

核技术利用建设项目

X 射线数字成像检测设备应用项目

环境影响报告表

川南航天能源科技有限公司

2026 年 4 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

X 射线数字成像检测设备应用项目

环境影响报告表

建设单位名称：川南航天能源科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省泸州市龙马潭区特兴安民街 88 号 301 栋

邮政编码：646100

联系人：李勇

电子邮箱：18989133070@163.com 联系电话：18989133070



营业执照

统一社会信用代码
91370105697470482R



电子营业执照文件仅供信
息参考，具体信息请登录
公示系统查验或用电子营
业执照软件扫码查验。

名称 中威检测(山东)有限公司
类型 其他有限责任公司
法定代表人 张瑞庆



注册资本 叁佰万元整

成立日期 2010年01月13日

住所 山东省济南市槐荫区美里东路30
00号德迈国际中心二期16号楼厂
房101

经营范围 许可项目：检验检测服务；放射卫生技术服务；职业卫生技术服务；辐射监测；放射性污染监测；医疗器械互联网信息服务。（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，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）一般项目：计量技术服务；环境保护监测；生态资源监测；环保咨询服务；环境应急治理服务；节能管理服务；土壤污染防治服务；土壤污染治理与修复服务；农业面源和重金属污染防治技术服务；软件开发；信息系统运行维护服务；信息系统集成服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

登记机关

济南市槐荫
区市场监督管理局

2024年09月23日

说明

- 1、本营业执照于2024年09月23日17时17分28秒由郭云霞(办事人)留存(打印)
- 2、数字签名: ADBFAiE2MLrde5vGbcGYoraIq3RWGnptPU1ra5+uopZ52dX7a3gIhAOOJTU'UMKILSS8haqKraUJ1k0NWvLzZteqIhCJeVDWcp
- 3、本营业执照仅用于 全业务授权

编制主持人工程师证



社会保险单位参保证明

验真码: JNRS39c985ca77b334d5
证明编号: 370194012504029VS78504

单位编号	0010041554	单位名称	中威检测(山东)有限公司
参保缴费情况			
参保险种	参保起止时间		当前参保人数
企业养老	2011年06月-2025年03月		43
失业保险	2011年06月-2025年03月		43
工伤保险	2011年06月-2025年03月		43

备注: 本证明涉及单位及参保职工个人信息, 因单位经办人保管不当或向第三方泄露引起的一切后果, 由单位和单位经办人承担。本信息为系统查询信息, 不作为待遇计发最终依据。



验真码: INRS39c985ca77b3396i

附: 参保单位全部(或部分)职工参保明细(2025年01至2025年04)

当前参保单位: 中威检测(山东)有限公司

序号	姓名	身份证号码	参保险种	参保起止日期(如有中断分段显示)	备注
1	田士龙	370403199302164154	企业养老	202501-202503	
2	侯庆伟	370911198611105273	企业养老	202501-202503	

打印流水号: 370194012504029VS78504

系统自助: 9556713

备注: 1、本证明涉及单位及个人信息,有单位经办人保管,因保管不当或因向第三方泄露引起的一切后果由单位和单位经办人承担。
2、上述信息为打印时的当前参保登记情况,供参考。



目 录

表 1 项目基本情况.....	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.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	21
表 9 项目工程分析与源项.....	25
表 10 辐射安全与防护.....	34
表 11 环境影响分析.....	44
表 12 辐射安全管理.....	57
表 13 结论与建议.....	65
表 14 审批.....	68
附图 1 泸州中心城区龙马潭片区乡镇级国土空间总体规划（2021—2035 年）附图.....	69
附图 2 四川省环境管控单元图.....	70
附图 3 建设单位厂区平面布置图.....	71
附图 4 本项目辐射环境影像评价范围.....	72
附图 5 拟建工作场所所在 603 工房平面布置图（西侧）.....	73
附图 6 拟建工作场所所在 603 工房平面布置图（东侧）.....	74
附图 7 拟建 X 射线探伤工作场所平面布置图（俯视图）.....	75
附图 8 拟建 X 射线探伤工作场所平面布置图（剖面图）.....	76
附图 9 UND450 型 X 射线数字成像检测设备设计参数.....	77
附件 1 委托书.....	78
附件 2 建设单位土地使用证.....	79
附件 3 辐射环境现状检测报告.....	81
附件 4 检验检测机构资质材料.....	85
附件 5 设备检定/校准证书.....	86
附件 6 屏蔽措施确认.....	90

表 1 项目基本情况

建设项目名称		X 射线数字成像检测设备应用项目			
建设单位		川南航天能源科技有限公司			
法人代表	徐德昭	联系人	李勇	联系电话	18989133070
注册地点	四川省泸州市龙马潭区特兴安民街 88 号 301 栋				
项目建设地点	四川省泸州市龙马潭区特兴安民街 88 号，川南航天能源科技有限公司 603 工房北侧中间位置				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	200	项目环保投 资(万元)	7	投资比例(环保 投资/总投资)	3.5%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²)	89.1
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	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<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 建设单位简介

川南航天能源科技有限公司于 2013 年 7 月 26 日完成工商注册设立登记，10 月开始独立运营，从业人员约 350 人。于 2023 年 8 月 8 日完成资产交割，成为上市公司——航天智造科技股份有限公司全资子公司。川南航天能源科技有限公司生产区位于龙马潭区特兴街道安民街，北靠龙溪河河边，场地西侧为 321 国道，东侧为 307 省道，距离泸州市区 14km，距泸州市至泸县产城大道约 3km，距泸州云龙机场约 5km，距离重庆市约 130km，距离成都市约 290km。

1.2 项目由来

为判断某产品内部装药情况，建设单位拟在公司 603 工房北侧中间位置新建一处 X 射线无损探伤工作场所，拟安装使用 1 台重庆日联科技有限公司生产的 UND450 型 X 射线数字成

像检测设备（最大管电压450 kV，最大管电流3.33 mA），该X射线数字成像检测设备自带铅房，本项目属于使用II类射线装置。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《建设项目环境影响评价分类管理名录》，本项目属“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目——使用II类射线装置”，应编制环境影响报告表。川南航天能源科技有限公司委托中威检测（山东）有限公司开展该项目的环评工作。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础上，并按照《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》（HJ 10.1-2016）的要求，编制完成了《川南航天能源科技有限公司 X 射线数字成像检测设备应用项目环境影响报告表》。

1.3 环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据国家环境保护部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告表的全本信息；各级生态环境主管部门在受理建设项目环境影响报告表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。根据以上要求，建设单位于2026年4月3日在网页进行了全文公示，以征求公众意见。截至目前，建设单位及评价单位未收到任何信息反馈。

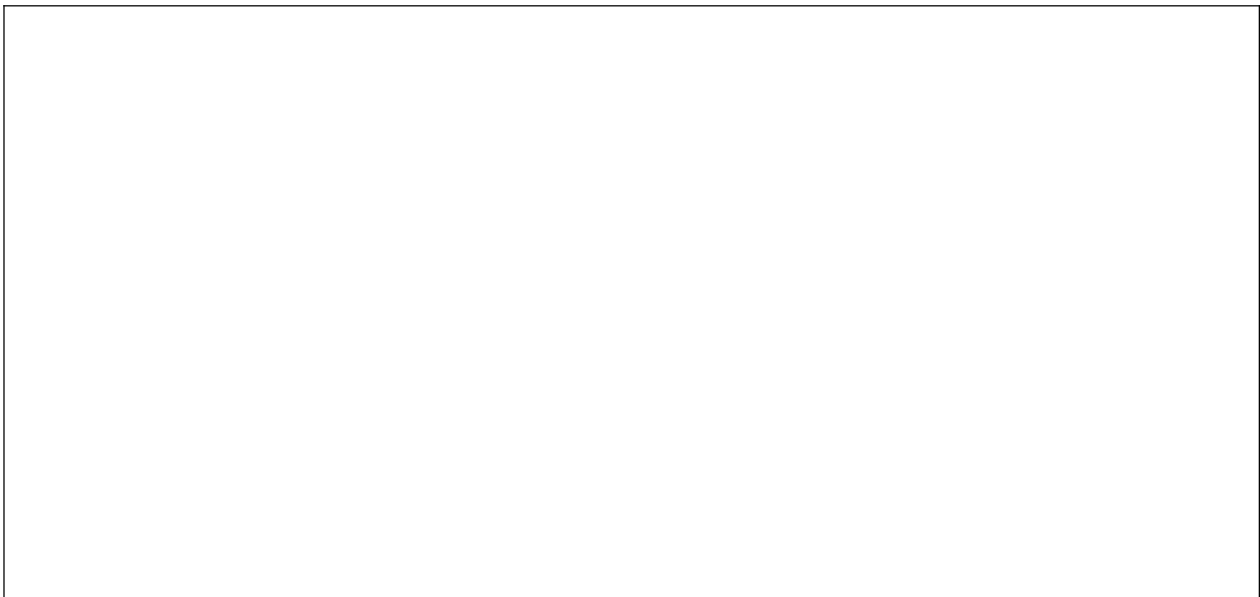


图 1-1 全文公示截图

1.4 现有工程规模及辐射安全管理现状

经现场核实，在本项目前，建设单位无核技术利用建设项目。

1.5 项目建设内容及规模

1.5.1 项目名称、性质、建设地点

项目名称：川南航天能源科技有限公司 X 射线数字成像检测设备应用项目

建设单位：川南航天能源科技有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省泸州市龙马潭区特兴安民街 88 号，川南航天能源科技有限公司 603 工房北侧中间位置，项目地理位置见图 1-1，周边环境关系影像图见图 1-2。



图 1-1 建设单位地理位置图

略

图 1-2 建设单位周边环境关系影像图

1.5.2 项目建设内容及规模

建设单位拟在公司603工房北侧中间位置新建一处X射线无损探伤工作场所，包括X射线无损检测间、控制室、设备间等。X射线无损检测间东西长6.0 m，南北长9.0 m，高5.5 m。控制室东西长3.9 m，南北长9.0 m，高5.5 m。无损检测主要目的为判断某产品内部装药情况。

建设单位拟安装使用1台重庆日联科技有限公司生产的UND450型X射线数字成像检测设备（最大管电压450 kV，最大管电流3.33 mA），该X射线数字成像检测设备具有实时成像功能，自带铅房。该设备主要由X射线发生装置、X射线成像装置、图像处理单元、机械及电气控制系统、X射线防护系统、实时监控系统等组成。

（1）屏蔽铅房

本项目X射线数字成像检测设备铅房拟布设在X射线无损监测间的中间位置，铅房正面朝西、背面朝东。铅房为整体式结构，外尺寸东西长3.031 m，南北长2.698 m，高2.729 m。内部尺寸为东西长2.376 m，南北长2.197 m，高2.277 m。操作台拟位于X射线无损检测间东侧控制室内，距离铅房东墙约0.5 m。铅房主射面（南侧）拟采用4 mm钢板+62 mm铅板+2 mm钢板，铅房东侧面、西侧面、北侧面、铅房底板（非主射面）拟均采用4 mm钢板+40 mm铅板+2 mm钢板，铅房室顶拟采用4 mm钢板+40 mm铅板+2 mm钢板，铅房底板（主射面）：4mm钢板+62mm铅板+2mm钢板。

（2）射线装置

铅房内安装使用1台（套）重庆日联科技有限公司生产的UND450型X射线数字成像检测设备（最大管电压450 kV，最大管电流3.33 mA），属于II类射线装置，主射线束只会照射到铅房南侧、底面，检测物体高度300 mm。

本项目的探伤检测对象为建设单位生产的某产品，根据建设单位提供的资料，建设单位拟对生产的某产品A型进行全检，仅必要时可对某产品B型、某产品C型开展检测。公司使用X射线数字成像检测设备单次曝光时间最长约30 s，单个产品需照射3次，每天探伤工件约10件，工作人员每周工作5天，年工作250天，则年探伤工件约2500件，年最大曝光时间约62.5 h。

1.5.3 项目组成及主要环境问题

本项目具体组成及主要的环境问题见表1-2。

表1-2 项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运行期
主体工程	<p>建设单位拟在公司603工房北侧中间位置新建一处X射线无损探伤工作场所，包括X射线无损检测间、控制室、设备间。X射线无损检测间东西长6.0 m，南北长9.0 m，高5.5 m。控制室东西长3.9 m，南北长9.0 m，高5.5 m。无损检测主要目的为判断某产品内部装药情况。</p> <p>建设单位拟安装使用1台重庆日联科技有限公司生产的UND450型X射线数字成像检测设备（最大管电压450 kV，最大管电流3.33 mA），该X射线数字成像检测设备具有实时成像功能，自带铅房。该设备主要由X射线发生装置、X射线成像装置、图像处理单元、机械及电气控制系统、X射线防护系统、实时监控系统等组成。</p> <p>1.屏蔽铅房：本项目X射线数字成像检测设备铅房拟布设在X射线无损监测间的中间位置，铅房正面朝西、背面朝东。铅房为整体式结构，外尺寸东西长3.031 m，南北长2.698 m，高2.729 m。内部尺寸为东西长2.376 m，南北长2.197 m，高2.277 m。操作台拟位于X射线无损检测间东侧控制室内，距离铅房东墙约0.5 m。铅房主射面（南侧）拟采用4 mm钢板+62 mm铅板+2 mm钢板，铅房东侧面、西侧面、北侧面、铅房底板（非主射面）拟均采用4 mm钢板+40 mm铅板+2 mm钢板，铅房室顶拟采用4 mm钢板+40 mm铅板+2 mm钢板，铅房底板（主射面）：4mm钢板+62mm铅板+2mm钢板。</p> <p>2.射线装置：铅房内安装使用1台重庆日联科技有限公司生产的UND450型X射线数字成像检测设备（最大管电压450 kV，最大管电流3.33 mA），属于II类射线装置，主射线束只会照射到铅房南侧、底面，检测物体高度300 mm。</p>	施工噪声、 废水、建筑 粉尘、固体 废弃物	X射线、 臭氧、噪 声
辅助工程	控制室、设备间	施工噪声、 废水、建筑 粉尘、固体 废弃物	X射线、 臭氧、噪 声
环保工程	<p>废水：本项目实时成像，不产生洗片废水；生活污水依托建设单位既有生活污水预处理设施处理后排入污水管网。</p> <p>废气：铅房自带轴流风机，产生的臭氧、氮氧化物排出铅房后通过排气管道从X射线无损监测间南墙排放至室外。</p> <p>固体废物：本项目实时成像，不产生废显影剂、废定影剂和废胶片等固体废物；办公、生活垃圾依托厂区生活垃圾站暂存，由环卫部门统一清运处理。</p>	生活污水、生活垃圾， 依托厂区已建设施	
公用工程	配电、供电和通讯系统等依托厂区已建设施。	依托厂区已建设施	
办公及生活设施	办公用房、卫生间、食堂等依托厂区已建设施。	生活污水、生活垃圾， 依托厂区已建设施	

1.5.4 主要设备配置及主要技术参数

本项目涉及1台X射线数字成像检测设备，属于II类射线装置，本次评价涉及的射线装置详见表1-3。

表1-3 本次评价涉及的射线装置情况

射线装置名称	X射线数字成像检测设备
型号	UND450
生产厂家	重庆日联科技有限公司
射线装置类别	II类
数量	1台(套)
最大管电压(kV)	450
最大管电流(mA)	3.33
射线辐射角	30°
固有滤波片	5 mm铍
使用环境条件	环境温度(室内): 5°C~40°C; 环境湿度: <80%; 设备安装区域的震动小于400 μm/s。
距辐射源点(靶点)1m处输出量	29.6mGy·m ² /(mA·min)
照射方向	定向, 向下、向南
损伤评定方式	数字实时成像
焦点尺寸	d=0.4mm/1.0mm (EN12543)
铅房外壳辐射泄漏剂量	≤2.5μSv/h (距铅房外表面30cm处测得)
检测范围	上下透照: 托盘有效面积φ500mm, 检测高度 300mm; 左右透照: φ400mm×400mm;
安装(使用)位置	603 工房北侧中间位置拟建 X 射线无损检测间
设备来源	新购

1.5.5 主要能耗

本项目会使用探伤系统实时电脑成像功能, 主要能耗情况见表1-4。

表1-4 主要能耗情况一览表

类别	名称	年耗量	来源
能源	电	约10000kWh	市政
水	生活用水	约200m ³	市政

1.5.6 依托工程

(1) 废水处理依托工程

本项目辐射工作人员产生的生活污水依托厂区既有生活污水预处理站处理, 废水经预处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 三级标准后, 排入污水管网。故本项目废水处理具有依托可行性。

(2) 固体废物依托工程

辐射工作人员产生的生活垃圾依托厂区已建的生活垃圾收集点暂存后, 由环卫部门统一转运处理。故本项目固体废物具有依托可行性。

1.6 工作人员及工作制度

劳动定员: 本项目拟配备2名探伤机操作人员和1名管理人员, 均为新增辐射工作人员, 本次新增人员仅开展本项目辐射工作, 今后根据开展的项目、工作量等实际情况适当增加人员编制。

工作制度：实行8小时工作制，年工作时间250天。

公司应严格执行辐射工作人员培训制度，组织本项目新增辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗，在成绩报告单时间超过有效期之前，应再次进行考核并通过考核。

1.7 产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》第一类鼓励类中“六、核能”中第4条“核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发”和三十一项“科技服务”中第1条“质量认证和检验检测服务”，符合国家现行的产业政策。

1.8 实践正当性分析

川南航天能源科技有限公司利用 X 射线数字成像检测设备检测本公司生产的某产品，有效保证出厂产品质量，具有显著的社会和经济效益。公司将严格按照相关标准对 X 射线数字成像检测设备采取辐射安全防护措施，并建立辐射安全管理体系及各项规章制度。虽然在运营过程中，设备的应用可能会对周围环境、辐射工作人员及周围公众造成一定的辐射影响，但在正确使用和管理本项目 X 射线数字成像检测设备的情况下，根据预测结果，辐射工作人员及周边公众的年有效剂量均能满足相关限值要求，设备的应用对周围环境、辐射工作人员及周围公众造成辐射影响可控。在考虑社会、经济和其他有关因素后，对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）关于辐射防护“实践的正当性”要求。

1.9 项目选址、外环境关系

1.9.1 生产厂房外环境关系

根据项目总平面布置图和现场调查可知，川南航天能源科技有限公司 603 工房位于公司厂界内，603 工房东侧、南侧、西侧为室外道路，北侧为室外空地。

1.9.2 铅房外环境关系

本项目 X 射线探伤工作场所拟位于建设单位 603 工房北侧中间位置，位置相对独立，周围无关人员相对较少，便于日常辐射安全管理。X 射线数字成像检测设备铅房外周围 50 m 范围内东侧为 X 射线无损检测间内部、控制室、设备间、603 工房、室外道路等；南侧为 X 射线无损检测间内部、室外道路、602 工房等；西侧为 X 射线无损检测间内部、空房间、603 工房等；北侧为 X 射线无损检测间内部、603 工房生产车间、室外空地等；本项

目 X 射线无损检测间下方无地下室，顶部为不可上人屋面。

本项目铅房周围 50 m 范围内存在 2 处环境保护目标，分别为南侧约 37 m 处 602 工房、X 射线数字成像检测设备所在 603 工房。评价范围内无自然保护区、风景名胜区等保护区、居民区及学校等其他环境敏感区。辐射环境影响评价范围见附图 4。

1.9.3 选址合理性分析

本项目 X 射线探伤工作场所拟建于四川省泸州市龙马潭区特兴安民街 88 号，土地使用规划为工业用地，X 射线数字成像检测设备的责任主体为川南航天能源科技有限公司，本项目位于建设单位 603 工房北侧中间位置，不涉及新增用地。根据《泸州中心城区龙马潭片区乡镇级国土空间总体规划》（2021—2035 年），厂区占地范围位于城镇开发边界范围内，符合国土空间规划要求。本项目辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

1.9.4 与周边环境的相容性分析

本项目利用厂内现有完善的水资源供给系统，生活污水依托建设单位已建的生活污水预处理池处理达标后排入污水管网，不会对当地水质产生明显影响；本项目噪声较小且为间歇性噪声，不会改变区域声环境功能区规划。本项目运行阶段产生的电离辐射经铅房有效屏蔽后对周围环境影响较小，与厂内原有布置及周围环境相容。

表 2 放射源

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动类型	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	贮存地 点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
合计				/	/	/	/	/		

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	装置名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线数字成像检测设备	II	1 台	UND450	450	3.33	无损检测	603 工房北侧中间位置拟建 X 射线无损检测间	新购

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	装置名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (mA)	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
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	/	设有通风口，且设置强制通风装置，将废气排至 603 工房南墙外环境。
/	/	/	/	/	/	/	/	/
本项目正常工况下不产生放射性废气、废水。								

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

<p>法规 文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《中华人民共和国环境保护法》，第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议，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》，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议，2018年12月29日重新修订； 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第6号，2003.10施行； 4. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，中华人民共和国主席令第43号公布，2020.09施行； 5.《中华人民共和国噪声污染防治法》，中华人民共和国主席令第77号公布，2022.6.5施行； 6.《建设项目环境保护管理条例（2017修订）》，国务院令第682号，2017.10施行； 7.《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，2005.12施行，2014.07第一次修订，2019.03第二次修订； 8.《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第31号，2006.3施行，2021.1第四次修订； 9.《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第18号，2011.05施行； 10.《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，2017年第66号，2017.12施行； 11.《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部令第16号公布，2021.1施行； 12.《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，原国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006.09施行； 13.《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令第55号，2007年3月23日经卫生部部务会议讨论通过，2007.11施行； 14.《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕
------------------	---

	<p>430 号文)；</p> <p>15.《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部令第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行)；</p> <p>16.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, 2017 年 11 月 22 日起施行)；</p> <p>17.《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 日施行)；</p> <p>18.《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 2021 年第 9 号)；</p> <p>19.《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号)；</p> <p>20.《四川省辐射污染防治条例》(四川省十二届人大常委会第 24 次会议通过, 2016 年 6 月 1 日实施)；</p> <p>21.《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)。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>1.《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>2.《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>3.《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)；</p> <p>4.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>5.《声环境质量标准》(GB 3096-2008)；</p> <p>6.《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)；</p> <p>7.《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>8.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>9.《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)；</p> <p>10.《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)；</p> <p>11.《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB 22448-2008)；</p> <p>12.《核技术利用单位自行监测技术规范》(DB 34/T 4571-2023)。</p>

其他	<ol style="list-style-type: none">1.川南航天能源科技有限公司 X 射线数字成像检测设备应用项目环境影响评价委托书；2.川南航天能源科技有限公司提供的资料；3.《2024 年四川省生态环境状况公报》（四川省生态环境厅）；4.《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》《辐射防护手册第三分册 辐射安全》（李德平、潘自强主编，原子能出版社）；5.《辐射安全手册》（潘自强主编，科学出版社）；6.《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））。
----	---

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）规定“放射源和射线装置的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50 m 的范围”。结合本项目工程特征及射线装置周围的具体情况，确定本项目辐射环境影响评价范围为 X 射线数字成像检测设备铅房外 50 m 范围内的区域。本项目辐射环境影响评价范围见附图 4。

7.2 保护目标

本项目 X 射线数字成像检测设备屏蔽体外 50 m 范围内无学校、医院、居民区等类型环境敏感目标，评价范围内不涉及其他射线装置及放射源。本项目保护目标为评价范围内活动的职业人员和公众成员。其中，职业人员主要指本项目 X 射线数字成像检测设备的操作人员；公众成员主要为评价范围内活动的非本项目工作人员、环境保护目标处人员及其他公众人员。周围环境保护目标明细详见表 7-1。

表 7-1 本项目主要保护目标情况一览表

保护目标		人数	方位	距离	年有效剂量管理约束值	环境特征
职业人员	控制室	2 人	东侧	约 0.5m	5mSv	单层，高度约 5.5 m，实心砖结构
公众成员	室外道路	流动人员	南侧	约 2.8 m	0.25mSv	室外道路，极少有人停留
	室外空地	0	北侧	约 18.0m	0.25mSv	室外空地，无人员停留
	603 工房	约 20 人	南侧	最近工位约 37 m	0.25mSv	单层，高度约 5.5 m，具有固定工位
	602 工房	约 20 人	东侧、西侧、北侧	最近工位约 7 m	0.25mSv	单层，高度约 5.5m，具有固定工位

注：以上距离为直线最近距离。

7.3 评价标准

7.3.1 环境质量标准

本项目应执行的环境保护标准如下：

- (1) 地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中 II 类标准；
- (2) 大气环境执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中二级标准；
- (3) 声环境质量执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 3 类标准（昼间≤65dB

(A)，夜间 $\leq 55\text{dB(A)}$ 。

7.3.2 污染物排放标准

(1) 臭氧执行《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2022)中1小时均值 $\leq 0.16\text{mg/m}^3$;

(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》(GB 8978-1996)中的三级标准;

(3) 施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)相关标准;运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)中的2类标准。

7.3.3 辐射环境评价标准

(一) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)

根据GB 18871-2002 附录B规定:

(1) 职业照射

a) 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 ;

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv ;

(2) 公众照射

公众照射剂量限值

a) 年有效剂量, 1mSv ;

b) 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 。

(二) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

(1) 使用单位放射防护要求

第4.1款 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。

第4.2款 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。

第4.3款 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。

第4.5款 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

第4.6款 应制定辐射事故应急预案。

(2) 固定式探伤的放射防护要求:

第6.1款 探伤室放射防护要求:

第6.1.1款 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全, 操作室应避开有用线束照射的

方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

第 6.1.2 款 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。

第 6.1.3 款 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

1) 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 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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

第 6.1.4 款 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

1) 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；

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

第 6.1.5 款 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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

第 6.1.6 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，并与探伤机联锁。“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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

第 6.1.7 款 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。

第 6.1.8 款 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。

第 6.1.9 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。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

第 6.2 款 探伤室探伤操作的放射防护要求：

第 6.2.1 款 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

第 6.2.3 款 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

第 6.2.4 款 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

第 6.2.5 款 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

（三）《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 500 kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

第 3 款 探伤室屏蔽要求

第 3.1 款 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

第 3.1.1 款 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_c ）和导出剂量率参考控制水平（ $\dot{H}_{c,d}$ ）：

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 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 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)；

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 ($\text{h}/\text{周}$)。

t 按式 (2) 计算：

$$t = W / (60 \cdot I) \quad (2)$$

W—X射线探伤的周工作负荷（平均每周X射线探伤照射的累积“mA·min”值），
mA·min/周；

60—小时与分钟的换算系数；

I—X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ：

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ：

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

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需考虑有用线束屏蔽，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 3.3 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防护门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设置人员门。探伤室人员防护门宜采用迷路形式。

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 当探伤室内使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下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。

本项目的探伤检测对象为建设单位生产的某产品，根据建设单位提供的资料，建设单位拟对生产的某产品A型进行全检，仅必要时可对某产品B型、某产品C型开展检测。公司使用X射线数字成像检测设备单次曝光时间最长约30 s，单个产品需照射3次，每天探伤工件约10件，工作人员每周工作5天，年工作250天，则年探伤工件约2500件，年最大曝光时间约62.5 h，周曝光时间约为1.25 h。

故根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中3.1.1公式计算，本项

目屏蔽体外周围关注点的导出剂量率参考控制水平计算结果见下表：

表 7-2 本项目屏蔽体外周围关注点的导出剂量率参考控制水平计算结果表

关注点	点位功能	Hc (μSv/h)	U	T	t (h/周)	Hc,d (μSv/h)	Hc,max (μSv/h)	Hc (μSv/h)
控制室	职业人员	100	1	/	1.25	80	2.5	2.5
603 工房	公众	5	1	1	1.25	4	2.5	2.5
602 工房	公众	5	1	1	1.25	4	2.5	2.5

综合考虑以上标准，本次评价以**5.0 mSv/a**作为职业人员的年管理剂量约束值，以**0.25 mSv/a**作为公众成员的年管理剂量约束值；以**2.5 μSv/h**作为X射线数字成像检测设备屏蔽体四周、上侧、防护门外**30 cm**处周围剂量当量率控制目标。

（四）参考资料

根据《2024 年四川省生态环境状况公报》中数据显示：2024 年泸州市辐射环境自动站环境 γ 辐射剂量率年均值为（70~100）nGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理及场所位置

川南航天能源科技有限公司位于四川省泸州市龙马潭区特兴安民街 88 号 301 栋，本项目位于建设单位 603 工房北侧中间位置拟建 X 射线无损检测间内，X 射线数字成像检测设备自带一体化铅房，X 射线数字成像检测设备铅房外四周环境详见表 8-1，现场勘查时现状照片见图 8-1。

表 8-1 X 射线数字成像检测设备铅房外周围环境一览表

名称	方向	场所名称	距场所距离
X 射线数字成像检测设备工作场所	东侧	X 射线无损检测间内部、控制室、设备间、603 工房、室外道路等；	0-50m
	南侧	X 射线无损检测间内部、室外道路、602 工房等；	0-50m
	西侧	X 射线无损检测间内部、空房间、603 工房等；	0-50m
	北侧	北侧为 X 射线无损检测间内部、603 工房生产车间、室外空地等；	0-50m

注：本项目拟建区域下方无地下室，顶部为不可上人屋面。



拟建 X 射线无损检测间现状



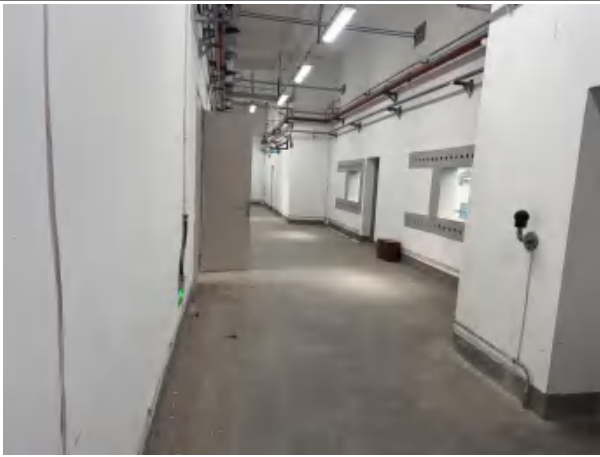
拟建控制室现状



拟建 X 射线无损检测间南侧室外道路



拟建 X 射线无损检测间西侧空房间



拟建 X 射线无损检测间北侧走廊



拟建区域所在 603 工房



拟建区域南侧 602 工房



拟建区域北侧室外空地

图 8-1 本项目周围现场拍摄照片（2026 年 3 月 27 日）

8.2 环境质量和辐射现状

本次评价根据项目实际情况制定辐射环境监测计划，对本项目 X 射线数字成像检测设备拟建区域周围辐射环境现状进行监测。监测方案如下：

（1）环境现状评价对象

本项目 X 射线数字成像检测设备拟建区域周围辐射环境现状。

（2）监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率。

（3）监测点位

根据实际建设情况，按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）测点布设原则，于拟建区域周围布设 9 个监测点。

（4）质量保证措施

1) 监测单位

委托具备相应检测资质的中威检测（山东）有限公司开展监测，该单位已取得 CMA

资质，已取得生态环境监测机构资质认定。

2) 监测仪器

本次监测所用到的监测设备信息详见表 8-2。

表 8-2 监测设备信息详情

仪器名称	便携式 X-γ剂量率仪
仪器型号	BH3103B (JC01-04-2016)
生产厂家	中核(北京)核仪器厂
测量范围	(1~10000) × 10 ⁻⁸ Gy/h
测量精度	0.1 × 10 ⁻⁸ Gy/h
能量响应	25keV~3MeV, 极限偏差±15%; 对宇宙射线的能量响应: 极限偏差±15%(以 RSS-111 高压电离室为标准);
固有误差	剂量率指示的固有误差: ±10%; 角响应: 对 ¹³⁷ Cs, 0°~120°, 极限偏差±15%。
检定/校准有效期	2025 年 6 月 9 日~2026 年 6 月 8 日
检定/校准证书编号	250003010001572
检定单位	中检计量有限公司
使用日期	2026 年 3 月 27 日

3) 监测方法

依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)的要求和方法进行现场测量。将仪器接通电源预热 15 min 以上, 设置好测量程序, 仪器自动读取 10 个数据, 计算均值和标准偏差。

4) 其他保证措施

本次由两名检测人员共同进行现场监测, 由专业人员按操作规程操作仪器, 并做好记录。检测时获取足够的的数据量, 以保证检测结果的统计学精度。建立完整的文件资料、仪器校准(测试)证书、检测布点图、测量原始数据、统计处理记录等全部保留, 以备复查。检测报告严格实行多级审核制度, 经过校对、审核, 最后由授权签字人审定。

(5) 监测时间与条件

2026 年 3 月 27 日, 天气: 阴; 温度: 18.3°C, 相对湿度: 52%。

(6) 监测结果

γ辐射空气吸收剂量率监测结果见表 8-3, 环境γ辐射空气吸收量率监测布点图见图 8-2。

表 8-3 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

点位号	点位描述	γ 空气吸收剂量率 (nGy/h)	
		平均值	标准差
1	拟建工作场所中间位置	59.8	7.1
2	拟建工作场所东侧位置	69.9	7.0
3	拟建工作场所南侧位置	75.4	11.4
4	拟建工作场所西侧位置	77.3	11.7
5	拟建工作场所北侧位置	81.0	12.3
6	拟建工作场所南侧小药量军用爆破器材工房 (602)	72.7	14.5
7	拟建工作场所所在大药量军用爆破器材工房 (603)	80.0	8.2
8	拟建工作场所南侧室外道路	58.9	8.4
9	拟建工作场所北侧室外空地	57.0	6.3

注：1.上表中 γ 空气吸收剂量率检测结果均未扣除宇宙射线响应值；2.建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子为：“1~7”号点位取 0.9，“8、9”号点位取 1。



图 8-2 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测布点图

(7) 环境现状调查结果评价

由表 8-3 可知,本项目拟建场址周围 γ 辐射空气吸收剂量率最大为 81.0 nGy/h。根据《2024 年四川省生态环境状况公报》中数据显示,本项目拟建场址及周边辐射环境现状本底值与四川省天然辐射水平基本相当,属于正常本底范围。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析及污染源分析

项目施工期主要施工内容为：1.将现有一间生产车间空房间改造为无损检测间，在其中安装 1 台（套）UND450 型 X 射线数字成像检测设备（含铅房）；2.拟建控制室东墙中间位置开凿一处进出口，拟建控制室南侧位置使用实心砖隔离出设备间；3.拟建 X 射线无损检测间南墙使用实心砖封堵；3.设备调试。

施工期仅为房间的改造、设备简单组装、设备调试，不涉及挖地基土建工程，施工期短，并且产生的环境影响随施工期结束而消失。本项目施工工艺主要为场所隔离、设备外壳整体吊装、操作台安装、设备调试等。施工期产生的主要污染物为施工噪声、施工人员生活污水、产生的施工垃圾和施工人员生活垃圾。产生的施工噪声通过合理安排作业时间，减轻对周围环境影响；产生的生活污水经化粪池后排入市政污水管网；产生的施工垃圾定点收集后集中处理；产生的生活垃圾定点收集后交由环卫部门统一处理。项目施工期工艺流程及产污环节见图 9-1。

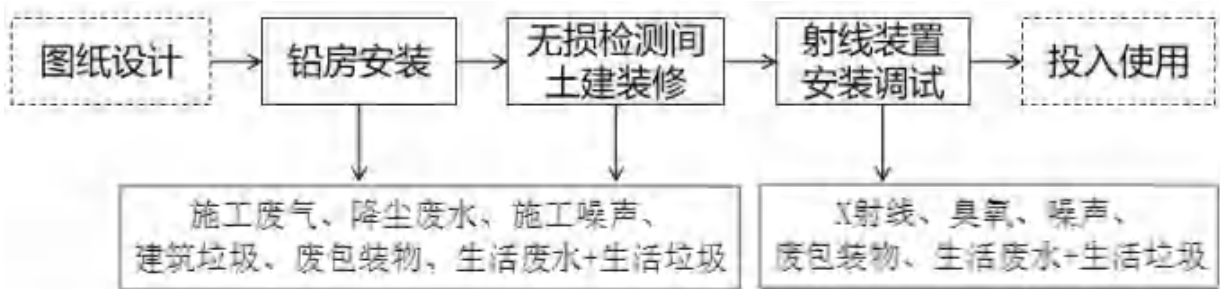


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节

9.2 运行期工程分析及污染源分析

9.2.1 X 射线数字成像检测设备简介

(1) UND450 型 X 射线数字成像检测设备结构组成

X 射线数字成像检测设备主要由 X 射线探伤机、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元、电气控制单元、X 射线防护单元组成。对物体内部进行无损评价，是进行产品研究、失效分析、高可靠性筛选、质量评价、改进工艺等工作的有效手段。

(2) X 射线数字成像检测设备主要技术参数

该 X 射线数字成像检测设备自带铅房。本项目 X 射线数字成像检测设备主要技术参数见表 9-1，X 射线数字成像检测设备外观示意图见图 9-2。

表 9-1 本项目 X 射线数字成像检测设备主要技术参数

射线装置名称	X射线数字成像检测设备
型号	UND450
生产厂家	重庆日联科技有限公司
射线装置类别	II类
数量	1台(套)
最大管电压(kV)	450
最大管电流(mA)	3.33
射线辐射角	30°
固有滤波片	5 mm铍
使用环境条件	环境温度(室内): 5°C~40°C; 环境湿度: <80%; 设备安装区域的震动小于400 μm/s。
距辐射源点(靶点)1m处输出量	29.6mGy·m ² / (mA·min)
照射方向	定向, 向下、向南
损伤评定方式	数字实时成像
焦点尺寸	d=0.4mm/1.0mm (EN12543)
铅房外壳辐射泄漏剂量	≤2.5μSv/h (距铅房外表面30cm处测得)
检测范围	上下透照: 托盘有效面积φ500mm, 检测高度 300mm; 左右透照: φ400mm×400mm;
安装(使用)位置	603 工房北侧中间位置拟建 X 射线无损检测间
设备来源	新购
通风设计	动力排风装置, φ155, 通风量 330 m ³ /h, 风机噪声≤52dB。

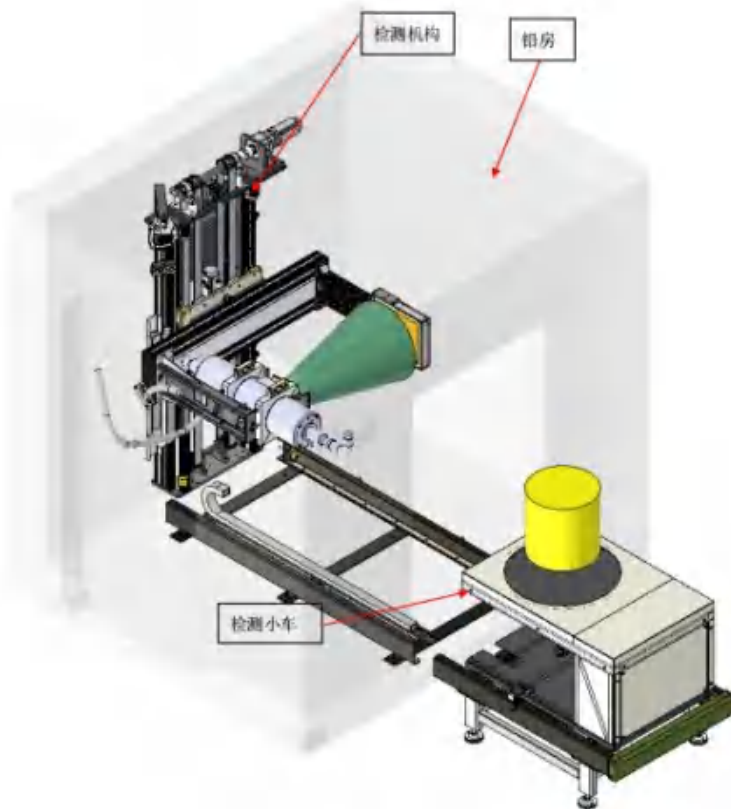


图 9-2 本项目 X 射线数字成像检测设备外观示意图

(3) X 射线产生原理

X 射线的产生是利用 X 射线管中高速电子去撞击阳极靶，从而产生 X 射线。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。聚焦杯的作用是使这些电子聚焦成束，直接向阳极中的靶体射去。高压加在 X 射线管两极之间，使电子在射到靶体之前被加速到很高的速度。靶体一般用高原子序数的难熔金属，如钨或铂等制成。当电子到达靶原子核附近时，在原子核库仑场的作用下，运动突然受阻，其能量以电磁波（X 射线）的形式释放。为减少无用的低能光子的照射，常用适当厚度的过滤片把低能光子滤掉。典型的 X 射线管示意图见图 9-3。

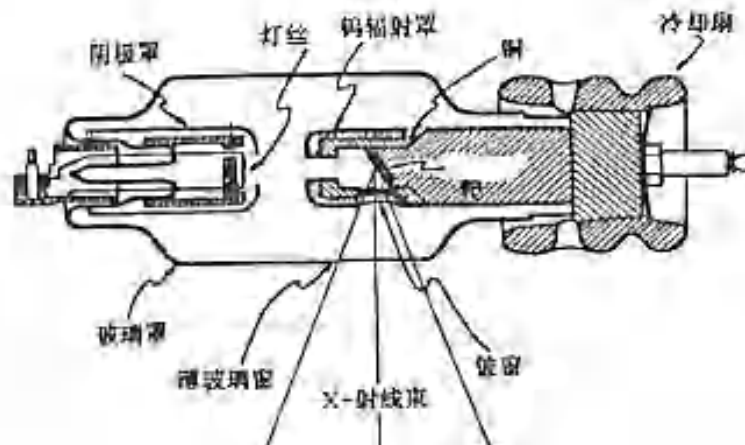


图 9-3 典型的 X 射线管示意图

(4) X 射线数字成像检测设备工作原理

由 X 射线管发出 X 射线，X 射线穿透被测物体，根据被测物体的不同密度及不同厚度对 X 射线的吸收和反射特性不同，成像器将穿透被测物体的 X 射线信息转换成灰度信息并传输给计算机，计算机通过图像处理软件对原始图像进行图像降噪、锐化等处理，将被检测物体内部结构状况清晰地显示出来，并根据需要进行数据的本地存储、打印。

(5) 典型被测件参数及检测要求

本项目主要针对某产品 A 型进行 X 射线无损检测，判断产品内部装药情况；另有少量圆柱形某产品 B 型、某产品 C 型需进行 X 射线检测，辨识产品内部装配和装药情况。

1) 某产品 A 型

被测件某产品 A 型参数一览表见表 9-2。

表 9-2 某产品 A 型参数一览表

类别	某产品 A 型
参数	a) 产品直径: $\leq 300\text{mm}$; b) 产品高度: $110\text{mm}\sim 200\text{mm}$; c) 产品最大重量: 50kg ; d) 产品结构: 略。
某产品 A 型检测要求	a) 可从 X、Y、Z 三个方向 (垂直产品外圆面、外圆面旋转 90° 、垂直产品端面三个方向) 对每发产品进行透照; b) 可检测出产品与外壳之间有无缝隙, 产品内部有无裂纹、空隙、金属夹渣等; c) 可检测出产品内部有无直径 $2\text{mm}\leq d\leq 5\text{mm}$ 之间及 $d>5\text{mm}$ 的铝粉结团; d) 可检测出产品中无直径 $5\text{mm}\leq d\leq 10\text{mm}$ 之间及 $d>10\text{mm}$ 的石蜡结团。

被测件某产品 A 型结构示意见图 9-4。

略

图 9-4 某产品 A 型结构示意图

2) 典型某产品 B 型

a) 某产品 B 型 1: 圆柱形产品, 壳体为钢材或铝材, 外径范围 $8\text{ mm}\sim 12\text{ mm}$, 长度 $\leq 140\text{ mm}$, 典型产品结构示意见图 9-5、图 9-6。

略

图 9-5 典型产品结构示意图

略

图 9-6 典型产品结构示意图

b) 某产品 B 型 2: 圆柱形产品, 部分壳体为尼龙材料, 部分壳体为钢材, 最大外径 38 mm , 长度 $\leq 201\text{ mm}$, 典型产品结构示意见图 9-7。

略

图 9-7 典型产品结构示意图

c) 某产品 B 型 3: 圆柱形产品, 壳体为钢材, 外径范围 $20\text{ mm}\sim 22\text{ mm}$, 长度 $37\text{ mm}\sim 45\text{ mm}$, 其典型产品结构示意见图 9-8。

略

图 9-8 典型产品结构示意图

3) 某产品 C 型

a) 某产品 C 型 1: 圆柱形产品, 壳体为钢材, 最大外径 48 mm, 长度 297 mm~549 mm, 其典型产品结构示意图 9-9。

略

图 9-9 典型产品结构示意图

b) 某产品 C 型 2: 圆柱形产品, 壳体为复合材料, 密度 (1.5~2.0) g/cm³, 最大外径 36 mm, 长度 300 mm, 其典型产品结构示意图 9-10。

略

图 9-9 典型产品结构示意图

检测要求:

a) 某产品 B 型、某产品 C 型检测时垂直于产品外圆面透照 (只检测一张图片), 能清晰地辨识产品的内部装配和装药情况;

b) 某产品 C 型采用统一尺寸托盘多发成盘检测, 人工摆盘, 人工上下料;

c) 某产品 B 型单发 (或几发) 进行检测, 人工上下料。

9.2.2 X 射线数字成像检测设备工作流程

(1) 某产品 A 型射线检测工艺流程

a) 人工周转产品: 使用物料转运车将待检某产品 A 型转移至待检区域;

b) 人工上料: 人工将产品从物料转运车转移并平稳放置在检测台上, 退出射线检测间, 关闭防护门;

c) 设置程序: 开机后, 选择检测产品为某产品 A 型, 启动检测程序;

d) 自动检测: 检测程序控制检测台、射线机、探测器相对旋转或移动, 实现对产品 X、Y、Z 三个方向分别进行实时 X 射线成像检测;

e) 人工下料: 当前产品检测完毕后, 人工将已检的产品转移至物料转运车上;

f) 人工周转产品: 产品完成检测后 (也可手动中断), 关闭射线机, 进入射线检测间, 将已检产品转移出射线检测间;

g) 结果判定: 根据成像图片, 人工判定检测结果。

(2) 某产品 C 型射线检测工艺流程

a) 人工摆盘: 将产品按一定的排列方式装在指定托盘内;

b) 人工周转产品：打开防护门，将完成装盘的产品（单盘或多盘）转移至射线检测间产品待检区域；

c) 人工上料：人工将产品托盘平稳放置在检测台上，退出射线检测间，关闭防护门；

d) 设置程序：开机后，选择检测产品为某产品 C 型（名称待定），启动检测程序；

e) 自动检测：检测程序自动控制射线机、探测器，实现对产品进行实时 X 射线成像检测；

f) 人工下料：当前托盘产品检测完毕后，人工将已检测产品托盘转移至射线检测间产品已检区域；

g) 人工周转产品：射线检测间所有待检产品完成检测后（也可手动中断），关闭射线机，进入射线检测间，将已检产品转移出射线检测间；

h) 结果判定：根据成像图片，人工判定检测结果。

射线无损检测工艺流程图及产污环节示意图见图 9-11。

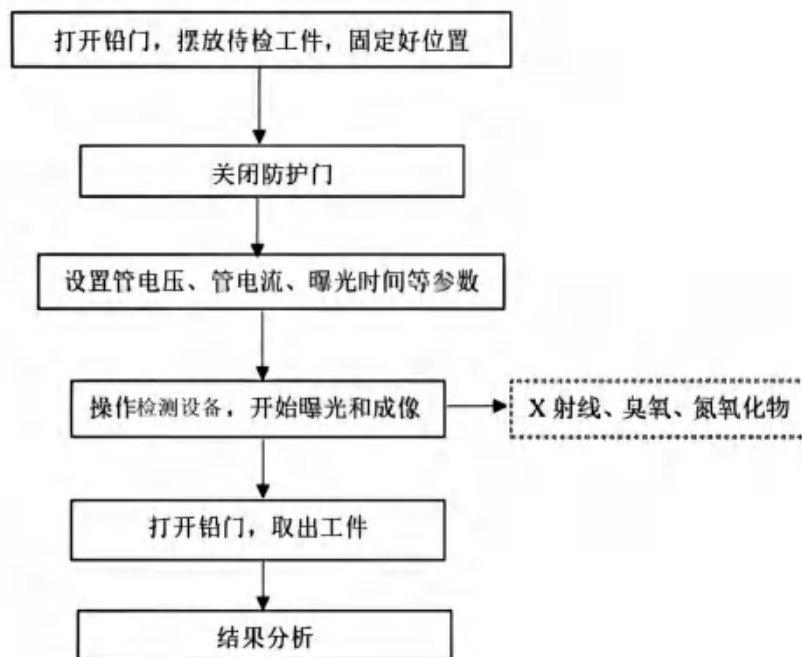


图 9-11 某产品 A 型射线检测工艺流程图及产污环节示意图

9.2.3 劳动定员及工作量

本项目的探伤检测对象为建设单位生产的某产品，根据建设单位提供的资料，建设单位拟对生产的某产品A型进行全检，仅必要时可对某产品B型、某产品C型开展检测。公司使用X射线数字成像检测设备单次曝光时间最长约30 s，单个产品需照射3次，每天探伤工件约10件，工作人员每周工作5天，则年探伤工件约2500件，年最大曝光时间约62.5 h。

本项目拟配备2名探伤机操作人员和1名管理人员，均为新增辐射工作人员，本次新增人员仅开展本项目辐射工作，今后根据开展的项目、工作量等实际情况适当增加人员编制。探伤机操作人员实行8小时工作制，年工作时间250天。建设单位拟组织本项目探伤机操作人员及管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗，以满足本项目要求。

9.2.4 人流、物流路径

（1）辐射工作人员路径

辐射工作人员使用物料转运车将待检产品转移至待检区域，开始检测时，人工将被检产品从物料转运车转移并平稳放置在检测台上，随后检查铅房辐射屏蔽体和辐射安全装置情况，确保其正常运行，再确认无损检测间内无非辐射工作人员停留，随即关闭无损检测间大门；辐射工作人员沿着 X 射线无损检测间北侧走廊向东，后向南转，经控制室进出门进入控制室；人员到操作台进行参数调试，调试完成后出束，出束结束后关闭 X 射线数字成像检测设备；根据无损检测结果，将已测工件从机械手中取出放置在合格工件或返修工件暂存区，暂存至一定量后运送出无损检测间。

（2）工件路径：产品生产完成后先由辐射工作人员带入无损检测间，放置在待测暂存区，随后人工取至铅房内部，进行摆位和无损检测；检测结束后根据检测结果在合格区或非合格区暂存，暂存至一定量后原路运送出无损检测间。

9.3 污染源项描述

9.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

本项目施工期主要是铅房安装、无损检测间部分改造装修和射线装置安装调试工序。

（1）铅房安装和无损检测间部分改造装修工程

本项目铅房安装和无损检测间部分改造装修工程主要环境影响因素为废气、降尘废水、噪声、固体废弃物和生活污水、生活垃圾等。

1) 噪声

本项目施工期噪声主要来自杂物清理、无损检测间部分改造装修、设备安装等几个阶段，主要噪声源为各种建筑施工机械运转时的噪声以及建筑材料运输过程中的交通噪声，另外还有突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

2) 废水

施工期废水主要来自施工人员的生活污水。本项目建设内容较为简单，施工期最多时期有约 3 人施工，总施工期约 5 天，用水按每人每天 50 L 计算，日用水 0.15m³/d。废水产生量以 80%计，每天产生生活污水 0.12 m³/d。

3) 固体废物

固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，生活垃圾以每人每天 0.25 kg 计，产生量为 0.75 kg/d。

4) 扬尘

本项目在建设施工期使用机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。

(2) 射线装置安装调试工序

射线装置安装调试工序主要污染因素为 X 射线、臭氧、噪声及少量包装废弃物。

9.3.2 营运期污染因素分析与评价因子

(1) 正常工况污染途径

1) 放射性废物

本项目不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

2) X 射线

X 射线数字成像检测设备开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击靶，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。X 射线数字成像检测设备开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响，关机后 X 射线随之消失。因此在 X 射线数字成像检测设备开机的时间内，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

3) 噪声

X 射线数字成像检测设备工作过程中，通风口配套的风机运行过程中产生的噪声会对周围环境带来一定的影响。

4) 非放射性有害气体

X射线数字成像检测设备产生的X射线会使空气电离，进而产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），在NO_x中以NO₂为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目中，臭氧和氮氧化物的产生量均较少。

5) 废水

本项目配备2名辐射工作人员，均为建设单位现有员工，则废水产生量不增加，生活污水依托厂区化粪池收集达到接管标准后，通过市政污水管网纳入污水处理厂集中处理，达标排放。

6) 固废

本项目配备2名辐射工作人员，均为建设单位现有员工，则生活垃圾产生量不增加，生活垃圾委托环卫部门统一处理。

综上所述，本项目营运期环境影响评价的评价因子为 X 射线、噪声、非放射性有害气体，评价重点为 X 射线。

(2) 事故工况污染源分析

本项目 X 射线数字成像检测设备具有铅屏蔽外壳，装置的检修委托设备供应商进行，在设备非维修状况下，人员无法进入 X 射线数字成像检测设备铅房内部。

本项目使用射线装置属 II 类射线装置，可能发生的事故工况主要为：

1) 防护门门-机联锁失效的情况下，X 射线数字成像检测设备出束照射时，防护门未完全关闭，致使 X 射线泄漏到屏蔽体外面，给辐射工作人员造成不必要照射。

2) X 射线数字成像检测设备屏蔽体结构劳损，导致防护屏蔽能力下降，X 射线数字成像检测设备出束对周围的辐射工作人员和公众造成超剂量照射。

3) 设备维修时，维修人员尚未离开 X 射线数字成像检测设备内部，其他人员启动 X 射线数字成像检测设备，造成维修人员误照射。

从理论上讲，发生上述这种事故的几率极小，为防止事故的发生，在购置设备时要注意安全联锁设施的可靠性与稳定性的设计水平，使用过程中要经常定期检查和维护联锁系统及安全保障系统，设备操作人员应严格按照操作规程进行运行操作，每次开机前必须确认 X 射线数字成像检测设备内部无人员时，才能进行开机运行。X 射线数字成像检测设备运行状态下，定期对 X 射线数字成像检测设备屏蔽体外辐射剂量率进行监测，发现屏蔽体四周辐射剂量率异常，应及时查明原因，并对其进行维修。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

本项目X射线数字成像检测设备拟安装于建设单位603工房北侧中间位置拟建X射线无损检测间内，建设单位厂区平面布置图见附图3，拟建工作场所所在603工房平面布置图见附图5、附图6，拟建X射线探伤工作场所平面布置图见附图7、附图8。

操作台位于X射线无损检测间东侧控制室内，分开独立设置，X射线数字成像检测设备内部人员禁止进入，X射线数字成像检测设备主射束方向定向向下、向南，能避开操作台，本项目布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第6.1.1款要求。

10.1.2 工作场所分区

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定：控制区是在辐射工作场所划分的区域，在这种区域内需要或可能需要采取专门的防护手段或安全措施，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；监督区是未被确定为控制区，通常不需要采取专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

建设单位已对X射线数字成像检测设备工作场所进行分区管理，将X射线数字成像检测设备铅房内部划为控制区；X射线数字成像检测设备铅房外30cm处设置警戒线，X射线无损检测间划为监督区。控制区需要最优化的辐射屏蔽和冗余的安全连锁系统，防护门设置明显的电离辐射警告标志，标志图形、颜色、字体等均按照GB 18871-2002规定要求设置，预防潜在照射及事故照射的发生。X射线数字成像检测设备运行时，控制区内禁止人员进入。监督区只有辐射工作人员才能进入进行操作，公众不允许进入。监督区边界设置明显的警示线和提示标语，提示无关人员禁止进入监督区。分区管理示意图见附图7。

10.1.3 辐射防护屏蔽设计措施

根据建设单位提供的设备尺寸和屏蔽参数，本项目X射线数字成像检测设备自带铅房，采用铅钢设计，本项目X射线数字成像检测设备铅房拟布设在X射线无损检测间的中间位置，铅房正面朝西、背面朝东。铅房为整体式结构，外尺寸东西长3.031m，南北长2.698m，高2.729m。内部尺寸为东西长2.376m，南北长2.197m，高2.277m。操作台拟设于X射线无损检测间东侧控制室内，距离铅房东墙约0.5m。

X 射线数字成像检测设备铅房的屏蔽设计情况见表 10-1。部分示意图见图 10-1~图 10-3。

表 10-1 本项目屏蔽材料及厚度参数一览表

设备型号	屏蔽位置	屏蔽参数
UND450	铅房主射面（南侧）	4 mm 钢板+62 mm 铅板+2 mm 钢板，
	铅房东侧面、西侧面、北侧面、铅房底板（非主射面）	4 mm 钢板+40 mm 铅板+2 mm 钢板，
	铅房室顶	4 mm 钢板+40 mm 铅板+2 mm 钢板，
	铅房底板（主射面）	4mm 钢板+62mm 铅板+2mm 钢板。
	管线口	4mm 钢（内）+40 mm 铅+2mm 钢（外）
	通风口	4mm 钢（内）+40 mm 铅+2mm 钢（外）
	防护门	4mm 钢板+40mm 铅板+2mm 钢板，电动门；门洞尺寸为 1350mm×2200mm，防护门尺寸 1450mm×2300mm；门四周搭接宽度：左右搭接 50mm，上下搭接 50mm

注：1.铅的密度为 11.3 g/cm³、钢的密度 7.8 g/cm³；2.保守估算，下文屏蔽计算仅考虑铅的屏蔽能力。



10.1.4 辐射安全防护设施

本项目 X 射线数字成像检测设备设计的辐射安全装置和保护措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的符合性分析见表 10-2。本项目安全联锁逻辑关系示意图见图 10-4，本项目辐射安全防护设施示意图见图 10-5，电离辐射警告标志示意图见图 10-6。

表 10-2 辐射安全防护措施与标准的符合性分析

序号	标准要求	拟采取措施	是否符合
1	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。	川南航天能源科技有限公司对本项目放射防护安全负主体责任。	符合
2	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。	建设单位已建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和落实放射防护管理制度和措施。	符合
3	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 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。	建设单位拟与有资质单位签订个人剂量委托协议，拟为辐射工作人员配置个人剂量计，每三个月检测一次，拟安排辐射工作人员进行上岗前职业健康检查。	符合

4	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。	建设单位要求探伤工作人员正式工作前取得无损探伤人员资格。	符合
5	4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	建设单位拟配备 1 台便携式 X- γ 辐射剂量率仪和 2 台个人剂量报警仪。	符合
6	4.6 应制定辐射事故应急预案。	建设单位已制定辐射事故应急预案。	符合
7	6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。	本项目自带铅屏蔽体，操作位已避开有用线束照射的方向，并分开设置。	符合
8	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	拟对 X 射线数字成像检测设备工作场所实行分区管理。	符合
9	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 $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；b) 屏蔽体外 30 cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	经屏蔽计算，X 射线数字成像检测设备屏蔽体四周、防护门和上侧的辐射屏蔽满足要求。	符合
10	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 30 cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	经屏蔽计算，X 射线数字成像检测设备屏蔽体四周、防护门和上侧的辐射屏蔽满足要求。	符合
11	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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	本项目为整体购入，除对设备进行维修外，一般人员不会进入 X 射线数字成像检测设备内部。防护门设计有门-机联锁装置，门未关闭或误触防护门打开按钮，X 射线管无法进行工作或立即停止照射，在检测过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束。	符合
12	6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“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”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。在醒目的位置处应有对“预备”和“照射”信号意义的说明。	X 射线数字成像检测设备屏蔽体上方设计有工作状态指示灯和声音提示装置，曝光时发出警示和声音提醒，提示无关人员离开。状态指示灯与 X 射线数字成像检测设备联锁。	符合
13	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，	X 射线数字成像检测设备屏蔽体内部、外部拟分别安装 1 个摄像头，通过控制台的	符合

	可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	显示屏监控内部的运行情况，防止出现误照射。	
14	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。	建设单位拟在防护门上张贴符合规范的电离辐射警告标志和中文警示说明。	符合
15	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。	X 射线数字成像检测设备屏蔽体内、外、控制台上拟各设计 1 个紧急停机按钮。紧急停机按钮的设置可确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮拟张贴标签，标明使用方法。	符合
16	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	X 射线数字成像检测设备屏蔽体内部、外部拟各设 1 个固定式场所辐射探测报警装置监测探头，并在操作台上设置固定式场所辐射探测报警装置（阈值 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ）。	符合
17	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。	X 射线数字成像检测设备屏蔽体北侧上方设置 2 处通风口，排风量约 330 m^3/h ，本项目屏蔽体内部体积约 11.89 m^3 ，每小时通风换气次数约 27.8 次，大于 3 次/h。X 射线数字成像检测设备通风口外接管道，产生的 O_3 和 NO_x 气体经排风管道排放至 603 工房南墙外环境，最终排风口距地面高约 5 m。	符合
18	6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	建设单位拟在使用 X 射线数字成像检测设备前，先检查防护门门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	符合
19	6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	本项目辐射工作人员开展工作时，除佩戴常规个人剂量计外，还要携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当周围剂量当量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员按下紧急停机按钮，并应立即向辐射防护负责人报告。	符合
20	6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	建设单位拟定期检测屏蔽体外周围剂量当量率水平，包括操作位和周围毗邻区域人员居留处。测量值与参考控制水平相比较，当测量值高于参考控制水平时，将终止辐射工作并向相关负责人报告。	符合
21	6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	a.辐射工作人员上岗前拟做好培训工作，辐射工作人员在交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，拟检查便携式 X- γ 剂量率仪是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不可开展检测工作。	符合
22	6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。	b.辐射工作人员拟按操作规程及相关制度正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。	符合
23	6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统	c.在每一次照射前，辐射工作人员都需要	符合

都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

确认屏蔽体内部、X射线无损检测间没有无关人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测工作。

由表 10-2 可知，X 射线数字成像检测设备拟采取的辐射安全措施、设施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）标准中对放射防护要求。

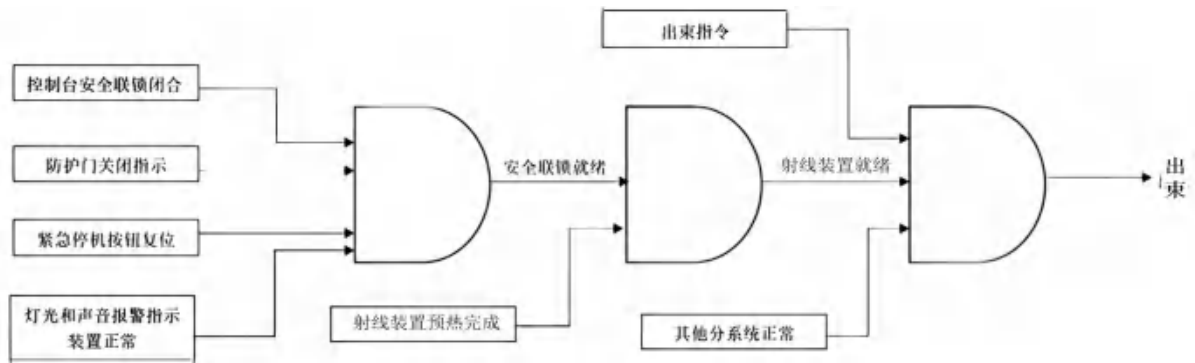


图 10-4 安全联锁逻辑关系示意图

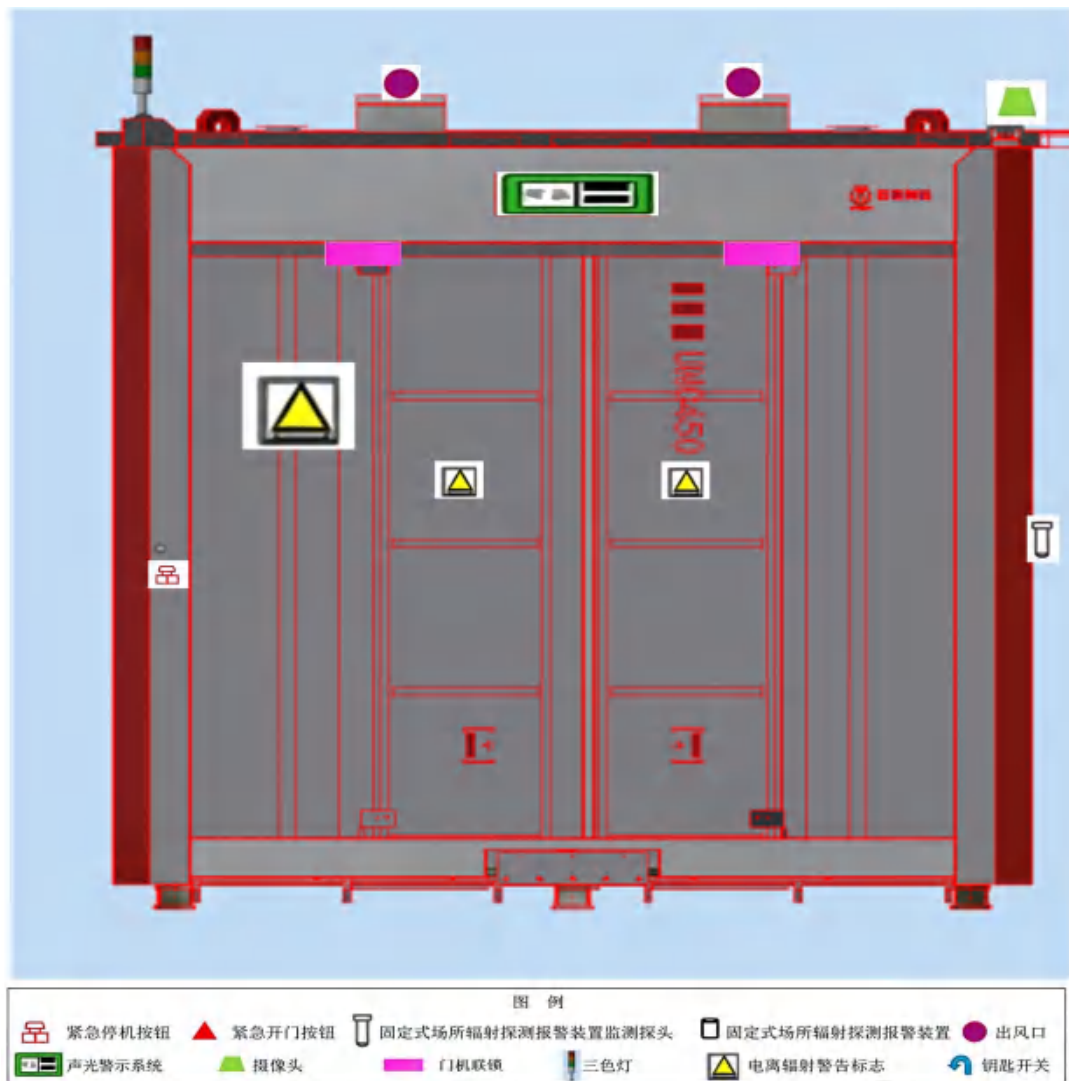
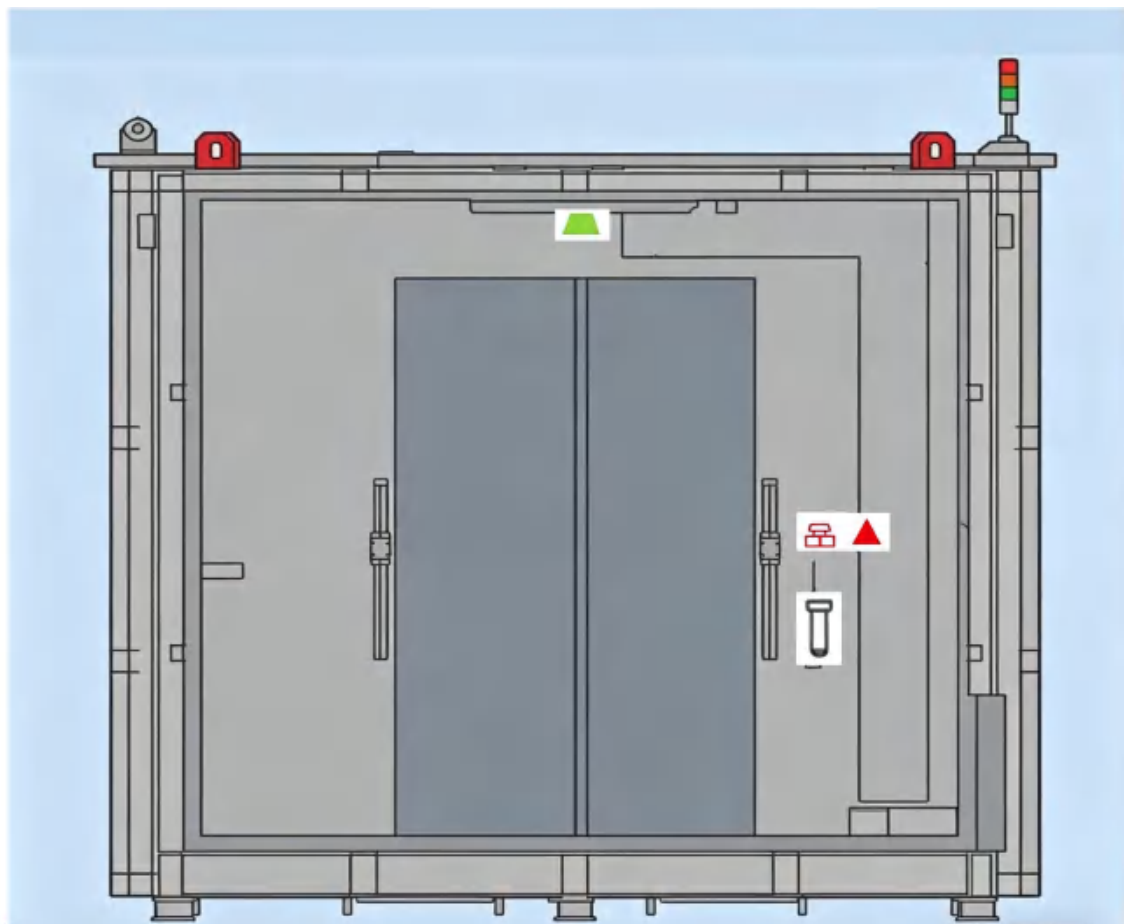


图 10-5 (a) 辐射安全防护设施示意图（外部）



图例

- | | | | | |
|--------|--------|-------------------|---------------|----------|
| 紧急停机按钮 | 紧急开门按钮 | 固定式场所辐射探测报警装置监测探头 | 固定式场所辐射探测报警装置 | 出风口 |
| 声光警示系统 | 摄像头 | 门机连锁 | 三色灯 | 电离辐射警告标志 |
| | | | | 钥匙开关 |

图 10-5 (b) 辐射安全防护设施示意图 (内部)

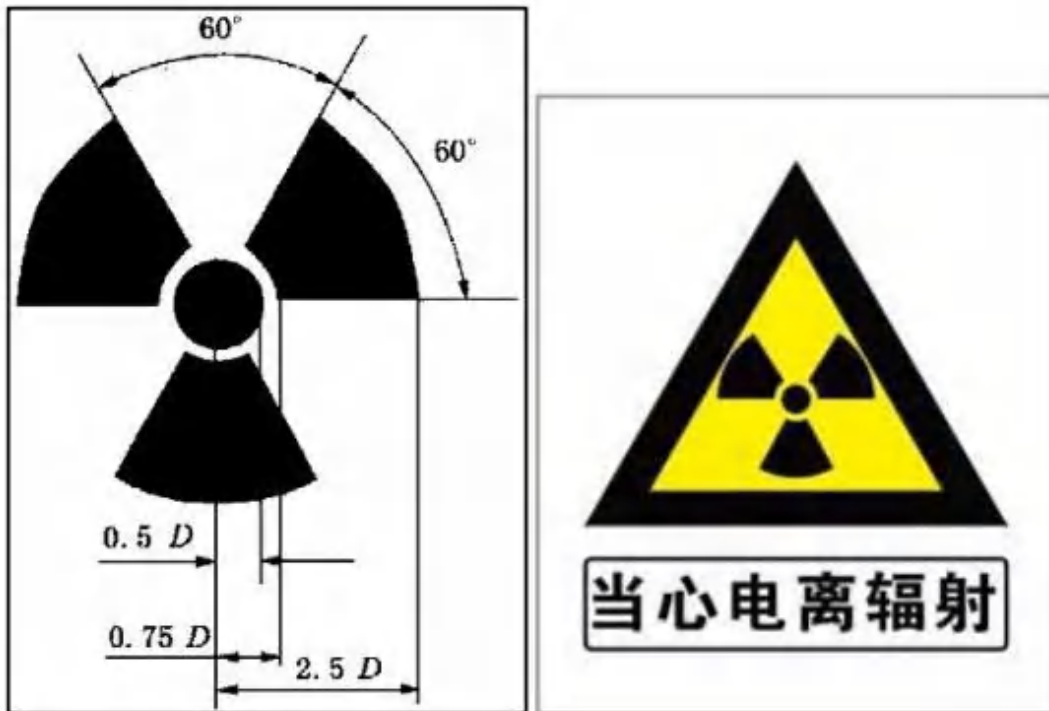


图 10-6 电离辐射警告标志示意图

10.1.5 其他安全防护措施

除 X 射线数字成像检测设备自带铅屏蔽体硬件安全防范措施外，建设单位还拟完善和加强以下几个方面的措施：

(1) 本项目拟配备 2 名辐射工作人员，专职负责本项目 X 射线数字成像检测设备。建设单位拟为 2 名辐射工作人员配置个人剂量计，并每三个月检测一次；拟为本项目配置 1 台便携式 X- γ 辐射剂量率仪、2 台个人剂量报警仪。以上措施满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条相关要求“配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器”。

(2) 操作人员应严格遵守操作规程，对安全联锁系统定期进行试验自查，并保存自查记录，以保证安全联锁系统有效运行。满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 6.2.1 款要求。

(3) X 射线数字成像检测设备工作期间，操作人员做好当班记录，严格执行交接班制度。工作期间，密切关注控制台仪器和检测设备运行状况，发现异常及时处理，操作人员不得擅自离开岗位。本项目 X 射线数字成像检测设备试用、调试、检修期间，X 射线无损检测间内至少设置 1 名工作人员值守。满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 6.2.4 款要求。

(4) 开始检测之前，工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。工作人员开展工作时，应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当周围剂量当量率达到设定的报警值报警时，工作人员应立即按下紧急停机按钮，防止其他人员进入 X 射线无损检测间，并立即向辐射防护负责人报告。满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 6.2.2、7.4.1 款要求。

(5) 建设单位拟组织辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，做到考核合格，持证上岗。公司拟健全完善各项规章制度，严格执行操作规程，落实各项辐射安全和防护措施；配备与辐射工作相适应的监测仪器，严格落实监测计划。

(6) 建设单位拟按照核与辐射安全管理体系（第三层级）《II 类非医用 X 线装置监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-024）要求做好自查并记录。

10.1.6 辐射安全防护设施对照分析

根据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）

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》（川环函〔2016〕1400号）中对铅房室内探伤的要求，再参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表10-3。

表 10-3 铅房辐射安全措施对照表

序号	项目	具体要求	落实情况
1	场所设施	入口处电离辐射警示标志	已设计，铅房防护门外、无损检测间的大门外醒目位置均设计有明显的电离辐射警告标志。
2		入口处机器工作状态显示	已设计，铅房入口处安装有工作状态指示灯，警示人员注意安全，防止人员误入。
3		隔室操作	已设计，本项目操作台位于 X 射线无损检测间东侧控制室内，分开独立设置。
4		防护门	已设计，设有 1 扇防护门（兼维修、工件进出功能），4mm 钢板+40mm 铅板+2mm 钢板。
5		操作台有钥匙控制	已设计，操作台设计有安全钥匙锁开关，红色“锁闭”指示灯点亮，当安全钥匙锁处于接通时，绿色“接通”指示灯点亮，仅当绿色“接通”指示灯点亮时可开启射线，当安全锁处于关闭时，所有操作被禁止。
6		门机联锁系统	已设计，铅房的防护门均与 X 射线高压电源联锁，如防护门关闭不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，防护门不能正常打开。
7		照射室内监控装置	已设计，铅房内设 2 个监控摄像头。
8		照射室内紧急停机按钮	已设计，铅房内、外各设置 2 个紧急停机按钮（有中文标识）。
9		操作台上紧急停机按钮	已设计，操作台上拟设 1 个紧急停机按钮（有中文标识）。
10		出口处紧急开门开关	已设计，在铅房内防护门左侧拟设一个紧急开门按钮（有中文标识），在紧急情况下，按下此按钮，可打防护门。
11		准备出束声光提示	已设计，在开机出束前，铅房外将启动声光提示装置，提醒人员撤离。
12	监测设备	固定式辐射剂量监测仪	已设计，铅房内、外拟各配置一台固定式辐射剂量监测仪探头，操作台设置显示器，当辐射剂量超过设定的报警阈值将进行报警。
13		便携式辐射监测仪	已设计，拟为本项目配置 1 台便携式 X-γ 辐射剂量率仪。
14		个人剂量报警仪	已设计，拟为本项目配置 2 台个人剂量报警仪。
15		个人剂量计	建设单位拟为 2 名辐射工作人员配置个人剂量计，并每三个月检测一次。
16	应急物资	灭火器材	利旧车间既有消防灭火器材

10.1.7 辐射防护与环保投资

本项目辐射防护与环保投资主要包括：X 射线数字成像检测设备的辐射安全与防护措施、电离辐射警告标识等，环保投资总计约 7 万元，占本项目总投资 3.5%，详见表 10-4。

表 10-4 辐射防护与环保投资

序号	项目	投资估算 (万元)	备注
1	便携式 X-γ剂量率仪	1.5	拟购 1 台便携式 X-γ剂量率仪
2	个人剂量报警仪	0.5	拟购 2 台个人剂量报警仪
3	个人剂量计	0.5	拟配置 2 套个人剂量计 (每名辐射工作人员 1 套)
4	固定式场所辐射探测报警装置	2	拟配置 1 套固定式剂量报警装置
5	辐射安全与防护措施	1	电离辐射警告标志, 设置的门-机连锁等
6	设备检定	0.5	个人剂量报警仪、便携式 X-γ剂量率仪定期检定费用等
7	其他	1	监控系统、人员培训等
合计		7	/

10.2 三废的治理

10.2.1 施工期

(1) 废水

施工期产生少量用于降尘的废水, 无污染物溶解其中, 经自然蒸发后不会对周围水环境造成影响。

施工人员产生的生活污水产生量较少, 依托厂区已建成的生活污水预处理池处理达标后排入污水管网。

(2) 废气

施工期间将会产生一定量的建筑粉尘, 在施工区域内采取洒水降尘措施可有效降低施工现场扬尘污染, 能够满足《四川省施工场地扬尘排放标准》(DB 51/2682-2020) 的要求。施工期装修过程可能产生少量的有机废气, 经扩散后可满足《四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准》(DB 512377-2017) 中的要求。

(3) 噪声

在施工期, 施工单位及建设单位应合理安排作业时间, 并优先选用低噪声设备, 以减少施工噪声; 对高噪声设备采取隔声、隔振或消声措施, 如在声源周围设置掩蔽物、加隔振垫等, 可降低噪声源强; 在物料搬运时轻拿轻放; 日常应注意对施工设备的维修、保养, 使各种施工机械保持良好的运行状态。

本项目拟建地周围主要为厂区, 项目工程量不大, 噪声影响随施工期的结束而消失, 在落实上述降噪措施后, 施工期对周围的声环境影响较小。

(4) 固体废物

项目施工期产生的建筑垃圾转运至住建部门指定的建筑垃圾堆场，废包装物先回收再利用，剩余部分依托厂区已有的生活垃圾收集点和市政环保设施处理。工作人员产生的生活垃圾经生活垃圾收集点暂存后，由环卫部门统一转运处理。

10.2.2 运行期

本项目运行过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生。

(1) 废水

本项目采用数字实时成像技术，检测结果直接保存至电脑，不洗片，无洗片废水产生。运营期主要废水为工作人员的生活污水。生活污水经化粪池后排入市政污水管网。

(2) 废气

X射线数字成像检测设备运行过程中X射线会电离空气产生少量O₃和NO_x。正常情况下人员不能进入X射线数字成像检测设备屏蔽体内部，屏蔽体北侧上方设置2处通风口，排风量约330 m³/h，本项目屏蔽体内部体积约11.89 m³，每小时通风换气次数约27.8次，大于3次/h。X射线数字成像检测设备出束时产生的O₃和NO_x气体通过排风口，经排风管道排放至603工房南墙外环境，最终排放口距地面高约5 m。

(3) 固体废物

危险废物：本项目采用数字实时成像技术，检测结果直接保存至电脑，无废胶片产生。

一般固废：运营期主要固废为工作人员的生活垃圾。生活垃圾收集后交由环卫部门处置。

(4) 噪声

本项目铅房选用的风机噪声较小，且为间歇噪声，因此无需采取专门降噪措施。

10.3 射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》第二十九条“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。”因此，X射线机等II类射线装置报废后，需对其进行击碎射线管、剪断电源线等操作，以确保射线装置不能正常通电，防止二次使用造成人员误照射。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期对环境的影响

11.1.1 铅房安装和无损检测间改造装修工程环境影响分析

(1) 声环境影响分析

本项目施工期较短，且施工过程主要在生产车间内。施工期拟采取以下噪声防治措施：

- 1) 合理安排施工时间，中午及夜间停止施工，尽可能避免大量高噪声设备同时施工。
- 2) 合理布局施工现场，避免在同一地点安排大量高噪声设备，以避免局部声级过高。
- 3) 降低设备声级，选用低噪声设备和工艺，可从根本上降低源强，同时要加强检查、维护和保养机械设备，保持润滑，紧固各部件，减少运行振动噪声。整体设备应安放稳固，并与地面保持良好接触，有条件的应使用减振机座，降低噪声。

- 4) 减少施工交通噪声，施工期间运输车辆应尽量减少夜间运输量，限制大型载重车的车速。

采取以上措施后，对周边环境影响较小。

(2) 水环境影响分析

施工期废水主要为施工人员的生活污水。施工人员生活污水排入单位污水管道，不直接外排环境，对水环境影响较小。

(3) 固体废物

本项目固体废物主要为施工期间人员日常生活产生的生活垃圾和施工垃圾，生活垃圾统一放置于单位垃圾存放点，由环卫部门定期清运。对弃渣处置必须坚持“先挡后弃”。其次将建筑垃圾分类，尽量回收其中尚可利用的部分建筑材料，对没有利用价值的废弃物运送到指定的建筑垃圾堆埋场。

经采取以上措施，固体废物对周围环境影响较小。

(4) 大气环境影响分析

本项目在建设施工期各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在生产车间内，且产生量小，对周边大气环境影响较小。

本项目工程量小，且均在建筑物内施工，对外环境及保护目标的影响较小；项目施工期短，施工期产生的影响随着施工的结束而消失，环境可以接受。

11.1.2 设备安装调试阶段环境影响分析

本项目射线装置的安装和调试由生产厂家专业人员进行操作，在设备安装阶段会产生

少量废包装物，交由环卫部门统一收集处理；在射线装置调试阶段，主要污染因子为 X 射线、臭氧、噪声等，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，在醒目位置设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时铅房需上锁并派人看守。射线装置的安装和调试均在铅房内进行，经过屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的，对周围环境影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

本项目 X 射线数字成像检测设备运行阶段主要环境影响为射线装置工作时发射的 X 射线在穿透屏蔽防护设施后对周围环境产生的外照射影响。本项目涉及的 X 射线数字成像检测设备的周围剂量当量率计算参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及 1 号修改单中的公式。

本项目 X 射线数字成像检测设备出束方向为定向向下、向南出束，主射方向考虑有用线束的影响，其余方向考虑漏射束和散射束的影响。

本次评价采用理论计算的方法评估设备开机时 X 射线对周围环境的影响。根据建设单位及设备厂家所提供的资料，本项目拟购射线装置出束方向为定向（向南、向下），射线管最大管电压为 450 kV，最大管电流 3.33 mA，设备出束年曝光时间大约为 62.5 h。

（1）估算公式及相关参数取值

1) 有用线束屏蔽

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），有用线束在关注点处的周围剂量当量率可按以下公式进行估算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots \text{（式 11-1）}$$

式中：

B：屏蔽物质的屏蔽透射因子；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I：X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目取 3.33 mA；
距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

H_0 ：根据建设单位及设备厂家提供的资料，本项目配备了 5 mm 铍的过滤板。距辐射源点（靶点）1 m 处输出量约为 $29.6 \text{ mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，转换后为 $1.776 \times 10^6 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

2) 屏蔽透射因子

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透视因子 B 按下式计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \text{-----(式11-2)}$$

式中：

X： 屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL： 屏蔽体的什值层厚度，mm。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.2 和 IAEA No.47 号文“表 18”可查的铅什值层厚度，具体见表 11-1。

表 11-1 X 射线束在铅中的什值层厚度

屏蔽材料	管电压 (kV)	TVL (mm)
铅	300	5.7
	400	8.2

根据上表可知，本项目 X 射线数字成像检测设备最大管电压为 450 kV，使用外推法可推导出 450 kV 管电压下对应铅的什值层（TVL）厚度为 9.45 mm。

3) 泄漏辐射

对于漏射辐射屏蔽采用以下公式计算关注点处的周围剂量当量率。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{(式 11-3)}$$

式中：

B： 屏蔽物质的屏蔽透射因子；

R： 辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

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

表 11-2 X 射线探伤机的泄漏辐射剂量率

X 射线管电压 (kV)	距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率 \dot{H}_L , $\mu\text{Sv/h}$
<150	1×10^3
$150 \leq \text{kV} \leq 200$	2.5×10^3
>200	5×10^3

注：摘自 GBZ/T 250-2014 表 1。

根据上表可知，本项目 X 射线数字成像检测设备最大管电压为 450 kV，则距靶点 1 m 处的泄漏辐射剂量率取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

4) 散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度时，关注点的散射辐射剂量率按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中给出的公式进行计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

- B: 屏蔽物质的屏蔽透射因子；
- I: X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；
- H₀: 距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/（mA·h），以 mSv·m²/（mA·min）为单位的值乘以 6×10⁴；
- F: R₀ 处的辐射野面积，单位为 m²，
- α: 散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）散射体到距其 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，本项目 R₀²/F·α 保守取值 50；
- R₀: 辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；
- R_s: 散射体至关注点的距离，m。

表 11-3 X 射线 90°散射线最高能量相应的 kV 值

原始 X 射线 kV	散射辐射 kV
150≤kV≤200	150
200<kV≤300	200
300<kV≤400	250

注：1.摘自 GBZ/T 250-2014 表 2；2.该表仅用于以什值层计算散射辐射在屏蔽物质中的衰减；2.本项目 X 射线数字成像检测设备最大管电压为 450 kV，本项目 X 射线 90° 散射线最高能量相应的 kV 值保守取 300 kV。

5) 通风口及管线口辐射屏蔽

通风口设计于 X 射线数字成像检测设备屏蔽体北侧面上方，受漏射线和散射线照射，通风口拟设置铅防护罩，拟采用 4mm 钢（内）+40 mm 铅+2mm 钢（外）。管线口拟设计于 X 射线数字成像检测设备屏蔽体西侧面右下侧，有用射束无法直接照射到管线口，管线口处拟设置铅防护罩，拟采用 4mm 钢（内）+40 mm 铅+2mm 钢（外）。设备产生的射线经过防护罩缝隙多次折射后，从而保证不减弱屏蔽效果。通风口、管线口设计图见图 11-1。

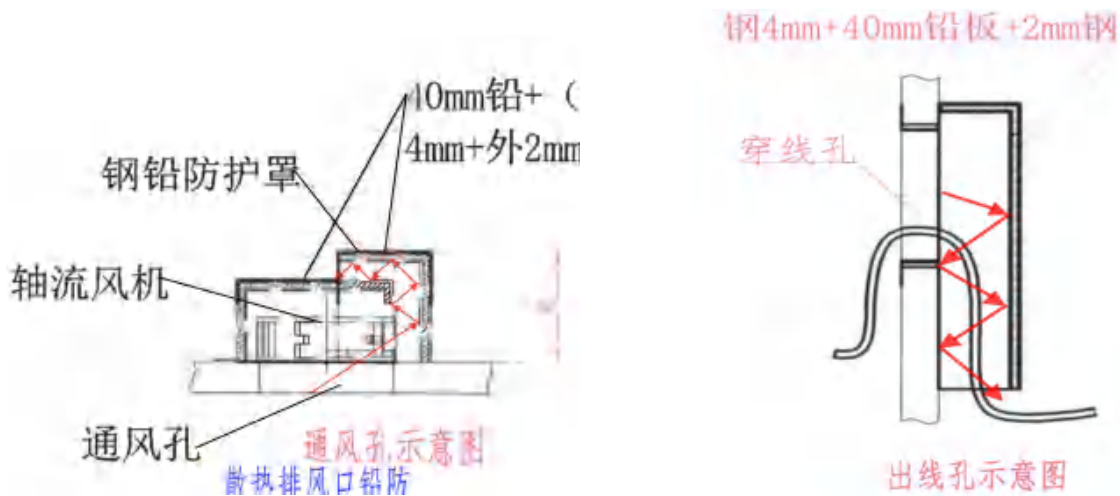


图 11-1 通风口、管线口设计图

(2) 计算结果

经核实，本项目 X 射线数字成像检测设备主射束方向为定向向下、向南照射，实际工作时会根据产品尺寸，仅可上下小距离调整 X 射线管位置，项目 X 射线数字成像检测设备不同照射方向时，辐射源点（靶点）距各屏蔽体距离见表 11-4。

表 11-4 不同照射方向辐射源点（靶点）距各屏蔽体距离 单位：mm

主射束方向	距南墙	距北墙	距西墙	距东墙	距室顶	距地面
向南	1879	497	963	1413	1227	1000
向下	1098.5	1098.5	855	1521	894	1333

本项目 X 射线数字成像检测设备最大管电压为 450 kV，最大管电流为 3.33 mA，本项目 X 射线数字成像检测设备开机向下照射时，铅房底板（主射面）受有用射束照射；铅房东侧面、南侧面、西侧面、北侧面、上侧、铅房底板（非主射面）、防护门等位置受散射、漏射线照射；X 射线数字成像检测设备地下为土层，不再考虑其辐射影响。本项目 X 射线数字成像检测设备开机向南照射时，铅房南侧受有用射束照射；铅房东侧面、西侧面、北侧面、上侧、铅房底板、防护门等位置受散射、漏射线照射。

在屏蔽体四周外 30 cm 处设置参考点，参考点和辐射路径示意图见图 11-2、图 11-3。

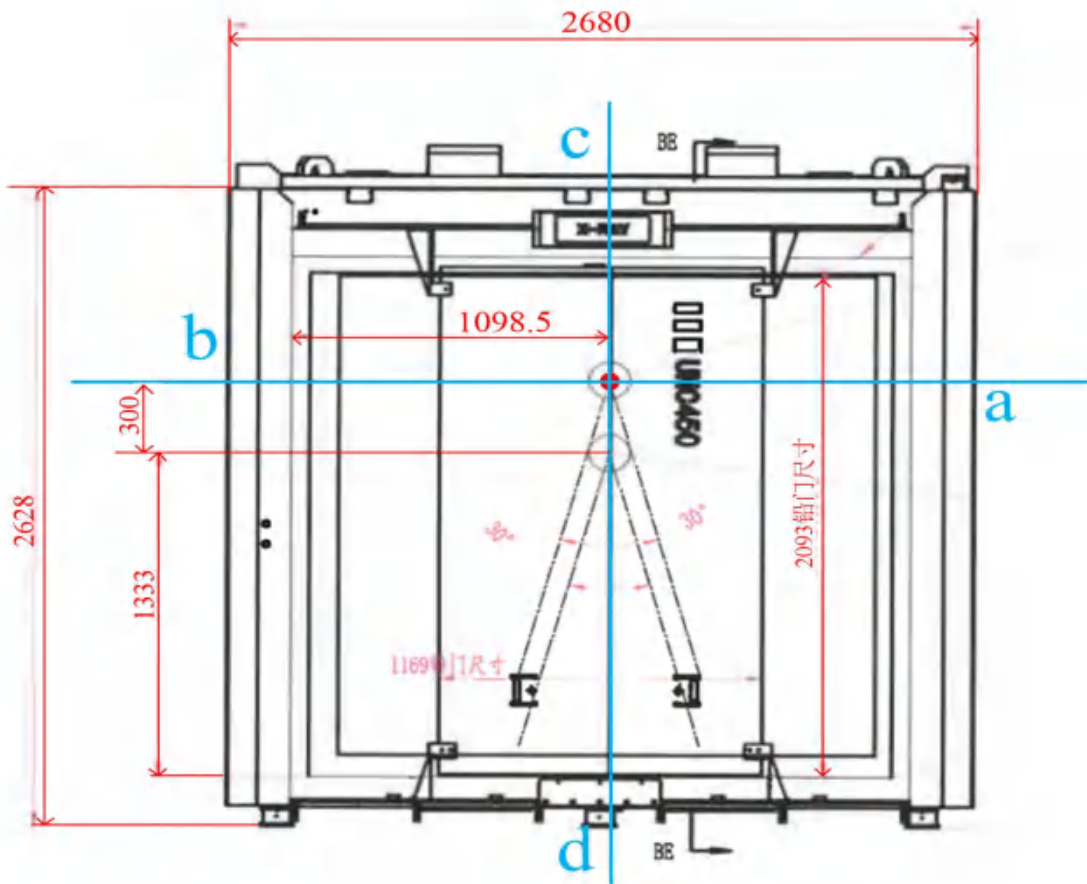


图 11-2 (a) 向下照射时辐射路径示意图（剖面）

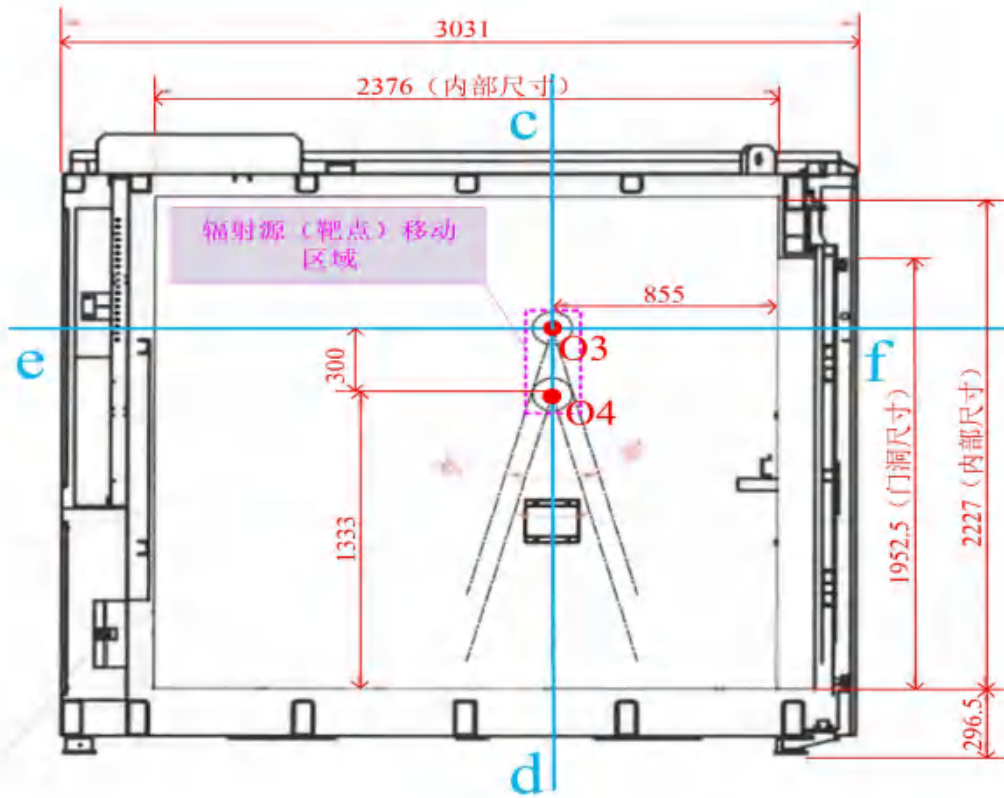


图 11-2 (b) 向下照射时辐射路径示意图 (俯视)

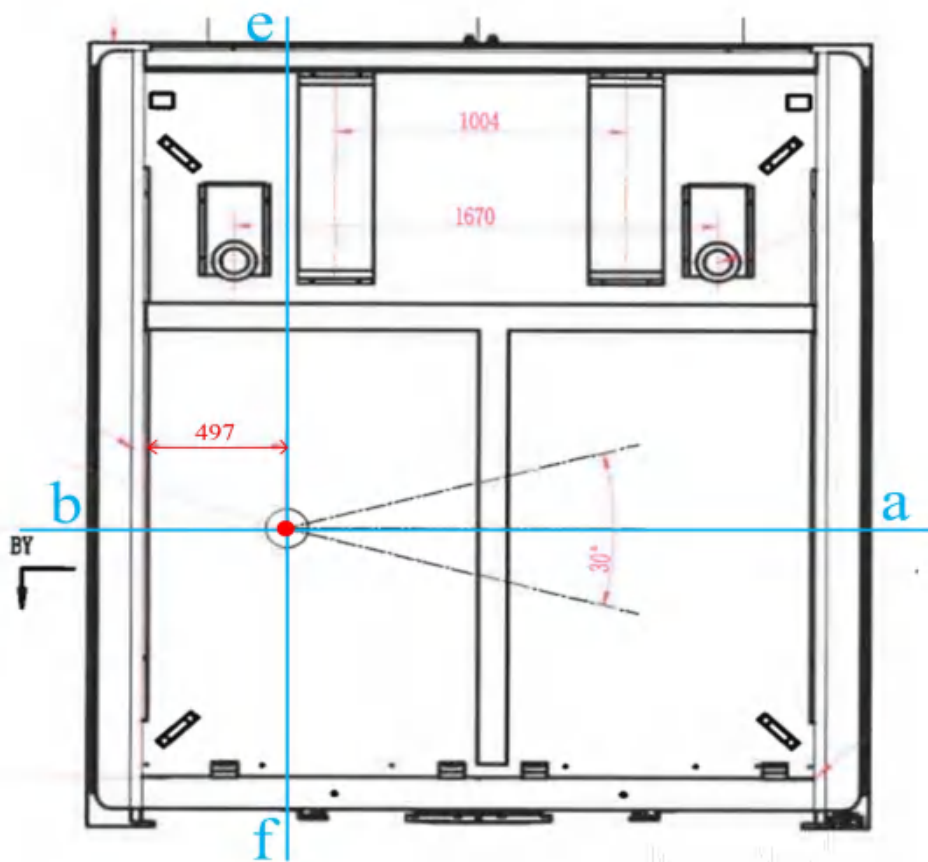


图 11-3 (a) 向南照射时辐射路径示意图 (俯视)

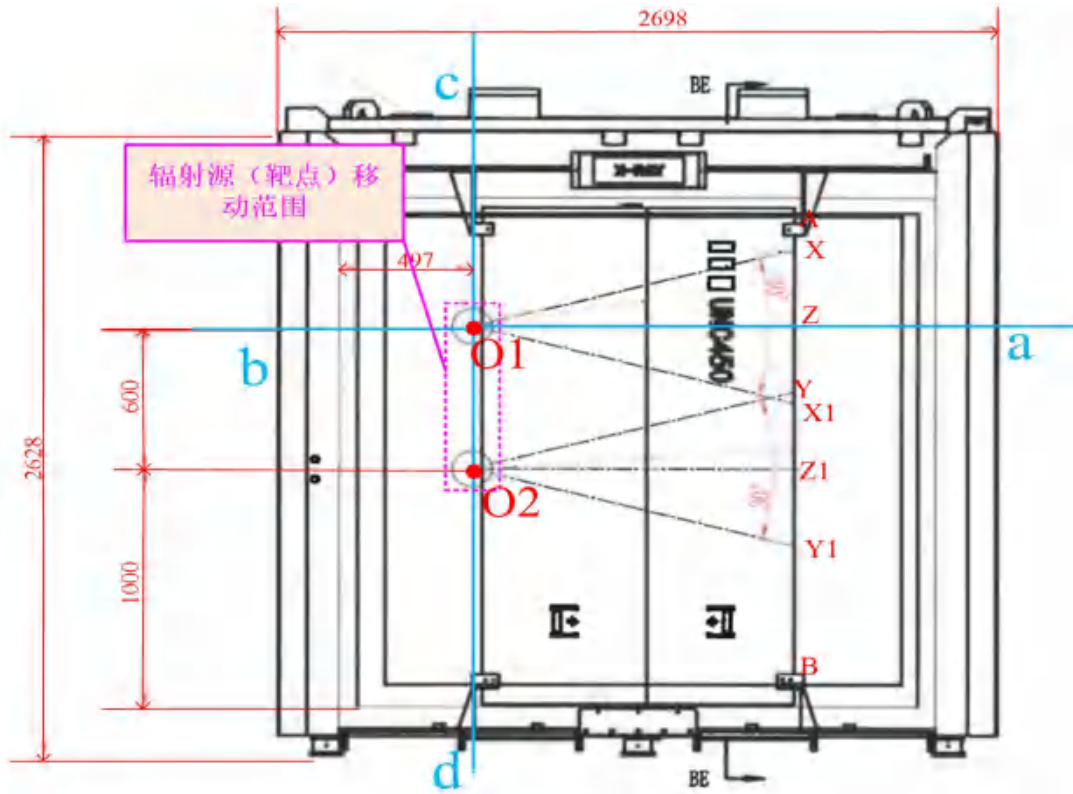


图 11-3 (b) 向南照射时辐射路径示意图(剖面)

根据辐射防护屏蔽材料及式 11-2, 本项目的屏蔽透射因子计算结果见表 11-5。

表 11-5 屏蔽透射因子计算结果

射线束	射线能量 (kV)	屏蔽材料及厚度	屏蔽透射因子 B
有用射束	450	62 mm 铅板	2.75×10^{-7}
漏射	450	40 mm 铅板	5.85×10^{-5}
		62 mm 铅板	2.75×10^{-7}
散射	300	40 mm 铅板	9.60×10^{-8}
		62 mm 铅板	1.33×10^{-11}

根据(式 11-1)~(式 11-4), 不考虑工件屏蔽情况下, 计算屏蔽体外 30 cm 处参考点及其他关注点的周围剂量当量率。计算结果见表 11-6。

表 11-6 屏蔽体外参考点及其他关注点周围剂量当量率计算结果

参考点	主射束方向	辐射类型	屏蔽体及屏蔽设计	距离 (m)	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	最大值 ($\mu\text{Sv/h}$)
a	南	有用射束	南侧面, 62mm 铅	$1.879+0.3=2.179$	0.34	0.34
	下	漏射		$1.0985+0.3=1.399$	7.03×10^{-4}	
		散射			8.04×10^{-7}	
b	南	漏射	北侧面, 40mm 铅	$0.497+0.3=0.797$	0.46	0.48
		散射			1.79×10^{-2}	
	下	漏射		$1.0985+0.3=1.399$	0.15	
		散射			5.80×10^{-3}	

c	南	漏射	上侧面, 40mm 铅	1.227+0.3=1.527	0.13	0.22
		散射			4.87×10^{-3}	
	下	漏射		0.894+0.3=1.194	0.21	
		散射			7.96×10^{-3}	
e	南	漏射	东侧面, 40mm 铅	1.413+0.3=1.713	0.10	0.10
		散射			3.87×10^{-3}	
	下	漏射		1.521+0.3=1.821	8.82×10^{-2}	
		散射			3.42×10^{-3}	
f	南	漏射	西侧面, 40mm 铅	0.963+0.3=1.263	0.18	0.23
		散射			7.12×10^{-3}	
	下	漏射		0.855+0.3=1.155	0.22	
		散射			8.51×10^{-3}	
602 工房	南	有用射束	南侧面, 62mm 铅	1.879+37.0=38.879	1.08×10^{-3}	1.08×10^{-3}
	下	漏射		1.0985+37.0=38.099	9.47×10^{-7}	
			散射			1.08×10^{-9}
603 工房	南	漏射	北侧面, 40mm 铅	0.497+7.0=7.497	5.20×10^{-3}	5.40×10^{-3}
		散射			2.02×10^{-4}	
	下	漏射		1.0985+7.0=8.099	4.46×10^{-3}	
		散射			1.73×10^{-4}	
操作 位	南	漏射	东侧面, 40mm 铅	1.413+0.5=1.913	7.99×10^{-2}	8.30×10^{-2}
		散射			3.10×10^{-3}	
	下	漏射		1.521+0.5=2.021	7.16×10^{-2}	
		散射			2.78×10^{-3}	

由表 11-6 可知，X 射线数字成像检测设备开机条件下，屏蔽体四周、防护门及上侧外 30 cm 处周围剂量当量率最大为 $0.48 \mu\text{Sv/h}$ ，低于周围剂量当量率参考控制水平。本项目保护目标处的周围剂量当量率最大为 $5.40 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，也低于保护目标处的周围剂量当量率参考控制水平，可以满足辐射防护要求。

11.2.2 年有效剂量

(1) 年有效剂量估算公式

$$H = D_r \times t \times T \quad \text{--- (式 11-5)}$$

式中： H ——年有效剂量，Sv/a；

D_r ——辐射剂量率，Sv/h；

t ——年受照时间，h/a；

T ——居留因子。

(2) 照射时间

根据上文“9.2.3 劳动定员及工作量”，本项目 X 射线数字成像检测设备全年最长出

束时间为 62.5 h。本项目 2 名辐射工作人员同时在岗，每名辐射工作人员年累计最长受照时间为 62.5 h。

(3) 职业人员年有效剂量

根据预测，本项目 X 射线数字成像检测设备在正常工作状态下，至多 2 名辐射工作人员在场，辐射工作人员所在操作位的周围剂量当量率预测最大为 $8.30 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，则职业人员最大年有效剂量为见表 11-7。

表 11-7 职业人员年有效剂量估算

位置	对应区域/场所名称	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子 (T)	照射时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv/a)
东侧	操作位	8.30×10^{-2}	1	62.5	5.19×10^{-3}

根据表 11-7 结果，职业人员年有效剂量最大为 $5.19 \times 10^{-3} \text{ mSv/a}$ ，该剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的 20 mSv/a 的年有效剂量限值，也低于本报告提出的 5 mSv/a 的年管理剂量约束值。

(4) 公众成员年有效剂量

对公众活动区域的影响主要是 X 射线数字成像检测设备屏蔽体四周公众及保护目标处，各区域公众附加年有效剂量详见下表：

表 11-8 屏蔽体周围公众成员附加年有效剂量一览表

类别	对应区域/场所名称	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子 (T)	年照射时间 (h/a)	使用 因子	年有效剂量 (mSv/a)
公众	X 射线无损检测间南侧室外道路	3.40×10^{-3}	1/5	62.5	1	4.25×10^{-5}
	X 射线无损检测间北侧走廊	3.74×10^{-3}	1/5	62.5	1	4.68×10^{-5}
保护目标	603 工房	5.40×10^{-3}	1	62.5	1	3.38×10^{-4}
	602 工房	1.08×10^{-3}	1	62.5	1	6.75×10^{-5}

注：X 射线数字成像检测设备距离南侧室外道路约 3 m，距北侧走廊约 3.4 m。

根据上表可知，X 射线数字成像检测设备周围公众成员及保护目标处年有效剂量最大为 $3.38 \times 10^{-4} \text{ mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的 5 mSv 的年有效剂量限值，也低于本报告提出的 0.25 mSv 的年管理剂量约束值。

综上所述，川南航天能源科技有限公司 X 射线数字成像检测设备运行时，职业人员及公众成员所接受的年有效剂量均不大于本报告规定的年管理剂量约束值，满足国家有关要

求。

11.2.3 主射线束照射范围核算

根据建设单位和生产厂家提供资料，本项目 X 射线数字成像检测设备的 X 射线机出束方向为定向向下、向南照射，移动过程中主射线束照射范围始终位于铅房南侧（少数情况会射向无人居留的地下土层），不会射向四周墙体。本项目 X 射线数字成像检测设备下方为土层，则本次评价仅考虑主射线束向南照射时主射线束照射范围。

本次拟选用图像分析和公式计算的方法对主射线束照射范围进行核算。

根据生产厂家提供的设计图纸分析：①在上下移动范围（0.3 m）内，当 X 射线机出束口移到 O1 点时，离铅房室顶屏蔽体较近；当 X 射线机出束口往下侧移动直至 O2 点，可以看出两侧均有较大的冗余。综上，本次选取 X 射线机出束口移动到 O1 和 O2 两个最不利点进行公式计算，具有代表性和合理性。

本次利用三角函数公式进行公式计算，计算点位、参数见表 11-9：

表11-9 主射线束照射范围核算公式计算结果一览表

序号	主射束方向	参数	结论
1	向南	$\angle XO1Z=30^\circ/2=15^\circ$	ZA>ZX，合格
		O1Z=1.879m	
		ZA=1.227m	
		ZX=0.503m	
2	向南	$\angle Y1O2Z1=30^\circ/2=15^\circ$	Z1B>Z1Y1，合格
		O2Z1=1.879m	
		Z1B=1.000m	
		Z1Y1=0.503m	

11.3 非放射性环境影响分析

11.3.1 声环境影响分析

本项目噪声主要来源于通排风装置运行所产生的噪声，配备的风机为低噪声设备，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满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3 类标准要求，对周围环境影响较小。

11.3.2 废气影响分析

本项目 X 射线数字成像检测设备设机械排风系统，2 处通风口位于 X 射线数字成像检测设备铅房上侧，风机噪声源强不超过 52 dB（A），排风量 330 m³/h，本项目屏蔽体内部体积约 11.89 m³，每小时通风换气次数约 27.8 次，大于 3 次/h。X 射线数字成像检测设备出束时产生的 O₃ 和 NO_x 气体通过排风口，经排风管道排放至 603 工房南墙外环境，最终

排放口距地面高约 5 m。本项目产生的 O₃ 和 NO_x 气体量很少，且在排风系统正常运行时，本项目产生的 O₃ 和 NO_x 气体不会对环境产生显著影响。

11.3.3 固体废物影响分析

本项目运行后不会产生放射性固体废物。辐射工作人员会产生少量生活垃圾，依托公司现有垃圾收集设施收集处置后，交给环卫部门清运，对周围环境影响较小。

11.3.4 废水影响分析

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，产生的生活污水进入公司污水管网，最终进入生活污水处理厂处理。

11.4 事故影响分析

11.4.1 事故等级判断依据

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）和《四川省生态环境厅（四川省核安全局）辐射事故应急预案（2020 版）》，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故（I 级）、重大辐射事故（II 级）、较大辐射事故（III 级）和一般辐射事故（IV 级）等四级，详见表 11-10。

表11-10 辐射事故等级划分表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故（I级）	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人及以上急性死亡。
重大辐射事故（II级）	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人及以下急性死亡或者 10 人及以上急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故（III级）	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置导致 9 人及以下急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故（IV级）	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。

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ 104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-11。

表11-11 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/

	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

11.4.2 射线装置辐射事故影响分析

(1) 可能的辐射事故

1) 在门-机联锁装置发生故障或失效的情况下，防护门未完全关闭或在设备运行时防护门被误打开，或设备屏蔽结构劳损，导致防护屏蔽能力下降，致使 X 射线泄露到屏蔽体外面，给周围公众及工作人员造成额外的照射；

2) 维修人员滞留在 X 射线数字成像检测设备内部时，操作人员误开机操作，致使滞留人员受到超剂量照。

3) 设备进行维修时，发生意外出束，造成工作人员和周围公众受到额外的照射。

(2) 事故工况下辐射影响分析

根据事故情形描述，当防护门未关闭的情况下，X 射线机出束，此时有人员在门口或门外，则在无屏蔽的情况下直接受到漏射和散射线束。工作人员距离射线管的最近距离为 0.497 m，本次受照距离取 0.497 m、1 m、1.5 m、2 m、3 m 共计 5 个关注点计算辐射环境影响。铅房内部和操作台上安装有紧急止动按钮，因此当发生辐射事故时，相关人员也可以立即通过操作台内紧急制动开关中断电源，整个处理时间约 1 min。因此事故情形下，本项目散射和漏射线束对人员的影响根据上文相关公式进行计算，计算结果见表 11-12。

表11-12 事故工况下人员受到的辐射环境影响分析

距 X 射线管水平距离	距离			预测点漏射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	预测点散射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	预测点总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	受照射剂量 (mSv/min)
	R	R0	Rs				
0.497	0.497	0.3	0.497	2.02×10^4	2.39×10^7	2.39×10^7	3.98×10^2
1	1	0.3	1	5.00×10^3	5.91×10^6	5.91×10^6	98.5
1.5	1.5	0.3	1.5	2.22×10^3	2.63×10^6	2.63×10^6	43.8
2	2	0.3	2	1.25×10^3	1.48×10^6	1.48×10^6	24.7
3	3	0.3	3	5.56×10^2	6.57×10^5	6.57×10^5	11.0

根据表 11-12，在该类辐射事故下，受照射有效剂量最大为 $3.98 \times 10^2 \text{ mSv}$ （距辐射源约 0.497 m，受照时间为 1 min），已超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB

18871-2002)规定的职业人员 20 mSv/a 的剂量限值和公众 1 mSv/a 的剂量限值, 根据表 11-11, 可能会造成骨髓型急性放射病, 因此可能发生的事故为一般辐射事故。

11.4.3 辐射事故预防措施

(1) X 射线数字成像检测设备的防护门设计门-机联锁装置, X 射线数字成像检测设备内部、操作台各设置 1 处设置急停按钮等安全和应急设施。公司应经常性地检查、维护有关安全和应急设施正常运行, 正常情况下可以避免误开防护门的情况发生。

(2) 本项目职业人员上岗前进行核技术利用辐射安全与防护考核, 考核合格方可上岗, 并加强管理, 禁止将设备移出 X 射线无损检测间区域外使用, 严禁未经考核合格的职业人员从事辐射工作。

公司在日常工作中应加强辐射安全管理, 定期对 X 射线数字成像检测设备进行检查、维护, 发现问题及时维修; 严格要求辐射工作人员按照操作规程进行 X 射线数字成像检测设备操作, 每次操作前检查 X 射线数字成像检测设备门-机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性, 定期检测 X 射线数字成像检测设备屏蔽体外周围辐射水平, 确保安全措施有效运行; 同时针对可能发生的辐射安全事故, 完善切实可行的辐射事故应急预案, 以能够有序应对事故。此外, 建设单位应完善应急计划演练, 配备应急物品, 通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度, 提高制度的可操作性。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 管理机构

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及生态环境主管部门的要求，建设单位目前已成立辐射安全与环境保护管理小组，签订了辐射工作安全责任书，并配备了吴泽林为辐射安全管理人员，负责辐射安全与环境保护。辐射安全与环境保护管理小组成员如下：

组 长：徐德昭

副组长：吴泽林

成 员：朱睿、王英杰

辐射安全与环境保护管理领导机构主要职责：

- (1) 贯彻执行国家辐射应急的方针政策和辐射应急工作要求；
- (2) 负责向上级和属地有关部门报告公司现场探伤时发生的辐射应急事故和事件；
- (3) 组织制定公司应急响应方案，做好应急准备工作；
- (4) 应急期间充分调动人力、物力支援，实施统一指挥，统一组织，统一行动；
- (5) 采取各种有效快速的救援措施，最大限度地减少污染危害，避免人身伤亡和财产损失，消除对周围环境的负面影响；
- (6) 组织人员参加辐射应急人员培训和应急演练；
- (7) 配合上级有关部门进行事故调查和审定工作。

12.1.2 职业人员

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年第 57 号）：自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

本项目拟配置辐射工作人员 2 人，待项目辐射工作人员到岗后，拟组织辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护考核。经过培训考核合格后，做到持证上岗。辐射工作人员拟定期复训，并建立培训档案。

12.2 辐射安全档案资料管理和规章管理制度

12.2.1 档案分类管理

辐射安全与防护管理档案资料分以下九大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“年度评估”“辐射应急资料”。并由专人进行管理。

建设单位拟按照相关要求建立健全档案制度，对企业的档案进行分类归档。另外，建设单位在项目建成运行后，承诺及时组织验收并办理辐射安全许可证，在许可范围内从事辐射活动。

12.2.2 规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）》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》（川环函〔2016〕1400号）的相关要求中的相关规定，建设单位已建立的辐射安全相关制度包括：《辐射防护与安全保卫制度》《射线装置检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《辐射安全与防护制度》《辐射工作人员个人剂量监测与辐射安全培训制度》《辐射工作人员培训计划》《自行检查和年度评估制度》《X射线数字成像检测设备工作场所自查与监测制度》《辐射监测方案》《辐射事故处理应急预案》等规章制度，建设单位拟制定《X射线设备岗位职责》《X射线数字成像检测设备操作规程》等制度。

建设单位应完善辐射安全管理制度，将本项目纳入管理和辐射事故应急范围，并根据具体实践过程中出现的问题对原有制度的不足之处进行及时修订，以更适应后期运行需求。同时，建设单位应规范设备操作人员和其他人员的辐射安全监管，定期对设备操作人员和其他人员进行培训，强化操作人员和其他人员的辐射安全意识。

同时根据《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），《辐射工作场所安全管理要求》《辐射工作人员岗位职责》《探伤设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家新发布的相关法规内容，

结合建设单位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。

12.3 辐射监测

12.3.1 检测仪器

本项目拟配置 1 台便携式 X- γ 辐射剂量率仪、2 台个人剂量报警仪，拟为辐射工作人员每人配置个人剂量计，拟委托有资质的单位定期进行监测。已配置监测仪器满足自主监测使用和本项目辐射管理要求。

12.3.2 辐射监测方案

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），建设单位已制定《辐射工作人员个人剂量监测与辐射安全培训制度》和《辐射监测方案》，包括辐射工作人员个人剂量监测和辐射工作场所监测。与本项目有关的内容建议按照以下内容进行完善：

（1）个人剂量监测

- 1) 辐射工作人员在从事辐射工作时每人均应按规范要求规范佩戴个人剂量计；
- 2) 个人剂量监测须委托有资质单位进行监测，常规监测周期为 30 天，每三个月；
- 3) 建立个人剂量档案，每人 1 档，终生保存；
- 4) 将个人剂量监测结果录入个人剂量档案；
- 5) 允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案；
- 6) 个人剂量监测管理按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）执行；
- 7) 按时在全国核技术利用辐射安全申报系统上传个人剂量监测数据。

（2）监测计划

1) 辐射环境监测方案

监测方法：按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《核技术利用单位自行监测技术规范》（DB 34/T 4571-2023）执行。

监测项目：X- γ 周围剂量当量率。

监测范围：辐射防护控制区、监督区及其周围环境。

2) 监测方案

配备便携式 X- γ 辐射剂量率仪，可对 X、 γ 周围剂量当量率进行监测；

建设单位自行制定的《辐射环境监测方案》，规定利用便携式 X- γ 辐射剂量率仪开展

每月 1 次辐射工作场所辐射监测，监测点位主要为屏蔽体外 30 cm 人员可达处，重点关注防护门、操作人员能到达的区域，每次检测结束后，应监测屏蔽体的入口，以确保已经停止工作，监测需记录并存档。另外需委托有资质的单位对辐射工作场所开展周期为一年一次的辐射防护监测。具体监测点位如下：

- ① 通过巡测，发现辐射水平异常位置。
- ② 屏蔽体防护门外 30 cm 离地面高度为 1 m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周。
- ③ 屏蔽体四周外 30 cm 离地面高度为 1 m 处，屏蔽体每侧至少测 3 个点。

辐射防护检测报告连同年度辐射环境评估报告一并在次年 1 月 31 日前按要求网上提交。另外辐射项目完工后 3 个月内应进行竣工验收监测。企业每季度对工作场所环境进行自检，保存相关记录。

12.4 辐射事故应急

建设单位已制定《辐射事故应急预案》，其中成立了辐射事故应急处理领导小组，明确了辐射事故应急处理领导小组工作职责，明确了放射事故应急救援应遵循的工作原则和放射事故应急处理程序。发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，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。在今后的运营过程中，公司应结合公司核技术应用项目的实际变化情况及时对辐射事故应急预案进行修订，完善公司辐射事故应急预案体系。

辐射事故应急预案内容应包括：

- (1) 应急组织机构和职责分工；
- (2) 辐射事故类型与应急响应程序；
- (3) 辐射事故现场处置方案；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 应急培训及应急演练计划。

辐射工作场所应放置《辐射事故应急预案》，配备工具箱、便携式 X- γ 剂量率仪、个人剂量报警仪、个人防护用品等，建设单位拟定期对辐射工作人员进行事故应急培训，每年至少进行一次辐射事故应急演练和培训。

12.5 职业健康检查

辐射工作人员上岗前，拟进行上岗前职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的人员方可参加相应的辐射工作。从事辐射工作期间，辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。对不适宜继续从事辐射工作的，应脱离辐射工作岗位，并进行离岗前的职业健康检查。项目单位拟建立和保存辐射工作人员的健康档案。

12.6 年度评估

建设单位应于每年 1 月 31 日前将上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），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。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《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。

建设单位拟建立年度评估制度，对辐射防护等进行总结，编制《放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告》，并于每年 1 月 31 日前按要求网上提交。年度评估报告包括放射性同位素台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。

12.7 从事核技术利用项目的能力分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，建设单位从事核技术利用项目应具备相应的条件。建设单位从事核技术利用项目的能力分析详见表 12-1。

表 12-1 从事核技术利用项目的能力分析对照表

标准	要求具备条件	建设单位情况	是否符合
《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》	（一）使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当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。	已成立辐射安全与环境保护管理领导小组。	按承诺落实后符合
	（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	拟组织本项目辐射工作人员通过核技术利用辐射安全与防护考核，持证上岗。	按承诺落实后符合
	（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。	不涉及
	（四）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止	本项目 X 射线数字成像检	按承诺落

	误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	测设备设有相应的安全联锁措施，并按要求落实辐射防护和安全措施。	实后符合
	(五)配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	建设单位拟配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪，2 台个人剂量报警仪、个人剂量计、固定式辐射剂量率仪等。	按承诺落实后符合
	(六)有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位已制定相关管理制度。	符合
	(七)有完善的辐射事故应急预案。	建设单位已制定《辐射事故应急预案》。	符合
	(八)产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理员负责质量保证与质量控制检测工作。	本项目运行过程中不产生放射性废气、废液、固体废物，且不涉及使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗等业务。	不涉及
《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	使用射线装置场所拟设电离辐射警告标识和中文警示说明。射线装置设有安全联锁及报警装置，安装有工作状态指示灯。射线装置设有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。	按承诺落实后符合
	第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	建设单位拟每年委托有资质单位对辐射工作场所进行辐射监测，并出具监测报告；拟配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪，定期对辐射环境进行自行监测，做好记录，并妥善保存。	按承诺落实后符合
	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。	建设单位拟对其射线装置的安全和防护进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前网上提交。	按承诺落实后符合
	第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不	建设单位拟安排从事辐射工作人员、辐射安全管理人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，考核合格后持证上岗。	按承诺落实后符合

得上岗。		
第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	建设单位拟为从事辐射工作的人员配备个人剂量计，每三个月送检个人剂量计一次。建立个人职业健康档案，每2年对从事辐射操作的人员至少进行一次职业健康检查。	按承诺落实后符合

由以上对照分析可知，建设单位在落实辐射工作人员培训、配备相应的辐射监测仪器后，可认为建设单位从事辐射活动的的能力，能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。

12.8 竣工验收

建设项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环环评〔2017〕4号）对配套建设的环境保护设施进行验收，委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

建设单位应公开上述相关信息，向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。验收报告公示期满后5个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息。

本项目建设竣工后，建设单位应按照上述要求尽快开展竣工环保验收工作，本项目“三同时”验收一览表具体详见下表。

表 12-2 “三同时”验收一览表

项目	“三同时”验收内容	验收要求
防护措施	①X射线数字成像检测设备屏蔽体外辐射剂量率不超过 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ； ②辐射工作人员年有效剂量不超过 5 mSv/a，公众年有效剂量不超过 0.25mSv/a； ③X射线数字成像检测设备内部每小时通风换气不小于 3 次/h。	1.验收检测各点位检测合格； 2.X射线数字成像检测设备内部每小时通风换气不小于 3 次/h。
安全措施	①防护门设置门-机联锁装置；X射线数字成像检测设备屏蔽体外设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯。照射状态指示装置与 X 射线机系统联锁。 ②X射线数字成像检测设备屏蔽体外、防护门上及 X 射线无损	1.门-机联锁装置、紧急停机按钮配置，且有效； 2.电离辐射警告标志张贴，且规范；

	<p>检测间外张贴“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。操作控制台设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。</p> <p>③X 射线数字成像检测设备屏蔽体内部、操作台各安装 1 个急停按钮。</p> <p>④应急预案、操作规程等辐射管理制度张贴上墙。</p> <p>⑤X 射线数字成像检测设备屏蔽体内安装 1 台固定式剂量报警仪。</p>	<p>3.相关制度上墙；</p> <p>4.固定式剂量报警仪配置，且功能有效。</p>
个人防护	<p>本项目拟配辐射工作人员必须在生态环境部网站进行学习，并报名辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可上岗。</p>	<p>辐射工作人员通过辐射防护考核，取得培训成绩单。</p>
	<p>辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测。</p>	<p>个人剂量计按要求佩戴/送检。</p>
	<p>辐射工作人员均需参加职业健康体检，体检合格方能上岗。</p>	<p>取得职业健康检查报告，且在 2 年内。</p>
	<p>配备个人剂量报警仪 2 台和便携式 X-γ剂量率仪 1 台。</p>	<p>个人剂量报警仪、便携式 X-γ剂量率仪配备，且设备功能正常，取得其检定/校准证书。</p>
管理制度	<p>《X 射线数字成像检测设备操作规程》《X 射线设备岗位职责》《健康管理及培训制度》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《辐射安全管理工作制度》《辐射防护和安全保卫制度》《自行检查和年度评估制度》《辐射工作场所监测方案》《辐射事故处理应急预案》等一系列规章制度，后期根据实际操作逐步更新完善。</p>	<p>规章制度齐全，且符合日常管理的需要。</p>

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

(1) 项目名称：川南航天能源科技有限公司 X 射线数字成像检测设备应用项目

(2) 建设单位：川南航天能源科技有限公司

(3) 建设性质：新建

(4) 建设地点：四川省泸州市龙马潭区特兴安民街 88 号

(5) 本项目建设内容：为判断某产品内部装药情况，建设单位拟在公司 603 工房北侧中间位置新建一处 X 射线无损探伤工作场所，拟安装使用 1 台重庆日联科技有限公司生产的 UND450 型 X 射线数字成像检测设备（最大管电压 450 kV，最大管电流 3.33 mA），该 X 射线数字成像检测设备自带铅房，属于 II 类射线装置。本项目为新建射线装置辐射工作场所。

13.1.2 选址合理性

本项目拟建 X 射线数字成像检测设备位于四川省泸州市龙马潭区特兴安民街 88 号，土地使用规划为工业用地，本项目位于建设单位 603 工房北侧中间位置，不涉及新增用地。根据《泸州中心城区龙马潭片区乡镇级国土空间总体规划》（2021—2035 年），厂区占地范围位于城镇开发边界范围内，符合国土空间规划要求。本项目拟建位置相对独立，周围无关人员相对较少，便于日常辐射安全管理。经分析，本项目 X 射线数字成像检测设备工作场所周围辐射水平可满足国家相关要求，采取有效的防护和治理措施，运行过程中对周围环境及环境保护目标的辐射影响较小。综合考虑，本项目选址基本合理可行。

13.1.3 实践正当性

川南航天能源科技有限公司利用 X 射线数字成像检测设备检测本公司生产的某产品，有效保证出厂产品质量，具有显著的社会和经济效益。公司将严格按照相关标准对 X 射线数字成像检测设备采取辐射安全防护措施，并建立辐射安全管理体系及各项规章制度。虽然在运营过程中，设备的应用可能会对周围环境、辐射工作人员及周围公众造成一定的辐射影响，但在正确使用和管理本项目 X 射线数字成像检测设备的情况下，根据预测结果，辐射工作人员及周边公众的年有效剂量均能满足相关限值要求，设备的应用对周围环境、辐射工作人员及周围公众造成辐射影响可控。在考虑社会、经济和其他有关因素后，对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）关于辐射防护“实践的正当性”要求。

13.1.4 工程所在地区环境质量现状

本项目拟建场址周围 γ 辐射空气吸收剂量率最大为 81.0 nGy/h。根据《2024 年四川省生态环境状况公报》中数据显示，本项目拟建场址及周边辐射环境现状本底值与四川省天然辐射水平基本相当，属于正常本底范围。

13.1.5 辐射环境影响评价结论

(1) 辐射安全与防护措施

本项目屏蔽防护设施可达到所需的屏蔽能力，X 射线数字成像检测设备屏蔽体上拟设计工作状态指示灯，并与 X 射线数字成像检测设备联锁，屏蔽体表面和防护门上拟设置电离辐射警告标识和中文警示说明，操作台拟设置紧急停机按钮。设备内部拟设有监控系统、紧急停机按钮、固定式场所辐射探测报警装置监测探头，操作台拟设置固定式场所辐射探测报警装置。建设单位拟为辐射工作人员配备个人剂量计，拟配备 2 台个人剂量报警仪、1 台便携式 X- γ 剂量率仪，已制定各项辐射环境管理制度和辐射事故应急预案。

(2) 人员所受辐射剂量估算

屏蔽体外各关注点周围剂量当量率低于周围剂量当量率控制目标。

本项目辐射工作人员年有效剂量为 5.19×10^{-3} mSv/a，低于本评价采用的职业人员年有效剂量管理约束值 5.0 mSv/a。公众成员年有效剂量最大为 3.38×10^{-4} mSv/a，低于本评价采用的公众成员年有效剂量管理约束值 0.25 mSv/a。

13.1.6 非辐射环境影响分析

(1) 本项目 X 射线数字成像检测设备配备机械通风装置，满足每小时通风换气次数为大于 3 次/h，产生的少量 O₃ 和 NO_x 气体通过通风口，经排风管道排放至 603 工房北墙外环境，最终排风口距地面高约 5 m，对环境影响较小。

(2) 本项目铅房选用的风机噪声值较小，且为间歇噪声，对周围声环境影响较小。

(3) 运营期主要固废为工作人员的生活垃圾。生活垃圾收集后交由环卫部门处置。

(4) 运营期主要废水为工作人员的生活污水。生活污水经化粪池后排入市政污水管网。

13.1.7 辐射安全管理结论

(1) 建设单位已成立辐射安全与环境保护管理小组，拟修订并完善各项辐射安全管理制度。在建立健全并落实各项规章制度条件下，可以确保工作人员和公众成员的安全满足辐射安全管理要求。

(2) 本项目拟配置 2 名专职职业人员，拟组织辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台网上培训并考核。

(3) 建设单位拟配备个人剂量报警仪 2 台，X- γ 剂量率仪 1 台。在已有的风险防范措施和相应的事故应急预案条件下，通过进一步完善安全措施，其环境风险是可控的。

综上所述，川南航天能源科技有限公司 X 射线数字成像检测设备应用项目，在切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施，在严格执行相关法律法规、标准规范等文件的前提下，该项目对职业人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

13.2 承诺和建议

13.2.1 承诺

- (1) 结合工作实际情况对辐射安全管理制度进行不断修改和完善；
- (2) 按照辐射事故应急方案和制度的要求，定期进行演习；
- (3) 本次环评批复后，及时申领辐射安全许可证；
- (4) 按照国家有关规定，及时自行组织建设项目竣工环境保护验收。

13.2.2 建议

(1) 辐射工作人员要求熟知防护知识，能合理地应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众和工作人员所受到的照射降到最低。

(2) 加强辐射防护工作档案管理，对辐射工作人员的辐射防护培训、个人剂量监测、职业健康检查和辐射防护检测等资料要分开保管并保存。

(3) 建设单位使用的设备检修维护后，应对设备的防护性能和设备性能进行检测，检测合格后方可继续使用。

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

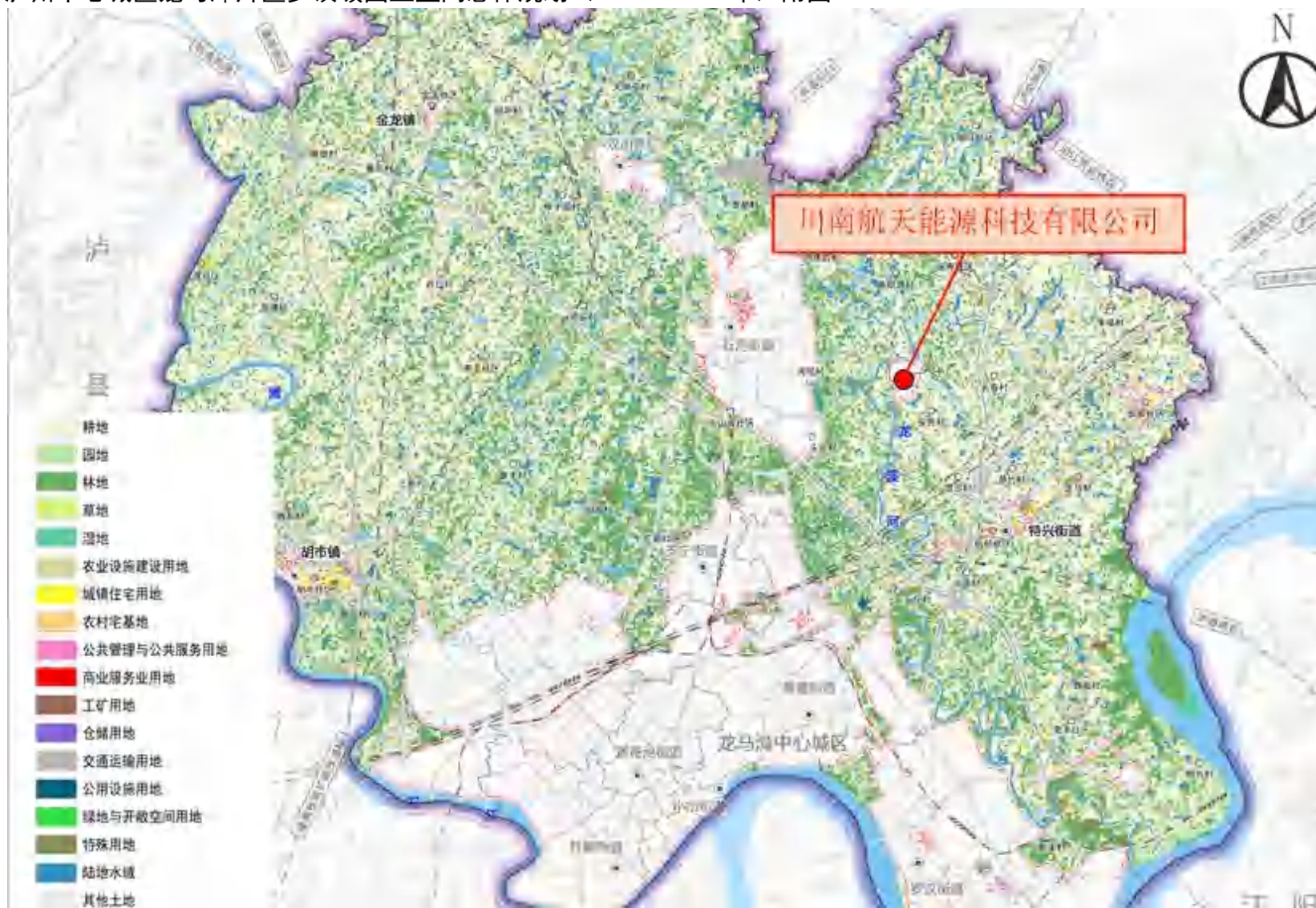
审批意见

公章

经办人：

年 月 日

附图 1 泸州中心城区龙马潭片区乡镇级国土空间总体规划（2021—2035 年）附图



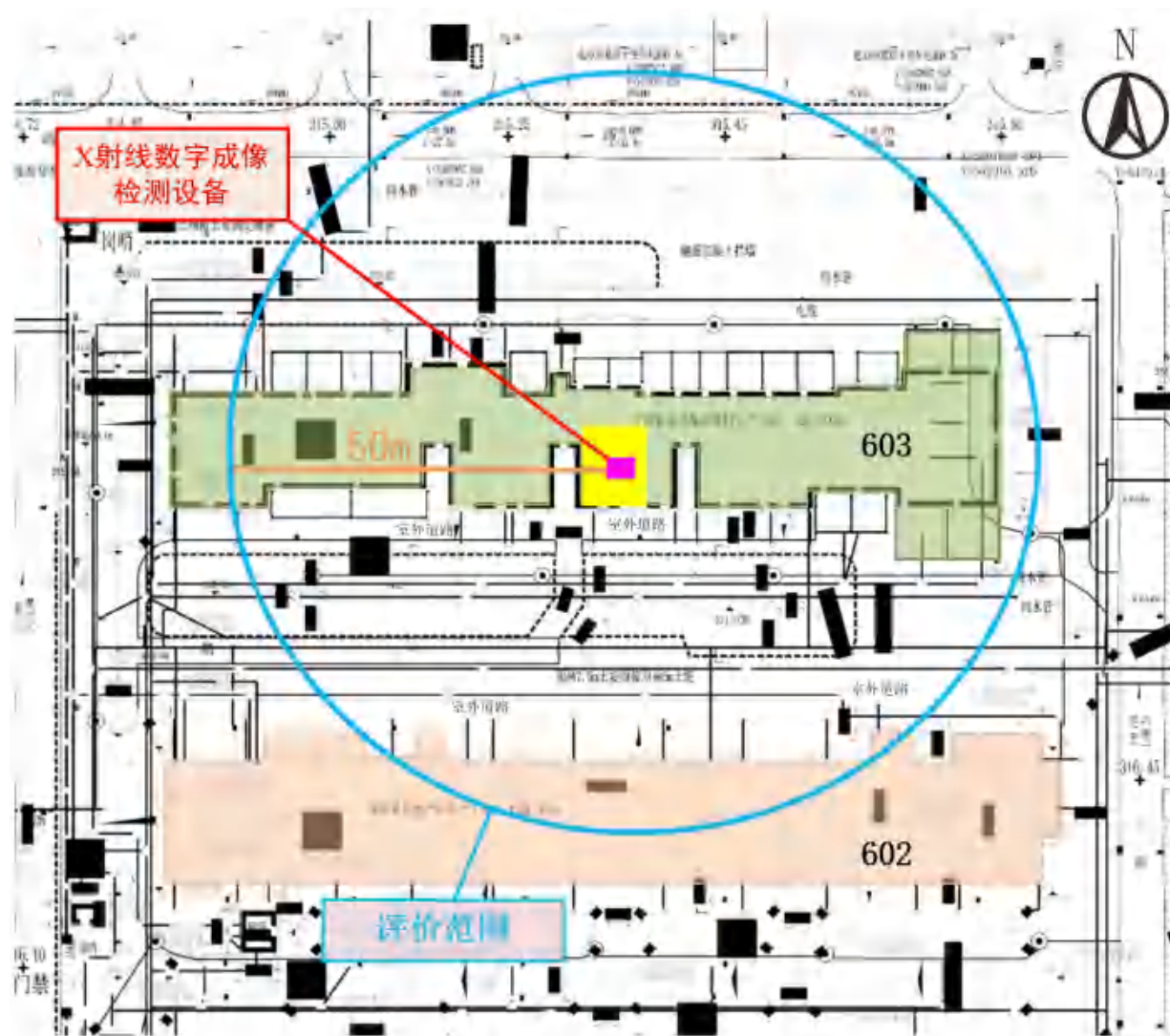
附图 2 四川省环境管控单元图



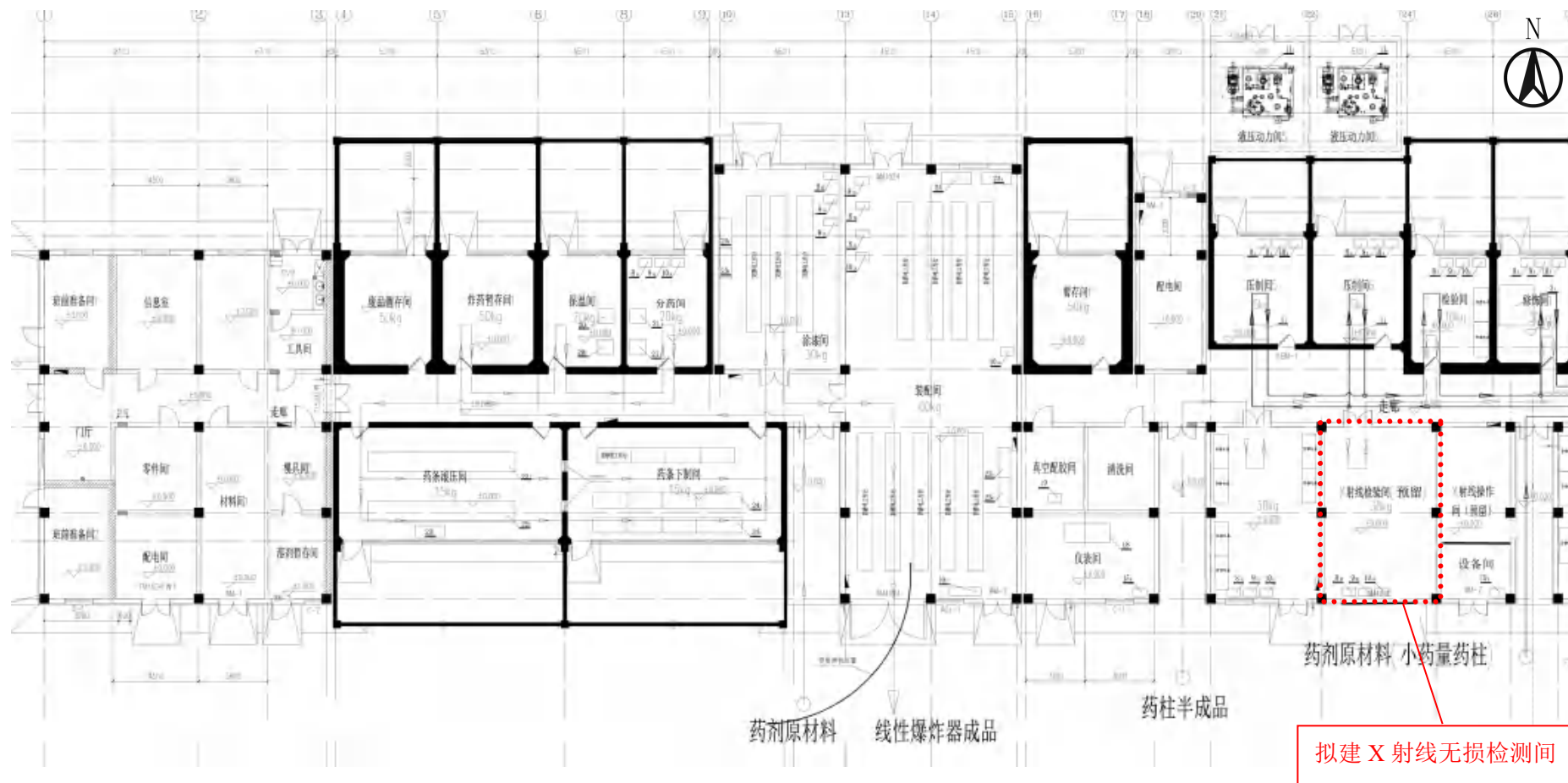
附图 3 建设单位厂区平面布置图



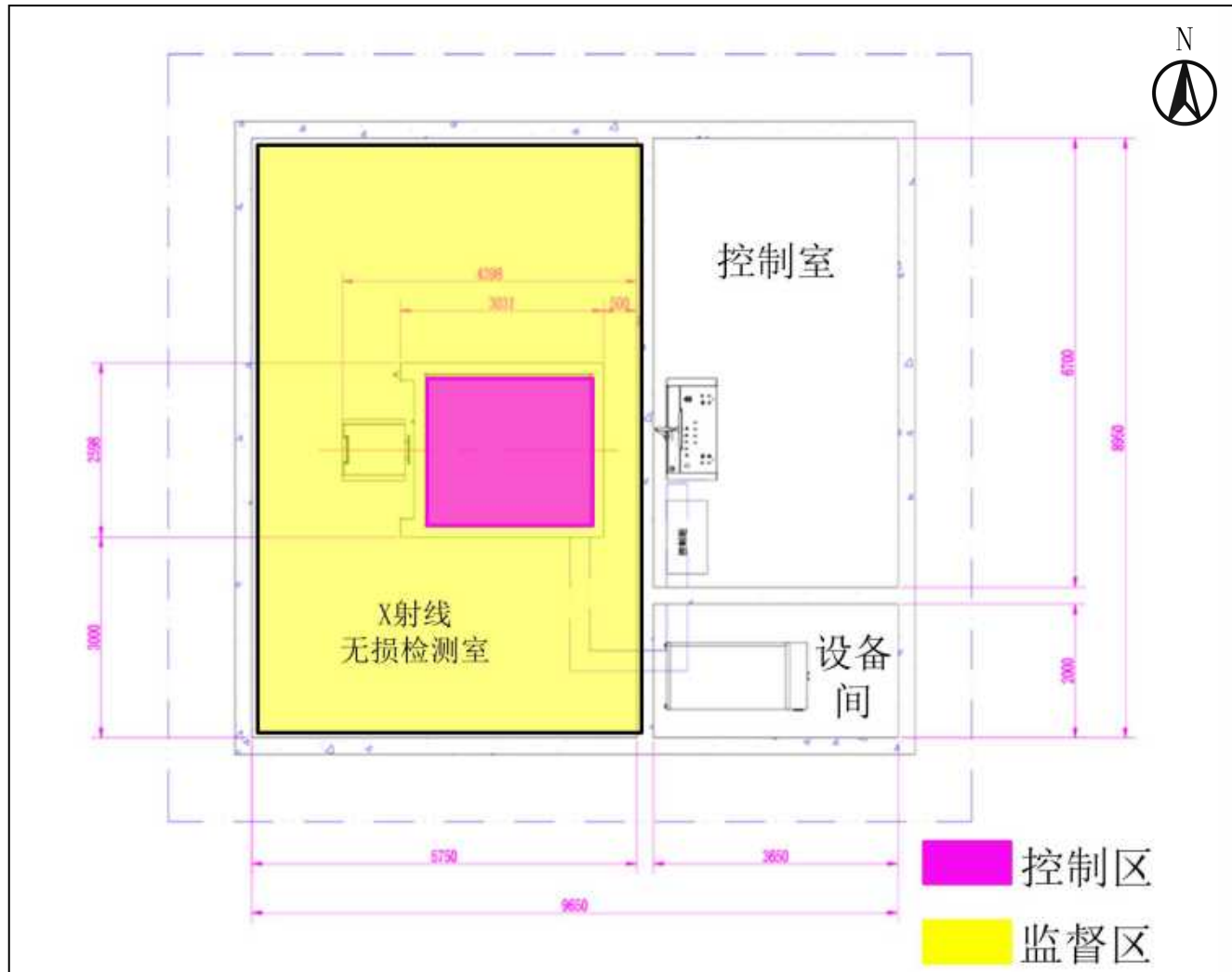
附图 4 本项目辐射环境影像评价范围



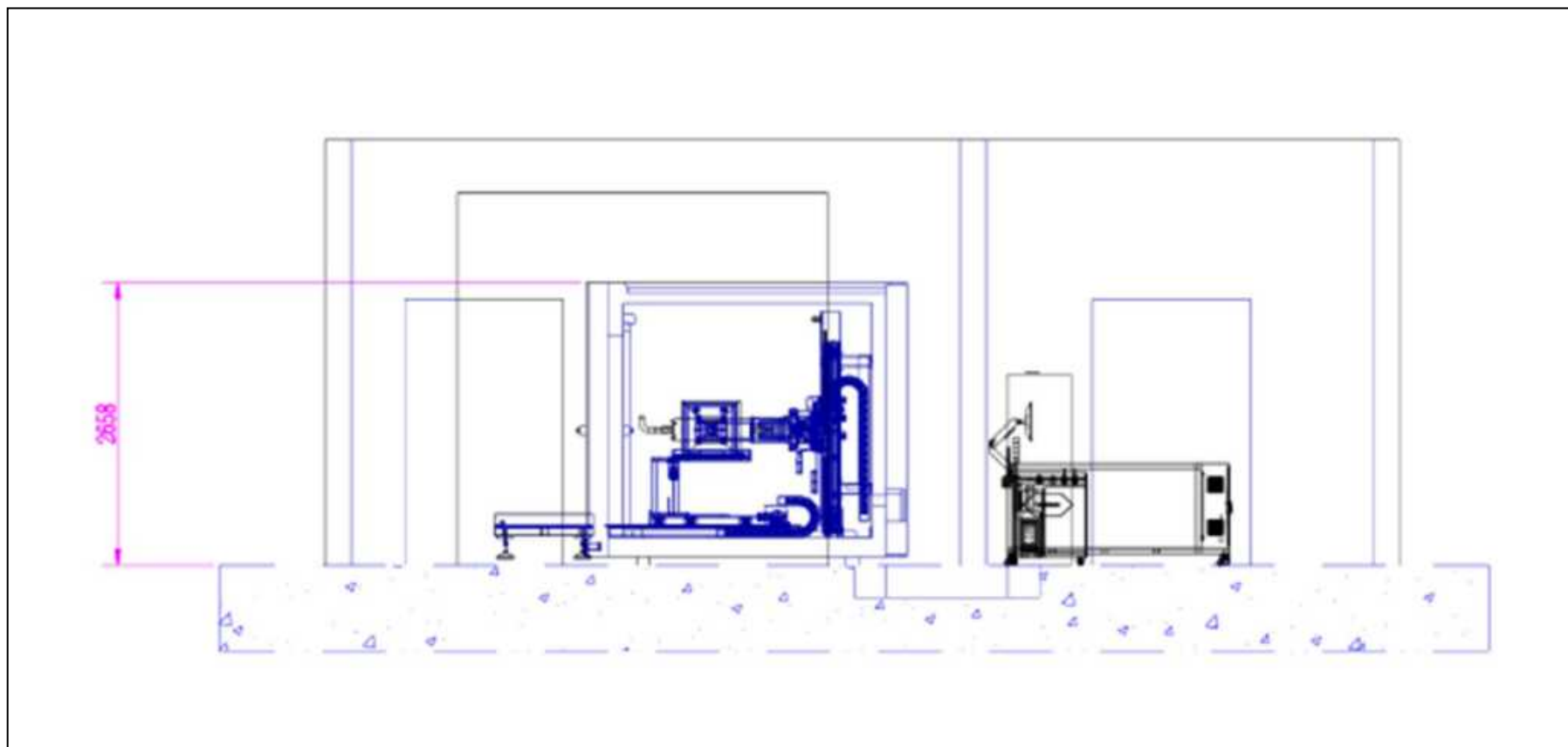
附图 5 拟建工作场所所在 603 工房平面布置图（西侧）



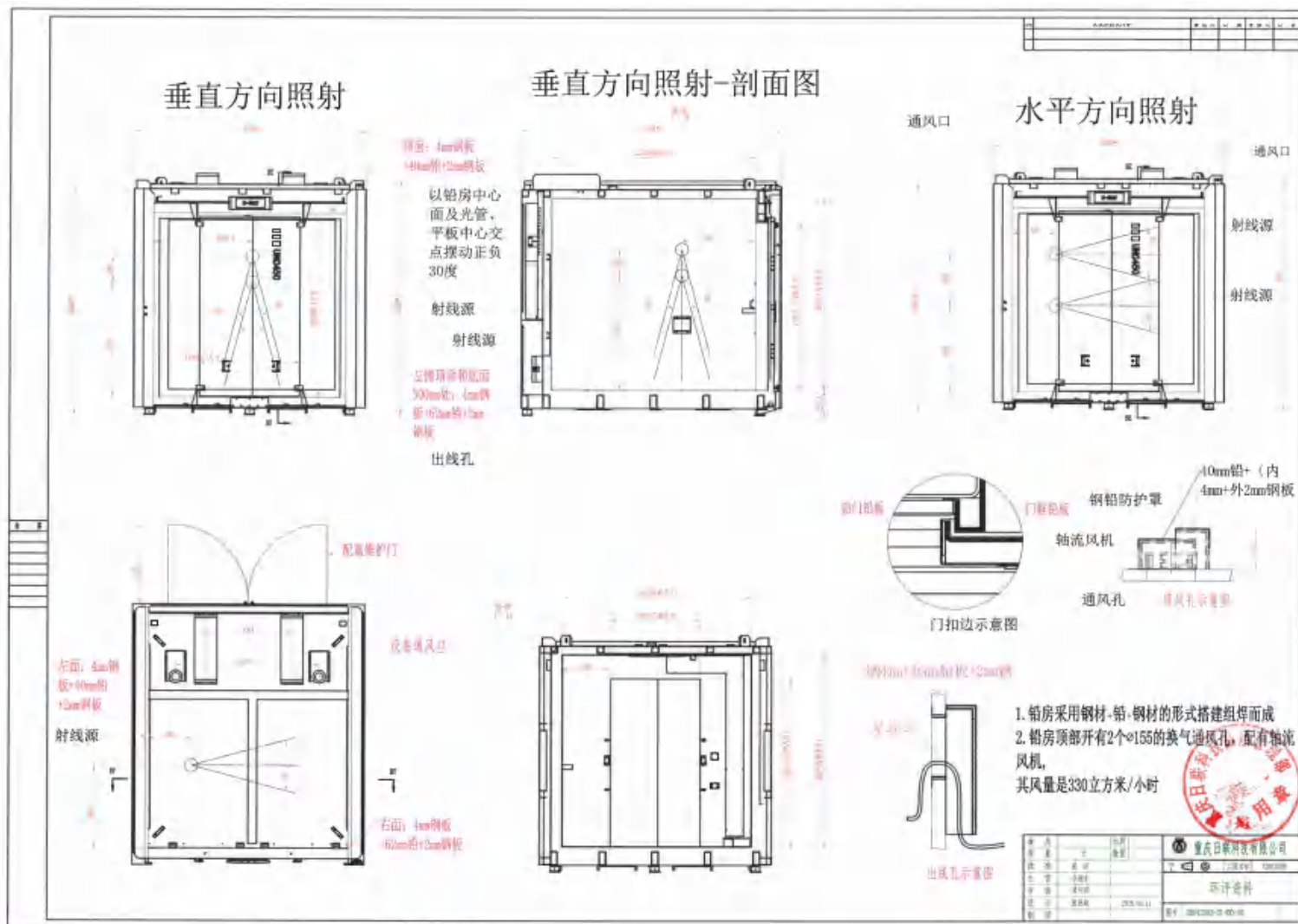
附图 7 拟建 X 射线探伤工作场所平面布置图（俯视图）



附图 8 拟建 X 射线探伤工作场所平面布置图（剖面图）



附图 9 UND450 型 X 射线数字成像检测设备设计参数



环境影响评价委托书

委托单位：川南航天能源科技有限公司

被委托单位：中威检测（山东）有限公司

工程名称：X 射线数字成像检测设备应用项目

工程地点：四川省泸州市龙马潭区特兴安民街 88 号

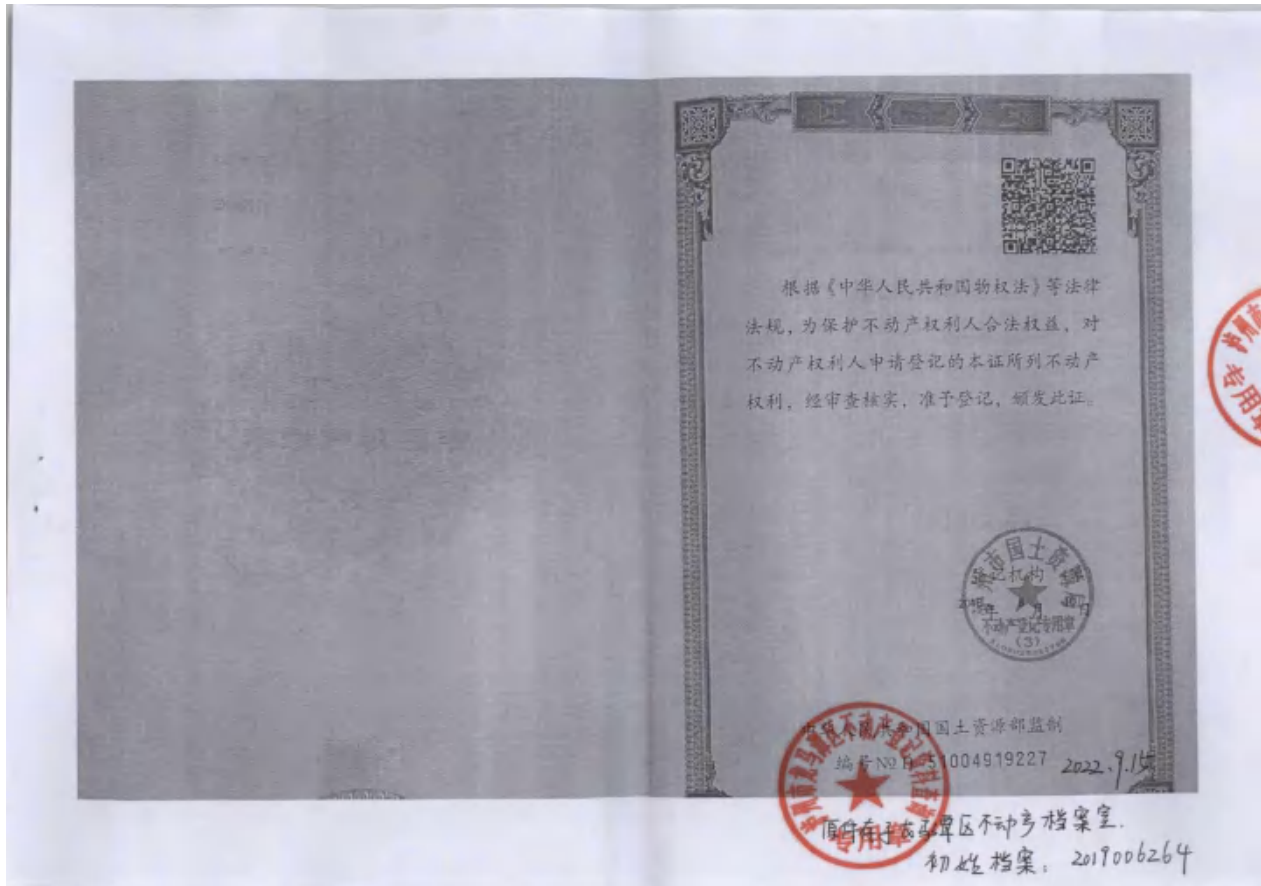
委托内容：我单位拟在 603 工房北侧中间位置新建 1 座 X 射线无损检测间，拟安装使用 1 台重庆日联科技有限公司产的 UND450 型 X 射线数字成像检测设备（最大管电压 450 kV，最大管电流 3.33 mA），根据《中华人民共和国环境影响评价法》及生态环境主管部门的有关规定，该项目需办理环境影响评价手续，现委托贵单位对该项目环境影响进行评价。

特此委托。

委托单位：川南航天能源科技有限公司

2026 年 2 月 24 日

附件 2 建设单位土地使用证



川 (2018) 龙马潭区 不动产权第 0029743 号

附 记

业务编号: 2018039000

权利人	四川航天能源科技有限公司
共有情况	单独所有
坐落	龙马潭区特兴镇安民村、石洞镇鱼鳞滩村
不动产单元号	510504 104205 6B00006 000000000
权利类型	国有建设用地使用权
权利性质	出让
用途	工业用地
面积	330614m ²
使用期限	——起2065年01月29日止
权利其他状况	

宗地图

不动产权利人：(1)陈航及(2)陈科林共同共有
宗地面积：325014.00

宗地代码：3105244020200920204
所在区编号

安民村第六村民小组、石湾镇仙游村第四村民小组



安民村第七村民小组

不动产权利人：(1)陈航及(2)陈科林共同共有
宗地面积：325014.00

不动产权利人：(1)陈航及(2)陈科林共同共有
宗地面积：325014.00

不动产权利人：(1)陈航及(2)陈科林共同共有
宗地面积：325014.00





221512111510



中威检测（山东）有限公司

检 测 报 告

中威辐检（HP）字 2026 第 0015 号



项目名称: 川南航天能源科技有限公司 X 射线数字成像检测设备
应用项目辐射本底检测

委托单位: 川南航天能源科技有限公司

检测类别: 委托检测

报告日期: 2026 年 03 月 30 日

声 明

- 1.报告无本单位检测专用章、骑缝章无效。
- 2.未经本机构批准，不得复制（全文复制除外）本报告。
- 3.报告涂改无效。
- 4.自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。
- 5.对不可复现的检测项目，结果仅对采样（或检测）所代表的时间和空间负责。
- 6.对检测报告如有异议，请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出，逾期不予受理。
- 7.本单位保证检测的客观、真实、公正性，对委托单位的商业信息、技术文件、检测报告等商业秘密履行保密义务。
- 8.该报告仅适用于生态环境监测领域。

地 址：山东省济南市槐荫区美里东路 3000 号德迈国际中心二期 16 号楼厂房 101
邮 编：250000
电 话：18560127988
网 址：www.rad-test.com
E-mail: fushejiance@163.com



检测报告首页

1、基本情况

客户名称	川南航天能源科技有限公司
客户地址	四川省泸州市龙马潭区特兴安民街 88 号
检测日期	2026 年 03 月 27 日
环境条件	温度：18.3℃；湿度：52%RH；天气：阴。

2、检测依据

- (1) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
 (2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）

3、检测仪器

设备名称	设备型号	内部编号	检定/校准证书编号	检定/校准有效期至	使用日期
便携式 X-γ 剂量率仪	BH3103B	(JC01-04-2016)	250003010001572	2026 年 06 月 08 日	2026 年 03 月 27 日

4、检测仪器技术指标

设备名称	技术指标
便携式 X-γ 剂量率仪	测量范围：(1~10000) × 10 ⁻⁸ Gy/h； 测量精度：0.1 × 10 ⁻⁸ Gy/h； 能量响应：25 keV~3 MeV，极限偏差±15%； 对宇宙射线的能量响应：极限偏差±15%（以 RSS-111 高压电离室为标准）； 剂量率指示的固有误差：±10%； 角响应：对 ¹³⁷ Cs，0°~120°，极限偏差±15%。

编制人： 田培 审核人： 孟俊青 签发人： 展明峰

中威检测（山东）有限公司 检测专用章

2026 年 03 月 30 日

检测报告包括：封面、声明、首页和正文，并盖有计量认证章、检测章和骑缝章。

检测报告正文

表 1 γ 空气吸收剂量率检测结果

点位号	点位描述	γ 空气吸收剂量率 (nGy/h)	
		平均值	标准差
1	拟建工作场所中间位置	59.8	7.1
2	拟建工作场所东侧位置	69.9	7.0
3	拟建工作场所南侧位置	75.4	11.4
4	拟建工作场所西侧位置	77.3	11.7
5	拟建工作场所北侧位置	81.0	12.3
6	拟建工作场所南侧小药量军用爆破器材工房 (602)	72.7	14.5
7	拟建工作场所所在大药量军用爆破器材工房 (603)	80.0	8.2
8	拟建工作场所南侧室外道路	58.9	8.4
9	拟建工作场所北侧室外空地	57.0	6.3

注：1.上表中 γ 空气吸收剂量率检测结果均未扣除宇宙射线响应值；2.建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子为：“1-7”号点位取 0.9，“8、9”号点位取 1。

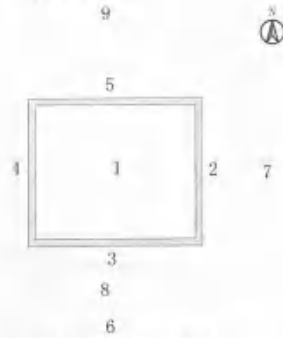


图 1 检测点位示意图



图 2 现场检测照片

(以下空白)



检验检测机构 资质认定证书

证书编号：221512111510

名称：中威检测（山东）有限公司

地址：山东省济南市槐荫区美里东路3000号德迈国际中心二期16号楼厂房101(250000)

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。
检验检测能力及授权签字人见证书附表。



许可使用标志



221512111510

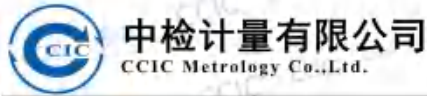
发证日期：2022年05月10日

有效期至：2028年05月09日

发证机关：山东省市场监督管理局

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。

附件 5 设备检定/校准证书




中国合格评定
国家认可
CALIBRATION
CNAS 110001

校准证书

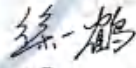
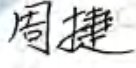
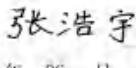


CALIBRATION CERTIFICATE

证书编号: 
Certificate No. 250003010001572

客户名称 Client	中威检测(山东)有限公司		
器具名称 Instrument	便携式X-γ剂量率仪	型号/规格 Model	BH3103B
出厂编号 Serial No.	085	设备编号 Equipment No.	
制造单位 Manufacturer	中核(北京)核仪器厂		
客户地址 Client Address	山东省济南市槐荫区美里东路3000号德迈国际中心二期16号楼厂房101		



批准人 Authorized by 徐一鹤 
 核验员 Reviewed by 周捷 
 校准员 Calibrated by 张浩宇 
 校准日期 Calibration Date 2025 年 06 月 09 日
 Year Month Day

样品接收日期 Sample Acceptance Date 2025 年 06 月 03 日
 Year Month Day

证书发布日期 Date of issue 2025 年 06 月 09 日
 Year Month Day

总部地址 (Headquarters Add): 北京市朝阳区西坝河东里18号中检大厦16层 邮编 (Post Code): 100028
 投诉/建议邮箱 (E-mail): ccic@ccic.com 电话 (Tel): 010-84605947
 实验室地址 (Add of the Lab): 江苏省南通市崇川区长兴路998号3号楼
 Building 3, No. 398 Changxing Road, Chongchuan District, Nantong City, Jiangsu Province
 邮编 (Post Code): 226002 电话 (Tel): 0513-85156188



限制使用条件和范围

Restrictions and Scope of use

- 本证书校准结果仅对所校准样品有效。
The calibration result is only valid for the calibrated sample.
- 本证书未经实验室批准，不得部分印制。
The certificate shall not be partly photocopied without the permission of our laboratory.
- 本证书未加盖校准专用章无效。
The certificate is invalid without special seal for calibration.
- 对本次校准若有异议，委托方应于收到校准证书之日起十五个工作日内向本实验室提出。
If you have any question, please feedback to us within 15 days from the date you received the certificate.
- 被校准仪器修理后或使用过程中，如对被校准仪器的技术指标产生怀疑，请重新校准。
During the use or after repair of the calibrated instrument, if you have doubts about the technical specifications of the calibrated instrument, please calibrate again.
- 以下校准项目已在委托单中与客户约定。
The calibration items below have been confirmed with the client in the order.
- “#”项目为实验室具备能力，非CNAS认可能力。
“#”represents the capacity of the laboratory, which is beyond the scope of accreditation of CNAS.
- 校准结果中“P”代表“Pass”，“F”代表“Fail”，“N/A”代表“Not Applicable”。
In the Results of calibration, the “P”represents “Pass”, the “F” represents “Fail”, and the “N/A”represents “Not Applicable”.
- 根据客户使用及要求，建议本次校准结果有效期最长不超过 / 个月。
According to customer requirements and the usage of the instrument, it is suggested that the term of validity of calibration results should not exceed / months.
- 本证书编号具有唯一性，后缀若带有“A-Z”的证书为替换证书，自替换证书发出后原证书即刻作废。
Each certificate has a unique number, The suffix of “A-Z” will be added to the number as a replacement of the old certificate. The original certificate will be officially invalid once the new certificate number is issued.





证书编号 
Certificate No. 250003010001572

中检计量有限公司是中国合格评定国家认可委员会 (CNAS) 认可的实验室
认可证书号为 L16668

CCIC Metrology Co., Ltd. is accredited by CNAS, the accreditation certificate No. L16668

校准依据的技术文件(代号、名称)(参考) JJG 521-2024《环境监测用 X、γ 辐射空气比
Reference documents for the calibration(Code、Name) 释动能率仪检定规程》

校准所使用的主要计量器具
Measuring instruments used in the Calibration

名称/编号 Instruments/S/N	型号规格 Model	技术指标 Specifications	溯源机构/证书编号 Traceability Institute/ Certificate No	有效日期 Valid Date
电离室剂量仪+1L电 离室 (γ) 092753+000778	UN1005 E + T9 32003	0.1 μGy/h~1Gy/h $T_{rel}=3.3\%$, $k=2$	中国计量科学研究院 DLJ12025-05789	2026-05-08
电离室剂量仪+10L 电离室 (γ) 092753+000272	UN1005 E + T9 32003	0.01 μGy/h~100mGy/h $T_{rel}=3.3\%$, $k=2$	中国计量科学研究院 DLJ12025-05788	2026-05-08
电离室剂量仪+1L电 离室 (X) 092753+000778	UN1005 E+T9.32 002	0.1 μGy/h~1Gy/h $T_{rel}=2.6\%$, $k=2$	中国计量科学研究院 DLJ12025-04390	2026-04-08
电离室剂量仪+10L 电离室 (X) 092753+000272	UN1005 E+T9.32 003	0.01 μGy/h~100mGy/h $T_{rel}=1.0\%$, $k=2$	中国计量科学研究院 DLJ12025-04400	2026-04-08
环境监测用 X、γ 辐 射空气比释动能(吸 收剂量)率仪 RJ38-3602 RJ180700378	RJ38-3602	$(1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-4})$ Gy/h $T_{rel}=6.5\%$, $k=2$	上海市计量测试技术研 究院 2024H21-20-655684100 J	2025-10-22
数显温湿度计(配 γ 场实验室传感器) YSWSQ230504136/AL 0249	YS-WSQ110354	温度: (-20~50) °C 湿度: 10~95%RH 温度: $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$, $k=2$ 湿度: \pm 1.0%RH, $k=2$	上海市计量测试技术研 究院 2024H13-10-548980900 2	2025-09-13
大气压传感器(配 γ 场实验室传感器) E236357		(80~106) kPa $\pm 0.16\%$ FS, $k=2$	上海市计量测试技术研 究院 2024H21-10-548981000 J	2025-09-22

校准地点及环境条件

Location and Environmental Condition of the calibration

温度/°C Temperature	(22.0~22.6)	校准地点 Location	江苏省南通市崇川区长兴路398号3号楼X辐射实 验室/γ辐射实验室
相对湿度/% Relative humidity	48.3	其他 Others	气压为100.7kPa; 实验室环境 γ 本底辐射为0.135 μGy/h; 且实验 室环境周边50m内无明显影响正常工作的机械振 动和电磁干扰

溯源性说明
Traceability Description 本证书中的校准结果可溯源至国际单位制 (SI) 单位。



证书编号 
Certificate No. 250003010001572

校准结果

Results of calibration

1. 相对固有误差 (使用¹³⁷Cs γ参考辐射)

空气比释动能率 mGyh	0.079	0.040	0.010	0.005
校准因子 C_f	0.92	0.95	0.97	0.92
相对误差(%)	9.1	5.0	2.8	8.3

相对固有误差 t (%): 9.1

2. 重复性(%): 1.9

3. 能量响应和校准因子

X管电压kV	60	80	100	150	200
校准因子 C_f	1.07	1.29	1.31	1.31	1.25
相对响应 R'_E	0.89	0.74	0.73	0.73	0.76

校准因子 C_f 测量值的相对扩展不确定度 $U_m=6.9\%$ ($k=2$)

校准结果内容结束,

——以下空白——

附件 6 屏蔽措施确认

川南航天能源科技有限公司

屏蔽措施确认表

1.UND450 型 X 射线数字成像检测设备参数

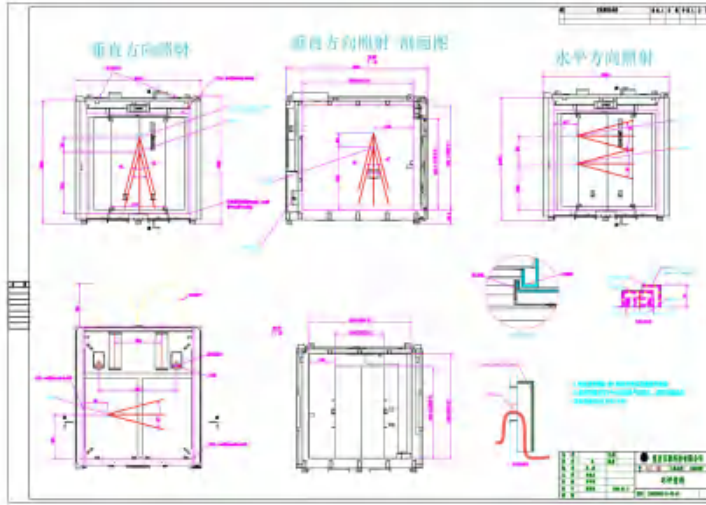
射线装置名称	X射线数字成像检测设备
型号	UND450
生产厂家	重庆日联科技有限公司
射线装置类别	II类
数量	1台(套)
最大管电压(kV)	450
最大管电流(mA)	3.33
射线辐射角	30°
固有滤波片	5 mm铍
使用环境条件	环境温度(室内): 5~40°C; 环境湿度: <80%; 设备安装区域的震动小于400 μm/s。
距辐射源点(靶点)1m处输出量	29.6mGy·m ² /(mA·min)
照射方向	定向, 向下、向南
损伤评定方式	数字实时成像
焦点尺寸	d=0.4mm/1.0mm (EN12543)
铅房外壳辐射泄漏剂量	≤2.5μSv/h (距铅房外表面30cm处测得)
检测范围	上下透照: 托盘有效面积φ500mm, 检测高度 300mm; 左右透照: φ400mm×400mm;
安装(使用)位置	603 工房北侧中间位置拟建 X 射线无损检测间
设备来源	新购

2.屏蔽材料及厚度参数

设备型号	屏蔽位置	屏蔽参数
UND450	铅房主射面(南侧)	4 mm 钢板+62 mm 铅板+2 mm 钢板。
	铅房东侧面、西侧面、北侧面、铅房底板(非主射面)	4 mm 钢板+40 mm 铅板+2 mm 钢板。
	铅房室顶	4 mm 钢板+40 mm 铅板+2 mm 钢板。
	铅房底板(主射面)	4mm 钢板+62mm 铅板+2mm 钢板。
	管线口	4mm 钢(内)+40 mm 铅+2mm 钢(外)
	通风口	4mm 钢(内)+40 mm 铅+2mm 钢(外)
	防护门	4mm 钢板+40mm 铅板+2mm 钢板, 电动门; 门洞尺寸为 1350mm×2200mm, 防护门尺寸 1450mm×2300mm; 门四周搭接宽度: 左右搭接 50mm, 上下搭接 50mm

注: 1.铅的密度为 11.3 g/cm³、钢的密度 7.8 g/cm³;

3.设备设计图纸



川南航天能源科技有限公司
2026年1月23日