

核技术利用建设项目
重庆明珠机电有限公司 X 射线探伤建设项目
环境影响报告表

重庆明珠机电有限公司

2018年9月



环境保护部监制

核技术利用建设项目
重庆明珠机电有限公司 X 射线探伤建设项目
环境影响报告表

建设单位名称：重庆明珠机电有限公司

建设单位法人代表：施万群

通讯地址：重庆市沙坪坝区滨河路 20 号

邮政编码：400000

联系人：雷雨

电子邮箱：623753431@qq.com 联系电话：18502338196





建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：重庆宏伟环保工程有限公司
 住所：重庆市渝北区龙山街道新南路388号天邻风景18幢3-5
 法定代表人：李传福
 资质等级：乙级
 证书编号：国环评证乙字第 3132 号
 有效期：2017年01月01日至2020年12月31日

仅供重庆明珠机电有限公司X射线探伤建设项目使用

评价范围：环境影响报告书乙级类别 — 交通运输；社会服务；输变电及广电通讯***
 环境影响报告表类别 — 一般项目；核与辐射项目***



项目名称：重庆明珠机电有限公司 X 射线探伤建设项目

文件类型：环境影响报告表

适用的评价范围：核与辐射项目

法定代表人：李传福

主持编制机构：重庆宏伟环保工程有限公司

重庆明珠机电有限公司 X 射线探伤建设项目

环境影响报告表编制人员名单表


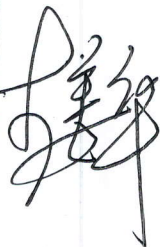
编制主持人		姓名	职(执)业资格证书编号	登记(注册证)编号	专业类别	本人签名
			肖英	0008219	B313202710	输变电及广电通讯
主要编制人员情况	序号	姓名	职(执)业资格证书编号	登记(注册证)编号	编制内容	本人签名
	1	肖英	0008219	B313202710	工程概况、评价依据、保护目标与评价标准、环境影响分析、辐射安全与防护、环境影响分析、结论与建议	
	2	李姜华	00016053	B313203708	基本情况、主要原辅材料名称及年消耗数量、环境管理及监测、环境质量现状、项目工程分析与源项、辐射安全管理	

表 1

项目基本情况

建设项目名称		重庆明珠机电有限公司 X 射线探伤建设项目			
建设单位		重庆明珠机电有限公司			
法人代表	施万群	联系人	雷雨	联系电话	18502338195
注册地址		重庆市沙坪坝区滨河路 20 号			
项目建设地点		重庆市沙坪坝区滨河路 20 号重庆明珠机电有限公司机加厂房			
立项审批部门		重庆市沙坪坝区发展和改革委员会	批准文号	2018-500106-34-03-048317	
建设项目总投资 (万元)	120	项目环保投资 (万元)	20	投资比例(环保 投资/总投资)	16.7%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	92
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类	<input type="checkbox"/> III 类	
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类	<input type="checkbox"/> III 类	
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类	<input type="checkbox"/> III 类	
	其他				
	项目概述 (建设单位的简要情况、占地面积、规模和任务的由来)				
1.1 建设单位简介					
<p>重庆明珠机电有限公司位于重庆西永微电子产业园,生产、办公场地面积超过 30000 多平方米,现有各种设备 150 多台套,是目前亚洲螺杆泵最大的研发和生产基地。公司在全国范围内设有强大的营销网络和服务体系,公司的主要产品包括:CS 系列单螺杆泵、CS 系列双螺杆泵、CS 系列转子泵,其产品畅销国内 18 个油田和 28 个省、市、自治区,在国内油田市场占有率第一,深受广大用户的喜爱。</p> <p>重庆明珠机电有限公司在重庆市沙坪坝区滨河路 20 号实施“重庆西永明珠机电产业</p>					

化项目”，该项目已办理了相关环保手续，取得了环评批复（渝（沙）环准[2009]009号），并于2012年取得竣工验收批复（渝（沙）环验[2012]016号）。根据《重庆西永明珠机电产业化项目环境影响报告表》可知，项目建设一栋生产厂房，设计年产螺杆泵、均质泵各3000套。

1.2 项目由来

公司后期将生产压力管道、压力容器产品，将对压力管道、压力容器产品进行无损检测，因此，建设单位拟在重庆市沙坪坝区滨河路20号重庆明珠机电有限公司机加厂房建设“重庆明珠机电有限公司X射线探伤建设项目”，建设内容主要包括曝光室、控制室/评片室、暗室，并在曝光室内配置1台XXG-2505型（定向）、1台XXGH-2505型（周向）探伤机开展无损检测工作。根据《射线装置分类》可知，工业用X射线探伤装置属于II类射线装置。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》中的“五十 核与辐射 191 核技术利用建设项目”可知，生产、使用II类射线装置的项目应编制环境影响报告表。因此，本项目环境影响评价报告文件形式为环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，严格执行《中华人民共和国环境影响评价法》，重庆明珠机电有限公司委托重庆宏伟环保工程有限公司对本项目进行环境影响评价。评价单位组织专业技术人员到现场进行调查、踏勘和资料收集，结合项目特点、性质、规模和环境状况，并按照国家对核技术利用项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成了该项目的环境影响报告表。

1.3 建设规模及工程内容

（1）项目概况

拟建探伤室占地面积约为92m²。拟建主要由主体工程、辅助工程、储运工程、公用工程、环保工程组成。本项目的建设内容一览表见表1-1。

表 1-1 项目组成一览表

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	曝光室	曝光室作为探伤机的工作场所，布置在机加厂房西南侧，单层现浇混凝土结构，建筑面积约68m ² ，高度5m，机加厂房高度为9m，曝光室顶棚无法到达，机加厂房无地	新建

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	曝光室	下层，曝光室下面为实土层	新建
	设备	新购 XXG-2505 型（定向）、XXGH-2505 型（周向）探伤机各 1 台	新购
辅助工程	控制室/评片室、暗室	在曝光室东南面设置控制室/评片室、暗室，建筑面积约 24m ²	新建
公用工程	供配电系统	依托厂房供配电系统，厂房用电来源于市政供电	依托
	给水系统	依托厂区给水管网供辐射工作人员生活和洗片用	依托
	排水系统	辐射工作人员生活污水依托厂区生化池处理达标后排入市政污水管网	依托
环保工程	生活污水	本项目辐射工作人员生活污水依托厂区现有生化池处理达标后排入市政污水管网，生化池位于厂区西侧绿化带内	依托
	危险废物暂存装置	暗室内设危废暂存区，放置专用危废贮存容器（2 个容积约为 50L 的废液桶），控制室设贮存废胶片的收纳箱，分类收集洗片废液和废胶片等危险废物；胶片冲洗废水反复使用至不能再利用时转移至危废暂存区域的废液桶内，不外排。废液桶采用大桶套小桶的方式防渗漏。	新建
	曝光室通风装置	曝光室顶棚西南侧设置一个抽风口，废气通过新建管道引至厂房西侧高空排放，通风管道截面 300mm×160mm，风机放置在曝光室顶棚。	新建

(2) 设备概况

表 1-2 设备一览表

序号	设备名称	规格型号	数量	用途	备注
1	X 射线探伤机	XXG-2505，定向	1 台	无损检测	II 类射线装置
2	X 射线探伤机	XXGH-2505，周向	1 台	无损检测	II 类射线装置
3	风机	2000m ³ /h	1 台	曝光室废气排放	/
4	水槽（显影、定影、清洗）	/	4 个	显影、定影、清洗	不锈钢槽，包括显影池、清洗池一、定影池、清洗池二
5	废液桶	容积 50L	2 个	收集暂存洗片废液	大桶套小桶
		容积 120L	2 个	防渗漏	
6	收纳箱	容积 80L	1 个	收集暂存废胶片	防水

(3) 探伤工件情况

本项目主要生产压力管道、压力容器工件需要根据客户需求进行无损检测。无损检测工件的参数见表 1-3。

表 1-3 检测工件的相关参数一览表

工件名称	直径 (m)	最大厚度 (mm)	材质	适应机型	工作电压	工作电流
压力管道	Φ0.02m~Φ0.45m	10mm	不锈钢	XXG-2505 型	150~250kv	5mA
压力容器	Φ0.45m~Φ2.5m	25mm	不锈钢	XXG-2505 型、 XXGH-2505 型	150~250kv	5mA

(4) 计划工作量

项目拟配置 2 台 X 射线探伤机均在同一个曝光室内使用，但不同时使用，项目根据客户需求对压力管道、压力容器进行检测，探伤机全年曝光次数不大于 2000 次，拍片约 10000 张，其中 XXG-2505 型探伤机全年曝光次数约 1200 次，单次曝光时间不超过 5min，年曝光时间最大为 100h；XXGH-2505 型探伤机全年曝光次数约 800 次，单次曝光时间不超过 5min，年曝光时间最大为 66.7h。

探伤机工作情况见表 1-4。

表 1-4 探伤机工作负荷一览表

设备型号	单次曝光时间	年最大曝光次数	年最大曝光时间	周最大曝光次数	周最大曝光时间
XXG-2505 型	0.5-5 min	1200 次	100h	/	/
XXGH-2505 型	0.5-5 min	800 次	66.7h	/	/
合计	/	2000 次	166.7h	50 次	4.17h

(5) 主要原辅材料

本项目主要原辅材料见表 1-5。

表 1-5 原辅材料一览表

序号	名称	使用量	来源	主要化学成分
1	胶片	10000 张/a	外购	卤化银和涤纶
2	定影液	250kg/a	外购	卤化银、硫代硫酸钠(Na ₂ S ₂ O ₃)
3	显影液	250kg/a	外购	米吐尔(N-甲基-对氨基苯酚硫酸盐)、菲尼酮、对苯二酚、无水硫酸钠 (Na ₂ SO ₄)、碳酸钠(Na ₂ CO ₃)

(6) 工作制度和劳动定员

公司年生产 250 天，实行 1 班制，每班 8h。

公司拟配置辐射操作人员 4 人，从事 X 射线探伤机无损检测工作，同时承担洗片、

评片、存档工作。辐射工作人员已纳入公司总劳动定员中。

1.4 与公司的衔接与依托可行性

本项目探伤室位于机加厂房内，该区域目前为自检办公室，其他区域主要堆放杂物，本项目拟将现有自检办公室搬至厂房南侧的闲置办公室内，原自检办公室拆除，建设探伤室，项目供电、供水等公用工程依托重庆明珠机电有限公司；本项目探伤人员为公司现有劳动定员，不新增，因此不新增生活污水。项目依托可行性分析见表 1-6。

表 1-6 项目依托可行性分析

依托工程	依托情况	可行性分析
主体厂房	本项目在机加厂房西南侧建设探伤室，不在厂区外新增用地	本项目拟建在机加厂房内，后期压力管道及压力容器在该厂房内生产，工件可直接运送至探伤室，且目前拟建地为自检办公室，自检办公室将搬迁至厂房南侧，现有自检办公室拆除，不影响探伤室的建设和厂房内原有布局。
公用工程	本项目供电、供水等公用工程依托厂区现有设施	本项目位于机加厂房内，供电、供水设施依托现有工程，现有厂区为市政供电，市政管网供水。因此，项目依托明珠机电现有的公用设施可行
环保工程	本项目辐射工作人员生活污水依托厂区现有生化池处理	项目生化池位于厂区西侧绿化带内，企业现有环保设施已于 2012 年通过了竣工验收，可依托
劳动定员	本项目探伤工作人员拟定 4 人，为厂区现有劳动定员内划拨，不新聘劳动定员	厂区现有劳动定员为 80 人，本项目探伤室工作人员拟定 4 人，辐射工作人员已纳入公司总劳动定员中。

由表 1-6 可知，本项目探伤室可依托机加厂房内现有区域建设，公用工程、环保工程均可依托明珠机电现有设施；本项目辐射工作人员已纳入公司劳动定员内，不新增。项目建设不与公司整体发展冲突。

1.5 项目选址可行性

明珠机电有限公司实行封闭式管理，公众成员不得入内，有利于减少无损检测对公众成员的影响。此外，探伤室设置在机加厂房西南侧，后期压力管道、压力容器将在探伤室北侧区域生产，便于工件进出探伤室，拟建探伤室西侧为办公室及卫生间，本项目拟将靠近探伤室侧的办公室及卫生间出入口改建在另一侧，并将邻近探伤室一侧的窗户及出入口砌制砖墙，探伤室周围流动人员相对减少，利于探伤室辐射防护的管理。由此可见，项目选址是合理的。

1.6 建设工期

本项目建设周期为 3 个月。

1.7 环境保护目标

根据本项目周围环境敏感目标分布情况，确定本项目环境保护目标为该拟建探伤室周围活动的辐射工作人员、非辐射工作人员、公众成员。

1.8 与项目有关的原有核技术应用及污染状况

本项目位于机加厂房西南侧，现该区域为自检办公室，检测室搬迁至厂房东侧办公室，根据调查，本公司目前无核技术应用项目，根据现场监测，拟建址的地表 γ 辐射剂量率与重庆市的地表 γ 辐射剂量率无明显差异。因此，拟建址不存在与本项目有关的环境污染情况和环境问题。重庆明珠机电有限公司运行至今，无环保投诉和环境污染事故。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
本项目不涉及放射源								

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
本项目不涉及非密封放射性物质										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
本项目不涉及加速器										

(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	X 射线探伤机	III	1	XXG-2505 (定向)	250	5	无损检测	机加生产厂房探伤室	拟购
2	X 射线探伤机	III	1	XXGH-2505 (周向)	250	5	无损检测	机加生产厂房探伤室	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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
本项目不涉及中子发生器													

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
废显影液、废定影液	液态	/	/	/	500kg/a	/	集中收集暂存于暗室危废暂存区	定期交有资质的单位处理
洗片废水	液态	/	/	/	250kg/a	/	反复使用，不能再使用时转移至废液桶内	定期交有资质的单位处理
废胶片	固态	/	/	/	200kg/a	/	集中收集暂存于控制室危废暂存区	定期交有资质的单位处理
报废 X 射线机	固态	/	/	/	/	/	仪器设备室暂存	去功能化后交物资回收单位处理

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

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

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行修订版；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2016 年 9 月 1 日施行修订版；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</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 日施行修订版；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部第 44 号令，2017 年 9 月 1 日施行；</p> <p>(6) 《关于修改《建设项目环境影响评价分类管理名录》部分内容的决定》，生态环境部部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日施行；</p> <p>(7) 《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，2014 年 7 月 29 日施行修订版；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第 3 号，2017 年 12 月 12 日施行修订版；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(10) 《国家危险废物名录》，环境保护部令第 39 号，2016 年 8 月 1 日施行；</p> <p>(11) 《射线装置分类》，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 14 日施行；</p> <p>(12) 《重庆市放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（渝环【2017】242 号），2017 年 12 月 14 日施行修订版；</p> <p>(13) 《重庆市环境保护条例》，2017 年 6 月 1 日施行修订版。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响技术导则 总纲》（HJ2.1—2016）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1—2016）；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117—2015）；</p>

续表 6 评价依据

技术标准	<p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250—2014) 及 2017 年修订;</p> <p>(6) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597—2001) (2013 年修订);</p> <p>(7) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)。</p>
其他	<p>(1) 环评批复, 附件一;</p> <p>(2) 验收批复, 附件二;</p> <p>(3) 监测报告, 附件三。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目放射源为能量流污染及其能量流的传播与距离相关的特性，结合《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）的相关规定，确定以曝光室周围 50m 的范围作为本项目辐射环境影响评价的范围。

7.2 环境保护目标

（1）拟建项目所在厂房周围环境状况

本项目探伤室位于机加厂房内。机加厂房位于厂区西南侧，北侧为办公楼，西侧及南侧为园区道路，东侧为园区空地。

表 7-1 机加厂房外环境一览表

序号	外环境名称	方向	位置关系
1	园区空地	东	约 10m
2	园区道路	西	约 20m
3	园区道路	南	约 23m
4	重庆沙坪坝区交通运输管理所	南	约 37m
5	办公楼	北	约 17m

（2）曝光室周围环境状况

本项目曝光室位于机加厂房西南侧，曝光室东面为库房，东南面为装配车间；南面紧邻辅助用房（暗室、控制室/评片室），之外为冲床、车床机加工区域；西面为办公室、卫生间，之外为园区道路；西北面为休息室及焊接区域；北面为过道，之外为办公楼；东北面为机加工区域。

此外，机加厂房建筑结构为 1F，厂房西侧办公室为 2F（2F 闲置）。项目探伤室位于办公室东侧，厂房空高为 9m，项目探伤室建筑高度为 5m，楼顶无法到达。厂房无地下层，故探伤室下面为实土层。

项目地理位置图见附图一，厂区平面布置图见附图三，探伤室平面图见附图四，曝光室周围环境保护目标见表 7-2。

续表 7 保护目标与评价标准

序号	敏感点名称	方向	位置关系	影响因素	影响人群
1	库房	东	5-50m	X 射线	非辐射工作人员
2	装配车间	东南	约 12m		非辐射工作人员
3	辅助用房（暗室、控制区/评片室）	南	相邻		辐射工作人员
4	压机加工区域、制胶车间	南	约 4~10m		非辐射工作人员
5	卫生间、办公区	西	约 1.2m		非辐射工作人员
6	休息室、焊接区域	西北	约 10~18m		非辐射工作人员
7	过道	北	相邻		非辐射工作人员
8	机加工区域	东北	约 17m		非辐射工作人员

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限值，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1 剂量限值

第 B1.1.1.1 款 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv 作为职业照射剂量限值。

第 B1.2 款 公众照射

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超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

该标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

第 3 条 工业 X 射线探伤装置放射防护的性能要求

第 3.1.1.5 条 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率

续表 7 保护目标与评价标准

X 射线探伤装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合如表 7-3 要求。

表 7-3 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率控制值

管电压, kV	漏射线空气比释动能率, mGy/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

第 4 条 工业 X 射线探伤室探伤的放射防护要求

第 4.1 条 防护安全要求

第 4.1.3 条 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 100 μ Sv/周，对公众不大于 5 μ Sv/周；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

第 4.1.4 条 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h。

第 4.1.11 条 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

第 3.1.1 条 探伤墙和入口门外周围剂量当量率和每周周围剂量当量应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平（Hc）和导出剂量率参考控制水平（ $\dot{H}_{c,d}$ ）：

1) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平 Hc 如下：

职业工作人员：Hc \leq 100 μ Sv/周

公众：Hc \leq 5 μ Sv/周

第 3.1.2 条 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

2) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h。

续表 7 保护目标与评价标准

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

根据 GBZ117-2015 推导出年剂量控制值为工作人员：5mSv（100μSv/周，50 周/a），公众成员：0.25mSv（5μSv/周，50 周/a）。同时，根据 GB18871-2002 以及公司的管理目标确定项目年剂量管理目标值为工作人员：5mSv，公众成员：0.1mSv。

根据以上所列标准，本环评综合考虑各方面要素以及实际的可操作性，采用以下各项标准和剂量控制值，见表 7-4。

表 7-4 各项标准和指标

序号	项目	控制值	采用的标准
1	年剂量管理目标值	辐射工作人员：5mSv 公众成员：0.1mSv	GB18871—2002 GBZ117—2015
2	X 射线探伤机要求	距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率：<5mGy/h	GBZ117—2015 (管电压>200kV)
3	X 射线专用探伤室	探伤室外 30cm 处周围剂量当量率：≤2.5μSv/h 探伤室顶外表面 30cm 处周围剂量率（不可到达）：≤100μSv/h。	GBZ117—2015 GBZ/T250—2014

(4) 其他污染物排放标准

本项目为新建探伤室，施工期废气执行重庆市《大气污染物综合排放标准》（DB50/418-2016）中主城区排放标准；施工废水依托厂区现有污水处理装置处理后达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中一级标准后排放；项目施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准，即昼间 70dB(A)，夜间 55dB(A)

表 7-4 施工期污染物排放标准

序号	项目	颗粒物	控制值	采用的标准
1	废气	颗粒物	无组织排放监控浓度限值： 1.0mg/m ³	重庆市《大气污染物综合排放标准》（DB50/418-2016）
2	废水	COD、NH ₃ -N、SS、石油类	COD：100mg/L NH ₃ -N：15mg/L SS：70mg/L 石油类：10mg/L	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准
3	噪声	施工噪声	昼间 70dB(A) 夜间 55dB(A)	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）

表 8 环境质量现状

为掌握拟建项目所在地辐射环境质量现状，受建设单位的委托，重庆泓天环境监测有限公司于 2018 年 8 月 6 日对项目拟建址进行了辐射环境质量监测，监测报告见附件二（渝泓环（监）[2018]334 号）。

（1）监测布点

共设有 2 个辐射环境监测点，监测点位情况见表 8-1。

表 8-1 监测点位描述

序号	监测点位描述	备注
1	厂区机加生产厂房，即项目探伤室拟建地	探伤室内
2	项目所在地西侧，即项目探伤室西侧厂区绿化带处	探伤室外，厂房外

（2）监测因子

环境地表 γ 辐射剂量率

（3）监测方法和依据

表 8-2 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
环境地表 γ 辐射剂量率	仪器法	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）

（4）监测仪器

表 8-3 辐射环境质量现状监测结果表

监测仪器	仪器标号	计量检定/校准证书编号	有效期至	校准因子
环境监测用X、 γ 辐射空气比释动能率JB4010	09031	2018020801299	2019.02.28	1.02

（5）质量保证措施

人员培训：监测人员均持有合格证书上岗。

仪器刻度：监测仪器每年定期经计量部门检定，本次监测在有效期内。

自检：本次测量前、后均检查了仪器的工作状态。

监测记录：现场监测过程，专业人员按操作规程操作仪器，并做好了记录。

数据处理与复合：监测报告实行三级审核制度，经校对、校核，最后由技术总负责

续表 8 环境质量现状

人审定。

(6) 监测结果统计

监测结果统计见表 8-2。

表 8-2 拟建项目本底监测结果统计

监测点位	监测点位描述	环境地表 γ 辐射剂量率 (nGy/h)
$\Delta 1$	厂区机加生产厂房探伤室拟建地	72
$\Delta 2$	项目所在地西侧	69

根据监测统计结果可知,项目探伤室所在位置的地表 γ 剂量率的监测值在 69nGy/h~72nGy/h 之间(未扣除宇宙射线),与重庆市 2017 年环境地表 γ 辐射剂量率平均测量值 96.3nGy/h(未扣除宇宙射线)相比较处于本底涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期

本项目施工期工艺流程及污染物产生环节见下图：

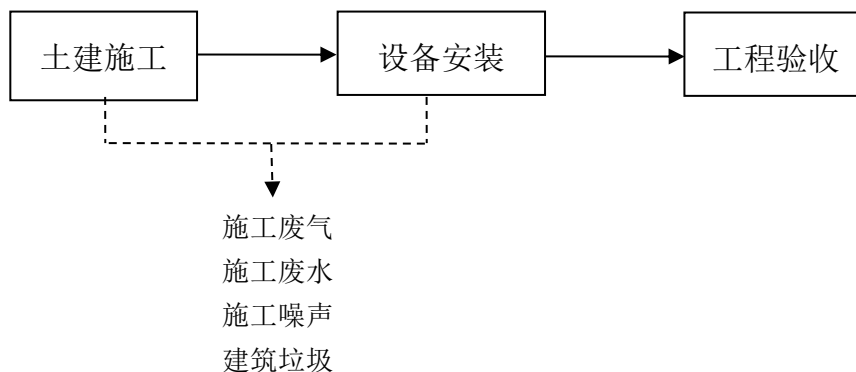


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节

该项目为新建项目，在探伤室施工过程中有施工机械噪声、施工废气、建筑垃圾及施工废水产生。

(1) 施工废气

施工产生的扬尘主要集中在土建施工阶段，主要是在建材的装卸、搅拌过程中，由于外力而产生的尘粒再悬浮而造成。拟建探伤室位于明珠机电机加厂房内，且项目施工期较短，施工期间通过洒水抑尘降低粉尘的影响。

(2) 施工废水

施工期废水主要为施工废水和施工人员生活污水。

施工废水来自混凝土养护过程产生的废水，与施工人员生活污水依托厂区现有生化池处理后排放。

(3) 施工固废

本项目施工期的固体废物主要来源于弃土石方和建筑垃圾。

①土石方平衡

本项目土石方挖方量为 30m^3 ，填方 5m^3 ，土石方平衡后弃方 25m^3 ，多余土石方运至指定渣场堆放。

②生活垃圾

本项目施工期产生的生活垃圾按每天施工人员 10 人计，每人每天产生生活垃圾

续表 9 项目工程分析与源项

0.5kg，则每天产生 5kg，施工期产生生活垃圾共计 0.45t。

③建筑垃圾

建设施工过程中将产生建筑垃圾，建筑垃圾按 0.03t/m² 建筑面积计，则整个施工期将产生约 2.76t，建筑垃圾送往指定渣场处理。

(4) 施工噪声

施工噪声主要体现在土石方开挖、基础施工、结构施工等阶段，拟建项目位于机加厂房内，通过建筑隔声、选用低噪声施工设备，可降低施工噪声的影响。

根据以上分析，评价认为本项目在建设施工期基本不会对周围环境产生不良影响。

9.2 营运期

9.2.1 工程设备和工艺分析

(1) 设备组成

XXG-2505 型探伤机为工业 X 射线定向探伤机，XXGH-2505 型探伤机为工业 X 射线周向探伤机，均由控制器、X 射线发生器、连接电缆、电源电缆组成。

①控制器

探伤机控制器为立式结构。所有操作均有面板上的按键式开关进行。电缆插座、电源开关及接地端子设置在接线盒内。控制器由控制板、电容板、供电电源板、前面板、电感线圈、IGBT 斩波模块构成。

②X 射线发生器

探伤机 X 射线发生器为组合式，X 射线管、高压发生器与绝缘气体（SF₆）一起封装在桶状铝壳内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器。X 射线发生器由 X 射线管、高压变压器、温度继电器、气体压力表、连接电缆插座、警示灯、X 射线管冷却风扇、充、放气阀部件构成。

本项目探伤机主要性能参数见表 9-1，X 射线探伤机如图 9-1。

表9-1 X 射线探伤机的主要性能参数

设备型号	XXG-2505型	XXGH-2505型
额定电压	250kV	250kV
额定电流	5mA	5mA

续表 9 项目工程分析与源项

射线管焦点尺寸	2.0×2.0mm	1.0×2.5mm
---------	-----------	-----------

续表9-1 X射线探伤机的主要性能参数

设备型号	XXG-2505型	XXGH-2505型
最大穿透 (Fe)	40mm	40mm
X 射线束辐射角	40°+5°	360°×30°
冷却方式	风冷	风冷
成像方式	拍片成像	拍片成像
曝光时间	0.5~5min	0.5~5min



XXGH-2505 型（周向）



XXG-2505（定向）

图 9-1 本项目拟购 X 射线探伤机典型照片

(2) 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。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金等制成。

X 射线管结构及原理示意图见图 9-2。

续表 9 项目工程分析与源项

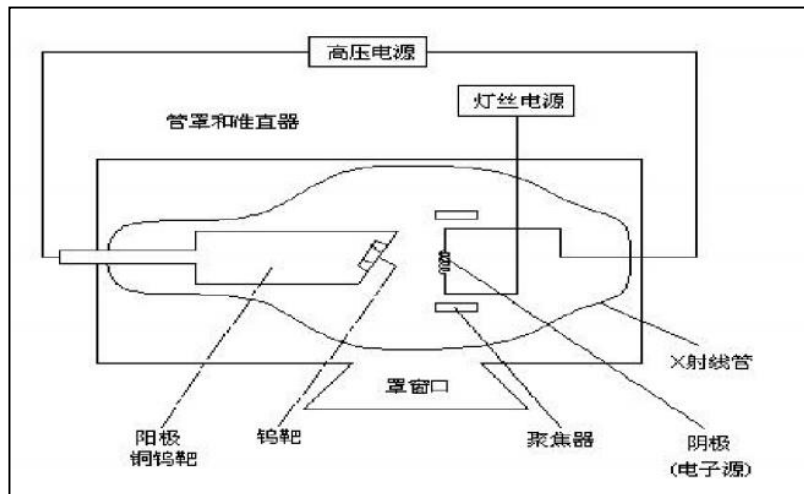


图 9-2 X 射线管原理示意图

X 射线通过物质时，其强度逐渐减弱，X 射线还有个重要性质，就是能使胶片感光，当 X 射线照射胶片时，与普通光线一样，能使胶片乳剂层中的卤化银产生潜象中心，经过显影和定影后就黑化，接收射线越多的部位黑化程度越高，这个作用叫做射线的照相作用。把这种曝光过的胶片在暗室中经过显影、定影、水洗和干燥，再将干燥的底片放在观灯片上观察，根据底片上有缺陷部位与无缺陷部位的黑度图像不一样，就可判断出缺陷的种类、数量、大小等，这就是射线照相探伤的原理。

X 射线穿透工件焊缝在 X 胶片上成像，对 X 胶片进行显影、定影，根据 X 胶片上显示图像颜色的差异判断检测工件是否符合要求，从而达到无损检测的目的。

根据探伤机射线出束方位角度的不同，探伤机分为定向、周向两种类型，本项目使用的探伤机为 1 台定向，1 台周向探伤机。定向型探伤机辐射是固定的，射线束辐射圆锥角一般在 $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 范围，周向型探伤机辐射射线束是在与 X 射线管轴线成垂直方向的 360° 圆周上同时辐射 X 射线，这对于检测大口径管件和球形容器的环形焊缝，通过一次曝光可以完成整个焊缝的探伤照相工作，因而可以大大地提高检测效率。

(3) 工艺流程

本项目两台探伤机工作场所均在新建探伤室内，探伤机仅单独工作，两台不同时运行。探伤机工作流程见图 9-3。

续表 9 项目工程分析与源项

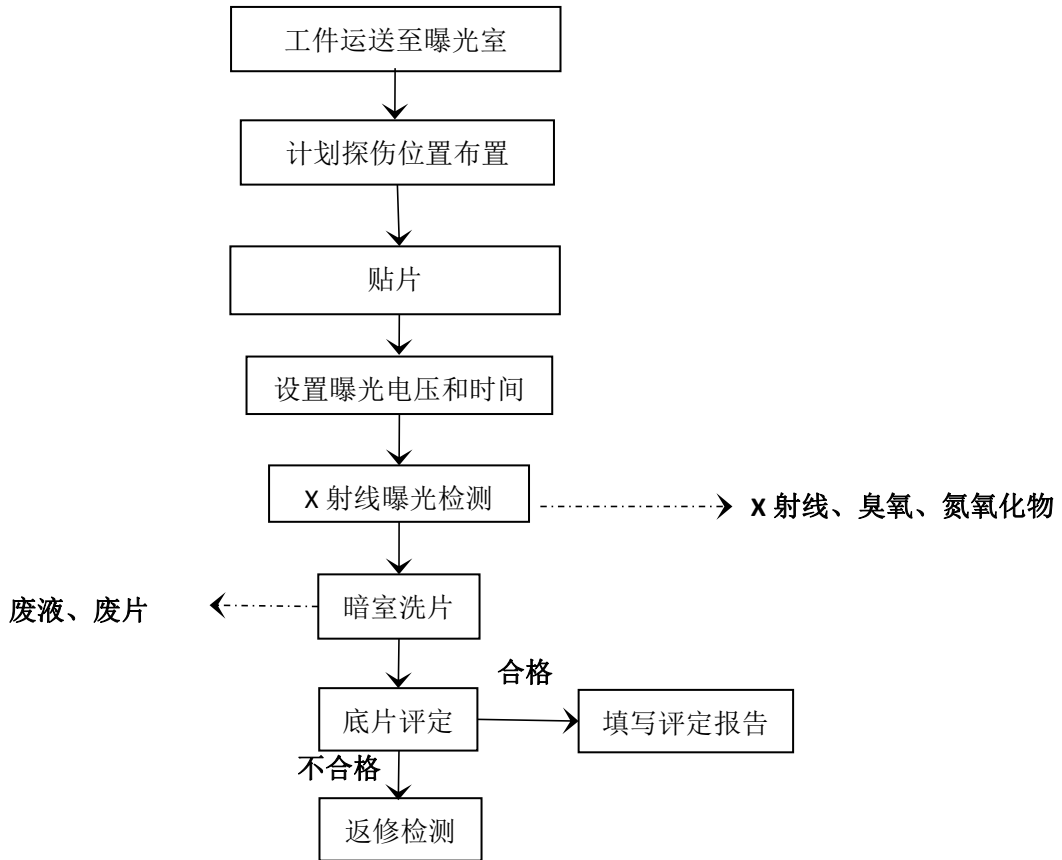


图 9-3 探伤工艺流程简图

X 射线探伤机的操作流程可简单描述为：确定曝光时间和曝光位置；铺设胶片于需探伤工件或部件；曝光照片；冲洗胶片及评片。

在工作前必须做好一切准备，根据探伤规范要求，算出曝光时间、焦距、确定焦点位置，非工作人员不得进入曝光室区域，以免发生误照事故。

- ①工件通过导轨运送至曝光室；
- ②根据探伤工件大小、尺寸，确定探伤机的位置布置；
- ③贴片：选择合适的位置，在工件上贴片；

④根据探伤规范要求，开启控制器电源，确认数码管显示与拨号盘一致、初级电压指示表指针在一半位置上，否则严禁开启高压；当电源电压正常时，调节千伏选择按钮，调整到需要的值；调节时间按钮，选择需要的曝光时间，准备进行下一步骤；

⑤确认曝光室内无人后，关闭防护门，启动高压，按下开高压按钮并持续 1 秒钟，即可启动曝光操作，同时操作面板上的射线警示灯闪动，时间显示窗口开始倒计时，X

续表 9 项目工程分析与源项

射线发生器开始工作，向外辐射 X 射线；当数码管显示“0.0”时，曝光结束。仪器自动切断高压，喇叭“嘟..嘟..嘟..”鸣叫 3 声，并进入 1:1 休息，数码管显示预选值，准备下一次曝光，此时，“准备”灯灭，等到与上次工作时间相等时，“准备”灯亮；

⑥探伤结束时，关闭 X 射线探伤机，取下胶片；

⑦取下的胶片在暗室内进行冲洗，本项目采用手工洗片，工艺流程如下：

A. 显影：显影池内注入配好的显影液，将洗片夹放入显影池内频繁抖动，保持胶片膜面的药液流动更新，使显影均匀。显影时间控制在再胶片规定的时间范围内；

B. 停显：洗片夹自显影液中取出后，再显影池上方停留 2~3 秒以使滞留的药液流离洗片夹，放入一号清洗池用清水将其上面的显影液冲洗干净至停显。

C. 定影：定影池内注入配置好的定影液，将停显后的底片放入定影液中晃动定影，按规定控制定影时间。

D. 水洗、干燥：底片定影后放入二号清洗池内水洗，冲洗时间不少于 20 分钟，水温一般为常温。底片水洗后进行干燥处理，方法一般有自然晾干或烘箱烘干，本项目采用自然晾干。

⑧进行评片和审片，评定合格的底片填写评定报告，评定不合格的产品，返修检测。

9.3 污染源强描述

根据工艺流程可知，探伤机运营期产生的污染物主要有废气（臭氧、氮氧化物）、X 射线探伤机曝光时的电离辐射影响。

9.3.1 电离辐射

由 X 射线探伤机工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失，本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

根据项目 X 射线探伤工作流程，X 射线探伤机与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 X 射线球管出束照射工件期间，它产生的 X 射线能量在零和曝光管电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散射线。

(1) 有用线束：直接由 X 射线管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射工件，形成工件无损检测的射线。距靶 1m 处主射束的输出量不大于

续表 9 项目工程分析与源项

13.9mGy/mA·min，其射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数，加在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。

(2) 漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。

(3) 散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（检测工件、射线接收装置、地面、墙壁等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。。

9.3.2 “三废”排放情况

本项目主要是在 X 射线探伤机无损检测作业过程中产生的 X 射线，不产生放射性三废。

(1) 废气

在无损检测作业时，X 射线使空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（主要为 NO₂），产生量少，通过机械排风排入环境。

(2) 废水

本项目废水主要为辐射工作人员产生的少量生活污水。

(3) 噪声

曝光室设置一台风机，风机安装在曝光室顶部，工作时将产生一定的噪声，建设单位拟采用低噪声设备，噪声值约 65dB(A)。

(4) 固体废物

1) 一般固废

本项目一般固废主要为辐射工作人员产生的生活垃圾及报废的探伤机，生活垃圾产生量约 0.5t/a，交由环卫部门统一处理。

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，报废的探伤机交由回收单位处置。

2) 危险废物

重庆明珠机电有限公司探伤作业产生的洗片废液、冲洗废水（含重金属 Ag⁺）以及废旧胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16（废物代码 900-019-16）。

①洗片废液：曝光产生的胶片在暗室进行冲洗。暗室洗片区域不配备洗片机，采用手工洗片。洗片液由显影液和定影液组成，主要成分为苯二酚、亚硫酸钠，并含重金属

续表 9 项目工程分析与源项

银。本项目一次配置的显影液和定影液各约 100L，根据洗片数量和成片质量判断是否需要更换。明珠机电有限公司的探伤工作量较大（每年最多拍片约 10000 张），一般情况下显影液和定影液至少 3 个月更换一次，该企业洗片过程年产生洗片废液约 800L，即 0.8t/a。

②冲洗废水：洗片过程中显影和定影后需要用清水进行冲洗，清洗水反复使用，主要含对苯二甲酸和微量的银，污染物浓度较小，产生量约 0.5t/a。

根据建设单位提供的资料，20L 的显影液和定影液，能洗（规格为 80×360 压力容器用片）约 800 张片，换算成（规格为 80×180 压力管道用片）约 1400 张片。

按本公司实际拍片量约为 8000~10000 张（规格为 80×360），计算约产生 200L~250L 的废显影液、200L~250L 的废定影液和 200L~250L 的清洗水（考虑了因射线工作不饱和会出现一段时间的显影液、定影液、清洗水不使用的情况而产生的废液）。则本项目洗片废液和清洗废水最大产生量约为 0.75t/a。

③废旧胶片：废旧胶片包括曝光时产生的废片和存档到期的胶片，属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16，并无放射性。每年废片产生量约 500 张（0.2t），公司胶片存档期为 3 年，因此公司 X 射线探伤业务开展 3 年内每年废旧胶片产生量约为 500 张，3 年之后每年废旧胶片产生量为 10000 张，包括曝光废片和存档到期的胶片。本项目危废产生量及处理措施见下表 9-2。

表 9-2 本项目危废产生量及处理处置措施

危废名称	危废类别	危废代码	产生量 (t/a)	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	处置措施
废显影液、废定影液	HW16	900-01 9-16	0.5	液	苯二酚、亚硫酸钠，重金属银	重金属银	3 个月	T	分类收集后暂存于暗室及控制室危废暂存区，定期交有危废处置资质公司处置
冲洗废水	HW16	900-01 9-16	0.25	液	对苯二甲酸、重金属银	重金属银	3 个月	T	
废胶片	HW16	900-01 9-16	0.2	固	明胶、卤化银	重金属银	每年	T	

9.4 源项分析

项目产生的污染因子源强分析情况见表 9-3 所示。

续表 9 项目工程分析与源项

表 9-3 项目污染因子源强一览表

污染物	污染因子	产生量
辐射	X 射线	能量: 250kv, 距靶 1m 处主射束的输出量不大于 13.9mGy/mA•min
废气	O ₃ 、NO _x	少量
废水	COD、BOD ₅ 、SS、NH ₃ -N	少量
噪声	设备噪声	65dB (A)
一般固废	生活垃圾	0.5t/a
	报废的探伤机	少量 (约 10 年报废)
危险废物	废的显影液、定影液、清洗废水	0.75t/a
	废片和存档到期的胶片	0.2t/a

表 10 辐射安全与防护

10.1 探伤室布局与分区

10.1.1 探伤室布局合理性分析

项目探伤室配套建设了曝光室、暗室、控制室/评片室，功能布置齐全，房间布置紧凑，方便探伤工作操作及后续洗片工作进行。探伤室位于机加厂房西南侧，因项目需要进行无损检测的工件体积较大，故项目曝光室北侧设置一个防护门作为工件出入口，进入控制室设置有小铅门，用于辐射工作人员、探伤机维护检修工作人员出入口，曝光室西南侧设有迷道，能够阻挡 X 射线对辐射工作人员出入小铅门的照射，因此，本项目探伤室平面布局合理。

10.1.2 探伤室分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”

表 10-1 探伤室两区划分与管理

类别	范围
控制区	曝光室、迷道
监督区	控制室/评片室、暗室，曝光室墙体边界外 30cm。

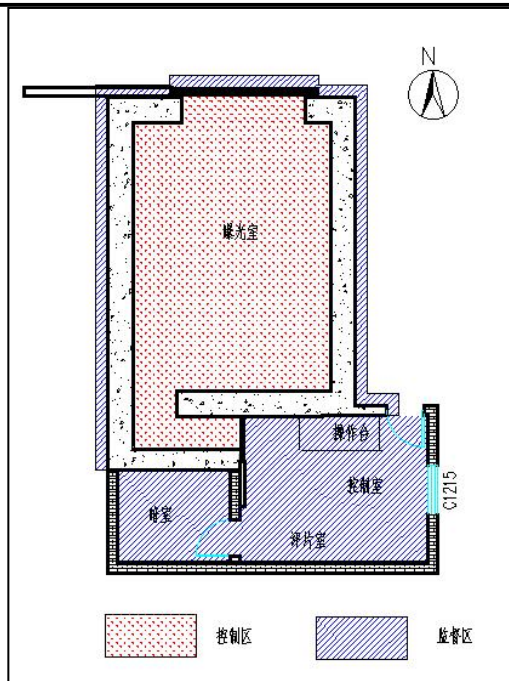


图 10-1 探伤室工作场所分区布置图

续表 10 辐射安全与防护

根据上述划分，项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。建设单位应采取必要的措施加强分区管理，主要措施如下：

①在监督区边界开展定期监测工作；

②在控制区和监督区之前的穿墙管线等处开展定期监测工作；

③在监督区进入控制区的通道（防护门）处设置电离警示标志，在监督区边界设置警示标识，警告无关人员远离该区域。

10.2 辐射安全与防护

10.2.1 曝光室屏蔽体建设情况

根据建设单位提供的资料及现场踏勘，项目曝光室尚未建成，曝光室位于最底层，故不考虑地板设计屏蔽情况。曝光室各设计屏蔽体的情况见表 10-2。

表 10-2 曝光室设计屏蔽情况一览表

项目	内容
长×宽×高	11.5m×8m×5.0m（内空尺寸：6.5m×4.8m×4.5m）
四周屏蔽墙厚度	60cm 厚混凝土
顶棚厚度	50cm 厚混凝土
迷道	宽 0.8m，长 2.6m，墙体均为 60cm 厚混凝土
曝光室门洞尺寸	3m×3.5m（宽×高），10mmPb 的防护门
小防护门门洞尺寸	0.8m×2.0m（宽×高），6mmPb 的防护门

备注：混凝土密度为 2.35g/m³

10.2 电离辐射防护措施

①曝光室四周屏蔽墙体均为 60cm 混凝土，顶棚为 50cm 混凝土，无地下层，大防护门为 10mmPb，小防护门为 6mmPb，根据后文计算可知，曝光室的屏蔽能力应满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117—2015）标准限值要求。

②屏蔽门的门体与墙体重叠长度大于墙体间缝隙间距 10 倍以上。同时项目屏蔽门的生产、安装均拟委托有生产资质的厂家承担。

③穿越防护墙的导线、导管采用“U”型进入曝光室内，不影响墙体屏蔽防护效果。曝光室排风口设置于顶棚上，通风管道截面 300mm×160mm，排气管道出曝光室顶

续表 10 辐射安全与防护

棚约 1m 长的管道外侧用铅皮包裹，铅皮厚约 2mm，防止 X 射线通过通风口直接照射至曝光室外。风机位于曝光室顶棚。

④曝光室设置了安全联锁装置、室内紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。此外，防护门上设有电离辐射警告标识和中文警示说明。

曝光室门、人员通道门与探伤机实现门机联锁，工作状态指示灯显示实现门灯联锁，曝光室工作人员通道门与工件进出门口处拟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制动装置等，避免工作人员和公众受到误照射。

A. 门机联锁：曝光室防护门（工件大门和人员通道门）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。

B. 灯机联锁：曝光室防护门外侧及控制台上拟设置工作状态警示灯，并与探伤机联锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时。

C. 紧急制动装置：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开关并有中文标识，曝光室迷道出口处设置紧急停止开关并有中文标识，各个紧急停止开关相互串联，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。

D. 视频监控系统：曝光室内安装一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，保证曝光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。

续表 10 辐射安全与防护

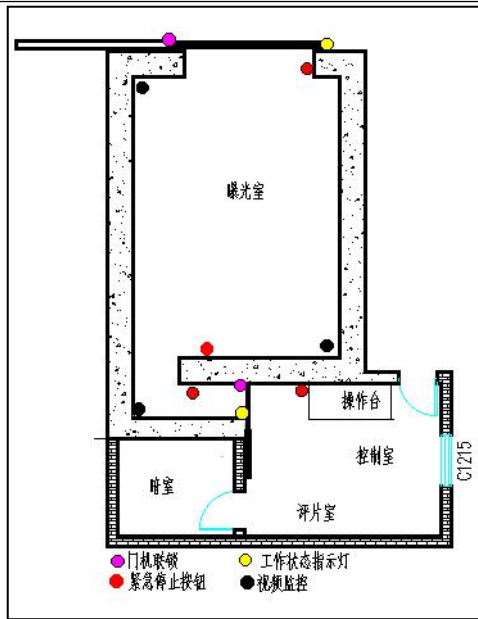


图 10-2 安全装置布置示意图

⑤曝光室门口和内部同时设显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号持续有足够长的时间，以确保曝光室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。曝光室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。电离辐射警告标志如图 10-3 所示：



图 10-3 电离辐射标志和电离辐射警告标志

- ⑥探伤室进行分区管理，分别在边界处设置警示标志，时时警告无关人员不得入内。
- ⑦探伤时，主射线方向朝东、西、顶棚、地面，不更改。
- ⑧探伤机日常放置在曝光室内，设置防护门，专人管理钥匙。

10.3 个人防护用品

建设单位拟配置的个人防护用品如下表。

续表 10 辐射安全与防护

表 10-3 个人防护用品一览表

序号	设备名称	安装/佩带位置	用途
1	个人剂量报警仪	4 个	用于实时监测剂量是否超标
2	个人剂量计	4 个	对个人受到的剂量进行记录

根据上表可知，项目拟配置个人剂量报警仪（4 个）、个人剂量计（4 个），满足每位辐射工作人员配置一个，满足项目运行的需求。

续表 10 辐射安全与防护

10.4 项目措施与相关要求的符合性分析

根据上文介绍，项目采取了一定的辐射防护措施，其与相关标准和规范的相关要求对比情况见表 10-4 所示。

表 10-4 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表

标准名称	标准要求	项目情况	
《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015)	4.1 防护安全要求	4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向	项目操作室与曝光室分开布置，X 射线探伤机的有用射线束照射方向朝向东、西、顶棚、地面，避开了操作室
		4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区,与墙壁外部相邻区域划为监督区	项目根据该要求划定了控制区和监督区，实行分区管理
		4.1.5 探伤室应设置门—机联锁装置，并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射	曝光室设置门—机联锁装置，并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射
		4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别	拟设置指示灯和声音提示装置，信号灯与工作场所内使用的其他报警信号有明显区别
		4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。	曝光室防护门上方设置了照射状态指示灯，并与 X 射线探伤装置联锁
		4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	曝光室内、外醒目位置设置了有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明

续表 10 辐射安全与防护

续表 10-4 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表			
标准名称	标准要求	项目情况	
《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015)	4.1 防护安全要求	4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明	项目曝光室防护门上设置了电离辐射警告标识和中文警示说明
		4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳, 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。按钮或拉绳的安装, 应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签, 标明使用方法	曝光室内安装紧急停机按钮, X 射线探伤机的有用射线束照射方向朝向东、西、顶棚、地面, 滞留在曝光室的人员均不需要穿过主射线束就能够使用, 按钮设置了标签, 标明使用方法
		4.1.11 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。	曝光室设置了一个机械排风口, 产生的废气经排气管道引至厂房楼顶排放, 排风口远离人员活动的密集区, 每小时通风换气次数不小于 3 次
《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014)	3.3 其他要求	3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室, 可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式	项目进行无损检测的均为大型工件, 轨道搬运, 项目在曝光室北侧设置大铅门供工件进出, 曝光室西南侧进入控制室设置小防护门, 设置迷道供工作人员进出。
		3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外, 控制室和人员门应避开有用射线束照射方向	项目控制室置于曝光室外, X 射线探伤机的有用射线束照射方向朝向东、西、顶棚、地面, 避开了控制室和人员门
		3.3.3 屏蔽设计中, 应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽	项目曝光室的建设考虑了缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽, 如穿越防护墙的导线、导管采用“U”型进入曝光室内。曝光室通风管道截面 300mm×160mm, 管道出曝光室顶棚 1m 长管道外侧用 2mm 厚铅皮包裹。
		3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时, 按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽	本项目两台探伤机最大管电压一致, 项目曝光室各屏蔽体均能满足 X 射线探伤设备的屏蔽要求

续表 10 辐射安全与防护

根据表 10-4 可知，本项目采取的辐射安全与防护措施满足《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）的要求。

10.5 三废的治理

（1）废气：臭氧和氮氧化物

本项目探伤机产生的 X 射线能量较低，探伤过程中可产生微量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温下很快转化成氧气，新建的曝光室配置 1 套换气装置，换气次数达 3~4 次/h，风量应达 2000 m³/h，风机位于曝光室顶棚，排气管道出曝光室顶棚约 1m 长的管道外侧用铅皮包裹，铅皮厚约 2mm。

（2）废水

辐射工作人员产生的生活污水依托厂区现有生化池处理后排入污水管网。

（3）噪声

本项目设置一台风机，位于曝光室顶棚，经过厂房隔声、选用低噪声设备等措施，降低风机噪声对周边环境的影响。

（4）固体废物处理措施

①一般固废

本项目辐射工作人员产生的生活垃圾交由环卫部门统一处理；报废的探伤机采取去功能化措施后交由回收单位回收处置。

②危废废物

A.危废治理措施

本项目产生的危险废物主要为废显影液、废定影液、清洗废水及废胶片。根据《国家危险废物名录》，以上废物均为危险废物（HW16 感光材料废物）。

废显影液、废定影液产生量共为 500L/a，（0.5t/a），主要成分为苯二酚、亚硫酸钠，并含重金属银。本项目拍片后胶片在暗室洗片。配置好的显影液和定影液平时存放在专用水槽中备用，更换时转移至专用废物桶，及时联系有资质的单位来回收，尽量减少洗片废液在公司内暂存的时间，废液在公司内暂存时间不超过半年。

洗片过程中需要用清水冲洗，清洗水反复使用，主要含对苯二甲酸和微量的银，浓

续表 10 辐射安全与防护

度很小，产生量约为 0.25t/a。清洗废水反复使用至不能再利用后和洗片废液一同暂存在暗室危废暂存区的废液桶内，定期交由有资质单位进行处理。

废胶片产生后存放在收纳箱内，放置在控制室内的收纳箱中，定期送给有资质的单位进行处理。

B.危废暂存区建设要求

本项目产生的危险废物主要为废显影液、废定影液、冲洗废水及废胶片，其中废显影液、废定影液主要成分为苯二酚、亚硫酸钠，并含重金属银，冲洗废水主要含对苯二甲酸和微量的银，属感光材料废物，废胶片亦属感光材料废物。根据《国家危险废物名录》，以上废物均为危险废物（HW16 感光材料废物），需委托有资质的危废处理单位回收处理，不能及时回收时需在公司内暂存。

明珠机电有限公司根据《危险废物贮存污染控制标准（GB18597-2001）》标准要求，拟在暗室内设置危废暂存区，暗室面积约 5.8m²，包含洗片区域和危废暂存区域。整个暗室地面硬化，涂装至少 2mm 厚防渗漏、防腐蚀的涂料（如环氧树脂），防渗涂料超过墙裙角 30cm；盛装洗片废液和冲洗废水的容器用大桶盛装；暂存区张贴清晰醒目的标志牌，盛装危险废物的容器按规定粘贴危险废物标签；危废暂存区安排专人管理，定期由有资质单位清运危险废物，并建立台账。

本项目危废贮存场所基本情况见下表 10-5。

表 10-5 建设项目危险废物贮存场所基本情况表

序号	贮存场所名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积 (m ²)	贮存方式	贮存能力	贮存周期
1	暗室危废暂存区	废显影液、废定影液	HW16	900-019-16	曝光室南侧暗室	2	废液桶	50L	3 个月
2		冲洗废水	HW16	900-019-16			废液桶	50L	3 个月
3	控制室危废暂存区	废胶片	HW16	900-019-16	曝光室南侧控制室	1	收纳箱	80L	一年

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

11.1 施工期环境影响分析

本项目施工期的环境影响主要是探伤室的建设产生的噪声、扬尘、废水、固体废物等环境影响。项目所在厂区已建成，施工人员、施工设备、环保设施等均可依托。

(1) 废水环境影响分析

本项目施工期污水主要为施工人员生活污水、施工场地废水等，废水依托厂区现有污水处理装置，达《污水综合排放标准》一级标准后，由园区市政污水管网排入嘉陵江，对环境影响较小。

(2) 废气环境影响分析

本项目施工期废气主要为施工扬尘等。

拟建项目所在厂房已经建成，本项目主要是探伤室结构建设和室内施工，且工程量小，且时间短，施工过程中产生的粉尘量小，通过洒水抑尘及大气扩散，周围环境影响小。

(3) 噪声环境影响分析

根据工程分析可知，施工期噪声源主要为动力设备、施工机械及运输车辆，本项目在厂区内施工，且施工期较短，主要对厂区内有影响，对厂区外影响较小。

(4) 固体废弃物环境影响分析

本项目施工期的固体废弃物主要为建筑垃圾、基础开挖产生的土石方，运往指定渣场处置。

综上，本项目工程量较小，施工人员较少，有抑尘措施，施工期短，合理安排施工秩序，施工时间，本项目对周围敏感点的影响在可接受的范围内。随着施工期的结束，这些影响也随即结束。

运行阶段对环境的影响

11.2 运行期辐射环境影响评价

本项目是辐射环境影响随曝光室内探伤机开关而产生和消失，因此本项目产生的环境影响主要是探伤机运行而产生的 X 射线。

续表 11 环境影响分析

11.2.1 曝光室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

估算公式使用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中估算公式。

a) 周剂量参考控制水平 (H_c) 和导出剂量率参考控制水平 ($\dot{H}_{c\cdot d}$) :

1) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平 H_c 如下:

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

公众: $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c\cdot d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (1) 计算:

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

式中:

H_c —周剂量参考控制水平, 单位为微希每周 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$);

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子;

T —人员在相应关注点驻留的居留因子;

t —探伤装置周照射时间, 单位为小时每周 ($\text{h}/\text{周}$)。

t 按式 (2) 计算:

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \quad (2)$$

式中:

W —X 射线探伤的周围工作负荷 (平均每周 X 射线探伤照射的累积“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值), $\text{mA} \cdot \text{min}/\text{周}$;

60—小时与分钟的换算关系;

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位为毫安 (mA)。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c\cdot \text{max}}$:

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c :

续表 11 环境影响分析

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

11.2.2 曝光室辐射屏蔽估算公式

估算公式使用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中估算公式。

1) 有用线束

a) 关注点达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时, 屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式(3) 计算, 然后按 X 射线在铅和混凝土中的透射曲线图查到所需的厚度。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \quad (3)$$

式中:

\dot{H}_c —按 (1) 式确定的剂量率参考控制水平, 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$);
(本环评均取 $2.5\mu\text{Sv/h}$);

R—辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m);

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位为毫安 (mA);
(本环评为 5mA);

H_0 —距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$, 以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 , 见附录表 B.1。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时, 由铅和混凝土中的透射曲线图中得到相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按 (4) 计算:

$$\dot{H}_c = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (4)$$

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, 单位为毫安 (mA);

H_0 —距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$, 以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 , 见附录表 B.1;

B—屏蔽透射因子;

续表 11 环境影响分析

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

2) 屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 相应的关系

a) 对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（5）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (5)$$

式中：

X——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——查表。

b) 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（6）计算：

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad (6)$$

式中：

TVL——查表；

B——达到剂量参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽透射因子。

3) 泄漏辐射屏蔽

a) 关注点达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽透射因子 B 按式（7）计算，然后按式（6）计算所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_L} \quad (7)$$

式中：

\dot{H}_c ——按 3.1 确定的剂量率参考控制水平，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\dot{H}_L ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式（5）计算，然后按式

(8) 计算泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} 单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）：

续表 11 环境影响分析

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \bullet B}{R^2} \quad (8)$$

式中：

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

4) 散射辐射屏蔽

关注点达到剂量率参考水平 \dot{H}_c 时，屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式（9）计算。然后按式（6）计算出所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \bullet R_s^2 \bullet R_o^2}{I \bullet H_o \bullet F \bullet \alpha} \quad (9)$$

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，单位为毫安（mA）；

H_o —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1；

B—屏蔽透射因子；

F— R_o 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_o —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

11.2.3 曝光室防护核算原则及主要技术参数

(1) 曝光室屏蔽防护效能核实原则

墙体厚度确定原则：当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算

续表 11 环境影响分析

泄漏辐射、散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个半值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽厚度，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

（2）主要技术参数

本项目配置一台 XXG-2505 型定向探伤机和 XXGH-2505 型周向探伤机各一台，探伤机电流随电压变化自动调节；项目曝光室内布置的 1 条轨道，南北方向布置，定向 X 探伤机工作时，主射方向为东、西，周向探伤机主射方向为东、西、顶棚、地面，曝光室探伤机移动范围及尺寸示意图 11-1。

本项目探伤机额定电压、电流均相同，根据探伤机安装方式、曝光室布置情况及业主提供的资料，采取最不利原则，曝光室最大辐射角度为 40° ，根据图 11-1 可知，南、北墙不存在主射，确定探伤机的主射方向为东墙、西墙及顶棚（无法到达）、地面，因此，曝光室南墙、北墙、防护门均考虑漏射、散射进行核算。

在最大电压 250kV（额定电压）时，X 射线探伤装置泄漏辐射距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率 H_L 为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；X 射线探伤装置 90° 散射辐射最高能量相应的电压为 200kV（根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 查得，原始 X 射线 200~300kV（不包括 200kV），散射辐射对应的计算电压为 200kV）。

各墙体核算距离见表 11-1。

表 11-1 各墙体核算距离一览表

考察点			距离	核算距离
东面（过道、仓库）	墙体	主射	2.8m	$2.8+0.6+0.3=3.7\text{m}$
西面（卫生间、办公室）	墙体	主射	3.4m	$3.4+0.6+0.3=4.3\text{m}$
南面（控制室/评片室、暗室）	墙体	散、漏射	1.7m	$1.7+0.6+0.3=2.6\text{m}$
南面（小铅门）	小铅门	散射	$R1=2.5\text{m}, R2=2.6\text{m}$	$2.5+2.6=5.1\text{m}$
北面（过道）	墙体	散、漏射	1.2m	$1.2+0.6+0.3=2.1\text{m}$
北面（大铅门）	大铅门	散、漏射	1.8m	$1.8+0.6+0.3=2.7\text{m}$
顶棚	墙体	主射	3.5m	$3.5+0.5+0.3=4.3\text{m}$

续表 11 环境影响分析

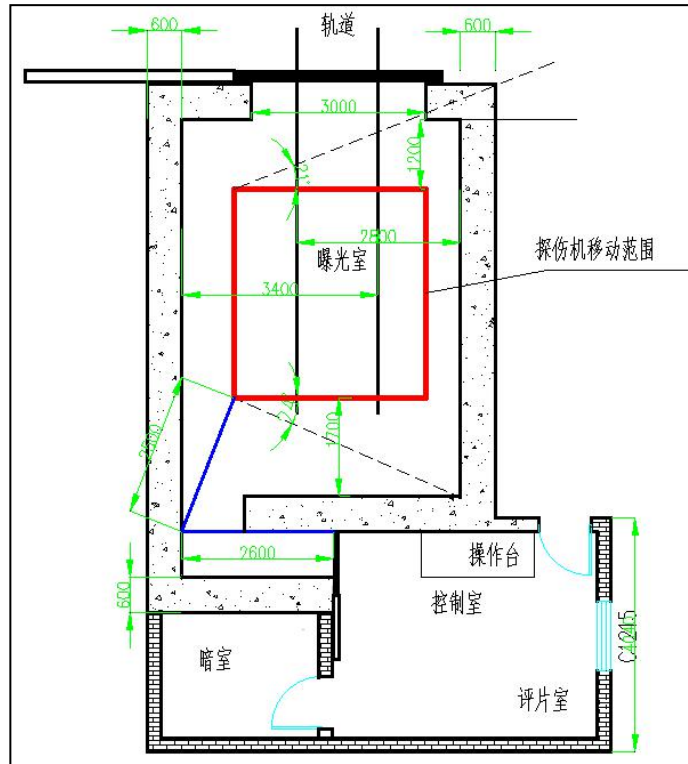


图 11-1 曝光室预测距离示意图

(3) 剂量率参考控制水平的确定

X 射线探伤装置工作负荷见表 11-2，居留因子取值见表 11-3，曝光室几何参数和辐射屏蔽参数见表 11-4，相关计算参数见表 11-5。

表 11-2 X 射线探伤装置工作负荷

设备名称	电压	电流	周平均曝光次数	单次曝光最长 时间	周最大照射 时间	周最大工作负荷
XXG-2505	250kV	5mA	30 次/周	5min /次	2.5h/周	750mA.min/周
XXGH-2505	250kV	5mA	20 次/周	5 min /次	1.67h/周	500mA.min/周
合计	/	/	50 次/周	5 min /次	4.17h/周	1250mA.min/周

表 11-3 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/16	厕所、楼梯、人行道

注：取自 NCRP144

续表 11 环境影响分析

表 11-4 剂量率参考控制水平核算表					
方向	U	T	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	需屏蔽的辐射源
东面 (过道、仓库)	1	1/16	19.8	2.5	有用线束
西面 (办公室、卫生间等)	1	1	1.2	1.2	有用线束
南面 (控制室、暗室、评片室等)	1	1	24.0	2.5	泄漏辐射 散射辐射
北面 (过道)	1	1/16	19.8	2.5	泄漏辐射 散射辐射
顶棚 (不可到达)	1	/	/	100	主射

根据表 11-4 计算可知, 曝光室东、南、北面墙体外 30cm 的剂量率参考控制水平为 2.5 $\mu\text{Sv/h}$; 西面墙体外 30cm 的剂量率参考控制水平为 1.2 $\mu\text{Sv/h}$; 曝光室顶棚上方 30cm 的剂量率参考控制水平为 100 $\mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-5 相关参数			
参数	数值		
	XXG-2505 型探伤机	XXGH-2505 型探伤机	
I (mA)	5	5	
G (mGy·m ² /mA·min)	13.9 (250kV, 3mm 铝过滤条件下)	13.9 (250kV, 3mm 铝过滤条件下)	
$\frac{R_0^2}{F \times d}$	50	50	
泄漏辐射剂量率 H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	5×10^3	5×10^3	
十值层 (TVL) 和半值层 (HVL)	铅		
	电压等级 kV	TVL (mm)	HVL (mm)
	250	2.9	0.86
	200	1.4	0.42
	混凝土		
	电压等级 kV	TVL (mm)	HVL (mm)
	250	90	28
	200	86	26

续表 11 环境影响分析

11.2.3 曝光室防护核算结果

本项目配置了 2 台 X 射线探伤机，额定工作电流相同，本评价考虑最不利情况，选择周向探伤机核算对曝光室墙体进行屏蔽效果，屏蔽效果见表 11-6。

表 11-6 X 射线探伤装置屏蔽效果核实结果

考察点		剂量率参考控制水平 H _c (μSv/h)	距离 (m)	计算厚度 (mm)		设计厚度 (mm)	设计厚度下瞬时剂量(μSv/h)	是否达到屏蔽要求	
东面 (过道、仓库)	墙体	主射	2.5	3.7	470 混凝土	470 混凝土	600 混凝土	0.089	是
西面 (办公室、卫生间等)	墙体	主射	1.2	4.3	487 混凝土	487 混凝土	600 混凝土	0.066	是
南面 (控制室、暗室、评片室等)	墙体	散射	2.5	2.6	329 混凝土	329 混凝土	600 混凝土	0.0019	是
		漏射			222 混凝土				
	小铅门	散射	R1=2.5, R2=2.6	4.54mmPb	4.54mmPb	6mmPb	0.226	是	
北面 (过道)	墙体	散射	2.5	2.1	345 混凝土	345 混凝土	600 混凝土	0.00296	是
		漏射			239 混凝土				
	大铅门	散射	2.7	5.31mmPb	7.93mmPb	10mmPb	0.245	是	
		漏射		7.07mmPb					
顶棚	墙体	主射	100	4.3	314 混凝土	313 混凝土	500 混凝土	0.85	是

注：①以上参考点均设在墙体外 30cm，混凝土密度不低于 2.35g/cm³。

②根据《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》(GBZ/T144-2002)表 B1 可知：当电压 250kV 时， $\frac{Sv}{Gy} = 1.36$

续表 11 环境影响分析

根据表 11-6 计算结果可知，探伤机工作时，曝光室的四面墙体、顶棚、防护门的建设厚度均能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）屏蔽防护的要求。

11.2.4 年有效剂量估算

(1) 估算公式

X-γ射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H_{Er} = H_{(10)} \times T \times t \times 10^{-3} \quad (10)$$

式中：

H_{Er} ：X 或γ射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

$H_{(10)}$ ：X 或γ射线周围剂量当量率，μSv/h；

T：居留因子；

t：X 或γ射线照射时间，小时。

(2) 估算结果

探伤室外剂量估算表见表 11-7。

表 11-7 探伤机工作时的剂量估算表

方位	外环境	敏感人群类别	需屏蔽的辐射源	建设厚度下的瞬时剂量(μSv/h)	年最大曝光时间 (h)	居留因子	剂量估算 (mSv/a)
东面	(过道、仓库)	公众成员	主射	0.089	166.67	1/16	0.000927
西面	(办公室、卫生间等)	公众成员	主射	0.066	166.67	1	0.011
南面	(控制室、暗室、评片室等)	辐射工作人员	散漏射	0.2279	166.67	1	0.0024
北面	(过道)	公众成员	散漏射	0.00296	166.67	1/16	0.00003
	大铅门	公众成员	散漏射	0.245	166.67	1/16	0.0025

根据表 11-7 可得出以下结论：

①辐射工作人员

该公司共拟配备 4 名工作人员，但每名辐射工作人员探伤工作时间不均分，因此按保守情况估计，每年室内探伤工作全部由一个人完成。辐射工作人员所受的年有效剂量

续表 11 环境影响分析

最大为 0.0024mSv/a，低于本评价管理目标值 5mSv/a，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250—2014）的要求，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

②公众成员

项目探伤机开展无损检测工作时，在曝光室周围活动的公众成员所受的最大有效剂量为 0.011mSv，低于本评价管理目标值 0.1mSv/a，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250—2014）的要求，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.3 对周围环境敏感点影响分析

本项目曝光室按照本环评建议建设后，曝光室各屏蔽体外 0.3m 处的瞬时剂量率满足国家相关标准要求，根据 X 射线随距离的增加而快速减弱的特性可知，距离 X 射线曝光室更远的各环境敏感点的辐射影响也满足相应标准和要求。曝光室西侧紧邻办公室，根据计算，西侧屏蔽体外 0.3m 处周围剂量当量率为 0.066 μ Sv/h，远小于剂量率参考控制水平 2.5 μ Sv/h，不会对敏感目标产生额外的影响。

本项目曝光室屏蔽体外 0.3m 处最大的周围剂量当量率为 0.245 μ Sv/h，距离曝光室屏蔽体外 1m、2m、3m、5m 处的周围剂量当量率分别为 0.131 μ Sv/h、0.081 μ Sv/h、0.055 μ Sv/h、0.030 μ Sv/h。由此可见，曝光室外 3m 处已经达到区域辐射水平背景值，对环境基本无影响。实际上 X 射线在传播过程中有墙体等各种屏蔽体的阻挡，因此本项目曝光室外 50m 范围内的各环境敏感目标的辐射影响也满足相应标准和要求，对环境敏感目标的影响很小。

本项目在实施过程中，产生的电离辐射污染均采取有效的措施进行防护，对环境敏感目标项目不会带来不利影响，使得其对周围环境的影响满足标准要求，对环境的影响可以接受。

11.4 废气对环境的影响分析

在探伤作业时，X 射线使空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（主要为 NO₂）。曝光室设有 1 个通风口，位于曝光室顶棚靠西南墙。风机位于曝光室顶棚，换气次数不低于 3 次/h，风机风量为 2000m³/h，能保证室内空气的流通，使少量的 O₃、NO₂ 得以扩

续表 11 环境影响分析

散。此外，建设单位拟将曝光室排气口引至厂房外高空排放，排气管不低于 9m，废气不在厂房内聚集，曝光时产生的废气不会对周围人员造成影响。项目所在区域常年主导风向为西北风，本项目下风向主要分布工业企业，无大气环境敏感点，因此，排放口设置在厂房西南侧，不会对外环境造成影响。

11.5 危险废物环境影响

本项目产生的危废主要包括废显影液、废定影液、冲洗废水和废胶片。

该公司洗片产生的含重金属的饱和废显影液、定影液需要定期更换，清洗废水也收集起来存放在暗室内的废液桶内。暗室应按照《危险废物贮存污染控制标准》

（GB18597-2001）进行修建：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不相容；必须有泄漏液体收集装置、气体导出口及气体净化装置。洗片废液、洗片废水收集后定期交由有危废处理资质单位收集后统一处理。公司建立危废台帐，记录危废产生量、处置量及去向，并按照危险废物五联单制度进行管理。

废旧胶片包括曝光时产生的废片和存档到期的胶片，属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16，并无放射性，作为危废暂存在控制室废暂存区收纳箱内，定期交由有资质的危废处理单位回收处理，对环境影响小。

综上所述，在落实上述污染防治及处理措施后，本项目产生的废水对环境的影响小。

11.6 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

该公司使用 X 射线探伤的目地是开展工件无损质量检验，确保工件使用安全。该项目的建设有利于发展社会经济，为企业、社会带来利益远大于辐射危害的代价。因此，该公司 X 射线专用探伤室建设项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。因此，本环评认为该项目使用 X 射线探伤机开展无损检测业务是正当可行的。

11.7 产业政策符合性分析

该公司 X 射线探伤机主要用于对工件进行无损检测，属于《产业结构调整指导目录》

续表 11 环境影响分析

(2011 年本) (2013 修正) “第一类 鼓励类” 中“十四 机械” 中的第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”， 项目符合国家产业政策。

11.8 事故影响分析

(1) 风险事故类型

X 射线探伤机产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。因 X 射线探伤机在曝光室内使用，曝光室采用固定性的屏蔽体（防护门、防护墙等），基本不会发生固定性屏蔽体损坏而致无关人员受到误照射的事故，即使发生，也能一目了然而不在开机曝光，即不会受到误照射。X 射线看不见、摸不着，因此，更多的辐射事故是因为管理等不到位，而导致无关人员受到误照射。这类辐射事故主要体现在以下几个方面：

① 丧失屏蔽

X 射线探伤机机头是用重金属屏蔽包围住的，因各种原因（如检修、调试、改变照射角度等）可能无意中将探伤机的屏蔽块、机架上的屏蔽物等移走，或随意加大照射野，使设备丧失自身屏蔽作用，导致相邻的屏蔽墙外出现高剂量率，人员受到不必要的照射。

② 人员滞留在机房内

工作人员进入曝光室后未全部撤离，仍有人滞留在机房内某个不易察觉的地方，在开机前，未完全充分搜寻，从而意外地留了下来，因此受到大剂量照射。

③ 联锁装置失效

由于联锁装置失效，防护门未关闭或探伤机工作时门被开启，射线仍然能发射，造成射线外泄，可能对工作人员及公众成员产生较大剂量照射。

④ 设备丢失

探伤机保管不善，可能发生丢失和被盗事故。

(2) 后果分析

① 丧失屏蔽

探伤机失去屏蔽块后，可导致曝光室四周墙体均为主射墙，经计算曝光室大铅门外瞬时剂量可达 $277\mu\text{Sv/h}$ ，远远大于屏蔽体外 30cm 处 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限制要求，单次照射下大铅门外停留的非辐射工作人员受照射剂量最大约 0.023mSv (0.017mGy)。

② 联锁装置失效

辐射工作人员每次开展探伤工作前，均会进入曝光室，故仅考虑单次照射对曝光室

续表 11 环境影响分析

外停留人员的误照射造成的伤害，本项目大铅门不在主射方向上，防护门在未关闭的情况下开展探伤工作，门外停留人员受照射剂量为 0.128Gy（0.174Sv）。

③人员滞留在机房内

每次开展探伤工作前，辐射工作人员均会进入曝光室，故考虑单次照射对滞留在机房内人员误照射造成的伤害。项目拟配置的探伤机最大管电压为 250KV，最大管电流为 5mA，经计算 X 线的输出率为 $13.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ （距辐射源点（靶点）1m 处），根据统计，人员在距离辐射源点 1m 处受到误照射，无屏蔽体屏蔽情况下，单次照射下受照剂量最大为 0.348Gy（0.473Sv），距离探伤机辐射源点越近，受照射剂量更大。

④设备丢失

探伤机设备丢失后，非专业人士可能会连续多次在无屏蔽的状态下开启探伤机，而造成无照射。无屏蔽体屏蔽情况下，单次照射下受照剂量最大为 0.348Gy（0.473Sv），连续发生 3 次，累计受照剂量将超过 1Gy。

（3）事故状态可能引起的电离辐射生物效应

电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程。目前仍不清楚，但是大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化，由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤，继而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。

这类症状存在阈值效应，其严重程度取决于剂量大小，只有在剂量超过一定的阈值时才能发生，我们称之为确定性效应，该效应是高水平辐射照射导致细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果。确定性效应常出现在短时间间隔内的高剂量照射的情况（急性照射）。除了受控制的医学照射外，高剂量照射一般不会出现在工作场所。因此，确定性效应一般也不会出现在常规的工作场所，仅在事故情况下被观察到。

确定性效应定义为通常情况下存在剂量阈值的一种辐射效应，超过阈值时，剂量越高则效应的严重程度越大。同时不同个体不同组织和器官对射线照射的敏感度差异较大。在非正常情况下，急性大量辐射照射可以造成人或者生物的死亡。

经计算 X 线的输出率为 $13.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ （距辐射源点（靶点）1m 处），根据统计，人员在距离辐射源点 1m 处受到误照射，无屏蔽体屏蔽情况下，单次照射下受照剂量最大为 0.348Gy，小于 1Gy，故本项目探伤机单次误照射对人体的影响不大，受照

续表 11 环境影响分析

人员可能会出现头晕、恶心、呕吐、胸闷等一系列症状，经治疗后可恢复。在短时间内出现 3 次及以上误照射，则会引起轻度造血型放射病，需及时治疗，否则可能会危及生命。成人全身受到不同照射剂量的损伤估计情况见表 11-8 所示。

表 11-8 不同照射剂量对人体损伤的估计

类型	受照剂量参考值 (Gy)	初期症状和损伤程度
骨髓型急性放射病	1.0~2.0	轻度：乏力，不适，食欲减退
	2.0~4.0	中度：头昏，乏力，食欲减退，恶心，呕吐，白细胞短暂上升后下降
	4.0~6.0	重度：1h 后多次呕吐，可有腹泻，腮腺肿大，白细胞明显下降
	6.0~10.0	极重度：1h 内多次呕吐和腹泻，休克、腮腺肿大，白细胞明显下降
肠型放射病	10~50	肠上皮、隐窝损伤
脑型放射病	>50.	小脑、大脑损伤

备注：来自《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）

本项目 X 射线探伤机属于 II 类放射装置，在没有防护情况下，工作人员或患者受到这类射线装置照射，会对身体造成一定的影响。

根据表 11-8 不同照射剂量对人体损伤的估计，结合上诉后果分析可知，单次误照射下受照剂量均小于 1Gy，受照人员基本无明显症状。但发生设备丢失事故，误照射事故次数则不可控，受照人员身体损害情况与误照射次数的关系见表 11-9。

表 11-9 误照射次数引起的受照剂量对人体损伤的程度

误照射次数	受照射时间 (min)	受照射剂量 (Gy)	疾病	后果
3	15	1.044	轻度造血型放射病	100%存活
5	25	1.74	轻度造血型放射病	100%存活
9	45	3.132	中度造血型放射病	可以救治
14	70	4.872	重度造血型放射病	可以救治
22	110	7.656	极重度造血型放射病	可以救治
30	150	10.44	肠型放射病	目前可以救治
110	550	38.28	脑型放射病	100%死亡

(4) 曝光室探伤事故后果分析、预防措施分析

①检修、调试应由专业技术人员进行，绝不允许随便拆走探伤机及机架上的屏蔽材料，不允许加大照射面积。完好的剂量探测器和剂量报警仪，联锁装置等，可提供纵深

续表 11 环境影响分析

防御。X 射线曝光室的防护屏蔽结构，包括混凝土屏蔽墙和铅防护门。不得擅自改变、削弱、或破坏防护屏蔽结构，如开孔洞、挖沟、取土等。

②撤离机房时应清点人数，辐射工作人员用摄像头对机房内进行扫视，按搜寻程序进行查找，确认无人停留机房后开始进行操作。如遇人员滞留机房内，滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射。

③定期检查各曝光室的灯光警示装置及门机联锁装置的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对项目布置的急停开关进行显著的标示，出现问题时，应就近按下急停开关。对于本项目涉及的安全控制措施的各机构及电控系统，制定有定期检查和维护的制度。确保安全装置随时处于正常工作状态。辐射工作场地因某种原因损坏，该公司应立即停止使用，修复后再投入使用。

④辐射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实监测频率，每年一次。保证按照要求进行探伤工作。

⑤安排专人负责探伤机的保管，建立严格的设备台账制度，在丢失后应及时报告相关部门，并积极配合调查取证。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

(1) 辐射安全管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008 修订）》，环境保护部令第 3 号第十六条要求：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。

该公司已指定了特定人员负责辐射安全工作，以重庆明珠机电有限公司文件（明珠司发〔2018〕0903 号）成立了辐射工作安全管理领导小组（内容见附件三），总经理汪炜为组长，主持辐射工作安全管理领导小组工作。

表 12-1 辐射安全领导小组成员情况

序号	姓名	性别	学历	领导小组职位	专职/兼职
1	汪炜	男	博士	组长	兼职
2	俞永章	男	本科	副组长	兼职
3	雷雨	男	本科	副组长	兼职
4	李旭	男	本科	组员	兼职
5	游世明	男	本科	组员	兼职
6	赵启坤	男	本科	组员	兼职
7	游剑	男	本科	组员	兼职
8	马元	男	本科	组员	专职

根据表 12-1 可知，辐射安全领导小组设置了一个组长，2 个副组长以及五个组员的学历均为本科及以上，均有一定的学历与管理的能力。本项目开展后，重庆明珠机电有限公司的管理人员能满足配置要求。

(2) 辐射工作人员

该公司拟配备 4 名辐射工作人员，配置的人员情况见表 12-2。

表 12-2 工作人员一览表

序号	姓名	性别	学历	岗位	辐射安全培训合格证号
1	喻庆东	男	大专	无损检测工作人员	待培训
2	李彪	男	职高	无损检测工作人员	待培训
3	游剑	男	本科	无损检测工作人员	待培训

表 12 辐射安全管理

4	马元	男	本科	无损检测工作人员	待培训
<p>根据《放射性同位素与射线安全和防护管理办法》中的相关规定，建设单位应做到：</p> <p>①配备的辐射工作人员应参加培训，本环评要求再本项目运营前，所有辐射工作人员均必须参加辐射安全与防护知识培训和考核，取得合格证后方可上岗。</p> <p>②在辐射工作人员取得辐射安全培训合格证书后，辐射工作人员均应每四年接受一次再培训。</p> <p>③应安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。</p> <p>④组织辐射工作人员每年进行一次身体健康检查，建立个人健康档案，辐射工作人员上岗前和离岗后也应进行职业健康检查并建立档案保存制度。</p> <p>12.2 辐射安全管理规章制度</p> <p>(1) 辐射安全管理规章制度</p> <p>根据环境保护部令第 3 号第十六条规定：使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：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。</p> <p>为满足明珠机电有限公司辐射环境的安全，评价要求明珠机电有限公司制定一系列的规章制度，并定期修改完善。</p> <p>应包括：《辐射安全与环境管理领导小组职责》、《射线装置安全防护管理制度》、《X 射线探伤操作规程》、《射线装置台账管理制度》、《X 射线装置检修维护制度》、《辐射工作人员健康管理规定》、《人员培训计划》、《个人剂量监测、工作场所监测计划》等。</p> <p>(2) 档案管理</p> <p>根据环境保护部令第 18 号第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。</p> <p>评价要求建设单位应安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。放射工作人员上岗前，应</p>					

表 12 辐射安全管理

当进行上岗前的职业健康。符合放射工作人员健康标准的方可上岗。放射工作单位应当组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查,两次检查的时间间隔不应超过 2 年。

档案资料可分以下大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。建设单位应根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

(3) 年度评估

根据环境保护部令第 18 号第十二条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

明珠机电有限公司应建立年度评估报告提交制度，于每年 1 月 31 日前报原发证机关。年度评估报告包括 X 射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。

12.3 核安全文化建设

核安全文化是从事核安全相关活动的全体工作人员的责任心，对于核技术利用项目核安全文化的建设要求建设单位树立并弘扬核安全文化。核安全文化表现在从事企业核技术利用工作的相关领导与员工及最高管理者具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识。营运单位应建立安全管理体系，明确核技术利用单位各层次人员的职责、不断识别企业内部核安全文化的弱化处并加以纠正。将核安全文化的建设贯彻在核技术利用项目的各个环节，确保项目的辐射安全。

12.4 辐射活动能力评价

重庆明珠机电有限公司从事辐射活动能力评价见表 12-3。

表 12-3 重庆明珠机电有限公司从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
设有专门的辐射安全与环境保护管理机构或至少有一名具有大专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。	设立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，辐射安全与环境保护管理工作有一名专职人员具有本科学历。
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。	目前工作人员未参加培训，已做出培训承诺，所有辐射工作人员上岗前均要取得培训合格证书。

表 12 辐射安全管理

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。	拟设置门灯联动装置，机房外醒目处设置电离辐射警示标志以及工作状态指示灯
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，包括个人剂量计。	拟配备个人剂量计、个人剂量报警仪
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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	制定了《X 射线应急事故应急方案》、《设备安全操作规程》，还应完善《设备维修保养制度》和《人员培训计划》等制度
有完善的辐射事故应急措施	已制定

根据前文所述，建设单位辐射环境管理工作尚处于积极筹备的阶段，目前尚不具备从事辐射活动的的能力，建设单位应按照本评价要求，在项目开展竣工验收前落实上述辐射防护与安全措施、贯彻执行辐射环境管理工作。

12.5 辐射监测

根据《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）等相关法规和标准，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

建设单位可配备相应的监测仪器或委托有资质的单位定期对公司使用的射线装置机房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所外环境的监测。

(1) 日常监测计划

① 个人剂量监测

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求辐射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。

监测频率：90 天测读一次个人剂量计；如发现异常可加密监测频率。

② 工作场所外环境监测

监测计划应包括以下内容：

1) 每次进行 X 射线探伤作业前，工作人员应检查安全装置的性能及警示信号、标志的状态。

2) 每年一次定期对周围场所的防护设施进行监测，建立操作现场的辐射巡测制度，

表 12 辐射安全管理（续）

保证工作场所周围辐射环境安全：包括四周墙体、防护门所在位置。

(2) 竣工验收监测计划

① 工作场所外环境监测

监测计划应包括以下内容：

1) 每次进行 X 射线探伤作业前，工作人员应检查安全装置的性能及警示信号、标志的状态。

2) 竣工验收时对周围场所的防护设施进行监测，监测点位：包括四周墙体、防护门所在位置。

12.6 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）及《重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知》渝环〔2017〕242 号要求，使用 II 类以上（含 II 类）射线装置的辐射工作单位应建立完善的辐射事故应急方案或具有针对性与操作性的应急措施。

初步制定了应急预案，应根据今后运营期的辐射源项，完善应急预案，预案内容应包括需要考虑制定的应急机构组织、应急准备与响应程序、应急能力的培训、演练和应急响应能力的保持等。

(1) 事故报告程序

一旦出现事故，采取以下应急措施：

发生辐射事故时，应紧急停机，迅速控制事故发展，消除事故源，及时启动并组织实施应急方案，将事故受照人员撤离现场，检查人员受危害程度，并采取救护措施，保护事故现场，迅速向内部管理部门报告，并在 2 小时时间内向环境保护主管部门及卫生行政部门报告。

报告联系电话如下：

领导小组电话：18502338195；

24 小时环保热线电话：12369；

沙坪坝区环保局电话：(023)65314510；

沙坪坝区卫生局电话：（023）65368146；

沙坪坝区公安局电话：（023）65211379；

表 12 辐射安全管理（续）

重庆市辐射站值班电话：15998951300。

(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确定现场的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。

12.7 辐射安全与管理投资估算

项目环保投资估算表见表 12-4。

表 12-4 辐射安全与管理投资估算

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急措施	制作图框，上墙	1.0
警示标志	张贴正确，有中文说明	
防护监测设备	购买个人剂量计、辐射报警仪	2.0
污染防治措施	曝光室门机连锁措施、灯机连锁、紧急停机按钮、声光报警装置等防护用品，曝光室防护体的建设	11
废胶片、定影液、显影液	在暗室及控制室建设危废暂存区，交有危废处理资质的单位，签定的收集处理协议。	6.0
合计		20

12.8 竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应进行自主竣工环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见表 12-5。

表 12-5 保设施竣工验收内容和要求一览表

序号	验收内容	验收要求	备注
1	环保手续	环评批复、验收监测报告等齐全	/

表 12 辐射安全管理（续）

续表 12-5 保设施竣工验收内容和要求一览表				
序号	验收内容	验收要求		备注
2	环保资料和档案	环评报告文件，个人剂量监测、健康档案等		/
3	防护门安装	符合专业规范要求、验收监测符合要求等		/
4	管理制度	建立、齐全、上墙		/
5	防护监测设备	个人剂量计、个人剂量报警仪		落实每人一个
6	辐射防护设施	警示标志、工作状态指示灯设置位置合理，正常工作；安全联锁（曝光室门机联锁、灯机联锁）、室内及室外紧急停机开关、声光报警装置等正常运行；曝光室视频监控设备正常运行。		标志醒目
7	人员要求	持证上岗，4 年进行 1 次复训		环境保护部令第 3 号、18 号
8	废气	曝光室顶棚西南侧设置一个抽风口，废气通过新建管道引至厂房西侧高空排放，通风管道截面 300mm×160mm，风机放置在曝光室顶棚。		/
9	废胶片、定影液、显影液	设危废专用贮存容器，并交有危废处理资质的单位，在有效期内的收集处理协议。		/
10	电离辐射	剂量管理目标值	辐射工作人员：有效剂量 5mSv/a 公众成员：有效剂量 0.1mSv/a	GB18871-2002 等
		墙体外剂量率控制	曝光室四周及顶棚防护体 30cm 外周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h，顶棚 30cm 外周围剂量当量率不得大于 100μSv/h。	GBZ/117-2015 GBZ/T250-2014
		设备要求	XXG-2505 型探伤机 电压≤250kV，电流≤5mA，数量 1 台； XXGH-2505 型探伤机 电压≤250kV，电流≤5mA，数量 1 台； 距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率：<5mGy/h	/
				GBZ/117-2015

表 13 结论及建议

重庆明珠机电有限公司为保障产品质量，在重庆市沙坪坝区滨河路 20 号重庆明珠机电有限公司机加厂房建设探伤室一间，同时配套建设控制室/评片室、暗室等辅助房间，另配置一台 XXG-2505 型定向、XXGH-2505 型周向探伤机各 1 台开展无损检测工作。XXG-2505 型探伤机额定参数为：250kV，5mA；XXGH-2505 型探伤机额定参数为：250 kV，5mA。

通过开展本项目的分析、对周围环境质量现状的调查以及项目的主要污染物对环境的影响分析等工作，得出以下结论。

13.1 结论

13.1.1 可行性分析结论

(1) 实践正当性

该公司 X 射线专用探伤室建设项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

(2) 产业政策符合性

该公司 X 射线探伤机主要用于对工件进行无损检测，因此本项目属于《产业结构调整指导目录》（2011 年本）（2013 修正）“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，项目符合国家产业政策。

(3) 选址合理性

明珠机电有限公司实行封闭式管理，公众成员不得入内，有利于减少无损检测对公众成员的影响。此外，探伤室设置在机加厂房西南侧，便于工件进出探伤室，本项目拟将靠近探伤室侧的办公室及卫生间出入口改建在另一侧，并将邻近探伤室一侧的窗户及出入口砌制砖墙，探伤室周围流动人员相对减少，利于探伤室辐射防护的管理。因此，项目选址是合理的。

(4) 布局合理性分析

项目探伤室配套建设了曝光室、暗室、控制室/评片室，功能布置齐全，房间布置紧凑，方便探伤工作操作及后续洗片工作进行。曝光室北侧设置一个防护门作为工件出入口，进入控制室设置有小铅门，用于辐射工作人员、探伤机维护检修工作人员出入口，曝光室西南侧设有迷道，能够阻挡 X 射线对辐射工作人员出入小铅门的照射，因此，本

续表 13 结论及建议

项目探伤室平面布局合理。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

该公司曝光室在严格按照设计进行建设的情况下，并以 XXGH-2505 型周向探伤机进行屏蔽防护效能核实，该曝光室的各墙体和顶棚均能满足屏蔽防护的要求，曝光室各防护铅门在采取本环评建议后能满足屏蔽防护的要求。

13.1.3 环境影响分析结论

(1) 剂量估算结果

根据本环评的预测计算，该项目在运行过程中对辐射工作人员、非辐射工作人员造成的最大年附加有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）剂量限值的要求，以及本环评的剂量管理目标值（工作人员不大于 5mSv，公众成员不大于 0.1mSv）的要求。

(2) 敏感点影响

根据预测，X 射线探伤室按照要求设计建成后，曝光室屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率最大为 0.245 μ Sv/h，满足周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。根据 X 射线随距离的增加而快速减弱的特性可知，周围距离更远的环境敏感点受到的辐射影响甚微。

(3) 其他影响及处理措施

曝光室顶棚设置有通风口，室内臭氧在通风换气的条件下，室内气体经管道引至厂房楼顶排放，少量的 O₃、NO₂ 得以扩散，不会对周围环境产生不利影响。

洗片过程产生的废显影液、定影液、清洗废水，以及废胶片、存档到期的胶片均一并作为危险废物在危废暂存间的危险废物贮存容器暂存，并委托有危险废物处理资质的单位进行处理。

13.1.4 辐射与环境保护管理

该公司开展辐射项目应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日）中的相关要求办理辐射安全许可证，辐射工作人员持辐射安全培训合格证上岗。

该公司各种规章制度基本健全、可行，采取严密的防护措施及各种安全联锁装置后，

续表 13 结论及建议

能确保辐射对环境的影响是在可接受的范围之内。

综上所述，重庆明珠机电有限公司建设的 X 射线探伤建设项目，对周围环境产生的辐射影响满足相关标准的要求；辐射防护措施和事故应急措施可行；规章制度基本健全；该项目对环境的辐射环境影响是可接受的。公司应加强管理，严格按照环评措施落实到位，并在工作过程中不断补充完善。从环境保护的角度来看，该项目是可行的。

13.2 建议与承诺

(1) 按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）中的相关要求办理辐射安全许可证后方可开展探伤工作。

(2) 加强辐射工作人员专业知识学习，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生。定期对参加辐射工作的工作人员进行防护知识与安全培训，考核合格后，方可进行 X 射线探伤工作。

(3) 加强对员工的核与辐射安全知识培训，增强员工的安全意识和自我保护意识。每年开展一次辐射事故应急演练，增强事故应急能力，常备不懈。

(4) 本项目探伤机仅能在重庆明珠机电有限公司探伤室内开展探伤工作，若探伤作业场所发生变化，应重新办理相关环保手续。

附录

附图

附图一 项目地理位置图

附图二 项目周围环境状况卫星图

附图三 厂区平面布置图及探伤室周围环境示意图

附图四 探伤室平面布置图

附图五 探伤室立面图

附图六 探伤室环保设施布置图

附图七 企业现场照片

附件

附件一 厂区环评批复

附件二 验收批复

附件三 监测报告

附件四 探伤设备相关信息确认

附件五 公司成立防辐射防护工作领导小组文件

附件六 辐射防护管理制度