

核技术利用建设项目

成都泰华中成科技集团有限公司

新建 X 射线探伤室项目

环境影响报告表

(送审本)

成都泰华中成科技集团有限公司

二〇二六年四月

生态环境部监制



核技术利用建设项目

成都泰华中成科技集团有限公司

新建 X 射线探伤室项目

环境影响报告表

建设单位名称：成都泰华中成科技集团有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：赵克中

通讯地址：四川省成都市双流区天府新区精工东一路 88 号

邮政编码：610200

联系人：车健坤

电子邮箱：550949246@qq.com 联系电话：15680790679



## 目 录

表 1	项目概况 .....	1
表 2	放射源 .....	8
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 .....	18
表 9	项目工程分析与源项 .....	22
表 10	辐射安全与防护 .....	31
表 11	环境影响分析 .....	46
表 12	辐射安全管理 .....	69
表 13	结论与建议 .....	78



**附图：**

- 附图 1 本项目地理位置图；
- 附图 2 本项目所在区域 1km 范围内平面布局图；
- 附图 3 项目所在厂区平面布局及外环境关系图；
- 附图 4 本项目探伤室所在区域平面布局图；
- 附图 5 本项目新建探伤室平面布局图；
- 附图 6 本项目新建探伤室墙体剖立面示意图；
- 附图 7 新建探伤室人流、物流路径图；
- 附图 8 两区划分图；
- 附图 9 本项目新建探伤室辐射安全防护设施平面布局图；

**附件：**

- 附件 1 环评委托书；
- 附件 2 常规免环评说明；
- 附件 3 辐射安全与防护管理领导机构文件；
- 附件 4 资料确认清单；
- 附件 5 辐射环境现状监测报告；

表 1 项目概况

建设项目名称		成都泰华中成科技集团有限公司新建 X 射线探伤室项目			
建设单位		成都泰华中成科技集团有限公司			
法人代表	赵克中	联系人	车健坤	联系电话	15680790679
注册地址		四川天府新区新兴街道精工东一路 88 号			
项目建设地点		成都市双流区精工东一路 88 号公司 6# 厂房			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	124	项目环保投资（万元）	108	投资比例（环保投资/总投资）	87%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m <sup>2</sup> ）	123.51m <sup>2</sup>
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		
	其它	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其它	/				

## 项目概述

### 一、建设单位简介及项目由来

成都泰华中成科技集团有限公司（后文简称“泰华中成”）（统一社会信用代码：91510100MAC276JW8E）成立于2022年，目前有员工300余人，主要从事通用设备制造业。

成都泰华中成科技集团有限公司位于成都市双流区精工东一路88号，公司总部基地位于四川天府新区，投资建设高标准高端装备生产车间、研发中心及配套公寓，计容建筑面积为110000m<sup>2</sup>，本次泰华中成拟在其6#厂房（长：102.0m×宽：67.0m×高：17.15m）内部新建工业探伤室及辅助用房，本项目拟建建筑面积为123.51m<sup>2</sup>，建筑尺

寸为11.5m（长）×10.74m（宽）×6.5m（高），项目探伤室共计拟使用2台定向X射线探伤机（3005型和3505型，均属于II类射线装置），用于对材质为不锈钢、碳钢等最大尺寸：长3.5m、宽2m、高2m、最大外径1.96m、厚度60mm的压力容器、压力管道工件进行无损探伤检测。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定和要求，本项目涉及使用II类射线装置，需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部 部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用II类射线装置、使用II类放射源”，应编制环境影响报告表，根据四川省生态环境厅文件“四川省生态环境厅关于印发《四川省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2025年本）》的通知（川环规〔2025〕1号）”，本项目应报成都生态环境局申请审批。因此成都泰华中成科技集团有限公司委托四川同佳检测有限责任公司对该项目开展环境影响评价工作。四川同佳检测有限责任公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《新建X射线探伤室项目环境影响报告表》。

## 二、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于工业检测领域，属高新技术。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《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第7号令）相关规定，本项目属于鼓励类第三十一项“科技服务业”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。

## 三、项目概况

### （一）项目名称、性质、地点

项目名称：成都泰华中成科技集团有限公司新建 X 射线探伤室

建设单位：成都泰华中成科技集团有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市双流区精工东一路 88 号

### （二）建设内容与规模

成都泰华中成科技集团有限公司本次拟在 6# 厂房南侧二跨底部位置新建 1 座探

伤室及其辅助用房，为一层建筑，无地下室。该项目包含 X 射线探伤室、操作间、暗室危废室各一个，拟在探伤室内使用 2 台 II 类射线装置，3505 型定向 X 射线探伤机（额定管电压为 350kV、额定管电流为 5mA）1 台、3005 型定向 X 射线探伤机（额定管电压为 300kV、额定管电流为 5mA）1 台。公司不进行探伤时，探伤室内的 X 射线探伤机均保存在探伤室内。泰华中成不存在探伤作业中同时使用 2 台或多台探伤装置的情况。

表 1-1 本项目射线装置基本情况一览表

序号	装置名称	型号	数量	参数	投照类型	类别	工作场所	年最大曝光时间(h)
1	X 射线探伤机	XXG-3505	1	350kV、5mA	定向	II	探伤室	406
2	X 射线探伤机	XXG-3005	1	300kV、5mA	定向	II		

本项目新建探伤室内拟使用 3505 型定向 X 射线探伤机（额定管电压为 350kV、额定管电流为 5mA）1 台、3005 型定向 X 射线探伤机（额定管电压为 300kV、额定管电流为 5mA）1 台，均为 II 类射线装置（据调查本项目 X 射线机每月训机约 1 次，每次约 15 分钟，年工作约 12 月，在探伤室内使用 2 台 X 射线探伤机的年训机时间总计约 6 小时，探伤工件为压力容器、压力管道等约 4800 件，年曝光 20000 张胶片，年拍片时间 400h，年总计曝光时间约 406h），X 射线探伤机出束方向为探伤室除工件进出口与南侧墙体的剩下四面墙体。

根据泰华中成设计方案，泰华中成拟在 6# 厂房（长：102.0m×宽：67.0m×高：17.15m）内南侧新建 1 座探伤室及辅助用房，包括探伤室（含迷道）、操作间、暗室、危废室各 1 间，均为一层建筑，屋顶为人员不可到达。本项目探伤室及辅助用房建筑面积为 123.51m<sup>2</sup>，其中探伤室（不含迷道）建筑面积为 60m<sup>2</sup>（探伤室内径尺寸为：长 10.0m×宽 6.0m×高 6.0m），四面墙均为 750mm 厚钢筋混凝土，“Z 字形”迷道内外墙均为 750mm 厚钢筋混凝土，屋顶为 500mm 厚钢筋混凝土，工件进出口采用 10mm 钢板+22 号槽钢+内部铅板 38mm+10mm 钢板的钢铅电动轨道平移防护门（宽 5.2m×高 5.8m），工件门门洞尺寸为 4.6m（宽）×5.5m（高），防护门左右搭接 300mm，上搭接 200mm，下搭接 100mm；北侧迷道门采用 10mm 钢板+8 号槽钢+内部铅板 15mm+10mm 钢板钢铅防护门（宽 1.3m×高 2.3m），迷道门洞尺寸为 0.8m（宽）×2m（高），防护门左右搭接 250mm，上搭接 200mm，下搭接 100mm。探伤室辅助用

房的操作间紧邻探伤室西侧；暗室、危废室紧邻操作间南侧。本项目产生的危险废物暂存于贴有危废标识的专用塑料容器内（防倾倒、防渗漏），该容器放置于危废室内，将与有相应处理资质的单位签订回收合同，不外排。

本项目只开展探伤室室内探伤，不涉及野外（室外）探伤，不存在一间探伤室内同时使用 2 台或多台探伤装置同时曝光的情况。

项目组成及主要环境问题见表 1-2。

表 1-2 建设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	营运期	
主体工程	探伤室结构	探伤室结构	本项目拟建探伤室四面墙均为 750mm 厚钢筋混凝土；“Z 字形”迷道内外墙均为 750mm 厚钢筋混凝土；屋顶为 500mm 厚钢筋混凝土；北侧工件进出门为 38mm 铅当量防护门，西侧迷道门为 15mm 铅当量防护门。	扬尘 废水 固体废物 噪声	探伤机工作时产生的 X 射线，臭氧，氮氧化物，换气风机产生的噪声，废放射源
		探伤机情况	探伤室 拟在探伤室内使用型号为 XXG3505、XXG3005 定向 X 射线探伤机各 1 台，均属于 II 类射线装置。	/	
		存放地点	探伤机在探伤室内使用，不使用时 X 射线探伤机放置在探伤室内	/	
		曝光时间	X 射线探伤机年曝光时间共计 406h	/	
环保工程	依托厂区污水收集处理设施、固体废物收运设施等		扬尘 废水 固体废物 噪声	废显影液 废定影液 废胶片 洗片废水	
辅助工程	操作间、暗室、危废室等				
公用工程	依托厂区卫生间等				
办公及生活设施	依托厂区办公楼		/	生活污水 生活垃圾	
仓储其它	厂区其他设施			/	

### （三）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 1-3。

表 1-3 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量(单位)	来源	主要化学成分
主(辅)料	胶片	20000 张	外购	卤化银
	显影液	600kg/a	外购	溴化钾、无水亚硫酸钠
	定影液	600kg/a	外购	硫代硫酸钠(Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )、无水亚硫酸钠
能源	煤(T)	—	—	—
	电(度)	探伤用电	4667kWh	—

	气(Nm <sup>3</sup> )	—	—	—	—
水量	地表水	自来水	133m <sup>3</sup>	—	—
	地下水	—	—	—	—

#### (四) 本项目涉及辐射源装置

本项目涉及射线装置的情况见表 1-4。

表 1-4 本项目拟使用的射线装置的相关情况

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	数量 (台)	生产厂家	管理类别	使用场所	辐射角度	最大探伤厚度 (mm)	备注
XXG3505	350	5	定向	1	待定	II	探伤室	40°	60	拟购
XXG3005	300	5	定向	1	待定	II		40°	50	拟购

#### (五) 项目外环境关系及选址合理性分析

##### 1、新建探伤室选址合理性

本项目探伤室选址于成都泰华中成科技集团有限公司厂区 6#厂房内二跨南侧底部，位于双流区精工东一路 88 号，建设内容仅涉及标准厂房。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行），2024 年 5 月 29 日四川天府新区生态环境和城市管理局发布的《关于四川天府新区磁动力产业基地项目环评文件的情况说明》中表明，四川天府新区磁动力产业基地项目主要生产包括机械加工、检验、组装调试、测试等环节，不含冶炼、铸造、轧制、锻造、热处理、烧结等工艺，项目免于办理建设项目环境影响评价手续（见附件 2）。

从外环境关系角度看，探伤室距离北侧厂房边界的距离为 90m，距离西侧厂界的距离为 68.5m，距离东侧 5#厂房（一层建筑，为泰华中成内部厂房，规格与 6#厂房基本一致）距离为 65m，距离南侧厂界的最近距离为 75m。厂房东、北侧 200m 内均为泰华中成厂区，南侧、西侧厂界外均为未利用荒地，对本项目的建设无明显制约因素。在本项目 50m 评价范围内，除南侧包含部分 9#厂房（一层建筑，为泰华中成内部厂房，规格与 6#厂房基本一致），其余均包含于 6#厂房范围内及厂内道路，本项目总平面布置图及外环境关系见附图 2、附图 3。

通过本项目外环境分析可知，建设单位拟新建探伤室位于该厂区 6#厂房内，本项目探伤室布置相对独立，紧邻区域内为东北侧液压机、东西侧型材区等无人员或人员活动极少区域，在 50m 评价范围内公众人员活动较少，通过实体防护和距离衰减，能够较好地减少电离辐射对探伤室四周公众的影响，使人员所受剂量在尽可能低的水

平；建设单位在公司用地红线内建设本项目，不新增用地，用地性质符合园区规划和准入条件。建设单位新建了专门的辐射工作场所，且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辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求。因此，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址合理。

#### （六）实践的必要性和正当性

X射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，目的在于能极大地保障产品的质量。不同型号的探伤机具有不同的穿透能力和适用场景，本项目拟购设备（3505、3005）覆盖了不同厚度范围的工件检测需求，在同一探伤室内配置不同电压等级的设备，可以在不移动工件的情况下，根据工件厚度灵活选择最合适的设备，保证检测灵敏度。本次核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果，是其它探伤项目无法替代的。因此，本项目的实践是必要的。

由于在探伤过程中探伤装置的应用可能会给周围环境以及辐射工作人员造成一定的辐射影响，加上如若探伤装置使用及管理出现失误则会造成更为严重的辐射安全事故，因此建设单位在开展X射线探伤过程中，对射线设备的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，绝不同时使用两台探伤机，对射线设备的安全管理也将建立相应的规章制度。在正确使用和管理射线设备的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生给职业人员、公众及社会带来的经济效益深远，足以弥补其可能引起的辐射危害，本项目应用的实践具有正当性。

#### （七）劳动定员及工作制度

本项目拟配备4名辐射工作人员，包含1名管理人员（平时位于2号办公楼，不参与探伤工作），3名探伤机操作人员。本项目操作人员每天工作时间8小时，每周工作6天，年工作时间为300天，探伤室3名操作人员以及1名管理人员岗位固定，不兼职其他工作。

情况见下表1-5。

表1-5 本项目拟配辐射工作人员一览表

开展的项目	操作人员	管理人员
探伤室	3名	1名
合计	4名	

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。公司应严格执行辐射工作人员培训制度，进行线下培训教育，并组织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，考核通过并取得辐射安全培训合格证书后方可上岗。

#### **四、原有核技术利用情况**

本项目为新建项目，该公司未从事过任何核技术应用类项目活动，本次为首次申请辐射安全许可证，不存在原有核技术利用遗留的污染和环境问题。

表 2 放射源

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

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

表3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

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	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	定向 X 射线探伤机	II类	1	XXG3505	350	5	无损检测	探伤室	拟购
2		II类	1	XXG3005	300	5	无损检测		拟购

(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 (mA)	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
废胶片	固态	—	—	—	2300 张/a	—	危险废物贮存设施	拟交由有危废处理资质的单位进行回收处理
废显影液	液态	—	—	—	600kg/a	—	危险废物贮存设施	拟交由有危废处理资质的单位进行回收处理
废定影液	液态	—	—	—	600kg/a	—	危险废物贮存设施	拟交由有危废处理资质的单位进行回收处理
洗片废水	液态	—	—	—	16m <sup>3</sup> /a	—	—	拟交由有危废处理资质的单位进行回收处理
废放射源	—	—	—	—	—	—	—	—
废放射源	—	—	—	—	—	—	—	—
臭氧及氮氧化物	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	大气环境

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/m<sup>3</sup>，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/m<sup>3</sup>)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》（2015 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003年10月1日实施）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第682号令，2017年10月1日实施）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令，2005年12月1日实施，2014年7月29日修订）；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日实施）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 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 日起实施；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令第 31 号发布，生态环境部令第 20 号第四次修订，自 2021 年 1 月 4 日起施行）；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日实施）；</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》（环发[2006]145 号，原国家环保总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日实施）；</p> <p>(12) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号，原环保部文件，2012 年 7 月 3 日）；</p> <p>(13) 关于发布《射线装置分类》的公告（原中华人民共和国环境保护部、国家卫生和计划生育委员会第 66 号令，2017 年 12 月 6 日起施行）；</p> <p>(14) 《国家危险废物名录（2025 年版）》（2025 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行）；</p>
------	---

	<p>(16) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（1995年10月30日第八届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过，2020年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订）；</p> <p>(17) 《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>(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第9号，2021年3月15日起施行）；</p> <p>(19) 四川省生态环境厅发布的《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》；</p> <p>(20) 《关于印发&lt;四川省生态环境厅（四川省核安全管理局）辐射事故应急预案（2020版）&gt;的通知》（川环发[2020]2号）；</p> <p>(21) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021第9号，2021年3月15日起施行）。</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》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(5) 《500kV以下工业X射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）；</p> <p>(6) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(7) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>(8) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）；</p> <p>(9) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；</p> <p>(10) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）。</p>

其他

- (1) 环评委托书；
- (2) 《辐射防护手册》（第一、第三分册，原子能出版社，1987）；
- (3) 《辐射防护导论》(方杰主编)；
- (4) 《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））；
- (5) 四川省生态环境厅（四川省核安全管理局）辐射事故应急专项实施方案（2020年2月14日印发）；
- (6) 四川省生态环境厅发布的《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》。

**表 7 保护目标与评价标准**

**评价范围**

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）要求，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）对辐射监测技术要求，确定以探伤室实体墙为边界，周围 50m 内区域作为评价范围。

**保护目标**

根据本项目周围的外环境关系、探伤室的平面布局及外环境关系，确定本项目主要环境保护目标为辐射工作人员以及探伤室附近的其他岗位工作人员等保护目标情况详见表 7-1。

**表 7-1 本项目环境保护目标一览表**

编号	保护目标	相对设备方位	与辐射源最近距离 (m)	高度差 (m)	最大人流量 (人次/d)	照射类型	年剂量约束值 (mSv)
1	本项目辐射工作人员	西侧	5.05	0	4	职业照射	5.0
2	液压机工作人员	东北侧	6.7	0	1	公众照射	0.1
3	卷板机工作人员	东北侧	16	0	2	公众照射	0.1
4	剪/卷板机工作人员	东北侧	30	0	2	公众照射	0.1
5	焊接区工作人员	东北侧	48	0	4	公众照射	0.1
6	自动焊区工作人员	西北侧	33	0	3	公众照射	0.1
7	型材区1工作人员	西北侧	10	0	1	公众照射	0.1
8	打磨区工作人员	西北侧	20	0	2	公众照射	0.1
9	型材区2工作人员	东北侧	13	0	2	公众照射	0.1
10	耐压实验室工作人员	东北侧	36	0	2	公众照射	0.1
11	9#厂房工作人员	南侧	25	0	7	公众照射	0.1

## 评价标准

### 一、环境质量标准

- (1) 大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准。
- (2) 地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。
- (3) 声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准。

### 二、污染物排放标准

(1) 废气：施工期执行《四川省施工场地扬尘排放标准》（DB51/2682-2020）中相应标准；运营期执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；

(2) 废水：污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；

(3) 噪声：①施工期：《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准限值；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准；

(4) 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）；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

### 三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

#### （一）剂量限值

1、职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第4.3.2.1条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。本项目建设单位辐射工作人员取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的1/4（即5mSv/a）作为职业人员的年剂量约束值。

2、公众照射：附录B第B1.2.1条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量1mSv。本项目公众人员取上述标准中规定的公众照射年剂量限值的1/10（即0.1mSv/a）作为公众的年剂量约束值。

#### （二）辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

1、根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关规定，结合本项

目辐射防护设备的特点，规定在本项目射线装置使用场所内，在距离探伤室屏蔽体外表面 30cm 处，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

2、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为 100 $\mu$ Sv/h。本项目所在厂房为平房，探伤室上方无建筑物和行车，无环境保护目标，屋顶不需要人员到达，且不借助工具也无法到达，本次探伤室顶部保守按照 100 $\mu$ Sv/h 的 1/10 进行控制，即 10 $\mu$ Sv/h。

3、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第一条。

#### 四、臭氧浓度限值

根据《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）室内臭氧符合最高允许浓度 0.30mg/m<sup>3</sup> 的要求；根据《环境空气质量标准》（GB3095—2026）室外臭氧小时平均浓度符合二级标准（0.20mg/m<sup>3</sup>）的要求。

#### 五、通风

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关规定，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。

表 8 环境质量和辐射现状

## 环境质量和辐射现状

### 一、项目地理位置和场所位置

本项目探伤室选址于成都泰华中成科技集团有限公司厂区的 6#厂房内，新建工业探伤室，涉及使用工业 X 射线探伤机。

6#厂房北侧为泰华中成其他生产车间，项目探伤室所在区域自北向南布置。探伤室距离北侧厂房边界的距离为 90m，距离西侧厂界的距离为 68.5m，距离东侧 5#厂房距离为 65m，距离南侧厂界的最近距离为 75m。厂房东、南、北侧 200m 内均为泰华中成厂区，西侧厂界外均为未利用荒地，对本项目的建设无明显制约因素。

本项目探伤室位于 6#车间南侧 2 跨底部，其余位置为自动焊区、卷/剪板区等，东、西两跨为车间型材区，车间外为厂区内道路。拟在探伤室西侧自北向南建设辅助用房操作间、暗室、危废室。

在接受本项目环境影响评价委托后，编制人员对项目拟建场所进行了勘察，拟建场所现状见图8-1。



项目所在车间现状



探伤室拟建位置



项目所在车间西北侧自动焊区



项目所在车间东北侧卷/剪板区

图 8-1 拟建现场现状图

## 二、本项目拟建场所环境现状监测

本项目在运营期对环境空气、水环境和声环境质量影响较小，主要影响为对周围的电离辐射影响。四川同佳检测有限责任公司技术人员于 2026 年 1 月 26 日按照要求对成都泰华中成科技集团有限公司新建 X 射线探伤机项目探伤室拟建场所进行了 X-γ 辐射环境剂量率的布点监测。本次环境影响评价现场监测的监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源

项目	检测方法	检出限	备注
X-γ 辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）	10nGy/h	/
	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）		

表 8-2 检测项目及使用设备一览表

监测项目	监测设备			使用环境		
	名称及编号	技术指标			校准情况	
X-γ 辐射剂量率	名称： 环境监测用 X-γ 辐射空气比释动能率仪 型号：NT6101 编号： TJHJ2021-49	①能量响应：48KeV~3MeV			校准单位：深圳市 计量质量检测研究院 证书编号： JL2519263701 校准日期： 2025 年 11 月 7 日 有效期至： 2026 年 11 月 6 日	天气：阴 温度：9.4℃ 湿度：76%
		②测量范围： 10nGy/h~200 μ Gy/h				
		③校准结果：				
		量程 (μ Gy/h)	校准因子	不确定度 $U_{rel}(k=2)$		
	1~10	1.019	5.9%			
	10~30	1.077	5.3%			
	30~100	1.015	5.3%			

辐射监测仪已经由计量部门年检，且在有效期内，测量方法按国家相关标准实施，测量不确定度符合统计学要求，布点合理、人员合格、结果可信，可以作

为评价电离辐射环境现状的科学依据。

### 三、质量保证

本项目监测委托于四川同佳检测有限责任公司，受委托单位均通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系，本次监测所用的仪器性能参数符合国家标准方法的要求，具有有效期的内国家计量部门的检定/校准合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川同佳检测有限责任公司质量管理体系：

#### (1) 计量认证

从事监测的单位四川同佳检测有限责任公司通过了四川省市场监督管理局核发的检验检测机构计量认证证书（计量认证号：222312051472），有效期至2028年11月21日。

#### (2) 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。

#### (3) 记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。

#### (4) 监测人员资质

监测人员均经专门的培训，考核合格持证上岗。

### 四、监测结果

表 8-3 本项目拟建场所空气吸收剂量率监测结果 单位：nGy/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
1	拟建探伤室操作间位置	93	3	无
2	拟建探伤室位置	95	2	
3	拟建探伤室西北侧自动焊区	92	2	
4	拟建探伤室东北侧焊接区	97	3	
5	拟建探伤室东北侧型材区	93	2	
6	拟建探伤室东侧通道	96	2	
7	拟建探伤室东北侧耐压实验室	94	2	
8	拟建探伤室南侧道路	91	3	

9	拟建探伤室西南侧通道	99	3
10	拟建探伤室南侧 9#厂房外	99	2
11	拟建探伤室西侧打磨区	100	2
12	拟建探伤室西侧道路	96	3
13	拟建探伤室东侧道路	96	4
14	拟建探伤室东侧 5#厂房外	94	3

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值

根据监测数据，本项目所在区域的 X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率背景值为 91~100nGy/h，与成都市生态环境局发布的《2024 成都生态环境质量公报》中环境  $\gamma$  辐射剂量率连续自动监测日均值范围（66.7nGy/h~117nGy/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

### 一、施工期

项目厂房目前为已建状态，待本项目环评审核通过后，方可开展建设，本项目施工过程中的扬尘、噪声、废水、固废，主要是通过施工管理等措施来进行控制。具体施工流程产污环节如下所述：

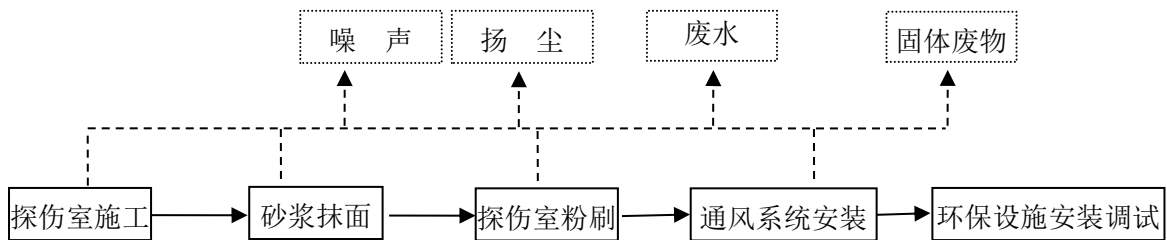


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

本项目施工工序：探伤室设计为混凝土结构，大门门体底部左右两侧安装主动轮箱和从动轮箱，门体上部设有导轮组，在墙体上部设有上部支撑架和上导轨，门体运行的两个终点均设置有软、硬限位及缓冲机构。门体采用摆线针轮减速机作为驱动机构，通过主动轮箱内齿轮间的啮合来实现门体的左右移动，门体上导轨防止门体的左右倾斜，使门体平稳移动，软、硬限位和缓冲机构保证门体精确的行程，以达到门体安全精确的开启和关闭。

为保证探伤室满足辐射防护要求，探伤室四周墙体和屋顶混凝土浇筑工序要整体连续浇注。工件大门和防护门应在生产厂家定做和安装，应考虑门因自身重量而发生形变、频繁开关门的振动连接松动、屏蔽体老化龟裂等问题，防护门应尽可能减小缝隙泄露辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍，墙体与防护门应有足够的搭接宽度，应预留防护门下沉沟槽。

#### （一）施工期扬尘

探伤室施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，主要是通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

#### （二）施工期噪声

施工期噪声包括探伤室施工过程、防护设备安装过程中机械产生的噪声，由于项

目评价范围内公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。

### （三）施工期废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水，生活污水直接排入市政管网进入服务对象包含生活污水与工业废水的污水处理厂进行最终处理。

### （四）施工期固废

施工期固废主要是装修过程中产生的固体废物和施工人员的生活垃圾，装修固体废物为一般固废，部分回收利用；部分与生活垃圾一同依托厂区现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

### （五）调试阶段影响简要分析

项目调试期间重点为设备相关系统和联锁装置的性能检测及调整优化，通常为低负荷运行，X射线探伤机调试运行期间将主要产生X射线，可能对环境造成一定的影响。

本项目各探伤设备的运输、安装和调试均由设备生产厂家专业人员进行操作。在设备的运输、安装、调试过程中，建设单位应加强辐射防护管理。调试运行前应保证各探伤室屏蔽防护设施、通排风设施及相关安全联锁全部建成，并在探伤室外设立辐射警示标志和管控措施，禁止无关人员靠近。在设备的运行调试过程中，探伤设备的控制钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在探伤室入口等关键处设置醒目的警示牌；现场准备就绪，屏蔽体关闭到位，经巡查确认满足调试运行条件且无人员在探伤室内滞留之后，启动安全联锁，并经确认系统正常后才能启动设备。

由于本项目探伤设备的安装和调试均在探伤室内进行，调试运行的时间短，且负荷低，因此，经过各探伤室混凝土墙体的屏蔽和距离衰减后，对环境造成的辐射影响较小。

## 二、运营期

泰华中成拟在探伤室内使用定向X射线探伤机2台（型号为XXG3505、XXG3005），所有探伤作业仅限探伤室内，不存在室外或野外探伤。

泰华中成不存在探伤作业中同时使用2台或多台探伤装置同事曝光的情况。



图 9-2 X 探伤机外观示意图

## （一）设备组成及工作原理

### 1、X 射线探伤机设备组成

X 射线探伤机主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。高速电子与靶物质发生碰撞，就会发生轫致辐射，产生低于入射电子能量的特征 X 射线。其发射率随靶材料原子序数和电子能量的增加而增加。从系统管头组装体窗口发出的 X 射线称为主射束或有用线束；通过管头组装体泄漏出的 X 射线称为泄漏辐射。有用线束和泄漏辐射中，有一部分照射到墙面发生散射，称为散射辐射。通常散射辐射的能量小于泄漏辐射，其在建筑物中的衰减远大于初级 X 射线，X 射线产生原理见图 9-3。

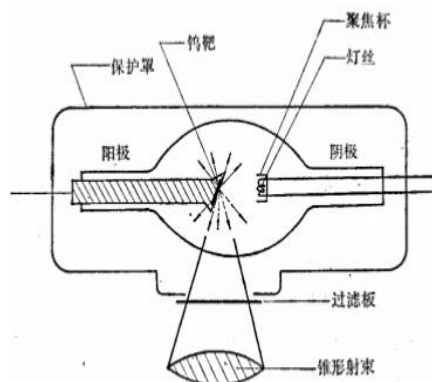


图 9-3 X 射线探伤机工作原理示意图

### 2、设备工作原理

X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力

也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

## （二）项目流程

X 射线探伤时，探伤工作人员在操作间内进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

①在探伤作业前，操作人员配戴好个人剂量报警仪，打开探伤室进出件大门和迷道大门，打开辐射工作场所固定式辐射剂量报警仪，并检查门机联锁状态是否正常，相关仪器设备电缆等有无损坏等非正常状态；

②将被探伤工件通过平车送入探伤室，检查平车停靠位置；

③张贴胶片并加以编号后，将 X 射线探伤机转移到工件附近合适的位置；

④检查探伤室内人员滞留情况，确定无人后，探伤工作人员从迷道门离开探伤室，并关闭工件门及迷道防护门；

⑤设置电压和曝光时间、探伤工作人员开启 X 射线探伤机进行无损检测；

⑥达到预定照射时间和曝光量后关闭 X 射线探伤机，工作人员取下胶片，曝光结束；

⑦工作人员对探伤胶片进行洗片、评片，判断工件焊接质量、缺陷等。

X 射线探伤工艺流程及污染物产生环节见图 9-4。

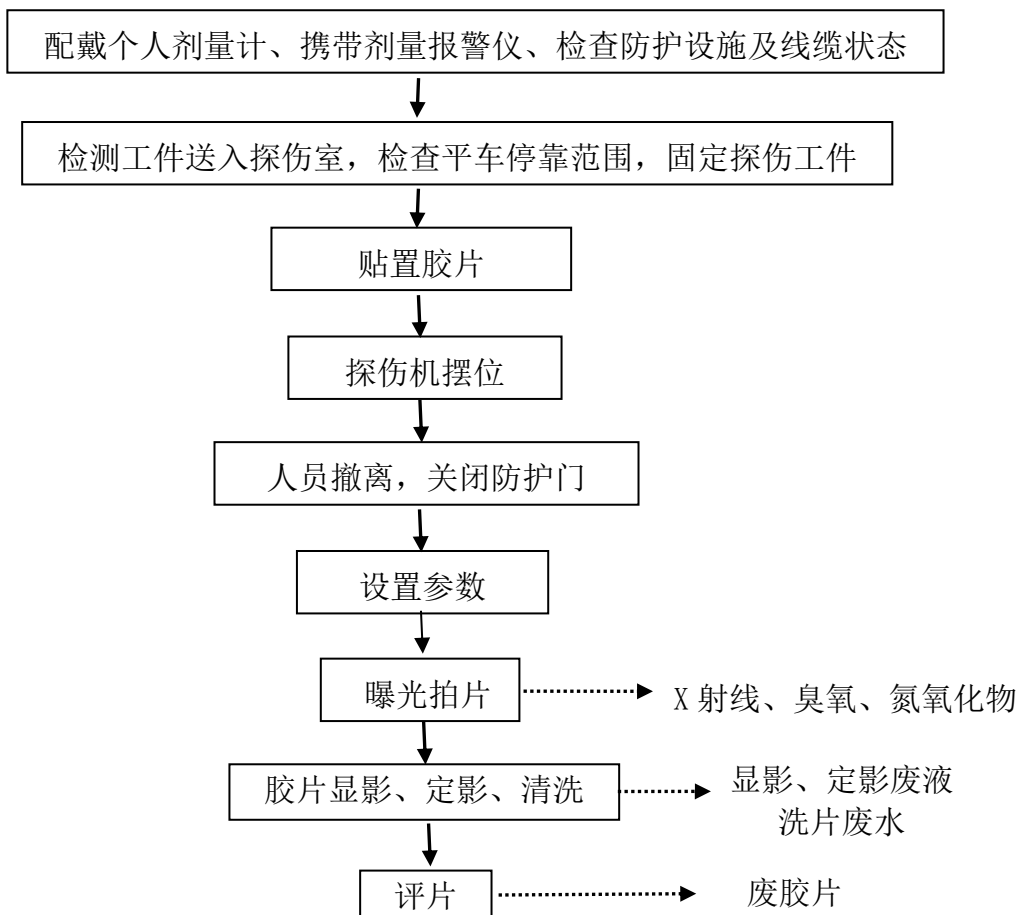


图 9-4 X 射线探伤工艺流程及产污环节图

### (三) 产污环节

由图 9-4 可知，本项目 X 射线探伤机在运营过程中，产生的主要污染物为 X 射线探伤机曝光拍片过程中产生的 X 射线、少量臭氧和氮氧化物，在洗片过程中产生的废显、定影液、废胶片及洗片废水，探伤时风机产生的噪声。

### (四) 人流、物流路径

**工件进出探伤室：**在车间内待检工件经过行车搬运至平车，经过平车运入探伤室内合适位置进行探伤；探伤结束后的工件原路径返回车间内。

**工作人员路径：**工作人员依次经过操作间和迷道后进入探伤室内进行相关操作；完成相关操作后，沿原路径返回。

**危险废物路径：**本项目产生的危险废物由暗室进入危废室内暂存；危险废物暂存达到一定量后，由原相反路径运出交由有危废处理资质单位进行回收处理。

本项目人流、物流路径示意图见附图 7。

### (五) 工况分析

泰华中成新建探伤室开展各类设备探伤作业，根据工件尺寸及厚度选择合适的探

伤机进行探伤，年探伤各类工件约 4800 件，各类工件材质为不锈钢、碳钢等，最大长度均不超过 3.5m、宽度不超过 2m、高度不超过 2m，最大外径不超过 1960mm。拟在探伤室内使用 XXG3505 型、XXG3005 型定向 X 射线探伤机各 1 台，用于厚度为 60mm 以下的压力容器、压力管道焊缝及工件的探伤，2 台射线机年最大曝光时间共计 406h（包含探伤机年训机时间 6 小时）。

表 9-1 项目年探伤工作负荷统计表

主要类别	年探伤工件数量	年曝光时间（小时）	
		X 射线探伤机	X 射线机总训机
压力容器	4800	400h	6h
压力管道			
共计		406h/a	

本项目拟建探伤室净空尺寸为 10.0m（长）×6.0m（宽）×6.0m（高），四面墙均为 750mm 厚钢筋混凝土，“Z 字形”迷道内外墙均为 750mm 厚钢筋混凝土，屋顶为 500mm 厚钢筋混凝土，工件进出门采用 10mm 钢板+22 号槽钢+内部铅板 38mm+10mm 钢板的钢铅电动轨道平移防护门（宽 5.2m×高 5.8m），工件门洞尺寸为 4.6m（宽）×5.5m（高），防护门左右搭接 300mm，上搭接 200mm，下搭接 100mm；北侧迷道门采用 10mm 钢板+8 号槽钢+内部铅板 15mm+10mm 钢板钢铅防护门（宽 1.3m×高 2.3m），迷道门洞尺寸为 0.8m（宽）×2m（高），防护门左右搭接 250mm，上搭接 200mm，下搭接 100mm，屏蔽体设计剖面图见附图 6。主要探伤对象为最大厚度 60mm 以下，长度不超过 3m、宽度不超过 2m、高度不超过 2m、最大外径不超过 1960mm，材质为不锈钢、碳钢等的压力容器、压力管道。工件进出方式均为平车（无轨道）直接输送，探伤室室内净空尺寸能满足工件探伤要求。

本项目探伤机具体参数如下：

表 9-2 本项目使用的 X 射线探伤机的相关情况

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	数量 (台)	使用场所	辐射角度	探伤材料厚度 (mm)
XXG3505	350	5	定向	1	探伤室	40°	<60
XXG3005	300	5	定向	1		40°	<50

表 9-3 年最大拍片量及最大照射时间一览表

探伤机类型	探伤钢结构工件厚度 (mm)	年总拍片 (张)	日最长拍片时间 (h/d)	年最大曝光时间 (h/a)
X 射线探伤机	0~60	20000	3.2	406

本项目探伤对象主要为压力容器、压力管道等工件，工件在探伤室外由地行居中放置于无轨平车上，固定好后用平车直接输送。探伤室内地面设黄色警戒线，平车停放点必须严格位于划线内，区域边界距离东、西墙不得小于 1m，距离南墙南墙不得小于 2m，距离工件大门不得小于 3m，视频监控确认平车停放合适位置后再进行探伤准备工作。探伤流程均在平车上完成，探伤时不朝向工件大门与南侧墙体曝光，且均由外向内照射，胶片贴敷于工件内部，本项目规划工件活动范围及射线照射最大范围图示如下：

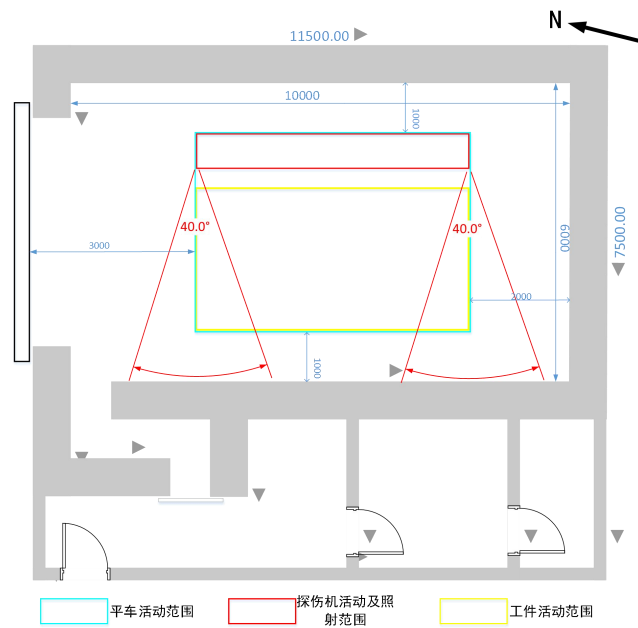


图 9-4 探伤室工件摆放范围及射线平面最大照射范围 1

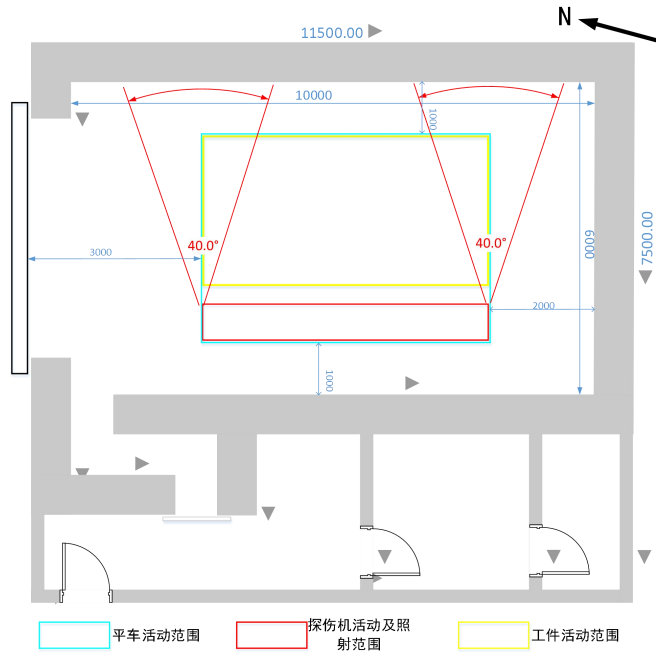


图 9-5 探伤室工件摆放范围及射线平面最大照射范围 2

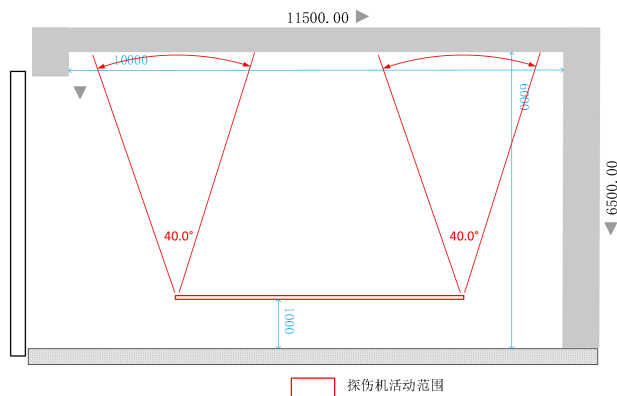


图 9-6 射线顶部最大照射范围

## 污染源项描述

### 一、电离辐射

X射线探伤机只有在开机状态，并且其X射线探伤机组件处于出束状态时（曝光状态）才会发出X射线，不开机状态不产生辐射。

### 二、废气

X射线探伤机在工作状态时，会使探伤室内的空气产生电离产生臭氧和少量氮氧化物，臭氧和氮氧化物通过探伤室排风管道经穿墙后引至探伤室顶部，通风次数应不小于3次/h，排风管道高于屋顶排放，经自然分解和空气稀释后，对周围环境影响较小。

### 三、废水

清洗胶片时产生洗片废水约 16m<sup>3</sup>/a，工作人员生活污水产生量约 6m<sup>3</sup>/a。本项目洗片废水将与废显影液、定影液一起走危废处理，拟交由有处理资质的第三方单位进行后续处理。

### 四、固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 3.5kg/d，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

### 五、噪声

本项目噪声源主要为通风设备，建设单位拟采用低噪音风机，其噪声值不超过 65dB（A）。

### 六、危险废物

本项目探伤拍片完成后，在暗室洗片槽洗片过程中将产生废显影液、废定影液，在切片和评片过程中将产生废弃胶片。废显影液中含有溴化钾、无水亚硫酸钠等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和无水亚硫酸钠等化学物质。根据《国家危险废物名录（2025年版）》（2025年1月1日实施）中的危险废物划分类别，该废显影液、废定影液和废胶片属于感光材料危险废物，其危废编号为 HW16，在危废储存桶外需贴上标识。

危废室及暗室需严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023），采取“防渗、防雨、防流失”等措施。具体防渗要求有：危废室及暗室为可密闭房间，具有防雨措施，地面应按照重点防渗区的要求进行防渗处理，暂存间设置围堰，防止危废流失。

本项目产生的危险废物暂存于贴有危废标识的专用容器里，放置于危废室内，拟跟有危废处理资质的单位进行回收处理，不外排。

表 10 辐射安全与防护

## 项目安全设施

### 一、平面布局及辐射工作场所两区划分

#### 1、项目平面布局

本项目选址于成都市双流区精工东一路 88 号成都泰华中成科技集团有限公司厂区 6#厂房南侧 2 跨底部位置，评价范围内均位于泰华中成厂区内，拟建探伤室所在区域自东向西布置，拟在探伤室西侧自北向南建设辅助用房过道、操作间、暗室、危废室。探伤室距离北侧厂房边界的距离为 90m，距离西侧厂界的距离为 68.5m，距离东侧 5#厂房距离为 65m，距离南侧厂界的最近距离为 75m。厂房东、南、北侧 200m 内均为泰华中成厂区，西侧厂界外均为未利用荒地，对本项目的建设无明显制约因素。所在厂区内，南侧为办公楼，停车场分布在厂房外厂界角落。

#### 2、辐射工作场所两区划分

为便于管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规定，对本项目探伤工作场所进行分区管理，要求在放射工作场所内划出控制区和监督区。

**控制区：**在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。将本项目探伤室（含迷路）内部划分为控制区，对控制区进行严格控制，探伤过程中严禁任何人员进入。控制区外应设置清晰可见的电离辐射警告标志，并设置红色地面划标线，并标出“控制区”字样。

**监督区：**未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。将操作间及过道、工件进出门 1m 的区域、评片室、暗室、危废室区域为监督区。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记，出束期间，禁止非辐射工作人员进入，监督区入口处设置黄色带“监督区”字样的地面标识线。控制区和监督区以外区域，人员活动不受限制。

本项目辐射工作场所两区划分见表 10-1。

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目	控制区	监督区
两区划分	探伤室（含迷道）	操作间及过道、工件进出门 1m 的区域、暗室、危废室
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，探伤机在曝光过程中严禁任何人员进入。根据《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）规定，控制区标识应清晰可见，应在控制区边界设有红色的“禁止进入”字样。	监督区为工作人员操作设备、洗片等工作场所，禁止非职业人员进入，避免受到不必要的照射，在监督区边界处设置黄色“无关人员禁止入内”字样。

本次环评将探伤场所探伤室（含迷道）实体区域划为控制区，将操作间及过道、暗室、危废室及工件门前 1 米内区域划为监督区，地上用醒目的黄线标识进行划定，在探伤机工作期间不允许非操作人员在此范围内活动。

本项目两区划分示意图如下图 10-1。

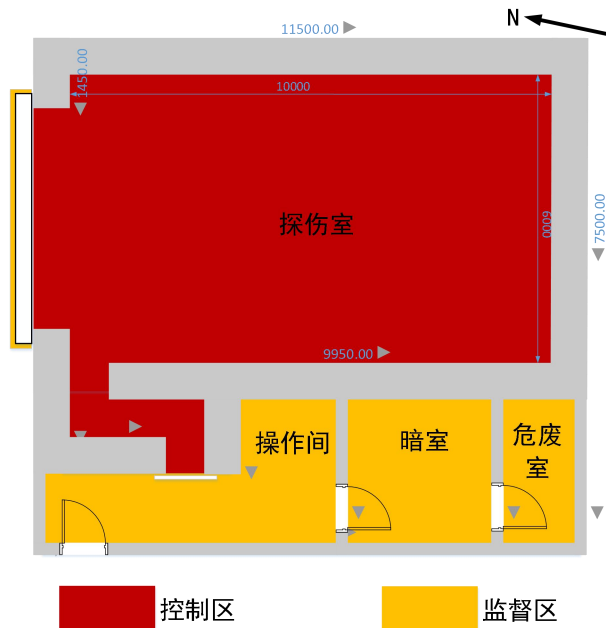


图 10-1 两区划分示意图

### 3、辐射工作场所两区管理措施

#### (1) 控制区管控措施

①在探伤室工件进出门、操作间门外和迷道门外表面应设置“当心电离辐射”的电离辐射警示标识。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 要求，如下图所示。

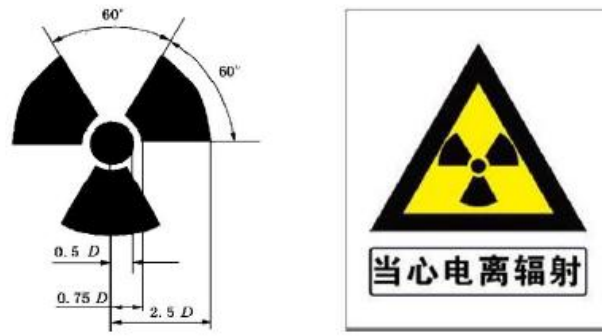


图 10-2 电离辐射警告标志

②在工件门和迷道门处地面以红线警示控制区边界，标明“控制区”等提示内容，制定职业防护与安全措施，对控制区进行严格控制，探伤过程中严禁任何人员进入探伤室。

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁或门禁）限制人员进、出控制区。

④定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

## （2）监督区管控措施

①在探伤室工件门外 1m 范围外侧边界及操作间门外侧地面以黄线警示监督区的边界，在监督区入口张贴醒目的电离辐射警告标志，并在监督区的入口处适当位置设立醒目的“监督区”字样等监督区提示或标牌。

②对操作间门采用门锁或门禁限制无关人员进入。

③探伤出束期间，除本项目辐射工作人员外，任何人不得在监督区逗留。

④定期检查探伤室监督区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

## 二、工作场所实体辐射防护情况及设备固有安全性分析

### 1、工作场所实体辐射防护情况

#### （1）探伤室实体防护情况

本项目探伤室为一层建筑，四周墙体和顶棚拟采用标准混凝土一次性整体浇筑而成，具体屏蔽防护设计方案见表 10-2。

表 10-2 探伤室实体防护设施表

工作场所	探伤室墙体	工件进出大门	迷道屏蔽门	排风洞口	进风通道	电缆埋管	迷道	通风系统	屋顶
探伤室	四面墙体均为 750mm 厚钢筋混凝土	38mm 铅当量	15mm 铅当量	西南侧地面角落	进出门进风	电缆预埋通道 (U 形线缆孔)	750mm 厚钢筋混凝土	采用风机进行通风换气	500mm 厚钢筋混凝土

为保证探伤室满足辐射防护要求,探伤室四周墙体和屋顶混凝土浇筑工序要整体连续浇筑,保证各屏蔽体有效衔接,防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍,避免各屏蔽体之间有漏缝产生;探伤室的工件大门设计为钢筋混凝土结构,大门门体底部左右两侧安装主动轮箱和从动轮箱,门体上部设有导轮组,在墙体上部设有上部支撑架和上导轨,门体运行的两个终点均设置有软、硬限位及缓冲机构。门体采用摆线针轮减速机作为驱动机构,通过主动轮箱内齿轮间的啮合来实现门体的左右移动,门体上导轨防止门体的左右倾斜,使门体平稳移动,软、硬限位和缓冲机构保证门体精确的行程,以达到门体安全精确的开启和关闭。

(2) 通排风管道设置情况

根据设计图纸,探伤室设置有排风机排风,排风洞口位于探伤室西南墙角地面,设计为铝合金百叶排风口,排风洞口尺寸分别为 300mm×300mm,风管采用“U 型”孔洞穿过车间外墙后高于探伤室排放,排风口高于探伤室屋面设置,可有效避免排出的臭氧、氮氧化物等有害气体因室外风压影响倒灌进入室内,同时避免排风口朝向人员活动密集区排放,确保废气经高空稀释扩散后达标排放;设计风机每小时换气次数为 4 次,噪声源强小于 65dB (A)。排风系统穿墙示意情况如下。

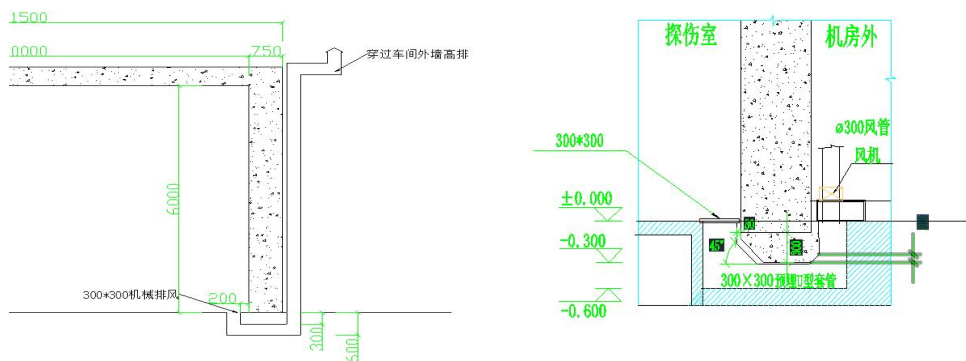


图 10-3 排风管道示意图

(3) 穿墙线缆通道设置情况

本项目拟在操作间向探伤室穿电缆管三根，采用 U 型 PVC 管，直径均为 110mm，管道采用 “U 型槽” 穿墙，穿墙管道位置如下。

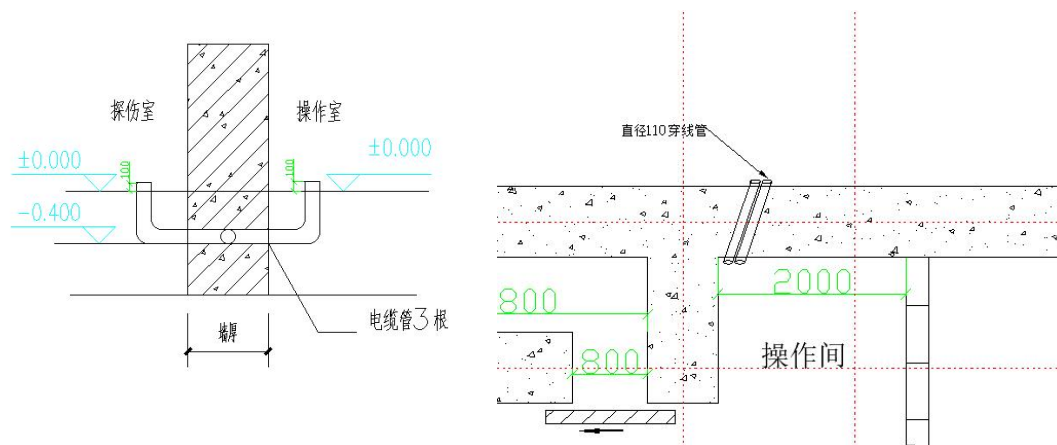


图10-4 本项目线缆穿线孔示意图

## 2、设备固有安全性分析

①开机时系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，会示意操作者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

②当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。

③当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶段将不理睬任何按键，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

④设备停止工作一定时数以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。

⑤设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值或高压对地放电时，设备会自动切断高压；当管电压低于相关限值时，自动切断高压。

⑥设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值时，自动切断高压。

## 3、拟采取辐射安全防护措施

本项目拟建 1 座探伤室，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等要求，本项目探伤室投入使用前，必须具备以下辐射安全和防护措施：

(1)本项目探伤室工件门及迷道门应安装门机联锁装置，只有在工件门及迷道门

完全关闭时 X 射线探伤机才能出束照射，当 X 射线探伤机正常出束状态下意外打开防护门时，装置应立即停止出束。

(2)本项目探伤室门口应设置带有“准备照射”、“禁止入内”状态的工作状态指示灯箱、门灯联锁和声光提示装置；工件进出门和迷道门外表面应设置“当心电离辐射”的电离辐射警示标识。

(3)本项目探伤室控制台及探伤室内四周墙壁均应设置有紧急停机按钮，并有清晰的中文标记，确保出现紧急事故时，按下按钮能立即停止照射；停电或者意外中断时能够自动回源。

(4)本项目探伤室内设置有通排风口，采用轴流风机排风，有效通排风换气次数不小于 3 次/小时。

(5)本项目进行了监督区和控制区的划分，将探伤室（含迷道）实体边界作为本项目的辐射防护控制区边界，将探伤室外的操作间、暗室等辅助用房作为本项目的辐射防护监督区。

(6)拟安装实时视频监控系统和报警装置，并连接到操作间操作台上。视频探头安装于探伤室内，能拍到探伤室内探伤机的工作情况，并能看到迷道门和工件大门处的情况，保证探伤室内各个地方都能拍摄到，不留死角；视频监控屏幕位置位于操作间内，工作人员能在操作间内实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动紧急止动装置。

(7)拟配备 1 台便携式 X- $\gamma$ 辐射剂量率监测仪、4 台个人剂量报警仪，辐射工作人员均应配戴个人剂量计，定期开展辐射工作场所自我监测，并将监测记录存档。

(8)探伤室每次探伤作业只能使用 1 台探伤设备，不同时使用 2 台及 2 台以上探伤设备。

(9)设有废显、定影液专用暂存设施，暂存设施应防渗、防水、防倾倒、防腐等功能，公司应与有废显影、定影废液回收处理资质的单位签订危险废物处置协议，委托其处置探伤过程中产生的洗片废水及废胶片。

(10)公司应安排专人对探伤室的各项辐射安全措施定期检查，并做好记录；

(11)本项目设紧急止动装置，探伤室内墙壁，迷路、控制柜上安装紧急停机按钮，并给出清晰的标记和说明。确保出现紧急事故时，X射线探伤机能立即停机。探伤室内任意紧急停机按钮均能控制任意探伤设备，及即各紧急停机按钮共用。紧急止动装

置触发后需人工检查确认后复位。

此外，公司拟采取的措施还应满足以下要求：

①保卫室和监控中心合用，24小时有人值守，探伤室内远程视频监控装置与监控中心联网；

②值守人员应认真履行岗位职责，对进出探伤室的人员进行检查，制止非法侵入，严格执行交接班制度，并有记录；加强夜间和节假日巡逻，做好防盗和防破坏措施；

③探伤室防护门门口应设置入侵报警装置和远程视频监控装置，监视及回放图像应能清楚辨别人员的体貌特征；

④视频图像应实时记录，记录保存时间应不少于30天。当报警发生时，视频监控系统应能对报警现场进行图像复核，记录报警触发前图像信息，预录时间可设定且不少于5s，视频监控系统应设置备用电源，断电时应保证对视频监控设备供电不少于1h。

表10-3 本项目辐射安全装置汇总表

安全设施	数量	位置	备注
门-机联锁	2个	探伤室	X射线探伤机与工件门和迷路门联锁。
门-灯联锁	2个		工件门和迷路门与各自防护门上方灯箱联锁。
紧急止动按钮装置	7个		按下紧急止动装置，X射线探伤机停止出束。
视频监控系统	5个		监控探伤室内人员及工件状况。
状态指示灯和声音提示装置	3个		关闭工件门、迷道门以及探伤时提示相应信号和报警声音。
安全钥匙控制	1个	探伤室控制柜	钥匙控制控制柜开启，开启后X射线探伤机方能进行探伤作业。

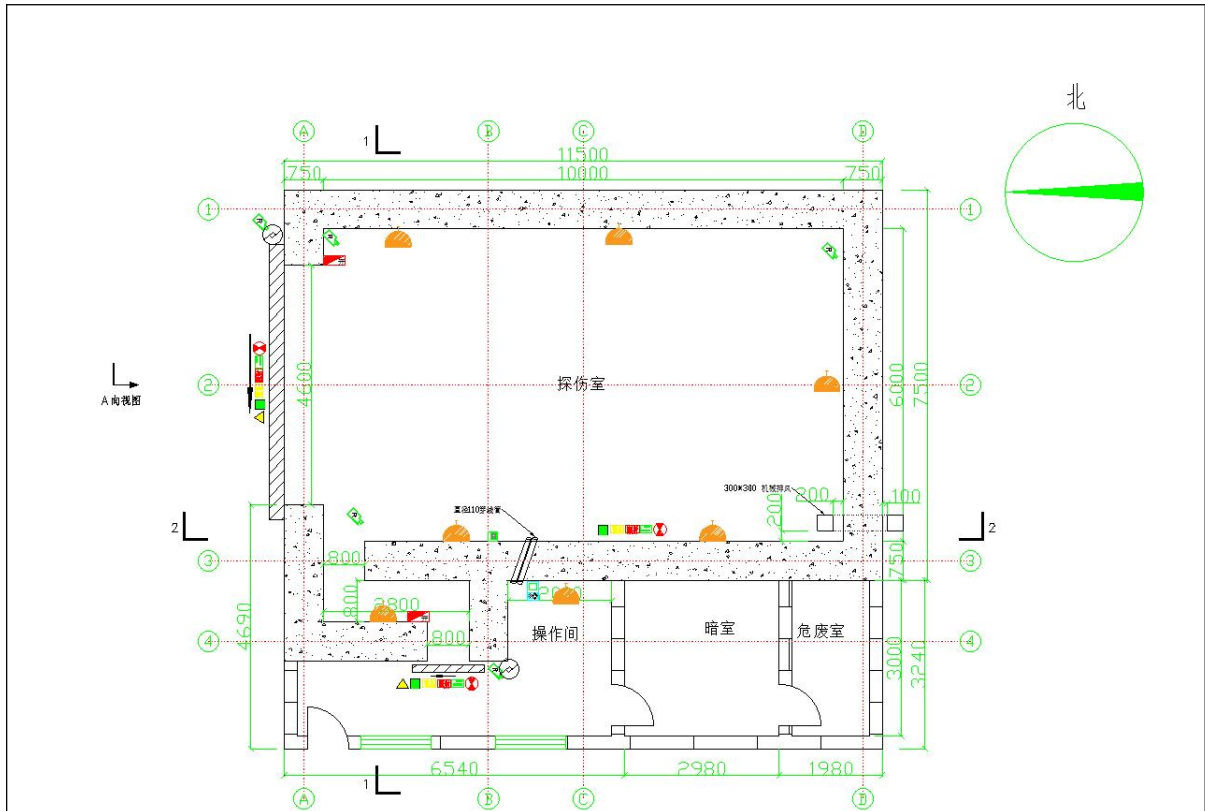


图 10-5 本项目探伤室辐射安全装置布置平面图

#### 4、探伤室屏蔽体设计

为保证探伤室满足辐射防护要求，探伤室四周墙体和屋顶混凝土浇筑工序要整体连续浇筑，保证各屏蔽体有效衔接，防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，避免各屏蔽体之间有漏缝产生；探伤室的工件大门设计为钢铅混结构，采用 10mm 钢板+22 号槽钢+内部铅板 38mm+10mm 钢板组合。大门门体底部左右两侧安装主动轮箱和从动轮箱，门体上部设有导轮组，在墙体上部设有上部支撑架和上导轨，门体运行的两个终点均设置有软、硬限位及缓冲机构。门体采用摆线针轮减速机作为驱动机构，通过主动轮箱内齿轮间的啮合来实现门体的左右移动，门体上导轨防止门体的左右倾斜，使门体平稳移动，软、硬限位和缓冲机构保证门体精确的行程，以达到门体安全精确的开启和关闭。

#### 5、控制系统联锁逻辑

本项目控制系统将辐射安全工作中“人（操作人员及公众）、机（探伤机）、门（人员和工件进出门）、仪（辐射剂量监测仪）、警（声光警示）”等 5 种要素集成为系统，实现系统管理，其示控制系统管理意图如图 10-6 所示。

控制系统采用 PLC 智能控制，人机界面显示操作，通过空气断路器、接触器、

继电器等控制元件，根据辐射安全防护的特殊性、复杂性、冗余性。建立多输入多输出函数数学模型，设计控制软件和逻辑程序，实现多重联锁功能。具有兼容接口，能实现电频和通信协议的自动转换。利用 PLC 可编程技术，灵活实现了并口之间的自动切换，串并口的自动转换，并具有电平兼容能力，大大简化接口安装与调试。本项目探伤室联锁装置连接 X 射线探伤机。当收到急停按钮信号后，控制系统将触发所有探伤装置急停，因探伤室内仅同时使用 1 台探伤装置，故将实现触发该台探伤机的急停。

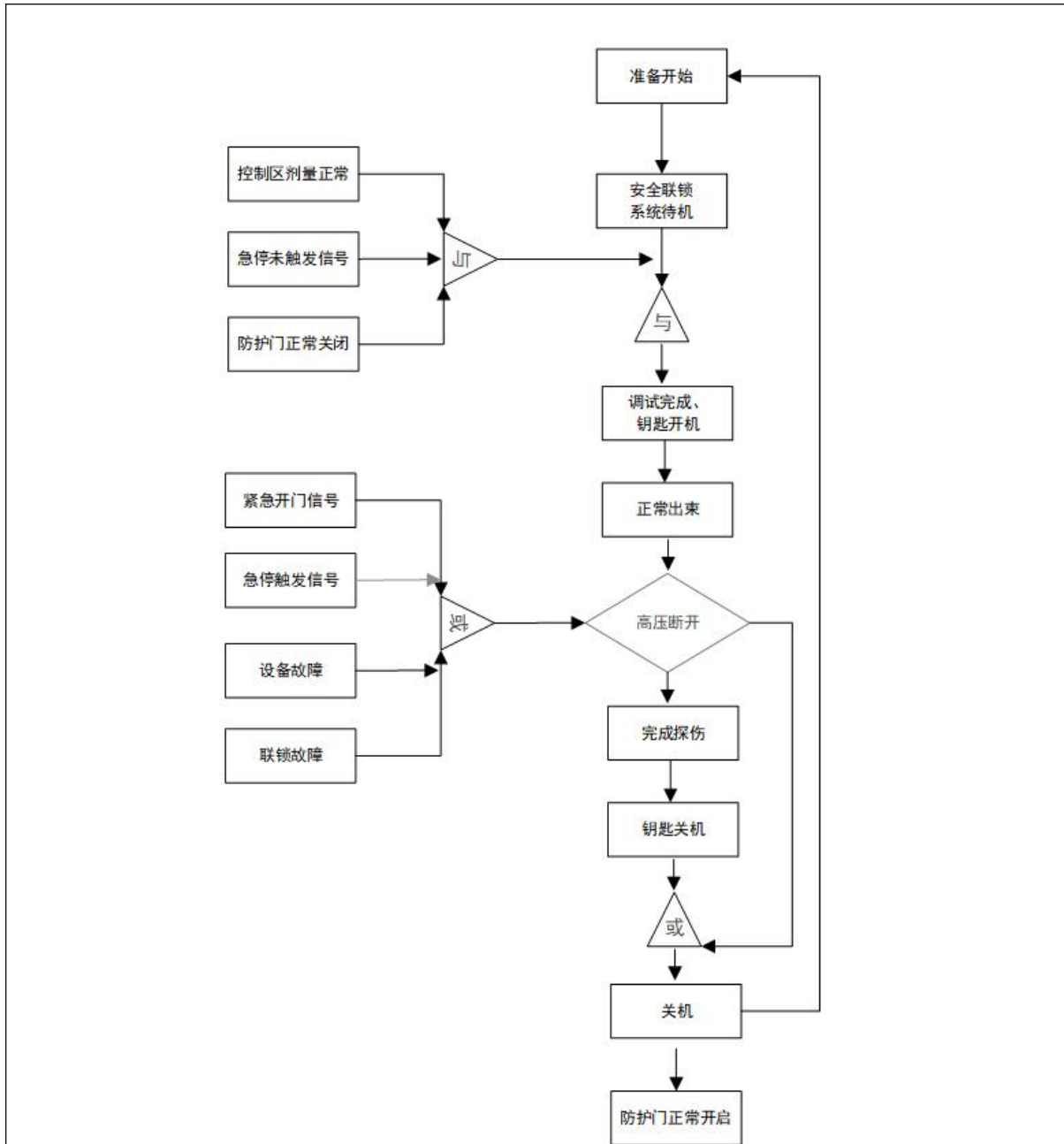


图 10-6 本项目探伤室安全联锁运行逻辑关系图

急停开关（具备打开迷路门功能）通过 PLC 控制系统与各探伤设备并行连接，系统收到急停信号后，探伤机自动断高压。因探伤设备不存在同时作业情况，急停开关信号为单一路径。按下探伤室内急停开关，可立即打开迷路门，同时探伤机断高压。操作间按下急停开关，待探伤机断高压，待辐射剂量正常后方打开迷路门。

门机联锁通过系统控制柜的并行线缆分别对应连接各种类型的探伤机，探伤室内不存在同时使用两种探伤设备的情况，所以探伤室内任意一种设备探伤时将自动连接门机不需要人工转换。

### 三、辐射安全防护设施对照分析

根据《关于 X 射线探伤装置的辐射安全要求》（川环发[2007]42 号）、《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））和四川省生态环境厅发布的《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》相关要求，将本项目的设施、措施进行对照分析，见表 10-5。

表 10-5 本项目辐射安全防护设施对照分析表

设备设施	具体要求	安装个数及位置	本项目实际情况
建筑屏蔽设计	探伤室建筑（包括辐射防护墙、门、迷道）的防护厚度应充分考虑 X 射线直射、散射效应。	1 套；探伤室	设计中具备
探伤机	探伤机表面金属铭牌文字和标识、安全锁和专用钥匙、探伤装置外观无明显缺损、探伤装置在有效期内（10 年）	2 个；探伤室内	设备自带
门机联锁	探伤室工件进出大门和人员通道门应与探伤机联锁。	1 套；探伤室	设计中具备
门灯联锁	探伤室防护门外侧及控制台上拟设置工作状态指示灯箱，并与门联锁，工作状态指示灯显示“照射”时，防护门不能被打开。	1 套；探伤室	设计中具备
紧急制动装置	在探伤室内墙和控制室操作台上易于接触的地方应设置紧急停机开关并有中文标识，各个紧急停机开关（机房内非主射面墙上、迷路口设有按钮，高 1.2~1.5m）相互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，防护门可从内侧的逃逸开关（迷路口处铅门内侧墙上拟设按钮，高 1.2~1.5m）打开。	1 套；探伤室、迷道内	设计中具备
视频监控	探伤室应安装远程实时视频监控系统，连接到操作间操作台和公司保卫室。视频探头安装于探伤室内，能拍到探伤室内探伤机的工作情况，并能看到迷道门和工件大门处的情况，保证探伤室内各个地方都能拍摄到，不留死角；视频监控屏幕位置位于操作间操作台上，工作人员能在操作间内实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动紧急停机装置。	1 套（5 个摄像头）；探伤室、迷道、操作间	设计中具备
钥匙控制	每台探伤机的电源启动钥匙/安全锁与人员通道门的钥匙以及控制台上的钥匙应牢固连接。该串钥匙应与便携式 X-γ 辐射剂量仪连在一起，随操作员进出探伤室。	1 套	该串钥匙应与便携式辐射监测仪连在一起，随操作人员进出铅门。
警告标志	探伤室工作人员门外、探伤工件出入大门外表面外应设置固定的电离辐射警告标志，探伤工件出入大门处应设置工作状态指示灯箱，探伤作业时，应有声光警示，控制区边界应设置明显可见的警告标志。	1 套	设计中具备

通排风系统	根据探伤室空间大小、探伤机的额定参数及探伤作业时间，探伤室内应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求。	1套；探伤室	设计中具备
入口处工作状态显示	灯箱应醒目显示“预备”、“照射”，并与防护门联锁	1套	设计中应具备
危废暂存设施	废显、定影液暂存设施需防渗、防水、防倾倒、防腐等工作。	1套；危废室	设计中具备
监测设备	固定式辐射场报警仪	1个	拟配备
	便携式辐射剂量监测仪（高量程满足10mSv/h以上）	1个	拟配备
	个人剂量计	4个	拟配备
	个人剂量报警仪	4个	拟配备
应急物资	灭火器材、个人防护用品	若干	拟配备

建设单位按照表 10-5 中提出的要求落实，本项目辐射防护措施合理可行。

#### 四、环保投资

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，公司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和防护用品，本项目环保投资估算见表 10-6。

表 10-6 环保设施及投资估算一览表

设备设施	环保设施	数量	投资金额（万元）
	探伤机表面金属铭牌文字和标记	1个/台	设备自带
	安全锁和专用钥匙	1个/台	设备自带
	探伤装置外观无明显缺损	1个/台	设备自带
	探伤装置生产日期（有效期10年）	1个/台	设备自带
实体防护	探伤室	1座	76
	防护门及安全驱动装置	2套	30
场所设施	联锁装置（门机、门灯联锁）	---	2
	工作状态指示箱	1套	
	电离辐射警示标志	3个	
	室内及操作台紧急停止按钮	7个	
	逃逸开关	1个	
	控制台钥匙控制	1套	
	准备出束声光提示	1套	
	控制区、监督区标识	各1个	
	固定式辐射剂量监测仪	1套	
	危废室（重点防渗处理）	1间	
	废定、显影液收集桶	各1个	

	废胶片收集箱	1 个	
	通排风系统	1 套	
	视频监控系统	1 套(5 个摄像头)	
监测设备	个人剂量计	4 个	
	个人剂量报警仪	4 个	
	固定式辐射剂量监测仪	1 套	
	便携式辐射监测仪	1 个	
应急物资	灭火器材	若干	
其他	废显、定影液及废胶片处理	---	---
	辐射安全与防护学习及考核	---	---
合计		/	108

本项目总投资 124 万元，环保投资 108 万元，占总投资的 87%。今后公司在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合公司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。

### 三废的治理

#### 一、 废气

探伤机在曝光过程中会产生有害气体臭氧，为防止臭氧在探伤室内不断累积可能导致室内臭氧浓度超标。因此，探伤室内需设置强制通风装置。

通排风系统：根据设计文件，本项目拟在探伤室西南角地面处设置排风洞口并采用轴流风机排风，项目产生的臭氧经穿墙后的排风管道引至高于屋顶排放。根据设计资料，探伤室容积为 360m<sup>3</sup>，排风机风量设计为 2000m<sup>3</sup>/h，故设计排风次数为 5.5 次/h，大于每小时不低于 3 次的排风要求，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“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”的要求。

本项目产生的臭氧经过排风系统排入环境大气后，经自然分解和稀释，能够满足《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）中规定的臭氧最高允许浓度 0.30mg/m<sup>3</sup> 相关要求以及《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）中规定的 O<sub>3</sub> 的最高允许浓度 0.16mg/m<sup>3</sup> 的限值要求，不会对环境空气造成明显影响。

#### 二、 固体废物

生活垃圾：工作人员产生的生活垃圾约 3.5kg/d，依托厂区现有垃圾桶统一收集

后由市政环卫部门统一清运。

### 三、废水

本项目产生的废水主要为生活污水和清洗胶片产生的废水。本项目洗片废水将与废显影液、定影液一起走危废处理，拟交由有处理资质的第三方单位进行后续处理。

### 四、危险废物

本项目产生的废显影液约 600kg/a、定影液约 600kg/a，废胶片约 2300 张/a，根据生态环境部和国家发展改革委联合发布《国家危险废物名录（2025 年版）》中的危险废物划分类别，废显影液、定影液及胶片属于编号为 HW16 的危险废物。公司应与有处理资质的单位签订回收处理协议，在探伤过程中产生的所有危险废物交由有危废处理资质的单位进行回收处理，不外排。

探伤洗片过程中产生的废显、定影液、废胶片暂存在专用的、设置了危废标志的容器中，定期交由有危废处理资质的单位进行回收处理并填写危险废物转移联单。同时，危废室及危废处置应做好以下几点：

（1）危废室应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中规定的要求，采取“防渗、防雨、防流失”等措施。具体防渗要求有：危废室为密闭房间，具有防雨措施，拟采用防渗混凝土+聚氨酯防水层（两道）（2×1.5mm 厚）防渗，暂存间拟设置围堰和专用废液收集桶，防止危废流失。

（2）危险废物贮存设施应按环境保护图形标志《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）的规定设置警示标志。

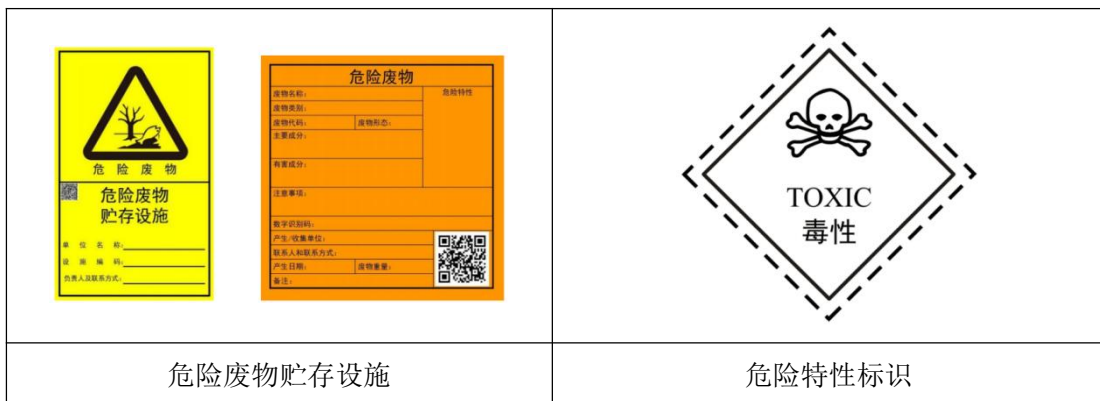


图 10-10 危险废物贮存场所及设施应张贴的标识标牌

（3）项目产生的危险废物在收集、暂存过程中，应严格遵守下列要求：

①危险废物贮存可分为产生单位内部贮存、中转贮存及集中性贮存。所对应的贮存设施分别为：产生危险废物的单位用于暂时贮存的设施；拥有危险废物收集经营许可证的单位用于临时贮存的设施；以及危险废物经营单位所配置的贮存设施。

②危险废物贮存设施的选址、设计、建设、运行管理应满足 GB18597、GBZ2.1 及修改单的有关要求。

③危险废物贮存设施应配备通讯设备、照明设施和消防设施。

④贮存危险废物时应按危险废物的种类和特性进行分区贮存，每个贮存区域之间宜设置挡墙间隔，并应设置防雨、防火、防雷、防扬尘装置。

⑤危险废物贮存期限应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定。

⑥危险废物贮存单位应建立危险废物贮存的台帐制度，危险废物出入库交接需进行记录。

⑦危险废物贮存设施应根据贮存的废物种类和特性按照 HJ1276 的相关要求设置标识标牌。

⑧危险废物贮存设施的关闭应按照 GB18597 和《危险废物经营许可证管理办法》的有关规定执行。

(4) 危险废物转移应按照《危险废物转移管理办法》的有关要求规定填写危险废物转移联单。同时，要求建设单位加强危险废物的管理，严禁随意露天堆放、随意倾倒和将危险固废混入一般固废中，以避免污染周边环境和防止发生泄漏污染地下水。

表 11 环境影响分析

## 建设期环境影响分析

### 一、施工期

本项目新建探伤室，包含 1 间探伤室（含迷路）及辅助用房，不新增其他用地，本次仅对探伤室施工期的环境影响进行评价。探伤室墙体采用混凝土连续浇筑，浇筑完成后对屏蔽墙体进行装修（如表面粉刷，喷涂，镶贴等），最后安装设备。施工期会产生施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾以及施工人员生活污水和生活垃圾等，本项目工程量较小，施工期较短，施工结束后对周围环境的影响就可消除。本项目施工期对环境的影响，主要通过以下措施进行防治：

（1）废气：本项目在施工期产生少量地面扬尘，由于工程量不大，涉及的施工作业面较小，通过施工现场封闭施工和采取洒水等措施进行控制，即可很大程度降低施工期的废气污染。

（2）废水：施工期间，有少量含有泥浆的施工废水产生，应对这些废水进行集中收集妥善处理，经过沉淀处理后，排入市政管网进入污水处理厂。

（3）噪声：施工机械在运行中会产生噪声，但由于施工量小，噪声通过选用低噪声设备，合理安排施工时间，对周围环境影响较小。

（4）固体废物：固体废物主要为施工过程中产生的少量建筑垃圾和生活垃圾。建筑垃圾收集后堆放于指定地点并及时清运至住建部门指定的弃渣场；生活垃圾收集后交由环卫部门收运处置。做好施工质量保证，加强探伤室施工阶段的质量监督工作，施工时应注意：①探伤室屏蔽墙及屋顶属大体积混凝土浇筑，应尽量保证一次整体浇筑并有充分的振捣，以防出现裂缝和过大的气孔，影响屏蔽效果；②合理设置通风、电缆等各类管线，不得破坏墙体的屏蔽效果。

### 二、设备调试阶段

本项目探伤室建成后涉及到辐射安全防护设施和射线装置联锁的安装调试。由于 X 射线探伤机只有在无损检测过程中才会产生辐射，其产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失的，探伤室内拟安装联锁装置。因设备调试时间较短，且 X 射线探伤机位于探伤室内，因此，本项目设备调试阶段对辐射工作人员的影响较小。

## 运行期环境影响分析

泰华中成拟在厂区 6#厂房内新建 1 座探伤室及辅助用房，其中探伤室包含探伤室、迷路及辅助用房，在探伤室内对长度不超过 7m，最宽/直径不超过 2m 的工件或压力容器、压力管道开展探伤检测。拟建探伤室净空尺寸为 10m（长）×6m（宽）×6m（高）。公司不进行探伤时，X 射线探伤机保存在探伤室内。

项目参数情况见下表。

表 11-1 泰华中成拟开展探伤活动使用设备参数一览表

探伤设备	型号/放射性核素	额定参数	类别	工件厚度范围	探伤工件尺寸	探伤地点	年照射时间
X 射线探伤机	XXG3505	350kV/5mA	II	0~60mm	最大外径： 1960mm； 壁厚： 小于 60mm	探伤室内	406h
	XXG3005	300kV/5mA					

本项目运营期的环境影响因素为：X 射线探伤机工作时产生的 X 射线、臭氧，洗片过程中产生的废显影液、废定影液、废胶片、洗片废水，风机产生的噪声。

### 一、辐射环境影响分析

本项目 X 射线仅在 X 射线探伤机曝光出束时才产生。本次探伤室拟使用定向 X 射线探伤机 2 台（型号为 XXG3505、XXG3005）。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），在最大管电流相同、最大管电压越大、距辐射源点（靶点）1m 处输出量越大，距离辐射源点（靶点）1m 处的辐射剂量率越大，对周围环境的影响也越大。故本次预测分析过程按照最不利情况，选取管电压最高的 3505 型探伤机作为核源项参数进行保守估算。

3505 为定向机型，定向机（XXG3505）工作时，射线束集中，在主射方向形成极高的剂量率峰值，其最不利情况主要体现在对主射方向墙体的局部屏蔽考验。因此本预测将基于 3505 机型参数，考虑定向机的主射束集中特性，核算探伤室各屏蔽体在最不利工况下（即 3505 定向照射）的辐射水平，确保防护措施全面有效。

本项目 X 射线探伤机为拟购，厂家提供 3505 机器的滤过材质为 3mm 铝，并未提供输出量数据，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

**表 B.1 X 射线输出量**，偏保守考虑，采用 400kV、3mmAl 进行模拟计算，因表 B.1

中无3mmAl对应的输出量，现使用拉格朗日内插法计算得出输出量约为43.7mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min)即2.62×10<sup>6</sup>μGy·m<sup>2</sup>/(mA·h)，进行预测分析。

表 11-2 工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范 (GBZ/T250-2014) 中表 B. 1

管电压 kV	滤过条件	输出量 H <sub>0</sub> mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)
150	2mm 铝	18.3
	3mm 铝	5.2
200	2mm 铝	28.7
	3mm 铝	8.9
250	0.5mm 铜	16.5
	3mm 铝	13.9
300	3mm 铝	20.9
	3mm 铜	11.3
400	3mm 铜	23.5

### (一) 辐射环境影响分析

本项目探伤对象主要为压力容器、压力管道等工件，工件进出探伤室均采用平车（无轨道）直接输送，探伤室内地面铺设黄色警戒线，平车停放点必须严格位于划线内，工件边界距离东、西两墙不得小于 1.0m；距离南墙不得小于 2m；距离工件大门不得小于 3m，因使用 X 射线探伤机时不朝向工件大门与南侧墙体因此出束方向为探伤室四面墙体，本项目规划探伤设备活动范围及射线照射范围图示如下：

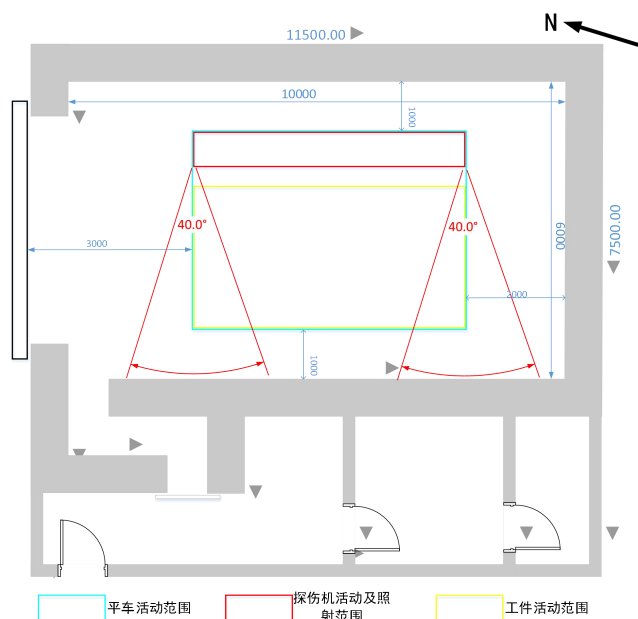


图 11-1 探伤室探伤平面活动区域及射线照射范围 1

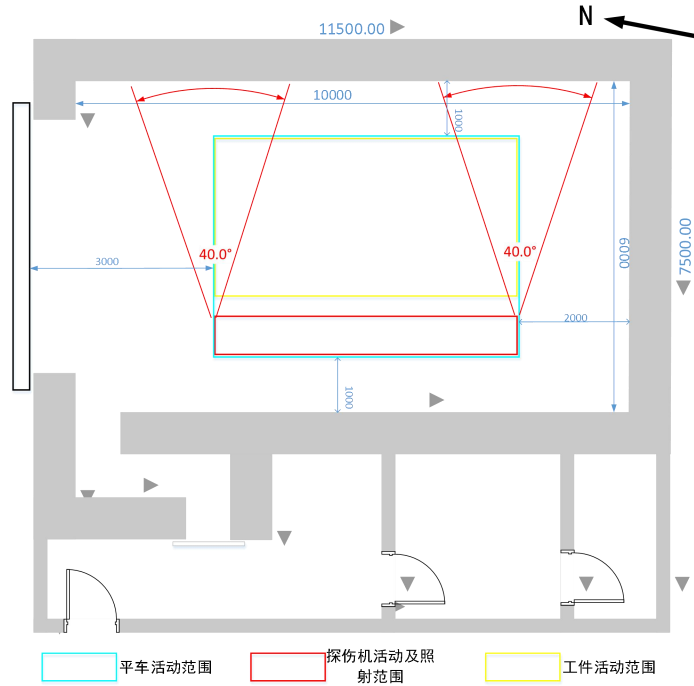


图 11-2 探伤室探伤平面活动区域及射线照射范围 2

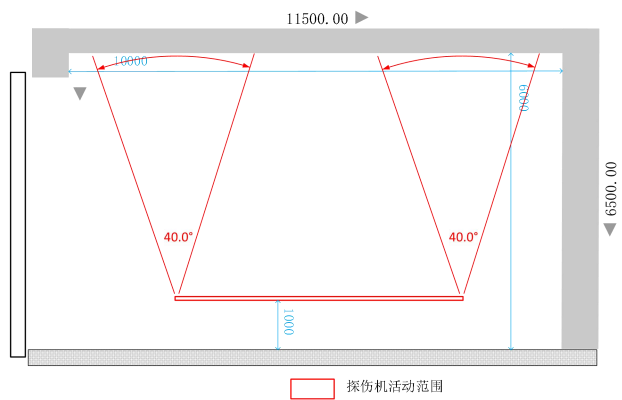


图 11-3 探伤室探伤平面活动区域及射线照射范围 2

本次预测偏保守考虑,本项目探伤室各方向墙体均按照主射方向、最大工况、年剂量约束值进行考虑,由于本次探伤室建在地上一层,故探伤室地下不作为关注点,则本项目探伤室预测点见图 11-3。

## 1、关注点距离及控制剂量率水平分析

### ①探伤机靶点与关注点的距离

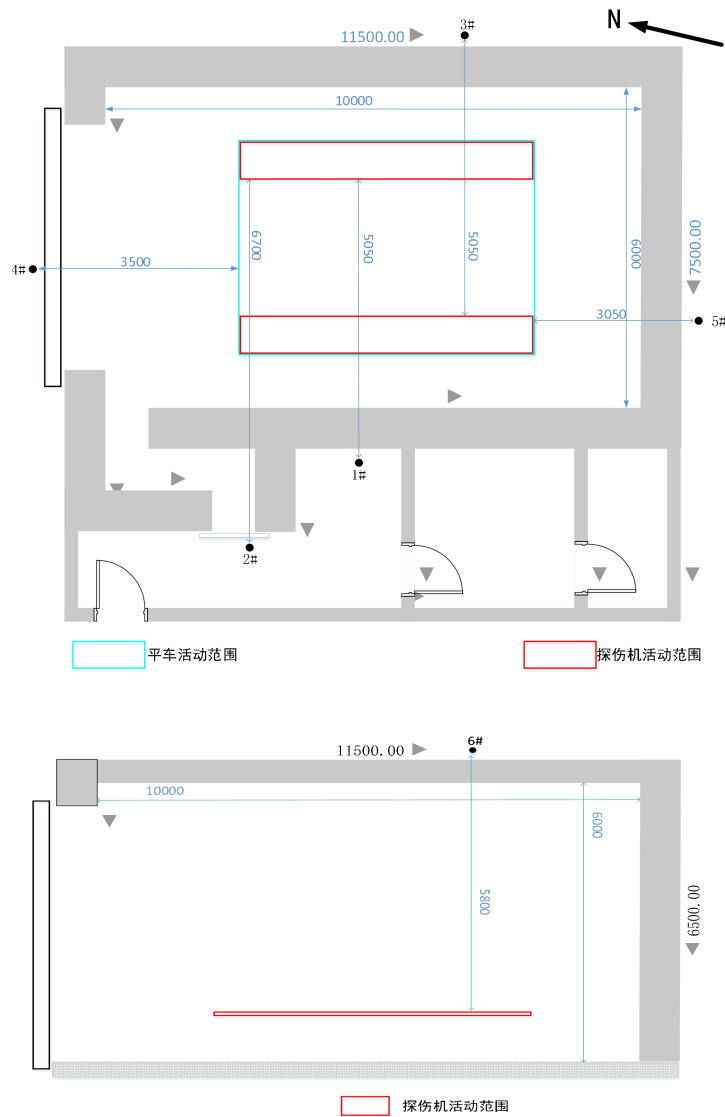


图11-4 本项目预测点位示意图

偏保守考虑，本项目探伤室外各关注点与靶点（放射源）的最近距离（主射方向）见下表。

表 11-3 靶点（放射源）距离关注点处最近距离参数表

序号	关注点相对位置	屏蔽墙外30cm处最小距离（m）	需屏蔽的辐射源
1#	西侧操作间	5.05	主射辐射
2#	探伤室迷道外过道	6.7	主射辐射、散射
3#	探伤室东侧墙体	5.05	主射辐射
4#	探伤室工件进出门	3.5	泄露辐射
5#	探伤室南侧墙体	3.05	泄露辐射
6#	探伤室屋顶	5.8	主射辐射

## ②关注点剂量控制水平

各关注点导出控制剂量按下式进行计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots(\text{式 11-1})$$

式中：

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

$\dot{H}_c$  — 周剂量参考控制水平，职业人员取  $100\mu\text{Sv/周}$ ，公众取  $5\mu\text{Sv/周}$ ；

$\mu$  — 探伤装置向关注点照射的使用因子；

$T$  — 人员在相应关注点驻留的居留因子；

$t$  — 探伤装置周工作时间，16h。

各墙面及屋顶参数选取及计算结果见表 11-4。

表11-4 关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

序号	关注点	受照类型	周剂量参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/周}$ )	使用因子	居留因子	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	关注点的最高剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1#	西侧操作间	职业	100	1	1	6.25	2.50	2.50
2#	探伤室迷道外过道	职业	100	1	1/4	25	2.50	2.50
3#	探伤室东侧墙体	公众	5	1	1/5	1.56	2.50	1.56
4#	探伤室工件进出门	公众	5	1	1/5	1.56	2.50	1.56
5#	探伤室南侧墙体	公众	5	1	1	1.56	2.50	1.56
6#	探伤室屋顶	公众	/	/	/	/	10	10

注：根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），探伤室四周关注点的最高剂量率参考控制水平（ $H_{e,max}$ ）均保守取值为  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，探伤室顶部无人到达剂量率参考控制水平保守按照  $10\mu\text{Sv/h}$  取值，本次评价参考较小水平进行评价。

## 2、对保护目标的辐射环境影响

### (1) 各关注点处的辐射剂量预测分析

#### ①探伤室墙体各外关注点辐射剂量

泰华中成拟在探伤室内使用定向 X 射线探伤机，在 X 射线探伤机在探伤室内探伤时，偏保守考虑，除工件进出大门、南侧墙体外各侧墙体均采用主射方向进行预测，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中公式

进行预测各关注点处的辐射剂量率。

$$\dot{H}_{有} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_3}{R^2} \dots\dots\dots (式 11-2)$$

$$B_3 = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (式 11-3)$$

$$H = \dot{H}_{有} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (式 11-4)$$

式中：

$B_3$ —有用线束屏蔽透射因子；

$X$ —屏蔽物质厚度；

$TVL$ —查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录表

B.2，保守取 400kV 时混凝土的什值层厚度为 100mm；

$I$ —最大管电流，5mA；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，本项目探伤室保守按照管电压 400 kV，过滤片为 3mmAl 进行考虑，利用拉格朗日内插法计算 X 射线输出量取 43.7mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min)，即 2.62×10<sup>6</sup>μGy·m<sup>2</sup>/(mA·h)；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$t$ —X 射线探伤机最长曝光时间，探伤室分别为 406h；

各关注点年辐射剂量预测计算结果见表11-5。

受漏射辐射照射的预测点位为探伤室北侧工件进出大门、探伤室南侧墙体。

以漏射线朝探伤室西北墙照射对以上3个预测点的漏射辐射进行计算。

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），已知屏蔽体厚度，漏射屏蔽透射因子可根据（式11-3）进行计算，由（式11-5）计算漏射辐射对周围环境的影响。

$$\dot{H}_{漏} = \frac{\dot{H}_L \cdot B_2}{R^2} \dots\dots\dots (式11-5)$$

式中：

$B_2$ —漏射屏蔽透射因子；

$\dot{H}_{漏}$ —预测点剂量率（μSv/h）；

$\dot{H}_L$ —距离靶点1m处X射线管组装的漏射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据（GBZ/T250-2014），取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

R—参考点离靶点的距离，m。

各参数取值及各个关注点泄露漏射辐射年照射剂量率计算结果见表11-5。

表 11-5 X 射线探伤机探伤时各关注点辐射剂量预测参数及预测结果

序号	关注点位置	屏蔽体材质及厚度	距靶点1m处 输出量 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	屏蔽体的 什值 层厚度 (mm)	靶点至 关注点 的距离 (m)	屏蔽透射 因子	辐射剂量 率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留 因子	年受照射 剂量 (mSv/a)	受照 类型
1#	西侧 操作 间	750mm 混凝土	$2.62 \times 10^6$	100	5.05	$10^{-7.5}$	$1.62 \times 10^{-2}$	1	$6.59 \times 10^{-3}$	职业 照射
2#	探伤 室迷 道外 过道	750mm 混凝土	$2.62 \times 10^6$	100	6.70	$10^{-7.5}$	$9.23 \times 10^{-3}$	1	$3.75 \times 10^{-3}$	职业 照射
3#	探伤 室东 侧墙 体	750mm 混凝土	$2.62 \times 10^6$	100	5.05	$10^{-7.5}$	$3.25 \times 10^{-3}$	1/5	$1.32 \times 10^{-3}$	公众 照射
6#	探伤 室屋 顶	500mm 混凝土	$2.62 \times 10^6$	100	5.80	$10^{-5}$	3.89	/	/	公众 照射

表 11-6 X 射线探伤机探伤时泄露辐射剂量预测参数及预测结果

序号	关注点位置	屏蔽体材质及厚度	距靶点1m处 输出量 MSv/H	屏蔽体的 什值 层厚度 (mm)	靶点至 关注点 的距离 (m)	屏蔽透射 因子	辐射剂量 率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留 因子	年受照射 剂量 (mSv/a)	受照 类型
4#	探伤 室工 件进 出门	38mm 铅 钢门	$5 \times 10^3$	8.2	3.50	$10^{-4.6}$	$1.90 \times 10^{-3}$	1/5	$7.70 \times 10^{-4}$	公众 照射
5#	探伤 室南 侧墙 体	750mm 混凝土	$5 \times 10^3$	100	3.05	$10^{-7.5}$	$3.40 \times 10^{-6}$	1/5	$1.38 \times 10^{-6}$	公众 照射

②迷道防护门外（通道）散射（无主射辐射剂量时）

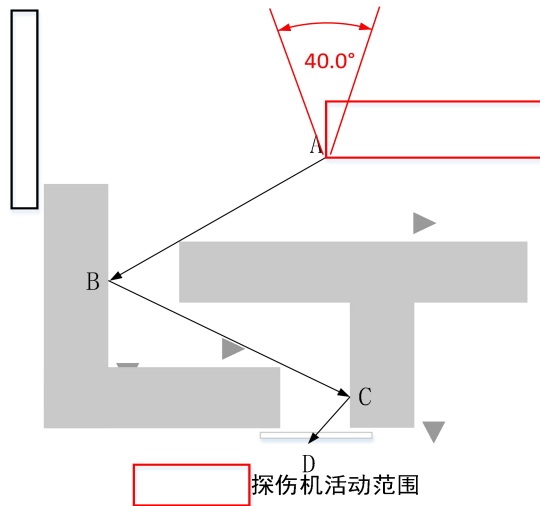


图11-5 迷道门外（通道）无主束射线散射影响路径示意图

在X射线探伤机进行探伤作业时，迷道入口外（通道）的散射辐射剂量率可通过《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中公式进行计算：

$$\dot{H}_{散} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_4}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{（式11-6）}$$

$$B_4 = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{（式11-7）}$$

式中：

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，本项目探伤室保守按照管电压 400 kV，过滤片为 3mmAl 进行考虑，利用拉格朗日内插法计算 X 射线输出量取 43.7mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min)，即 2.62×10<sup>6</sup>μGy·m<sup>2</sup>/(mA·h)；

$R_s$ —散射体至关注点的距离，探伤室为AB+BC+CD=2.9+3.5+0.7=7.1m；

$R_0$ —靶点至探伤工件的距离，均取0.6m；

$I$ —最大管电流，本项目最大管电流取5mA；

$F$ — $R_0$ 处的辐射表面积，取0.04m<sup>2</sup>；

$\alpha$ —GBZ/T 250-2014查表B.3，取1.9×10<sup>-3</sup>；

$X$ —屏蔽材质厚度，探伤室迷道门厚度为15mmPb。

TVL—查《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表2，探伤室X射线90° 散射辐射最高能量相应的值为250kV，依据附录B表 B.2，250kV时铅的什值层厚度TVL为2.9mm；

经计算，探伤室迷道入口防护门外的散射辐射剂量率为 $3.69 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$ 。根据式  $H = \dot{H}_{有} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3}$ ，居留因子均取值1，则年最大有效剂量为  $1.50 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。

③迷道防护门外（通道）散射（有主射辐射剂量时）

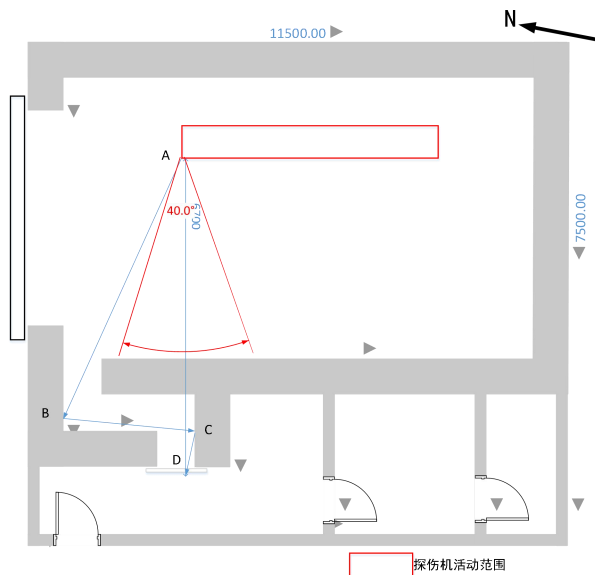


图11-6 迷道门外（通道）无主束射线散射影响路径示意图

在X射线探伤机进行探伤作业时，迷道入口外（通道）的散射辐射剂量率可通过《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中公式进行计算：

$$\dot{H}_{散} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_4}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{（式11-8）}$$

$$B_4 = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots \text{（式11-9）}$$

式中：

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）表 B.1，本项目探伤室保守按照管电压 400 kV，过滤片为 3mmAl 进行考虑，利用拉格朗日内插法计算 X 射线输出量取  $43.7 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即  $2.62 \times 10^6 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

$R_s$ —散射体至关注点的距离，探伤室为  $AB+BC+CD=6.1+2.8+1.0=9.9\text{m}$ ；

$R_0$ —靶点至探伤工件的距离，均取  $0.6\text{m}$ ；

$I$ —最大管电流，本项目最大管电流取  $5\text{mA}$ ；

$F$ — $R_0$ 处的辐射表面积，取  $0.04\text{m}^2$ ；

$\alpha$ —GBZ/T 250-2014查表B.3, 取 $1.9 \times 10^{-3}$ ;

X—屏蔽材质厚度, 探伤室迷道门厚度为15mmPb。

TVL —查《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表2, 探伤室X射线 $90^\circ$  散射辐射最高能量相应的值为250kV, 依据附录B表 B.2, 250kV时铅的什值层厚度TVL为2.9mm;

经计算, 探伤室迷道入口防护门外的散射辐射剂量率为 $1.90 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$ , 除此之外还收到主射束剂量叠加, 根据表11-5可知主射束迷道外过道剂量为 $3.75 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ , 因此叠加后剂量为 $3.94 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ 根据式  $H = \dot{H}_{有} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3}$ , 居留因子均取值1, 则年最大有效剂量为 $1.60 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

### 3、对保护目标的综合分析

在泰华中成探伤作业期间, 辐射工作人员和周围保护目标可能受到的最大辐射剂量见下表。

表 11-7 对各关注点的保护目标的辐射剂量预测结果

序号	保护目标	关注点位	探伤作业时(mSv/a)	探伤机搬移(mSv/a)	辅助操作(mSv/a)	年最大辐射剂量(mSv/a)
1#	操作人员	西侧操作间	$6.59 \times 10^{-3}$	/	/	$6.59 \times 10^{-3}$
2#	操作人员	探伤室迷道外过道	$3.75 \times 10^{-3}$	/	/	$3.75 \times 10^{-3}$
3#	公众	探伤室东侧墙体	$1.32 \times 10^{-3}$	/	/	$1.32 \times 10^{-3}$
4#	公众	探伤室工件进出门	$7.70 \times 10^{-4}$	/	/	$7.70 \times 10^{-4}$
5#	公众	探伤室南侧墙体	$1.38 \times 10^{-6}$	/	/	$1.38 \times 10^{-6}$

根据探伤室工作人员实际工作位置(迷道外过道、操作台、暗室)及已布设监测点位(迷道门外30cm、操作间墙外30cm), 本次剂量预测采用最保守原则, 取操作间墙外30cm处年剂量 $6.59 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 作为探伤工年附加有效剂量最大值, 取各关注点中最大公众剂量 $1.32 \times 10^{-3} \text{mSv}$ 作为公众年附加有效剂量最大值。该操作间墙体外为探伤工主要工作区域(操作台、暗室), 能够代表其可能受到的最大辐射水平; 其余未布点位置因距离屏蔽体更远或停留时间更短, 受照剂量均不大于该最大值。本次采用饱和年曝光时间406小时进行剂量计算, 已涵盖探伤工在各工作位置的全部受照时间, 实际工作中探伤工并非始终处于最大剂量率点位, 且管理人员为巡检式作业, 平时待于2号办公楼不参与探伤作业, 在探伤室实际年工作时间约为100h, 由表11-5知操作间最大辐射剂量率为 $1.62 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ 根据

$H = \dot{H}_{有} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3}$  计算得知管理人员年受照射剂量为 $1.62 \times 10^{-3}$  mSv/a，远低于操作人员。由上表分析可知，本项目建成投用后，探伤作业所致操作人员年附加有效剂量最大为 $6.59 \times 10^{-3}$  mSv/a，所致公众年附加有效剂量最大为 $1.32 \times 10^{-3}$  mSv/a。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离探伤室最近关注点可以代表探伤室周围最大可能辐射有效剂量。在本项目投入运行后，X射线探伤机探伤实际管电压、管电流均低于预测工况，探伤机产生的X射线经探伤室墙体和防护门屏蔽、距离衰减后，本项目周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对探伤室周围公众影响更小。

### (三) 本项目保护目标辐射影响综合分析

#### ①项目保护目标辐射影响分析

综上预测结果，本项目涉及的保护目标年最大有效剂量见下表。

表 11-8 本项目所致各保护目标年最大有效剂量一览表

预测点位置	距靶点距离 m	屏蔽体	受照者类型	照射类型	居留因子	透射因子	关注点的剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效剂量 (mSv/a)
本项目辐射工作人员	5.05	750mm 混凝土	职业	有用线束	1	$10^{-7.5}$	$6.37 \times 10^{-2}$	$6.59 \times 10^{-2}$
	6.70	750mm 混凝土	职业	有用线束	1	$10^{-7.5}$	$9.53 \times 10^{-3}$	$1.60 \times 10^{-3}$
散射				1	$10^{-7.5}$	$2.64 \times 10^{-4}$		
本项目辐射管理人员	5.05	750mm 混凝土	职业	有用线束	1	$10^{-7.5}$	$6.37 \times 10^{-2}$	$1.62 \times 10^{-3}$
液压机工作人员	6.7	750mm 混凝土	公众	有用线束	1/5	$10^{-7.5}$	$1.85 \times 10^{-3}$	$7.49 \times 10^{-4}$
卷板机工作人员	16	38mm 铅钢门	公众	漏射	1/5	$10^{-4.6}$	$9.07 \times 10^{-5}$	$3.68 \times 10^{-5}$

剪/卷板机 工作人员	30	38mm铅 钢门	公众	漏射	1/5	$10^{-4.6}$	$2.58 \times 10^{-5}$	$1.04 \times 10^{-5}$
焊接区工 作人员	48	38mm铅 钢门	公众	漏射	1/5	$10^{-4.6}$	$1.01 \times 10^{-5}$	$4.09 \times 10^{-6}$
自动焊区 工作人员	33	38mm铅 钢门	公众	漏射	1/5	$10^{-4.6}$	$2.13 \times 10^{-5}$	$8.65 \times 10^{-6}$
型材区1工 作人员	10	38mm铅 钢门	公众	漏射	1/5	$10^{-4.6}$	$2.32 \times 10^{-4}$	$9.42 \times 10^{-5}$
打磨区工 作人员	20	750mm 混凝土	公众	有用 线束	1/5	$10^{-7.5}$	$2.07 \times 10^{-4}$	$8.41 \times 10^{-5}$
型材区2工 作人员	13	38mm铅 钢门	公众	漏射	1/5	$10^{-4.6}$	$1.37 \times 10^{-4}$	$5.58 \times 10^{-5}$
耐压实验 室工作人 员	36	750mm 混凝土	公众	有用 线束	1/5	$10^{-7.5}$	$6.39 \times 10^{-5}$	$2.60 \times 10^{-5}$
9#厂房工 作人员	25	750mm 混凝土	公众	漏射	1/5	$10^{-7.5}$	$3.7 \times 10^{-5}$	$1.55 \times 10^{-5}$

由上表可知，本项目职业人员年最大附加有效剂量为  $6.59 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，低于本次评价确定的剂量约束值  $5 \text{mSv/a}$  的要求，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业人员  $20 \text{mSv/a}$  的要求；本项目周围公众年最大有效剂量为  $1.32 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，低于本次评价确定的剂量约束值  $0.1 \text{mSv/a}$  的要求，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的公众  $1 \text{mSv/a}$  的剂量限值的规定。

## 二、臭氧的环境影响分析

本项目涉及 X 射线探伤机开展探伤作业，而探伤室较为封闭，空气流通性较差，对环境的影响可能较大。本项目探伤室拟设轴流风机排风，排风洞口位于探伤室西南墙角地面，经排风管道穿墙后引至屋顶排放；风机每小时换气次数为 4 次，换气量为  $2000 \text{m}^3/\text{h}$ 。

X 射线与空气中的氧气作用会产生臭氧和少量氮氧化物，其中氮氧化物的产额大约是臭氧的 1/3，以臭氧的毒性最高，且臭氧是强氧化物，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 X 射线电离空气产生的臭氧进行分析。

①X 射线探伤机臭氧产额计算

因 X 探伤机产生的 X 射线能量、辐射剂量率越大，产生的臭氧越多，所以为方便计算保守考虑本次均选用额定管电流和管电压最大的 XXG3505 型 X 射线探伤机进行考虑。根据《辐射所致臭氧的估算与分析》（王时进、娄云，中华放射医学防护杂志，1994 年 4 月第 14 卷第 2 期,P101），假设在辐照期间臭氧无分解，臭氧在辐照室内均匀分布，则臭氧的浓度由下式进行计算：

$$P_0 = 2.43 \cdot D_0(1 - \cos\theta) \cdot R \cdot G \dots\dots\dots \text{(式 11-10)}$$

式中：

- $P_0$ —臭氧的产额，mg/h；
- $D_0$ —离辐射源1m处的辐射剂量率，13.1Gy.m<sup>2</sup>/min；
- $R$ —射线束中心轴上源点至辐照室内壁的最远距离，本项目取 6.4m；
- $G$ —空气每吸收100eV辐射能量产生的O<sub>3</sub>的分子数，本项目中取值为10。
- $\theta$ —射线束的半张角，本项目取值 20°。

如果照射时间足够长，浓度均匀，则可根据以下公式计算曝光室内臭氧的浓度：

$$C = \frac{P_0 \cdot T}{V} \dots\dots\dots \text{(11-11)}$$

$$T = \frac{t_v \times t_d}{t_v + t_d} \dots\dots\dots \text{(11-12)}$$

式中：

- $C$ —室内臭氧平衡浓度，mg/m<sup>3</sup>；
- $P_0$ —臭氧产额，mg/h；
- $T$ —臭氧有效清除时间，h；
- $V$ —曝光室室内体积 360m<sup>3</sup>；

$t_v$ —平均每次换气时间，0.18h；

$t_d$ —臭氧分解时间，0.83h。

经计算，使用 X 射线探伤机在本项目探伤室内开展探伤作业时，探伤室内  $O_3$  的平衡浓度为  $5.05 \times 10^{-2} \text{mg/m}^3$ ，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）中规定的臭氧最高允许浓度  $0.30 \text{mg/m}^3$  的要求。

## ②小结

综上所述，泰华中成在本项目探伤室内开展 X 射线探伤作业，在探伤过程中探伤室内臭氧平衡浓度能够同时满足《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）中规定的臭氧最高允许浓度  $0.30 \text{mg/m}^3$  相关要求以及《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）中规定的  $O_3$  的最高允许浓度  $0.16 \text{mg/m}^3$  的限值要求，项目产生的臭氧经排风管道引出探伤室后高于屋顶排放，经大气的稀释和扩散作用后，其浓度进一步的降低，远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中  $O_3$  的 1 小时平均浓度限值  $0.2 \text{mg/m}^3$  的要求，对周围环境的影响较小。

## 三、危险废物环境影响分析

公司每年探伤作业预计产生废显影液、定影液共  $1200 \text{kg/a}$ 、废胶片  $2300$  张/a。根据生态环境部和国家发展改革委联合发布《国家危险废物名录（2025 年版）》（2025 年 1 月 1 日实施）中的危险废物划分类别，废显影液、定影液及胶片属于编号为 HW16 的危险废物。其显影废液主要成分为无水亚硫酸钠、碳酸钠（ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ），定影废液主要成分为溴化钾、无水亚硫酸钠；废胶片主要成分为卤化银。产生的废显影液、定影液及废胶片需用专用的、设置了危险识别标志的容器进行收集贮存，泰华中成拟与有处理资质的单位签订回收处理协议，并严格按照要求实施。

废显影液、定影液不得外排，废胶片不得作为一般固体废物处理。产生的废显影液、定影液采用未破损的密封桶包装，包装桶的材质为能够完全防渗漏的钢、铁和高密度塑料，选用的包装容器不能与所装的废显、定影液发生化学反应，所装废显、定影液的液面须距桶盖  $10 \text{cm}$ ，桶重量不能超过  $50 \text{kg}$ 。废胶片可用中度强度以上的不破损的塑料编织袋进行包装，装袋完毕，封口严实，每袋重量不超

过 50kg。应在废显、定影液和废胶片的包装物上粘贴包括“危废标识和危废类别、存放时间、责任人及处置单位”等相关信息标签，并醒目显示收集废液的名称。废液收集桶及废胶片暂存柜放置地点应做好防渗、防水、防倾倒、防腐等工作，防止泄漏后造成二次污染，严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中要求：①产生的废显影液、定影液及废胶片需用专用的容器进行收集贮存，存放容器及暂存间应当设置危险识别标志；②禁止将不相容（相互反应）的危险废物在同一容器内混装，不相容的危险废物必须分开存放，并设有隔离间隔断；③危险废物贮存容器：应当使用符合标准的容器盛装，容器及材质要满足相应的强度要求，容器必须完好无损，盛装容器的材质和衬里要与危险废物相容（不相互反应）；④危废室地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造（建筑材料必须与危险废物相容），必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙，暂存间要有安全照明设施和观察窗口；⑤应设计堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量。

公司需加强废显定影液、废胶片的产生、贮存、转运、处置等环节的管理，由专人负责管理，建立完整的台帐，对产生的数量和去向进行严格登记，填报危废转移联单。

#### 四、噪声环境影响分析

本项目使用轴流式排风机功率较大，且为连续排风。轴流式排风机位于探伤室内，并采取隔声、减振等降噪措施，采取措施后噪声值为 65dB(A)（声功率级）。由于该噪声源为点声源，且处于半自由空间，按照“导则”中的推荐预测模式进行预测计算：

$$L_{A(r)} = L_{WA} - 20 \lg r - 8 \quad (\text{式 11-13})$$

式中：

$L_{A(r)}$ —距噪声源不同距离处的声级值，dB（A）；

$L_{WA}$ —噪声源的声功率级 dB（A），65dB（A）。

表 11-9 噪声源衰减预测结果情况表

距离r (m)	1	2	3	4	5	6	7
$L_{A(r)}$ (dB (A))	57	51	47	45	43	41	40

本项目噪声源距离公司厂界最近约 68m，因此厂界昼间和夜间噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348—2008）3 类区标准限值的要求，对厂界噪声贡献值很小，不会对周围声环境产生明显影响。

## 五、废水影响分析

清洗胶片时产生洗片废水约 16m<sup>3</sup>/a，工作人员生活污水产生量为 6m<sup>3</sup>/a。本项目洗片废水将与废显影液、定影液一起走危废处理，拟交由有处理资质的第三方单位进行后续处理。

## 六、固体废物影响分析

本项目产生的固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾，约 3.5kg/d，依托厂区现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运，对周围环境的影响较小。

## 七、射线装置报废处理

按照国务院 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第 33 条要求“报废的射线装置应去功能化处理”和《四川省辐射污染防治条例》要求“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目涉及的 X 射线探伤机涉及报废时，必须进行去功能化（如将探伤机高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将探伤机主机的电源线绞断），使探伤机不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

## 事故影响分析

### 一、事故风险识别

本项目所用 X 射线探伤机属 II 类射线装置，其风险因子为 X 射线。按照国务院 449 号令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 11-10 中。

表11-10 项目的风险因子辐射伤害程度与事故分级

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

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，如下表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~10Gy
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	50.0Gy~100.0Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100.0Gy

## 二、源项分析及最大可能性事故分析

### 1、X 射线探伤机探伤可能发生的辐射事故

根据污染源分析，本项目环境风险因子为X射线，危害因素为X射线超剂量照射，X射线探伤机只有在开机状态下才会产生X射线，一旦切断电源，探伤机便不会再有射线产生。

本项目可能发生的辐射事故如下：

（1）安全联锁装置发生故障，防护门未关闭，X射线探伤机工作时无关人员误入，造成人员被误照射；

（2）在探伤检测时门机联锁失灵，人员在检测装置工作时在设备门打开情况下逗留在装置附近，造成有人员被误照射；

(3) 人员意外滞留迷道内，躲藏迷道门内侧受到单次检测曝光时长的照射。

根据上述事故情况分析，本次评价事故分析考虑最大可信事故。即 X 射线探伤机以最大工况运行时，无屏蔽防护遮挡且无防护，主射方向上造成职业人员及公众被误照射。

### 三、辐射事故影响分析

①本次预测选用额定管电压和额定管电流最大的 X 射线探伤机在假定在事故情况下，人员误入探伤室、误操作、未关闭防护门、闯入监督区/控制区滞留的情况下，X射线直接照射到人员，人员受到的有效剂量与 X 射线探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量有关，在空气中探伤机产生的初级射线束造成的空气吸收剂量可用式 11-19 计算：

$$D = I\delta_x / r^2 \quad \dots\dots\dots \text{(式 11-19)}$$

式中：

$D$ —空气吸收剂量率， $\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

$I$ —管电流， $\text{mA}$ ；本项目取  $5\text{mA}$ ；

$\delta_x$ —距辐射源点(靶点)1m 处输出量，本项目探伤机过滤片材料为  $3\text{mmCu}$ ，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014，表 B.1)，保守按照管电压  $400\text{ kV}$ ，过滤片为  $3\text{mmAl}$  进行考虑，利用拉格朗日内插法计算 X 射线输出量取  $43.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即  $2.62\times 10^6\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

$r$ —参考点距 X 射线管焦斑的距离， $\text{m}$ 。

人员受到的有效剂量可用式下式计算：

$$E = D \cdot t \cdot W_T \cdot W_R \quad \dots\dots\dots \text{(式 11-20)}$$

式中：

$E$ —人员受到的有效剂量率， $\text{mSv}$ ；

$t$ —人员受照射时间；

$W_T$ —组织权重因数，全身为 1；

$W_R$ —辐射权因数，1。

在探伤过程中，发生辐射事故时，相关人员可以立即通过切断探伤机电源结

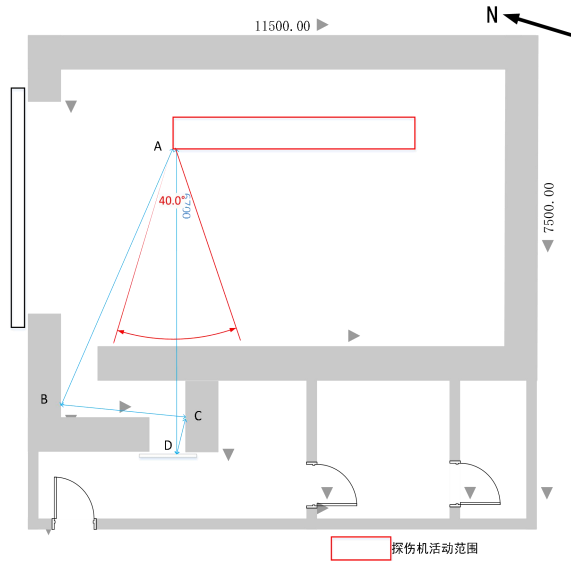
束探伤机出束。本次评价按最不利情况曝光 5min 来计算，辐射事故受照射剂量计算结果见表 11-12。

表11-12 事故情况下受到的剂量估算结果（无防护）

与 X 射线探伤机的距离 (m)	受照剂量 (mSv)				
	0.5min	1min	2min	3min	5min
1	1.09E+02	2.18E+02	4.37E+02	6.55E+02	1.09E+03
10	1.09E+00	2.18E+00	4.37E+00	6.55E+00	1.09E+01
20	2.73E-01	5.46E-01	1.09E+00	1.64E+00	2.73E+00
30	1.21E-01	2.43E-01	4.85E-01	7.28E-01	1.21E+00
50	4.37E-02	8.73E-02	1.75E-01	2.62E-01	4.37E-01
80	1.71E-02	3.41E-02	6.82E-02	1.02E-01	1.71E-01
120	7.58E-03	1.52E-02	3.03E-02	4.55E-02	7.58E-02
170	3.78E-03	7.55E-03	1.51E-02	2.27E-02	3.78E-02
200	2.73E-03	5.46E-03	1.09E-02	1.64E-02	2.73E-02
240	1.90E-03	3.79E-03	7.58E-03	1.14E-02	1.90E-02

根据上表，本项目探伤作业时在主射方向上最大可能受照剂量为 1090mSv/次，高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，公众 1mSv/a 的剂量限值，结合表 11-11、11-12 可知，会构成一般辐射事故。

②人员意外滞留迷道，在迷道门内侧收到单次检测曝光时长的照射。按照剂量率较高的（迷道散射与墙体主射剂量叠加）情况计算，迷道散射的散射辐射剂量率可通过《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中公式进行



计算:

图 11-7 滞留人员受照射示意图

$$\dot{H}_{散} = \frac{I \cdot H_0}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (式11-21)$$

式中:

$H_0$ —距辐射源点(靶点)1m处输出量,根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)表B.1,本项目探伤室保守按照管电压400kV,过滤片为3mmAl进行考虑,利用拉格朗日内插法计算X射线输出量取43.7mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min),即2.62×10<sup>6</sup>μGy·m<sup>2</sup>/(mA·h);

$R_s$ —散射体至关注点的距离,探伤室为AB+BC+CD=7.05m;

$R_0$ —靶点至探伤工件的距离,均取0.6m;

$I$ —最大管电流,本项目最大管电流取5mA;

$F$ — $R_0$ 处的辐射表面积,取0.04m<sup>2</sup>;

$\alpha$ —GBZ/T 250-2014查表B.3,取1.9×10<sup>-3</sup>;

经计算,探伤室迷道入口防护门内侧的散射辐射剂量率为55.6μGy/h。防护门门口除迷道散射辐射外,还受到墙体主射剂量的叠加,根据式11-2~11-4, R取6.3m得知,探伤室迷道门内侧主射辐射剂量率为1.04×10<sup>-2</sup>μGy/h,迷道门内侧总辐射剂量率为55.61μGy/h,再根据式 $H = \dot{H}_{有} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3}$ , t取0.083h(即单次曝光5min),居留因子均取值1,得到单次完整曝光时间内滞留人员受到4.61μSv的剂量照射。

根据上述情况及其危害结果，根据分析，若本项目发生辐射事故，最大可能为**一般辐射事故**。随着照射时间的增加，可造成事故等级升级。本项目射线装置一旦发生辐射事故，应立即切断电源，停止射线装置。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，杜绝此类事故发生。

### 小结

综上所述，本项目使用 X 射线探伤机可能发生的事故为一般辐射事故。

## 四、事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设单位应严格执行以下风险预防措施：

①定期检查探伤室内的监控系统、联锁系统、门机联锁装置、门灯联锁装置、声光报警装置、通排风系统和固定式辐射剂量监测仪，确保工作场所辐射安全设备设施实时有效。

②每次开机前必须检查探伤室内和探伤工作控制区和监督区内无人员逗留，并派专人巡逻，如有发现，操作人员应立即停机。必须制定探伤机操作安全防护措施，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外辐射。

③定期对本单位放射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

④每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换；

⑥根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年第 57 号），本项目辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加中级或高级辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格并取得辐射安全培训合格证书后方可上岗。考核成绩合格单（即合格证书）到期前应再次通过考核。

⑦在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部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都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

## 五、事故应急措施

假若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效的采取以下应急措施：

①当X射线探伤机发生意外事故时，应立即关机断电。并对相关受照人员送至专业医院进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应救护措施，再对仪器设备、设施进行性能检测，确定其状态。

②一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案并采取必要的防范措施。发生辐射事故时，应立即向公司领导及生态环境、公安和卫生部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》。由辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

③事故发生后，应立即安排受辐照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向调查人员报告情况，以利于估算受照剂量，判定事故等级，提出控制措施，并及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作，不得隐瞒事故的真实情况。

④迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

⑤事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

表 12 辐射安全管理

## 辐射安全与环境保护管理机构的设置

### 一、辐射防护与安全管理机构

为了贯彻执行国家放射性污染防治的法律法规，落实国家生态环境部颁布的有关辐射安全管理文件精神，加强公司辐射安全管理工作，强化责任意识、安全意识，建设单位于 2026 年 2 月 10 日成立了辐射安全与防护领导小组(见附件 3)，其主要职责是严格执行公司辐射防护管理制度，督促检查各环节辐射防护工作开展情况，及时整改违规行为，机构设置如下：

组长：赵克中

副组长：修振海、张耀辉

成员：叶天漪、周育田、周子崑

1、根据组织机构领导机构文件，已包含以下内容：

- ①日常管理由探伤组组长负责；
- ②辐射安全与防护领导小组组长、副组长及各成员职责。

2、根据文件内容，建设单位应从以下各方面对文件进一步细化：

- ①补充小组成员联系方式；
- ②负责公司辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；
- ③检查公司的环保设施，对公司使用 X 射线探伤机的安全防护情况进行年度评估；
- ④实施辐射工作人员的个人剂量检测并做好个人剂量的档案管理工作；
- ⑤定期向生态环境主管部门报告辐射安全相关工作，接受监督检查和指导。

### 二、辐射工作人员配置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年修正）第十六条规定：“使用放射性同位素或射线装置的单位，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”。根据生态环境部《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》（公告 2019 年第 57 号），有辐射安全与防护培训需求的人员可通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fuShe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识；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单到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

本项目配备辐射工作人员 4 人，包括 3 名操作人员及 1 名管理人员（负责辐射安全管理，平时位于 2 号办公楼工作，不参与探伤操作）。每天工作时间 8 小时，年工作时间为 300 天。

（1）单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织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上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过并取得辐射安全培训合格证书后方可上岗。未取得辐射安全与防护培训成绩合格证书的人员，不得进行探伤操作。

（2）单位应当确保探伤操作时有 2 名操作人员同时在场，每名操作人员应配备个人剂量计。

（3）个人剂量计应编号定人佩戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案，完善个人剂量监测及健康档案管理制度。个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

（4）辐射工作人员需熟悉专业技术，使之能胜任探伤实践，而且对安全防护与相关法规知识也需作相应了解，实际操作中须按安全操作规程行事，自觉遵守规章制度，努力做好各项安全工作。

### 三、维修期间辐射安全管控措施

（1）X 射线探伤机维修由设备制造商或经专业培训的人员进行，维修人员持辐射安全培训合格证上岗。

（2）切断探伤机总电源，拔出安全锁钥匙，使用便携式剂量率仪对探伤室全面巡测确认无辐射异常，实施“挂牌上锁”制度。

（3）维修人员必须佩戴个人剂量报警仪，采取双人协同作业；探伤室入口设置“设备维修中”警示牌；维修过程中保持固定式辐射报警装置运行。

（4）维修完成后进行门-机联锁、报警装置、紧急停机按钮等功能测试，使用剂量率仪对探伤室周围进行全面巡测，确认辐射水平符合 GBZ 117-2022 要求（ $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ）。

(5)：建立维修档案，记录维修内容、更换零部件、维修人员、测试结果等信息，维修记录存档备查。

(6) 制定维修期间辐射事故应急预案，室内安装多处紧急停机按钮，确保异常情况下能立即切断设备电源。

## 辐射安全档案资料管理和规章管理制度

### 一、档案管理分类

辐射工作单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。建设单位档案资料可包括以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”和“废物处置记录”。

建设单位应当根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

### 二、须建立的主要规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第3号）“第十六条”、《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》及《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》的相关要求中的相关规定，建设单位制度清单分析及执行情况见表12-1。

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度及执行情况

序号	《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》		落实情况	备注
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责,全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作	已制定	/
2	辐射安全管理规定(综合性文件)	根据单位具体情况制定辐射防护和安全保卫制度,重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	需制定	/
3	辐射工作设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施	需制定	/
4	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责	需制定	/
5	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中应采取的具体防护措施,确保射线装置保持良好的工作状态	需制定	/
6	射线装置台账管理制度	应记载放射性同位素与射线装置台账,记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项,同时对射线装置的说明书建档保存,确定台账的管理人员和职责,建立台账的交接制度	需制定	/
7	辐射工作场所和环境辐	/	需制定	需将拟建辐射

	射水平监测方案			工作场所纳入其中
8	监测仪表使用与校验管理制度	/	需制定	/
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员需通过考核并取得辐射安全合格证书后方可上岗	需制定	/
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，操作人员须佩戴个人剂量计。公司定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	需制定	/
11	辐射事故应急预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故，应制定较为完善的事故应急预案或应急措施，包括：“应急物资的准备和应急责任人员、生态环境主管部门应急电话及发生事故的辐射事故处理措施”的内容	需制定	将“辐射安全事故应急响应程序”需悬挂于墙上。

建设单位应按照《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》的要求建立相关辐射安全管理制度，建设单位还应根据使用射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

建设单位应按照《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》的要求，根据《辐射事故应急预案》编制《辐射事故应急响应程序》，并将《辐射事故应急响应程序》悬挂于拟建辐射工作场所醒目位置。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，简单清楚，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合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。

## 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、自主验收监测：建设单位在重新取得《辐射安全许可证》后三个月内，应委托有资质的单位开展 1 次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测报告。

2、年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

3、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。

### （1）公司自我监测

公司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案。公司已有便携式辐射监测仪，利旧监测仪器每月进行自行监测一次。

### （2）监测内容和要求

1) 监测内容：X- $\gamma$ 空气吸收剂量率。

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 12-2）或验收监测布点方案，巡测最大值。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表12-2 工作场所监测计划建议

场所	监测项目	监测周期	监测点位
拟建 X 射线探伤室	X- $\gamma$ 空气吸收剂量率	竣工环保验收监测 1 次；场所年度监测委托有资质的单位监测，周期为 1 次/年；定期（1 次/月）自行开展辐射监测。	探伤室四周 30cm 离地面高度 1m 处
			铅防护门外 30cm 处、门缝四周
			工件进出口处 30cm 外
			操作间操作位
			通风孔
			穿线孔
探伤室四周保护目标处			

3) 监测范围：控制区外、监督区域及周围环境。

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。

## 二、个人剂量检测

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

(1) 当单个季度个人剂量超过1.25mSv时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过5mSv时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

(2) 个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

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

(4) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。公司应当将个人剂量档案保存终身。

建设单位辐射工作人员均配备个人剂量计，每季度应对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令18号）要求建立个人剂量档案。建设单位还应委托有资质单位进行个人剂量检测工作，保存辐射工作人员个人剂量检测报告，核查单季度个人有效剂量有无超过季度限值1.25mSv以及年剂量值有无超过5mSv的情况。

### 三、年度监测报告情况

建设单位应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。公司应按照《四川省环境保护厅办公室关于印发〈放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告格式（试行）〉的通知》（川环办发〔2016〕152 号）规定的要求编写《安全和防护状况年度评估报告》。公司必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

### 辐射事故应急

辐射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报所在地人民政府生态环境主管部门备案，并及时予以修订。

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，放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市、省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健康部门报告。

#### （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。

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。

公司应当根据以上要求，同时结合本项目来制定应急预案相关内容，在今后预案的实施过程中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

## 结论

### 一、项目概况

项目名称：成都市泰华中成科技集团有限公司新建 X 射线探伤室

建设单位：成都泰华中成科技集团有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市双流区精工东一路 88 号公司 6# 厂房

建设内容：成都泰华中成科技集团有限公司拟新建一座探伤室及辅助用房，探伤室内使用 2 台 II 类射线装置，3505 型定向 X 射线探伤机（额定管电压为 350kV、额定管电流为 5mA）1 台、3005 型定向 X 射线探伤机（额定管电压为 300kV、额定管电流为 5mA）1 台，据调查本项目 X 射线机每月训机约 1 次，每次约 15 分钟，年工作约 12 月，在探伤室内使用 2 台 X 射线探伤机的年训机时间总计约 6 小时，探伤工件为压力容器、压力管道等约 4800 件，年曝光 20000 张胶片，年拍片时间 400h，年总曝光时间约 406h，X 射线探伤机出束方向为探伤室除工件进出门与南侧墙体的剩下四面墙体。公司不进行探伤时，探伤室内的 X 射线探伤机均保存在探伤室内。泰华中成不存在探伤作业中同时使用 2 台或多台探伤装置同时曝光的情况。

### 二、本项目产业政策符合性分析

本项目系核和辐射技术用于工业检测领域，属高新技术。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《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第 7 号令）相关规定，本项目属于鼓励类第三十一项“科技服务业”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。

### 三、本项目选址合理性分析

本项目探伤室选址于成都泰华中成科技集团有限公司厂区，拟建场所周围无明显制约因素。本项目不新增用地，且本次新建的探伤室为专门的辐射工作场所，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辐射工作人员

和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求,从辐射安全防护的角度分析,本项目选址是合理的。

#### 四、工程所在地区环境质量现状

根据现状监测报告,本项目所在区域的 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率背景值为 91~100nGy/h,属于当地电离辐射水平正常本底涨落范围内。

#### 五、环境影响评价分析结论

##### 1、施工期环境影响分析

本项目在施工活动中,会产生施工噪声、施工废渣、施工废水,对环境存在一定影响。经过采取合理的防护措施后,对周围环境的影响较小。

##### 2、营运期环境影响分析

###### (1) 电离环境影响

本项目建成后,本项目在正常运行情况下,所致工作人员最大年有效剂量值为  $1.43 \times 10^{-2}$ mSv,所致公众最大年有效剂量值为  $2.07 \times 10^{-3}$ mSv,能够满足职业人员 5.0mSv/a 的剂量约束限值,公众 0.1mSv/a 的剂量约束限值,亦满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的职业人员 20mSv/a 和公众 1mSv/a 的剂量限值的规定。

###### (2) 大气环境影响

在探伤室内采用换气系统排入环境大气后,经自然分解和稀释,能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2026)标准限值( $\leq 0.2\text{mg}/\text{m}^3$ )的要求,对周围大气环境的影响较小。因此,本项目不会对环境空气造成明显影响。

###### (3) 水环境影响

清洗胶片时产生洗片废水约  $16\text{m}^3/\text{a}$ ,工作人员生活污水产生量约  $6\text{m}^3/\text{a}$ 。本项目洗片废水将与废显影液、定影液一起走危废处理,拟交由有处理资质的第三方单位进行后续处理

###### (4) 固体废物

工作人员产生的生活垃圾约  $3.5\text{kg}/\text{d}$ ,依托厂区现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

因本项目是建设单位第一个核技术利用项目，无过往数据依靠，根据其胶片年用量 20000 张，根据行业内普遍规律，每张用量大约 0.03L，产生的废显影液约 600kg/a、定影液约 600kg/a，废胶片约 2300 张/a，属于危险废物，其危废编号为 HW16。本项目探伤产生危险废物暂存在设置了危废标志的专用容器中，放置于危废室内，探伤过程中产生的所有危险废物交由有危废初拉力资质的单位进行回收处理，不外排。

## 六、环保设施与保护目标

按照要求落实后，建设单位环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的绝大多数保护目标所受的辐射剂量保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

## 七、事故风险与防范

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

## 八、辐射安全管理的综合能力

按照要求落实后，将有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在制定及完善相关管理制度并及时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对本项目 X 射线探伤机的使用和管理能力。

## 九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施的前提下，本项目在成都泰华中成科技集团有限公司的 6# 厂房内开展建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

## 十、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》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）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、根据生态环境部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）规定：

(1) 建设单位可登陆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（<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other>）。

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

(3) 本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

(4) 本项目设计的固体废物污染环境防治设施必须经生态环境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。

根据四川省生态环境厅发布的《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》文件，建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205>）中备案，同时应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

设备设施	环保设施	数量
实体防护	探伤室	1座
	防护门及安全驱动装置	2套
场所设	连锁装置（门机、门灯连锁）	---

施	工作状态指示箱	1 套
	电离辐射警示标志	3 个
	室内及操作台紧急停止按钮	7 个
	逃逸开关	1 个
	控制台钥匙控制	1 套
	准备出束声光提示	1 套
	控制区、监督区标识	各 1 个
	紧急照明或独立通道照明系统	1 套
	危废室（重点防渗处理）	1 间
	废定、显影液收集桶	各 1 个
	废胶片收集箱	1 个
	通排风系统	1 套
	视频监控系统	1 套（5 个摄像头）
监测设备	个人剂量计	4 个
	个人剂量报警仪	4 个
	固定式辐射剂量监测仪	1 套
	便携式辐射剂量率仪	1 个
应急物资	灭火器材	若干
辐射监测	年度监测	1 次
辐射安全管理制度	辐射安全与环境环保管理机构及相应制度	建设单位制定的规章制度中关于《辐射事故应急响应程序》的内容需在辐射工作场所内张贴上墙，且上墙制度的长宽尺寸不得小于 600mm×400mm

## 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的。
- 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学习与考核。公司应加强管理，安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护知识并进行考试，以取得辐射安全培训成绩合格证书，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再考核，详见国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）。
- 3、将个人剂量信息和年度监测报告作为年度评估报告的内容。

4、每年要对射线装置使用情况进行安全和防护状况年度评估，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（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

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

6、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

7、单位在申办辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），完善相关信息。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。