空工业川西机器有限责任公司；东南侧依次为卫干路及四川新筑通工汽车有限公司；西南侧约 38m 处为名山河；西侧为滨河东路及沃克林环保科技有限公司；北侧外依次为在建工地及空地。本项目地理位置示意图附图 1，四川建安工业有限责任公司周围环境示意图见附图 2。

（2）联合厂房二区（102b）外环境关系

本项目探伤铅房建于公司联合厂房二区（102b）内，联合厂房二区（102b）位于公司厂区北侧，其东北侧为厂区围墙及四川航空工业川西机器有限责任公司；东南侧为厂区内 102aB 及 102aA 区厂房；西南侧为厂区内 103#建筑（堆棚）及消防水池；西北侧外为厂区内室外道路。厂区总平面图见附图 3。

（3）辐射工作场所外环境关系

本项目设备操作间位于联合厂房二区（102b）内一层。探伤铅房安装于设备操作间内，操作台位于设备操作间内西侧区域，设备操作间东、南、北侧均为厂房内过道，西侧为合格品存放区。本项目探伤铅房平面布局示意图见图 1-1 所示。

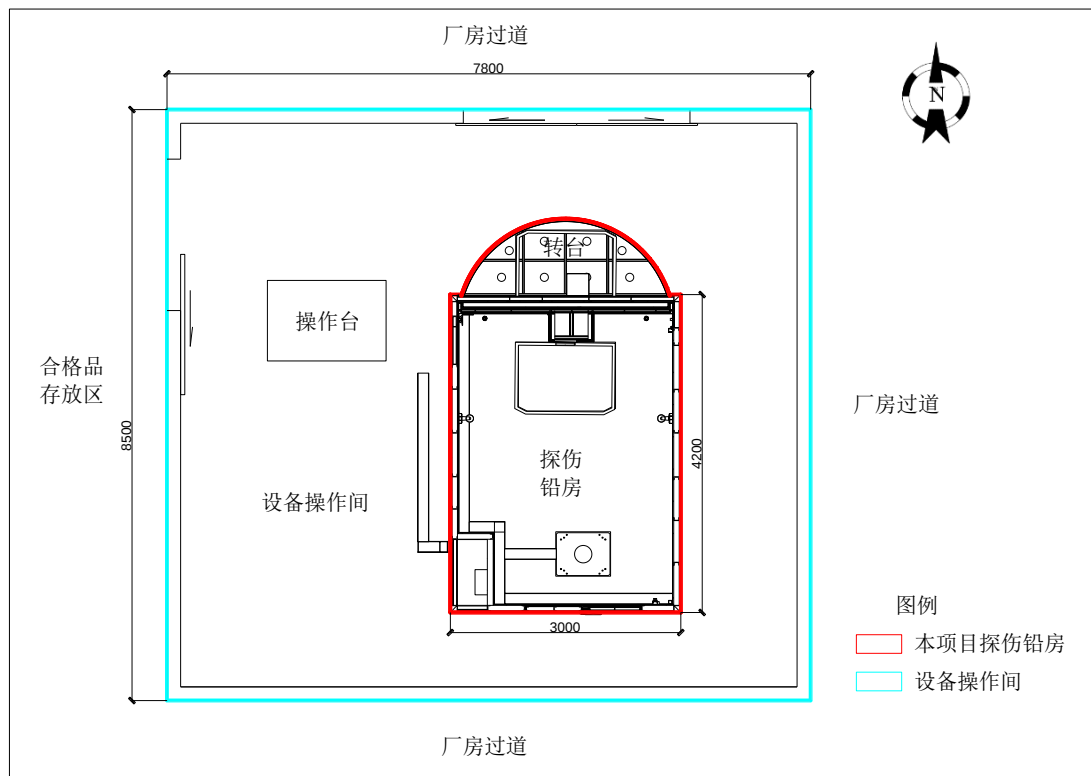


图 1-1 本项目探伤铅房平面布局示意图

（4）项目选址合理性分析

公司综合考虑项目特点和对周围环境可能存在的影响，将本项目探伤铅房建设在联合厂房二区（102b）内。本项目位于四川建安工业有限责任公司厂址内，不涉及

新征用地，符合雅安市城市总体规划。

本项目用地性质为工业用地，且探伤铅房周围 50m 范围内主要为公司内部生产车间、过道等，公司周边主要为城居环境，无大的环境制约因素。

公司已完成了《铸造铝合金轻量化汽车底盘零部件项目》环评并已取得雅安市生态环境局的批复（雅环审批〔2020〕33 号，见附件 2），项目选址合理性已在该项目环境影响报告表中进行了评价，本项目仅为其中部分建设内容，不新增用地，且辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射通过采取相应的治理措施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。

七、实践正当性

射线检验作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各种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，将核技术应用到本项目中，可达到一般非放射性检验方法所不能及的检验效果，是其它检验项目无法替代的，由于射线检验的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在检验过程中射线装置的应用可能会造成如下放射性环境问题：

- （1）给周围环境和辐射工作人员造成一定的辐射影响；
- （2）射线装置的使用及管理的失误会造成一定的辐射安全事故。

建设单位在开展射线检验过程中，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。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。本项目产生的社会效益足以弥补辐射给职业人员、公众引起的辐射危害，因此该核技术利用符合实践正当性要求。

八、项目单位核技术应用现状

1、辐射安全许可证的许可种类和范围

四川建安工业有限责任公司现持有四川省生态环境厅（原四川省环境保护厅）颁发的《辐射安全许可证》（证书编号川环辐证〔00432〕，有效期至 2023 年 04 月 15 日，许可种类和范围为：使用Ⅱ类射线装置，见附件 3）。许可使用Ⅱ类射线装置共 2（台/套），见表 1-5。

表 1-5 四川建安工业有限责任公司现有射线装置情况一览表

序号	设备名称	型号	类别	活动种类	许可情况	备注
1	工业 X 射线探伤机	XXG3005	II	使用	已许可	/
2	工业 X 射线探伤机	XXQ2505	II	使用	已许可	已损坏，闲置

2、辐射安全管理现状情况

公司 2019 年对在用的射线装置安全与防护状况进行了评估，其 2019 年度自查评估报告（见附件 4）结论如下（摘录）：

1、2019 年度我单位辐射安全和防护设施运行良好，定期开展了维护工作。

2、2019 年度我单位辐射工作人员没有变动，目前共有 2 名辐射工作人员，均参加了辐射安全和防护知识培训。2017 年新增 2 名辐射管理人员，2017 年于 11 月已进行了辐射工作人员培训。

3、2019 年度我单位委托雅安疾控中心开展对辐射工作人员的个人剂量测量，委托了四川省辐射环境管理监测中心站开展了辐射工作场所的辐射环境监测，结果表明均满足国家标准要求。

4、2019 年度我单位未发生辐射事故。

5、2019 年度我单位未新增辐射工作场所。

6、2019 年度我单位对环保部门现场检查提出的整改要求进行了整改落实，在年度评估中对发现的安全隐患及时进行了整改。

3、辐射工作人员

（1）培训情况

公司严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度，公司目前共有辐射管理人员 2 名，辐射工作人员 2 名，上述工作人员均参加了辐射安全和防护知识培训，并取得《辐射安全和防护培训合格证》，持证上岗。

（2）个人剂量监测情况

四川建安工业有限责任公司现有辐射管理人员 2 名，辐射工作人员 2 名。每名辐射工作人员均配备个人剂量计，根据建设单位 2019 年度自查评估报告总结，辐射工作人员均未出现年剂量值超过管理限值的情况。

为进一步保证辐射工作人员身体健康及人员安全，公司应切实做好以下工作：

①公司应规范操作，加强对辐射工作人员工作期间个人剂量计的管理，上岗期

间辐射工作人员必须按规定正确佩戴个人剂量计，离岗期间个人剂量计应统一保管；

②应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。公司应当将辐射工作人员的个人剂量档案终生保存；

③合理安排辐射工作人员的操作时间，避免单个辐射工作人员累计长时间进行探伤作业；

④ 加强辐射工作人员工作期间个人防护措施管理。

4、辐射工作场所

公司现有 XXG3005 型及 XXQ2505 型共 2 台 X 射线探伤机，其中 XXQ2505 型 X 射线探伤机已损坏未使用，现处于闲置状态。

公司已委托四川鸿源环境检测技术咨询有限公司开展了 XXG3005 型 X 射线探伤机 2019 年度 X 射线设备场所防护检测（检测报告详见附件 5），检测结果表明其曝光室 X 射线探伤机所测各点位的 X 射线辐射剂量率范围为 $0.04 \sim 0.10 \mu\text{Sv/h}$ ，低于辐射剂量率国家标准《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）限值 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq)/ 活度 (Bq)×枚数	类别	活度种类	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已经产生的中子流强度（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、分析等用途

序号	名称	类别	数量 (台)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤仪	II	1	GULMAY GDR60- ADR225	225	18	探伤检测	X 射线探伤 铅房	本次环评
2	工业 X 射线探伤机	II	1	XXG3005	300	5	探伤检测	工业探伤室	已许可
3	工业 X 射线探伤机	II	1	XXQ2505	250	5	探伤检测	工业探伤室	已许可
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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)	用途	工作场所	操作方式			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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	/	微量	微量	不暂存	直接进入大气，臭氧常温下可自行分解为氧气
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》(2014 年修订版), 2015 年 1 月 1 日起实施; (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修正版), 2018 年 12 月 29 日发布施行; (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日施行; (4) 《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, 2005 年 12 月 1 日施行; 2019 年修正, 国务院令 709 号, 2019 年 3 月 2 日施行; (5) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订版), 国务院第 682 号令, 2017 年 10 月 1 日施行; (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》, (2019 年修正本), 2019 年 8 月 22 日起施行; (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 中华人民共和国环境保护部第 18 号令, 2011 年 5 月 1 日起施行; (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》, (2018 年修正本), 生态环境部第 1 号公布, 自 2018 年 4 月 28 日起施行; (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 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日起施行; (10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 国家环境保护总局, 环发〔2006〕145 号, 2006 年 9 月 26 日起实施; (11) 《四川省辐射污染防治条例》, 四川省第十二届人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过, 2016 年 6 月 1 日起实施; (12) 《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; (13) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》, 生态环境部, 2019 年部令第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行; (14) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》, 生态环境部, 公告 2019 年 第 57 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) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； (3) 《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）； (4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）； (5) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）； (6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）； (7) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）； (8) 《核辐射环境质量评价的一般规定》（GB11215-1989）。
其他	附件： (1) 项目委托书（见附件 1）； (2) 辐射安全许可证（见附件 3）。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围 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）的规定、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）的要求，以及本项目辐射特性，本项目评价范围确定为新建 X 射线探伤铅房周围 50m，详见附图 3。																																									
保护目标 本项目探伤铅房周围 50m 范围内均位于公司厂址内，50m 范围内其余方向无学校等其他环境敏感点。 本项目环境保护目标为辐射工作人员以及与探伤铅房所在操作设备间邻近车间内的未列入辐射工作人员管理的其他工作人员（公众），详见表 7-1。 表 7-1 本项目评价范围内敏感保护目标情况一览表 <table><tr><th colspan="3">保护目标</th><th>方位</th><th>与射线装置最近距离</th><th>规模</th><th>照射类型</th><th>剂量约束值 (mSv/a)</th></tr><tr><td rowspan="8">X 射线探伤铅房</td><td rowspan="8">公司内</td><td rowspan="4">职业人员</td><td>探伤铅房东侧</td><td>1.1m</td><td rowspan="4">约 2 人</td><td rowspan="4">职业</td><td rowspan="4">5</td></tr><tr><td>探伤铅房南侧</td><td>2.9m</td></tr><tr><td>探伤铅房西侧</td><td>1.1 m</td></tr><tr><td>探伤铅房北侧</td><td>0.7 m</td></tr><tr><td rowspan="4">公众</td><td>设备操作间东侧厂房过道</td><td>2.6m</td><td rowspan="4">流动人群</td><td rowspan="4">公众</td><td rowspan="4">0.1</td></tr><tr><td>设备操作间南侧厂房过道</td><td>4.4m</td></tr><tr><td>设备操作间西侧合格品存放区</td><td>4.4m</td></tr><tr><td>设备操作间北侧厂房过道</td><td>3.5 m</td></tr></table>								保护目标			方位	与射线装置最近距离	规模	照射类型	剂量约束值 (mSv/a)	X 射线探伤铅房	公司内	职业人员	探伤铅房东侧	1.1m	约 2 人	职业	5	探伤铅房南侧	2.9m	探伤铅房西侧	1.1 m	探伤铅房北侧	0.7 m	公众	设备操作间东侧厂房过道	2.6m	流动人群	公众	0.1	设备操作间南侧厂房过道	4.4m	设备操作间西侧合格品存放区	4.4m	设备操作间北侧厂房过道	3.5 m
保护目标			方位	与射线装置最近距离	规模	照射类型	剂量约束值 (mSv/a)																																		
X 射线探伤铅房	公司内	职业人员	探伤铅房东侧	1.1m	约 2 人	职业	5																																		
			探伤铅房南侧	2.9m																																					
			探伤铅房西侧	1.1 m																																					
			探伤铅房北侧	0.7 m																																					
		公众	设备操作间东侧厂房过道	2.6m	流动人群	公众	0.1																																		
			设备操作间南侧厂房过道	4.4m																																					
			设备操作间西侧合格品存放区	4.4m																																					
			设备操作间北侧厂房过道	3.5 m																																					
评价标准 一、本项目执行环境保护标准 1、环境质量标准 （1）环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。 （2）地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水域标准。 （3）声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。																																									

2、污染物排放标准

(1) 废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

(2) 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。

(3) 噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值；营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的3类标准。

(4) 固废：一般固废执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）。

(5) 电离辐射执行《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB18871-2002）。

二、相关标准内容

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对 象	要 求
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。

辐射工作场所的分区：

应把辐射工作场所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。

控制区：

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监

督和评价。

2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）：

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置进行探伤的工作。

3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和 3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束，钥匙只有停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入门口的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3；

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压与相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

4、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。项目管理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。项目管理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。

综上，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定，制定本项目管理剂量约束值，见表 7-2。

表 7-2 本项目辐射环境影响评价标准

分类	基本标准限值 (GB18871-2002) (mSv/a)	剂量约束值/评价标准 (mSv/a)
职业照射	20 (有效剂量)	5 (有效剂量)
公众照射	1 (有效剂量)	0.1 (有效剂量)

5、剂量控制水平

辐射工作场所边界周围剂量率控制水平参照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 有关规定，探伤铅房表面外 30cm 处剂量率不超过 2.5μSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

四川建安工业有限责任公司位于四川省雅安市名山经济开发区滨河东路 6 号，公司东侧约 30m 处为四川航空工业川西机器有限责任公司；东南侧依次为卫干路及四川新筑通工汽车有限公司；西南侧约 38m 处为名山河；西侧为滨河东路及沃克林环保科技有限公司；北侧外依次为在建工地及空地。

本项目探伤铅房建于公司联合厂房二区（102b）内，联合厂房二区（102b）位于公司厂区北侧，其东北侧为厂区围墙及四川航空工业川西机器有限责任公司；东南侧为厂区内 102aB 及 102aA 区厂房；西南侧为厂区内 103#建筑（堆棚）及消防水池；西北侧外为厂区内室外道路。

本项目设备操作间位于联合厂房二区（102b）内一层。探伤铅房安装于设备操作间内，操作台位于设备操作间内西侧区域，设备操作间东、南、北侧均为厂房内过道，西侧为合格品存放区。本项目周边环境现状见图 8-1~图 8-4。



图 8-1 本项目探伤铅房东侧厂房过道



图 8-2 本项目探伤铅房南侧厂房过道



图 8-3 本项目探伤铅房西侧合格品存放区



图 8-4 本项目探伤铅房北侧厂房过道

二、辐射环境现状调查

（一）监测项目和监测方法

1、本项目所在地辐射环境现状监测

为掌握项目所在地的辐射环境现状，四川瑞迪森检测技术有限公司（计量认证号：172312050082）于 2020 年 5 月 15 日按照规范要求对新增工业 X 射线探伤应用项目现场及周边环境进行了 X- γ 辐射剂量率的布点监测。其监测项目、分析方法及来源见表 8-1（监测报告见附件 7）。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源	探测限	备注
γ 辐射剂量率	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》	GB/T14583-1993	10nSv/h	探测限为本次测量使用方法和仪器的综合技术指标

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备		
	仪器名称	仪器编号	检定情况
X- γ 辐射剂量率	辐射检测仪 AT1123	SCRDS-035	检定单位：中国测试技术研究院 检定有效期：2019.07.19-2020.07.18

2、质量保证措施

人员培训：监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度：监测仪器定期经计量部门检定，监测期间在有效期内。

自检：每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

监测记录：现场监测过程，专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

数据处理与复核：监测报告实行二级审核制度，经校对审核，最后由授权签字人审定签发。

3、比较标准

项目所在地环境天然贯穿辐射水平参考《2018 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部，2019 年 6 月）中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果。

表 8-3 四川省空气吸收剂量率监测结果

地点	空气吸收剂量率范围 (nGy/h)
四川省	65.5~214.2

4、环境现状监测与评价

检测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家标准方法实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理，结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

具体监测结果如下：

表 8-4 工业 X 射线探伤铅房辐射剂量水平检测结果

测点编号	点位描述	检测结果 (nSv/h)	备注
1	工业 X 射线探伤铅房东侧	80	本底检测
2	工业 X 射线探伤铅房南侧	84	
3	工业 X 射线探伤铅房西侧	85	
4	工业 X 射线探伤铅房北侧	81	
5	工业 X 射线探伤铅房内	85	

注：表中空气吸收剂量率的单位为 nSv/h。经过核实，监测单位使用的 X-γ 辐射剂量当量率仪显示监测值单位为 $\times 10^{-9}$ Sv/h，X-γ 辐射剂量当量率仪已将空气吸收剂量率单位 ($\times 10^{-9}$ Gy/h) 自动转换成当量剂量率单位 ($\times 10^{-9}$ Sv/h)。另外，空气吸收剂量率与有效剂量率数值基本相等。

由表 8-4 中监测结果可知，本次监测测得本项目新增工业 X 射线探伤铅房辐射环境 X-γ 辐射剂量率为 (80~85) nSv/h。监测结果与表 8-3 中《2018 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果 (65.5~214.2) nGy/h 处在同一水平。综上所述，本项目新建工业 X 射线探伤铅房周围环境质量属于正常本底水平。检测点位示意图见图 8-5。

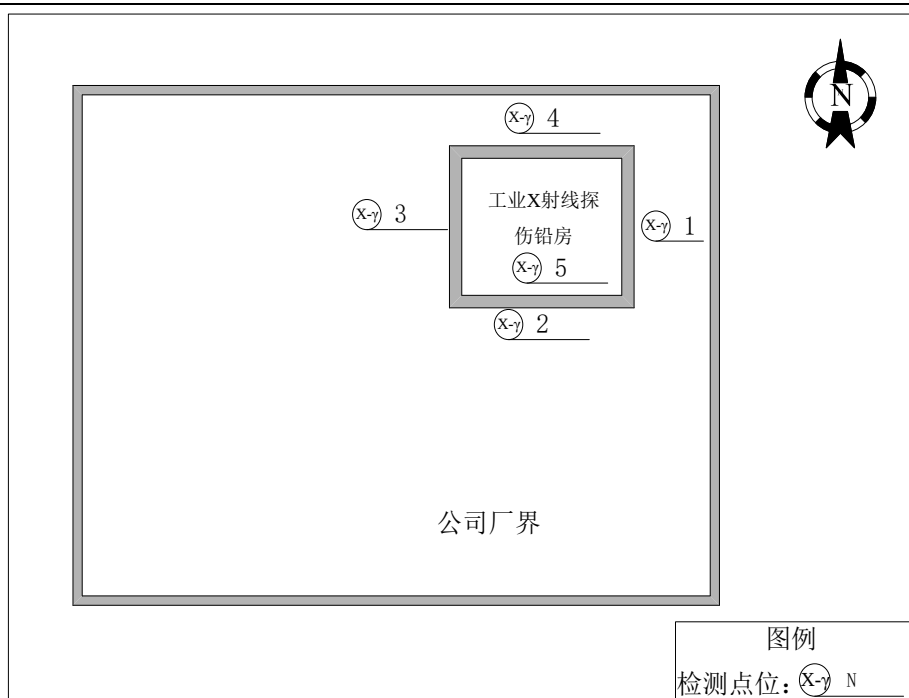


图 8-5 检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析 一、 施工期工艺分析 1、装修施工阶段 本项目建设施工主要是铅房的组装及配套房间（设备操作间）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。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。 X 射线探伤铅房及设备操作间施工期环境影响如下： （1）扬尘 施工过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。 （2）噪声 施工期噪声包括施工机器碰撞以及装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。 （3）废水 施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水循环使用，生活污水产量较小，可依托已有污水处理设施处理。 （4）固体废物 施工中固体废物主要为装修过程中产生的装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，施工垃圾送当地指定的建筑垃圾处置场进行处理，生活垃圾由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。 二、 营运期工艺分析 1、工作原理 X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的感光片进行照射，当 X 射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9-1。

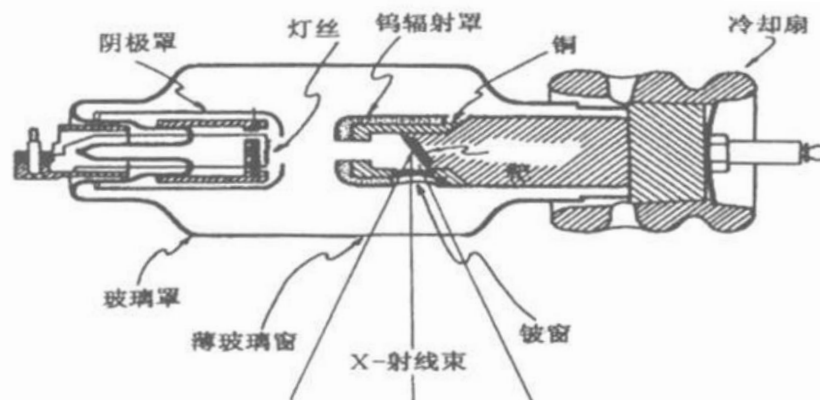


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

2、设备组成

本项目使用 X 射线探伤仪（型号：GULMAY GDR60-ADR225）由高频恒电位 X 射线机系统、高分辨率成像系统、计算机及成像信息管理系统、机械运动系统、电气控制系统、现场视频监视系统及铅房屏蔽单元等组成。

本项目 X 射线探伤仪配置有一套机械运动系统，其中包括一张转台、一台 C 形臂及一套工业机器人。检测工件通过转台，在装卸工位（铅房外部）和检测工位（铅房内部）间进行输送；射线管头和探测器安装在 C 形臂上，以满足射线成像要求；工业机器人操控 C 形臂，使得射线管和平板探测器达到检测区域对任意指定的检测区域进行透照。

本项目使用 X 射线仪采用高分辨率成像系统进行数字成像，不涉及洗片操作；本项目使用 X 射线仪采用计算机及成像信息管理系统，该系统具有对数字成像系统输出的图像进行采集、处理、测量、存储、评定、标注及检索等功能，同时具备控制 X 光设备曝光参数和机器人等功能。

3、工作流程

本项目涉及的射线探伤项目均在固定的探伤铅房内完成。工作人员将被检测工件放置于铅房室外的工件装卸工位的转台上，由转台送入探伤铅房内检测工位；通过工业机器人操控 C 形臂，使得射线管和平板探测器达到检测区域；根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等；检查无误即进行曝光；数字成像系统进行数据采集及图像实时显示等；计算机及成像信息管理系统根据设置的缺陷判废参数进行图像评定；系统根据评定数据，自动生成各种自定义格式的检测报告。

4、产污环节及污染因子

本项目 X 射线探伤工作流程及产物环节示意图见图 9-2。

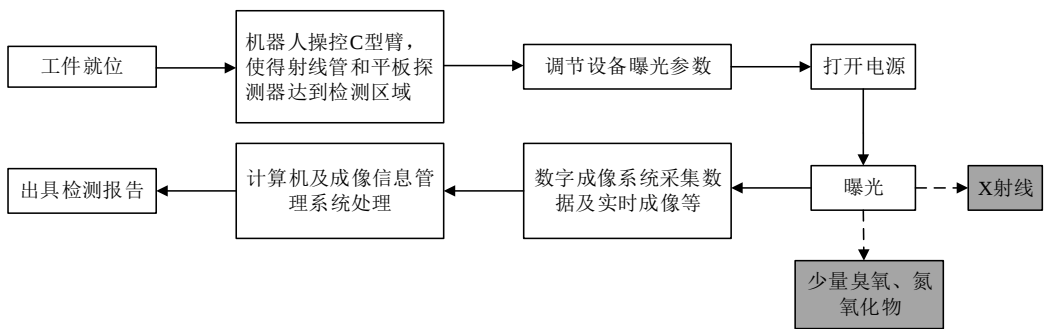


图 9-2 本项目 X 射线探伤仪工作流程及产污环节示意图

5、X 射线装置的探伤工况及工件情况

本项目仅进行室内探伤，本项目使用的 X 射线探伤设备主要用于汽车底盘悬架铝合金产品如副车架、摆臂等零部件的自动化非接触式内部缺陷检测。检测工件主要为厚度不小于 120mm 的铝合金或 40mm 钢铁。

本项目 X 射线探伤仪预计年累计曝光时间约为 250 小时。正常探伤工况下，X 射线探伤仪运行时的管电压和管电流一般低于额定管电压和管电流。

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。不开机状态不产生辐射。

由 X 射线探伤机工作原理可知，探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状

态)才会发出 X 射线,对探伤现场工作人员和公众产生一定外照射,因此探伤机在开机曝光期间,X 射线是本项目主要污染物。

二、废气

X 射线探伤机在工作状态时,会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物,臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气,这部分废气对周围环境影响较小。

三、废水

本项目工作人员产生的生活污水依托工程区已有的环保设施进行处理。

四、噪声

本项目噪声主要来源于探伤铅房内通排风系统运行所产生的噪声,该系统采用低噪声设备,其噪声值低于 65dB(A)。

五、固体废物

一般固废:本项目工作人员会产生少量生活垃圾。

本项目 X 射线探伤仪采用数字成像的方式,不涉及洗片操作,故不涉及显、定影液和胶片的使用,故本项目不产生废显、定影液、洗片废水及废胶片等危险废物。

六、射线装置的报废处置

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。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

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，将本项目辐射工作场所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。

1、分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所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。

控制区—把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区—通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

2、控制区与监督区的划分

（1）区域划分

本项目根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分，详见表 10-1 和图 10-1。

表 10-1 本项目探伤铅房“两区”划分与管理

探伤铅房	控制区	监督区
“两区”划分范围	铅房内	设备操作间
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，铅房平时上锁，只在检修时用钥匙打开；控制区边界外应有清晰可见的标志，应设置红色的“禁止进入 X 射线区”字样。	监督区范围内应限制无关人员进入。设置橙色“无关人员禁入 X 射线区”字样。

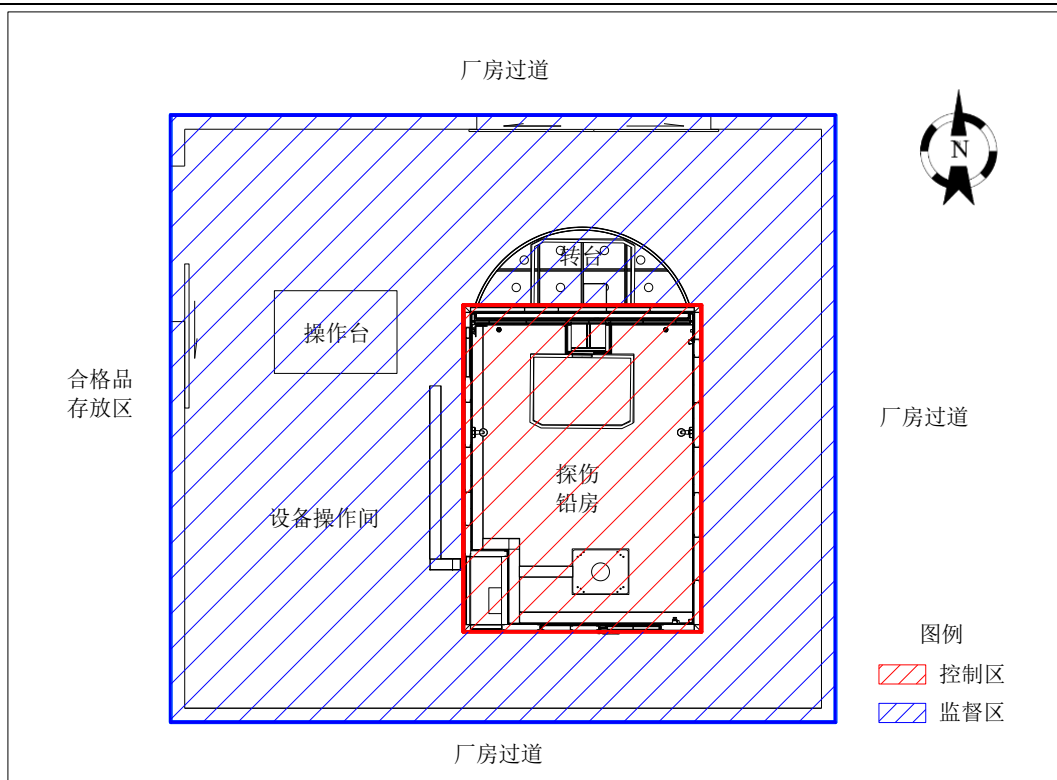


图 10-1 辐射防护分区示意图

关于控制区与监督区的防护手段与安全措施，建设单位应做到：

1) 控制区的防护手段与安全措施：

①在探伤铅房四周墙外、防护门内外及设备操作间门内外醒目的位置设置 “当心电离辐射” 警告标志。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 要求，如图 10-2 所示。



图 10-2 当心电离辐射警告标志

②控制区边界外应有清晰可见的标志，设置红色的 “禁止进入 X 射线区” 字样；

③制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；

④运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制人员进、出控制区；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

2) 监督区的防护手段与安全措施：

①以黄线警示监督区的边界；督区范围内应限制无关人员进入，设置橙色“无关人员禁入 X 射线区”字样；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

二、辐射安全及防护措施

（一）设备固有安全性

本项目 X 射线探伤仪购置于正规厂家，设备自身采取以下安全防护措施：

1、设备带有控制器，可以持续监控高压工作状态以及各种安全联锁功能的状态，最大限度保证系统的安全性和可靠性。

2、设备具有内嵌式诊断系统，能对系统全面监控，能快速诊断和故障判断功能。并提供一系列的关于射线管、冷却装置、内部锁和高压发生器性能的信息，为诊断系统错误提供重要的诊断依据。同时具备过压和过流保护功能，还具备对管头电流实时反馈监控，防止管头打火。

3、安全钥匙锁开关：当控制台插入钥匙时设备才能被启动，拔出钥匙设备停止运行；

4、探伤铅房具备独立的安全回路，并设置有门-机联锁装置，且只有在防护门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。防护门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

（二）辐射屏蔽防护设计

本项目固定式 X 射线探伤铅房主要采用铅材料进行防护；具体屏蔽设计参数见表 10-1。

表 10-1 本项目探伤铅房辐射防护设计参数一览表

项目	辐射防护设计参数
探伤铅房尺寸	长 4.2m×宽 3.0m×高 2.7m
东侧墙体	14mm 铅当量铅板
南侧墙体	10mm 铅当量铅板
西侧墙体	14mm 铅当量铅板
北侧墙体	14mm 铅当量铅板
顶部	14mm 铅当量铅板
底部	10mm 铅当量铅板
观察窗	14mm 铅当量铅玻璃
防护门	10mmPb

(三) 安全装置

1、门机联锁：探伤铅房设置有门-机联锁装置，且只有在防护门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业；防护门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

2、门灯联锁：探伤铅房顶部及操作台上拟设置工作状态警示灯，并与防护门联锁，防护门关闭时，工作状态警示灯亮，以警示人员注意安全，工作状态警示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开，以防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故；当防护门打开时，警示灯熄灭。

3、探伤铅房外应设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

3、紧急停止开关：本项目探伤铅房防护门内外安装有紧急停止开关安装于并有中文标识。在射线装置出束过程中，一旦发现紧急情况，按下急停开关可停止 X 射线系统出束。

4、监视系统：铅房内装有监视系统，操作者可以在屏幕上监视检测过程。

5、本项目探伤铅房由钢-铅-钢模块化平板焊接而成，在转角和接缝处还有钢-铅结构的加强防护确保射线防护安全；探伤铅房在冷却水管和电源线路穿过侧壁的部位都设计了迷宫通道，取保射线防护安全。

6、警告标识：在探伤铅房四周墙外、防护门外及设备操作间门外的醒目位置设置

电离辐射警告标志；探伤铅房控制区边界外应有清晰可见的标志，应设置红色的“禁止进入 X 射线区”字样；探伤铅房监督区范围内应限制无关人员进入并设置橙色“无关人员禁入 X 射线区”字样。

7、辐射监测设备：公司应配备便携式 X- γ 剂量监测仪，用于场所的剂量水平监测。

8、公司须给每个辐射工作人员配备个人剂量计，工作期间必须正常佩戴；公司须配备至少 1 台个人剂量报警仪。

9、公司应每月对安全联锁装置、紧急止动装置、警示灯、监视系统等辐射安全设施设备进行检查，发现问题应及时维护、更换。

（四）辐射防护安全装置配备综合要求

为防止发生辐射事故，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）中对工业用 II 射线装置辐射防护安全装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全装置及设备进行了对照分析，具体情况见表 10-4。

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	探伤铅房	/
2		隔室操作	已设计	铅房位于设备操作间内，设备操作台位于铅房外
3		入口处电离辐射警示标志	拟配备	/
4		入口处机器工作状态指示灯	拟配备	/
5		迷道	/	/
6		防护门	铅房自带	/
7		控制台有防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带	/
8		门机联锁系统	拟配备	/
9		照射室内监控设施	已设计	/
10		通风设施	拟配备	/
11		照射室内紧急停机按钮	拟配备	/

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	拟配备	/
14		准备出束声光提示	拟配备	/
15	监测设备	便携式辐射监测仪器仪表	拟配备	/
16		个人剂量计	拟配备	/
17		个人剂量报警仪	拟配备	/
18	应急物资	灭火器材	拟配备	/

三、废治理

一、废气处理措施

X 射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

为防止臭氧在探伤房内不断累积导致室内臭氧浓度超标，公司拟为本项目配备一套通排风系统，本项目产生的臭氧均由该通排风装置引至室外进行排放。

本项目探伤铅房容积约为 34.02m³，拟配置排风装置的排风量应不小于 103m³/h，方可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

二、废水处理措施

本项目工作人员产生的生活污水依托工程区已有的环保设施进行处理。

三、噪声

本项目噪声主要来源于探伤铅房内通排风系统运行所产生的噪声，该系统采用低噪声设备，其噪声值低于 65dB(A)，经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准要求。

四、固体废物

工作人员产生的生活垃圾依托工程作业区的环保设施，集中回收并交由环卫部门统一处理，不外排。

本项目 X 射线探伤仪采用数字成像的方式，不涉及洗片操作，故不涉及显、定影液和胶片的使用，故本项目不产生废显、定影液、洗片废水及废胶片等危险废物。

五、射线装置报废处置

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。本项目使用的 X 射线探伤装置在进行报废处理时，对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，将探伤机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将设备主机的电源线绞断，使探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

工作场所安防措施

为确保本项目射线装置储存安全和危险废物暂存安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-3。

表 10-3 本项目探伤铅房安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
X 射线探伤机场所	防盗和防破坏	①本项目探伤铅房将纳入公司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本项目探伤铅房根据需要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，专人看管 X 射线探伤铅房，设备操作间及探伤铅房钥匙交由专人进行保管，严格做好记录管理工作，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探伤铅房邻近区域内不得存放易燃、易爆、腐蚀性等物品。
	防射线泄露	本项目所使用的 X 射线探伤仪购置于正规厂家，出厂时探伤机的杂散辐射和泄露辐射不会超过规定的限值。 探伤房设计为铅屏蔽，能有效防止泄露辐射。

环保投资估算

本项目总投资*万元，环保投资*万元，占总投资的*%。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

内容	环保设施名称		投资 (万元)	备注
辐射防护及安全措施	屏蔽措施	固定式探伤铅房 1 座	*	新建
	安全装置	探伤铅房四周墙外、防护门外及设备操作间门外等的醒目位置设置电离辐射警告标志	*	新建
		门机联锁装置	*	新建
		工作状态指示灯及门灯联锁装置	*	新建

		控制台防止非工作人员操作的锁定开关	/	设备自带
		铅房内、外监控系统（铅房内自带一套监控系统）	*	新建
		铅房内、外及操作台紧急停机按钮	*	新建
		出口处紧急开门按钮	*	新建
		准备出束声光警示装置	*	新建
	监测设备	便携式 X- γ 剂量监测仪 1 台	/	已有
		个人剂量报警仪 1 台	*	新建
		个人剂量计 2 套	*	新建
	废气处理	铅房内设 1 套通排风系统	*	新建
	设备维护	每个月对探伤装置配件、机电设备进行检查、维护、及时更换部件	每年投入	应预留
	人员培训	辐射工作人员及应急人员的组织培训	每年投入	应预留
	应急预案	应急和救助的资金、物资准备	每年投入	应预留
	合计		*	

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响 本项目建设施工主要是铅房的组装及配套房间（设备操作间）的建设，施工过程中有施工机械噪声、施工扬尘、建筑废渣及施工废水产生。 （1）施工扬尘 项目施工期间扬尘主要源于道路运输起尘和墙体凿补起尘，通过湿法作业，保持路面清洁，限速行驶和洒水降尘等措施可有效降低扬尘影响。本项目工程量小，采取上述措施后，项目施工对大气环境影响轻微。 （2）施工废水 施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水循环使用，生活污水产量较小，可依托已有污水处理设施处理。因此，施工期产生废水对环境影响轻微。 （3）施工噪声 项目施工期产噪设备包括电钻、电锤和角磨机等。在不考虑噪声源叠加影响情况下，施工期噪声昼间影响范围约为 50m，夜间影响范围超过 200m。为有效降低施工噪声对周边环境敏感目标的影响，采取以下降噪措施： ①合理安排施工时间，禁止夜间施工； ②选用低噪设备，加强设备维护保养； ③轻型载重机必须限速行驶并严禁鸣笛。 采取上述措施后，能够明显降低施工阶段的噪声影响。建设单位应加强施工管理，加快投资和建设进度，尽量缩短工期，降低对周边环境的影响时间和程度。 （4）施工固废 施工期产生的固体废物主要包括房屋装修过程产生的废建渣、废建材，施工人员产生的生活垃圾及设备安装后产生的废包装材料。由施工单位安排车辆运至政府部门指定地点堆放。通过采取上述措施后，施工固废对周边环境的影响较小。 由于施工期短，施工量小，通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随施工期的结束而消失。
--

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

（一）探伤铅房屏蔽合理性分析

1、屏蔽设计

本项目固定式 X 射线探伤铅房主要采用铅材料进行防护；具体屏蔽设计参数见表 11-1。

表 11-1 本项目探伤铅房辐射防护设计参数一览表

项目	辐射防护设计参数
东侧墙体	14mm 铅当量铅板
南侧墙体	10mm 铅当量铅板
西侧墙体	14mm 铅当量铅板
北侧墙体	14mm 铅当量铅板
顶部	14mm 铅当量铅板
底部	10mm 铅当量铅板
观察窗	14mm 铅当量铅玻璃
防护门	10mmPb

2、关注点剂量率参考控制水平

铅房各侧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 $5000\mu\text{Sv/a}$ ，公众取 $100\mu\text{Sv/a}$ ；

t —探伤装置年工作时间；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子。

根据式 11-1，探伤铅房周围关注点剂量率参考控制水平计算结果见表 11-2。

表 11-2 探伤铅房周围关注点剂量率参考控制水平参数选取及计算结果

关注点	使用因子	居留因子	受照类型	$\dot{H}$	关注点最高剂量率参考水平 ^①	关注点剂量率参考控制水平
东侧墙体外（厂房过道）	1	1/4	公众	1.6	2.5	1.6
南侧墙体外（厂房过道 ^③ ）	1	1/4	公众	1.6	2.5	1.6
西侧墙体外（探伤操作区）	1	1	职业	20	2.5	2.5
北侧墙体外（厂房过道）	1	1/4	公众	1.6	2.5	1.6
屋顶	1	/	/	/	/	100 ^②

注：①本项目取 GBZ/T250-2014 中 3.1.1 给出关注点最高剂量率参考水平 $H_{c, max}=2.5\mu\text{Sv/h}$ ；②屋顶无建筑且无人员居留，根据 GBZ/T250-2014 中 3.1.2 取 $100\mu\text{Sv/h}$ ；③本项目探伤铅房安装于设备操作间内，操作台位于设备操作间内西侧区域；设备操作间东、南及北侧墙外为厂房过道，西侧为合格品存放区。

3、屏蔽厚度核算

为分析预测 X 射线探伤仪投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中计算方法进行理论计算。本项目使用的 X 射线探伤仪型号为 GULMAY GDR60-ADR225，最大管电压 225kV，最大管电流 18mA，其年探伤曝光时间约为 250 小时。

本项目使用 X 射线探伤仪配置有一套机械运动系统，其中包括一张转台、一台 C 形臂及一套工业机器人。射线管头和探测器安装在 C 形臂上，由工业机器人操控 C 形臂，使得射线管和平板探测器达到检测区域对任意指定的检测区域进行透照，X 射线探伤仪从下至上出束，其主束方向朝上，辐射角度为 $40^\circ \times 30^\circ$ 。根据铅房内部 X 射线探伤仪射线管的可移动范围分析（如图 11-1 所示），本项目检测系统铅房顶部为主射方向，铅房底部为泥土层，故不考虑底部辐射环境影响。

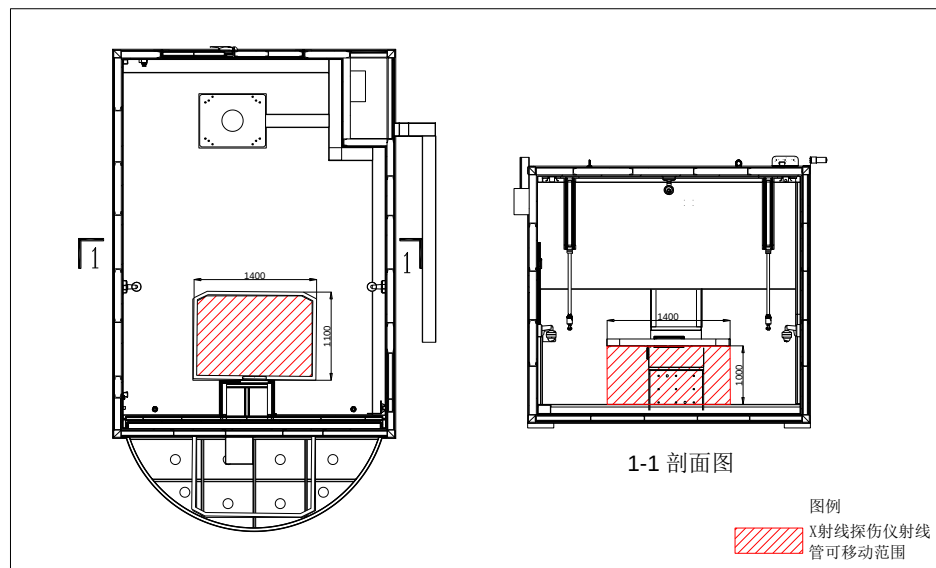


图 11-1 本项目 X 射线探伤仪机头范围示意图

(1) 主射束屏蔽厚度核算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），主线束的屏蔽透射因子由下列公式计算：

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

$$X = -TVL \cdot \log_{10} B \dots\dots\dots \text{（式 11-3）}$$

式中： $\dot{H}$ —当量剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；屋顶无建筑，无人员居留，根据 GBZ/T250-2014 中 3.1.2 取 $100\mu\text{Sv/h}$ ；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，本项目保守取最大管电流 18mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；未获得厂家给出输出量，发射率常数取 GBZ/T250-2014 表 B.1 中各千伏（kV）下输出量较大值保守估计，由附录表 B.1 经差值法计算得出：225kV 管电压时，输出量取 $11.4\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

TVL —屏蔽物质什值层厚度。

根据式 11-2 及式 11-3，探伤铅房顶部主射束辐射屏蔽厚度核算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目探伤铅房顶部主射束辐射屏蔽厚度核算结果

关注点	剂量率参考控制水平	辐射源至关注点距离（m） ^①	屏蔽透射因子	理论计算屏蔽厚度	设计厚度	备注
屋顶（无人居留）	$100\mu\text{Sv/h}$	2	3.25×10^{-5}	9.65mmPb	14mmPb	满足屏蔽要求

注：①关注点位于铅房顶部屏蔽体外 30cm 处；

(2) 泄漏辐射屏蔽厚度核算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），泄漏方向的屏蔽透射因子由下列公式计算：

$$B = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{\dot{H}_L} \dots\dots\dots \text{（式 11-4）}$$

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

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，根据《工业 X

射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

根据式 11-2 及式 11-4，探伤铅房四周泄漏辐射屏蔽厚度核算结果见表 11-4。

表 11-4 本项目探伤铅房四周泄漏辐射屏蔽厚度核算结果

关注点	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射源至关注点距离(m) ^①	屏蔽透射因子	理论计算屏蔽厚度	设计厚度	备注
东墙	1.6	1.1	3.87×10^{-4}	7.34mmPb	14 mmPb	满足屏蔽要求
南墙	1.6	2.9	2.69×10^{-3}	5.53mmPb	10 mmPb	
西墙	2.5	1.1	6.05×10^{-4}	6.92mmPb	14 mmPb	
北墙	1.6	0.7	1.57×10^{-4}	8.18mmPb	14 mmPb	

注：①关注点位于铅房屏蔽体外 30cm 处；

（3）散射辐射屏蔽厚度核算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），散射方向的屏蔽透射因子由下列公式计算：

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

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

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，本项目保守取最大管电流 18mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；未获得厂家给出输出量，发射率常数取 GBZ/T250-2014 表 B.1 中各千伏（kV）下输出量较大值保守估计，由附录表 B.1 经差值法计算得出：225kV 管电压时，输出量取 $11.4 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

F — R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；按 X 射线装置圆锥束中心轴与圆锥边界的夹角为 20° 计算，式（11-5）中的 $R_0^2 / F \cdot \alpha$ 因子保守取值为 50；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.4。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ250-2014），散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射，225kV X 射线 90° 散射辐射对应的 X 射线为 200 kV，查附录 B 表 B.2 中对应什值层计算。根据式 11-2 及式 11-5，探伤铅房四

周散辐射屏蔽厚度核算结果见表 11-5。

表 11-5 本项目探伤铅房四周散射辐射屏蔽厚度核算结果

关注点	剂量率参考控制水平 (μSv/h)	辐射源至关注点距离(m) ^①	屏蔽透射因子	理论计算屏蔽厚度	设计厚度	备注
东墙	1.6	1.1	7.86×10^{-6}	7.15mmPb	14 mmPb	满足屏蔽要求
南墙	1.6	2.9	5.46×10^{-5}	5.97mmPb	10 mmPb	
西墙	2.5	1.1	1.23×10^{-5}	6.87mmPb	14 mmPb	
北墙	1.6	0.7	3.18×10^{-6}	7.70mmPb	14 mmPb	

注：①关注点位于铅房屏蔽体外 30cm 处；

(4) 复合分析

本项目探伤铅房四周墙体及屋顶屏蔽核算结果见表 11-6。

表 11-6 本项目探伤铅房四周墙体及屋顶屏蔽核算结果

关注点	主射束辐射理论计算屏蔽厚度	泄漏辐射理论计算屏蔽厚度	散射辐射理论计算屏蔽厚度	复合分析	设计厚度	备注
东墙	/	7.34mmPb	7.15mmPb	8mmPb	14 mmPb	满足屏蔽要求
南墙	/	5.53mmPb	5.97mmPb	6mmPb	10 mmPb	
西墙	/	6.92mmPb	6.87mmPb	7 mmPb	14 mmPb	
北墙	/	8.18mmPb	7.70mmPb	9mmPb	14 mmPb	
屋顶	9.65mmPb	/	/	10 mmPb	14 mmPb	

注：①关注点位于铅房屏蔽体外 30cm 处；

根据表 11-6 结果可知，本项目探伤铅房屏蔽设计厚度满足屏蔽要求。

(二) 探伤铅房周围关注点环境影响分析

本项目探伤铅房东侧、西侧、北侧及顶部均为 14mmPb 铅板；铅房南侧及底部均为 10mmPb 铅板；西侧距地面约 0.7m 处有一处观察窗，观察窗采用 14mmPb 铅玻璃；铅门位于探伤铅房南侧，厚度为 10mmPb 铅当量。

(1) 计算模式

①主射束

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），主射线所致参考点辐射剂量率由下列公式计算：

$$H = \frac{I \cdot B \cdot H_0}{R^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-6)}$$

式中：I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，本项目保守取最大管电流 18mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m² / (mA·h)；未获得厂家给出输出量，发射率常数取 GBZ/T250-2014 表 B.1 中各千伏（kV）下输出量较大

值保守估计，由附录表 B.1 经差值法计算得出：225kV 管电压时，输出量取 $11.4\text{mSv}\cdot\text{m}^2 / (\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B —屏蔽透射因子，查 GBZ/T 250-2014 附录 B 中图 B.1 所得；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

②泄漏辐射

泄漏辐射所致参考点剂量率利用下列公式（11-7）计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (\text{式 11-7})$$

式中： B —屏蔽透射因子，查 GBZ/T 250-2014 附录 B 中图 B.1 所得；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ；

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。。

③散射辐射

散射辐射所致装置外剂量率利用公式（11-9）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (\text{式 11-8})$$

式中： I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，本项目保守取最大管电流 18mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2 / (\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B —屏蔽透射因子，查 GBZ/T 250-2014 附录 B 中图 B.1 所得；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

F — R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ），按 X 射线装置圆锥束中心轴与圆锥边界的夹角为 20° 计算，式（11-8）中的因子保守取值为 1/50；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 a 值时，可以水的 a 值保守估计，见附录 B 表 B.3；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）；

④年有效剂量估算

按照公式（11-9）对辐射工作人员及公众的受照辐射年剂量进行保守估算：

$$P_{\text{年}} = \dot{H} \cdot U \cdot T \cdot t \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 11-9）}$$

式中： $P_{\text{年}}$ ——年有效剂量，mSv/a；

t —— 年工作时间，h；

U —— 利用因子；

T —— 居留因子。

（2）预测参数选取

本项目探伤铅房各关注点及相关预测参数见表 11-7。

表 11-7 本项目探伤铅房各关注点及相关参数

点位序号	点位描述	距离 R (m)	屏蔽材料	透射因子 B	需屏蔽的辐射源
1	东侧屏蔽墙外 30cm 处	1.1	14mmPb	1.0×10^{-8}	泄漏辐射
				1.0×10^{-10}	散射辐射
2	南侧屏蔽墙外 30cm 处	2.9	10mmPb	8.0×10^{-7}	泄漏辐射
				1.0×10^{-8}	散射辐射
3	西侧屏蔽墙外 30cm 处	1.1	14mmPb	1.0×10^{-8}	泄漏辐射
				1.0×10^{-10}	散射辐射
4	北侧屏蔽墙外 30cm 处	0.7	14mmPb	1.0×10^{-8}	泄漏辐射
				1.0×10^{-10}	散射辐射
5	顶部屏蔽墙外 30cm 处	2.0	14mmPb	1.0×10^{-8}	有用线束

（3）预测结果

根据前面给出的计算公式、预测参数和 X 射线探伤仪年最大探伤曝光时间为 250 小时，保守计算各关注点的辐射剂量率和年有效剂量，计算结果列入表 11-8 及表 11-9 中。

表 11-8 本项目探伤铅房关注点辐射剂量率计算结果

点位序号	点位描述	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
1	东侧屏蔽墙外 30cm 处	/	4.13×10^{-5}	2.04×10^{-5}	6.17×10^{-5}	1.6	满足
2	南侧屏蔽墙外 30cm 处	/	4.76×10^{-4}	2.93×10^{-4}	7.68×10^{-4}	1.6	满足

3	西侧屏蔽墙外 30cm 处	/	4.13×10^{-5}	2.04×10^{-5}	6.17×10^{-5}	2.5	满足
4	北侧屏蔽墙外 30cm 处	/	1.02×10^{-4}	5.03×10^{-5}	1.52×10^{-4}	1.6	满足
5	顶部屏蔽墙外 30cm 处	3.08×10^{-2}	/	/	3.08×10^{-2}	100	满足

表 11-9 本项目探伤铅房各关注点年有效剂量计算结果

点位序号	点位描述	总剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 (mSv/a)	受照类型	管理目标 (mSv/a)
1	东侧屏蔽墙外 30cm 处	6.17×10^{-5}	1.54×10^{-5}	职业	5
2	南侧屏蔽墙外 30cm 处	7.68×10^{-4}	1.92×10^{-4}		
3	西侧屏蔽墙外 30cm 处	6.17×10^{-5}	1.54×10^{-5}		
4	北侧屏蔽墙外 30cm 处	1.52×10^{-4}	3.81×10^{-5}		
5	顶部屏蔽墙外 30cm 处	3.08×10^{-2}	/		

由表 11-8 及表 11-9 结果可知，探伤铅房周围关注点均符合其剂量率参考控制水平。本项目 X 射线探伤仪全年正常运行，经探伤铅房墙体、门屏蔽防护后，辐射工作人员受照剂量最大为 $1.92 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ （本项目探伤铅房顶部无建筑且无人员居留），低于本报告执行的职业照射剂量约束值 5mSv/a ，符合《电离辐射防护与放射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值。

（三）环境保护目标环境影响分析

本项目探伤铅房周围 50m 范围内均位于公司厂址内，50m 范围内其余方向无学校等其他环境敏感点。

本项目环境保护目标为辐射工作人员以及与探伤铅房所在操作设备间邻近车间内的未列入辐射工作人员管理的其他工作人员（公众），依据《辐射防护手册》第一分册，采用反照率法估算各环境敏感点方位的辐射空气吸收剂量率，预测结果见表 11-10。

表 11-10 本项目保护目标环境影响分析结果

保护目标			方位	与射线装置最近距离	总剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 (mSv/a)	照射类型
X 射线	公司内	职业人	探伤铅房东侧	1.1m	6.17×10^{-5}	1.54×10^{-5}	职业
			探伤铅房南侧	2.9m	7.68×10^{-4}	1.92×10^{-4}	
			探伤铅房西侧	1.1 m	6.17×10^{-5}	1.54×10^{-5}	

探 伤 铅 房	员	探伤铅房北侧	0.7 m	1.52×10^{-4}	3.81×10^{-5}	
	公 众	设备操作间东侧厂房过道	2.6m	1.10×10^{-5}	2.76×10^{-6}	公众
		设备操作间南侧厂房过道	4.4m	3.34×10^{-4}	8.35×10^{-5}	
		设备操作间西侧合格品存放区	4.4m	3.85×10^{-6}	9.64×10^{-7}	
		设备操作间北侧厂房过道	3.5 m	6.09×10^{-6}	1.52×10^{-6}	

从表 11-10 中的预测结果可见,在防护设施正常使用的前提下,本项目 X 射线探伤仪全年正常运行,敏感点内辐射工作人员年剂量最大为 1.92×10^{-4} mSv/a, 低于本报告执行的职业照射剂量约束值 5mSv/a; 公司内公众受照剂量最大为 8.35×10^{-5} mSv/a, 低于本报告执行的公众照射剂量约束值 0.1mSv/a。各环境敏感点剂量均符合《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求的剂量限值。

二、非放射性环境影响分析

(一) 废气环境影响分析

X 射线探伤机在工作状态时,会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物,臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气,这部分废气对周围环境影响较小。

为防止臭氧在探伤房内不断累积导致室内臭氧浓度超标,公司拟为本项目配备一套通排风系统,本项目产生的臭氧均由该通排风装置引至室外进行排放。

本项目探伤铅房容积约为 34.02m^3 , 拟配置排风装置的排风量应不小于 $103\text{m}^3/\text{h}$, 方可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

(二) 固体废物的环境影响分析

一般固废: 本项目工作人员会产生少量生活垃圾。

本项目 X 射线探伤仪采用数字成像的方式, 不涉及洗片操作, 故不涉及显、定影液和胶片的使用, 故本项目不产生废显、定影液、洗片废水及废胶片等危险废物。

(三) 废水环境影响分析

本项目工作人员产生的生活污水依托工程区已有的环保设施进行处理。

(四) 声环境影响分析

本项目噪声主要来源于探伤铅房内通排风系统运行所产生的噪声, 该系统采用低噪声设备, 其噪声值低于 65dB(A), 经建筑物墙体隔声及厂区场址内的距离衰减

后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准要求。

三、射线装置报废

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。本项目使用的 X 射线探伤装置在进行报废处理时，对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，将探伤机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将设备主机的电源线绞断，使探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

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 709 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 11-11。

表 11-11 辐射事故等级划分表

事故等级	事故类型
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 11-12。

表 11-12 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

本项目使用的 X 射线探伤机属 II 类射线装置，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。

（一）可能发生的辐射事故

根据其工作原理分析，可能发生的事事故工况主要有以下几种情况：

- （1）装置在运行时，人员误入或滞留在探伤铅房内而造成误照射；
- （2）辐射工作人员或公众还未全部撤离探伤铅房，操作人员启动设备，造成滞留人员的误照射；
- （3）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；
- （4）在产品检测时门机联锁失灵，人员在检测装置工作时在设备门打开情况下逗留在装置附近，造成有人员被误照射；
- （5）装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射；
- （6）辐射工作人员由于缺乏操作经验和防护知识，安全观念淡薄等，违反操作规程和有关规定，造成有关人员误照射，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

（二）事故工况估算

（1）事故假设

- ①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；
- ②当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过控制台上紧急止动开关中断电源，整个处理时间保守估计约 10s，该名人员未穿戴铅衣等个人防护用品。

(2) 剂量估算

当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过控制台上紧急止动开关中断电源，整个处理时间保守估计约 10s，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率可用式 11-10 计算，人员受到的有效剂量可用式 11-11 进行计算：

$$D=I\delta_X/r^2 \dots\dots\dots \text{(式 11-10)}$$

公式中：I—管电流，mA；本项目取 5mA；

δ_X —发射率常数，mGy.m²mA⁻¹min⁻¹；

r—参考点距焦点的距离，m；

$$E = H \times T \times N \times U \dots\dots\dots \text{(式 11-11)}$$

公式中：E—关注点的年有效剂量，μSv/a；

H—辐射剂量率计算值，μSv/h

T—工作负荷，h/a；

U—居留因子；

N—转换因子，保守取值 1；

本项目 X 射线探伤仪作业时发生事故时对受照人员的有效剂量计算结果见表 11-13。

表 11-13 本项目 X 射线探伤仪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)
0.5	297.6
1	74.4
2	18.6
3	8.27

(3) 事故后果

由表 11-13 可以看出，本项目 X 射线探伤仪事故情况下，X 射线直接照射到人员身上，误入人员在距离射线头 0.5m 处停留 10s，其所受有效剂量达 297.6mSv，距离射线头 1m 处停留 10s，所受有效剂量为 74.4mSv。在上述事故情景假设条件下，受 X 射线源误照人员年剂量已超过约束值，参照表 11-12，急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率均不足 1%，属于一般辐射事故。

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，应立

即停止射线装置（切断电源），严禁公众在探伤铅房及设备操作间内停留。在 X 射线直接照射情况下，应立即启动事故应急预案。为避免发生意外照射，在探伤工作开始之前，必须将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，严禁无关人员进入。因此，建设方在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。

（三）事故工况辐射影响分析

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见表 11-14。

表 11-14 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 射线探伤仪	X 射线	超剂量照射	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	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。

三、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，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

②凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须严格按照操作规程执行。操作人员按照操作规程进行操作，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；

④根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号），本项目 2 名辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗，且每 5 年进行一次再学习和考核。

四、应急措施

假若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效的采取以下应急措施：

(1) 事故发生时，设备操作人员应立即切断X射线机的工作电源。

(2) 一旦发生辐射事故，公司应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后，应立即向公司领导及上级主管部门汇报，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上报至当地生态环境主管部门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。

(2) 事故发生后，应立即安排受辐照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向调查人员报告情况，以利于估算受照剂量，判定事故等级，提出控制措施，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，不得隐瞒事故的真实情况。

(3) 迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

(4) 事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置 一、辐射防护与安全管理机构 公司目前已成立辐射安全与环境保护管理领导小组（详见附件 6），组长由公司董事长龙思源担任，副组长由公司总经理王国强担任，成员由郑碧波、陈文艺、李自威及吴晗等担任。 公司以文件形式明确了管理人员职责，其职责包括： 1. 负责国家有关辐射安全方面的法律、法规 and 政策的宣传、贯彻。 2. 领导公司辐射安全与环境保护管理工作，为公司辐射安全与环境保护工作提供必要的人力、财力和物质保障，负责公司辐射安全与环境的重大决策。 3. 负责对公司的辐射安全与环境保护工作进行布置、检查和考核。 4. 负责对公司辐射重大事件的决策和处理。 公司应加强档案文件记录报告资料管理，建立健全个人剂量档案、职业健康监护档案、辐射安全隐患整改记录档案，完好辐射环评和验收文件、射线装置购置计划及报废手续、射线装置年度检测报告等。 二、辐射工作人员配置 劳动定员：本项目建设单位拟配备 2 名辐射工作人员，本项目 2 名辐射工作人员均定岗定责，不从事其它辐射工作岗位，不存在剂量叠加的问题，此外公司至少有 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。			
辐射安全档案资料管理和规章制度 一、辐射安全综合管理要求及落实情况 本项目建设单位涉及使用Ⅱ类 X 射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”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）等，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。 表 12-1 建设单位辐射安全与防护管理基本要求汇总对照分析表			
序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	拟办理辐射安全许可证增项	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求

2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目涉及辐射工作人员 2 人，均拟参加辐射安全与防护相关学习和考核学习，并通过考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	建设单位已成立“辐射安全与环境保护管理领导小组”，专人负责辐射安全管理工作。	建设单位已成立“辐射防护领导小组”，满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	建设单位须按照表 10-4 进行辐射防护设施的配备，制定《监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》等制度并严格执行监测计划。	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案，特别应做好 X、 γ 射线探伤机的实体保卫及防护措施，并及时予以修订。	已制定《辐射事故应急预案》	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	须完善《辐射防护和安全管理度》、《X 射线探伤机安全操作规程》、《X 射线探伤作业人员职业健康和个人剂量管理制度》、《X 射线探伤工岗位职责》、《射线装置台帐管理制度》、《X 射线装置维修维护制度》、《辐射事故应急预案》、《X 射线探伤室和环境辐射水平监测方案》、《辐射工作人员培训制度》等。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定要求
7	个人剂量监测、职业健康检查及档案管理	建设单位应作好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	在探伤铅房四周墙外、防护门外及设备操作间门外的醒目位置设置电离辐射警告标志	满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》等相关规定要求
9	监测	建设单位须制定监测方案，开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测，辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告，该监测报告应作为	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求

		《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。	
10	年度评估	建设单位须于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《安全和防护状况年度评估报告》	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求

二、辐射安全管理规章制度及落实情况

根据《环保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
1	场所设施	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定
2		辐射安全管理规定	需完善
3		辐射工作设备操作规程	需完善
4		辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）	需完善
5	监测	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需完善
6		监测仪表使用与校验管理制度	需完善
7	人员	辐射工作人员岗位职责	需完善
8		辐射工作人员培训制度（或培训计划）	需完善
9		辐射工作人员个人剂量管理制度	需完善
10	应急	辐射事故应急预案	需完善
11	其他	射线装置台账管理制度	需完善
12		质量保证大纲和质量控制检测计划	/

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）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。

由表 12-2 可知，公司须完善《辐射防护和安全管理规定》、《X 射线探伤机安全操作规程》、《X 射线探伤作业人员职业健康和个人剂量管理制度》、《X 射线探伤工岗位职责》、《射线装置台帐管理制度》、《X 射线装置维修维护制度》、《辐射事故应急预案》、《X 射线探伤室和环境辐射水平监测方案》、《辐射工作人员培训制度》等规章制度。

1、档案分类和归档

四川建安工业有限责任公司应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容：

(1) 生态环境部门现场检查记录及整改要求落实情况。

(2) 射线装置使用期间异常情况说明以及其它需要记录的有关情况。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，档案资料应按以下八大类分类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查纪录”、“个人剂量档案”、“培训档案”和“辐射应急资料”。

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、年度辐射安全评估制度

四川建安工业有限责任公司建立有年度辐射安全评估制度，并根据《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格式》的要求，每年根据实际工作情况编制自查评估报告和上报相关生态环境主管部门。

4、核技术利用辐射安全申报系统要求

根据生态环境部信息化管理要求，辐射工作单位办理辐射安全许可证审批环保手续时需在全国核技术利用辐射安全申报系统（以下简称“申报系统”）进行网上申报（申报系统网址：rr.mee.gov.cn）凡是不进行网上申报的，纸质材料一律不予受理。用户可在该申报系统中办理如下事项：

(1) 许可证相关申请：许可证申请（及重新申请）、延续、变更、注销；

(2) 放射源相关申请：转让、异地使用、进口、出口；

(3) 非密封放射性物质相关申请：转让、异地使用、进口、出口；

(4) 射线装置相关申请：转让、异地使用、进口、出口。

辐射工作单位网上申请提交成功后，应通过网上在线打印业务表单，并盖章确认，再按相关程序提交到生态环境部门办理。

辐射监测

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）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中的相

关规定，本项目监测和检查内容包括：个人剂量监测、工作场所监测和工作场所检查。

1、个人剂量监测

本项目配置 2 名辐射工作人员，共需个人剂量计 2 套。建设单位须定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检定，并按照四川省生态环境厅《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）做好个人剂量的管理工作。

个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

公司应建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。公司应当将辐射工作人员的个人剂量档案终生保存；公司应于每季度将个人剂量计交由有资质的检测部门进行检测。对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，公司要及时进行干预，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人累积剂量检测数值超过 5mSv，公司应当立即暂停该辐射工作人员继续从事辐射作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后上报《辐射安全许可证》发证机关；当单年个人累积剂量检测数值超过 50mSv，应立即采取措施，开展调查处理并报告辐射安全许可证发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

公司在每年的 1 月 31 日前上报的辐射安全和防护状况自查评估报告中，应包含辐射工作人员剂量监测数据及安全评估的内容。

2、辐射环境及工作场所监测

（1）监测项目：X- γ 射线空气吸收剂量率；

（2）监测频度：委托有监测资质单位对工作场所至少每年监测 1 次，监测报告附录到年度自查评估报告中；建设单位每季度自行监测一次，在射线装置大修后监测一次，监测数据应存档备查。

（3）监测范围：控制区边界、监督区边界以及辐射工作人员位置及其他人员经常活动的位置。

（4）监测设备：X- γ 辐射监测仪，建设单位应保证仪器的准确性和可靠性。

（5）监测质量保证

制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用有资质监测单位的监测数据与公司监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；制定辐射环境监测管理制度。

从事自我监测的人员应具有辐射安全及环境监测的相关知识。辐射工作场所环境

监测结果应记录，并存档备案，若发现异常情况，立即采取应急措施，停止辐射工作，查找原因。自查监测结果和工作场所监测结果应作为年度自查评估报告的附件。

辐射事故应急

1、辐射事故应急响应机构

四川建安工业有限责任公司成立有放射事故应急救援领导小组，负责监督检查放射安全工作及组织协调、安排辐射事故处理等方面的管理。

2、辐射事故应急预案

公司已制定有《辐射事故应急预案》，内容包括应急组织机构和职责，应急处置程序和事故应急响应程序。环评对应急预案的内容分析如下：

表 12-2 本项目辐射事故应急预案内容分析

预案内容基本要求	公司已制定的《辐射事故应急预案》	评价要求
有效的组织机构	成立有辐射安全事故应急处理小组，统一指挥和组织辐射事故的应急处理工作。	/
畅通的通讯联络系统	明确了辐射安全事故应急处理小组各成员联系电话；明确了发生放射事件报告应急电话。	增加应急电话（110、119 等）；更新各部门名称；更新相关部门（生态环境主管部门、公安、卫生部门）联系电话。
事故报告程序有效可行	1.发生或发现放射事故，立即启动辐射事故应急方案； 2.公司必须立即向生态环境、卫生、公安等主管部门报告。	根据《关于建立辐射同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，在事故发生后2小时内填写《辐射事故初始报告表》，立即向射线装置使用地生态环境主管部门报告。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。
事故处理及监测	/	增加事故处理及监测要求，包括成立辐射事故调查小组，分析事故原因，总结事故教训。应急人员排除事故时，应配备相应的防护措施和必要的剂量监测设备。

应急监测仪器、个人防护用品	/	在应急预案中应将应急监测仪器、个人防护用品配备情况予以说明。环评建议建设单位从救援资金、救援物资和器材、救援培训和演练角度出发进行适当修订,使之更完善与合理。
---------------	---	---

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,四川建安工业有限责任公司需按照辐射防护及本报告表的要求进一步完善事故应急救援预案,做好事故应急准备。今后在预案的实施中应根据国家新发布的法律法规内容,结合公司实际情况及时对预案做补充修改,使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

结论 一、项目概况 项目名称：新增工业 X 射线探伤应用项目 建设单位：四川建安工业有限责任公司 建设性质：扩建 建设地点：四川省雅安市名山经济开发区滨河东路 6 号四川建安工业有限责任公司内。 建设内容与规模：四川建安工业有限责任公司在联合厂房二区（102b）内新建一座设备操作间，面积约为 66.3m²，净空尺寸为长 8.5m×宽 7.8m×高 3.7m，在其内部建设 1 座固定式工业 X 射线探伤铅房，并新增使用 1 台 X 射线探伤仪，配套的操作台位于设备操作间内西侧区域。 本新建的探伤铅房面积约为 12.6m²，净空尺寸为长 4.2m×宽 3m×高 2.7m。探伤铅房东侧、西侧、北侧及顶部均为 14mmPb 铅板；铅房南侧及底部均为 10mmPb 铅板；西侧据地面约 0.7m 处有一处观察窗，观察窗采用 14mmPb 铅玻璃（长 700mm×宽 500mm×厚 65mm）；铅门位于探伤铅房南侧，厚度为 10mmPb 铅当量。 探伤铅房内使用 1 台 X 射线探伤仪，其型号为 GULMAY GDR60-ADR225，主要参数为：最大管电压 225kV，最大管电流 18mA，属Ⅱ类射线装置。X 射线探伤仪从下至上出束，其主束方向朝上，年探伤曝光时间约为 250 小时。 本项目不涉及野外（室外）探伤。本项目 X 射线探伤仪采用数字成像的方式，不涉及洗片操作，故未设置洗片室及评片室。本项目不涉及显、定影液和胶片的使用，不产生废显、定影液、洗片废水及废胶片等危险废物，故未设置危险废物暂存间。 二、本项目产业政策符合性分析 本项目属于核技术在无损探伤检测领域内的运用，根据国家发展和改革委员会 2019 年令第 29 号《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。

三、项目选址及布局合理性分析

（1）公司外环境关系

四川建安工业有限责任公司位于四川省雅安市名山经济开发区滨河东路6号，公司东侧约30m处为四川航空工业川西机器有限责任公司；东南侧依次为卫干路及四川新筑通工汽车有限公司；西南侧约38m处为名山河；西侧为滨河东路及沃克林环保科技有限公司；北侧外依次为在建工地及空地。

（2）联合厂房二区（102b）外环境关系

本项目探伤铅房建于公司联合厂房二区（102b）内，联合厂房二区（102b）位于公司厂区北侧，其东北侧为厂区围墙及四川航空工业川西机器有限责任公司；东南侧为厂区内102aB及102aA区厂房；西南侧为厂区内103#建筑（堆棚）及消防水池；西北侧外为厂区内室外道路。

（3）辐射工作场所外环境关系

本项目设备操作间位于联合厂房二区（102b）内一层。探伤铅房安装于设备操作间内，操作台位于设备操作间内西侧区域，设备操作间东、南、北侧均为厂房内过道，西侧为合格品存放区。

（4）项目选址合理性分析

公司综合考虑项目特点和对周围环境可能存在的影响，将本项目探伤铅房建设在联合厂房二区（102b）内。本项目位于四川建安工业有限责任公司厂址内，不涉及新征用地，符合雅安市城市总体规划。

本项目用地性质为工业用地，且探伤铅房周围50m范围内主要为公司内部生产车间、过道等，公司周边主要为城居环境，无大的环境制约因素。

公司已完成了《铸造铝合金轻量化汽车底盘零部件项目》环评并已取得雅安市生态环境局的批复（雅环审批〔2020〕33号），项目选址合理性已在该项目环境影响报告表中进行了评价，本项目仅为其中部分建设内容，不新增用地，且辐射工作场所所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射通过采取相应的治理措施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。

四、区域环境质量现状评价结论

根据监测结果，本项目新增工业X射线探伤铅房辐射环境X-γ辐射剂量率为（80~85）nSv/h，与《2018年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环

境部, 2019 年 6 月) 中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果 (65.5~214.2) nGy/h 处在同一水平, 无显著性差异, 属正常环境本底水平。

五、环境影响评价分析结论

1、正常工况下辐射环境影响评价结论

(1) 辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后, 本项目所致职业人员年剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的辐射剂量限值, 也符合本报告提出的照射剂量约束值 (职业照射 5mSv/a、公众照射 0.1mSv/a)。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

(2) 非放环境影响分析结论

本项目采用先进的数字显影技术, 电脑成像, 不进行洗片操作, 不使用显 (定) 影液, 不产生废显影液、废定影液和废胶片。

开机出束期间产生的 X 射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧(O₃)。臭氧经通排风系统抽取后排放, 由于检测过程中产生的臭氧量较少, 且臭氧极不稳定, 再经大气稀释自然扩散后, 对周围大气环境影响轻微。

2、事故工况下环境影响评价结论

经分析, 本项目可能发生的辐射事故的事故等级为一般辐射事故。环评认为, 针对本项目可能发生的辐射事故, 四川建安工业有限责任公司按相关规定和本报告要求对已制定的《辐射事故应急预案》进行补充完善后, 能够有效控制并消除事故影响。

六、射线装置使用与安全管理的能力分析

四川建安工业有限责任公司拥有专业的探伤辐射工作人员和安全管理机构, 有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备; 建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施; 在补充完善《辐射防护和安全管理》、《X 射线探伤机安全操作规程》等相关管理制度并时更新, 认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下, 具有对 X 射线探伤仪 (II 类射线装置) 的使用和管理能力。

七、项目环保可行性结论

综上所述, 四川建安工业有限责任公司新增工业 X 射线探伤应用项目在坚持

“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和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施。

四川建安工业有限责任公司新增工业 X 射线探伤应用项目符合国家当前的产业政策，落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，符合国家相关法律法规及标准要求。本项目运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，对辐射工作人员和公众照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871 - 2002）规定的剂量限值和本报告执行的剂量约束值要求。从辐射环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

八、射线装置申请活动的种类和范围

表 13-1 本项目申请活动的种类和范围

序号	射线装置名称	射线装置型号	数量	技术参数	类别	工作场所名称	备注
1	X 射线探伤仪	GULMAY GDR60-ADR225	1	225kV /18mA	II	X 射线探伤铅房	新增

九、项目竣工环境保护验收检查内容

本项目建成后，应严格按照环境保护部“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评〔2017〕4 号）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。

建设单位是本项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照相关文件规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施和辐射防护措施进行验收，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或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

建设单位应在项目竣工后 3 个月内组织竣工环保验收，委托有资质单位进行现场监测，并编制竣工验收监测报告。验收监测应当在确保主体工程调试工况稳定、辐射防护措施安全到位的情况下进行，并如实记录监测时的实际工况。验收监测报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测报告结论，逐一检查是否存在不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。建设项目配套建设的环境保护设施和辐射防护措施经验收合格后，其主

体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。危险废物相关竣工环保验收参照四川省生态环境厅其他规范要求实施。

“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”已于 2017 年 12 月 1 日上线试运行，网址为 <http://114.251.10.205>。建设单位可以登陆环境保护部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other/hbysjsjsgf/>），并在项目建成后，及时开展竣工环境保护验收工作。

建议和承诺

（1）公司应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。

（2）建设单位应加强与周边公众的沟通，做好解释协调工作。

（3）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。

（4）项目在运营过程中须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 日前上报省生态环境厅。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；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其他有关法律、法规规定的落实情况。

（5）一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案并及时报告当地生态环境局和上级主管单位雅安市生态环境局、四川省生态环境厅。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。

（6）建设单位须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://zwfw.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>）中实施申报登记。在申领、延续、更换辐射安全许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

（7）建设项目正式投产运行前，建设单位应及时组织竣工环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见下表。

表 13-2 环境保护设施验收一览表

项目			设施（措施）
工业 X 射线探伤铅房	辐射安全管理机构		建立辐射安全与环境保护管理机构,或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作
	辐射安全与防护措施	屏蔽措施	固定式探伤铅房 1 座,探伤铅房面积约为 12.6m ² ,净空尺寸为长 4.2m×宽 3m×高 2.7m。探伤铅房东侧、西侧、北侧及顶部均为 14mmPb 铅板;铅房南侧及底部均为 10mmPb 铅板;西侧距地面约 0.7m 处有一处观察窗,观察窗采用 14mmPb 铅玻璃;铅门位于探伤铅房南侧,厚度为 10mmPb 铅当量。
		安全措施(联锁装置、警示标志、工作指示灯等)	在探伤铅房四周墙外、防护门外及设备操作间门外等的醒目位置设置电离辐射警告标志
			门机联锁装置 1 套
			工作状态指示灯及门灯联锁装置各 1 套
			控制台防止非工作人员操作的锁定开关(设备自带)
			铅房内、外监控系统各 1 套(铅房内自带一套监控系统)
			铅房内、外及操作台紧急停机按钮各 1 处
			出口处紧急开门按钮
			准备出束声光警示装置 1 套
	人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护培训学习及考核,考核合格后上岗。
		个人剂量监测	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计,并定期送检,加强个人剂量监测,建立个人剂量档案。
		人员职业健康监护	辐射工作人员定期进行职业健康体检,并建立放射工作人员职业健康档案。
	监测设备		便携式 X-γ 剂量监测仪 1 台
			个人剂量报警仪 1 台
			个人剂量计 2 套
	辐射安全管理制度	操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、辐射事故应急措施等制度	根据相关法律法规要求,按照项目的实际情况,补充相关内容,建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。
	通排风系统		通排风系统 1 套

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：	
经办人	公 章 年 月 日
审批意见	
经办人	公 章 年 月 日