

核技术利用建设项目
扩建一台 X 射线实时成像检测系统项目
环境影响报告表
(公示本)



生态环境部监制

核技术利用建设项目

扩建一台 X 射线实时成像检测系统项目

环境影响报告表

建设单位名称: 四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司
建设单位法人代表(签字或盖章): 
通讯地址: 绵阳市经开区松垭镇1号路
邮政编码: 686100 联系人: 
电子邮箱: 1234567890@163.com / 1234567890@163.com 联系电话: 

打印编号：1691043836000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	6f62vx
建设项目名称	扩建一台X射线实时成像检测系统项目
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表

一、建设单位情况

单位名称 (盖章)	四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司
统一社会信用代码	91510700762322663W
法定代表人 (签章)	谢刚
主要负责人 (签字)	彭月波
直接负责的主管人员 (签字)	李茂洋

二、编制单位情况

单位名称 (盖章)	江苏睿源环境科技有限公司
统一社会信用代码	91320106MA20BXME57

三、编制人员情况

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
赵凌宇	201905035320000015	BH020792	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
赵凌宇	表9、项目工程分析与源项表10、辐射安全与防护表11、环境影响分析表12、辐射安全管理表13、结论与建议	BH020792	
陈佳慧	表1、项目基本情况表2、放射源表3、主密封放射性物质表4、射线装置表5、废弃物(重)是放射性废弃物)表6、评价依据表7、保护目标与评价标准表8、环境质量和辐射现状	BH056315	

编制单位诚信档案信息

江苏睿源环境科技有限公司
注册时间: 2019-11-29 当前状态: 正常公开

当前记分周期内失信记分: 0
2022-11-29~2023-11-28

信用记录

基本信息

单位名称: 江苏睿源环境科技有限公司
统一社会信用代码: 91320106MA20BXME57
住所: 江苏省南京市雨花台区雨花台区花神大道23号5号楼513室

编制的环境影响报告书(表)和编制人员情况

近三年编制的环境影响报告书(表) 编制人员情况

序号	建设项目建设名称	项目编号	环评文件类型	项目类别	建设单位名称	编制单位名称	编制主持人	主要编写人员
1	扩建一台X射线实时成像检测系统项目	6f62vx	报告表	55-172核技术利用建设项目	四川绵阳好圣汽车...	江苏睿源环境科技...	赵凌宇	赵凌宇,陈佳慧

环境影响报告书(表)情况 (单位:本)

近三年编制环境影响报告书(表)累计 274 本
报告书 1
报告表 273

其中,经批准的环境影响报告书(表) 4 本
报告书 0
报告表 4

编制环境影响报告书(表)基本信息

项目编号:	6f62vx	
建设项目建设名称:	扩建一台X射线实时成像检测系统项目	
项目类别:	55-172核技术利用建设项目	
环评文件类型:	报告表	
建设地点:	四川省 - 绵阳市	
编制方式:	接受委托为建设单位编制环境影响报告书(表)	
一、建设单位情况		
建设单位名称:	四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司	
建设单位社会信用代码:	91510700762322663W	
建设单位法定代表人:	谢刚	
建设单位主要负责人:	彭月波	
建设单位直接负责的主管人员:	李茂洋	
二、编制单位情况		
编制单位名称:	江苏睿源环境科技有限公司	
编制单位社会信用代码:	91320106MA20BXME57	
三、编制人员情况		
编制主持人		
姓名:	职业资格证书管理号	信用编号
赵凌宇	201905035320000015	BH020792
主要编写人员		
姓名:	主要编写内容	信用编号
赵凌宇	表1、项目工程分析与源项 表10、辐射安全与防护 表11、环境影响分析 表12、辐射安...	BH020792
陈佳慧	表1、项目基本情况 表2、放射源 表3、非密封放射性物质 表4、射线装置 表5、废弃物...	BH056315

仅用于四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司扩建一台X射线实时成像检测系统项目环境影响评价



编 号 320114000202005150230

统一社会信用代码

91320106MA20BXME57 (1/1)

营 业 执 照

(副 本)



扫描二维码登录“国
家企业信用公示
系统”了解更多登记、
备案、许可、监管信息。

名 称 江苏睿源环境科技有限公司

注 册 资 本 1000万元整

类 型 有限责任公司(自然人投资或控股)

成 立 日 期 2019年11月04日

法 定 代 表 人 曹大军

营 业 期 限 2019年11月04日至*****

经 营 范 围 环境技术研发、技术服务、技术咨询、技术转让；环境影响评价；环境检测；生态监测；放射卫生防护检测与评价；水土保持技术咨询、技术服务；水土保持方案设计。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

住 所 南京市雨花台区花神大道23号5号楼513室

登 记 机 关



2020年05月15日

环评项目负责人职业资格证书（复印件）

环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源
和社会保障部、生态环境部批准颁发，
表明持证人通过国家统一组织的考试，
具有环境影响评价工程师的职业水平和
能力。

姓 名: 赵凌宇

证件号码: ██████████

性 别: 女

出生年月: 1990年12月

批准日期: 2019年05月19日

管 理 号: ██████████

中 华 人 民 共 和 国
人 力 资 源 和 社 会 保 障 部

中 华 人 民 共 和 国
生 态 环 境 部



仅用于四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司扩建一台X射线实时成像设备环评项目环境影响评价

编制主持人和主要编制人员社会保险缴纳证明

江苏省社会保险权益记录单（参保单位）



参保单位全称：江苏睿源环境科技有限公司

现参保地：鼓楼区

统一社会信用代码：91320106MA20BXME57

查询时间：202305-202307

共1页，第1页

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险	
缴费总人数	22	22	22	
序号	姓名	公民身份号码（社会保障号）	缴费起止年月	缴费月数
1	赵凌宇	320106198805011234	202305 - 202307	3
2	陈佳慧	510105199005011234	202305 - 202307	3

说明：

- 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
- 本权益单为打印时参保情况。
- 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
- 本权益单记录单出具后有效期内（6个月），如需核对真伪，请使用江苏智慧人社APP，扫描右上方二维码进行验证（可多次验证）。



仅用于四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司打印

目录

表1 项目基本情况.....	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 工程分析与源项.....	25
表10 辐射安全与防护.....	31
表11 环境影响分析.....	37
表12 辐射安全管理.....	50
表13 结论与建议.....	57
表14 审批.....	62

表 1 项目基本情况

建设项目名称	扩建一台 X 射线实时成像检测系统项目					
建设单位	四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司					
法人代表	***	联系人	***	联系电话	***	
注册地址	绵阳市经开区松垭镇 1 号路					
建设项目地点	绵阳市经开区松垭镇 1 号路绵阳好圣汽车零部件制造有限公司 2 号厂区 U 型车间 X 射线检测室					
立项审批部门	/		批准文号	/		
建设项目总(元)	***	项目环保投资(万元)	***	投资比例(环保投资/总投资)	***	
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建	<input type="checkbox"/> 改建	<input checked="" type="checkbox"/> 扩建	<input type="checkbox"/> 其他	占地面积(m ²) 43.26	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其他	/				
1.1 项目概述:						
(1) 建设单位基本情况						
绵阳好圣汽车零部件制造有限公司(社会信用代码为*****，营业执照见附件 3) 成立于 2004 年 06 月 03 日，位于中国科技城——四川绵阳市经济技术开发区，是波鸿集团有限公司下属全资制造子公司。公司主要生产涵盖灰口铸铁、球墨铸铁、高合金耐热蠕墨铸铁等材质的复杂铸件及加工，产品主要为汽车四大						

核心系统——发动机系统（发动机缸体、缸盖类）、制动系统（嵌体，支架）、涡轮增压系统（涡轮壳、排气歧管）、传动系统（亚盘、差壳）等零部件。

四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司位于四川省绵阳市游仙区农科区 1 号路，以一号路为界限分为 1 号厂区与 2 号厂区，1 号厂区一栋厂房租赁给顺丰控股股份有限公司，1 号厂区建筑均为 1 层建筑；本项目所在厂区为建设单位 2 号厂区，2 号厂区建筑均为 1 层建筑，现有一个 U 型车间（本项目所在车间，1 栋）、原材料库（1 栋）、机加厂房（9 栋），一栋车间租赁给四川金桥焊材有限公司。

建设单位原已开展核技术利用项目，取得了四川省生态环境厅核发的辐射安全许可证（川环辐证[00761]），许可种类和范围为“使用 II 类射线装置”，有效期至 2025 年 06 月 22 日（辐射安全许可证正副本见附件 4）。根据辐射安全许可管理办法关于法人变更后的许可证变更要求，建设单位正在办理辐射安全许可证变更手续。

（2）任务由来

建设单位生产产品为各类汽车零部件，需要严格保证其质量，才能确保最终生产出的汽车的安全性。建设单位原有 1 台 X 射线实时成像检测系统不足以完成新产品的质检，拟扩建 1 台 X 射线实时成像检测系统（II 类射线装置，型号：ZXFlasee D-450；额定管电压 450kV；额定管电流 3.3mA）。

虽然本项目 X 射线实时成像检测系统自带屏蔽体，但因工件门尺寸较大，人可以进入射线装置内部，因此对照《射线装置分类》（环境保护部公告 2017 年第 66 号）本项目 X 射线实时成像检测系统属于 II 类射线装置。根据《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》《建设项目环境保护管理条例》《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》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目应编制环境影响报告表。

受四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场查勘、现场监测（委托四川省永坤环境监测有限公司，单位在四川省生态环境监测业务公开系统中资质编号：*****）、评价分析，编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1，

射线装置承诺书见附件 2。

1.2 项目概况

(1) 项目名称、性质、建设地点

项目名称：扩建一台 X 射线实时成像检测系统项目

建设单位：四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司

建设性质：扩建

建设地点：绵阳市经开区松垭镇 1 号路绵阳好圣汽车零部件制造有限公司 2 号厂区 U 型车间 X 射线检测室。

本项目地理位置见附图 1。

(2) 项目建设内容与建设规模

绵阳好圣汽车零部件制造有限公司拟将 2 号厂区 U 型车间内原房间 CMM 测量室中所有物品全部搬出，并在房间东部墙体右上方安装一台排气扇后用作探伤专用场所——X 射线检测室，拟在房间中部靠东位置安装一台自带屏蔽体的 X 射线实时成像检测系统，用于公司生产的汽车零部件的无损检测工作。

拟使用 X 射线实时成像检测系统情况

X 射线实时成像检测系统拟安装于 X 射线检测室的中部靠东位置，它的屏蔽体距 X 射线检测室东侧墙体为 2.11m；距西侧墙体为 2.92m；距南侧墙体为 1.63m；距北侧墙体为 1.81m。它的操作台拟放置在 X 射线检测室内西北部，距离屏蔽体为 1.23m。

建设单位拟购置 1 台 X 射线实时成像检测系统（II 类射线装置），生产厂家为丹东锐新射线仪器有限公司；型号为 ZXFlasee D-450；额定管电压为 450kV；额定管电流为 3.3mA；

X 射线实时成像检测系统射线方向由西向东。出束点距离装置屏蔽体西侧 711mm；距离装置屏蔽体东侧 1750mm；距离装置屏蔽体南侧 1100mm；距离装置屏蔽体北侧均为 1580mm；距离装置屏蔽底部 510mm；距离装置屏蔽顶部 730mm。

X 射线实时成像检测系统尺寸及防护

根据设备厂家提供的资料表明，本项目 X 射线实时成像检测系统为铅钢结构，内部长宽高尺寸为 2140mm×2430mm×2330mm，成品的屏蔽条件为：X 射线

实时成像检测系统东侧主射线方向采用 2mm 钢板+65mm 铅板+2mm 的铅钢结构；X 射线实时成像检测系统西侧采用 2mm 钢板+37mm 铅板+2mm 钢板的铅钢结构；南侧、北侧、顶部、底部及工件门采用 2mm 钢板+35mm 铅板+2mm 钢板的铅钢结构；X 射线实时成像检测系统走线罩设置 30mm 铅板进行防护，顶部通风装置防护罩设置 35mm 铅板加回字形 18m 铅板进行防护；X 射线实时成像检测系统工件门门洞尺寸为 1090mm（宽）×1900mm（高）；工件门尺寸为 570mm（宽）×2100mm（高）+730mm（宽）×2100mm（高）。该设备屏蔽体主要通过铅钢对 X 射线进行屏蔽，本项目评价保守只考虑铅的屏蔽效果。

探伤对象及探伤时间

本项目探伤对象为汽车各类零部件，形状为不规则形状，材质为钢材、铁合金等，长度范围为 90mm~300mm，宽度范围为 65mm~300mm，高度范围为 65mm~300mm，厚度范围为 35mm~55mm。

根据建设单位提供资料，本项目 1 台 X 射线实时成像检测系统预计一天累计最长出束时间为 2h，一周工作 7 天，周出束时间累计为 10h，每年工作 250 天，年出束时间累计为 500h。

本项目组成及主要环境问题见表 1-1。

表 1-1 项目组成及主要环境问题一览表

名称	建设内容及规模	建设内容及规模可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	<p>四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司拟在 2 号厂区 U 型车间 X 射线检测室内扩建 1 台 X 射线实时成像检测系统。厂家：丹东锐新射线仪器有限公司；射线装置：II 类射线装置；型号：ZXFlasee D-450；最大管电压：450kV；最大管电流：3.3mA；主射方向为：由西向东；周出束时间累计为 10h，年出束时间累计为 500h。</p> <p>X 射线实时成像检测系统屏蔽体为铅钢结构通过铅对 X 射线进行屏蔽：X 射线实时成像检测系统东侧为 2mm 钢板+65mm 铅板+2mm 钢板的铅钢结构；西侧采用 2mm 钢板+37mm 铅板+2mm 钢板的铅钢结构；南侧、北侧、顶部、底部及工件门采用 2mm 钢板+35mm 铅板+2mm 钢板的铅钢结构。</p>	本项目不涉及土建施工	X 射线实时成像检测系统在工作时会产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物
辅助工程	操作台、X 射线检测室		/
公用工程	使用建设单位厂房已有的供水、供电和通讯系		/

	统等公用设施。		
办公及生活设施	使用建设单位厂区已有的办公及生活设施。		
环保工程	污水经污水预处理池处理达标后经已有的园市政污水管网，进入松垭污水处理厂处理后，排入涪江。生活垃圾袋装收集，定时清理消毒，并集中暂存于厂区已有的垃圾收集房。垃圾收集房已做密闭处理，由市政环卫部门每日清运；臭氧及氮氧化物依托本项目 X 射线实时成像检测系统自带的通风系统和 X 射线检测室内拟安装的排气扇排出室外。		生活污水、生活垃圾、臭氧、氮氧化物

本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表1-2 本项目主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	年耗量（单位）	来源	主要化学成分
能源	电	5000kW·h	市政电网	—
水	生活用水	12.5m ³ /a	市政管网	H ₂ O

本项目射线装置主要相关情况

表 1-3 本项目使用 X 射线实时成像检测系统的相关情况

射线装置型号 名称	设备主要技术 参数		出束 类型	射线管的辐 射角	滤过材料	最大穿透 能力	数量 (台)	活动 种类
	额定管 电压 kV	额定管 电流 mA						
ZXFlasee D-450 型 X 射线实时 成像检测系统	450	3.3	定向	***	5mmBe	***	1	使用

劳动定员及工作制度

工作制度：*****

人员配置：现拟为本项目新增 2 名辐射工作人员，1 名辐射工作人员负责放置工件，将工件整体放置在物料上料装置上使其由传送带传送至屏蔽体内，另一名辐射工作者负责在操作台上操作 X 射线实时成像检测系统对放置的工件进行检测。

(3) 产业政策符合性

本项目使

用 X 射线实时成像检测系统对公司生产的产品进行质量检测，根据国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2021

年修改)相关规定,本项目不属于限制类、淘汰类,符合国家当前的产业政策。

1.3 项目外环境关系及选址合理性分析

(1) 项目外环境关系

本项目1台X射线实时成像检测系统拟建于绵阳市经开区松垭镇1号路绵阳好圣汽车零部件制造有限公司2号厂区U型车间X射线检测室内。

X 射线实时成像检测系统 50 米范围周边情况: 东侧 28m~50m 范围为四川农大高科农业有限责任公司; 南侧西侧北侧 0m~50m 范围均在建设单位 2 号厂区 (2 号厂区 X 射线实时成像检测系统东侧南侧为厂区绿化和厂区道路, 厂区绿化距 X 射线实时成像检测系统最近距离范围为 2m~12m, 厂区道路距 X 射线实时成像检测系统最近距离范围为 12m~28m, 西侧北侧 0m~50m 范围为 2 号厂区 U 型车间)。本项目 X 射线实时成像检测系统 50m 范围内周边情况概况图见附图 4。

(2) 选址合理性分析

四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司购买四川省绵阳市游仙区松雅镇五道坪村 1、5、6、7 社, 方山寺村 3、6 社及普照寺村 6、7 社用以建设 2 号厂区进行汽车零部件生产及质检, 2 号厂区 U 型车间西侧车间租赁给四川金桥焊材有限公司。根据绵阳市自然资源和规划局颁发给建设单位的不动产权证 (川 (2022) 绵阳市不动产权*****、川 (2022) 绵阳市不动产权*****), 其用地性质为工业用地 (土地证明材料见附件 5), 本项目 X 射线实时成像检测系统用于对建设单位生产的汽车零部件进行检测, 保证其生产产品的质量, 提高产品的安全性, 属于配套工业生产, 因此与厂区用地性质相符。建设单位 2 号厂区周围公司用地性质均为工业用地, 周围没有居民楼、学校、医院等环境敏感点。本项目 X 射线实时成像检测系统 50m 范围内多为厂区道路和存放物品区, 常驻人员较少, 大多为流动人员且停留时间也较短。本项目 X 射线实时成像检测系统自带屏蔽, 产生的辐射经过装置自带的屏蔽措施后, 对周围的影响较小, 从辐射安全防护的角度分析, 本项目的选址是合理的。

1.4 与本项目原有污染情况及主要环境问题

(1) 辐射安全许可证及主体建筑环评审批情况

建设单位原开展核技术利用项目, 已取得四川省生态环境厅核发的辐射安全

许可证 (*****), 许可种类和范围为“使用II类射线装置”, 有效期至 2025 年 06 月 22 日 (原辐射安全许可证正副本复印件见附件 4)。根据辐射安全许可管理办法关于法人变更后的许可证变更要求, 建设单位正在办理辐射安全许可证变更手续。

本项目所在的主体建筑所在厂区四川省环境报告厅《关于四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司汽车零部件铸造及机械加工项目二期工程环境影响报告书的批复》 (*****) (相关证明材料见附件6)。

(2) 原有核技术利用项目。

建设单位许可使用 1 台II类射线装置, 1 套 X-G450 型 X 射线实时成像检测仪 (额定电压 450kV、额定电流 2mA), 在公司内原 1 号厂区 8 号车间, 用于检测产品质量。该 X 射线实时成像检测仪于 2014 年 8 月 5 日获得批复, 批复文号: 川环审批*****号, 已完成行政验收; 根据建设单位对车间功能的整体布局, 拆除原 8 号车间中 X 射线实时成像检测系统构筑物, 并搬迁全部探伤设备至 1 号车间的 X-ray 检测室, 该搬迁项目于 2019 年 4 月 4 日获得四川省生态环境厅批复, 批复文号: 川环审批*****号, 并于 2020 年 7 月 30 日完成验收工作 (报告批复及验收材料见附件 6)。经核查建设单位《2022 年度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》, 同时, 经建设单位证实, 建设单位开展核技术工作截至目前未发生过辐射安全事故。

(3) 原有辐射场所环境监测

根据建设单位 2022 年度例行委托有资质单位进行的场所防护检测报告可知, 目前建设单位辐射工作场所辐射控制水平符合国家标准的剂量率要求, 机器符合仪器相关质控评价标准。建设单位原核技术利用项目配备有便携式辐射监测仪及足够数量的个人剂量报警仪。

(4) 原有辐射工作人员职业健康体检及个人剂量监测情况及辐射安全与防护考核证书

建设单位原有登记在册的辐射工作人员2名。建设单位对于所有入职、在职和离职人员均组织了岗前、在岗和离岗职业健康体检并分档管理, 目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均为可从事放射工作。所有辐射工作人员最近4个季度的个人剂量监测结果未有超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB 18871-2002) 中剂量限值情况。个人剂量统计结果见表1-4。建设单位已根据辐射工作场所数量和辐射工作人员数量配备足够数量的防护用品。

建设单位目前登记辐射工作人员 2 名, 2 名工作人员均持有有效期内的辐射安全与防护考核证书。针对新增辐射工作人员, 建设单位应根据其操作的射线装置类别尽快安排其报名参加辐射安全与防护考试。目前登记辐射工作人员辐射安全与防护考证情况见表 1-4。

1-4 辐射工作人员个人剂量监测结果及考证情况

序号	姓名	性别	2022 年全年个人剂量监测结果 (mSv)					考核 合格 证明	备注
			一季度	二季度	三季度	四季度	全年		
1	***	***	0.10	0.01	0.01	0.01	0.13	***	/
2	***	***	0.02	0.01	0.01	0.01	0.05	***	/

(5) 年度评估报告

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位, 应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估, 并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。建设单位已编制《2022 年度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》并上交发证机关(已按时登录全国核技术利用辐射安全申报系统 <http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp> 在单位信息维护界面完成了年度报告上传工作)。

现建设单位辐射安全管理情况如下:

- 1) 现单位名称、地址未发生改变, 根据辐射安全许可管理办法关于法人变更后的许可证变更要求, 建设单位正在办理辐射安全许可证变更手续;
- 2) 辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变;
- 3) 辐射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求。
- 4) 建设单位自从事 X 射线探伤作业以来, 严格按照国家法律法规进行管理, 没有发生过辐射安全事故。

1.5 环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权, 加强环境影响评

价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据生态环境部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告书、表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告书、表的全本信息。

根据以上要求，建设单位将送审版环境影响报告表全本信息在公司官网上公示5个工作日，以征求公众意见。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (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	厂家、型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线实时成像 检测系统	II	1 台	丹东锐新射线仪器有限公司 ZXFlasee D-450 型	450	3.3	无损检测	四川绵阳好圣汽车零部件制造 有限公司 2 号厂区 U 型车间 X 射线检测室内	扩建
	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	少量	暂存	生活垃圾袋装收集，定时清理消毒，并集中暂存于厂区已有的垃圾收集房，由市政环卫部门每日清运；
生活污水	液态	/	/	少量	少量	少量	暂存	污水经污水预处理池处理达标后经已有的园市政污水管网，进入松垭污水处理厂处理后，排入涪江
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	通过排气扇最终进入大气，臭氧在常温常态常压的空气中分解半衰期为50分钟，可自动分解为氧气
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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. 含有放射性的废弃物要注明，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	<p>1)《中华人民共和国环境保护法》(2014年修订本),中华人民共和国2014年主席令第9号,自2015年1月1日起施行;</p> <p>2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修正本),中华人民共和国2018年主席令第24号,自2018年12月29日起施行;</p> <p>3)《中华人民共和国放射性污染防治法》,中华人民共和国2003年主席令第6号,自2003年10月1日起施行;</p> <p>4)《建设项目环境保护管理条例》(2017年修正本),中华人民共和国2017年国务院令第682号,自2017年10月1日起施行;</p> <p>5)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》,中华人民共和国原环境保护部令第18号公布,自2011年5月1日起施行;</p> <p>6)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019年修正本),中华人民共和国2019年国务院令第709号,自2019年3月2日起施行;</p> <p>7)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年修正本),中华人民共和国生态环境部2021年部令第20号修正,自2021年1月4日起施行;</p> <p>8)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》,中华人民共和国生态环境部2021年部令第16号,自2021年1月1日起施行;</p> <p>9)《国家危险废物名录》(2021年版),中华人民共和国生态环境部2021年部令第15号,自2021年1月1日起施行;</p> <p>10)《射线装置分类》,中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号,自2017年12月5日起施行;</p> <p>11)《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》,原国家环保总局,环发(2006)145号,自2006年9月26日起施行;</p> <p>12)《关于启用环境影响评价信用平台的公告》,中华人民共和国生态环境部公告2019年第39号,自2019年11月1日起施行);</p> <p>13)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》,中华人民共和国生态环境部2021年部令第9号,自2019年11月1日起施行;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,中华</p>
------	---

	<p>人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行；</p> <p>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》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行；</p> <p>15) 《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》，中华人民共和国环境保护部环办〔2013〕103号，2014年1月1日试行；</p> <p>16) 《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公告第63号，2016年6月1日实施；</p> <p>17) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》，2012年3月发布实施；</p> <p>18) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》川环函〔2016〕1400号。</p>
技术标准	<p>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>7) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>9) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）；</p>
其他	<p>参考资料:</p> <p>1) 《2022 年全国辐射环境质量报告》，中华人民共和国生态环境部；</p> <p>2) 《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）。</p> <p>3) 《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB/Z 41476.3-2022）。</p>

表 7 保护目标与评价标准

1.评价范围

本项目为使用II类射线装置项目，装置与屏蔽体为一体化设计。根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016) 中“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”相关规定，确定本项目评价范围为本项目X射线实时成像检测系统屏蔽体边界外50m范围区域。

2.保护目标

本项目X射线实时成像检测系统屏蔽体边界外50m范围内环境保护目标为：

- 1) 本项目X射线检测室内的辐射工作人员；
- 2) 本项目X射线实时成像检测系统拟建址周围50米范围内周围公众。

表7-1 本项目环境保护目标情况一览表

序号	保护目标名称及所在位置			方位	距 X 射线实时成像检测系统最近距离	人员数量	年剂量约束值 (mSv)
1	辐射工作人员	X 射线检测室		/	紧邻	2 人	5.0
1	四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司（建设单位） 周围公众	U型车间	材质检测室	南侧	1.63m	建设单位工人 约 5 人/d	0.1
2			三坐标检测室	北侧	1.81m	建设单位工人 约 5 人/d	0.1
3			安全通道	西侧	2.92m	建设单位工人 约 30 人/d	0.1
4			工作区	西北侧	29.00m	建设单位工人 约 30 人/d	0.1
5			存放区	西侧	9.00m	建设单位工人 约 5 人/d	0.1
6			其他区域	南侧	11.00m	建设单位工人 约 25 人/d	0.1
7			厂区道路	东侧	12.00m	流动人群<50 人/d	0.1
8	四川农大高科农业有限公司			东侧	30.00m	50m 范围内约 15 人/d	0.1

注：该距离为 X 射线实时成像检测系统与其最近距离

3.评价标准

(1) 电离辐射剂量限值和剂量约束值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的标准限值。

表7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	剂量限值
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。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）评价标准对本项目设定的管理目标为

(2) 辐射剂量率控制水平：

X 射线实时成像检测系统北侧、南侧、西侧、东侧及工件门表面 30cm 处剂量率不超过 **2.5 μ Sv/h**；

X 射线检测室顶部人员不可达，X 射线实时成像检测系统顶部可达，顶外 30cm 处剂量率参考水平按《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.3，X 射线实时成像检测系统顶部表面外 30cm 处剂量率不超过 **2.5 μ Sv/h**。

(3) 辐射剂量控制水平：

职业工作人员周剂量不大于 **100 μ Sv**；

职业人员年有效剂量不超过 **5mSv**；

公众周剂量不大于 **5 μ Sv**；

公众年有效剂量不超过 **0.1mSv**。

4.《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按GBZ 128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合GB/T 9445要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合GB 18871的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ；

b) 屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.4 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6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台X射线实时成像检测系统时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合GB 18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 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。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 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。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

5.《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平（H）和导出剂量率参考控制水平（H_{cd}）：

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平H如下：

职业工作人员：H≤100μSv/周；

公众：H≤5 μSv/周。

2) 相应H_c的导出剂量率参考控制水平H_{c,d}（μSv/h）按式（1）计算：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (1)$$

式中：

H_c—周剂量参考控制水平，单位为微希每周（uSv/周）；

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；

t—探伤装置周照射时间，单位为小时每周（h/周）。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平H_{c,max}：

$$\dot{H}_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv/h}$$

c) 关注点剂量率参考控制水平H_c：

\dot{H}_c 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{c,max}$ 二者的较小值。

6.环境保护标准

根据建设单位已获得四川省环境报告厅《关于四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司汽车零部件铸造及机械加工项目二期工程环境影响报告书的批复》（川环审批〔2011〕138号）（相关证明材料见附件6）的环境影响报告表中的内容，并结合现行的环境保护标准，本项目应执行的环境保护标准如下：

（1）环境质量标准

- 1) 环境空气: 执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准;
- 2) 地表水: 执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中III类标准;
- 3) 声环境: 执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中3类标准限制要求。

(2) 污染物排放标准

- 1) 废水排放执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 三级标准;
- 2) 废气排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 中二级标准;
- 3) 噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 3类标准;
- 4) 固废: 一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) 及《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) 及其修改清单相应标准要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1. 地理位置和场所位置

四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司 2 号厂区北侧为隆康路；东侧从北到南依次是四川农大高科农业有限责任公司、1 号路、斯铁骑力士牧业科技有限公司、春蓉食品、绵阳绿雅缘调味品有限公司；南侧为德政街；西侧为裕丰路。

本项目 X 射线实时成像检测系统拟建设于 2 号厂区 U 型车间内。U 型车间四周均为厂区绿化及道路。

本项目 X 射线实时成像检测系统拟放置于 U 型车间东侧 X 射线检测室内，其北侧为三坐标检测室；东侧为厂区绿化；南侧为材质检测室；西侧为操作台及安全通道。本项目所在车间为 1 层建筑，因此 X 射线实时成像检测系统上方无建筑，下方为土质层。本项目所在地理位置图见附图 1，四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司 2 号厂区总平面布置示意图见附图 2-2，本项目 X 射线实时成像检测系统所在车间平面布置图见附图 3，四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司本项目 50m 范围周边环境概况图见附图 4；

*****	*****
X 射线实时成像检测系统拟建址 X 射线检测室现状	X 射线检测室北侧（三坐标测量室）
*****	*****
X 射线检测室东侧厂区绿化	X 射线检测室南侧（材质检测室）
*****	*****
X 射线检测室西侧安全通道	U 型车间北侧隆康路
*****	*****
U 型车间东侧四川农大高科农业有限公司	U 型车间南侧厂区绿化及道路

U 型车间西侧四川金桥焊材有限公司	

图 8-1 本项目 X 射线实时成像检测系统拟建址及 U 型车间周围环境现状

2. 本项目 X 射线实时成像检测系统环境监测

(1) X 射线实时成像检测系统环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- 评价对象：本项目 X 射线实时成像检测系统拟建址周围及内部辐射环境。
- 监测因子：本项目 X 射线实时成像检测系统拟建址周围及内部天然辐射剂量率。

监测点位：在 X 射线实时成像检测系统拟建址周围及内部布置监测点位，共计 9 个监测点位；拟在本项目保护目标靠近本项目拟建址一侧布置监测点位，共计 6 个监测点位。

（2）监测方案、质量保证措施

- 监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在 X 射线实时成像检测系统拟建址周围及内部设监测点位，检测 X 射线实时成像检测系统拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率。
- 质量保证措施：委托通过计量认证及获得相关监测资质的检测单位开展相关工作；监测单位所用监测仪器在检定有限期内，相关监测人员必须持证上岗；在相关技术规范的指导下，开展相关工作。检测人员检测前检查仪器是否正常。

（3）监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：四川省永坤环境监测有限公司

四川省生态环境监测业务系统单位资质编号：*****

四川省生态环境监测业务系统项目编号：*****

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（一）计量认证

从事监测的单位，四川省永坤环境监测有限公司于2018年1月取得了原四川省质量技术监督局颁发的计量认证证书，证书编号为：*****，有效期至2024年1月28日。

（二）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（三）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

表 8-1 监测仪器及监测环境

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
环境 X- γ 辐射剂量	*****	*****	*****	天气：晴 温度： 11.5°C

率				湿度: 56.2%
---	--	--	--	--------------

监测结果：本项目 X 射线实时成像检测系统拟建址周围 γ 辐射剂量率监测结果见表 8-2，X 射线实时成像检测系统拟建址周围辐射环境监测点位图见图 8-2（报告见附件 8）。

表 8-2 X 射线实时成像检测系统拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率水平 单位：nGy/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
1	X 射线实时成像检测系统拟建址中部	91	3.5	室内
2	X 射线实时成像检测系统拟建址东侧	89	2.3	室内
3	X 射线实时成像检测系统拟建址南侧	87	1.4	室内
4	X 射线实时成像检测系统拟建址西侧	92	1.8	室内
5	X 射线实时成像检测系统拟建址北侧	86	1.5	室内
6	X 射线实时成像检测系统拟建址西北侧操作台	87	1.7	室内
7	X 射线检测室西侧安全通道	86	1.5	道路
8	X 射线检测室南侧材质检测室	88	1.5	室内
9	X 射线检测室北侧三坐标检测室	85	1.4	室内
10	X 射线检测室东侧厂区道路	86	1.5	道路
11	X 射线检测室东侧四川农大高科农业有限责任公司	96	0.8	室外
12	X 射线检测室西北侧工作区	89	2.9	室内
13	X 射线检测室西侧存放区	92	1.9	室内
14	X 射线检测室南侧其他区域	89	1.7	室内

检测结果未扣除宇宙辐射响应值。

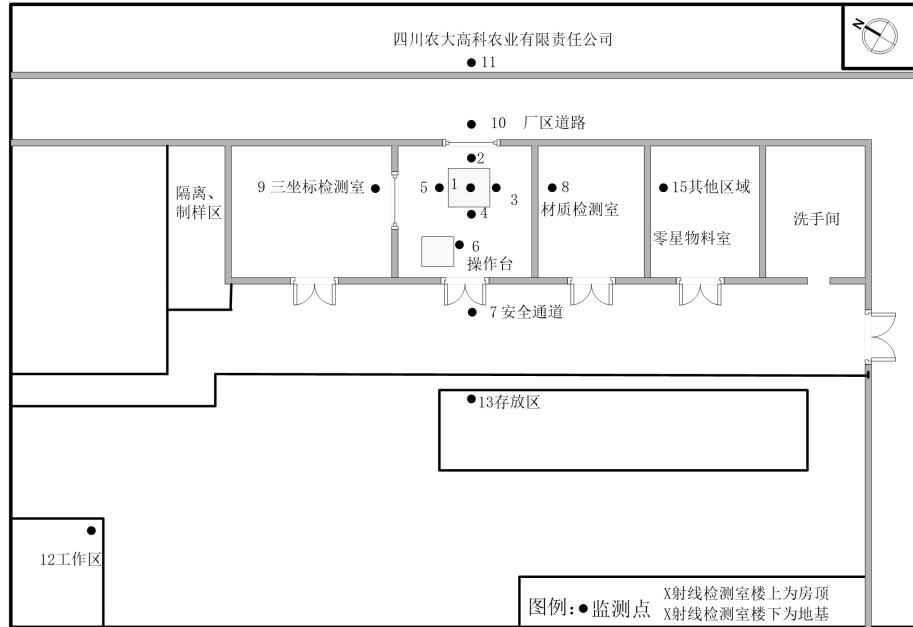


图 8-2 本项目 X 射线实时成像检测系统拟建址周围辐射环境监测点位示意图
由表 8-2 监测结果可知：在当前检测工况下（本底检测），四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司扩建一台 X 射线实时成像检测系统项目拟建址及周围环

境空气吸收剂量率为 86nGy/h~96nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2022 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（66.1nGy/h~102.4nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备

建设单位因设备生产需要，拟在2号厂区U型车间X射线检测室内扩建1台X射线实时成像检测系统（II类射线装置），用于开展固定式X射线探伤作业，ZXFlasee D-450型定向机设备参数一览表见表9-1。

表 9-1 本项目已定厂家 X 射线实时成像检测系统设备参数一览表

型号	最大管电压	最大管电流	出束类型	射线管的辐射角	最大穿 A 透厚 3 钢	滤过材料	靶材料
ZXFlasee D-450 型	450kV	3.3mA	定向	*****	***	5mm Be	钨

X射线实时成像检测系统主要由控制箱、X射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于调节X射线实时成像检测系统开关、管电压、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与X射线发生器。X射线发生器用于在控制器设置条件进行曝光探伤。X射线发生器的核心部件是X射线管。X射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成。本项目所用到的X射线实时成像检测系统如图9-1所示。

图9-1 X射线实时成像检测系统示意图

2. 工艺分析

（1）施工期工艺分析及产污环节分析

施工期本项目为整个装置直接放置于建设单位原已有房间（CMM测量室）内，因此不涉及建筑施工，也不存在施工期扬尘、噪声、废水、固废等环境影响。射线装置安装调试会产生X射线，但时间很短，辐射影响很小。X射线实时成像检测系统安装和调试均由厂家进行专业操作，在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应在醒目位置设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。

施工期环境影响示意图见图 9-2。

图 9-2 本项目施工期环境影响示意图

（2）运营期工艺分析及产污环节分析

1) X 射线数字成像检测系统工作原理

X 射线实时成像系统是结合 X 射线成像技术、计算机图像处理技术、电子

技术、机械自动化技术为一体的高科技产品，该系统的自动化程度高，检测速度快，极大地提高了射线探伤的效率，降低了检验成本，检测数据易于保存和查询等优点，其实时动态效果更是传统拍片法所不及的。

X 射线数字成像检测系统的工作原理是 X 射线装置通电时通过高压发生器、X 光管产生电子束，电子束撞击靶，产生 X 射线。X 光强力胶带检测系统主要是利用 X 光的穿透能力，物体的密度、厚度等参数都对 X 光穿过其内部的衰减量有影响，在工业上常用于检测眼睛所看不到的物品内部损伤、断裂等。X 光强力胶带检测系统基于 X 光的特性并结合现代图像识别、高速图像抓拍与图像跟踪等技术实现了对强力胶带内钢丝绳芯断绳、锈蚀、接头抽动等状况的在线监测，并将监测到的数据传送至工控机上进行显示、分析、存储等。X 射线数字成像检测系统原理示意图见 9-3。

图9-3 X射线数字成像检测系统原理示意图

2) X 射线数字成像检测系统组成

本项目 X 射线数字成像检测系统由高频移动式（固定式）X 射线探伤机、数字平板成像系统、计算机图像处理系统、机械工装及电气控制系统、射线防护系统几部分组成。

3) X 射线实时成像检测系统屏蔽结构及主要尺寸参数：

本项目 X 射线实时成像检测系统内部长宽高尺寸为 2430mm×2140mm×2330mm，X 射线实时成像检测系统东采用 2mm 钢板 +65mm 铅板 +2mm 钢板；西侧采用 2mm 钢板 +37mm 铅板 +2mm 钢板的铅钢结构；南侧、北侧、顶部、底部及工件门采用 2mm 钢板 +35mm 铅板 +2mm 钢板的铅钢结构。X 射线实时成像检测系统走线罩设置 30mm 铅板进行防护，顶部通风装置防护罩设置 35mm 铅板加回字形 18mm 铅板进行防护。装置一面设有电动工件门，X 射线实时成像检测系统工件门门洞尺寸为 1090mm（宽）×1900mm（高）；工件门尺寸为 570mm（宽）×2100mm（高）+730mm（宽）×2100mm（高）。定义装置工件门为南侧，射线方向由西向东。出束点距离装置屏蔽体西侧 711mm；距离装置屏蔽体东侧 1750mm；距离装置屏蔽体南侧 1100mm；距离装置屏蔽体北侧均为 1580mm；距离装置屏蔽底部 510mm；距离装置屏蔽顶部 730mm。

4) 工件信息及工作方式

本项目探伤对象为汽车各类零部件，形状为不规则形状，材质为钢材、铁合金等，长度范围为 90mm~300mm，宽度范围为 65mm~300mm，高度范围为 65mm~300mm，厚度范围为 35mm~55mm。X 射线实时成像检测系统净尺寸长 2893mm，宽 2840mm，高 2915mm，X 射线实时成像检测系统工件门门洞尺寸为 1090mm（宽）×1900mm（高）；工件门尺寸为 570mm（宽）×2100mm（高）+730mm（宽）×2100mm（高）。X 射线实时成像检测系统工件门尺寸满足探伤工件大小要求。建设单位只开展 X 射线实时成像检测系统内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。

根据建设单位提供的信息，本项目定向 X 射线实时成像检测系统主射方向为由西向东。本项目所在 X 射线检测室为 1 层建筑，地下为土质层，上方无可攀爬的设施，故 X 射线检测室屋顶人员均不可达，亦不需要人员到达。

5) 工作流程及产污环节分析

X 射线探伤时辐射工作人员将工件整体放置物料装置上从工件门运至检测工作台上，辐射工作人员在操作台进行远距离操作，对汽车零部件工件进行无损检测，主要工作流程如下：

①上料工序

系统工作时，工件门打开，人工在门外辅助将产品整体放置在物料上料装置上从工件门外输送到检测工作台上。

②检测控制（手动或自动）

采用开关按钮控制，各运动轴速度可调，便于实现各产品各位置无盲区检测需求。

被检测产品起始位置确定，每次定位准确，可 CNC 编程实现自动检测。

③检测过程

关闭工件门，将工件输送至检测中心区域（原点位置），采用开关按钮调节射线管—平板探测器—工件三者之间的高度、角度和位置，调节射线机管电压、管电流，开启装置，开始检测，检测人员在确定图像质量满足检测要求条件下，抓取图像并人工评判缺陷类型及等级。产污：产生 X 射线、臭氧、氮氧化物等。

④出料工序

零件检测图像经过探伤人员进行质量评定后，关闭 X 射线机系统，打开工

件门, Y 轴向工件门运动将工件送出, 进入下一个检测状态。

建设单位应按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求中的内容严格规范操作。

本项目 X 射线实时成像检测系统工作流程及产污环节如图 9-4:

图 9-4 本项目工作流程及产污环节示意图

(3) 人员配置及工作制度

工作制度: 本项目辐射工作人员实行白班单班制, 每年工作 250 天。根据建设单位提供资料, 本项目 1 台 X 射线实时成像检测系统预计一天累计最长出束时间为 2h。本项目运行后, 预计使用 ZXFlasee D-450 型周出束 5 天, 最大出束时间累计为 10h, 年出束天数 250 天, 最大出束时间累计为 500h。

人员配置: 建设单位拟新增 2 名辐射工作人员, 为一班制, 每日共同负责本项目探伤工作。

(4) 辐射工作场所人流及物流路径

人流:

辐射工作人员从 X 射线检测室门进入检测室, 完成探伤检测后辐射工作人员及探伤工件原路退出。

物流:

探伤工件从生产线运输到 X 射线检测室检测, 由人工在门外辅助将产品整体放置在物料上料装置上从工件门外输送到检测工作台上, 检测合格工件原路返回至生产线, 检测不合格工件输送至报废区。

本项目 X 射线实时成像系统在检测过程中不打印胶片, 因而不会产生危险废物, 但可能会产生辐射工作人员的少量生活垃圾。在每日工作结束, 辐射工作人员确认关机以后, 通知清洁人员, 将其生活垃圾收集, 运送至厂区统一生活垃圾存放位置, 再由园区环卫部门集中收集处理。

污染源项描述

一、电离辐射

由 X 射线实时成像检测系统工作原理可知, X 射线实时成像检测系统只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线, 故 X 射线实时成像检测系统在开机期间, X 射线是本项目主要污染物。本项目 X 射线实时成像检测系统所产生的 X

射线能量最高为 450kV，不开机时不产生辐射。

二、非辐射污染源分析

1、废气：曝光过程中，X 射线实时成像检测系统内空气被 X 射线电离产生少量的臭氧、氮氧化物。

2、废水：本项目运行期间，不产生放射性废水，辐射工作人员将产生少量的生活污水。

3、固体废物：本项目不产生放射性固体废物，会产生辐射工作人员的少量生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1. 工作场所布局及分区

1.1 工作场所布局

本项目 X 射线实时成像检测系统拟设置于绵阳好圣汽车零部件制造有限公司 2 号厂区 U 型车间 X 射线检测室内，U 型车间四周均为厂区绿化及道路。

本项目 X 射线实时成像检测系统拟放置于 U 型车间东侧 X 射线检测室内，其北侧为三坐标检测室；东侧为厂区绿化；南侧为材质检测室；西侧为操作台及安全通道。本项目所在车间为 1 层建筑，X 射线检测室外墙无可攀爬的设施，X 射线检测室顶部人员不可到达。周围常驻人员少，并且做到了隔室操作，因此本项目工作场所布局设计基本合理。

1.2 工作场所分区

将 X 射线实时成像检测系统屏蔽体内部区域作为本项目的控制区，曝光过程中禁止任何人员进入，将 X 射线实时成像检测系统屏蔽体内部区域以外、X 射线检测室以内区域纳为本项目监督区，禁止非辐射安全工作人员进入。本项目分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目辐射工作场所两区划分见表 10-1，两区划分示意图见图 10-1。

图10-1 本项目控制区监督区划分示意图
表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	X 射线实时成像检测系统屏蔽体内部区域作为本项目的控制区	X 射线实时成像检测系统屏蔽体内部区域以外、X 射线检测室以内区域
划分依据	<p>①根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）：6.1.2“应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理符合 GB 18871”。</p> <p>②根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。</p>	<p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：</p> <p>6.4.2.1“注册者或者许可证持有者应将下述区域定位监督区：这种区域未被定位控制区，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”。</p> <p>6.4.2.2 a) “采取适当的手段划出监督区的边界”。</p>
分区管理措施	对控制区进行严格控制，X 射线实时成像检测系统在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与	监督区为辐射工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电

	辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 6.4.1.4 c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 6.4.2.2 b) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。
辐射防护措施	工件门外粘贴电离辐射警告标识。	X 射线检测室外粘贴监督区标牌。

2. 工作场所辐射屏蔽设计

本项目防护设计在满足屏蔽要求的情况下未造成过度防护, 也考虑到污染防治问题, 符合防护最优化原则。

表 10-2 X 射线实时成像检测系统屏蔽参数一览表

场所	屏蔽方位	实际屏蔽材料及屏蔽厚度	
X 射线实时成像检测系统	装置屏蔽体非主射方向	西侧	37mmPb+4mm 钢板
		南侧、北侧、顶部	35mmPb+4mm 钢板
	装置屏蔽体主射方向	东侧	65mmPb+4mm 钢板
	工件门	35mmPb+4mm 钢板	

通风措施

《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中要求“6.1.10 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。”, 针对该要求确认本项目 X 射线实时成像检测系统通风情况, 见表 10-3。

表 10-3 本项目 X 射线实时成像检测系统通风情况一览表

X 射线实时成像检测系统屏蔽体内体积	达到 3 次/h 的换气需求需要通风量	本项目设计排风量	能否满足良好通风要求
12.12m ³	36.36m ³	500m ³ /h	能
207.65m ³	622.94m ³	拟设计排风量达到 622.94m ³ /h 以上	设计能

废气的排放考虑到避免空气在建筑物内反复循环, 最终经本项目拟在 X 射线检测室东部墙体右上方安装一台每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的排气扇将装置工作时产生的废气排出。

3. 工作场所防治措施

建设单位参照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)、《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》川环函(2016)1400号将设置如下辐射安全措施:

表10-4 建设单位辐射安全防护措施一览表

措施		设备自带与已有的措施及位置	本项目拟增加措施及位置	是否满足法律法规要求
场所设施	分区管理	/	本项目拟将X射线实时成像检测系统屏蔽体内部区域作为本项目的控制区，X射线实时成像检测系统屏蔽体内部区域以外、X射线检测室以内区域为本项目的监督区。	满足
	电离辐射警告标志	本项目X射线实时成像检测系统工件门外表面自带1张有“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明。	本项目拟在监督区入口门张贴1张监督区标志和电离辐射警告标志。	满足
	工作状态指示灯、灯机联锁和声光提示装置	/	拟设置1套状态工作状态指示灯，与X射线实时成像检测系统联锁。	满足
	门—机联锁系统	本项目X射线实时成像检测系统在工件门处自带1套门—机联锁装置，门打开时应立即停止照射，关上门不能自动开始照射。	/	满足
	通风设施	本项目X射线实时成像检测系统自带通风装置，有效通风换气次数不小于3次/小时。	X射线检测室内东部墙体右上方安装一台每小时有效通风换气次数应不小于3次的排气扇将X射线实时成像检测系统产生的废气排出室外。	满足
	监控系统	本项目X射线实时成像检测系统自带2套监控系统，对探伤过程进行实时监控，便于及时发现问题，保证探伤过程中的安全。	本项目拟在X射线检测室内安装1套监控系统	满足
	紧急停机按钮	本项目X射线实时成像检测系统在南侧屏蔽体上和操作台各自带1个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。	/	满足
	紧急开	本项目X射线实	/	满足

	门开关	实时成像检测系统内侧自带1个紧急开门按钮。		
监测设备	便携式辐射监测仪	/	本项目拟配备1台便携式辐射监测仪(定期对辐射工作场所开展自我监测，并做好记录)。	满足
	固定式场所辐射探测报警装置	/	本项目拟配备一台固定式场所辐射探测报警装置置于X射线检测室内，用于判断X射线实时成像检测系统是否出束，关注X射线实时成像检测系统内剂量变化情况；	满足
	个人剂量报警仪	/	本项目拟增配备2台个人剂量报警仪。	满足
	个人剂量计	/	本项目配增备2台个人剂量计。	满足
应急物资	灭火器材	/	本项目X射线检测室内将配备灭火器。	满足
制度	辐射安全与环境保护管理机构及相应制度	建设单位已成立辐射安全与环境保护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案。	拟将本项目纳入辐射安全与环境保护管理机构及相应制度并将相应制度悬挂于辐射工作场所。	满足

4、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，建设单位需要投入一定的资金来建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器，本项目环保投资估算见表 10-3。本项目总投资 180 万元，环保投资 5.96 万元，占总投资的 3.31%。今后建设单位在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合建设单位实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。公司应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

表 10-5 辐射安全与环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施		数量	投资金额(万元)
扩建固定式 X 射线探伤项目	辐射屏蔽措施	设备自带	/	/
	安全装置	声音提示装置	拟配备 1 个	0.05
		工作状态指示灯及灯机联锁	拟配备 1 套	0.20
		电离辐射警示标志	设备自带 1 套	/
		紧急停机按钮	设备自带 3 个	/
		紧急开门按钮	设备自带 1 个	/
		门一机连锁	设备自带	/

	通风装置	设备自带通风装置	/
	排气扇	拟配备 1 个	0.05
	监督区标牌/警戒线	拟设置 1 个	0.01
	监控系统	设备自带 2 个拟增设 1 个	0.2
辐射监测	射线装置年度监测	/	每年投入 2.00
	便携式辐射剂量监测仪	拟配备 1 台	1.50
	固定式场所辐射探测报警装置	拟配备 1 台	1.00
	个人剂量报警仪	拟配备 2 台	0.20
	个人剂量计	拟配备 2 个	0.05
其他	灭火器材	1 套	0.05
	辐射工作人员、管理人员及应急人员的考试差旅费		定期投入 0.2
合计			5.96

1、三废的治理

1.1 废气

本项目运行后不会产生放射性气体废物。X 射线实时成像检测系统在工作状态时，会使 X 射线实时成像检测系统内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。X 射线实时成像检测系统自带通风装置，排风口位于 X 射线实时成像系统装置顶部西侧，可通过设置的通风装置将臭氧及氮氧化物排出 X 射线实时成像检测系统。根据厂家提供资料，该通风装置的通风量为 $500\text{m}^3 / \text{h}$ ，X 射线实时成像检测系统的体积为 12.12m^3 ，每小时换气次数能够达到 3 次以上，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 4.1.11 对通风的要求：每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。X 射线检测室内东部墙体右上方拟安装一台排气扇，将 X 射线实时成像检测系统产生的废气排出室外，该排气扇拟设计排风量达到 $129.78\text{m}^3/\text{h}$ 以上，X 射线实时成像检测系统的体积为 622.94m^3 ，设计能满足每小时换气次数能够达到 3 次以上，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物影响较小，不会对周围环境产生影响。

1.2 生活污水

本项目不产生任何放射性废水，辐射工作人员会产生少量的生活污水，生活污水经过建设单位的预处理池进行处理，处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）后，排入园区市政污水管网，最终进入松垭污水处理厂集中处

理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入涪江。

1.3 固体废物

本项目 X 射线实时成像检测系统在检测过程中不打印胶片，故不产生危废，由辐射工作人员产生的生活垃圾将暂存于厂区的垃圾收集房由市政环卫部门每日清运，送吴家垃圾综合处理场处置。

表 11 环境影响分析**建设阶段对环境的影响**

本项目所在 X 射线检测室属于旧房重新利用，不涉及土建施工，不存在施工期扬尘、噪声、废水、固废等环境影响。

射线装置安装调试时会产生 X 射线，但时间很短，辐射影响很小。X 射线实时成像检测系统的安装调试由设备原厂商进行，建设单位不得自行拆卸、安装设备。安装调试期间，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，在检测室门口设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。安装调试结束后，该环境影响将随之消除。

运行阶段对环境的影响

本项目运营期的主要环境影响因素为 X 射线实时成像检测系统工作时产生的 X 射线、臭氧、氮氧化物。

一、X 射线的环境影响分析

探伤作业过程中，X 射线的主射线、散射线、泄漏射线对周围环境产生的辐射影响，其污染途径为外照射，建设单位拟使用 1 台 ZXFlasee D-450 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压 450kV，最大管电流 3.3mA，预计一天累计最长出束时间为 2h，一周工作 7 天，周出束时间累计为 10h，每年工作 250 天，年出束时间累计为 500h）为本项目计算。本项目 X 射线实时成像检测系统自带屏蔽体对 X 射线进行防护，主射方向为由西向东。

（一）计算条件**（1）距辐射源点 1m 处的剂量率**

根据设备生产厂家提供的辐射源点（靶点）1m 处输出量的证明材料，得到辐射源点（靶点）1m 处 3.3mA 电流下的输出量为*****；

（2）散射能量

本项目最大管电压为 450kV，《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，最大 X 射线管电压只有在 300kV 到 400kV 之间的散射值，根据能量散射公式：

式 11-1

计算得散射后的电压 239kV，保守取值 250kV。

(3) 透射因子取值

(4) 距离靶点1m处X射线管的泄漏辐射剂量率

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表1, 当X射线管电压大于200kV时, 距离靶点1m处的漏射辐射剂量率为 $5.0 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

二、X射线实时成像检测系统屏蔽厚度核算

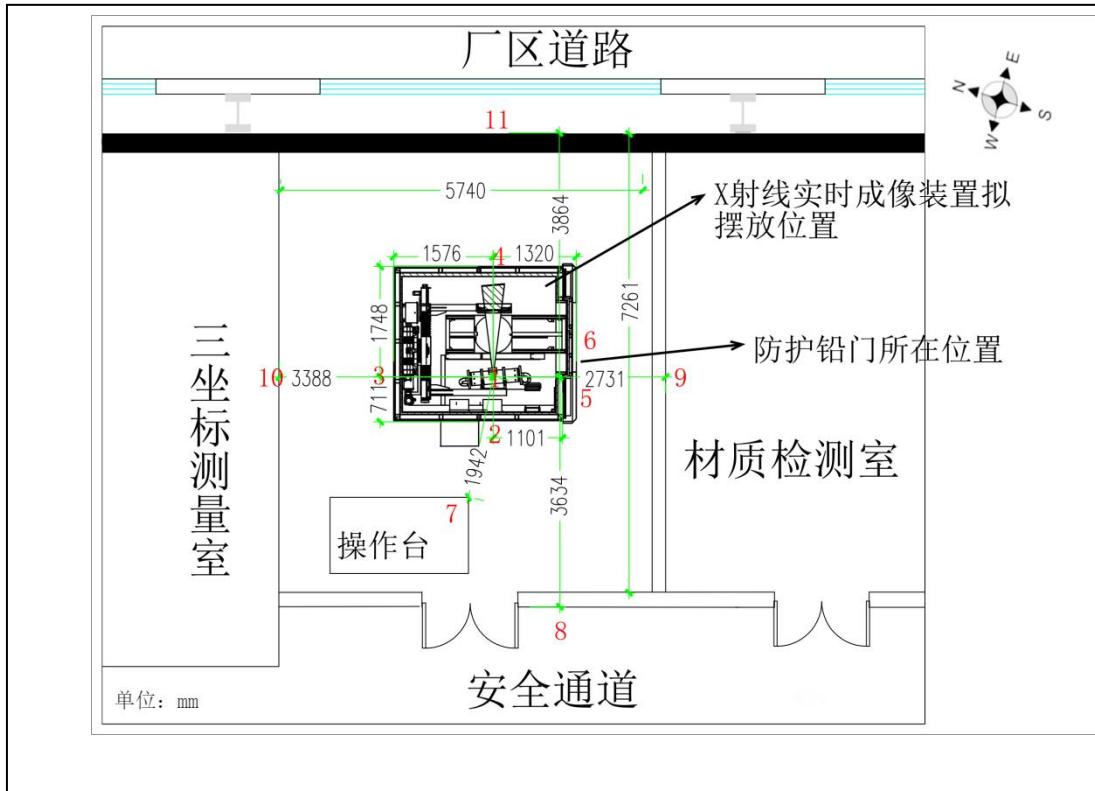


图11-1 本项目计算关注点位示意图

表11-1 本项目X射线实时成像检测系统周围关注点及距离辐射源点距离

关注点位	X射线实时成像检测系统顶部1	X射线实时成像检测系统西侧2	X射线实时成像检测系统北侧3	X射线实时成像检测系统东侧4	X射线实时成像检测系统南侧5	X射线实时成像检测系统南侧工件门6
距离	1.03	1.01	1.88	2.05	1.40	1.62

注: 距离为每个关注点位离辐射源点最近距离加外表面30cm处的距离

(1) 关注点剂量控制水平

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中3.1节, 各侧屏蔽体外关注点导出控制剂量按下式进行计算:

$$\dot{H}_{c, d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad \text{公式11-1}$$

式中:

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

H_c —周剂量参考控制水平, $\mu\text{Sv}/\text{周}$; 职业工作人员 $\leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$, 公众 $\leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$;

U—X射线实时成像检测系统向关注方向照射的使用因子, 本项目取1;

T—人员在相应关注点驻留的居留因子, 本项目取值源于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中附录A表A.1;

t—X射线实时成像检测系统周照射时间, 单位为小时/周, 本项目为10小时/周。

表11-2 各关注点剂量率参考水平

关注点位	方位	对象	居留因子	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		
				HC,D	HC,max	Hc
X射线实时成像检测系统顶部1	X射线实时成像检测系统顶部	辐射工作人员	1	10	2.5	2.5
X射线实时成像检测系统紧邻四周2、3、4、5、6	X射线检测室内	辐射工作人员	1	10	2.5	2.5

注: X射线检测室顶部人员不可达, X射线实时成像检测系统顶部可达, 顶外30cm处剂量率参考水平按《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 6.1.3可取 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(2) 主射方向屏蔽厚度核算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中4.1节, 主射方向屏蔽按下式进行计算:

$$B = \frac{\dot{H}_c \bullet R^2}{I \bullet H_0} \quad \text{公式11-2}$$

式中:

B—达到剂量参考控制水平时所需的屏蔽透射因子;

\dot{H}_c —关注点控制剂量水平, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

R—靶点至关注点的距离, m;

$I \bullet H_0$ —X射线实时成像检测系统在运行工况下的管电流(3.3mA)下距辐射源点(靶点)1m处输出量, 根据设备生产厂家提供的证明资料(附件9)辐射源点(靶点)1m处3.3mA电流下的输出量为 $2.14 \times 10^7 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$

对于计算出的屏蔽透射因子B, 根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》

(GBZ/T 250-2014) 中 4.2 节中屏蔽厚度的计算公式套用半值层, 得出本项目理论计算厚度。公式演变如下:

公式 11-3

X——屏蔽物质厚度, 单位 mm;

HVL——*****

B——达到剂量率参考控制水平 H_0 时所需的屏蔽透射因子。

表 11-3 本项目主射线方向屏蔽厚度计算参数及计算比对一览表

ZXFlasee D-450 型							
关注点位	方位	参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	与参考点最近距离 (m)	透射因子	理论计算屏蔽厚度	实际设计厚度	是否满足屏蔽要求
X 射线实时成像检测系统东侧 4	X 射线实时成像检测系统东侧	2.5	2.05	4.91E-07	59mm 铅	65mm 铅	满足

(3) 非主射方向屏蔽厚度核算

非主射方向上的辐射影响考虑的是泄漏辐射以及散射辐射的综合影响, 因此本项目将泄漏辐射以及散射辐射的影响叠加起来分析装置的屏蔽设计厚度。将《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的式*****共同作用下估算在达到关注点剂量率参考水平时的理论屏蔽厚度。

公式演变如下:

公式 11-4

变形一下为

公式 11-5

式中:

R_0 —辐射源点至探伤工件的距离, 本项目取 0.5m;

F — R_0 处的辐射野面积, 根据辐射角度计算*****，*****，*****，计算

结果为 2.08E-02;

α —散射因子, 取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) B.3 中***** α 值 1.90E-3;

$F \cdot \alpha / R_0^2$ —本项目取值 1.58E-04;

$H_0 \cdot I$ —距辐射源点(靶点) 1m 处 3.3mA 下的输出量, 根据厂家提供证明本文取值 2.14E+07 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$;

H_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 本文取 $5E+03\mu\text{Sv}/\text{h}$;

HVL_1 —*****

HVL_2 —*****

R_s 、 R —辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m;

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

根据以上公式, 计算结果见表 11-3。

表 11-4 本项目非主射线方向装置周围屏蔽厚度计算参数及计算比对一览表

关注点位	屏蔽方位	参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	与参考点最近距离 (m)	理论计算屏蔽厚度	实际设计厚度	是否满足屏蔽要求
1	X 射线实时成像检测系统顶部	2.5	1.03	30.60mm 铅板	35mm 铅板	满足
2	X 射线实时成像检测系统西侧	2.5	1.01	30.70mm 铅板	37mm 铅板	满足
3	X 射线实时成像检测系统北侧	2.5	1.88	25.70mm 铅板	35mm 铅板	满足
5	X 射线实时成像检测系统南侧	2.5	1.40	28.00mm 铅板	35mm 铅板	满足
工件门 6	X 射线实时成像检测系统南侧	2.5	1.62	26.90mm 铅板	35mm 铅板	满足

综上所述, 本项目 X 射线实时成像检测系统各个方位的屏蔽设计厚度均满足屏蔽要求。

三、X 射线实时成像检测系统 6 面屏蔽效果预测

(一) 辐射屏蔽的估算

1) 有用线束屏蔽估算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-6}$$

式中: \dot{H} : 关注点处剂量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

$H_0 \cdot I$ —距辐射源点 (靶点) 1m 处 3.3mA 下的输出量, 根据厂家提供证明本文取值 $2.14E+07\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$;

R : 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m,

B : 屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中 4.2 公式 (5) 计算得到;

X : 屏蔽物质厚度, mm;

HVL：半值层厚度，取 2.8mm。

2) 非有用线束屏蔽估算：

①泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-7}$$

式中： \dot{H} ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

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

B ：屏蔽透射因子，根据公式 11-8，半值层厚度，取 2.8mm；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

②散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{公式 11-8}$$

式中： \dot{H} ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$H_0 \cdot I$ ：距辐射源点（靶点）1m 处 3.3mA 下的输出量，本文取值 $2.14\text{E}+07\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

B ：屏蔽透射因子，根据公式 11-8，半值层厚度，取 0.8mm；

F ： R_0 处的辐射野面积，根据辐射角度计算公式 11-8 为 $2.08\text{E}-02$ ；

α —散射因子，取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B.3 中 300kV 下与 400kV 下得外插值 450kV 下的 α 值 $1.9\text{E}-3$ ；

$F \cdot \alpha / R_0^2$ —本项目取值 $1.58\text{E}-04$ ；

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离。

3) 参考点的年剂量估算：

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \text{公式 11-9}$$

式中： H_c ：参考点的年剂量水平， mSv ；周剂量估算值， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ； $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

t ：年照射时间，500h；周照射时间，10h；

U ：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。

表 11-5 主射线方向屏蔽效果预测表

关注点位	屏蔽方位	$H_0 \cdot I$ $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$	B	R^* (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	评价
X 射线实时成像检测系统东侧 4	X 射线实时成像检测系统东侧	2.14E+07	1.03E-07	2.05	5.23E-01	2.5	满足

表 11-6 非主射线方向装置屏蔽体周围屏蔽效果预测表

ZXFlasee D-450 型 X 射线实时成像检测系统						
关注点位		1	2	3	5	工件门 6
屏蔽方位		X 射线实时成像检测系统顶部	X 射线实时成像检测系统西侧	X 射线实时成像检测系统北侧	X 射线实时成像检测系统南侧	X 射线实时成像检测系统南侧
泄漏辐射	B	1.73E-04	1.05E-04	1.73E-04	1.73E-04	1.73E-04
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	5.00E+03	5.00E+03	5.00E+03	5.00E+03	5.00E+03
	R (m)	1.03	1.01	1.88	1.40	1.62
	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	8.14E-01	5.16E-01	2.44E-01	4.40E-01	3.29E-01
散射辐射	B	6.76E-14	1.19E-14	6.76E-14	6.76E-14	6.76E-14
	$H_0 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$	2.14E+07				
	I (mA)	3.3				
	$F \cdot \alpha / R_0^2$	1.58E-04				
	R_s (m)	1.03	1.01	1.88	1.40	1.62
	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	2.15E-10	3.96E-11	6.47E-11	1.17E-10	8.71E-11
泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		8.14E-01	5.16E-01	2.44E-01	4.40E-01	3.29E-01
剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足	满足

(二) 预测计算汇总及评价

为保守估计，保护目标选取上述点位最大剂量率值作为年有效剂量计算参数。根据建设单位提供资料及表 1-3，计算使用的年曝光总时间累计：500h。

以 X 射线实时成像检测系统屏蔽体外距离保护目标最近处作为该保护目标的剂量参考点。由于 X 射线的剂量随距离的减少呈反比衰减，因此本项目均选

取各个方位最近的保护目标来计算周剂量以及年有效剂量。

表 11-7 本项目 50m 范围内周围公众剂量估算一览表

保护目标名称及所在位置		使用因子 U	居留因子	参考 30cm 处辐射剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	周剂量估算值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	年有效估算值 (mSv/a)	周剂量控制水平 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	年剂量控制水平 (mSv/a)
辐射工作人 员	X 射线检测室	1	1	8.14E-01	8.14E+00	4.07E-01	100 (辐射工作人 员)	5.0 (辐射工作人 员)
周围公众 四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司 (建设单位)	材质检测室	1	1	9.40E-02	9.40E-01	4.70E-02	5 (周围公众)	0.1 (周围公众)
	三坐标检测室	1	1	6.34E-02	6.34E-01	3.17E-02	5 (周围公众)	0.1 (周围公众)
	安全通道	1	1/5	3.41E-02	6.82E-02	3.41E-03	5 (周围公众)	0.1 (周围公众)
	工作区	1	1	3.41E-02	3.41E-01	1.71E-02	5 (周围公众)	0.1 (周围公众)
	存放区	1	1/5	3.41E-02	6.82E-02	3.41E-03	5 (周围公众)	0.1 (周围公众)
	其他区域	1	1	9.40E-02	9.40E-01	4.70E-02	5 (周围公众)	0.1 (周围公众)
	厂区道路	1	1/5	5.23E-01	1.05E+00	5.23E-02	5 (周围公众)	0.1 (周围公众)
四川农大高科农业有限公司		1	1	1.30E-01	1.30E+00	6.50E-02	5 (周围公众)	0.1 (周围公众)

注: 本项目居留因子取值来源于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录 A 中表 A.1。

根据以上预测结果可以看出, 当本项目拟配备最大管电压的 X 射线实时成像检测系统 (II类射线装置, 额定管电压为 450kV/额定管电流为 3.3mA) 满功率运行时, X 射线实时成像检测系统四周及顶部屏蔽材料外 30cm 处剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中探伤室辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求; X 射线实时成像检测系统对于周围公众周剂量最大值: 9.40E-01 $\mu\text{Sv}/\text{周}$, 年有效剂量最大

为 6.50E-02mSv；X 射线实时成像检测系统对于辐射工作人员周剂量最大值：8.14μSv/周，年有效剂量最大为：4.07E-01mSv。均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标限值要求。

四、大气环境影响分析

X 射线与空气中的氧气作用产生少量臭氧和氮氧化合物，其中由于氮氧化物的产率仅为臭氧产率的十分之一，且臭氧是强氧化物，能使材料加速老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸，标准中对大气中臭氧浓度的标准严于氮氧化物。因此本报告表主要对臭氧的产生及排放进行分析。

臭氧产额的计算公式：

$$Q_0=6.5\times10^{-3}G\cdot S_0\cdot R\cdot g \quad \text{公式 11-10}$$

式中：

Q_0 ——臭氧产额，mg/h；

G ——离辐射源 1m 处的辐射剂量率；

S_0 ——射束在离源点 1m 处的照射面积， m^2 ，本项目中取值为 1；

R ——射束径迹长度，m，本项目中取值为 1；

g ——空气每吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 的分子数，本项目中取值为 10。

X 射线实时成像检测系统内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C=Q_0\cdot T_v/V \quad \text{公式 11-11}$$

式中：

C ——室内臭氧浓度，mg/m³；

Q_0 ——臭氧产额，mg/h；

T_v ——臭气有效清除时间，h；

V ——X 射线实时成像检测系统体积，12.12m³；X 射线检测室体积为 622.94m³。

$$T=\frac{t_v+t_d}{t_v\times t_d} \quad \text{公式 11-12}$$

式中：

t_v ——每次换气时间；

t_d ——臭氧分解时间，取值为 0.83h。

据以上公式可计算出使用 X 射线实时成像检测系统工作时，臭氧产额为

0.42mg/h, X 射线实时成像检测系统内 O₃ 的平衡浓度为 4.38E-02mg/m³, 在 X 射线检测室内 O₃ 的平衡浓度为 8.53E-04mg/m³, 二者均低于《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ2.1-2019) 中臭氧最高允许浓度 0.30mg/m³。

X 射线实时成像检测系统设置通风设施, 可通过设置的通风装置将臭氧及氮氧化物抽排出 X 射线实时成像检测系统, 本项目在 X 射线检测室东部墙体右上方安装一台每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的排气扇, 将 X 射线实时成像检测系统运作时产生的废气引至厂区室外排放。本项目 X 射线实时成像检测系统通风口设置在装置西侧顶端, 根据厂家提供资料, 该通风装置的通风量为 500m³/h, X 射线实时成像检测系统的体积为 12.12m³, 满足每小时有效换气次数 3 次以上需求。且每次更换工件都将打开工件门, 也可实现通风。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气, 其产生臭氧和氮氧化物影响较小, 不会对环境空气造成明显影响。

五、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》: 射线装置在报废处置时, 使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化, 并严格执行相应报废程序。故本项目使用的 X 射线实时成像检测系统在进行报废处理时, 应根据上述规定将该射线装置的高压射线管进行拆解和去功能化, 同时将射线装置的主机电源线绞断, 使射线装置不能正常通电, 防止二次通电使用, 造成误照射。

事故影响分析

一、事故风险识别

本项目所用 X 射线实时成像检测系统属II类射线装置, 其风险因子为 X 射线, 按照《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》(2019 年修订本) 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 11-8 中。

表 11-8 射线装置的风险因子辐射伤害程度与事故分级

环境风险因子	潜在危害	事故等级
X 射线	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
	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	较大辐射事故
	射线装置失控导致 2 人以下(含 2 人)急性死亡或	重大辐射事故

	者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾	
	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

本项目根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）表 1 的骨髓型急性重度放射病的受照剂量范围参考值 4.0~6.0Gy 界定是否会产生急性重度放射病，另根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）表 2-13 急性效应与剂量关系中以 4Gy 作为重度放射病的阈值，以及表后“对低 LET 辐射，皮肤损伤的阈值量 3-5Gy，低于此剂量不会发生皮肤损伤”的相关描述以及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 11-9），从而以是否达到 3.5Gy 界定是否会发生较大辐射事故，以 5.5Gy 界定是否会导致人员死亡。

表 11-9 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、源项分析及最大可能性事故分析

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 射线实时成像检测系统只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源，X 射线实时成像检测系统便不会再有射线产生。

本项目可能发生的辐射事故如下：

在门机连锁失效，工件门未关闭，维修人员在检修 X 射线实时成像检测系统时，此时 X 射线实时成像检测系统突然误启动（控制台人员误进行开机操作，或者装置失控自动开机），对检修人员以及 X 射线检测室门外的周围公众进行误照射，引发辐射事故。

三、最大可能性事故后果计算

针对最大可能性事故，对事故工况下人员的受照剂量进行估算，分析事故造成的影响与危害。

3.1 事故情景

事故情况下保守考虑，检修人员无任何屏蔽措施，处于维修时，一名检修人员未穿戴防护设备且未携带个人剂量报警仪状态下在装置内部对 X 射线实时成像检测系统进行检修，此时 X 射线实时成像检测系统突然误启动（控制台人员误进行开机操作，或者装置失控自动开机），造成对该检修人员的误照射，引发辐射安全事故。

3.2 事故计算

假定在事故情况下，人员误入和误靠近本项目 X 射线实时成像检测系统，X 射线直接照射到人员。则计算结果见表 11-10、表 11-11。

表 11-10 事故情况下辐射工作人员受到的累计剂量结果

辐射工作人员与 X 射线实时成像检测系统距离 (m)	各事故持续时段的射线所致辐射剂量 (Gy)		
	0~10s	0~30s	0~1min
主射线方向 0.8	9.29E-02	2.79E-01	5.57E-01
主射线方向 1.0	5.94E-02	1.78E-01	3.57E-01
主射线方向 1.5	2.64E-02	7.93E-02	1.59E-01
非主射线方向 0.5	9.31E-05	2.79E-04	5.59E-04
非主射线方向 1.0	2.33E-05	6.98E-05	1.40E-04
非主射线方向 1.5	1.03E-05	3.10E-05	6.21E-05
总结	根据数据显示，该辐射工作人员在位于机头 0.8m 位置持续照射 1min 所受到的剂量为 0.56Gy，因而可能会发生一般辐射事故，但不会发生较大辐射事故，因此辐射工作人员在工作时，应注意携带个人报警仪。		

表 11-11 事故情况下周围公众受到的累计剂量结果

周围公众与 X 射线实时成像检测系统距离 (m)	各事故持续时段的射线所致辐射剂量 (Gy)		
	0~10s	0~30s	0~1min
主射线方向 2.0	1.49E-02	4.46E-02	8.91E-02
主射线方向 2.5	9.50E-03	2.85E-02	5.70E-02
主射线方向 3.0	6.60E-03	1.98E-02	3.96E-02
非主射线方向 1.5	1.03E-05	3.10E-05	6.21E-05
非主射线方向 2.0	5.82E-06	1.75E-05	3.49E-05
非主射线方向 3.0	2.59E-06	7.76E-06	1.55E-05
总结	根据数据显示，公众在主射方向位置持续照射 1min 所受到的剂量为 8.91E-02Gy，因而可能会发生一般辐射事故。因此当检修人员在检修装置时，应把 X 射线检测室门关好，周围拉好警戒线再开始检修装置，避免公众靠近。		

综上所述，对于本项目来说，**最大可信事故为一般辐射事故**。针对一般辐射

事故，建设单位需进行超标原因调查，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。

四、事故防范措施

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

(2) 建设单位需制定《X 射线实时成像检测系统操作规程》。凡涉及对 X 射线实时成像检测系统进行操作，操作人员必须按操作规程执行，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

(3) 每月检查 X 射线实时成像检测系统的门机联锁装置和工作状态指示灯，确保相关防护设施完整并处于正常状态后，射线装置出束才能进行照射。若检查有防护设施失效，应及时维修，待维修好之后，才能正常运行；

(4) 对建设单位新招聘或新增的辐射工作人员，应参加国家核技术利用辐射安全与防护考核的考试，取得了辐射安全与防护考核合格证书，持证才能上岗。

表 12 辐射安全管理**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

根据《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》等法律法规要求, 使用II类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构, 或者至少有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, 辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的培训和考核。

建设单位已根据核技术应用现状, 按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求成立了辐射安全管理领导小组负责相关辐射安全监督管理工作, 依本项目对辐射防护领导小组成员进行变更, 领导小组职责明确, 能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。该领导小组的组成涵盖了现有核技术应用所涉及的相关部门和科室, 在框架上基本符合要求。辐射防护领导小组成员及分工做变更结果如下:

组长: *****

副组长: *****

成员: *****

本项目拟新增 2 名辐射工作人员, 建设单位已承诺在本项目开展前, 将安排新增的辐射工作人员学习国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上的视频课程和课件, 积极报名机考并获得辐射安全与防护考核合格证明, 承诺书见附件 7。届时若有非辐射工作人员操作本项目 X 射线实时成像检测系统, 同样要求其完成学习后通过考核上岗并为其建立个人剂量监测档案。

辐射安全管理规章制度

根据《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》的要求, 建设单位原有核技术利用已制定辐射安全相关规章制度, 包括《辐射安全与环境保护管理机构文件》《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置台账管理制度》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》。环评要求: 在本项目运行前, 建设单位应根据具体情况和实际问题, 按照相关要

求及时将本项目纳入相关制度管理。

根据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》（川环函〔2016〕1400号）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。因此，在项目开展前，建设单位将在X射线检测室墙上显著位置张贴大小和字体都足够醒目的《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射工作人员岗位职责》以及《辐射事故应急预案》。上墙制度的内容应体现现场操作性和应用型，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

本项目涉及使用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），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表12-1。

表12-1 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射管理要求	落实情况	应增加的措施
1	从事使用射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	已落实，许可证在有效期内，正在办理辐射安全许可证变更手续。	待本项目环评工作完成，项目建设完成后向发证机关重新提交申领辐射安全许可证的申请材料
2	辐射工作人员应参加辐射安全知识和法规的考核并持证上岗	本项目原有辐射工作人员持证且证书均在有效期内	新增的2名辐射工作人员应参加辐射安全与防护考核，持证上岗
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	已建立	/
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	已落实	拟增购1台便携式辐射监测仪、2台个人剂量报警仪
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	已制定	需将本项目装置纳入管辖范围
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	已建立	需将本项目装置纳入管辖范围
7	辐射工作单位应做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	原有辐射工作人员已落实	新增的2名辐射工作人员上岗前一并落实

	和职业健康监护档案		
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	原有辐射工作场所均已落实	新增辐射工作场所投运前应落实
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	每年均委托有资质的单位完成场所环境检测	需将本项目装置纳入管辖范围
10	辐射信息网络	原项目已落实	核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp)中实施申报登记。申领、延续、变更许可证，新增或注销放射源和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
11	应建立动态的台账，放射性同位素与射线装置应做到账物相符，并及时更新	原有项目已落实	需将本项目装置纳入台账管理范围

根据国家法规和生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序的相关要求，将其与建设单位管理制度现状列于表 12-3 中进行对照分析。

表12-3 管理制度汇总对照表

序号	规定的制度	落实情况	应增加的措施
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	《四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司关于变更辐射安全防护领导小组成员通知》	/
2	辐射安全管理规定(综合性文件)	《辐射工作场所安全管理要求》 《辐射防护管理制度》	/
3	辐射工作设备操作规程	《辐射工作设备操作规程》	制定本项目操作规程
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	《实时成像系统维护维修制度》	将本项目装置纳入
5	辐射工作人员岗位职责	《辐射工作人员岗位职责》	新增辐射工作人员纳入
6	射线装置台账管理制度	《射线装置台账管理制度》	将本项目装置纳入
7	辐射工作场所和环境辐射水平	《辐射工作场所监测制度》	制定本项目辐

	监测方案		射工作场所和环境水平监测方案
8	监测仪表使用与校验管理制度	《监测仪表使用与校验管理制度》	/
9	辐射工作人员培训制度 (或培训计划)	《辐射工作人员培训制度》	/
10	辐射工作人员个人计量管理制度	《放射性工作人员个人剂量管理制度》	/
11	辐射事故应急预案	《辐射事故应急预案》	将本项目纳入

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检测。

一、工作场所监测

1、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》的重要组成内容一并提交给发证机关。

2、日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），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—2次/月。

二、个人剂量检测

辐射工作人员需佩戴个人剂量计，并定期（根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）规定，常规监测周期最长不超过3个月）送有资质的单位进行监测。此外，公司还应按以下要求实施：

1、按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》与川环办发〔2010〕49号文中的要求，公司应做好以下工作：

（1）公司应每一季度将个人剂量计送交有资质的部门进行检测。检测数据超过单位调查水平 1.25mSv 的，单位应组织调查，当事人应在调查报告上签字确认；检测数据超过个人剂量年度管理限值 5.0mSv 的，公司应组织调查，查明原因后采取防范措施，并报告发证机关，检测报告及有关调查报告应存档备查。

（2）建设单位应安排专人负责个人剂量检测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息，工作岗位，剂量检测结果等材

料，建立并终生保存个人剂量监测档案。

(3) 辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位提供个人剂量档案的复印件。

(4) 公司拟在每年的 1 月 31 日前向《辐射安全许可证》发证机关报送本单位射线装置安全和防护状况上一年度评估报告，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》的重要组成内容一并提交给发证机关。

三、监测内容和要求

(1) 监测内容：X- γ 辐射剂量率。

(2) 监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-4）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12-4 工作场所监测计划建议

场所	监测项目	监测点位	监测频次		监测要求	
			委托检测	自行监测		
场所	X 射线实时成像检测系统工件门左中右部及门缝四周	委托检测 每年至少 1 次	自行检测 监测周期为 1—2 次/月	仪器离每个点位均 30cm 距离，X 射线实时成像检测系统门外、墙外 30cm 离地高度为 1m 处；工件门应测左中右 3 个点和门缝四周；每个墙面至少测 3 个点。		
	X 射线实时成像检测系统屏蔽体北侧左中右部					
	X 射线实时成像检测系统屏蔽体东侧左中右部					
	X 射线实时成像检测系统屏蔽体南侧左中右部					
	X 射线实时成像检测系统屏蔽体西侧左中右部					
	X 射线实时成像检测系统屏蔽体顶部中部及四周					
	X 射线实时成像检测系统屏蔽体顶部通风防护罩					
	X 射线实时成像检测系统屏蔽体西侧走线罩					
	X 射线实时成像检测系统屏蔽体西北侧操作台					

(3) 监测范围：本项目 X 射线实时成像检测系统屏蔽体周围。

(4) 监测质量保证：

①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本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②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；

③制定辐射环境监测管理制度和方案。

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。

落实以上措施后，本项目拟配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。项目投运前，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护措施进行验收。验收报告编制完成后应依法向社会公示验收报告。

辐射事故应急

辐射单位针对可能发生的辐射事故风险，已制定辐射事故应急预案报所在地人民政府生态环境主管部门备案，并对根据本项目情况进行完善。

辐射事故应急预案的主要内容应包括：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话），应急保障措施，应急演练计划。

（1）事故报告程序

一旦发生辐射事故，辐射工作人员立即停机，根据《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》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门及省、市生态环境部门和公安部门报告，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。

（2）辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计及个人剂量报警仪。

④应尽可能记录现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

表 13 结论与建议

结论

产业政策相符性与代价利益分析

本项目使用 X 射线实时成像检测系统对公司生产的产品进行质量检测，根据国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改）相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类，符合国家当前的产业政策。

1. 选址、布局

本项目的选址合理分析

四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司购买四川省绵阳市游仙区松雅镇五道坪村 1、5、6、7 社，方山寺村 3、6 社及普照寺村 6、7 社用以建设 2 号厂区进行汽车零部件生产及质检，2 号厂区 U 型车间西侧车间租赁给四川金桥焊材有限公司。根据绵阳市自然资源和规划局颁发给建设单位的不动产权证（川（2022）绵阳市不动产权第 0022390 号、川（2022）绵阳市不动产权第 0022391 号），其用地性质为工业用地（土地证明材料见附件 5），本项目 X 射线实时成像检测系统用于对建设单位生产的汽车零部件进行检测，保证其生产产品的质量，提高产品的安全性，属于配套工业生产，因此与厂区用地性质相符。建设单位 2 号厂区周围公司用地性质均为工业用地，周围没有居民楼、学校、医院等环境敏感点。本项目 X 射线实时成像检测系统 50m 范围内多为厂区道路和存放物品区，常驻人员较少，大多为流动人员且停留时间也较短。本项目 X 射线实时成像检测系统自带屏蔽，产生的辐射经过装置自带的屏蔽措施后，对周围的影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目的选址是合理的。

本项目工程布局合理性分析

本项目 X 射线实时成像检测系统拟建设于 2 号厂区 U 型车间内。U 型车间四周均为厂区绿化及道路。

本项目 X 射线实时成像检测系统拟放置于 U 型车间东侧 X 射线检测室内，其北侧为三坐标检测室；东侧为厂区绿化；南侧为材质检测室；西侧为操作台及安全通道。本项目所在车间为 1 层建筑，X 射线检测室外墙无可攀爬的设施，X 射线检测室顶部人员不可到达。周围常驻人员少，并且做到了隔室操作，因此本

项目工作场所布局设计基本合理。

本项目将 X 射线实时成像检测系统屏蔽体内部区域作为本项目的控制区，曝光过程中禁止任何人员进入，将 X 射线实时成像检测系统屏蔽体内部区域以外、X 射线检测室以内区域纳为本项目监督区，禁止非辐射安全工作人员进入。本项目分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中关于辐射工作场所的分区规定。

2. 辐射屏蔽能力分析

本项目 X 射线实时成像检测系统内部长宽高尺寸为 2430mm×2140mm×2330mm，X 射线实时成像检测系统东采用 2mm 钢板 +65mm 铅板 +2mm 钢板；西侧采用 2mm 钢板 +37mm 铅板 +2mm 钢板的铅钢结构；南侧、北侧、顶部、底部及工件门采用 2mm 钢板 +35mm 铅板 +2mm 钢板的铅钢结构。X 射线实时成像检测系统走线罩设置 30mm 铅板进行防护，顶部通风装置防护罩设置 35mm 铅板加回字形 18mm 铅板进行防护。装置一面设有电动工件门，X 射线实时成像检测系统工件门门洞尺寸为 1090mm(宽)×1900mm(高)；工件门尺寸为 570mm(宽)×2100mm(高) +730mm(宽)×2100mm(高)。定义装置工件门为南侧，射线方向由西向东。出束点距离装置屏蔽体西侧 711mm；距离装置屏蔽体东侧 1750mm；距离装置屏蔽体南侧 1100mm；距离装置屏蔽体北侧均为 1580mm；距离装置屏蔽底部 510mm；距离装置屏蔽顶部 730mm。

根据理论计算，X 射线实时成像检测系统周围屏蔽体外 30cm 处剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中探伤室辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

3. 保护目标剂量

根据理论计算，本项目辐射工作人员、公众及保护目标的年受照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》(GB18871-2002) 剂量限值和本项目管理目标限值的要求(辐射工作人员附加有效剂量不超过 5mSv、公众附加有效剂量不超过 0.1mSv)。

4. 工程所在地区环境质量现状

根据现场监测报告，本项目所在区域 X- γ 空气吸收剂量率与《2022 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 (66.1nGy/h ~

102.4nGy/h) 基本一致, 属于当地正常天然本底辐射水平。

5. 辐射安全措施

本项目运行后, 辐射工作人员应按照国家有关要求配套个人剂量计并建立个人剂量档案, 定期进行职业健康体检并成立职业健康档案。建设单位拟增配备 2 个个人剂量计, 2 台个人剂量报警仪、1 台便携式辐射监测仪、1 台固定式场所辐射探测报警装置, X 射线实时成像检测系统屏蔽体自带屏蔽体、1 套门一机联锁装置、一套电离辐射警示标志、2 个监控系统、3 个紧急停机按钮、1 个紧急开门按钮、1 套通风装置; 建设单位拟在 X 射线实时成像检测系统防护门位置设置 1 套工作状态指示灯及灯机联锁装置、1 个声音提示装置、在 X 射线检测室内拟安装 1 套监控系统、拟在 X 射线检测室东部墙体右上方增设 1 台排气扇、X 射线检测室门处拟配备 1 套监督区标牌/警戒线等防护措施。

6. 辐射环境管理

(1) 建设单位拟委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测;

(2) 建设单位拟为本项目配置 1 台便携式 X- γ 剂量监测仪, 定期对工作场所辐射水平进行检测;

(3) 建设单位拟委托有资质的公司开展个人剂量监测, 所有在职辐射工作人员均需要配备个人剂量计, 建设单位应及时跟监测单位核实数据, 及时发现、解决问题。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求, 建设单位已制定辐射安全管理制度, 包括《辐射安全与环境保护管理机构文件》《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置台账管理制度》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》。环评要求运行本项目的建设单位在日后工作实践中, 应根据具体情况和实际问题, 按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时完善相关制度。

7. 项目环保竣工验收检查内容

1、根据《建设项目环境保护管理条例》文件第十一条规定:

(1) 编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

(2) 建设单位在环境保护设施验收过程中，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，不得弄虚作假。

(3) 除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据环保部《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) 建设单位可登录生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范。

(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，编制验收监测报告。

(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) 本项目设计的固体废物污染环境防治设施必须经原审批环境影响保护行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

(5) 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，应当向所在地县级以上生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

综上所述，四川绵阳好圣汽车零部件制造有限公司扩建一台 X 射线实时成像检测系统项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的周剂量和年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标

准》(GB18871-2002) 及《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后, 公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施, 其设施运行对周围环境产生的影响较小, 故从辐射环境保护角度论证, 项目可行。

建议和承诺

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度。
- 2、定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。
- 3、建设单位应当每年对本单位射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估, 并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告, 安全和防护状况年度评估报告要按照《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》固定的格式进行编制; 并且年度评估报告的电子档还应上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。
- 4、定期检查及维护辐射工作场所的电离辐射警告标志、工作状态指示灯及灯机连锁、门机连锁、声音提示装置、紧急停机按钮、紧急开门按钮等各项辐射安全措施, 若出现松动、脱落、损坏或连锁失效, 应及时修复或更换。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见:

公 章

经办人

年 月 日

审批意见:

公 章

经办人

年 月 日