

核技术利用建设项目

新建探伤室内工业 X 射线探伤应用项目

环境影响报告表

(公示本)

成都兴宇实业有限公司

2021 年 11 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新建探伤室内工业 X 射线探伤应用项目 环境影响报告表

建设单位名称：成都兴宇实业有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：李*

通讯地址：四川省成都市龙泉驿区车城东六路 338 号对面 3 号车间

邮政编码：610000

联系人：张*

电子邮箱：*****联系电话：138*****

目 录

表1	项目基本情况.....	2
表2	放射源.....	13
表3	非密封放射性物质.....	13
表4	射线装置.....	14
表5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	15
表6	评价依据.....	16
表7	保护目标与评价标准.....	18
表8	环境质量和辐射现状.....	21
表9	项目工程分析与源项.....	24
表10	辐射安全与防护.....	32
表11	环境影响分析.....	45
表12	辐射安全管理.....	67
表13	结论与建议.....	74
表14	审批.....	80

附件：

附件1 环评委托书；

附件2 公司成立辐射安全事故应急管理领导小组的通知；

附件3 危废处置承诺书；

附件4 辐射防护培训的承诺

附件5 本项目辐射环境监测报告（2021.10.18）；

附件6 华西能源辐射环评监测报告（2019.11）；

附件7 租房合同；

附件8 租用华西能源厂房环评批复（川环建函[2008]181号）；

附件9 租用华西能源厂房环保验收批复（川环验[2013]197号）；

附件10 华西能源探伤室环评批复（川环审批[2013]218号）；

附件11 华西能源探伤室验收批复（川环核验[2013]43号）；

附件12 成都市龙泉驿区生态环境局关于成都兴宇实业有限公司年产航空航天用高温合金及铝合金精密零部件扩建项目环境影响报告表的批复（龙环承诺环评审[2021]48号）。

附件13 显影液MSDS；

附件14 定影液MSDS。

附图：

附图1 本项目地理位置图；

附图2 本项目总平面布置及外环境关系图；

附图3-1 探伤室一层平面布置图；

附图3-2 探伤室二层平面布置图；

附图3-3 探伤室顶层平面布置图；

附图4 本项目所在车间平面布置至评价范围覆盖图

附图5 本项目两区划分示意图；

附图6 本项目探伤室剖面图；

附图7 本项目探伤室通排风系统剖面图；

附图8 本项目探伤室辐射安全防护装置布置图。

表1 项目基本情况

建设项目名称		新建探伤室内工业X射线探伤应用项目			
建设单位		成都兴宇实业有限公司			
法人代表		李*	联系人	张*	联系电话 138*****
注册地址		四川省成都市经济技术开发区航天南路6号			
项目建设地点		四川省成都市龙泉驿区车城东六路338号对面3号车间			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		100	项目环保投资 (万元)	13.6	投资比例 (环保投资/总投资) 13.6%
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 ²) 292.5
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		
其它	/				
项目概述					
一、建设单位简介及项目由来					
1、建设单位简介					
成都兴宇实业有限公司 (统一社会信用代码: 91510112202244564X) 成立于1993年8月26日。公司注册资本1000万元。公司经营范围包括: 新材料的技术研发; 生产、销售: 铸锻件; 批发、零售: 普通机械、金属材料 (不含稀贵金属)、电子产品、化工原料及产品 (不含危险品)、汽车配件、摩托车配件、装饰材料; 货物及技术进出口; 房屋租赁; 机械工程技术服务。					
2、项目由来					
2021年1月, 为发展公司业务, 成都兴宇实业有限公司 (以下简称“兴宇实业”)					

与华西能源工业股份有限公司（以下简称“华西能源”）签订厂房租赁协议（见附件），租用华西能源位于四川省成都市龙泉驿区车城东六路338号对面3号车间**建设精密零部件生产项目**（以下简称“主体项目”），目前，主体工程已于2021年5月取得成都市龙泉驿生态环境局出具的环评批复（龙环承诺环评审批[2021]48号，详见附件）。

为了进行精密零部件的无损检测，建设单位提出建设该项目的核技术利用部分，即“**新建探伤室内工业X射线探伤应用项目**”（配套项目，以下简称“本项目”）。

原华西能源在本项目所在厂房内生产运营时建设有一间探伤室，安装X探伤设备1台。该项目取得四川省环保厅出具的批复（川环审批[2013]218号，见附件），并于2013年8月通过环保竣工验收（川环核验[2013]43号，见附件）。2019年11月，原华西能源在撤离3号厂房前已拆除探伤室内射线装置，保留了探伤室的主体工程部分。

本项目建设利用原有建探伤室，购入一台X探伤设备开展工业X射线探伤项目，并在原有探伤室配套的辐射安全防护设施基础上，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）等文件中的要求，完善项目辐射安全防护内容。

本次建设拟购入1台X射线探伤机开展X射线探伤工作，设备型号为HS-XY-320kV（最大管电压为320kV、最大管电流为13mA）。根据《射线装置分类》，本项目拟购入射线装置属于II类射线装置。

本项目建成后只开展**室内探伤，不存在室外（野外）探伤**，主要探伤对象为主体工程生产的高温合金及铝合金精密零部件。

本项目涉及使用II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令第18号）及《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）的相关规定，本项目属于“第五十五/172条核技术利用建设项目中生产、使用II类射线装置”的规定，本项目应编制环境影响报告表，并向四川省生态环境厅申请审批。因此，成都兴宇实业有限公司委托四川中蓉圣泰环境科技有限公司对本项目开展环境影响评价工作。四川中蓉圣泰环境科技有限公司接受委托后，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《新建探伤室内工业X射线探伤应用项目环境影响报告表》。

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，加大环境影响评价公众参与公开力度，本项目环境影响报告表编制

完成后，建设单位在环境影响评价信息公示平台上对《新建探伤室内工业 X 射线探伤应用项目》的环境影响报告表进行了全文公示。



图1.1 公示截图

二、产业政策符合性

本项目系核与辐射技术用于工业探伤领域，属高新技术。根据《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019年本）>有关条款的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号）相关规定，本项目属鼓励类第三十一项“科技服务业”中第1条“工业设计、气象、生物、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务、科技普及”。

三、项目概况

1、项目名称、性质、地点

项目名称：新建探伤室内工业X射线探伤应用项目

建设单位：成都兴宇实业有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市龙泉驿区车城东六路338号对面3号车间

2、建设内容与规模

本项目探伤室位于租用厂房内东北角，总占地面积约292.5m²，可分为两部分，第一部分为曝光室，为单层结构；第二部分为双层结构，一层为本项目暗室、晾片室、操作室、迷道，第二层为闲置房间（原华西能源探伤室配套的资料室、库房、更衣室、评片室，本项目建设单位不使用，无人员活动）。本项目拟购入一台X射线探伤机，设备型号为HS-XY-320kV（最大管电压为320kV、最大管电流为13mA），属于II类射线装置。

本项目曝光室净空面积约为142.8m²，最大净空尺寸为21.0m×6.8m×5.5m（长×宽×高）。曝光室为钢筋混凝土结构，其四周墙体设计厚度为1000mm，屋顶厚度为500mm；工件进出门为电动钢铅结构防护门，厚度为20mm铅当量；迷道采用“Z”型迷道，密道长度为8.6m，宽度为0.8m，迷道外墙为1000mm混凝土，迷道内墙为600mm钢筋混凝土，迷道防护门为电动钢铅防护门，厚度为20mm铅当量。

工件进出口宽4.5m，高4.0m，根据建设单位提供资料，探伤室内待检工件为主体工程中生产的精密零部件，材质为高温合金及铝合金，工件最大尺寸为400mm×800mm×400mm，壁厚40mm，工件探伤进出方式采用人工搬运或小推车运送，曝光室进出口为4.5m×4.0m（宽×高），进出口尺寸及探伤室内腔尺寸能满足工件进出及探伤要求。

本项目X探伤机最大管电压320kV，最大管电流13mA。购入后放置位置为距工件进出门内侧5.0m，距探伤室东北侧墙体内壁3.3m处。根据建设单位介绍，本项目探伤室探伤工件数为6500件/年，预计年最大曝光次数为10500次，单次最大曝光时间为4min，则年曝光时间为700h。本项目只开展室内探伤，不涉及室外（野外）探伤。探伤设备的检修等均由设备厂家负责，本项目只负责探伤机的使用。

3、本项目涉及射线装置配制及主要参数

本项目设备配制见下表。

表1-1 主要设备配置及技术参数表

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	投射类型	主射方向	生产厂家	使用场所	放射角度	最大穿透厚度/A3钢 (mm)	过滤片	年曝光时间 (h/a)	备注
HS-XY-320kV	320	13	周向	地面、西南侧墙体、屋顶	重庆日联机电	曝光室	40°	80	3mmBe	700	拟购

4、曝光作业场景及探伤工件

(1) 探伤工件及材质：兴宇实业内精密零部件生产项目生产的精密零部件，产品

形式主要为其铸造工艺中生产的壳体、盖板、管道、紧固件等；工件材质为高温合金及铝合金产品；

(2) 探伤工件尺寸：工件为不规则件，最大尺寸为400mm×800mm×400mm，壁厚40mm；

(3) 有用线束的照射方向：地面、曝光室西南侧墙体、屋顶，不投向工件门及迷道门；

(4) 探伤工件传送方式：原华西能源探伤室建设时在工件进出门地面安装有一平车轨道，但由于本项目待检工件规格较小，质量较轻，采用人工搬运或小推车运送的方式运输工件即可，因此本项目不使用原华西能源建设的平车轨道。

5、项目组成及主要环境问题

本项目洗片拟采用自动洗片机，洗片机内槽分为三格，即显影液槽、定影液槽、清洗槽，胶片在洗片机内依次经过上述槽体后形成成片。自动洗片机内的显影液和定影液循环使用，定期补充，循环使用一段时间后进行整体更换，更换频次为14次/年，因此**将产生废显影液和废定影液**；清洗槽内的清洗水为流动状态，即洗片机开启时将水洗槽进水口出水口同时开启，因此**将产生清洗废水**。废显影液、废定影液、清洗废水及打印成像后的废胶片均属于危险废物，应分别使用专用容器收集，暂存于危废暂存间内，暂存收集后统一交有资质单位处理，严禁外排，严禁自行处理。

项目组成及主要环境问题见下表。

表1-2 项目组成及主要环境问题

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
			施工期	营运期
主体工程	占地面积	探伤室占地面积292.5m ² ，其中曝光室净空面积约为142.8m ² ，暗室、晾片室、操作室各1间，面积均为12.6m ² 。危废暂存间位于厂房内东南侧，面积约10m ² 。	设备安装 噪声、生 活污水、 固体废物	探伤设备工作 时产生的X射 线、臭氧、噪 声
	曝光室结构	曝光室最大净空尺寸为21m×6.8m×5.5m（长×宽×高）。四周墙体为1000mm厚钢筋混凝土，屋顶为500mm厚钢筋混凝土；工件进出门为20mm铅当量的钢铅防护门；迷道采用“Z”型迷道，密道长度为8.6m，宽度0.8m，迷道外墙为1000mm厚钢筋混凝土，内墙为600mm厚钢筋混凝土，迷道防护门为20mm铅当量的电动铅防护门，相当于20mm铅当量。		
	X射线探伤机情况	使用1台X探伤机，型号为HS-XY-320kV，最大管电压为320kV，最大管电流13mA		

	探伤地点	仅开展室内探伤，不涉及室外（野外）探伤		
	曝光时间	约700h/a		
辅助工程	操作室、晾片室、暗室，均位于曝光室东北侧一层。			废显影液、废定影液、清洗废水、废胶片
办公及生活设施	依托厂房内精密零部件生产项目中已建办公室及办公设施			生活污水、生活垃圾
环保工程	废水	生活污水依托华西能源已建污水预处理池处理后接入市政污水管网，引至芦溪河污水处理厂处理。		生活污水
	固废	一般固废：依托主体工程中既有生活垃圾收集设施，在厂房内收集后依托华西能源生活垃圾转运点，由市政环卫部门统一清运。		生活垃圾
		危险废物：包括废显影液、废定影液、清洗废水、废胶片，收集后暂存于危废暂存间内，定期交有资质单位清运处置。		废显影液、废定影液、清洗废水、废胶片

四、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下表。

表1-3 项目原辅材料及能源情况表

类别		名称	年耗量	来源	主要化学成分
主（辅）料		显影液	108kg/a	外购	亚硫酸钠、对苯二酚、二乙二醇、溴化钾、EDTA
		定影液	108kg/a		柠檬酸、亚硫酸钠、硫代硫酸铵
		胶片	2000张		溴化银感光胶片
能源	电（度）	探伤用电	800度	市政供电	/
水量	地表水	生产、生活用水	72.6m ³ /a	市政供水	H ₂ O

五、项目外环境、选址、布局合理性及实践正当性分析

1、本项目外环境关系

本次评价按照兴宇实业厂区外环境及本项目探伤室外环境分别进行评价。具体情况如下：

厂区外环境关系：厂区西南侧44m为成都巨象设备吊装工程公司；厂区西北侧25m为华西物流；厂区东北侧21m为华西能源2号厂房，东北侧100m为华西能源1#厂房；厂区东南侧29m为华西能源办公楼；厂区西南侧46m为易大师汽车玻璃。

探伤室外环境关系：探伤室外西北侧0-200m为已建精密零部件生产车间，临近探伤室处为荧光检测线；探伤室西南侧0-3m为厂房内安全通道，西南侧3-17m为已建精密零部件生产车间，临近探伤室处为热处理区，西南侧17m-43m为华西能源3号厂房内的

生产车间（机加工），西南侧外43-50m为华西能源内部道路；探伤室东南侧外0-1m为厂房内通道，东南侧约1m为兴宇实业东南侧厂界，东南侧1-30m为华西能源内部道路，东南侧30m-50m为华西能源办公楼；探伤室东北侧为兴宇实业东北侧厂界，探伤室东北侧0-21m为华西能源内部道路，东北侧21m-50m为华西能源2号厂房。

探伤室外环境关系见下表。

表1-4 探伤室外环境关系一览表

序号	内容	相对位置	人数	距离	功能
1	兴宇实业 精密零部件生产车间	西北侧	20人	0-200m	生产线（荧光检测线）
2		西南侧		0-3m	安全通道
3		西南侧		3-17m	生产线（热处理区）
4	华西能源3号厂房内的生产车间	西南侧	40人	17m-43m	工业企业（机加工）
5	华西能源内部道路	西南侧	约10人	43-50m	道路
6	兴宇实业内部通道	东南侧	2人	0-1m	内部通道
7	兴宇实业东南侧厂界	东南侧	0	1m	/
8	华西能源内部道路	东南侧	约20人	1m-30m	道路
9	华西能源办公楼	东南侧	约20人	30m-50m	办公
10	兴宇实业东北侧厂界	东北侧	0	0m	/
11	华西能源内部道路	东北侧	约5人	0-21m	道路
12	华西能源2号厂房	东北侧	约50人	21m-50m	工业企业（机加工）

项目外环境关系图见附图。

2、本项目选址合理性

成都兴宇实业有限公司租用厂房位于四川省成都市龙泉驿区车城东六路338号对面3号车间，车间内已建精密零部件生产项目已经取得成都市龙泉驿生态环境局出具的环评批复（龙环承诺环评审批[2021]48号，见附件），本项目为其配套建设项目，建设位置在租用厂房范围内，本项目不新增用地。

本项目探伤室选址位于厂房东北角，选址尽可能地同时考虑了生产的流畅性和探伤作业的特殊性，即保障了生产任务的顺利进行，又选择了人迹较少的偏僻位置。

探伤室西北侧和西南侧主要为已建零部件生产线内工人，且工人活动范围据本项目探伤室距离较远，同时由于零部件生产线主要集中在生产厂房西北侧，厂房主要进出口亦位于厂房西北侧，工人活动主要集中在厂房西北侧，而本项目探伤室位于厂房东北角，因此本项目西南侧和东南侧外人员活动较少。

探伤室东北侧和东南侧厂界外均为华西能源内部道路，而由于华西能源厂区出入口为西北门和东南门，工作人员进入华西能源厂区后随即进入各个厂房，探伤室外东北侧和东南侧道路不是工作人员上下班必进道路，因此以上两条内部道路人流量较小。综上所述，探伤室外50m范围内人员活动较少。

租用厂房所在区域道路、给排水、电力等城市基础配套设施完善，为项目建设提供了良好条件；厂区周围没有项目建设的制约因素，且该探伤室选址独立，为专门的辐射工作场所，探伤室位于租用厂房内部，曝光室屋顶无人活动。

综上，项目建设的探伤室布置相对独立，建设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。

3、布局合理性分析

本项目探伤室可以分为两部分，第一部分为曝光室，为单层结构；第二部分为双层结构，一层为本项目暗室、晾片室、操作间，二层为闲置房间。其中探伤室整体上方为废弃行车，无人员活动。本项目探伤室不涉及地下室，屋顶也无人员活动。

本项目暗室（净空面积 12.6m^2 ）、晾片室（净空面积 12.6m^2 ）、操作间（净空面积 12.6m^2 ）各一间，由西北至东南依次布置。各房间功能涵盖了探伤作业的整个流程，整体布局合理，能完全满足探伤工作的需要。

整个探伤室功能分区明确，即能有机联系，又不互相干扰；设计阶段，辐射工作场所进行了合理的优化布局，同时兼顾了检测的方便性。

曝光室设计了足够长度的密道，为Z字型结构，能有效的防护射线的散射影响；在曝光室内按照规定设计布设了紧急制动开关、声光报警、剂量监测等一系列辐射防护措施，能有效地保障人员安全，同时起到应急处理的作用。拟建的探伤工作场所设计了良好的实体屏蔽和防护设施，探伤作业过程中产生的辐射通过相应的治理措施后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目探伤室整体布局合理。

4、实践的正当性

射线检验作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各种金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，将核技术应用到本项目中，可达到一般非放射性检验方法所不能及的检验效果，是其它检验项目无法替代的。由于由于X射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的。

建设单位在开展射线检验过程中，对X射线装置使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对X射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。在正确

使用和管理X射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小，项目实施的利益大于代价，符合辐射防护实践的正当性原则。

六、劳动定员及工作制度

本项目新增配备辐射工作人员3人，白班制，一天工作时间8小时，全年220个工作日。

公司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（<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。

七、原有核技术利用情况

原华西能源探伤室项目在开展X射线探伤工作前已办理相关环保手续，并取得四川省环保厅出具的批复（川环审批[2013]218号，附件），该项目于2013年8月通过环保竣工验收（川环核验[2013]43号，见附件）。原华西能源在探伤室内设置一台X射线探伤设备，设备型号为HS-XY-320kV，其额定管电压为320kV、额定管电流为13mA，与本项目中拟购入X探伤设备设备型号及额定管电压、额定管电流大小相同。

2019年11月，基于公司发展需要，华西能源将3号车间探伤室（即本项目所用探伤室）内的X探伤设备拆除，搬迁至自贡市高新工业园区荣川路66号板仓基地探伤室，并变更许可证中射线装置使用场所，变更完成后于2020年11月重新取得《辐射安全许可证》。2019年11月，华西能源对拆除探伤设备后的探伤室主体工程现场进行了辐射监测，由监测报告（见附件）知，探伤室辐射剂量率与四川省生态环境厅《2020年四川省生态环境状况公报》中全省环境电离辐射水平基本一致，无环境遗留问题。

2021年1月，成都兴宇实业有限公司与华西能源工业股份有限公司签订厂房租赁协议，因此本项目对建设所用探伤室的使用方式为租用，探伤室仍归华西能源工业股份有限公司所有。

2021年5月，成都兴宇实业有限公司在租用的华西能源3号厂房内建设精密零部件生产项目，并取得环评批附（龙环承诺环评审批[2021]48号，详见附件）。租用厂房已取得环评及验收批复，环评批复文号为“川环建函[2008]181号（见附件）”和“川环验[2013]197号（见附件）”。

本项目为新建项目，成都兴宇实业有限公司此前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开展的环境影响评价。

八、本项目依托、利旧情况

2021年5月，成都兴宇实业有限公司精密零部件生产项目取得环评批附（龙环承诺环评审批[2021]48号，详见附件）。租用厂房已取得环评及验收批复，环评批复文号为“川环建函[2008]181号（见附件）”和“川环验[2013]197号（见附件）”。

本项目依托情况如下：

1、依托探伤室：依托原华西能源既有探伤室，由表11中的预测内容可知，既有探伤室可满足本项目使用；

2、通排风系统：依托原华西能源为探伤室配套建设的通排风系统，具体情况为：在曝光室内东北侧和西南侧墙底地面各设置有一排风口，其中东北侧一排为进风口，西南侧一排为出风口，内径均为400mm×350mm，采用“U”型通排气管道。通排风管道的进出风口均设置在探伤室东北侧屋顶，两台风机风量均为12400m³/h，进风和排风同时进行，每小时换气次数为20次。

3、电缆线孔管：依托原华西能源预埋电缆线通道（L型电缆孔）。

4、依托辐射安全防护设施：原华西能源搬离时，探伤室内的门机联锁装置、门灯联锁装置等辐射安全防护设施未拆除，本项目可依托。在此基础上，本次环评对照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）等文件中的要求，对辐射安全防护设施设置情况进行了补充完善（详见表10-3），**建设单位应按照本次环评提出的要求完善本项目辐射安全防护设施；**

5、依托办公设施：人员办公依托主体工程既有办公室，本项目不涉及新建。

6、依托环保设施：

（1）生活污水处理：依托华西能源已建污水预处理池处理，达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后，接入市政污水管网引至芦溪河污水处理厂处理；

（2）生活垃圾处置：依托主体工程中既有生活垃圾收集设施，在厂房内收集后依托华西能源生活垃圾转运点，由市政环卫部门统一清运；

（3）危废处置：本项目新增危险废物包括废显影液、废定影液、清洗废水及废胶片，以上危险废物依托主体工程中既有危废暂存间进行暂存，并定期交有资质单位外运处置。**本次环评要求：建设单位应与有资质单位补充签订包含本项目危险废物类别的危废处置协议，严禁自行处置，严禁随意倾倒。**

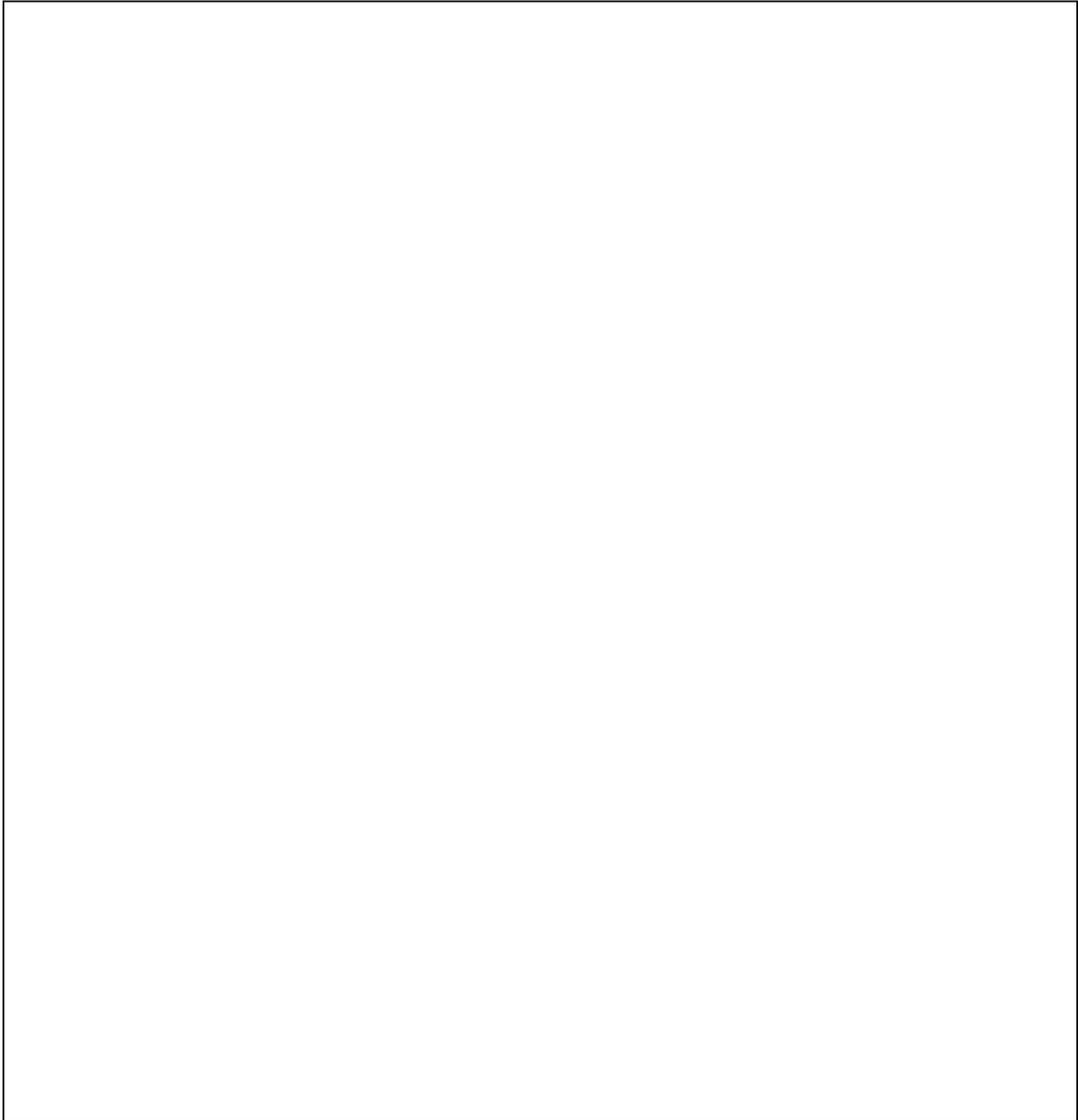


表2 放射源

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	探伤机	II类	1	HS-XY-320kV	320kV	13mA	使用	曝光室内	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	—	—	—	20kg/a	—	暂存	暂存后交由有资质的单位回收处置
废显影液	液态	—	—	—	180kg/a	—	暂存	
废定影液	液态	—	—	—	180kg/a	—	暂存	
清洗废水	液态	—	—	—	6.5m ³ /a	—	暂存	
臭氧	气态	—	—	—	—	0.2mg/m ³	—	大气排放，屋顶排放

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³，年排放总量用kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表6 评价依据

法律 法规	<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）；</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第31号令，2019年生态环境部令第7号修改）；</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) 《射线装置分类》（原环保部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年66号）；</p> <p>(14) 《国家危险废物名录（2021年版）》（生态环境部令第15号2021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）。</p>
----------	--

<p style="text-align: center;">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) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJT61-2021)；</p> <p>(5) 《500kV以下工业X射线探伤机防护规则》(GB21848-2008)；</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X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(9) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)；</p> <p>(10) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及2013年修改清单要求。</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽, 原子能出版社, 1987)；</p> <p>(3) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》；</p> <p>(4) 《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环办发[2016]1400号)。</p>

表7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用 II 类射线装置，且项目在场所均有实体边界，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的有关要求，确定辐射环境影响评价的范围：以本项目曝光室外侧屏蔽墙体为边界，向外 50m 的区域作为评价范围。



图7.1 本项目评价范围图

保护目标

项目设备均置于曝光室内，分析曝光室 50m 范围内的所有目标是无意义的，同时由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离工作场所较近，有代表性的环境目标进行分析。保护目标情况详下表。

表 7-1 保护目标情况表

保护目标		位置	距辐射源最近距离 (m)	人数/人流量	照射类型	年剂量约束值 (mSv)
职业	辐射工作人员	曝光室东北侧的操作室	4.5	3 人	职业	5.0

		曝光室东北侧的晾片室	4.3	3人	职业	5.0
		曝光室东北侧的暗室	4.7	3人	职业	5.0
公众	园区道路路人	探伤室东北侧	9.5	约20人/d	公众	0.1
	零部件生产项目工作人员	探伤室西北侧	5.0	5人	公众	0.1
		探伤室西南侧	4.5	5人	公众	0.1
	园区道路路人	探伤室东南侧	19.0	约20人/d	公众	0.1

评价标准

一、环境质量标准

大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准。

二、污染物排放标准

废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；

废水：污水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；

噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）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》（GB18597-2001）及2013年修改清单要求。

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。本项目环评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，即5mSv/a。

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

(二) 辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 相关规定，在距离曝光室屏蔽体外表面 30cm 处，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h。

(三) 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)，室内臭氧符合最高容许浓度 0.3mg/m³ 的要求。

表8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

本项目位于四川省成都市龙泉驿区车城东六路 338 号对面 3 号车间内。探伤室为原华西能源已建探伤室，华西能源搬离时已拆除 X 射线探伤设备，本项目中拟购探伤设备未安装，目前为探伤室空置。本项目探伤室位于租用厂房东角，根据现场踏勘，本项目外环境关系如下：

探伤室外西北侧 0-200m 为已建精密零部件生产车间；探伤室西南侧 0-17m 为已建精密零部件生产车间，西南侧 17m-43m 为华西能源 3 号厂房内的生产车间，西南侧外 43-50m 为华西能源内部道路；探伤室东南侧约 1m 为兴宇实业东南侧厂界，东南侧 1-30m 为华西能源内部道路，东南侧 30m-50m 为华西能源办公楼；探伤室东北侧为兴宇实业东北侧厂界，探伤室东北侧 0-21m 为华西能源内部道路，东北侧 21m-50m 为华西能源 2 号厂房。

本项目使用的暗室、晾片室、操作室位于曝光室东北侧一层，暗室、晾片室、操作室正上方二层为原华西能源公司探伤室配套的资料室、库房、更衣室、评片室，本项目不使用二层房间，目前二层房间为闲置状态。

在接受本项目环境影响评价委托后，编制人员对项目建设所用探伤室进行了勘察。探伤室现状见下图。



探伤室现状图

二、现状监测及评价

1、环境现状评价对象及监测因子

本项目主要的污染因子为 X 射线，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域 X- γ 辐射剂量率进行了监测评价。

2、监测方法及仪器

为掌握项目所在地的辐射环境现状，四川中蓉圣泰环境科技有限公司委托成都同洲科技有限责任公司于 2021 年 10 月 11 日对本次评价的辐射工作场所进行了现场监测，其监测项目、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

监测项目	监测方法	检测设备		
		仪器名称及编号	仪器参数	校准情况
X- γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）	AT1123 型核辐射检测仪 仪器编号： SB39	①能量响应： 15KeV~10MeV ②测量范围： 50nSv/h~10Sv/h ③不确定度： Urel-7%（K=2）	校准单位：中国测试技术研究院 校准有效期：2021-05-07至2022-05-06 校准证书号：校准字第202105000322号
	《辐射环境检测技术规范》（HJ/T61-2021）			

注：监测仪器校准因子为 1.01，校准辐射源为铯 137，转换系数为 1.20Sv/Gy。

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；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，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

3、监测结果

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为工业 X 射线探伤机曝光时产生的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X- γ 辐射剂量率。本项目辐射工作场所环境 X- γ 辐射剂量率本底值监测结果见下表：

表 8-2 本项目拟建 X 射线探伤项目辐射环境监测结果

编号	监测位置	本底剂量率（ μ Sv/h）		备注
		平均值	标准差	
1	曝光室内的X射线装置拟安装位置处	0.101	0.002	/
2	曝光室西侧（工件进门处）	0.087	0.001	
3	曝光室南侧	0.126	0.001	
4	曝光室东侧	0.087	0.002	
5	曝光室北侧（人员通道进口处）	0.104	0.002	
6	操作室内	0.124	0.002	
7	曝光室内的迷道出口	0.137	0.003	

8	曝光室顶部	0.125	0.002	
9	3号车间外东侧与办公楼之间的通道处	0.123	0.002	

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值

监测表明：根据现场监测报告，本项目所在区域 X- γ 空气吸收剂量率为 0.087 μ Sv/h~0.137 μ Sv/h，周围 γ 辐射剂量率与空气吸收剂量率数值基本相当，转换因子取 1，则拟建现场及周边环境的辐射剂量率为 87nGy/h~137nGy/h，与四川省生态环境厅《2019年四川省生态环境状况公报》中全省环境电离辐射水平（76.8nGy/h~163nGy/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

本项目所用探伤房为原华西能源已建探伤房，原华西能源探伤项目已取得环评批复（川环审批[2013]218号），并通过环保验收（川环核验[2013]43号）。既有探伤房内设置有曝光室、暗室、晾片室、操作室、密道，各功能区设置情况已能满足开展探伤工作的基本条件。

查阅原华西能源环评及验收资料，为保证曝光室满足辐射防护要求，曝光室四周墙体和屋顶混凝土浇筑时**落实了**整体连续浇注，有效地避免了墙体或两面墙体衔接处有漏缝，浇筑前事先预留U形穿墙管孔；**落实了**防护门与墙的重叠宽度大于空隙的10倍，可避免各屏蔽体之间有漏缝产生；曝光室的工件大门设计为**钢铅结构**，在门洞前的地沟凹槽内安装一平车轨道，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**采用了**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。

既有探伤室内已配套安装门机联锁装置、门灯联锁装置、紧急止动装置、钥匙控制系统等辐射安全防护设施，本次环评将对照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）、《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）等文件中的相关要求，提出补充完善辐射安全防护设施的要求，具体情况详见表10-3所示。

因此，结合本项目实际情况，本项目施工内容为设备安装、调试，部分辐射安全防护设施安装。本项目施工期工艺流程及产污环节见下图。

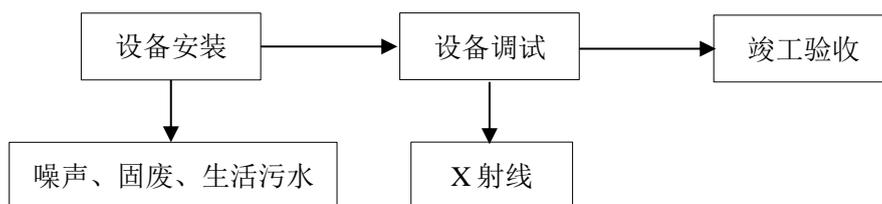


图 9.1 项目施工期工艺流程及产污环节图

由工艺流程图，本项目施工期产生的污染物为噪声、固废、生活污水、X射线。

环评要求：

1、本项目 X 射线探伤机的安装和调试均由生产厂家专业进行操作，在调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在探伤室防护门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时探伤室上锁并派人看守。

2、安装本次新增的辐射安全防护设施时，禁止在墙体上直接钻孔固定，穿过屏蔽体的各种管道、电缆不得影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果，其预留孔洞不得正对工作人员经常停留的地点。

3、射线装置运输、安装、调试过程中，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，在运输设备和机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，探伤室钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在探伤房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。

本项目施工期产生的固体废物可回收处理部分由厂家安装工人回收处理，不能回收部分与生活垃圾一起集中收集后，依托主体工程中既有生活垃圾收集设施，在厂房内收集后依托华西能源生活垃圾转运点，由市政环卫部门统一清运。施工期产生的生活污水直接通过依托华西能源预处理设施处理后排入厂区污水管网，再纳入芦溪河污水处理厂处理，最后排入芦溪河，不会对周围环境造成影响。施工噪声主要为设备安装噪声。本项目施工期短、工程量小，对周围环境影响小。

二、营运期

1、工作原理

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，就会产生韧致 X 射线和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 射线主射束对环境影响大。

利用不同物质和不同的物体结构对 X 射线衰减系数不相同的原理，当 X 射线照射工件时，将胶片放在工件的另一面，由于缺陷的材料与没有缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在胶片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位。

X 射线产生原理见下图所示。

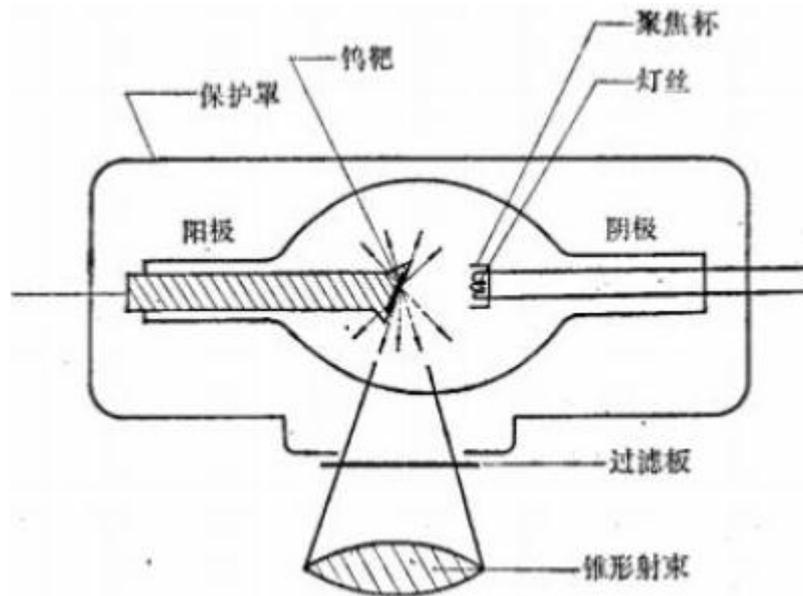


图 9.2 X 射线探伤设备工作原理示意图

2、项目流程及产污环节

X 射线探伤机探伤的工艺流程主要有：配戴个人剂量计、携带剂量报警仪、放置固定好探伤工件、待检工件准备、调整焦距离、贴置胶片、人员撤离并关闭屏蔽门、设置电压和曝光时间、曝光拍片、胶片显影、定影、清洗和评片归档等，X 射线探伤工艺流程及污染物产生环节见下图。

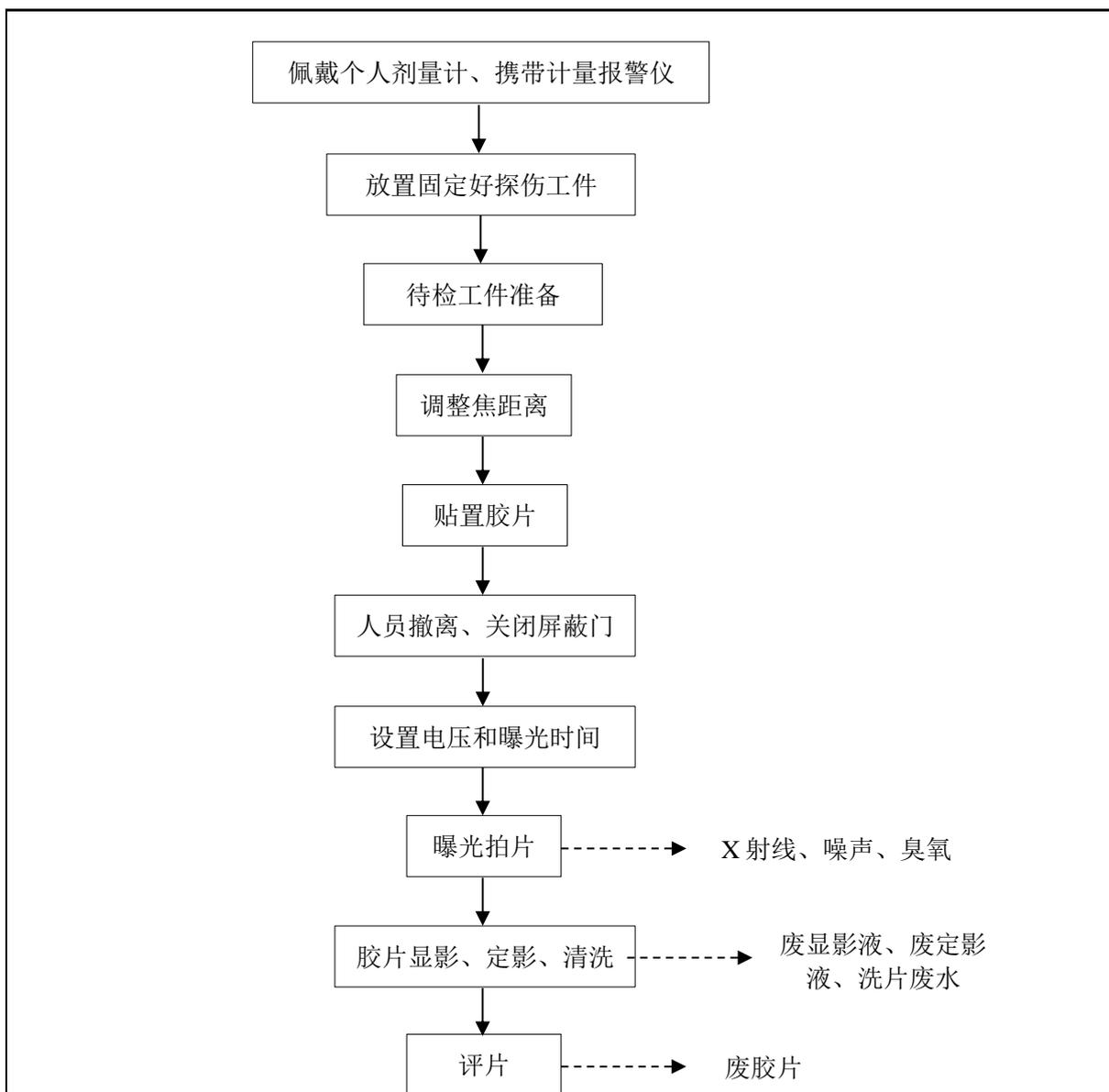


图 9.3 X 射线探伤工艺流程及产污位置图

由图 9.3 可知，本项目营运中产生的主要污染物为 X 射线和臭氧。在洗片过程中产生的废显影液、废定影液、废胶片及清洗废水；风机产生的噪声。

探伤过程中分别设置操作人员通道和探伤工件通道，操作人员通道和探伤工件通道不交叉，可进一步避免辐射安全事故发生，设置合理。操作人员通道和探伤工件通道设置情况如下图所示：

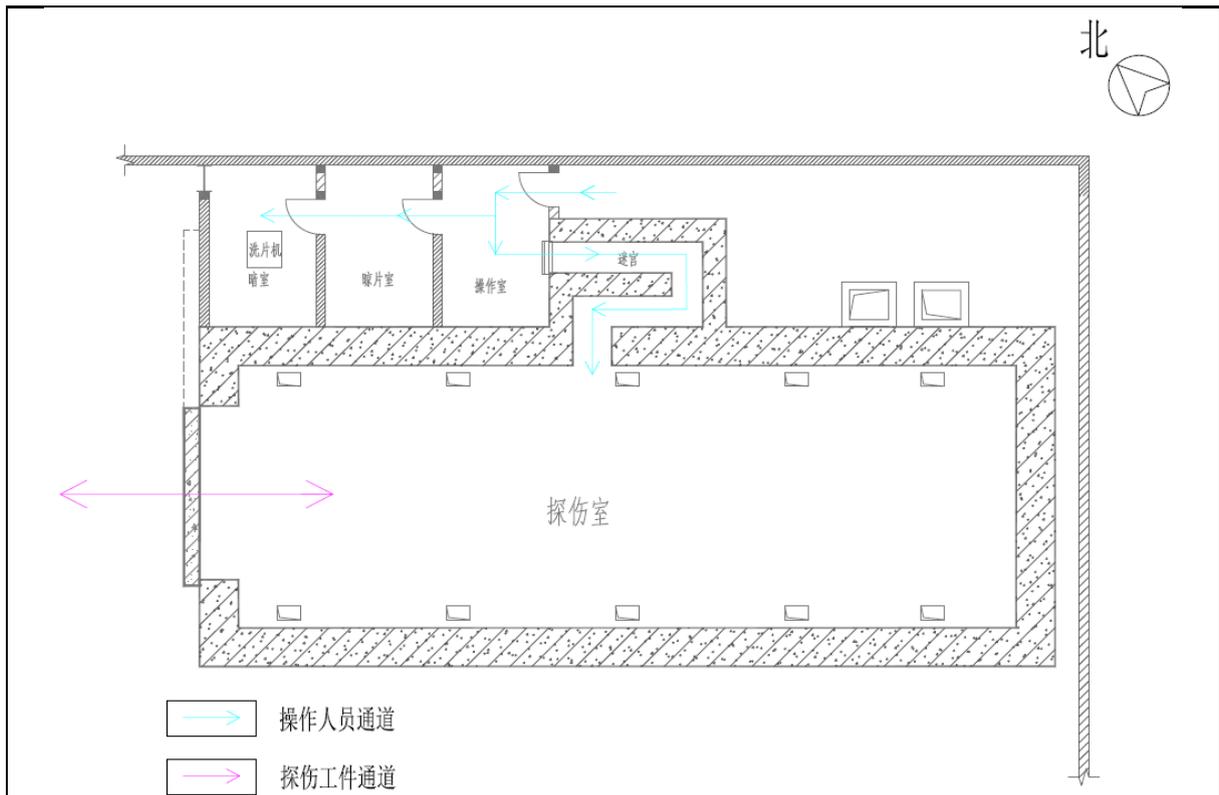


图 9.4 操作人员和探伤工件通道情况图

3、工况分析

本项目拟在探伤室内使用 1 台 X 射线探伤机实施探伤作业，只开展室内探伤，不涉及室外（野外）探伤项目。探伤对象为主体项目中生产的高温合金及铝合金产品。探伤时采取外照法。

本项目探伤室预计年最大曝光次数为 10500 次，单次最大曝光时间为 4min，则年曝光时间为 700h。

按最不利情况，探伤机最大管电压为 320kV、最大管电流为 13mA。探伤机过滤片为 3mm 铍，为周向探伤装置，主束方向为地面、西南侧墙体、屋顶，不投向工件进出门及迷道。

曝光室长 21m、宽 6.8m、净空高 5.5m，工件进出门宽 4.5m，高 4.0m，检测工件最大尺寸为 400mm×800mm×400mm，壁厚 40mm，工件进出曝光室采用人工搬运或小推车运输。攻坚进出门宽度满足工件进出及开展探伤工作需要。

污染源项描述

一、施工期主要污染工序

1、废水

施工期产生的废水主要为施工人员生活污水，依托园区已建生活污水预处理设施处理后接入市政污水管网，引至芦溪河污水处理厂处理。

2、施工噪声

施工噪声来源于设备安装噪声，由于施工期短、工程量小，施工噪声不会对周边环境产生明显影响。施工期结束后，施工噪声随即停止产生。

3、固体废物

施工期产生的固体废物主要为生活垃圾和设备安装产生的废品，有回收利用部分回收有设备安装厂家回收，不能回收部分与生活垃圾一起依托主体工程中既有生活垃圾收集设施，在厂房内收集后依托华西能源生活垃圾转运点，由市政环卫部门统一清运。

4、X 射线

设备调试阶段将产生 X 射线，本次环评对设备调试期间产生的 X 射线的防护措施提出了要求，建设单位因按环评要求进行设备调试，避免 X 射线对设备安装调试人员和车间内已建项目工作人员产生影响。

二、营运期主要污染工序

1、电离辐射

X 射线装置机开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的 X 射线，不开机状态不产生辐射。

本项目拟购置的 X 射线探伤机的 X 射线管为瑞士 COMET 生产的 MXR-320/26 型，额定管电压为 320kV，额定管电流为 13mA，使用 3mm 铍窗作为固有滤波装置；同时根据厂家提供的数据 X 射线管在 1m 处的辐射剂量率为 1100 μ Gy/s。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B.2X 射线输出量一节未给出关于管电压 320kV、滤过条件为 3mmBe 的 X 射线输出量，该标准的参考文件 ICRP33 号出版物中也未给出相应的数据。

故本次评价的辐射源强按照厂家提供的数据进行计算，即 1m 处的辐射剂量率为 1100 μ Gy/s。

2、废气

本项目所使用的 X 射线探伤机在运行过程中产生的有害气体主要是空气中的氧和氮在辐射作用下电离而生成的臭氧，臭氧是强氧化物，能使材料加速老化，与有机物及可燃气体接触时易引起爆炸。

3、废水

清洗胶片时产生洗片废水约 $6.5\text{m}^3/\text{a}$ ，根据《国家危险废物名录》（2021 年版）中的危险废物划分类别，洗片废水属于危险废物，收集后暂存于危废暂存间中，定期交有资质单位处置。

工作人员生活污水产生量约 $56.1\text{t}/\text{d}$ ，依托原华西能源已建污水预处理池处理后接入市政污水管网，引至芦溪河污水处理厂处理达标后，最终排入芦溪河。

4、固体废物

（1）一般固废

工作人员产生的生活垃圾约 $0.33\text{t}/\text{a}$ ，收集后运至华西能源已建垃圾转运点，定期由环卫部门统一收集处置。

（2）危险废物

项目内产生的危险固废包括废胶片、废显影液、废定影液、洗片废水。

废胶片年产生量为 2000 张，按照每 100 张胶片重量约为 1kg 计，则废胶片产生量为 $20\text{kg}/\text{a}$ 。废胶片应由企业集中收集保存，超过保存期限的废旧胶片属于危险废物，废物类别为 HW16（900-019-16），应交由有危废处理资质的单位处理。

本项目采用自动洗片机，胶片只进行一次清洗，将产生洗片废水。根据《国家危险废物名录》（2021 年版）中的危险废物划分类别，废显影液、废定影液、洗片废水属于感光材料废物，废物类别为 HW16（900-019-16）。废显影液产生量约为 $180\text{kg}/\text{a}$ ，废定影液产生量约为 $180\text{kg}/\text{a}$ ，洗片废水产生量约为 $6.5\text{m}^3/\text{a}$ ，在危废间内暂存后定期交有资质单位处置。

综上，本项目各类危险废物总产生量为 $386.5\text{kg}/\text{a}$ 。

本项目使用的显影液和定影液循环使用，定期补充，定期更换，更换的废显影液、废定影液作为危险废物暂存于贴有危废标识的专用容器里，容器放置于危废暂存间内，并在其下方设置金属防渗托盘。同时，建设单位将与有相应处理资质的危废处置单位签订收运合同，定期委托外运处置。

5、噪声

本项目噪声源主要有工业 X 射线探伤机和通风设备，配套风机工作时噪声值最大等效声级也不超过 70dB(A)，探伤室正常运行时设备噪声经墙体隔声、距离衰减后可使厂界噪声<60dB(A)，实现厂界达标。

表10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、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）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。在控制区的进出口及其他适当位置设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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

本次环评将曝光室及迷道实体区域划为控制区，将曝光室工件进出门前 1 米内区域、操作室、晾片室、暗室划为监督区，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。

本项目辐射工作场所两区划分详见下表。

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
使用 X 射线工业射线探伤机项目	曝光室及迷道实体区域内	曝光室工件进出门前 1m 区域、操作室、晾片室、暗室。
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《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），在控制区进出口及适当位置处设立醒目的电离辐射标志和电离辐射警告标志（见图10.2）。 根据《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB21848-2008）规定，控制区标志应清晰可见，应有红色的“禁止进入 X 射线区”字样。	监督区为工作人员操作仪器、洗片和评片的工作场所，禁止无关人员进入，避免受到不必要的照射。根据《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB21848-2008）规定，监督区标志应清晰可见，应有橙色的“无关人员禁入 X 射线区”字样。

两区划分示意图见下图所示。

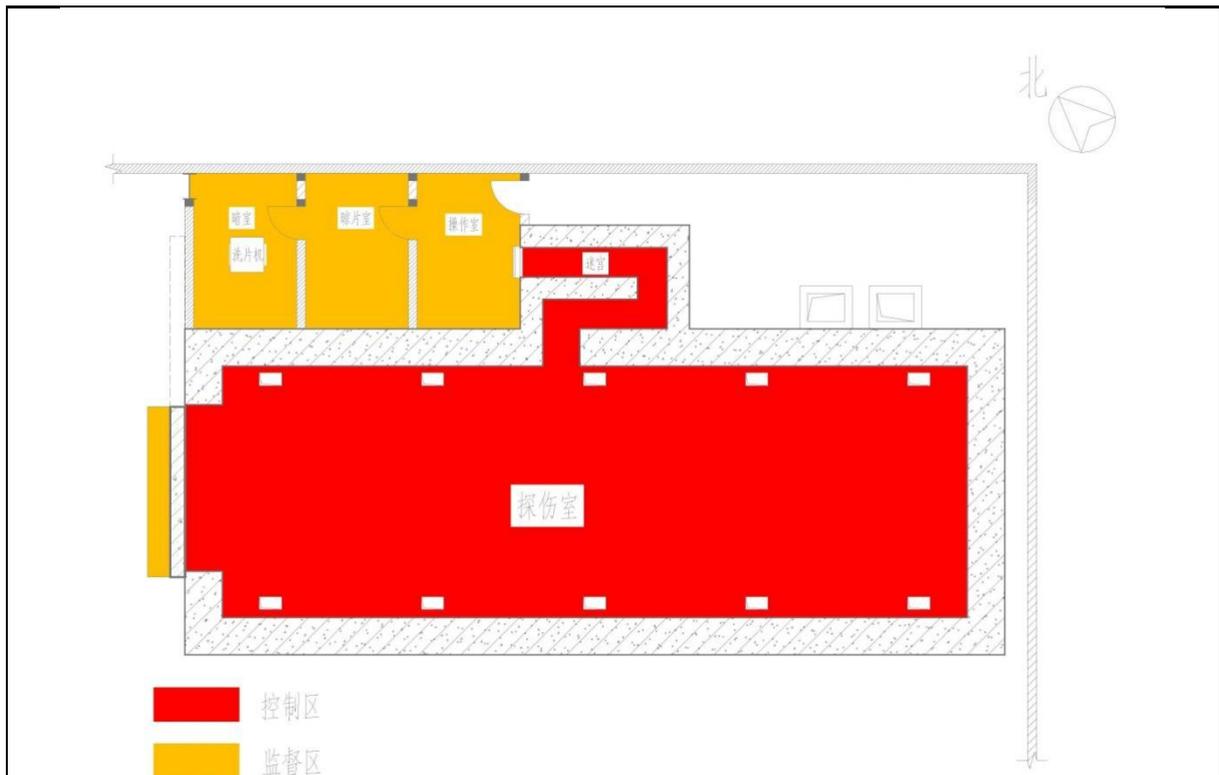


图 10.1 本项目两区划分示意图

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

表 10-2 探伤室实体防护设施表

曝光室墙体	工件进出大门	迷道屏蔽门	迷道	通风门	通风系统	屋顶
曝光室四周墙体均为 1000mm 厚钢筋混凝土	为 20mm 铅当量铅门	为 20mm 铅当量铅门	外墙厚度 1000mm，内墙厚度 600mm，均为钢筋混凝土材质	曝光室内东北侧、西南侧墙底地面设置有通排风口	设置有 2 根 U 型管道，一根为出风管，一根为进气管，管道内径均为 400mm×350mm，通风口均设置于探伤室屋顶	500m m 厚的钢筋混凝土

通排风系统：在曝光室内东北侧和西南侧墙底地面各设置有一排风口，其中东北侧一排为进风口，西南侧一排为出风口，内径均为 400mm×350mm，采用“U”型通排风管道。通排风管道的进出风口均设置在探伤室东北侧屋顶，两台风机风量均为 12400m³/h，进风和排风同时进行，每小时换气次数为 20 次；

2、设备固有安全性分析

X 射线探伤机只有在开机状态下才会产生 X 射线，关机状态下不会产生 X 射线。

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间以上，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过流保护：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过电压保护：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、应配备的安全装置

曝光室门与探伤机实现门机联锁、与工作状态指示灯实现门灯联锁，曝光室工作人员通道门与工件进出大门入口处应设置电离辐射警示标志和工作状态指示灯，并在曝光室内安装紧急止动装置和监控装置等，避免工作人员和公众受到误照射。

①门机联锁：曝光室防护门（工件进出大门）与 X 射线探伤机高压电源联锁，如关门不到位，高压电源不能正常启动；高压电源未关闭，门不能正常打开。

②门灯联锁：曝光室防护门外侧及控制台上拟设置工作状态警示灯，并与工件进出大门联锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开，防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故。

③紧急止动装置：在曝光室内墙和控制室操作台上易于接触的地方应设置紧急停止按钮并有中文标识，曝光室迷道出口处设有紧急开门按钮且门内设置了紧急停止按钮并有中文标识，紧急停止按钮相互串联，如发生事故按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，防护门可从内侧打开，以便工作人员紧急逃离事故现场。

④视频监控系统：探伤室内安装 1 套（4 个）实时视频监控系统和对讲装置，并连接到操作室。视频探头安装于曝光室内，能拍到曝光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室内，工作人员能在操作室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。

⑤警告标志：曝光室防护门外和迷道门旁醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯箱，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。电离辐射警告标志如下图所示。

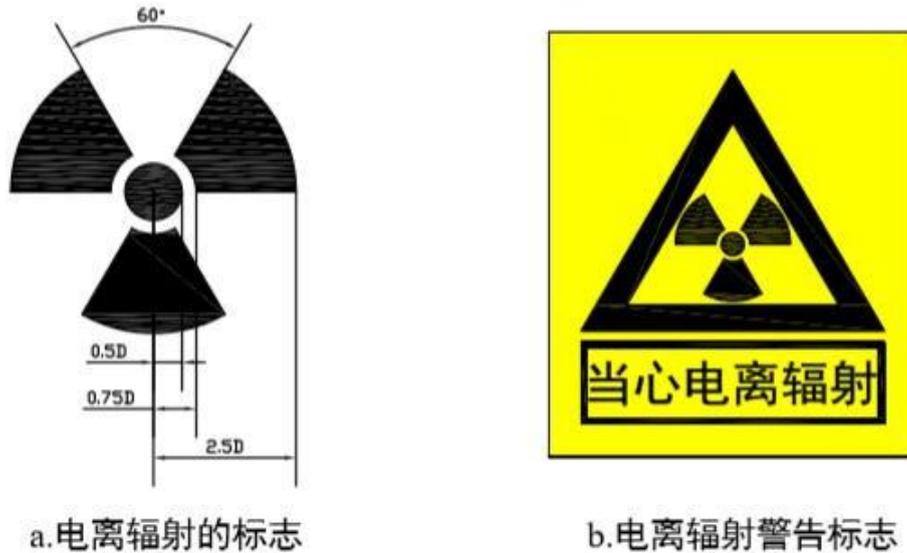


图 10.2 电离辐射警告标志

⑥钥匙控制：探伤机的电源启动钥匙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 辐射剂量仪连在一起，随操作员进出探伤室。

⑦危险废物暂存设施：废显影液、废定影液应有分别储存在专用容器中，容器放置于危废暂存间内，并在其下方设置金属防渗托盘。暂存间内地面应进行硬化，并进行重点防渗，重点防渗区域防渗结构：采用防渗混凝土+2mm 环氧树脂膜，采用上述处理措施后可使得等效黏土防渗层 $M_b \geq 6.0\text{m}$ ，防渗系数 $K \leq 10^{-10}\text{cm/s}$ 。另外，储存区域应有防漏裙脚或围堰，防止危险物流失。

4、施工辐射防护措施

(1) 本项目 X 射线探伤机的安装和调试均由生产厂家专业进行操作，在调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在探伤室防护门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时探伤室上锁并派人看守。

(2) 安装本次新增的辐射安全防护设施时，禁止在墙体上直接钻孔固定，穿过屏

蔽体的各种管道、电缆不得影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果，其预留孔洞不得正对工作人员经常停留的地点。

(3) 射线装置运输、安装、调试过程中，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，在运输设备和机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，探伤室钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在探伤房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。

三、辐射安全防护设施对照分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）、《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，2019 年生态环境部令第 7 号修改）、《环保部监测安全与防护监督检查技术程序》，《关于 X 射线探伤装置的辐射安全要求》（川环发[2007]42 号）和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1450 号）相关要求，将本项目的设施、措施进行对照分析，见表 10-3。

表10-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	具体要求	原华西能源实际建设情况	本项目实际情况
探伤室建筑屏蔽设计	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。	曝光室均为钢筋混凝土，墙体厚度为 1000mm，屋顶厚度为 500mm；工件进出门和密道门均为钢铅结构，厚度相当于 20mm 铅当量。经预测，原华西能源已建探伤室建筑可满足屏蔽设计要求	利旧
门机联锁	探伤室工件进出大门和密道门应与探伤机联锁。	探伤室工件进出大门和密道门应与探伤机联锁。	利旧
门灯联锁	探伤室防护门外侧及控制台上拟设置工作状态警示灯，并与门联锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开。	探伤室的工件进出大门和迷道防护门上方均有工作状态警示灯，并与门联锁，工作状态指示灯灯箱有“正在探伤”字样，防护门不能被打开。	将工作状态指示灯灯箱更换为“禁止入内”字样，其他利旧
紧急制动装置	在探伤室内墙和控制室操作台上应设置紧急停止开关并有中文标识，曝光室迷道出口处门	探伤室西南面墙上安有 3 个紧急制动装置，东北面墙上安有 3 个，紧急制动按钮之	利旧

	内应设置紧急开门按钮并有中文标识各个紧急停机开关相互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，防护门可从内侧打开。	间相距 3.5 米，离地面高度为 1.5 米；在操作台上安有 1 个紧急制动按钮。	
视频监控系 统	探伤室内安装 1 套实时视频监控系统和对讲装置，并连接到操作室。视频探头安装于曝光室内，能拍到曝光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室内，工作人员能在操作室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。	探伤室内安装有 1（4 个）套视频监控系统和对讲装置，视频探头安装于曝光室内，能拍到曝光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室内，工作人员能在操作室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。	利旧
钥匙控 制	探伤机的电源启动钥匙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 辐射剂量仪连在一起，随操作员进出探伤室。	探伤机的电源启动钥匙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 辐射剂量仪连在一起，随操作员进出探伤室。	利旧
警告标 志	探伤室工作人员入口门外和探伤工件出入大门外应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，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。	探伤室工件进出大门和迷道防护门上方安有工作状态指示灯，在门上贴有电离辐射警告标志	将工作状态指示灯灯箱更换为“禁止入内”字样，并在工件出入口外增加声音报警装置；在控制区补充张贴红色字样的“禁止进入 X 射线区”，在监督区补充张贴橙色字样的“无关人员禁入 X 射线区”标牌
通风系 统	根据曝光室空间大小、X 射线机的管电压和管电流、以及探伤作业时间，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。	已建一套进风系统和一套出风系统，风机风量均为 12400m ³ /h，换气次数为每小时 20 次，《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。	利旧
入口处 工作状	工件出入口和密道门外设置工作状态指示灯	工件出入口和密道门外均设置工作状态指示灯，探伤机	利旧

态显示		未开机时显示绿色灯亮，探伤机开机时红色灯亮。	
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。	/	依托。主体工程中已建1间危废暂存间，既有危废间预留空间和地面防渗措施满足本项目危险废物的暂存，既有危废暂存间可依托。
监测设备	便携式辐射监测仪器仪表	/	新增
	个人剂量计	/	新增
	个人剂量报警仪	/	新增

建设单位按照表 10-3 中提出的要求落实，本项目辐射防护措施合理可行。





探伤室部分辐射安全防护设施现状照片

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 10-4。

表10-4 环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施	数量	投资金额（万元）	备注
新建探伤室内工业 X 射线探伤应用项目	X 射线防护屏蔽体	1 座	/	利旧
	铅防护门	2 扇	/	利旧
	工件出入口处机器工作状态指示灯	2 套	/	利旧
	联锁装置（门机、门灯联锁）	各 1 套	/	利旧
	有中文标识的紧急停止按钮	1 套	/	利旧
	通、排风系统	各 1 套	/	利旧
	摄像监控系统	1 套（4 个）	6.00	利旧
	监督区和控制区分别设置警示标志	1 套	0.02	新增
	工件出入口处机器工作状态指示灯灯箱“禁止入内”标志	1 套	0.03	新增
	声音报警装置	1 套	0.50	新增
	个人剂量计	6 套	3.00	新增
	个人剂量报警仪	3 个	1.50	新增
	便携式辐射监测仪器仪表	2 个	3.00	新增
	废显影液、定影液及废胶片处理费用	/	0.50	新增
	灭火器材	4 套	0.10	新增
	危废暂存设施及其重点防渗措施	1 套	/	依托
合计		/	15.1	/

本项目总投资 100 万元，环保投资 15.1 万元，占总投资的 15.1%。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。

增加辐射安全设置布置图。

五、安全保卫“六防措施”

本项目探伤室落实“六防”措施情况见表 10-4。

表10-4 “六防”措施情况表

场所	措施类别	设计措施
探伤室	防火	探伤室为单独建筑，规划设计耐火等级为2级，探伤室应做好防火措施，和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性等物品；
	防水	探伤室规划屋面防水等级为2级，同时应做好防潮、防渗措施；
	防洪	公司应做好探伤室的防洪防涝措施以应对可能发生的洪涝灾害，有效避免因洪涝灾害对探伤造成损坏而发生辐射事故；
	防丢失、防盗和防破坏	1、探伤室纳入公司日常安保巡逻方位，并划为重点区域，加强巡视管理，以防止射线装置丢失、被盗或遭破坏等； 2、探伤室内设计红外报警装置及固定式辐射报警仪，安装监控装置，对探伤室内实行24小时监控。曝光室入口粘贴电离辐射警告标志，探伤室钥匙由专人保管； 3、制定探伤装置的使用登记制度，制定台账，并在今后的探伤工作中严格按照制度执行；
	防射线泄漏	曝光室四周墙体和屋顶混凝土浇筑时为整体连续浇注，避免墙体或两面墙体衔接处有漏缝，浇筑前事先预留U形穿墙管孔。曝光室墙体、屋顶为钢筋混凝土材质，墙体厚度1000mm，屋顶厚度500mm，曝光室进出口及密道门采用钢铅结构门，厚度为20mm铅当量，经预测，探伤室建筑结构满足屏蔽要求。

三废的治理

一、废气

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

进风口位置：在曝光室内东北侧墙底地面上设置进风口；

排风口位置：在曝光室内西南侧墙底地面上设置出风口；

构型：采用“U”型排气管道，内径均为 400mm×350mm；

排气筒：本项目进风排气筒和出风排气筒均设置在探伤室外东北侧屋顶，排口距地面高度为 6m；

排风量：进风排气筒和出风排气筒上均设置风机，风机风量均为 12400m³/h，曝光室启动时，两台风机同时开启，曝光室每小时换气次数为 20 次，通风换气次数远高于《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，因此现有风机可利用。

二、噪声

本项目噪声主要来源于曝光室内通排风系统运行产生的噪声，该系统采用低噪声设备，其噪声值低于 65dB(A)，经建筑物墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放限值》（GB12348-2008）3 类标准要求。

三、固体废物

1、一般固废

工作人员产生的生活垃圾约 0.33t/a，收集后运至原华西能源已建垃圾转运点，由环卫部门统一收集处置。

2、危险废物

（1）产生量

废胶片年产生量为 2000 张，按照每 100 张胶片重量约为 1kg 计，则废胶片产生量为 20kg/a。废胶片应由企业集中收集保存，超过保存期限的废旧胶片属于危险废物，废物类别为 HW16（900-019-16），应交由有危废处理资质的单位处理。

本项目采用自动洗片机，洗片机内槽分为三格，即显影液槽、定影液槽、清洗槽，胶片在洗片机内依次经过上述槽体后形成成片。胶片只进行一次清洗，将产生洗片废水。根据《国家危险废物名录》（2021 年版）中的危险废物划分类别，废显影液、废定影液、洗片废水属于感光材料废物，废物类别为 HW16（900-019-16）。废显影液产生量约为 180kg/a，废定影液产生量约为 180kg/a；胶片仅清洗一次，每件工件曝光后清洗胶片用水量为 1L，则清洗废水产生量为 6.5m³/a。

以上危险废物在危废间内暂存后定期交有资质单位处置。

（2）收集与储存

综上所述，本项目产生的危险废物主要包括：废定影液、废显影液、清洗废水和废胶片，年存储量最大为 386.5kg，危险废物分别暂存于贴有危废标识的专用容器里，容器放置于已建危废暂存间内，并在其下方设置金属防渗托盘；危险废物暂存间位于厂区东南侧，占地约 10m²，预留空间能满足本项目危险废物的储存；危废暂存间已严

格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）中规定的要求，采取“防渗、防雨、防流失”等措施，暂存间内地面采用防渗混凝土+HDPE膜（2.0mm厚、渗透系数不高于 1.0×10^{-10} cm/s的HDPE膜作为防渗层）防渗，因此已建危废暂存间依托可行。

（3）处置

建设单位应与有资质单位签订危险废物安全处置委托协议，暂存的危险废物定期交有资质单位转运处置。

环评要求：

1) 包装

危险废物收集时应根据危险废物的种类、数量、危险特性、物理形态、运输要求等因素确定包装形式，具体包装应符合如下要求：

- A、包装材质要与危险废物相容，可根据废物特性选择钢、铝、塑料等材质。
- B、性质类似的废物可收集到同一容器中，性质不相容的危险废物不应混合包装。
- C、危险废物包装应能有效隔断危险废物迁移扩散途径，并达到防渗、防漏要求。
- D、包装好的危险废物应设置相应的标签，标签信息应填写完整详实。
- E、盛装过危险废物的包装袋或包装容器破损后应按危险废物进行管理和处置。
- F、危险废物还应根据GB12463的有关要求进行运输包装。

2) 运输

危险废物内部转运作业应满足如下要求：

A、危险废物内部转运应综合考虑厂区的实际情况确定转运路线，尽量避开办公区与生活区。

B、危险废物内部转运作业应采用专用的工具，危险废物内部转运应参照《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）中附录B填写《危险废物厂内转运记录表》。

C、危险废物内部转运结束后，应对转运线路检查和清理，确保无危险废物遗失在转运路线上，并对转运工具进行清洗。

3) 储存

本项目各类固体废物分类收集，分类盛放，临时存放于固定场所，临时堆放场所按照《危险废物贮存污染控制标准》和《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标

准》及其他相关要求做好防雨、防风、防晒、防渗措施，避免产生渗透、雨水淋溶以及大风吹扬等二次污染；项目危险废弃物由铁桶封装存放后，并采取防止泄漏、流失的措施，不确保被雨淋、风吹，专车运送，可尽量避免对外环境的污染。

本项目危险废物，必须集中收集，密闭保存。危废暂存间列入重点防渗区，地面采用坚固、防渗处理。重点防渗区域防渗结构：采用防渗混凝土+2mm 环氧树脂膜，采用上述处理措施后可使得等效黏土防渗层 $Mb \geq 6.0m$ ，防渗系数 $K \leq 10^{-10}cm/s$ 。另外，专用容器下方应设置金属防渗托盘，储存区域应有防漏裙脚或围堰，防止危险物流失。



图10.3 危废暂存间标识

4) 处置

危险废物应当由具有危险废物处理资质的公司进行安全处置，运输路线及处置方式均按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）以及《危险废物转移联单管理办法》的规定，办理有关转移手续，禁止随意倾倒或交给没有资质的公司或个人，防止发生意外风险事故。

①一般固废暂存间和危险固废暂存间，由专门人员负责将废弃物运输到指定存放地点，并分类堆放，在运输过程中，确保不撒漏、不混放。加强固体废弃物的分类存放管理，确保各类固废分类存放于固废暂存间内，不散乱堆放。

②对危废暂存间按规定设立标志牌，并对废物暂存区作“四防”处理，铺设防渗层，加强防风、防雨、防渗、防泄漏及放溢流措施，要保证不对空气、土壤、地表水和地下水造成污染，存储场地周边要设置围堰及导流渠，且必须按危险废物收集、储存、运输原则进行处理，必须送有危废处理资质的单位进行处理，杜绝企业自行处理和排放。

③该项目产生的危险废物在未处理前均临时存储于厂区专设的危废暂存间内，将

危险废物分类单独装入特定容器内，并在容器上粘贴危险废物标签。危废暂存间应做好防渗处理，临时废物贮存容器应符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）相关要求，定期委托有相关处置资质的单位处置。

④固废暂存时间不得超过一年。废物转运时必须安全转移，防止撒漏，危废采用专用容器收集后用车辆运走，由具有相应处理资质的单位接手，并严格执行危险废物转运联单制度，防止二次污染的产生。危险废物运输按规定路线行驶，驾驶员持证上岗。

五、废水

自动洗片机内将产生清洗废水。本项目使用自动洗片机，洗片机中的清洗槽设置为流水，即设置进水口和出水口，胶片清洗时进水口和出水口同时开启。胶片仅清洗一次，每件工件曝光后清洗胶片用水量为 1L，则清洗废水产生量为 $6.5\text{m}^3/\text{a}$ 。清洗废水中含有少量的 AgBr、显影剂及定影剂，应由专用容器收集储存，并作危险废物进行管理和处置，不得外排。

工作人员生活污水产生量约 $56.1\text{m}^3/\text{a}$ ，经华西能源已建污水预处理池处理后接入市政污水管网，引至芦溪河污水处理厂处理达标后排入芦溪河。

表11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

1、施工期的环境影响

兴宇实业租赁华西能源位于四川省成都市龙泉驿区车城东六路338号对面3号车间，车间内包括原华西能源建设的一座X射线探伤室，2019年华西能源撤离时搬迁了原有的X射线装置并拆除了部分辐射防护设施。本次拟在该探伤室内新购置一台X射线探伤装置，同时配套安装辐射防护设施。

其中，本项目土建工程已完成，本次仅进行设备的安装调试以及部分配套的辐射防护设施的安装。施工过程中产生的环境影响主要包括施工噪声、固体废物、施工扬尘和施工人员少量的生活污水和生活垃圾。本项目施工量非常小，工期短，对环境的影响微乎其微，施工期结束，施工期产生的污染影响即可消除。

为此，本评价作如下要求：

(1) 声环境影响分析

该评价项目施工期的噪声主要来自相关设备设施的安装调试等几个阶段中，但该评价项目的影响期短暂，影响范围小，随施工结束而消除，且周围无环境敏感点，因此，施工时合理安排施工时间，夜间禁止高噪声机械作业后，对周围的影响不大。

(2) 环境空气影响分析

在整个施工期，扬尘来自于材料运输、装卸等施工活动，由于本项目工程量非常小，故产生的施工扬尘量微乎其微，对周围的影响不大。

(3) 水环境影响分析

本工程施工污水主要是施工人员的少量生活污水，依托厂区整体进行妥善处理。

(4) 固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，其中建筑垃圾主要是设备设施的废旧包装材料，量较小，依托厂区内现有处理方式妥善处置。

综上所述，本工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

2、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目X射线探伤机将安装在探伤房内的活动平台上。调试阶段，会产生辐射，

造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废材料产生。

本项目在射线装置安装、调试过程中，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，在探伤室门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，探伤室进出门钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在探伤房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时探伤室上锁并派人看守。由于各设备的安装和调试均在探伤室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

设备安装完成后，建设方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

安装结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

如前所述，本项目探伤室可以分为两部分，第一部分为曝光室，为单层结构；第二部分为双层结构，一层为本项目暗室、晾片室、操作间，二层为闲置房间，无人员活动。其中探伤室整体上方为废弃行车，无人员活动。故本项目探伤室不涉及地下室，屋顶几乎无人员活动，按最不利情况，因此本报告辐射环境影响分析不针对地面评价。

同时曝光室内仅有一台X射线装置，独立使用，无其他射线装置干扰，不考虑叠加影响。

1、辐射环境影响计算参数

(1) 辐射源强的确定

如前所述，本项目拟购置的X射线探伤机的X射线管为瑞士COMET生产的MXR-320/26型，额定管电压为320kV，额定管电流为13mA，使用3mm铍窗作为固有滤波装置；同时根据厂家提供的数据X射线管在1m处的辐射剂量率为1100 μ Gy/s。

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B.2X射线输出量一节**未给出**关于管电压320kV、滤过条件为3mmBe的X射线输出量，该标准的参考文件ICRP33号出版物中**也未给出**相应的数据。

故本次评价的辐射源强按照厂家提供的数据进行计算，**即1m处的辐射剂量率为1100 μ Gy/s。**

(2) 辐射屏蔽情况

墙体：四周墙体均为1000mm混凝土；

屋顶：屋顶为500mm混凝土；

防护门：工件进出大门和迷道门均为20mm铅当量电动钢铅结构防护门；

迷道：8.6m长“Z”字型迷道，宽0.8m，迷道内墙为600mm混凝土，外墙为1000mm混凝土；

(3) 曝光时间

如前所述，年累计曝光时间约为700h。

2、探伤室屏蔽厚度合理性分析

(1) 关注点计量控制水平

本项目探伤室的关注点选取见下图11-1；

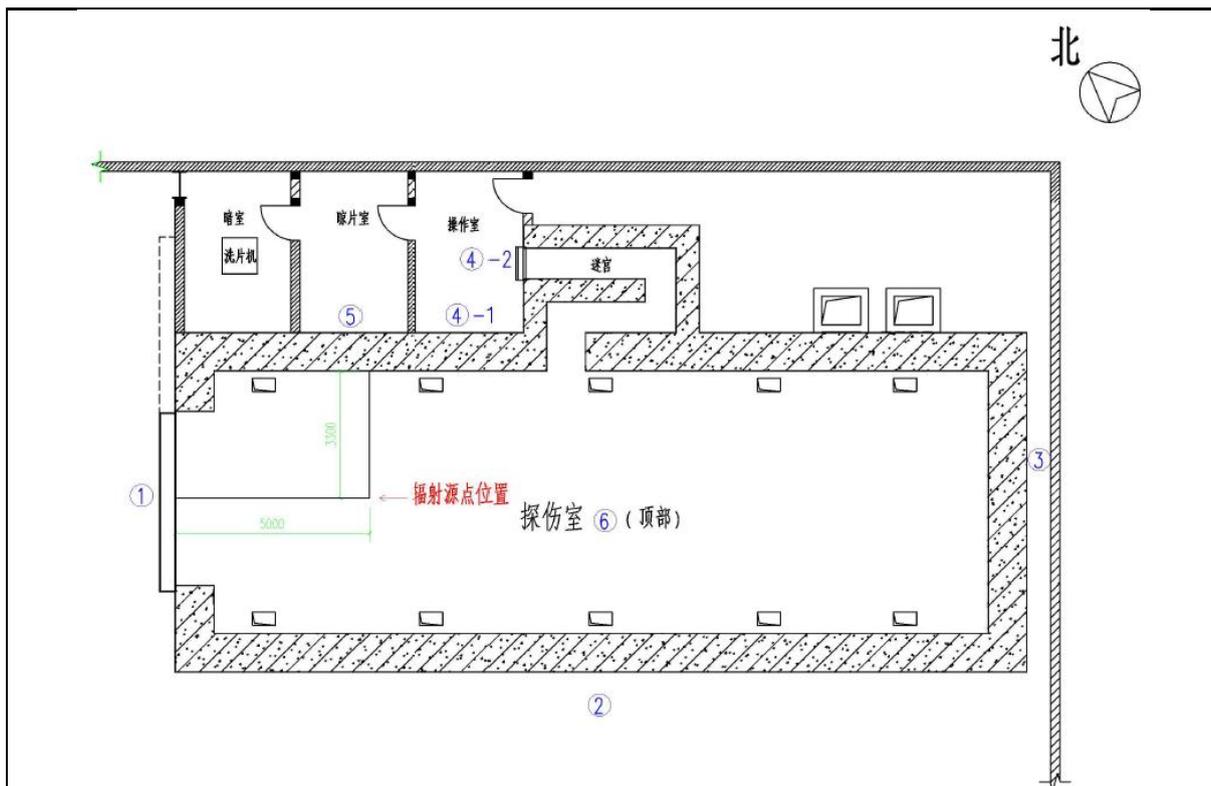


图11-1 探伤室关注点位图

如前所述，本项目X射线探伤装置的主束方向为：自地面→西南墙体→屋顶，单侧180°旋转，其中向下照射时间约占总曝光时间的1/2，朝向西南墙体和屋顶的照射时间约占总曝光时间的1/4。

则本项目探伤室各关注点如下表所示。

表11-1 探伤室主要关注点布置

场所	位置编号	位置	照射途径	备注
探伤室	①	工件进出门（曝光室西北侧30cm）	散射	公众
	②	曝光室西南侧（30cm）	主射	公众
	③	曝光室东南侧（30cm）	散射	公众
	④-1	曝光室东北侧（30cm，操作室内）	散射、漏射	职业
	④-2	迷道门（曝光室东北侧操作室内）	散射	职业
	⑤	曝光室东北侧（30cm，晾片室内）	散射、漏射	职业
	⑥	屋顶（30cm）	主射	公众

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），探伤室各关注点的剂量率参考水平 H_c 由以下方法确定：

使用年曝光时间、关注点位置的使用因子和居留因子，求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (\text{式11-1})$$

式中：

$H_{c,d}$ —导出剂量率参考控制水平；

H_c —年剂量参考控制水平；本项目职业人员取5000 μ Sv/年，公众取100 μ Sv/年；

U —探伤装置向关注点照射的使用因子，本项目向地面照射的使用因子为1/2，向西南墙体和屋顶照射的使用因子为1/4。

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；全居留取1，部分居留取1/2~1/5，偶然居留取1/8~1/40；

t —探伤装置年照射时间，本项目年曝光时间为700h。

(2) 关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max} = 2.5\mu$ Sv/h；

(3) 取 $H_{c,d}$ 、 $H_{c,max}$ 中较小者作为关注的剂量率参考控制水平 (H_c)；

(4) 探伤室屋顶的剂量率参考控制水平如下：①因本项目探伤室上方不存在已建、拟建建筑物，同时探伤室旁临近建筑物不在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内；②对不需要人员到达的探伤室屋顶，探伤室顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平通常可取为100 μ Sv/h；③本项目保守取值为10 μ Sv/h。

综上所述，由此确定的各关注点的剂量率参考控制水平和主要考虑的居留因子见表11-2。

表11-2 探伤室关注点控制剂量水平参数选取及计算结果表

场所	关注点位	受照类型	居留因子	使用因子	剂量率参考控制水平 (H_c) μ Sv/h		
					$H_{c,d}$	$H_{c,max}$	H_c
探伤室	①	公众	1/4	1	0.57	2.5	0.57
	②	公众	1/4	1/4	2.29	2.5	2.29
	③	公众	1/4	1	0.57	2.5	0.57
	④-1	职业	1	1	7.14	2.5	2.5
	④-2	职业	1	1	7.14	2.5	2.5
	⑤	职业	1	1	7.14	2.5	2.5
	⑥	公众	1/40	1/4	/	10	10

(2) 曝光室墙体及防护门屏蔽厚度核算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)第3.2中3.2.1条：有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

本项目西南侧墙体、屋顶主要考虑有用线束屏蔽；其他各次屏蔽面考虑散射辐射

和漏射辐射；迷道防护门处考虑散射辐射；

A.有用线束屏蔽厚度核算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014中第4.1节，有用线束屏蔽按下式计算：

$$B = \frac{H_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \quad (\text{式11-2})$$

式中：B——达到剂量参考控制水平 H_c 时所需的屏蔽透射因子；

H_c ——关注点控制剂量水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I——X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ——距离靶点1m的输出量，由于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录B表B.1中没有给出管电压320kV，滤过条件为3mmBe的X射线输出量；同时该标准的参考文件ICRP33号出版物中也未给出相应的数据；本次评价按照厂界提供的数据进行计算，即1m处的辐射剂量率为1100 $\mu\text{Gy/s}$ ，即上式（11-2）中1m处最大管电流（I）条件下管电流（I）和 H_0 的乘积。

对于估算出的屏蔽透射因子B，所需的屏蔽物质厚度X按式11-3计算。

$$X = -\text{TVL} \cdot \lg B \quad (\text{式11-3})$$

式中：

TVL——什值层厚度；

其中，《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录B表B.2没有给出320kV电压X射线在混凝土和铅中的什值层厚度，因此根据表B.2中不同电压对应的X射线在混凝土和铅中什值层厚度，作出不同电压X射线在混凝土和铅中的什值层厚度的函数曲线，见下图。

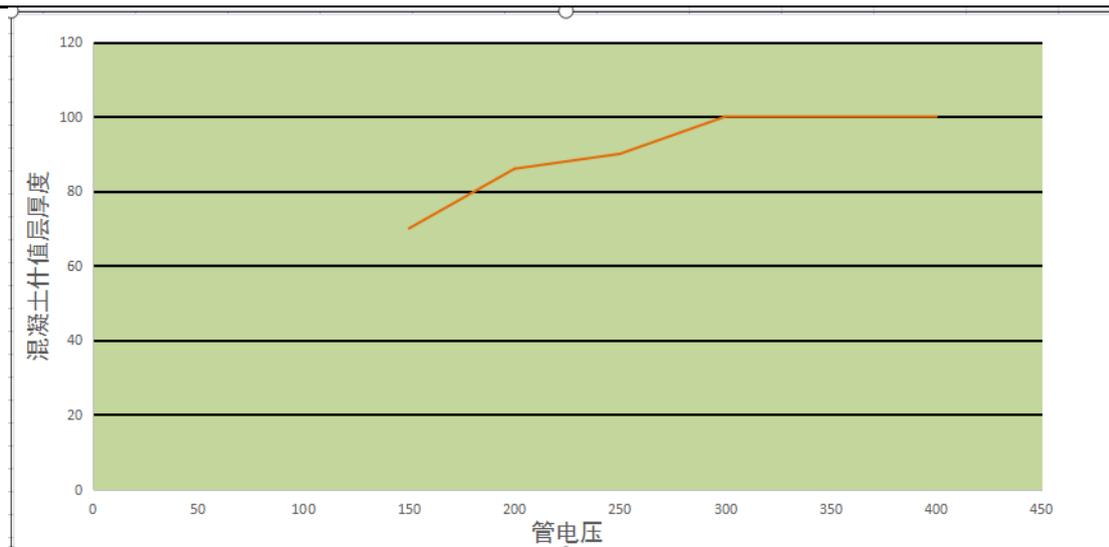


图11-2 不同电压X射线在混凝土中的什值层厚度相对关系图

通过图11-2可知，在电压介于300kV至400kV之间，其对应的X射线在混凝土中的什值层均为100mm，因此本次评价选取100mm混凝土作为320kV管电压X射线在混凝土中的什值层厚度。

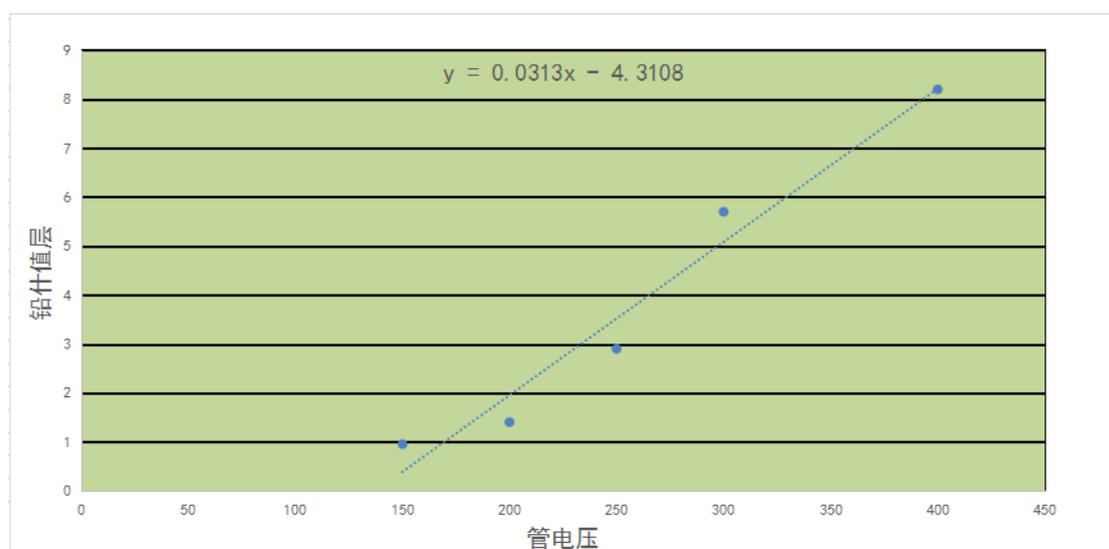


图11-3 不同电压X射线在铅中的什值层厚度相对关系图

通过图11-3可知，对管电压和铅中什值层进行了线性拟合，并给出线性关系计算公式，当管电压为320kV时，其对应的X射线在铅中的什值层约为5.7mm；

根据式11-2~11-3，本项目探伤室辐射屏蔽计算结果见下表。

表11-3 探伤室主要辐射屏蔽厚度计算表

关注点位置	参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射点至关注点的距离 (m)	B (透射因子)	理论计算屏蔽厚度	实际设计厚度	是否满足要求
曝光室西南墙30cm处	2.29	4.8	1.33×10^{-5}	487.54 mm混凝土	1000 mm混	满足

					凝土	
曝光室屋顶 30cm处	10	5.1	6.57×10^{-5}	418.26mm混 凝土	500mm 混凝土	满足

B、漏射辐射屏蔽厚度核算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），当X射线管电压大于200kV时，距离靶点1m处的漏射辐射剂量率不得大于 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ，漏射辐射屏蔽透射因子由下式计算：

$$B = \frac{H_c \cdot R^2}{H_L} \quad (\text{式11-4})$$

式中：

H_c —关注点剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L —距离靶点1m处X射线管组装的漏射辐射剂量率，取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子；

对于估算出的屏蔽透射因子B，所需的屏蔽物质厚度X按式11-3计算。

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad (\text{式11-3})$$

根据式11-4各墙面及工件进出门屏蔽参数选取及计算结果见下表。

表11-4 漏射辐射屏蔽厚度计算参数表

关注点位置	参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射点至关注点 的距离 (m)	B (透射因子)	理论计算屏蔽 厚度
曝光室东北侧30cm处 (操作室)	2.5	4.7	1.10×10^{-2}	195.68 mm混凝土
曝光室东北侧30cm处 (晾片室)	2.5	4.6	1.06×10^{-2}	197.55 mm混凝土

C、散射辐射屏蔽厚度核算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射，散射辐射屏蔽透射因子由下式计算：

$$B = \frac{H_c \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \quad (\text{式11-5})$$

式中：

H_c —关注点剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R_s —散射体至关注点距离，m；

I—X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 —距离靶点1m的输出量，由于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录B表B.1中没有给出管电压320kV，滤过条件为3mmBe的X射线输出量；同时该标准的参考文件ICRP33号出版物中也未给出相应的数据；本次评价按照厂界提供的数据进行计算，即1m处的辐射剂量率为1100 $\mu\text{Gy/s}$ ，即上式（11-5）中1m处最大管电流（I）条件下管电流（I）和 H_0 的乘积。

B—屏蔽透射因子；

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ —当X射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，值为50（200kV~400kV）；

对于估算出的屏蔽透射因子B，所需的屏蔽物质厚度X按式11-3计算。

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad (\text{式11-3})$$

式中：

TVL——什值层厚度；其中，《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）表2查得：300kV < kV ≤ 400kV原始X射线的90°散射辐射最高能量为250kV。因此本项目320kV额定管电压X射线的90°散射辐射最高能量保守取值250kV，250kV的X射线在铅中的什值层厚度为2.9mm，在混凝土中的什值层厚度为90mm；

根据式11-5各墙面及工件进出门屏蔽参数选取结果及计算结果见下表。

表11-5 散射辐射屏蔽厚度计算参数表

关注点位置	参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射点至关注点的 距离 (m)	B (透射因子)	理论计算屏蔽 厚度
曝光室东南墙30cm处	0.57	17.3	2.15×10^{-3}	240.01 mm混凝土
曝光室东北侧30cm处 (操作室)	2.5	4.7	6.97×10^{-4}	284.09 mm混凝土
曝光室东北侧30cm处 (晾片室)	2.5	4.6	6.68×10^{-4}	285.77 mm混凝土
工件进出门	0.57	5.3	2.02×10^{-4}	10.71 mmPb

D、复合分析

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）3.2.3当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，当泄漏辐射的屏蔽厚度与散射辐射的厚度相差一个什值层厚度或者更大时，采用其中较厚的屏蔽；当泄漏辐射的屏蔽厚度与散射辐射的屏蔽厚度差值不足一个什值层厚度时，需在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度。

综合对照表11-4和11-5得出了本项目探伤室次屏蔽区屏蔽厚度计算结果见下表：

表11-6 次屏蔽区屏蔽厚度计算参数表

关注点位置	漏射辐射计算屏蔽厚度	散射辐射计算屏蔽厚度	差值厚度 mm	250kV的X射线在不同物质中的什值层厚度	最终计算的屏蔽厚度
曝光室东南墙30cm处	/	240.01 mm混凝土	/	/	240.01 mm混凝土
曝光室东北侧30cm处（操作室）	195.68 mm混凝土	284.09 mm混凝土	88.41 mm混凝土	90mm混凝土	284.09+28 mm混凝土
曝光室东北侧30cm处（晾片室）	197.55 mm混凝土	285.77 mm混凝土	88.22 mm混凝土	90mm混凝土	285.77+28 mm混凝土
工件进出门	/	10.71 mmPb	/	2.9mmPb	14.22 mmPb

E、迷道门防护厚度

由探伤室平面布置图可知，X射线需要多次散射才能到达迷道口，同时本项目迷道门的防护厚度和工件进出门的防护厚度一致，均为20mmPb，在前面计算中已证明了20mmPb能够有效的对散射辐射+泄漏辐射起到防护作用，通过类比，本次评价认为迷道门的设计厚度（20mmPb）远大于所需厚度，无需进一步计算。

本项目曝光室各屏蔽厚度计算与实际厚度汇总表如下所示：

表11-7 本项目曝光室屏蔽厚度计算与实际设计厚度汇总表

位置编号	位置	照射途径	计算屏蔽厚度	设计屏蔽厚度	是否满足要求
①	工件进出门（曝光室西北侧30cm）	散射	14.22 mmPb	20mmPb	满足
②	曝光室西南侧（30cm）	主射	487.54 mm混凝土	1000mm混凝土	满足
③	曝光室东南侧（30cm）	散射	240.01 mm混凝土	1000mm混凝土	满足
④-1	曝光室东北侧（30cm，操作室内）	散射+漏射	312.09 mm混凝土	1000mm混凝土	满足
④-2	迷道门（曝光室东北侧操作室内）	散射	<14.22 mmPb	20mmPb	满足
⑤	曝光室东北侧（30cm，晾片室内）	散射+漏射	313.77 mm混凝土	1000mm混凝土	满足
⑥	屋顶（30cm）	主射	418.26mm混凝土	500mm混凝土	满足

综上所述，本项目探伤室设计屏蔽厚度能满足屏蔽要求。

2、运行阶段对环境的影响分析

A、有用线束影响

对于有用线束，在给定屏蔽物质的厚度后，关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按下式计算：

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

式中：

I ——X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ——距离靶点1m的输出量，由于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录B表B.1中没有给出管电压320kV，滤过条件为3mmBe的X射线输出量；同时该标准的参考文件ICRP33号出版物中也未给出相应的数据；本次评价按照厂界提供的数据进行计算，即1m处的辐射剂量率为1100 $\mu\text{Gy/s}$ ，即上式（11-2）中1m处最大管电流（I）条件下管电流（I）和 H_0 的乘积。

B ——屏蔽透射因子；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

其中关于屏蔽透射因子 B ，按下式计算。

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

式中：

TVL ——半值层厚度，同前所述，本次评价选取100mm混凝土作为320kV管电压X射线在混凝土中的半值层厚度；

X ——屏蔽厚度；

对于有用线束照射范围内关注点剂量率计算参数及结果见下表所示：

表11-8 有用线束对关注点的剂量率计算参数及结果

关注点	屏蔽厚度	B（透射因子）	辐射点至关注点的距离（m）	关注点剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
曝光室西南墙 30cm处	1000 mm混凝土	1.0×10^{-10}	4.8	1.72×10^{-5}
曝光室屋顶 30cm处	500mm混凝土	1.0×10^{-5}	5.1	1.52

B、漏射辐射影响

漏射线束对关注点的辐射影响可通过下式计算：

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{式11-8})$$

式中：

H_L —距离靶点1m处X射线管组装的漏射辐射剂量率，取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子；

其中关于屏蔽透射因子B，按下式计算。

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

式中：

TVL——半值层厚度，同前所述，本次评价选取100mm混凝土作为320kV管电压X射线在混凝土中的半值层厚度；

X——屏蔽厚度；

对于漏射线束对关注点剂量率计算参数及结果见下表所示：

表11-9 漏射对关注点的剂量率计算参数及结果

关注点	屏蔽厚度	B（透射因子）	辐射点至关注点的距离（m）	关注点剂量率 $\mu\text{Sv/h}$
曝光室东北侧30cm处 （操作室）	1000 mm混凝土	1.0×10^{-10}	4.7	2.26×10^{-8}
曝光室东北侧30cm处 （晾片室）	1000 mm混凝土	1.0×10^{-10}	4.6	2.36×10^{-8}

C、散射辐射影响

散射辐射对关注点的影响可通过下式计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{式11-9})$$

式中：

R_s —散射体至关注点距离，m；

I—X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 —距离靶点1m的输出量，由于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录B表B.1中没有给出管电压320kV，滤过条件为3mmBe的X射线输出量；同时该标准的参考文件ICRP33号出版物中也未给出相应的数据；本次评价按照厂界提供的数据进行计算，即1m处的辐射剂量率为1100 $\mu\text{Gy/s}$ ，即上式（11-5）中1m处最大管电流（I）条件下管电流（I）和 H_0 的乘积。

B—屏蔽透射因子；

$$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$$

—当X射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为20°时，值为50（200kV~400kV）；

其中关于屏蔽透射因子B，按下式计算。

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

式中：

X——屏蔽厚度；

TVL——什值层厚度，通过《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）表2查得：300kV<kV≤400kV原始X射线的90°散射辐射最高能量为250kV。因此本项目320kV额定管电压X射线的90°散射辐射最高能量保守取值250kV，250kV的X射线在铅中的什值层厚度为2.9mm，在混凝土中的什值层厚度为90mm；

散射辐射对关注点的剂量率影响计算参数及结果见下表所示：

表11-10 散射辐射对关注点的剂量率计算参数及结果

关注点	屏蔽厚度	B（透射因子）	辐射点至关注点的距离（m）	关注点剂量率 μSv/h
曝光室东南墙30cm处	1000mmPb	7.74×10^{-12}	17.3	2.05×10^{-12}
曝光室东北侧30cm处（操作室）	1000mmPb	7.74×10^{-12}	4.7	2.78×10^{-8}
曝光室东北侧30cm处（晾片室）	1000mmPb	7.74×10^{-12}	4.6	2.90×10^{-8}
工件进出门	20mmPb	1.27×10^{-7}	5.3	3.58×10^{-4}
迷道防护门	20mmPb	1.27×10^{-7}	8.6	1.36×10^{-4}

注：本项目迷道门处的辐射剂量按照一次散射辐射进行计算，忽略了多次散射对辐射剂量的减弱作用，是偏保守的。

各关注点辐射剂量率叠加结果以及和剂量率参考控制水平对照情况如下表所示：

表11-11 本项目曝光室各关注点辐射剂量率叠加及与标准对照情况

位置编号	位置	照射途径	关注点附加剂量率 μSv/h	剂量率参考控制水平	是否符合标准要求
①	工件进出门（曝光室西北侧30cm）	散射	3.58×10^{-4}	0.57	符合
②	曝光室西南侧（30cm）	主射	1.72×10^{-5}	2.29	符合
③	曝光室东南侧（30cm）	散射	2.05×10^{-12}	0.57	符合
④-1	曝光室东北侧（30cm，操作室内）	散射+漏射	散射： 2.78×10^{-8} 漏射： 2.26×10^{-8}	/	/

④-2	迷道门（曝光室东北侧操作室内）	散射	1.36×10^{-4}		
小计	操作室内（④-1、④-2）		1.36×10^{-4}	2.5	符合
⑤	曝光室东北侧（30cm，晾片室内）	散射+漏射	散射： 2.90×10^{-8} 漏射： 2.36×10^{-8}	2.5	符合
⑥	屋顶（30cm）	主射	1.52	10	符合

各关注点年累计辐射剂量参数及计算结果如下表所示；

表11-12 本项目各关注点年累计辐射剂量计算结果

位置编号	位置	受照类型	关注点附加剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	年曝光时间	居留因子	累计辐射剂量
①	工件进出门（曝光室西北侧30cm）	公众	3.58×10^{-4}	700h	1/4	6.27×10^{-5}
②	曝光室西南侧（30cm）	公众	1.72×10^{-5}	700h	1/4	3.01×10^{-6}
③	曝光室东南侧（30cm）	公众	2.05×10^{-12}	700h	1/4	3.59×10^{-13}
④	曝光室东北侧操作室内	职业	1.36×10^{-4}	700h	1	9.52×10^{-5}
⑤	曝光室东北侧（30cm，晾片室内）	职业	5.26×10^{-8}	700h	1	3.68×10^{-8}
⑥	屋顶（30cm）	公众	1.52	700h	1/40	2.66×10^{-2}

综上所述，本项目职业人员最大受照射剂量为 $9.52 \times 10^{-5} \text{mSv}$ ，公众最大受照射剂量为 $2.66 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ；

满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员要求的剂量限制 20mSv 和本次环评应该执行的剂量约束值 5mSv ；对公众要求的剂量限制 1.0mSv 和本次环评应该执行的剂量约束值 0.1mSv 。

三、大气环境影响分析

1、臭氧

（1）X射线产生的臭氧分析

X射线探伤机在开机出束过程中会产生有毒气体 O_3 ，参考《中华放射医学与防护杂志》（1994年4月第14卷第2期，P101~103），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：

$$Q_0 = 2.43 \cdot D_0(1 - \cos \theta) \cdot R \cdot G \quad (\text{公式11-10})$$

式中： Q_0 ——臭氧的辐射化学产额， mg/h ；

D_0 ——距靶 1m 处的比释动能率， $\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ，本项目拟购X射线探伤机 1m 处的辐射比释动能率为 $0.066 \text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ；

R ——靶与屏蔽室壁的距离， m ；

G——空气每吸收100ev辐射能量所产生的臭氧分子数，此处取为10；

θ ——射线束的半张角，此处取值20°；

如照射时间足够长，浓度均匀，则可根据以下公式计算曝光室内臭氧的浓度：

$$C=QT/V \quad (\text{公式11-11})$$

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

式中：

C——室内臭氧平衡浓度，mg/m³；

Q——臭氧产额，mg/h；

T——臭氧有效清除时间，h；

V——室内体积，599.76m³；

t_v——平均每次换气时间，0.024h；

t_d——臭氧分解时间，0.83。

根据式11-10可计算曝光室探伤机工作时，臭氧产额为1.14mg/h，曝光室内臭氧的平均浓度为0.00009mg/m³，远低于《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）中室内臭氧符合最高容许浓度0.3mg/m³的要求。

本项目曝光室内设东北面和西南面墙体底部地面设通气口，分别连接进风管道和出风管道，进风排气筒和出风排气筒上均设置风机，风机风量均为12400m³/h，进风、出风同时进行，因此曝光室内每小时换气次数为20次。臭氧产生后通过排气管道引至探伤室屋顶排放，进入大气环境后，经自然分解和稀释，不会对项目周边环境空气质量产生明显影响。

四、水环境影响分析

自动洗片机内清洗槽中进出水设置为流水，即进水出水同时开启，根据建设单位提供情况，每件工件曝光后清洗胶片使用1L水，则清洗废水产生量为6.5m³/a。由于清洗废水中含有少量显影液和定影液，因此属于危险废物，应纳入危险废物进行管理和处置，不外排。

工作人员生活污水产生量约56.1m³/a，依托华西能源已建生活污水预处理池处理后进入市政污水管网，引至芦溪河污水处理厂处理达《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51/2311-2016）“城镇污水处理厂标准”后排入芦溪河，不会对地表水体。

五、声环境影响分析

本项目探伤室内使用的设备均为低噪设备，运行时基本无噪声产生或噪声很小；探伤室内的通排风系统设备运行时产生噪声。

(1) 源强分析

本项目噪声源主要来自通排风设施的运行等，设备噪声源强在60~70dB之间，具体的噪声设备位置及噪声级见表11-13。

表11-13 主要设备噪声源强 单位：dB(A)

序号	设备	数量	等效声级 (dB)	位置	现有治理方式	治理后 (dB)
1	通排风设施	2	70	厂房内	墙体隔声、距离衰减	60

(2) 预测模式

在实际生产中噪声会随着距离逐渐衰减。不考虑因声屏障、遮挡物、空气吸收、地面效应等引起的衰减量，根据点声源噪声衰减模式，可估算出运行期间距声源不同距离处的噪声值。预测模式如下：

①点声源影响预测公式

$$L_p = L_{p0} - 20 \lg(r/r_0) - \Delta L$$

式中： L_p ——距声源 r (m)处声压级，dB(A)；

L_{p0} ——距声源 r_0 (m)处的声压级，dB(A)；

r ——距声源的距离，m；

r_0 ——距声源 1m；

ΔL ——各种衰减量(除发散衰减外)，dB(A)。室外噪声源 ΔL 取零。

②多源叠加公式

$$L = 10 \lg \left[\sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \right]$$

式中：L——某点噪声总叠加值，dB(A)；

L_i ——第 i 个声源在预测点产生的 A 声级；

N——为噪声源的个数。

(3) 预测结果与评价

工程实施后，噪声源对各厂界噪声影响预测结果见表11-14。

表11-14 厂界声环境影响预测结果 单位：dB(A)

估算点位	估算时段	距离 (m)	声级值[dB(A)]	
			预测值 (max)	标准限值

厂界外东北侧	昼间	6.5	45.75	65
厂界外东南侧	昼间	3.2	51.91	65
厂界外西南侧	昼间	22.9	34.81	65
厂界外西北侧	昼间	22.4	15.27	65

综上，经预测，项目各厂界噪声通过隔声、距离衰减后昼噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准限值要求，对厂界噪声的贡献较小。

六、射线装置报废处置

根据《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，本项目使用的X射线探伤机在进行报废处理时，对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，将设备内高压射线管进行拆卸并破碎处理，同时将设备主机和电源线较断，使探伤机不能正常通电，防治二次通电使用，造成误照射。

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，报废的射线装置应实施退役。在射线装置退役后应及时在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）上对信息进行更新，并到发证机关更换辐射安全许可证。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见下表。

表11-15 辐射事故等级划分表

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

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社），急性

放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系详见下表。

表11-16 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

二、辐射事故识别

根据污染源分析，本项目主要环境风险因子为X射线超剂量照射。其中X射线探伤机断电后就不会产生辐射，本次评价的事故状态可以分为两种情况：

(1) X射线装置探伤过程误照

X射线探伤机探伤过程中误照的情况为主要考虑可能发生的辐射事故：

①装置在运行过程中，人员误入或滞留在曝光室内而造成误照射；

②辐射工作人员或公众还未全部撤离曝光室，操作人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

③安全联锁装置发生故障，探伤机工作时无关人员打开曝光室并误入，造成人员被误照射；

④辐射工作人员由于缺乏操作经验和防护知识，安全观念单薄等，违法操作规程和有关规定，造成有关人员误照射。

⑤曝光室大门在打开的状态下，射线装置曝光，造成人员误照射；

(2) 设备检修、维护过程中发生的误照射

主要是在X射线探伤装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故等级见下表。

表11-17 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	主要环境风险因子	危险因素	危害结果	事故等级
--------	----------	------	------	------

X射线探伤机	X射线	超剂量照射	导致人员受照射剂量超过年有效剂量限值	一般辐射事故
--------	-----	-------	--------------------	--------

根据分析，本项目可能发生的事故为一般辐射事故。

三、最大潜在辐射事故影响分析

1、X射线探伤机辐射影响分析

根据X射线探伤机工作原理，可能发生的事故工况情景主要为：

- ①X射线探伤机运行时，机房内误入人员或滞留人员受到误照射；
- ②X射线探伤机检修维护时，检修工作人员误操作导致设备运行，受到误照射；

(1) 事故情景假设

①假设X射线探伤机以标称最大能量运行，主射束方向、距靶1m处的X射线剂量率为1100μGy/s；

②假设检修人员在未采取任何屏蔽防护措施下，处于X射线探伤机头外1m处的主射束方向。在发现设备处于开机状态，立即撤至机房迷道内。鉴于机房内四周墙壁上均设有紧急停机开关，只要按下此按钮就可以停机。

故假定事故持续时间约1min（检修过程中距离设备较近，在预警辐射事故情况下，可及时按下设备上紧急制动按钮，参考行业经验认为检修过程中的反应时间约为1min）；

③假设误入人员在未采取任何屏蔽防护措施下进入机房内，在位于机房内迷道口时发现设备处于开机状态，立即撤至迷道内；鉴于机房迷道内设置紧急停机开关，只要按下此按钮就可以停机。故假定事故持续时间约2min（误入机房情况下相对距离设备较远，在预警辐射事故情况下，应该立即撤至迷道内；鉴于机房迷道内设置紧急停机开关，只要按下此按钮就可以停机，参考行业经验认为检修过程中的反应时间约为2min）。

(2) 误照射剂量估算

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），剂量计算公式同上：

- ①X射线探伤机有用线束辐射影响计算公式如下：

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

式中：

I——X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ——距离靶点1m的输出量，由于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录B表B.1中没有给出管电压320kV，滤过条件为3mmBe的X射线输出量；同时该标准的参考文件ICRP33号出版物中也未给出相应的数据；本次评价按照厂界提供的数据进行计算，**即1m处的辐射剂量率为1100μGy/s**，即上式（11-2）中1m处最大管电流（I）条件下管电流（I）和 H_0 的乘积。

B——屏蔽透射因子，无屏蔽情况则取值为1；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

②X射线探伤机散射辐射影响计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{式11-9})$$

式中：

R_s ——散射体至关注点距离，m；

I—X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ——距离靶点1m的输出量，由于《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）附录B表B.1中没有给出管电压320kV，滤过条件为3mmBe的X射线输出量；同时该标准的参考文件ICRP33号出版物中也未给出相应的数据；本次评价按照厂界提供的数据进行计算，**即1m处的辐射剂量率为1100μGy/s**，即上式（11-5）中1m处最大管电流（I）条件下管电流（I）和 H_0 的乘积。

B——屏蔽透射因子；

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ ——当X射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为20°时，值为50（200kV~400kV）；

在上述事故情景假设条件下，计算结果如下表所示：

表11-18 事故情况下发生误照射人员受照射剂量计算结果表

预测点距源距离	检修过程中	人员误入
1.0m	66.00mSv/次	0.10mSv/次
2.0m	16.50mSv/次	
3.0m	7.33mSv/次	
4.0m	4.13mSv/次	
5.0m	2.64mSv/次	

1)设备检修发生误照射人员受照剂量为66.00mSv/次；超过《电离辐射防护与辐射

源安全基本标准》（GB18871-2002）中20mSv/a剂量限值，不超过0.7Gy（急性重度放射病发病率1%），故属于一般辐射事故。

2)误入人员处迷道口时受照射剂量为0.10mSv/次，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中20mSv/a剂量限值，单次误照射不构成事故。

四、事故防范措施

为杜绝上述辐射事故的发生，环评要求建设方严格执行以下风险预防措施：

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

（2）建设单位需制定《X射线探伤机操作规程》、《X射线探伤机保养、检修规程》、《辐射安全管理规定（综合性文件）》、《监测仪表使用与校验管理制度》等相关制度，凡涉及对射线装置进行操作，必须按操作规程执行，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

（3）定期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更换，并建立射线装置维护、维修台账。

（4）建设单位所有辐射工作人员需参加辐射安全与防护培训，均需持证上岗，并每四年进行一次复训。其中根据四川省生态环境厅办公室《关于贯彻落实2020年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》，关于四川省各核技术利用单位辐射安全与防护培训和考核工作变动如下：①自2020年1月1日起，核技术利用单位的辐射工作人员可通过生态环境部培训平台免费自学；②该通知实施前，由四川省辐射安全培训单位出具的辐射安全培训合格证书在有效期内将继续有效，自2020年1月1日起，新从事辐射工作的人员以及原辐射安全培训合格证书到期的人员，应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核；③四川省生态环境厅将按照《通知》要求，适时制定具体考核要求和相关管理办法。

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）事故发生时，设备操作人员应立即切断X射线机的工作电源。

（2）一旦发生辐射事故，公司应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后，应立即向公司领导及上级主管部门汇报，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报至当地生态环境主管部门及省

级生态环境主管部门，同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

(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

建设单位已成立了辐射事故应急救援领导小组，辐射安全与防护领导小组下设办公室，办公室设在质量安全部，安排专人（岳*）负责日常管理工作。

其职责包括：①负责厂区辐射安全与防护管理工作；②组织对各项有关辐射安全与防护管理规章制度的制定和修订工作，并负责对全厂辐射作业过程中相关规章制度、防护措施落实情况进行监督和检查；③组织实施辐射安全与防护相关法律法规的培训学习，并落实辐射工作人员上岗培训计划；④负责辐射工作人员个人剂量和健康的管理，并联系监测单位对辐射工作场所进行年度监测和年度评估报告的编制工作；⑤负责对全厂所有辐射安全与防护设施、设备进行定期保养，做好保养记录，如有损坏及时协同相关部门进行处理。领导小组人员设置如下：

表 12-1 辐射防护管理领导小组人员设置表

职务	人员
组长	郭**
副组长	张**
成员	舒**、岳*、胡*

二、辐射工作人员配制

本项目配备辐射工作人员 3 人（1 人管理，3 人均可操作），一天工作时间 8 小时，年工作时间为 220 天。探伤室周围不涉及其它辐射工作场所，不存在剂量叠加的问题。

环评要求：

（1）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）和根据四川省生态环境厅办公室《关于贯彻落实 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。本项目拟新增的辐射工作人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合

格后方可上岗。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，考核合格的人员，每5年接受一次再培训考核。

(2) 建设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2套(1备1用)个人剂量计，项目内至少配备4套。

(3) 个人剂量计应正确配戴，定期送交有资质的检测单位进行检测。建设单位应为每一名辐射工作人员建立个人剂量档案，完善个人剂量管理制度。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，调查原因并由当事人签字确认。

(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，实际操作中须按操作规程行事，自觉遵守规章制度，努力做好各项安全工作。

辐射安全管理规章制度

一、需建立的主要规章制度

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)〉的通知》(川环办发[2016]1400号)的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度见下表。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	规定的制度	指定情况
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	需制定
2	辐射安全管理规定(综合性文件)	需制定，内容需悬挂于辐射工作场所墙上
3	辐射工作设备操作规程	需制定，内容需悬挂于辐射工作场所墙上
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	需制定
5	辐射工作人员岗位职责	需制定，内容需悬挂于辐射工作场所墙上
6	射线装置台账管理制度	需制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定，监测方案参考本次环评辐射监测内容
8	监测仪表使用与校验管理制度	需定制
9	辐射工作人员培训制度(或培训计划)	需制定，内容应至少包括参加生态环境部关于辐射安全防护培训学习和考核，到期前再考核的内容
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	需制定，包含“个人剂量档案终生保存”的内容
11	辐射事故应急预案	需制定，预案中“辐射事故应急响应程序”应悬挂于辐射工作场所墙上
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	需制定

根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《关于印发〈四川省核技术利

用《辐射安全监督检查大纲（2016）》的通知》（川环办发[2016]1400号）的要求，核技术利用单位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。

二、档案资料

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管理。档案资料可分以下包括以下九大类：“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”。

三、需上墙的规章制度

本项目实施完成后，应当按照相关要求落实制度上墙，具体要求如下：

1) 《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。

2) 上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

四、与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于辐射安全管理相关规定对照分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019年修订，原环保部第31号令）中第十六条要求，使用放射性同位素、射线装置的单位申领辐射安全许可证时，应当具备一些条件，具体条件要求见下表。

表 12-3 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	放射性同位素与射线装置安全许可管理办法	拟设计情况
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证。	向成都市生态环境局提交申请和相关资料，办理本项目辐射安全许可证。
2	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；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	设置专门机构，配备专人负责辐射安全与环境保护管理工作
3	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。	辐射工作人员拟全部完成辐射安全培训，通过考核并持有证书，且在有效期内
4	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	原有探伤室已设置电离辐射警告标志、辐照装置指示灯、门

		机联锁装置、紧急止动装置等辐射安全防护设施，本次环评后将增加视频监控，并完善张贴警示标识。
5	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。	拟配备与辐射类型和辐射水平相适应的个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。
6	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。	拟制定操作规程、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。
7	有完善的辐射事故应急措施。	拟制定辐射事故应急预案
8	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。	产生的危险废物承诺交由相关有资质的单位同意回收处理

本次评价认为：在严格的落实执行上述措施的前提下，成都兴宇实业有限公司申请从事辐射工作的种类、范围和场所满足辐射安全要求，具备了II类射线装置的条件和管理能力。

辐射监测

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

一、工作场所监测

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

2、自主验收监测：项目在取得《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（调查）报告。

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

建设单位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。公司可通过采购便携式辐射监测仪自行监测，也可以委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。

(2) 监测内容和要求

1) 监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

2) 监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-3）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-3 工作场所监测计划建议

场所	监测项目	检测周期	监测点位
辐射工作场所	X- γ 空气吸收剂量率	委托有资质的单位监测，周期为1次/年；自行定期开展辐射监测	曝光室内的X射线装置拟安装位置处
			曝光室西侧（工件进门处）
			曝光室南侧
			曝光室东侧
			曝光室北侧（人员通道进口处）
			操作室内
			曝光室内的迷道出口
			曝光室顶部
			3号车间外东侧与办公楼之间的通道处

3) 监测范围：控制区和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。

公司辐射工作人员均应佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号）要求建立个人剂量档案。公司需委托有资质的公司完成了每年辐射工作人员的个人剂量检测工作。所有辐射工作人员的个人剂量检测结果应达到不超过 1.25mSv/季度的约束值要求。

三、年度监测报告情况

公司应于每年 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。建设单位应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。建设单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mee.gov.cn/>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增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，放射工作人员立即断电停机，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，还应同时向当地卫健行政部门报告。

（2）辐射事故应急措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

① 确定现场辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

② 根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③ 现场处置任务的工作人员应佩带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，可减少或避免放射性事故的发生率，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。

单位应当根据以上要求，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，结合单位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

1、项目名称、性质、地点

项目名称：新建探伤室内工业X射线探伤应用项目

建设单位：成都兴宇实业有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市龙泉驿区车城东六路338号对面3号车间

2、建设内容与规模

本项目探伤室位于租用厂房内东北角，总占地面积约292.5m²，可分为两部分，第一部分为曝光室，为单层结构；第二部分为双层结构，一层为本项目暗室、晾片室、操作室、迷道，第二层为闲置房间（原华西能源探伤室配套的资料室、库房、更衣室、评片室，本项目建设单位不使用）。本项目拟购入一台X射线探伤机，设备型号为HS-XY-320kV（最大管电压为320kV、最大管电流为13mA），属于II类射线装置。

本项目曝光室净空面积约为142.8m²，最大净空尺寸为21.0m×6.8m×5.5m（长×宽×高）。曝光室为钢筋混凝土结构，其四周墙体设计厚度为1000mm，屋顶厚度为500mm；工件进出门为电动钢铅结构防护门，厚度为20mm铅当量；迷道采用“Z”型迷道，密道长度为8.6m，宽度为0.8m，迷道外墙为1000mm混凝土，迷道内墙为600mm钢筋混凝土，迷道防护门为电动钢铅防护门，厚度为20mm铅当量。

工件进出口宽4.5m，高4.0m，根据建设单位提供资料，探伤室内待检工件材质为主体工程中生产的精密零部件，材质为高温合金及铝合金，工件最大尺寸为400mm×800mm×400mm，壁厚40mm，工件探伤进出方式采用人工搬运或小推车运送，曝光室进出口尺寸及内腔尺寸能满足工件进出及探伤要求。

本项目X探伤机最大管电压320kV，最大管电流13mA。根据建设单位介绍，本项目探伤室预计年最大曝光次数为10500次，单次最大曝光时间为4min，则年曝光时间为700h。本项目只开展室内探伤，不涉及室外（野外）探伤。探伤设备的检修等均由设备厂家负责，本项目只负责探伤机的使用。

二、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于工业探伤领域，属高新技术。根据《国家发展改革委

关于修改<产业结构调整指导目录（2019年本）>有关条款的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号）相关规定，本项目属鼓励类第三十一项“科技服务业”中第1条“工业设计、气象、生物、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务、科技普及”。

三、本项目选址合理性分析

成都兴宇实业有限公司租用厂房位于四川省成都市龙泉驿区车城东六路338号对面3号车间，车间内已建精密零部件生产项目已经取得成都市龙泉驿生态环境局出具的环评批复（龙环承诺环评审批[2021]48号，见附件），本项目为其配套建设项目，建设位置在租用厂房范围内，本项目不新增用地。

本项目探伤室选址位于厂房东北角，选址尽可能地同时考虑了生产的流畅性和探伤作业的特殊性，即保障了生产任务的顺利进行，又选择了人迹较少的偏僻位置。

租用厂房所在区域道路、给排水、电力等城市基础配套设施完善，为项目建设提供了良好条件；厂区周围没有项目建设的制约因素，且该探伤室选址独立，为专门的辐射工作场所，探伤室位于租用厂房内部，曝光室屋顶无人活动。

综上，项目建设的探伤室布置相对独立，建设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

本项目所在区域 X- γ 空气吸收剂量率为 0.087 μ Sv/h~0.137 μ Sv/h，周围 γ 辐射剂量率与空气吸收剂量率数值基本相当，转换因子取 1，则拟建现场及周边环境的辐射剂量率为 87nGy/h~137nGy/h，与四川省生态环境厅《2019年四川省生态环境状况公报》中全省环境电离辐射水平（76.8nGy/h~163nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

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

综上所述，本项目职业人员最大受照射剂量为 $9.52 \times 10^{-5} \text{mSv}$ ，公众最大受照射剂量为 $2.66 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ；

满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员要求的剂量限制 20mSv 和本次环评应该执行的剂量约束值 5mSv ；对公众要求的剂量限制 1.0mSv 和本次环评应该执行的剂量约束值 0.1mSv 。

(2) 大气环境影响

本项目产生的臭氧采用换气系统排入环境大气后，经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》（GB3095—2012）中臭氧小时平均浓度二级标准（ 0.20mg/m^3 ）的要求，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 $6.5 \text{m}^3/\text{a}$ ，本项目仅进行一次清洗，因此清洗废水全部纳入危险废物进行管理和处置。工作人员生活污水产生量约 $56.1 \text{m}^3/\text{d}$ ，依托华西能源已建污水预处理池处理后，排入芦溪河污水处理厂处理达标后最终排入芦溪河。

(3) 固体废物

工作人员产生的生活垃圾约 $0.33 \text{t}/\text{a}$ ，厂区现有垃圾桶暂存，运至华西能源垃圾转运点，由环卫部门统一收集处置。

项目产生的废显影液约 $180 \text{kg}/\text{a}$ 、定影液约 $180 \text{kg}/\text{a}$ ，清洗废水约 $6.5 \text{m}^3/\text{a}$ ，废胶片约 $20 \text{kg}/\text{a}$ ，属于危险废物，其危废编号为 HW16。公司承诺将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将交由有资质的单位处理，不外排（见附件）。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，放置于危废暂存间内，已与有相应处理资质的单位签订回收合同，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

成都兴宇实业有限公司拥有专业的探伤辐射工作人员和安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在制定《辐射防护和安全管理制度》、《X 射线探伤机安全操作规程》等相关管理制度并时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有使用 II 类射线装置的辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

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，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。

3、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原审批环境影响保护行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

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

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

建设单位公开上述信息的同时，应当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

项目	环保设施	备注	
X射线探伤项目	辐射屏蔽措施	X 射线防护屏蔽体	利旧
		铅防护门	利旧
	安全装置	联锁装置（门机、门灯联锁）	利旧
		有中文标识的紧急停止按钮	利旧
	通排风系统	通排风系统	利旧
	监控设施	摄像监控系统	利旧
	警示标识	工件出入口处机器工作状态指示灯	利旧
		工件出入口声音报警装置	新增
		监督区和控制区分别设置警示标志	新增
		工件出入口处机器工作状态指示灯灯箱“禁止入内”标志	新增
	监测仪器	便携式辐射监测仪	新增
	防护用品	个人剂量计	新增
		个人剂量报警仪	新增
	警示标识	工件进出门入口处电离辐射警示标志	新增
	危废暂存设施	危废暂存设施及其重点防渗措施	依托
规章制度	《辐射安全与环境保护管理机构文件》、《辐射安全管理规定（综合性文件）》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》等。 其中：《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。	新增	

要求：

- 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培训与

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合格证，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再培训，详见国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）。

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，评估结果报送省生态环境厅和当地生态环境主管部门，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。

表14 审批

下一级环保部门预审意见:

公章

经办人: 年 月 日

审批意见:

公章

经办人: 年 月 日