

编号：RSHP-SC-202101120001

核技术利用建设项目
一汽铸造有限公司
成都有色铸造分公司
新增工业 X 射线探伤铅房应用项目
环境影响报告表
(公示本)

一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司

2021 年 1 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

一汽铸造有限公司

成都有色铸造分公司

新增工业 X 射线探伤铅房应用项目

环境影响报告表

建设单位名称：一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南一路 55 号

邮政编码：610101

联系人： ***

电子邮箱： ***

联系电话： ***

《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.....	- 9 -
表 3 非密封放射性物质.....	- 9 -
表 4 射线装置.....	- 10 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	- 11 -
表 6 评价依据.....	- 12 -
表 7 保护目标与评价标准.....	- 14 -
表 8 环境质量和辐射现状.....	- 19 -
表 9 项目工程分析与源项.....	- 22 -
表 10 辐射安全与防护.....	- 26 -
表 11 环境影响分析.....	- 36 -
表 12 辐射安全管理.....	- 52 -
表 13 结论与建议.....	- 57 -
表 14 审批.....	- 63 -

表 1 项目基本概况

建设项目名称		一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司 新增工业 X 射线探伤铅房应用项目			
建设单位		一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	***
注册地址		四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南一路 55 号			
项目建设地点		四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南一路 55 号厂房内			
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

一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司（统一社会信用代码：***）位于四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南一路 55 号，是一汽铸造有限公司的全资子公司，成立于 2012 年，厂区占地面积 11.89 万 m²，建筑面积 3.87 万 m²。主要为一汽-大众公司等企业配套生产轿车发动机铝合金缸盖缸体及其他配套铸件，熟练掌握发动机铝缸盖缸体等铸件专业制造技术，产品质量好，供货稳定，满足用户要求。

二、项目由来

根据一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司发展要求，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，公司拟在重力铸造车间厂房内建设 1 座一体式工业 X 射线探伤铅房，新增使用 1 台 UNZ225C1S 型 X 射线探伤仪，其最大管电压为 225kV，最大管电流为 15mA，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《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部第 16 号令，2021 年 1 月 1 日施行）的规定以及《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 172 条 核技术利用建设项目中‘生产、使用Ⅱ类射线装置的’”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增项。

为此，一汽铸造有限公司成都有色铸造分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）。南京瑞森辐射技术有限公司接受委托后，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，编制了该项目环境影响报告表。

四、项目概况

项目名称：一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司新增工业 X 射线探伤铅房应用项目

建设单位：一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南一路 55 号厂房内。

（一）建设内容与规模

一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司拟在公司重力铸造车间(车间为1层建筑)内新增使用1台 UNZ225C1S 型 X 射线探伤仪(一体式工业 X 射线探伤铅房),其最大管电压为 225kV,最大管电流为 15mA,属于II类射线装置。

探伤铅房净空尺寸为长 2.93m×宽 1.66m×高 2.33m,铅房净空面积约为 4.86m²,设备四周墙体均为 13mm 铅板+7mm 钢板(铅房内高 1.5m 以上部分)及 8mm 铅板+7mm 钢板(铅房内高 1.5m 以下部分);顶部为 13mm 铅板+6mm 钢板;底部为 8mm 铅板+3mm 钢板+3mm 铝板;人员进出防护门(1.01m×2.57m)为 13mm 铅板+5mm 钢板(防护门 1.5m 以上部分)及 8mm 铅板+5mm 钢板(防护门 1.5m 以下部分);工件门(2.66m×0.7m)为 8mm 铅板+5mm 钢板,配套的操作台位于设备东南侧,整个探伤铅房区域四周设置带锁的铁质隔离防护网,高为 2m,并配备有 24h 监控系统。

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）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 1-1。

表 1-1 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模	可能产生环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司拟在公司重力铸造车间厂房内建设 1 座一体式工业 X 射线探伤铅房,新增使用 1 台 UNZ225C1S 型 X 射线探伤仪,最大管电压为 225kV,其最大管电流为 15mA,主射线方向朝向顶部,年曝光时间约 500h,属于II类射线装置。 探伤铅房净空尺寸为长 2.93m×宽 1.66m×高 2.33m,铅房净空面积约为 4.86m²,设备四周墙体均为 13mm 铅板+7mm 钢板(铅房内高 1.5m 以上部分)及 8mm 铅板+7mm 钢板(铅房内高 1.5m 以下部分);顶部为 13mm 铅板+6mm 钢板;底部为 8mm 铅板+3mm 钢板+3mm 铝板;人员进出防护门(1.01m×2.57m)为 13mm 铅板+5mm 钢板(防护门 1.5m 以上部分)及 8mm 铅板+5mm 钢板(防护门 1.5m 以下部分);工件门(2.66m×0.7m)为 8mm 铅板+5mm 钢板,配套的操作台位于设备东南侧,整个探伤铅房区域四周设置带锁的铁质隔离防护网,高为 2m,并配备有 24h 监控系统。	\	X 射线 臭氧 噪声
辅助工程	\	\	\
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
环保工程	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，处理后排入园区污水管网，进入芦溪河污水处理厂处理达标后排入芦溪河。					
	本项目工作人员在公司内产生的生活垃圾依托原有厂区设施收集暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。					

本项目依托的主要环保设施有：

（1）废水：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，厂区已建的污水处理系统（处理规模 15m³/d，污水处理站处理工艺为电解离+破乳+气浮+芬顿+A2/O+A2/O 处理）；处理后排入园区污水管网，进入芦溪河污水处理厂处理达标后排入芦溪河；

（2）固废：本项目工作人员在公司内产生的生活垃圾依托原有厂区设施收集暂存，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

（三）主要原辅材料

本项目主要的原辅材料及能耗见表 1-2。

类别	名称	年最大消耗量	来源	备注
能源	电	300kW·h/a	市政电网	/

（四）主要设备配置及主要技术参数

本项目使用的射线装置技术参数见表 1-3。

射线装置名称	型号	数量	最大管电压kV	最大管电流mA	单次最长照射时间	单台探伤仪年最大出束时间	备注
X射线探伤仪	UNZ225C1S	1	225	15	3min	500h	/

（五）工作制度及人员配置

公司根据本项目的运行条件拟新增辐射工作人员 2 名，配置于本项目后，不再从事其他辐射工作。

工作制度：本项目辐射工作人员年工作天数为 250 天，实行 8 小时工作制。

一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司可根据今后开展的项目和工作量等实际情况适当增加人员编制。

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、本项目外环境及选址合理性分析

本项目位于一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司重力铸造车间厂房内，项目 50m 评价范围均位于公司厂区内，评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，项目选址基本可行。

重力铸造车间厂房外环境关系：

重力铸造车间厂房位于公司厂区西北部，其东侧为厂区内预留发展用地及职工停车场；南侧为厂区内高压铸造车间厂房及预留发展用地；西侧为厂区内熔化车间及联合站房；北侧外为厂区内办公楼及停车位。

本项目地理位置图见附图 1，公司外环境关系图见附图 2，公司厂区平面布置图见附图 3。

一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司已取得四川省生态环境厅（原四川省环境保护厅）《关于一汽铸造有限公司成都铸造厂建设项目环境影响报告书的批复》（川环审批[2012]189 号）（见附件 2），选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且新建的辐射工作场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辐射环境问题：

- （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

（一）辐射安全许可证的许可种类和范围

一汽铸造有限公司成都有色铸造分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〔00597〕，有效期至 2023 年 06 月 13 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 1-4。

表 1-4 现有射线装置情况一览表

序号	设备名称	型号	类别	技术参数	使用地点	备注
1	CT 实时成像系统	Y. CT Compact	Ⅱ	450kV/15mA	高压铸造车间 CT 成像室	登记上 证在用 并验收
2	X 射线探伤机	S. R. E. M@X 60-90CNC	Ⅱ	320kV/22mA	重力铸造车间 X 光室	登记上 证在用 并验收

（二）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，其年度自查评估报告已经上传至全国核技术利用辐射安全申报系统；同时，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条的规定，公司已成立了辐射安全管理领导小组和辐射事故应急处理领导小组，其负责组织、开展辐射事故的应急处理救援工作。公司已成立有辐射安全管理领导小组，见附件 4；

（三）辐射工作人员培训情况

公司既有辐射工作人员 2 人，均持证上岗。现有辐射工作人员培训及证书情况见表 1-5。

表 1-5 现有辐射工作人员的培训及证书情况

序号	姓名	有效时间	培训类别	证书编号	培训计划
1	崔爱华	2020 年 6 月 12 日	辐射安全与防护	CHO14970	因名额限制，正在报名中
2	周波	2022 年 11 月 14 日	辐射安全与防护	CHO34219	-

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400 号）要求：

1、所有辐射工作人员均应在上岗前应取得辐射安全与防护合格证书，参加工作。

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”。本项目拟新增的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。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，考核合格的人员，每 5 年接受一次再培训考核。

2、在辐射工作人员上岗前，公司应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。

3、公司应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

（四）开展辐射监测的情况

1、工作场所辐射水平监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测，主要针对射线装置机房周围（四周墙体）、防护门及操作位进行监测。一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司委托成都华亚科技有限公司开展了 2019 年年度辐射环境现状监测（检测报告见附件 5）。根据检测报告的检测结果可知，机房周边的 X- γ 射线辐射剂量率均满足国家标准《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）限值 2.5 μ Sv/h 的要求。

2、个人剂量监测情况

一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司现有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号）要求建立个人剂量档案。

公司有专人负责个人剂量检测管理工作。发现个人剂量检测结果异常时，及时调查原因，并将有关情况及时报告公司辐射防护领导小组。公司已委托四川省辐安环境监测有限公司完成 2019 年公司所有辐射工作人员的个人剂量检测，辐射工作人员均未出现年剂量值超过管理限值的情况（个人剂量监测报告见附件 6）。

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。

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	UNZ225C1S	225	15	探伤检测	X 射线探伤铅房	新增 本次环评
2	CT 实时成像系统	II	1	Y.CT Compact	450	15	探伤检测	高压铸造车间 CT 成像室	已许可、 验收
3	X 射线探伤机	II	1	S.R.E.M@X60-90CNC	320	22	探伤检测	重力铸造车间 X 光室	已许可、 验收

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》，1989年12月26日发布施行； 2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行； (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（2021 版）》，生态环境部第 16 号令，自 2021 年 1 月 1 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) 《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部，公告2019年第38号，2019年11月1日起施行； (15) 《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，2020年1月1日起施行；
------	--

	(16) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部，公告 2019 年第 39 号，2019 年 11 月 1 日起启用； (17) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会，第 29 号令，2020 年 1 月 1 日起施行；
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）； (9) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）； (10) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）； (11) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）； (12) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）； (13) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）； (14) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）； (15) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）； (16) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)
其他	(1) 环保部辐射安全与防护监督检查技术程序； (2) 工程设计图纸及相关技术资料； (3) 四川省生态环境厅关于印发《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； (4) 辐射安全许可证正副本； (5) 现状检测报告。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点并参照《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）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，确定为一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司新增工业 X 射线探伤铅房应用项目实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内作为评价范围。

保护目标

本项目探伤铅房周围 50m 范围均位于公司厂区内，其 50m 范围内无学校及居民区等其他环境敏感点。

本项目环境保护目标为辐射工作人员以及与探伤铅房邻近厂房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

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	公司重力铸造车间厂房内	职业人员	探伤铅房东侧	1.35m	1 人	职业	5
			探伤铅房南侧	1.19m			
			探伤铅房西侧	1.35m			
			探伤铅房北侧	1.60m			
	公众		探伤铅房东侧 (厂房过道、辅材暂存区)	约 3.5m	约 10 人	公众	0.1
			探伤铅房南侧(副车架线)	约 2.5m			
			探伤铅房西侧 (厂房过道、返修区)	约 3.5m			
			探伤铅房北侧 (厂房过道、机加工区)	约 3.5m			

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。

第 3.1.2 款 控制台

第 3.1.2.1 款 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 款应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

第 3.1.2.3 款 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。

第 3.1.2.4 款 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。

第 3.1.2.5 款 应设置紧急停机开关。

第 3.1.2.6 款 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。

第 4.1 款 防护安全要求

第 4.1.1 款 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。

第 4.1.2 款 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。

第 4.1.3 款 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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

第 4.1.4 款 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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

第 4.1.5 款 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。

第 4.1.6 款 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。

第 4.1.7 款 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

第 4.1.8 款 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。

第 4.1.9 款 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

第 4.1.10 款 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。

第 4.1.11 款 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。

第 3.2 款 需要屏蔽的辐射

第 3.2.1 款 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。

第 3.2.2 款 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

第 3.2.3 款 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）。

第 3.3 款 其他要求

第 3.3.1 款 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。

第 3.3.2 款 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。

第 3.3.3 款 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

第 3.3.4 款 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。

第 3.3.5 款 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 7-1。

表 7-1 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

本项目设备操作间及探伤铅房建于公司重力铸造车间厂房内。

重力铸造车间厂房位于公司厂区西北侧，其东侧为厂区内预留发展用地及职工停车场；南侧为厂区内高压铸造车间厂房及预留发展用地；西侧为厂区内熔化车间及联合站房；北侧外为厂区内办公楼及停车位。

整个探伤铅房区域四周设置带锁的铁质隔离防护网，高为 2m，并配备有 24h 监控系统，配套的操作台位于设备东南侧。探伤铅房东侧为厂房过道及材料暂存区；南侧为副车架线；西侧为厂房过道及机加工区；北侧为厂房过道及返修区。本项目周边环境现状见图 8-1~图 8-4。



图 8-1 探伤铅房东侧厂房过道、材料暂存区



图 8-2 探伤铅房南侧副车架线



图 8-3 探伤铅房西侧厂房过道、机加工区

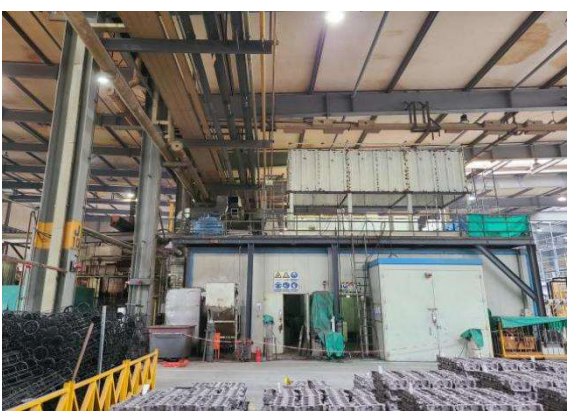


图 8-4 探伤铅房北侧厂房过道、返修区

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 11 月 4 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 γ 辐射剂量率的布点监测。其监测项目、分析及来源见表 8-1（监测报告见附件 8）。

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	AT1123 型辐射检测仪	SCRDS-035	检定单位：中国测试技术研究院 检定有效期：2020.7.21~2021.7.20

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：监测报告实行三级审核制度，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四川省生态环境厅《2019 年四川省生态环境状况公报》中四川省 γ 辐射空气吸收剂量率范围。

表 8-3 四川省空气吸收剂量率

地点	γ 辐射空气吸收剂量率范围（nGy/h）
四川省电离辐射环境监测自动站	76.8~163

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 射线探伤铅房拟建址周围 γ 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 射线探伤铅房拟建址中央区域	80.0	本底检测
2	工业 X 射线探伤铅房拟建址北侧	81.0	
3	工业 X 射线探伤铅房拟建址东侧	80.0	
4	工业 X 射线探伤铅房拟建址南侧	79.0	
5	工业 X 射线探伤铅房拟建址西侧	78.0	

由表 8-4 中监测结果可知，本项目工业 X 射线探伤铅房拟建址周围 γ 辐射剂量率为 (78.0~81.0) nSv/h，周围 γ 辐射剂量率与空气吸收剂量率数值基本相当，转换因子取 1，则项目拟建址周围 γ 辐射剂量率为 (78.0~81.0) nGy/h，与四川省生态环境厅《2019 年四川省生态环境状况公报》中四川省 γ 辐射空气吸收剂量率范围 (76.8~163) nGy/h 基本一致。综上所述，本项目区域辐射环境质量现状属于正常本底水平。

检测点位示意图见图 8-5。

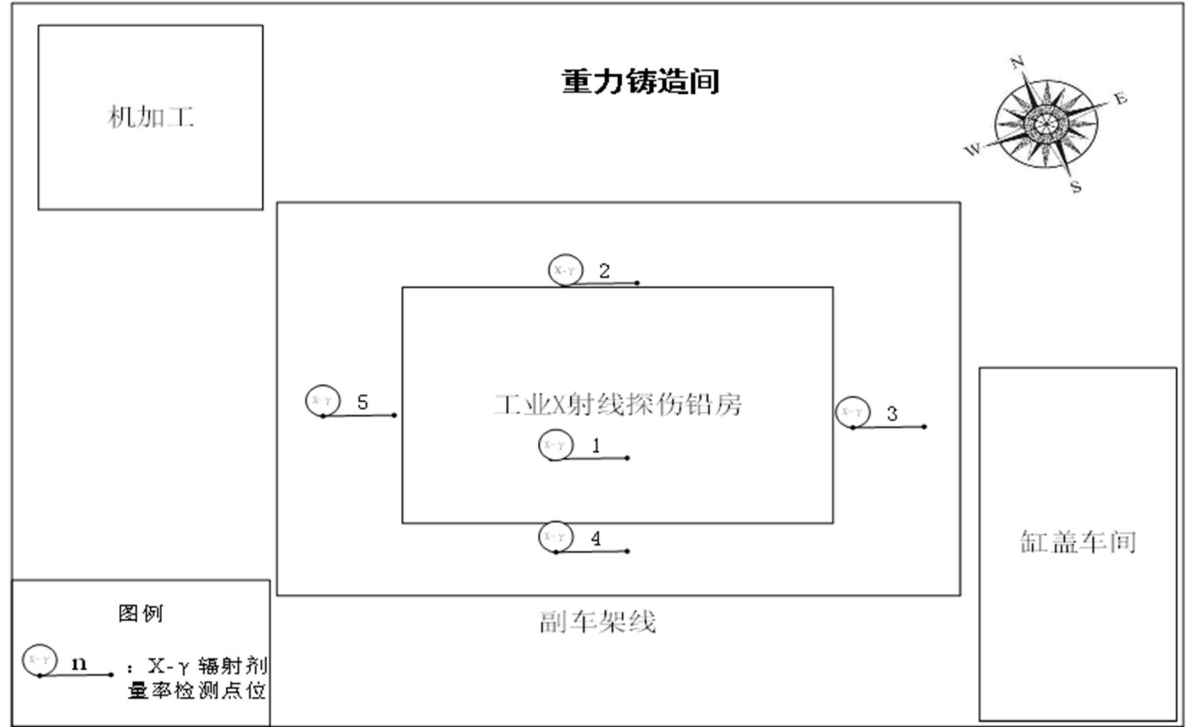


图 8-5 检测点位示意图

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

本项目施工期工艺流程及污染物产生环节见下图：

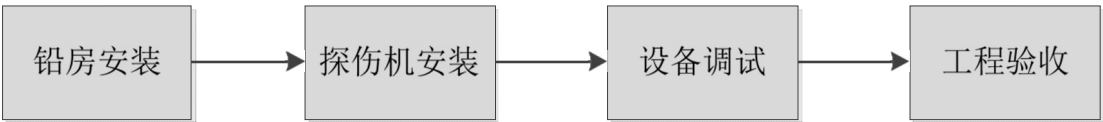


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

本项目 X 射线探伤仪产品自带铅房，采用成品铅房进行安装，故施工期较为简单，铅房及探伤仪均由生产厂家人员安装调试，最后工程验收完毕即可投入使用。本项目施工期产污环节主要在设备的安装调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的辐射影响，同时设备安装完成后，会有少量的废包装材料等固废产生。

设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，项目建设单位不得自行安装设备。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。设备安装完成后，项目建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处理与处置，不得随意丢弃。

根据以上分析，评价认为本项目在建设施工期基本不会对周围环境产生不良影响。

二、 营运期工艺分析

1、工作原理

X 射线探伤仪主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 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。高速电子与靶物质发生碰撞，就会产生韧致 X 射线和低于入射电子能量的特征 X 射线。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金等制成。

根据不同材料及厚度对 X 射线吸收程度的差异，通过 X 射线透视图像，从实时

显示系统上显示出材料、零部件的内部缺陷。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定材料或制品的质量，及时剔除废品，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。X 射线探伤仪显示及处理系统示意图见图 9-2。

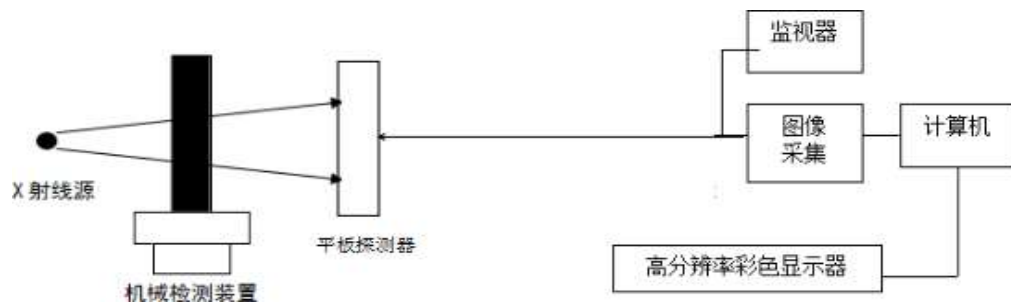


图9-2 X射线探伤仪图像显示及处理系统示意图

2、设备组成

本项目使用 X 射线探伤仪（型号：UNZ225C1S）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。UNZ225C1S 型 X 射线探伤仪外型机构图见图 9-3。

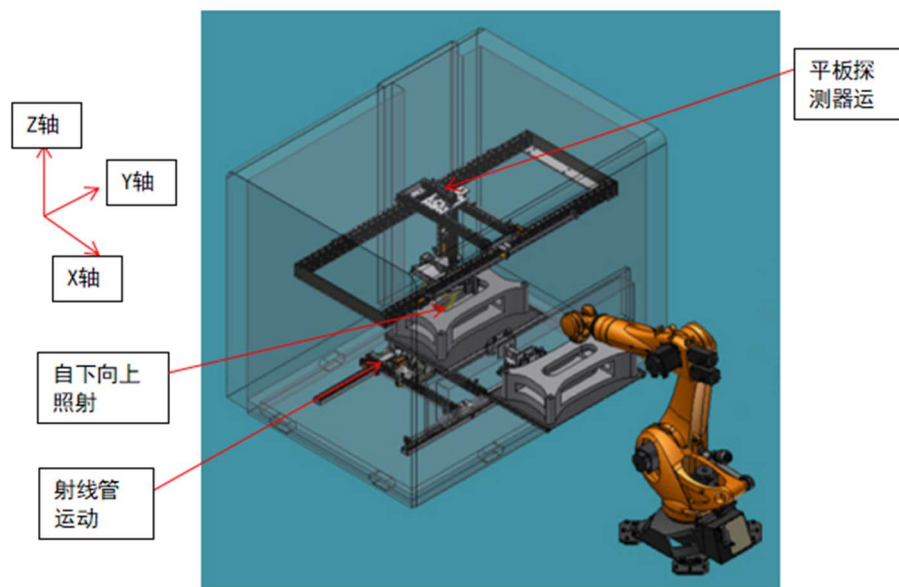


图 9-3 UNZ225C1S 型 X 射线探伤仪外型图

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。

工业机器人操控 C 形臂，被检测工件通过机械臂放置于铅房室外工件传送位，开

启升降式铅门（工件门），工件可随传送带经开启的工件门传送至铅房室内的工件检测工位，工件到达预定工位后，关闭升降式铅门（工件门）；使得射线管和平板探测器达到检测区域；平板探测器安装在铅房内顶部，射线管安装在铅房内底部，射线源自下向上照射，平板探测器与射线管均可在 X 轴和 Y 轴方向上运动；同时射线源与平板探测器具备绕 X 轴和 Y 轴 $\pm 30^{\circ}$ 摆动功能；平板探测器可单独在 Z 轴方向上运动，调整与射线管之间的间距，以实现最佳检测位置，保证图像清晰；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；检查无误后即进行曝光；随后数字成像系统进行数据采集及图像实时显示；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；最终由系统根据评定数据，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 9-6。

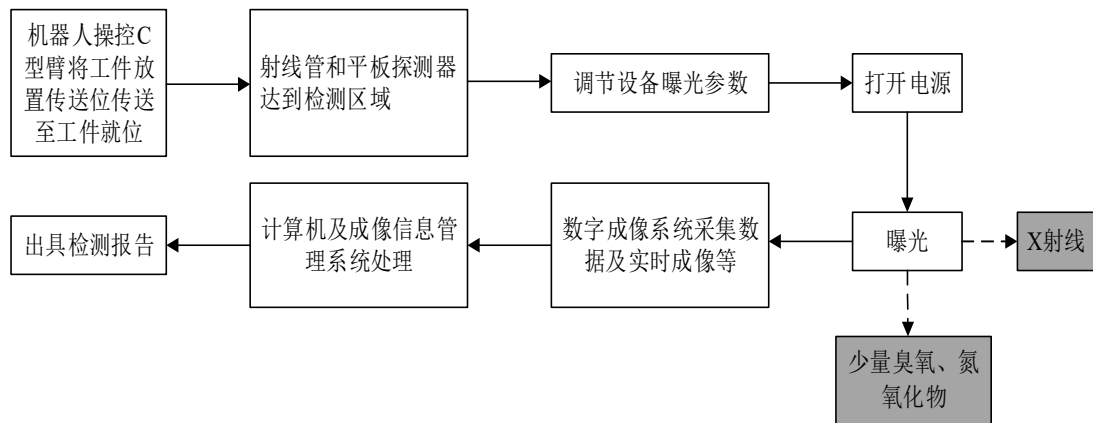


图 9-6 本项目 X 射线探伤仪工作流程及产污环节示意图

5、X 射线装置的探伤工况及工件情况

本项目涉及的射线探伤项目均在固定的探伤铅房内完成，使用的 X 射线探伤设备主要用于汽车副车架的自动化非接触式内部缺陷检测。检测工件主要为汽车副车架（1200mm×800mm×500mm）。

本项目 X 射线探伤仪预计年累计曝光时间约为 500 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 射线探伤仪开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击靶件，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 射线探伤仪工作原理可知，探伤仪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，因此探伤仪在开机曝光期间，X 射线是本项目主要污染物。

二、废气

X 射线探伤仪在工作状态时，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

本项目工作人员会产生少量生活垃圾。

六、危险废物

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。

七、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、辐射工作场所平面布局

本项目设备操作间位于公司重力铸造车间厂房内，整个探伤铅房操作区域四周设置带锁的铁质隔离防护网，高为 2m，并配备有 24h 监控系统，配套的操作台位于设备东南侧。探伤铅房东侧为厂房过道及材料暂存区；南侧为副车架线；西侧为厂房过道及机加工区；北侧为厂房过道机返修区。

二、辐射工作场所两区划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范和管理工作，项目应当按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求有专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区。放射性工作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标识；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

其项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在图 10-1 上进行了标识。

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	设备操作区域 (四周设置带锁的铁质隔离防护网)
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。	监督区范围内应限制无关人员进入。

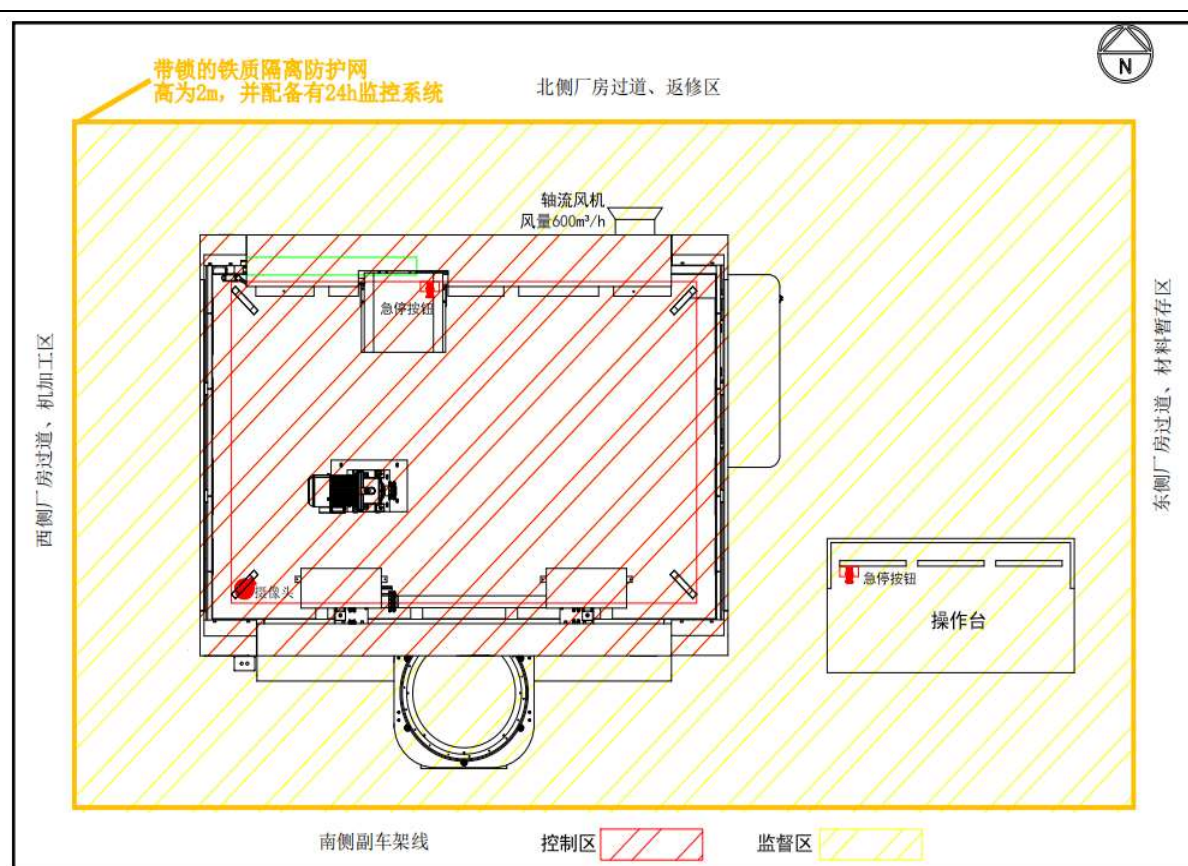


图 10-1 本项目辐射防护分区划分示意图

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在隔离防护网、探伤铅房四周墙外、人员进出防护门内外、工件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；

③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；

④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监督区四周设置带锁的铁质隔离防护网，高为 2m，并配备有 24h 监控系统；

②以黄线警示监督区（隔离防护网）的边界；督区范围内应限制无关人员进入；

③在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

④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连锁功能的状态，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；人员进出防护门锁钥匙与该安全钥匙为同一套钥匙。

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 10-2。本项目探伤铅房屏蔽结构图见图 10-3。

表 10-2 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 3.58m×宽 2.84m×高 2.90m
探伤铅房净空尺寸	长 2.93m×宽 1.66m×高 2.33m
东侧墙体	上部（铅房内高 1.5m 以上部分）：13mm 铅当量铅板+7mm 钢板 下部（铅房内高 1.5m 以下部分）：8mm 铅当量铅板+7mm 钢板
南侧墙体	
西侧墙体	
北侧墙体	
顶部	13mm 铅当量铅板+6mm 钢板
底部	8mm 铅当量铅板+3mm 钢板+3mm 铝板
观察窗	无
人员进出防护门 (1.01m×2.57m)	上部（防护门 1.5m 以上部分）：13mm 铅当量铅板+5mm 钢板 下部（防护门 1.5m 以下部分）：8mm 铅当量铅板+5mm 钢板
工件门 (2.66m×0.7m)	8mm 铅当量铅板+5mm 钢板

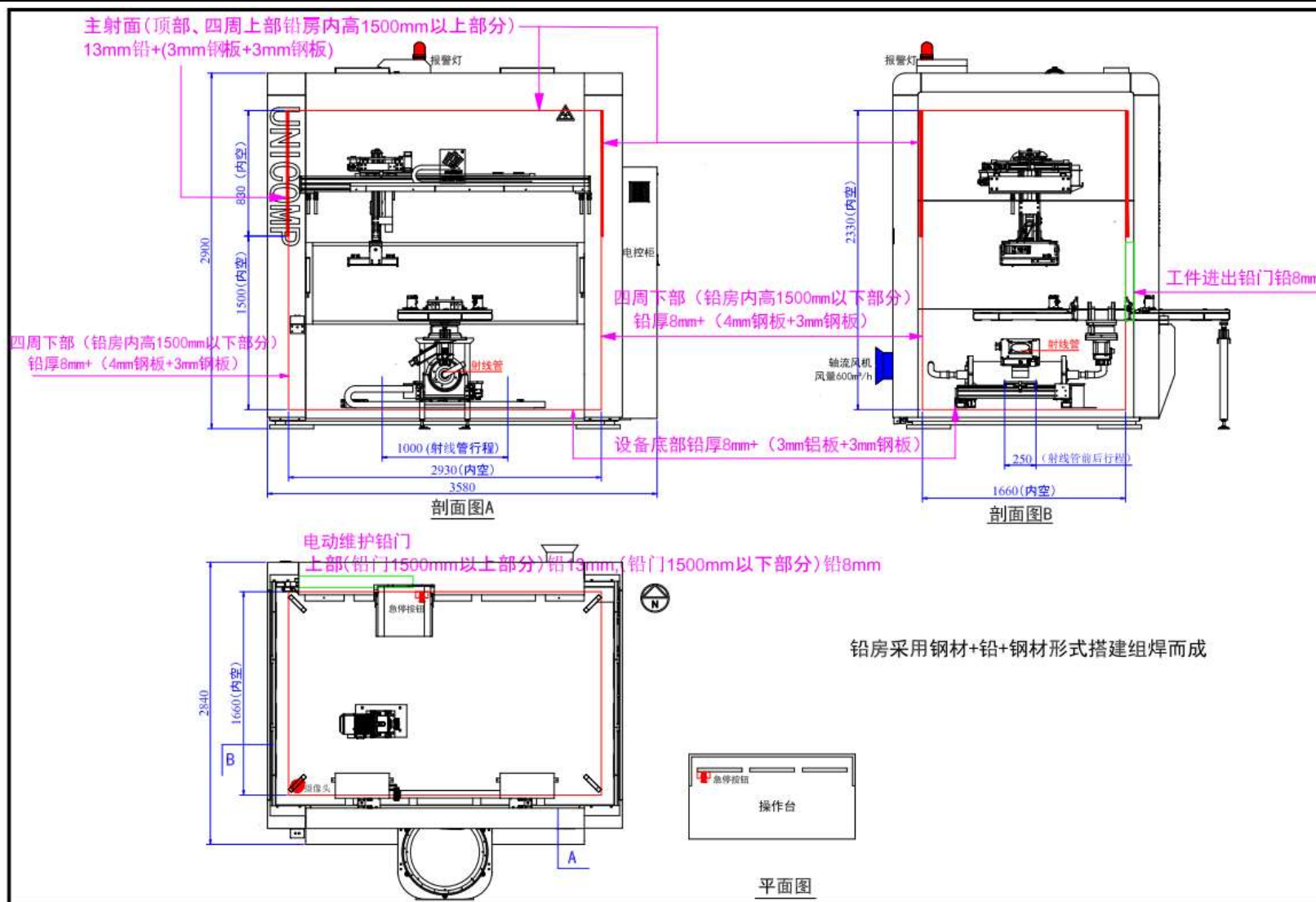


图 10-3 本项目探伤铅房屏蔽结构图

（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已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：本项目探伤铅房内人员进出防护门旁及操作台旁均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，人员进出门可打开。

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、人员进出防护门内外、工件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。

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 10-3。

表 10-3 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	设备操作台位于铅房外
3		入口处电离辐射警示标志	已配备	/
4		入口处机器工作状态指示灯	设备自带	/
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	已配备	/
9		照射室内监控设施	设备自带	/
10		通风设施	设备自带	/
11		照射室内紧急停机按钮	已配备	出口处已配备紧急停机按钮
12		控制台上紧急停机按钮	设备自带	/
14	监测设备	便携式辐射监测仪器仪表	拟配备	/
15		个人剂量计	拟配备	/
16		个人剂量报警仪	拟配备	/

本项目辐射安全与防护和环境保护设施布置分布图详见图 10-4。

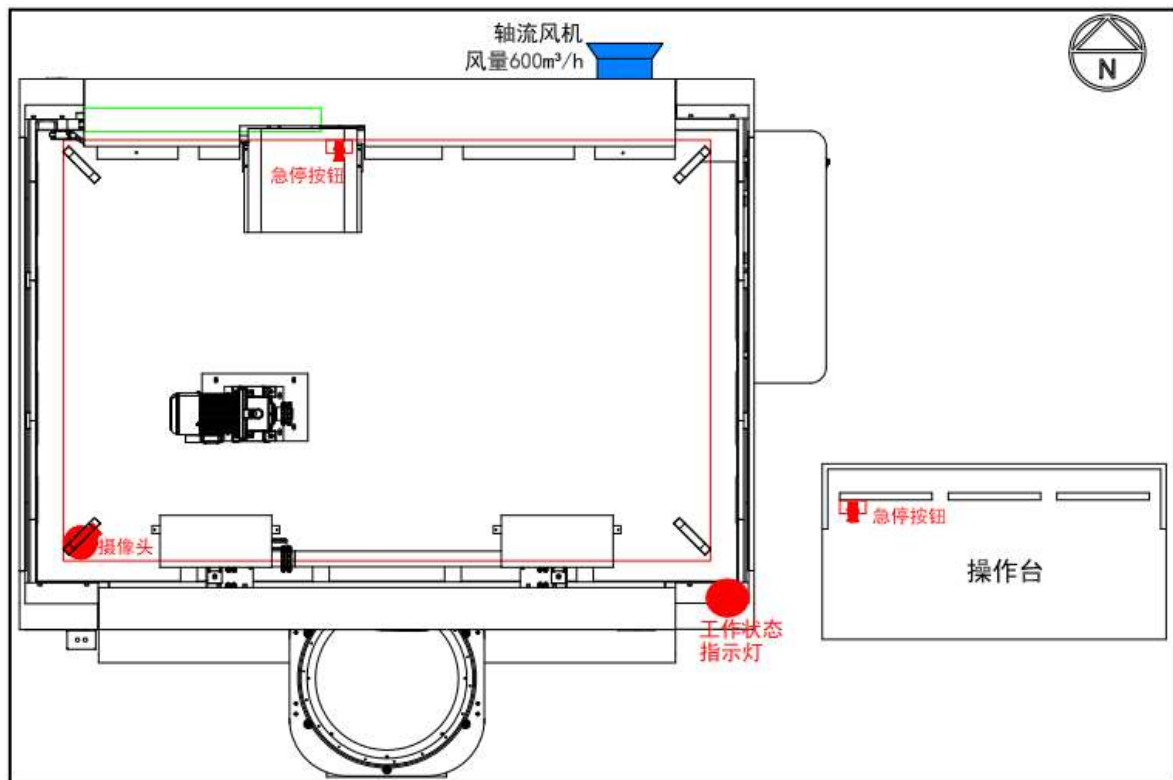


图 10-4 本项目辐射安全与防护和环境保护设施布置分布图

三废的治理

一、废气处理措施

X 射线探伤仪在工作状态时，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，公司已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。

本项目已配备一套通排风装置，通风量为 $600\text{m}^3/\text{h}$ ，本项目探伤铅房容积约为 11.32m^3 ，其通风换气次数满足《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。

本项目通排风口位于探伤铅房东北侧顶部，其内部设计有迷宫通道，以确保射线防护安全，其排风管道外口应避免朝向人员活动密集区。

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。

五、危险废物

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，将探伤仪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，使探伤仪不能正常通电，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 10-4。

表 10-4 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 射线探伤仪场所	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，出厂时探伤仪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	1 台 UNZ225C1S 型 X 射线探伤仪（一体式工业 X 射线探伤铅房）	-	-
	安全装置	探伤铅房区域四周设置带锁的铁质隔离防护网，高为 2m，并配备有 24h 监控系统	*	新建
		在探伤铅房四周墙外、人员进出防护门内外、工件门内外及设备操作间门内外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	/	设备自带
		控制台防止非工作人员操作的锁定开关	/	设备自带
		铅房内监控系统	/	设备自带
		铅房内、外及操作台紧急停机按钮	*	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 1 套	*	新建
	废气处理	铅房内设 1 套通排风系统	/	设备自带
	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

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目探伤铅房为一体式铅房，探伤铅房在出厂时已组装完毕，不涉及土建、装修施工等，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、探伤铅房屏蔽体厚度合理性分析

1、铅房屏蔽设计

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	上部（铅房内高 1.5m 以上部分）：13mm 铅当量铅板+7mm 钢板 下部（铅房内高 1.5m 以下部分）：8mm 铅当量铅板+7mm 钢板
南侧墙体	
西侧墙体	
北侧墙体	
顶部	13mm 铅当量铅板+6mm 钢板
底部	8mm 铅当量铅板+3mm 钢板+3mm 铝板
观察窗	无
人员进出防护门	上部（防护门 1.5m 以上部分）：13mm 铅当量铅板+5mm 钢板 下部（防护门 1.5m 以下部分）：8mm 铅当量铅板+5mm 钢板
工件门	8mm 铅当量铅板+5mm 钢板

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	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点最高剂量率参考水平 ^① ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)
东侧墙体外 (厂房过道、库房)	1	1/4	职业	40	2.5	2.5
南侧工件门	1	1	职业	10	2.5	2.5
南侧墙体外 (探伤操作区)	1	1	职业	10	2.5	2.5
西侧墙体外(返修区域)	1	1/4	职业	40	2.5	2.5
北侧人员进出防护门	1	1	职业	10	2.5	2.5
北侧墙体外(厂房过道)	1	1/4	职业	40	2.5	2.5
屋顶	1	/	/	/	/	100 ^②
四周墙体外上部 (铅房内高 1.5m 以上部分)						

注：①关注点位于铅房屏蔽体外 30cm 处；

②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 $H_{c, max} = 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

③屋顶及四周墙体外上部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、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 UNZ225C1S，最大管电压 225kV，最大管电流 15mA，其年探伤曝光时间约为 500 小时。

本项目 X 射线探伤仪配置有 1 台 C 形机械臂、1 张送件转台、1 套平板探测器及射线管用于检测工件。平板探测器安装在铅房内顶部，射线管安装在铅房内底部，射线源自下向上照射，故本项目铅房顶部及四周屏蔽墙外上部（铅房内高 1.5m 以上部分）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。X 射线探伤仪立面、平面设计示意图见图 11-1。

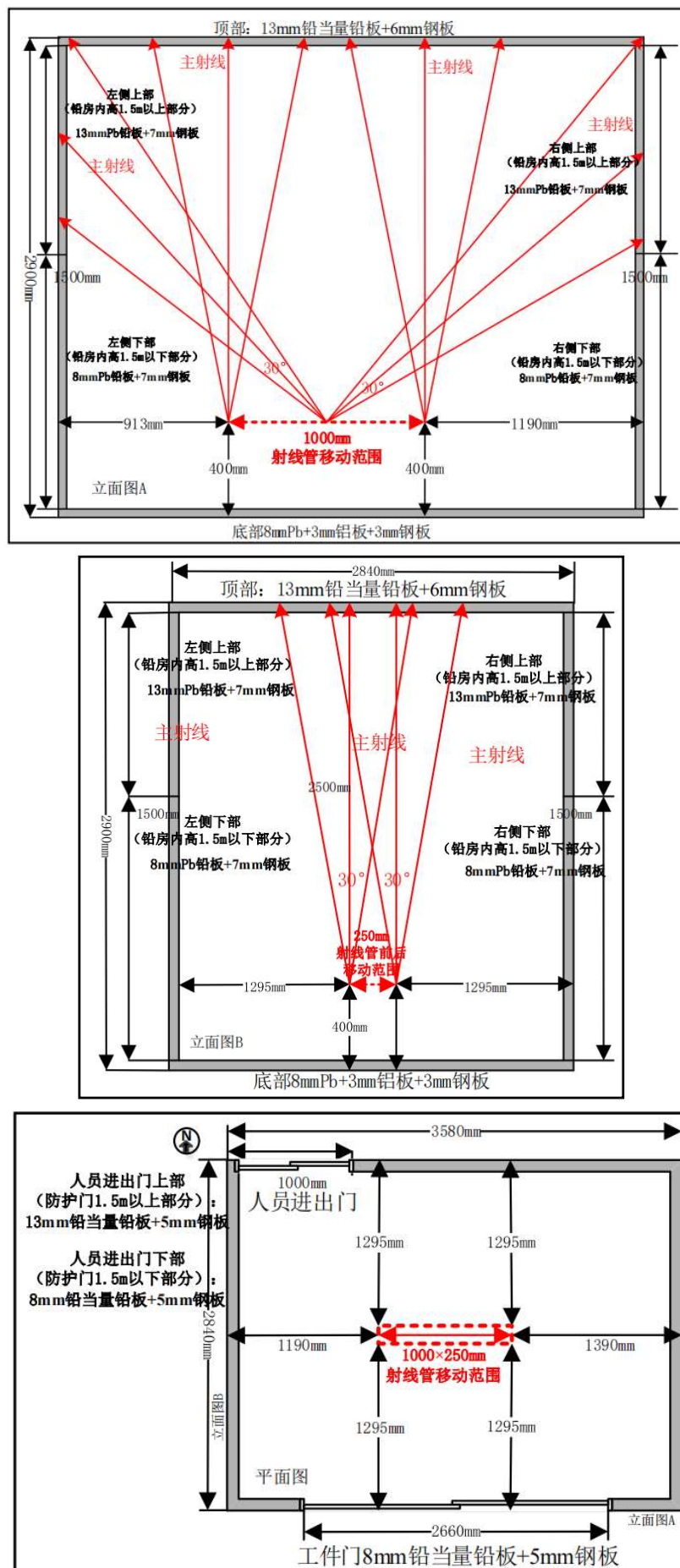


图11-1 本项目X射线探伤仪立面、平面设计示意图

(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），主射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， $\mu\text{Sv/h}$ ；屋顶及四周墙体外上部无建筑，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 15mA；

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，本项目输出量取 $11.4 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

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 $\mu\text{Sv/h}$	2.80	7.64×10^{-5}	12.39mmPb	13mmPb	满足屏蔽要求
四周屏蔽墙外上部（铅房内高 1.5m 以上部分）30cm 处						

注：①关注点位于铅房顶部及四周屏蔽体上部外（铅房内高 1.5m 以上部分）30cm 处； $R: 2.50\text{m} + 0.30\text{m} = 2.80\text{m}$ 。

(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 11-3 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
东侧墙体外 (厂房过道、库房)	2.5	1.69	1.43×10^{-3}	6.12mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	满足屏蔽要求
南侧工件门	2.5	1.60	1.28×10^{-3}	6.22mmPb	8mmPb	
南侧墙体外 (探伤操作区)	2.5	1.60	1.28×10^{-3}	6.22mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	
西侧墙体外 (返修区域)	2.5	1.49	1.11×10^{-3}	6.35mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	
北侧 人员进出防护门	2.5	1.60	1.28×10^{-3}	6.22mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	
北侧墙体外 (厂房过道)	2.5	1.60	1.28×10^{-3}	6.22mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	

注：①关注点位于铅房屏蔽体外 30cm 处； $R_{东}: 1.39\text{m} + 0.30\text{m} = 1.65\text{m}$ ； $R_{工件门}: 1.295\text{m} + 0.30\text{m} = 1.60\text{m}$ ；

$R_{南}: 1.295\text{m} + 0.30\text{m} = 1.60\text{m}$ ； $R_{西}: 1.19\text{m} + 0.30\text{m} = 1.49\text{m}$ ； $R_{人员进出口}: 1.39\text{m} + 0.30\text{m} = 1.69\text{m}$ ； $R_{北}: 1.295\text{m} + 0.30\text{m} = 1.60\text{m}$ 。

（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 15mA；

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，本项目输出量取 $11.4 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

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.3。

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 11-3 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	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
东侧墙体外 (厂房过道、库 房)	2.5	1.69	3.48×10^{-5}	6.24mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	满足 屏蔽 要求
南侧工件门	2.5	1.60	3.12×10^{-5}	6.31mmPb	8mmPb	
南侧墙体外 (探伤操作区)	2.5	1.60	3.12×10^{-5}	6.31mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	
西侧墙体外 (返修区域)	2.5	1.49	2.70×10^{-5}	6.40mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	
北侧 人员进出防护门	2.5	1.60	3.12×10^{-5}	6.31mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	
北侧墙体外 (厂房过道)	2.5	1.60	3.12×10^{-5}	6.31mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	

注：①关注点位于铅房屏蔽体外 30cm 处； $R_{东}:1.39\text{m}+0.30\text{m}=1.65\text{m}$ ； $R_{工件门}:1.295\text{m}+0.30\text{m}=1.60\text{m}$ ；

$R_{南}:1.295\text{m}+0.30\text{m}=1.60\text{m}$ ； $R_{西}:1.19\text{m}+0.30\text{m}=1.49\text{m}$ ； $R_{人员进出口}:1.39\text{m}+0.30\text{m}=1.69\text{m}$ ； $R_{北}:1.295\text{m}+0.30\text{m}=1.60\text{m}$ 。

(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
东侧墙体外 (厂房过道、库 房)	/	6.12mmPb	6.24mmPb	7mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	满足 屏蔽 要求
南侧工件门	/	6.22mmPb	6.31mmPb	7mmPb	8mmPb	
南侧墙体外 (探伤操作区)	/	6.22mmPb	6.31mmPb	7mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	
西侧墙体外 (返修区域)	/	6.35mmPb	6.40mmPb	7mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	
北侧 人员进出防护门	/	6.22mmPb	6.31mmPb	7mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb	

北侧墙体外 (厂房过道)	/	6.22mmPb	6.31mmPb	7mmPb	上部 13mmPb 下部 8mmPb
屋顶	12.39mmPb	/	/	/	13mmPb
四周墙体上部 (铅房内高 1.5m 以上部分)					

注：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、项目正常运行阶段辐射环境影响分析

1、探伤铅房周围关注点理论预测环境影响分析

一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司拟在公司重力铸造车间(车间为 1 层建筑)内新增使用 1 台 UNZ225C1S 型 X 射线探伤仪(一体式工业 X 射线探伤铅房)，最大管电压为 225kV，最大管电流为 15mA，主射线方向朝向顶部，年曝光时间约 500h，属于 II 类射线装置。依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中推荐的计算模式及相关参数进行预测评价。

(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 15mA；

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，本项目输出量取 $11.4 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

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

R —辐射源点(靶点)至关注点的距离，单位为米(m)。

表 11-7 参考点辐射剂量率(主射线)

点 位	点位描述	I (mA)	B	H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2$)	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
1	顶部屏蔽墙外 30cm 处	15	3.0×10^{-8}	$11.4 \times 6 \times 10^4$	2.80	0.050
2	四周屏蔽墙外上部(铅房内高 1.5m 以上部分) 30cm 处					

注：①关注点位于铅房顶部及四周屏蔽体上部外(铅房内高 1.5m 以上部分) 30cm 处； $R: 2.50\text{m} + 0.30\text{m} = 2.80\text{m}$ 。

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；
- 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 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-8 泄漏辐射关注点剂量率计算参数及结果

点 位	点位描述	B	$H_L(\mu\text{Sv/h})$	R (m)	H($\mu\text{Sv/h}$)
1	东侧屏蔽墙外 30cm 处上部 13mmPb	3.0×10^{-8}	5.0×10^3	1.69	≤ 0.001
	东侧屏蔽墙外 30cm 处下部 8mmPb	6.5×10^{-6}			0.011
2	南侧工件门外 30cm 处	6.5×10^{-6}	5.0×10^3	1.60	0.013
3	南侧墙体外 30cm 处上部 13mmPb	3.0×10^{-8}	5.0×10^3	1.60	≤ 0.001
	南侧墙体外 30cm 处下部 8mmPb	6.5×10^{-6}			0.013
4	西侧墙体外 30cm 处上部 13mmPb	3.0×10^{-8}	5.0×10^3	1.49	≤ 0.001
	西侧墙体外 30cm 处下部 8mmPb	6.5×10^{-6}			0.018
5	北侧人员进出防护门 30cm 处上部 13mmPb	3.0×10^{-8}	5.0×10^3	1.60	≤ 0.001
	北侧人员进出防护门 30cm 处下部 8mmPb	6.5×10^{-6}			0.013
6	北侧墙体外 30cm 处上部 13mmPb	3.0×10^{-8}	5.0×10^3	1.60	≤ 0.001
	北侧墙体外 30cm 处下部 8mmPb	6.5×10^{-6}			0.013

注：①关注点位于铅房屏蔽体外 30cm 处；R 东:1.39m+0.30m=1.65m；R 工件门:1.295m+0.30m=1.60m；R 南:1.295m+0.30m=1.60m；R 西:1.19m+0.30m=1.49m；R 人员进出口:1.39m+0.30m=1.69m；R 北:1.295m+0.30m=1.60m。

③散射辐射

散射辐射所致装置外剂量率利用公式（11-8）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 15mA；
- 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，本项目输出量取 $11.4 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B —屏蔽透射因子；

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）；

表 11-9 散射辐射关注点剂量率计算参数及结果

点位	点位描述	I (mA)	H_0 $\mu Sv \cdot m^2 /$ (mA·h)	B	R_0^2 /F.a	R(m)	H ($\mu Sv/h$)	
1	东侧屏蔽墙外 30cm 处 上部 13mmPb	15	$11.4 \times 6 \times 10^4$	3.0×10^{-8}	50	1.69	0.003	0.469
	6.5×10^{-6}			0.466				
2	南侧工件门外 30cm 处	15	$11.4 \times 6 \times 10^4$	6.5×10^{-6}	50	1.60	0.521	
3	南侧墙体外 30cm 处 上部 13mmPb	15	$11.4 \times 6 \times 10^4$	3.0×10^{-8}	50	1.60	0.003	0.524
	南侧墙体外 30cm 处 下部 8mmPb			6.5×10^{-6}			0.521	
4	西侧墙体外 30cm 处 上部 13mmPb	15	$11.4 \times 6 \times 10^4$	3.0×10^{-8}	50	1.49	0.004	0.605
	西侧墙体外 30cm 处 下部 8mmPb			6.5×10^{-6}			0.601	
5	北侧人员进出防护门 30cm 处上部 13mmPb	15	$11.4 \times 6 \times 10^4$	3.0×10^{-8}	50	1.60	0.003	0.524
	北侧人员进出防护门 30cm 处下部 8mmPb			6.5×10^{-6}			0.521	
6	北侧墙体外 30cm 处 上部 13mmPb	15	$11.4 \times 6 \times 10^4$	3.0×10^{-8}	50	1.60	0.003	0.524
	北侧墙体外 30cm 处 下部 8mmPb			6.5×10^{-6}			0.521	

注：①关注点位于铅房屏蔽体外 30cm 处； $R_{东}: 1.39m + 0.30m = 1.65m$ ； $R_{工件门}: 1.295m + 0.30m = 1.60m$ ；

$R_{南}: 1.295m + 0.30m = 1.60m$ ； $R_{西}: 1.19m + 0.30m = 1.49m$ ； $R_{人员进出口}: 1.39m + 0.30m = 1.69m$ ； $R_{北}: 1.295m + 0.30m = 1.60m$ 。

④线装置外剂量率统计及分析

表 11-10 屏蔽壳外关注点剂量率计算统计结果

点位	主射线辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价结果
四周墙体外上部（铅房内高 1.5m 以上部分）	0.050	/	/	0.050	2.5	满足
东侧墙体外（厂房过道、库房）	/	0.011	0.469	0.480	2.5	
南侧工件门	/	0.013	0.521	0.534	2.5	
南侧墙体外（探伤操作区）	/	0.013	0.524	0.537	2.5	
西侧墙体外（返修区域）	/	0.018	0.605	0.623	2.5	
北侧人员进出防护门	/	0.013	0.524	0.537	2.5	
北侧墙体外（厂房过道）	/	0.013	0.524	0.537	2.5	

注：关注点位于铅房屏蔽体外 30cm 处

由表 11-10 可知，UNZ225C1S 型 X 射线探伤仪（一体式工业 X 射线探伤铅房）外关注点剂量率均小于剂量率参考控制水平，满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015）中关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

⑤年有效剂量估算

年有效剂量按照公式（11-10）下式计算：

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

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。

表 11-11 参考点年有效剂量

点位	H ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h)	P 年 (mSv/a)	剂量约束限值(mSv/a)	评价结果
四周墙体外上部（铅房内高 1.5m 以上部分）	0.050	1	1/16	500	0.002	5	满足
东侧墙体外（厂房过道、库房）	0.480	1	1/4	500	0.060	5	
南侧工件门	0.534	1	1	500	0.267	5	

南侧墙体外（探伤操作区）	0.537	1	1/4	500	0.067	5	满足
西侧墙体外（返修区域）	0.623	1	1/4	500	0.078	5	
北侧人员进出防护门	0.537	1	1/4	500	0.067	5	
北侧墙体外（厂房过道）	0.537	1	1/4	500	0.067	5	

注：关注点位于铅房屏蔽体外 30cm 处

根据表 11-11 可知，辐射工作人员年有效剂量最大为 0.267mSv/a，而本项目将 X 射线探伤仪设备操作区域（除屏蔽铅房）划为监督区，监督区四周设置带锁的铁质隔离防护网，高为 2m，并配备有 24h 监控系统，非辐射工作人员不得入内，则操作区周围公众离射线源更远，根据辐射剂量率随距离衰减的规律可知，公众最大年有效剂量将远小于 0.267mSv/a。

综上分析，本项目辐射工作人员和周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

三、非放射性环境影响分析

（一）废气环境影响分析

本项目 X 射线成像检测系统运行过程中，没有生产性废水产生。X 射线成像检测系统在工作状态时，会使空气电离产生少量的臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)，少量臭氧和氮氧化物可通过排风装置排放。臭氧的半衰期为 22~25 分钟，常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

（二）固体废物的环境影响分析

本项目工作人员会产生少量生活垃圾。

（三）危险废物

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。

（四）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。

（五）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。

四、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，将探伤仪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，使探伤仪不能正常通电，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）第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-12。

表 11-12 辐射事故等级划分表

事故等级	事故类型
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 11-13 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 射线探伤仪属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 射线探伤仪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，探伤仪工作时无关人员打开铅室并误入，造成有关人员被误照射；
- （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，造成有关人员被误照射；
- （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，探伤仪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，上紧急制动开关中断电源，整个处理时间保守估计约 0.1min，该名人员未穿戴铅衣等个人防护用品。

（2）剂量估算

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（11-10） 计算：

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

式中：

- I —管电流，mA；
- δ_X —发射率常数， $\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；
- r —参考点距焦点的距离，m；

人员受到的有效剂量可用式（11-12）计算：

$$E = D \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots \text{（式 11-11）}$$

式中：

E ：人员受到的有效剂量率， $\text{mSv} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

W_T ：组织权重因数，全身为 1；

W_R ：辐射权重因数，X 射线为 1。

根据式 11-10 及 11-11，探伤仪管电流越大，受照人员的所受的辐射有效剂量越大。由于本项目均在铅房内实施，因此事故情况下，只会局限在铅房内。由于铅室和操作台内均安装有紧急止动开关按钮，当发生辐射事故时候，相关人员可以立即通过铅室或操作台紧急止动开关中断电源，整个处理时间约 1min，单次辐射事故受照射剂量计算结果见表 11-14。

表 11-14 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)	暴露吸收剂量率（mSv/次）
1	213.6
2	53.4

（3）事故后果

经计算，在假设事故情景下，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（公众）受照剂量最大为213.6mSv/次（未考虑反射时能量的衰减，仅计算距离衰减），超过GB18871-2002中特殊情况下职业照射5个连续年的年平均剂量限值（20mSv），参照表11-13，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 11-15。

表 11-15 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 射线探伤仪进行操作，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），本项目新增 1 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。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

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、辐射安全与环境保护管理机构的设置

建设单位已成立了辐射防护领导小组，对于辐射安全防护领导小组组长、副组长、成员及办公室人员的职责进行了明确划分，涉及以下几个方面：

1、辐射防护领导小组岗位职责：①负责对放射工作监督检查；②组织实施放射防护法规；③会同有关部门及相关人员调查处理放射事故；④组织放射防护知识宣传、培训和法规教育；⑤处理、协调放射防护监督中的纠纷。

2、辐射防护办公室人员岗位职责：①建立、健全放射防护管理制度，全面贯彻落实辐射防护法律法规，配备专职辐射防护管理人员；②组织上岗前及在岗工作人员辐射防护知识培训，并参加考核，考核合格后方可上岗；③就业前做好身体检查及在岗人员定期健康检查组织工作；④就业前做好身体检查及在岗人员定期健康检查组织工作；⑤经常对辐射工作场所进行安全检查；⑥制定辐射事故应急措施及上报制度；⑦经常对辐射工作场所，尽心防护安全检查；⑧对监测数据及有关资料及时归档。

建设单位应进一步完善细化辐射安全与环境保护管理机构的职能，补充小组成员联系方式，还需在文件中对辐射防护管理领导小组增加以下职责：①对公司核技术利用项目安全防护情况进行年度评估；②组织有关人员学习、实施辐射防护法规；③组织辐射防护知识的宣传，并对有关人员进行防护知识教育；④会同上级有关部门按有关法规调查处理辐射事故，并对有关人员提出处理意见。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司既有辐射工作人员 2 人，均持证上岗。本次新增 1 名辐射工作人员。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400 号）要求：

1、所有辐射工作人员均应在上岗前参加环境保护主管部门组织的辐射安全与防护培训，培训合格后，持证上岗。并且取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训；

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”。本项目拟新增的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。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，考核合格的人员，每5年接受一次再培训考核。

2、在辐射工作人员上岗前，公司应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。

3、公司应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

辐射安全档案资料管理和规章管理制度

一、档案管理分类

建设单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。包括以下八大类：“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”。建设单位应根据本项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

二、已建立主要规章制度

建设单位已制定了一系列辐射安全规章制度，具体见表12-1。

表12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

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	已制定
3		辐射工作设备操作规程	已制定
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）	已制定
5	监测	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	已制定
6		监测仪表使用与校验管理制度	已制定
7	人员	辐射工作人员岗位职责	已制定
8		辐射工作人员培训制度（或培训计划）	已制定
9		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定
10	应急	辐射事故应急预案	已制定
11	其他	射线装置台账管理制度	已制定
12		质量保证大纲和质量控制检测计划	已制定

根据原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）》要求，《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。公司对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

一、工作场所监测

年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《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。

二、个人监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量片，监测周期为 1 次/季。

（1）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。检测报告及有关调查报告应存档备查。

（2）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《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。

（3）根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），就本项目而言，辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前。

（4）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。公司应当将个人剂量档案保存终身。

三、建设单位自我监测

建设单位定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为 1 次/月。

四、监测内容和要求

(1) 监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

(2) 监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-2）或验收监测布点方案。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。

表 12-2 工作场所监测计划建议

场所或设备	监测内容	监测布点位置
X 射线探伤仪 (一体式工业 X 射线探伤铅房)	X 射线	铅房屏蔽体外 30cm 处 人员进出防护门、工件门

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测频次：每年 1~2 次

(5) 监测质量保证

a、制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门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；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

b、采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

c、制定辐射环境监测管理制度。

此外，建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

五、年度监测报告情况

建设单位于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《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。公司应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》，必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>）中实施申报登记。延续、变更许可证，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。

辐射事故应急

一、事故应急预案内容

为了应对射线探伤中的事故和突发事件，建设单位制订了辐射事故应急预案，包含了以下内容：

（1）应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

（2）应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话。

（3）应急人员的培训；

（4）环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容；

（5）辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话；

（6）发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地县级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健等部门报告。

二、应急措施

若本项目发生了辐射事故，建设单位应迅速、有效采取以下应急措施：

（1）一旦发现探伤设备被盗或者丢失，及时向公安部门、生态环境主管部门和卫健部门报告。

（2）发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，关闭机房门，同时向公司主管领导报告。

（5）建设单位根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

（6）事故发生后的2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（7）最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

三、其他要求

（1）辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

（2）在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对预案作补充修改，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 射线探伤铅房应用项目
建设单位：一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司
建设性质：新建
建设地点：四川省成都经济技术开发区（龙泉驿区）南一路 55 号厂房内。
建设内容与规模：

一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司拟在公司重力铸造车间（车间为 1 层建筑）内新增使用 1 台 UNZ225C1S 型 X 射线探伤仪（一体式工业 X 射线探伤铅房），最大管电压为 225kV，最大管电流为 15mA，属于Ⅱ类射线装置。

探伤铅房净空尺寸为长 2.93m×宽 1.66m×高 2.33m，铅房净空面积约为 4.86m²，设备四周墙体均为 13mm 铅板+7mm 钢板（铅房内高 1.5m 以上部分）及 8mm 铅板+7mm 钢板（铅房内高 1.5m 以下部分）；顶部为 13mm 铅板+6mm 钢板；底部为 8mm 铅板+3mm 钢板+3mm 铝板；人员进出防护门（1.01m×2.57m）为 13mm 铅板+5mm 钢板（防护门 1.5m 以上部分）及 8mm 铅板+5mm 钢板（防护门 1.5m 以下部分）；工件门（2.66m×0.7m）为 8mm 铅板+5mm 钢板，配套的操作台位于设备东南侧，整个探伤铅房区域四周设置带锁的铁质隔离防护网，高为 2m，并配备有 24h 监控系统。

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

一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司本次新建项目位于厂区内，周围 50m 评价范围均位于公司厂区内，无居民区、学校等环境敏感点，项目选址基本可行。

重力铸造车间厂房外环境关系：本项目设备操作间及探伤铅房建于公司重力铸造车间厂房内，重力铸造车间厂房位于公司厂区西北侧，其东侧为厂区内预留发展用地及职工停车场；南侧为厂区内高压铸造车间厂房及预留发展用地；西侧为厂区内熔化车间及联合站房；北侧外为厂区内办公楼及停车位。

一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司已取得四川省生态环境厅（原四川省环境保护厅）《关于一汽铸造有限公司成都铸造厂建设项目环境影响报告书的批复》（川环审批[2012]189号），选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目仅为其配套建设项目，不新增用地，且新建的辐射工作场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

由检测报告结果可知，本项目工业 X 射线探伤铅房拟建址周围 X- γ 辐射剂量率为（78.0~81.0）nSv/h，周围 X- γ 辐射剂量率与空气吸收剂量率数值基本相当，转换因子取 1，则项目拟建址周围 X- γ 辐射剂量率为（78.0~81.0）nGy/h，与四川省生态环境厅《2019 年四川省生态环境状况公报》中四川省 γ 辐射空气吸收剂量率范围（76.8~163）nGy/h 基本一致。综上所述，本项目区域辐射环境质量现状属于正常本底水平。

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

本项目拟采取的辐射防护屏蔽措施适当，符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）相关要求。根据预测结果，在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，本项目投入运行后对辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众年有效剂量限值要求以及本项目管理目标限值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

（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，建设单位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、环保设施与保护目标

按照环评报告落实后，建设单位环保设施配置较全，总体效能良好，可使保护目标所受年剂量低于本次确定的剂量约束值。

七、事故风险与防范

建设单位按要求制订合理可行的辐射事故应急预案和安全规章制度，并认真贯彻实施，可减少和避免发生辐射事故与突发事件。

八、辐射安全管理的综合能力

建设单位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制度》、《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。

九、环境影响评价报告信息公开

在本项目环境影响报告表送审前，建设单位一汽铸造有限公司成都有色铸造分公司在环评互联网网站上进行了公示，截至报告送审前，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

十、项目环保可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局基本合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，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环评提出的剂量管理约束值。评价认为，本项目从辐射防护以及环境保护角度分析是可行的。

建议和承诺

1、建设单位应加强与周边公众的沟通，做好解释协调工作。

2、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度。

3、建设单位应加强管理，安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护知识并进行考试，以取得辐射安全培训合格证，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再培训，详见国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）。

4、建设单位应于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传。建设单位应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。建设单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mee.gov.cn/>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增放射性同位素、射线装置或单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

5、建设单位应经常检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

6、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

7、现有射线装置在报废处置时，应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。

8、建设单位今后在更换辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址 <http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>），对相关信息进行修改。

9、本次环评射线装置工作场所，日后如有变化，应另作环境影响评价。

10、根据原环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4 号）规定：

（1）建设单位可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>）。

（2）项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收（调查）报告。

（3）本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者

验收不合格的，不得投入生产或者使用。

(4) 除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

- ① 本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；
- ② 对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；
- ③ 验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。

建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205>）中备案，同时应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

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		完善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	探伤铅房净空尺寸为长 2.93m×宽 1.66m×高 2.33m，铅房净空面积约为 4.86m ² ，设备四周墙体均为 13mm 铅板+7mm 钢板（铅房内高 1.5m 以上部分）及 8mm 铅板+7mm 钢板（铅房内高 1.5m 以下部分）；顶部为 13mm 铅板+6mm 钢板；底部为 8mm 铅板+3mm 钢板+3mm 铝板；人员进出防护门（1.01m×2.57m）为 13mm 铅板+5mm 钢板（防护门 1.5m 以上部分）及 8mm 铅板+5mm 钢板（防护门 1.5m 以下部分）；工件门（2.66m×0.7m）为 8mm 铅板+5mm 钢板，配套的操作台位于设备东南侧，整个探伤铅房区域四周设置带锁的铁质隔离防护网，高为 2m，并配备有 24h 监控系统。
		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、人员进出防护门内外、工件门内外及设备操作间门内外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（设备自带）
			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、铁质隔离防护网 1 套）
			铅房内、外及操作台紧急停机按钮各 1 处
	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 1 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（设备自带）

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