核技术利用建设项目

六安一六八航空航天精密器件有限公司

X 射线探伤项目

环境影响报告表

六安一六八航空航天精密器件有限公司

2023 年 2 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

六安一六八航空航天精密器件有限公司
X 射线探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：六安一六八航空航天精密器件有限公司

通讯地址：安徽省六安市金安区一元大道 283 号

邮政编码：_____联系人：_____

电子邮箱：_____/_____联系电话：_____

填表说明

1.此环境影响报告表按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求进行编制；

2.以下核技术利用建设项目需填报此环境影响报告表：

1）制备 PET 用放射性药物的；

2）医疗使用Ⅰ类放射源的；

3）使用Ⅱ类、Ⅲ类放射源的；

4）生产、使用Ⅱ类射线装置的；

5）乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；

6）在野外进行放射性同位素示踪试验的。

以上项目的改、扩建（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置的）。

放射源分类见《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号），射线装置的分类见《关于发布射线装置分类的公告》（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）。

3.此环境影响报告表中当量剂量与有效剂量等效使用。

目 录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 12
表 3 非密封放射性物质 12
表 4 射线装置 13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 14
表 6 评价依据 15
表 7 保护目标与评价标准 18
表 8 环境质量和辐射现状 26
表 9 项目工程分析与源项 31
表 10 辐射安全与防护 40
表 11 环境影响分析 46
表 12 辐射安全管理 63
表 13 结论与建议 70
表 14 审批 75

本报告包含以下附图附件：

附图：

附图 1 项目地理位置图；

附图 2 公司周边关系图；

附图 3 项目与生态红线的位置关系图；

附图 4 辐射环境评价范围及环保目标分布图；

附图 5 噪声评价范围示意图；

附图 6 铅房设计防护及相关安全措施图纸；

附图 7 本项目与各环境分区管控单元分布关系图；

附件：

附件 1 环评委托书；

附件 2 资料确认单；

附件 3 项目立项文件；

附件 4 一六八公司大项目环评批复；

附件 5 一六八公司大项目验收意见；

附件 6 一六八公司相关辐射安全制度；

附件 7 辐射环境背景监测报告；

附件 8 声环境背景监测报告；

附件 9 X 射线机系统购置技术协议；

附件 10 关于“X 射线探伤项目”相关设备参数的说明；

附件 11 危险废物处置合同；

附件 12 专家意见；

附件 13 修改清单。

附表：

环评审批基础信息表。

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">六安一六八航空航天精密器件有限公司 X 射线探伤项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">单位名称</td><td colspan="6">六安一六八航空航天精密器件有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td></td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">六安市承接产业转移集中示范园区</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">安徽省六安市金安区一元大道 283 号六安一六八航空航天精密器件有限公司流水线加工车间内</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>项目编号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>100</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>56</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">56%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □其它</td><td>占地面积（m^2）</td><td colspan="2">64</td></tr>
<tr><td rowspan="10">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□Ⅰ类（医疗使用）□Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□Ⅱ类□Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅱ类□Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑Ⅱ类□Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述

1、建设单位概况

六安一六八航空航天精密器件有限公司（以下称“一六八公司”）是一家专业的航空航天管路阀门系统方案解决商，是一家为军工科研、生产配套服务的高新技术企业。其总部（安徽威迈光机电科技有限公司）位于安徽省合肥市高新区创新产业园，生产基地位于合肥都市圈合六经济走廊六安市承接产业转移集中示范园区，即本项目建设地点。一六八公司成立于 2011 年，厂区占地面积 30 亩，建筑面积 2 万余平方米。公司一直致力于在油气液领域的高温、高压、低温耐腐蚀环境下的密封、补偿、感压、蓄能储能等技术。主要提供金属蓄能器、管路补偿器、金属密封、压力敏感元件、特种阀门等产品及服务。目前，

公司已经建设发展成为集生产制造、研制开发为一体的航空航天精密部组件制造商，已通过GJB9001C-2017、 AS9100D-2016 等质量管理体系认证，具有《三级保密资格单位证书》、《武器装备科研生产许可证》、《武器装备质量管理体系证书》和《装备承制单位资格证》。

2、项目概况

2.1 任务由来

2014 年 7 月，一六八公司委托六安科环环境工程有限公司编制了《120 万米真空软管生产项目环境影响报告表》，项目主要建设一栋 3 层军品楼、一栋 8 米高流水线加工车间、一栋 5 层综合楼等配套辅助设施，建成后拥有年产 120 万米真空软管和 30 套成型磨具的生产能力；2014 年 7 月 24 日建设单位取得了原六安市金安区环境保护局的《关于 120 万米真空软管生产项目环境影响报告表的批复》（金环管【2014】44 号），详见附件 4。2016 年 5 月，该项目通过了竣工环境保护验收，并取得了六安市承接产业转移集中示范园区管理委员会规划建设保护局的《关于六安一六八航空航天精密器件有限公司 120 万米真空软管生产项目竣工环境保护验收意见的函》（六集规环函【2016】11 号），详见附件 5；本项目所在流水线加工车间已通过竣工环境保护验收，但仍有较大空间尚未利用，若日后一六八公司在此新增生产线，需自行对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》委托有资质单位进行环境影响评价工作。

“120 万米真空软管生产项目”投入运营后，对于生产过程中的焊接管坯（由不锈钢板制成的管状管坯）需要进行“X 射线探伤”步骤来筛选出未焊透、未熔合的次品，探伤的对象为管坯中的竖型焊缝；此前，管坯在焊接完成后进行的“X 射线探伤”步骤均委托上海琢星检测设备有限公司进行，由一六八公司派车将焊接完成的管坯送至上海琢星检测设备有限公司厂房探伤室检测，上海琢星检测设备有限公司出具检测结果报告，合格及不合格的产品将运回一六八公司；上海琢星检测设备有限公司对一六八公司可检测的焊接管坯数量为 9000-18000 件/年，一六八公司每年生产的焊接管坯均需委托上海琢星检测设备有限公司进行检测，从而使得一六八公司生产效率不稳定，且该步骤在委托上海琢星检测设备有限公司检测时需进行长途运输，造成运输成本高。2022 年 10 月，一六八公司通过公司内部会议决定：为保证生产产品的质量，提升生产效率，拟在公司流水线加工车间南侧组装一座建筑面积为 64m^2 的不锈钢管坯 X 射线检测探伤室（由一套射线源、防护铅房、暗室、控制室及监控系统组成），主要用于公司内部生产的不锈钢管坯焊缝的无损检测，发现焊缝处的内部缺陷（裂纹、气孔、夹渣、未溶合、未焊透等），以判定焊接的质量。会议纪要详见附件 3。

根据建设单位以往的生产经验，一六八公司现生产能力为焊接管坯数量 9000-18000 件/年，其中焊接管坯的最大规格为长 1.8m、直径 0.5m、厚度 31mm，该规格焊接管坯数量约占总焊接管坯数量的 5%；本项目运营后，全年生产的焊接管坯均在一六八公司厂区内自行完成检测任务，无需进行外运检测。根据建设单位提供的资料，本项目最大规格的焊接管坯需要进行 3 次探伤活动，其他规格的焊接管坯进行 1-2 次探伤活动即可将焊接管坯中的焊缝全部检测完成，故本项目预计至多进行 18000×5%×3+18000×95%×2=36900 次探伤；每次探伤时间为 2-3min，本评价从最不利于环境影响角度考虑，计算年总探伤时间约为 1845h（计算过程详见表 7-3），建设单位实际年探伤时间应小于 1845h；每次探伤至多使用 1 张胶片（尺寸为 360mm*430mm），本项目选购的胶片需切割成不同大小分 3-4 使用，即 1 张胶片可使用 3-4 次，故本项目至多使用到 12300 张胶片。结合一六八公司现在的工作量，建设单位现暂定 2 名辐射工作人员，若项目日后检测量增大或生产效率提高，需根据检测任务合理安排工作人员工作时间及工作人数。

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），本项目为使用 X 射线探伤机进行无损检测，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用Ⅱ类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。一六八公司委托六安渌源环境安全技术有限公司承担该项目的环境影响评价工作（委托书见附件 1）。

接受委托后我公司组织技术人员对评价项目现场及周边环境进行了实地踏勘、调研、监测，并收集了有关技术资料，在此基础上编制完成了《六安一六八航空航天精密器件有限公司 X 射线探伤项目环境影响报告表》，报请六安市生态环境局审查、审批，以期为本项目实施和管理提供技术依据。

一六八公司若日后进行本评价范围外的其他相关生产活动或新建设其他项目需根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》委托有资质单位进行环境影响评价工作，一六八公司应在本项目所述设备投入使用前向生态环境行政主管部门申领辐射安全许可证。

2.2 项目基本情况

本项目主要建设情况如下：

1）项目名称：六安一六八航空航天精密器件有限公司 X 射线探伤项目；

2）建设单位：六安一六八航空航天精密器件有限公司；

3）建设地点：安徽省六安市金安区一元大道 283 号六安一六八航空航天精密器件有限公司流水线加工车间内；

4）地理坐标：E116.664376957°，N31.764044575°；

5）建设性质：新建；

6）建设内容：在公司流水线加工车间南侧组装一座建筑面积为 64m^2 的不锈钢管坯 X 射线检测探伤室（由一套射线源、防护铅房、暗室、控制室及监控系统组成），安装安全联锁装置、急停开关、机械排风装置等环保设施，同步购入自动洗片机、暗室红灯、黑白密度计等配套设施。

7)核技术应用情况：本项目为使用一套 XY-160 型 X 射线机系统，由控制器（HR-2000C+）、X 射线管（MXR-160/20，定向）、高压电缆（N3/160-R24SL-R24SL-10m）、高频阴极高压发生器（HS-160C）和冷却器（RJS-3）组成，用于对不锈钢管坯焊缝的无损检测，属于使用 II 类射线装置。

2.3 项目评价内容

本项目工程内容主要为：拟购置组装一座建筑面积为 64m^2 的不锈钢管坯 X 射线检测探伤室，其中包括内径为 3000mm（长）×4000mm（宽）×3000mm（高）的铅房，内部安装一套 X 射线机系统、检测平台、胶片工装、射线管运动机构、监控系统等部件，另配套建设暗室、控制室以及项目相关环保设施的建设；本项目组装的不锈钢管坯 X 射线检测探伤室相关技术参数由上海琢星检测设备有限公司和无锡市赛盾辐射防护科技有限公司提供，不锈钢管坯 X 射线检测探伤室规格介绍详见附图 6 和附件 9。拟建工程组成详见表 1-1 所示。

表 1-1　项目评价内容组成一览表

名 称	建设内容及规模		备注
主体工程	铅房	在公司流水线加工车间南侧预留空地组装一座建筑面积为 64m^2 的不锈钢管坯 X 射线检测探伤室，内部房间主要由铅房、暗室、控制室组成；铅房内部尺寸 4000mm（长）×3000mm（宽）×3000mm（高），铅房墙体是由内部承重骨架和内外表面装饰层构成的三明治结构，墙体及顶部骨架均由多个模块组成；铅房四周墙面采用 6.3#槽钢焊接骨架，顶部墙面采用 8#槽钢焊接骨架，独立模块骨架采用槽钢制作“#”型框架结构，模块之间采用槽钢对接拼装结构，在安装现场将独立模块拼接，拼装成为整面墙体，中间内夹 5mm/6mm 铅板作为防护层，即单面墙体形成 2mm 钢板--铅板--槽钢--2mm 钢板结构；铅房现场拼接安装时，模块与模块、模块与地面之间防护缝隙采用独立防护（3mmPb 当量）封条，采用螺栓固定，确保缝隙处不	新建

		会出现射线泄漏，铅房设计图纸详见附图 6。铅房四周墙体辐射防护等级为 6mmPb 当量，顶棚防护等级为 5mmPb 当量，各墙体及顶棚设计厚度均为 75mm；	
	铅门	铅房门洞尺寸为 1800mm(宽)*2200(高)mm，工件门（电动平移门）尺寸为 1850mm（宽）×2280mm（高），6mmPb 当量，详见附图 6。另安装配套安全联锁装置、急停开关、防夹装置、工作状态指示灯、警示灯等环保设施；	
	射线机系统	拟购置一套型号为 XY-160 的 X 射线机系统，由控制器、X 射线管、高压电缆、高频阴极高压发生器和冷却器组成；最大管电压：160kV，最大管电流：4mA；主要用于对不锈钢管坯焊缝的无损检测。	
辅助工程	探伤室所有房间均采用手工净化板隔断装饰。控制室西墙，暗室西、南墙依托原有厂房墙体做隔断布局，暗室位于铅房西侧，建筑面积为 12m^2（4m 长*3m 宽），控制室位于铅房北侧（含工件过道），建筑面积为 40m^2（8m 长*5m 宽）。		依托
公用工程	配电、供电和通讯系统均依托现有流水线加工车间。		依托
办公及生活设施	办公及生活用房均依托现有工程。		依托
环保工程	废气	铅房内设置机械排风装置，铅房内东南角顶部吸风口安装一个换气轴流风机（200FZY-D），排风量 459m^3/h，吸风口处加装防射线装置（5mmPb 钢铅防护罩），排气管道采用 L 型管连接风机，出钢铅防护罩处为“U”型通风管道，详见附图 6，可有效防止射线泄漏；外出风口位于流水线加工车间南侧，避免朝向人员活动密集区，将探伤机运行过程中产生的臭氧和氮氧化物通过通风装置排出车间。	新建
	废水	暂定的 2 名辐射工作人员均为厂区内部人员调剂，不新增生活污水排放。	/
	噪声	通过选用低噪声设备、采取减振等措施对噪声排放进行综合治理，实现达标排放。	新建
	固废	公司计划将项目产生的废胶片、废显影液、废定影液和洗片废水由厂区危险废物储存间暂存，之后定期交有资质单位处置。	依托
	辐射防护	铅房四面防护墙体和屋顶均为 2mm 钢板--铅板--槽钢--2mm 钢板结构，铅房四周防护等级为 6mmPb 当量，顶棚防护等级为 5mmPb 当量，工件门尺寸为 1850mm（宽）×2280mm（高），6mmPb 当量。	新建

为确保门体与墙体之间缝隙不泄露射线，在铅门门洞位置设计向外突出门套口，当铅门安装完成后，门套口位置的防护铅板正好与门体的凸起套口形成“L”型搭接，比常规的平面搭接增加了 2 次反射，确保射线不会从门缝位置泄露。为避免铅房墙体与地面接缝位置的射线泄露，铅房内地面四周配备屏蔽铅板，厚度 3mm，宽度 200mm，长度与铅房底部同长，铅房厂家在现场安装时根据实际情况将屏蔽铅板折成“L”型，紧靠铅房内壁安装。

本次环境影响评价包括项目的施工期和运行期；重点为运营期 X 射线辐射影响，即 X 射线机系统在使用时，项目工作人员和周边公众所受附加年有效剂量预测及辐射工作场所功能分

区、布局合理性分析等内容。探伤机应用情况详见下表。

表 1-2 本项目核技术应用情况一览表

序号	设备名称	型号	主要参数	数量	备注	用途
1	X 射线机系统	XY-160	最大管电压：160kV； 最大管电流：4mA； 定向	1 套	新增	不锈钢管坯焊缝 X 射线无损检测

3、项目选址与平面布置

3.1 建设单位地理位置

一六八公司厂址位于安徽省六安市金安区一元大道 283 号。厂区北侧为汉王路，隔路为林地；东侧为一元大道，隔路为空地（未利用地块）；南侧为六安鑫宏机械制造有限公司，西侧为空地。一六八公司厂址周边现状较为简单，无与本项目有冲突的企业存在，项目与周边环境相容。项目地理位置见附图 1，厂区周边关系图详见附图 2。

3.2 辐射工作场所位置

铅房场地位置：拟安装的探伤室总体位于厂区的西部位置，流水线加工车间内部南侧靠墙位置，占地面积 64m^2（8m*8m）；流水线加工车间为一层钢筋混凝土构筑物，高 8m，东侧为综合楼，南侧为生活配套用房，西侧为西厂界，无其他建筑，北侧为危险废物储存间及军品楼。探伤室北侧为流水线加工车间内部过道，东侧为加工区，南侧为厂区内部过道，西侧为流水线加工车间卫生间，无地下室，探伤房顶部不可上人；

X 射线机系统位于探伤室铅房内，铅房位于探伤室东南侧，占地面积 12m^2（4m 长*3m 宽）铅房东屏蔽墙紧贴探伤室手工净化板，南屏蔽墙紧贴流水线加工车间围墙。本项目探伤室周边关系见下图 1-1。

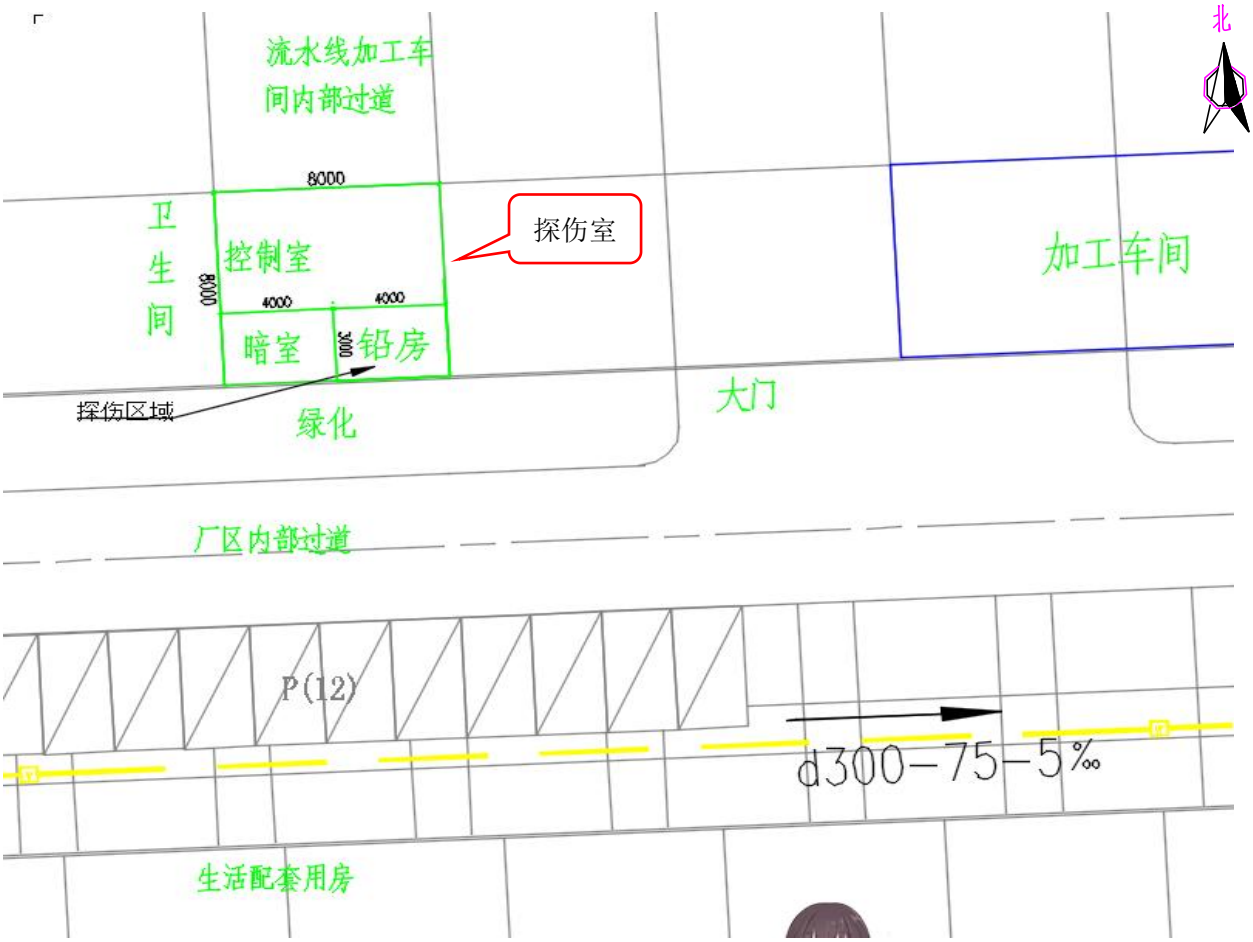


图 1-1 探伤室周边关系图

3.3 平面布置及合理性分析

①本项目探伤室房间构成由铅房、控制室、暗室组成，X 射线产生场所为铅房内，铅房四周屏蔽墙、顶棚及工件进出门均采取屏蔽防护措施；铅房设置工件进出门，暗室设置手动平开门，其中工件进出门位于铅房室北侧，控制室位于西北侧，方便操作人员进行操作及观察工件进出情况，探伤室入口设置手动平开门，方便人员进出；铅房位于流水线加工车间南侧，50m 范围内无居民点、医院、学校等敏感保护目标，项目场址环境辐射本底未见异常。

②探伤室东侧为不锈钢管坯的焊接加工车间，距离探伤室较近，方便日常检测服务。探伤区域工艺流畅、布局合理，满足安全防护要求，便于分区管理和辐射防护，平面布置合理。

综上所述，本项目与周边环境相容，铅房、暗室和控制室布局合理，满足安全防护要求，便于分区管理和防护；辐射工作场所充分考虑了周围场所的安全与防护，对公众影响较小，综合分析认为本项目选址合理、平面布置合理。本项目铅房与控制室、暗室平面布局见下图。

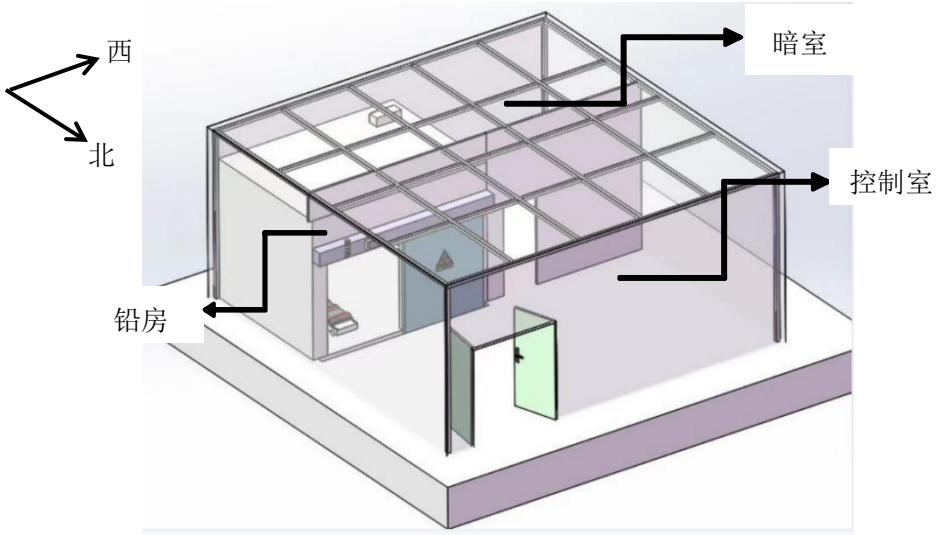


图 1-2 探伤室平面布置图

4、项目周围环境保护目标

本项目曝光室周围 50m 范围内无居民区、医院、学校等环境敏感目标，50m 范围涉及保护目标为一六八公司内流水线加工车间工作人员、流动人员、生活配套用房临时休息人员等。本项目曝光室评价范围内无《建设项目环境影响评价分类管理名录》中“（三）以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域”，因此周围环境保护目标主要为从事探伤操作的辐射工作人员及评价范围内其他公众。环境保护目标分布详见附图 4。

5、与“三线一单”符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150 号），要求强化“三线一单”约束作用，即落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”约束。

生态保护红线：本项目建设单位位于安徽省六安市金安区一元大道 283 号，项目建设地点位于一六八公司流水线加工车间内；根据《六安市生态保护红线分布图》，本项目探伤室位置不在生态保护红线内，项目距离最近的生态红线区域（淠河总干渠）约 2.7km。项目与生态红线的位置关系详见附图 3。因此，项目建设符合生态红线控制要求。

环境质量底线：项目主要为辐射影响，根据《2021 年安徽省生态环境状况公报》：2021 年，全省伽玛辐射空气吸收剂量率（含宇宙射线贡献值）年均值为 93 纳戈瑞/小时，范围为 70～119 纳戈瑞/小时，全省 17 个辐射环境自动监测站采集的大气气溶胶中放射性核素水平未见异常，大气辐射环境处于正常本底水平。本次评价委托中国建材检验认证集团安徽有限公司对本项目周边进行的辐射本底检测，本项目核技术应用场所周边环境辐射本底在 106～120nGy/h 范围内，与安徽省天然贯穿辐射水平基本相当，属于正常本底范围，区域辐射环境质量现状良

好。本项目在落实本评价提出的各项辐射屏蔽措施之后，满足评价标准要求，辐射环境影响很小，符合辐射环境质量底线要求。

大气环境：根据《2021 年六安市环境质量公报》，2021 年六安市城区环境空气质量达标天数比例为 87.4%。可吸入颗粒物（PM_{10}）、细颗粒物（$PM_{2.5}$）、二氧化硫和二氧化氮年平均浓度分别为 63 微克/立方米、32 微克/立方米、6 微克/立方米和 25 微克/立方米，一氧化碳统计浓度为 1.0 毫克/立方米，臭氧统计浓度为 145 微克/立方米；项目所在区域大气环境质量均能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级浓度限值，为空气质量“达标区”。项目区域大气环境属于高排放重点管控区，需落实《安徽省大气污染防治条例》《“十三五”生态环境保护规划》《安徽省“十三五”环境保护规划》《打赢蓝天保卫战年行动计划》《安徽省打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案》《重点行业挥发性有机物综合治理方案》《六安市“十三五”环境保护规划》《六安市打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案》等要求，严格目标实施计划，加强环境监管，促进生态环境质量好转。上年度 $PM_{2.5}$ 不达标城市新建、改建和扩建项目大气污染物实施“倍量替代”，执行特别排放标准的行业实施提标升级改造。

地表水环境：根据《2021 年六安市环境质量公报》，2021 年六安市地表水总体水质状况为优，50 个地表水监测断面（点位）中，90.0%的断面（点位）水质状况优良，为Ⅰ～Ⅲ类水质；10.0％的断面（点位）水质状况为轻度污染，Ⅳ类水质。与上年相比，2021 年六安市地表水总体水质状况无明显变化。根据安徽省六安市“三线一单”技术成果内容，项目区域水环境管控分区属于工业污染重点管控区，需依据《中华人民共和国水污染防治法》《水污染防治行动计划》《安徽省水污染防治工作方案》及各市水污染防治工作方案对重点管控区实施管控；依据《安徽省淮河流域水污染防治条例》对淮河流域实施管控；依据开发区规划、规划环评及审查意见相关要求对开发区实施管控；落实《“十三五”生态环境保护规划》《安徽省“十三五”环境保护规划》《安徽省“十三五”节能减排实施方案》《六安市“十三五”节能减排实施方案》等要求，新建、改建和扩建项目水污染物实施“等量替代”。

声功能区环境：根据《2021 年六安市环境质量公报》，2021 年六安市各类功能区声环境共监测 80 点次，其中昼间监测 40 点次，夜间监测 40 点次。功能区声环境达标率为 90.0%，其中昼间达标率为 100.0%，夜间达标率为 80.0%。项目区域声环境质量可达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。本项目与各环境分区管控单元分布关系详见附图 7。

本项目运营期产生的大气污染物为少量的臭氧和氮氧化物，通过机房的排风系统排出机房，排放浓度和排放量很低，且六安市上年度 $PM_{2.5}$ 为达标城市，对周围环境影响可以忽略，

对六安市大气环境质量底线影响较小。本项目配备的 2 名辐射工作人员均为厂区内部人员调剂，运营期不新增生活污水和其他废水排放，故本项目不会对六安市地表水环境质量底线造成影响。本项目在采取评价中提出的环保措施后，噪声可做到达标排放，本项目运营期对周围声环境影响较小。产生的固废主要为废胶片、废显影液、废定影液和洗片废水等危险废物，危险废物由厂区危险废物储存间暂存，之后定期交有资质单位处置。因此，在采取本次评价提出的污染防治措施后，项目运营产生的废气、固废和噪声均可以得到有效治理和安全处置，不会突破区域环境质量底线。

综上，本项目满足“环境质量底线”要求。

资源利用上线：本项目不属于资源开发类项目，项目运营期利用的资源主要为电力资源，资源消耗量很少，没有突破资源利用上线。

生态环境准入清单：本项目属于核技术在无损检测领域内的运用，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第三十一项第 1 条“质量认证和检验检测服务”，属于国家鼓励类产业，不属于环境准入负面清单，符合国家产业政策要求。

综上所述，本项目的建设符合“三线一单”要求。

6、产业政策符合性及实践正当性

本项目属于核技术在无损检测领域内的运用，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第三十一项第 1 条“质量认证和检验检测服务”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

本项目为保证生产产品的质量，提升生产效率，组装探伤室 1 座，使用一套 X 射线机系统（Ⅱ类射线装置）对公司生产的不锈钢管坯焊缝进行无损检测。探伤室充分考虑了周围场所的防护与安全。经分析可知，本项目运营后对辐射工作人员和公众外照射引起的年附加剂量低于项目管理目标值，本项目实施所获利益远大于其危害，因此本项目的实施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

7、代价利益分析

本项目符合公司生产工艺的需要，能有效提高公司生产效率，核技术在工业探伤上的应用有利于提高产品焊缝的质量，能有效减少因焊缝质量不过关而导致的安全事故数量，该项目在保障产品质量的同时也为公司和社会创造了更大的经济效益。为保护该项目周边辐射工作人员和公众，探伤室加强了防护，从剂量预测结果可知，该项目辐射工作人员年所受附加剂量满足项目管理限值 5mSv 的要求，周围公众年所受附加剂量满足项目管理限值 0.25mSv 的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

因此，从代价利益分析看，该项目建设是正当可行的。

8、与《六安市东片区（六安经济技术开发区）规划》相符性分析

根据《六安市东片区（六安经济技术开发区）规划》，开发区规划面积为24.8平方公里，产业发展方向为进一步发展食品、纺织、机械、医药、化工等优势产业，以加工制造业为主导，同时积极发展高新技术产业和旅游业。

本项目位于安徽省六安市金安区一元大道283号六安一六八航空航天精密器件有限公司流水线加工车间内，项目为核技术在无损检测领域内的运用，属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》中第三十一项第1条“质量认证和检验检测服务”，不属于六安经济技术开发区主导行业也不属于禁止类，可视为允许类，因此符合《六安市东片区（六安经济技术开发区）规划》。

9、现有核技术利用情况

本项目是一六八公司首次拟开展核技术利用项目，在此之前无核技术利用情况。

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
无								

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	操作场所	贮存方式与地点
无										

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
无										

（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 射线机系统	II	1 套	XY-160	160	4	不锈钢管坯焊缝 X 射线无损检测	铅房内	定向，新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度（Bq）	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	--	--	--	--	–	--	臭氧和氮氧化物通过排风系统排入空气中，自动分解。
废显影液、定影液、洗片废水	液体	--	--	0.734 m^3	8.8m^3	--	专用废液收集桶收集，依托厂内危险废物储存间暂存	定期送有资质的单位进行处置。
废胶片	固态	--	--	1.05kg	12.55kg	--	废胶片暂存柜	定期送有资质的单位进行处置。
--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^3。年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg,或 Bq/m^3）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日实施； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第 24 号，2018 年 12 月 29 日修订； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； （4）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年修订； （5）《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； （6）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修正版），国务院第 709 号令，2019 年 3 月 12 日施行； （7）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； （8）《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》，原国家环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日； （9）关于发布《射线装置分类》的公告，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日； （10）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理报告制度的通知》，原国家环保总局，环发【2006】145 号； （11）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版），生态环境保护部令第 16 号；2021 年 1 月 1 日施行； （12）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境保护部令第 9 号；2019 年 11 月 1 日施行； （13）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行； （14）《中华人民共和国噪声污染防治法》，已由中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议于 2021 年 12 月 24 日通过，自 2022 年 6 月 5 日起施行； （15）《安徽省放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，安徽省环境保护

局 2008 年 9 月 18 日发布；

（16）《国家危险废物名录》（2021 年版），部令第 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行；

（17）《安徽省环境保护条例》，2017 年 11 月 17 日安徽省第十二届人民代表大会常务委员会第四十一次会议修订，2018 年 1 月 1 日起施行；

（18）《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150 号）环境保护部办公厅 2016 年 10 月 27 日印发；

（19）《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中华人民共和国国家发展和改革委员会 2019 年 8 月 27 日第 2 次委务会议审议通过，自 2020 年 1 月 1 日起施行；

（20）《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）（试行）》生态环境部办公厅 2020 年 12 月 23 日发布，2021 年 4 月 1 日起执行。

技术标准	（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），原国家环境保护部； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （3）《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）； （4）《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）； （5）《工业探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）； （6）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014)； （7）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （8）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （9）《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2021）； （10）《声环境质量标准》（GB 3096-2008）； （11）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）； （12）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。
其他	（1）项目环境影响评价委托书； （2）建设单位提供的有关资料； （3）《2021 年安徽省生态环境状况公报》； （4）《六安市东片区（六安经济技术开发区）规划》； （5）上海琢星检测设备有限公司提供的关于本项目的《X 射线检测系统技术协议》； （6）无锡市赛盾辐射防护科技有限公司提供的关于本项目的铅房设计图纸。 （7）《辐射防护导论》，方杰主编。

表 7 保护目标与评价标准

一、评价内容

（1）对项目拟建地址进行辐射环境质量本底现状监测和调查，了解场所及周围的辐射环境质量本底现状水平，并对项目建成后铅房外辐射环境影响评价以及辐射工作人员和公众所受剂量预测评价。

（2）对不利影响提出污染防治措施，论证污染防治措施环保达标可行性。

（3）满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目的辐射环境管理提供科学依据。

（4）对项目建设阶段和运行阶段的非辐射环境影响进行评价分析。

二、评价原则

此次评价遵循《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护“三原则”要求：

（1）实践的正当性；

（2）剂量限制和潜在照射危险限制；

（3）防护与安全的最优化。

三、评价重点

1、辐射环境：项目建成后铅房外辐射环境影响评价以及辐射工作人员和公众所受附加剂量预测评价。

2、非辐射环境：项目固废依托建设单位危险废物储存间的依托可行性评价以及项目运营期噪声的环境影响评价。

四、评价范围

辐射环境：按照《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中，“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”相关规定，并结合该项目辐射为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定本项目 XY-160 型 X 射线机系统作业时评价范围为 X 射线机系统所在的铅房屏蔽墙边界外 50m 的区域，辐射环境评价范围示意图详见附图 4。

声环境：根据《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2021）的要求，满足一级评价的要求，一般以项目边界向外 200m 为评价范围；二级、三级评价范围可根据建设项目所在区域

和相邻区域的声环境功能区类别及敏感目标等实际情况适当缩小。本项目所在区域现状为工业区，执行 3 类标准，评价等级为三级，本项目参考《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）（试行）》的要求，并结合项目实际情况，本项目仅在铅房排风机运行时会产生噪声，因此确定声环境影响评价范围为厂界外 50m 的区域，噪声评价范围示意图详见附图 5。

五、环境保护目标

本项目辐射评价范围内环境保护目标主要是从事 X 射线探伤的辐射工作人员、一六八公司内流水线加工车间流动人员、生活配套用房临时休息人员及流水线加工车间未来规划的岗位等。辐射环境保护目标为辐射工作人员及评价范围内公众成员，详见表 7-1。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)，声环境保护目标为依据法律、法规、标准政策等确定的需要保持安静的建筑物及建筑物集中区。根据《中华人民共和国噪声污染防治法》(2022 年 6 月 5 日起施行)，声环境保护目标是指用于居住、科学研究、医疗卫生、文化教育、机关团体办公、社会福利等需要保持安静的建筑物及建筑物集中区。

本项目建设的探伤室位于公司流水线加工车间内，本项目声环境评价范围（厂界外 50m）内涉及厂区外道路、空地、林地与其他公司生产厂房，因此本项目声环境评价范围内无声环境保护目标。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

环境影响因素	保护目标名称		人数（人）	位置	方位	距铅房最近距离（m）
辐射环境	职业	操作人员	2	控制室	铅房西北	约 1
	公众	流动人员	约 2	卫生间	铅房西	约 4
		未来规划的工作人员*	约 5	流水线加工车间-铅房东和北侧	铅房东和北	约 1
		加工车间工作人员	约 5	加工车间	铅房东	约 16
		生活配套用房临时休息人员	约 2	生活配套用房-休息室	铅房南	约 19
		一般固废暂存区-仓储区工作人员	约 2	流水线加工车间-一般固废暂存区-仓储区	铅房东北	约 30

规划的工作人员*：一六八公司拟在本项目东侧和北侧规划其他岗位，以充分利用流水线加工车间的空间布局，故本评价将未来规划的工作人员作为本项目的辐射环境环保目标。

六、评价标准

（1）人员剂量限值

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 款，应对个人受到的正常照射加以限制，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当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。

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a)由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

第 B1.2.1 款，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下述限值：

a)年有效剂量，1mSv；

第 11.4.3.2 款 剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%～30%的范围之内。本项目剂量约束值按照以上原则选取，制定合理，具体如下：

在环境评价中，出于“防护与安全的最优化”原则，对于某单一项目的剂量控制，可以取这个限值的几分之一进行管理，本报告结合实际管理需求，对于辐射工作人员取年有效剂量限值的 1/4 作为年剂量约束值，即 5mSv；对于公众成员取年剂量限值的 1/4 作为年剂量约束值，即 0.25mSv。

（2）剂量率限值

铅房（本项目探伤场所为铅房）墙体及门的屏蔽应满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）要求。

4.1 款防护安全要求

4.1.1款　探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，控制室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 款　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。

4.1.3 款　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，对职业人员不大于 100μSv/周，对公众不大于 5μSv/周；

b)　关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。

4.1.4 款　探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3 款；

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 100μSv/h。

4.1.5 款 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。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 款 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。

4.1.7 款 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 款 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。

4.1.9 款 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 款 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11款 探伤室应设置机械排风装置，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）《工业探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）中有关要求

本项目综合考虑《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）和《工业探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）中的有关要求，要求建设单位在运营期采取以下相关措施：

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100μSv/

周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

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

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

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

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

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

（4）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有关要求

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3 款　探伤室屏蔽要求

3.1 款　探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

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

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

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

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

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

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

式中:H_c—周剂量参考控制水平, 单位为微希每周(μSv/周) ；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

t —探伤装置周照射时间, 单位为小时每周(h/周) 。

t 按式(2)计算：

$$t=W/(60 \cdot I) \quad \text{……（2）}$$

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

60—小时与分钟的换算系数；

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安(mA) 。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平$\dot{H}_{c,max}$：

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

c）关注点剂量率参考控制水平$\dot{H}_c$：

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

3.1.2 款　探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和(或)在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

3.2 款 需要屏蔽的辐射

3.2.1 款 相应有用线束的整个墙面考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 款　散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

3.2.3 款　当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度(TVL)或更大时，采用其中较厚的屏蔽，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)。

3.3 款 其他要求

3.3.1 款　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。

3.3.2 款　探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 款　屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 款　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。

3.3.5款　应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

（4）《工厂企业厂界噪声排放标准》（GB12348-2008）

本项目运营期厂界噪声排放执行《工业企业厂界噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准。

根据建设单位以往的生产经验，一六八公司全年生产的焊接管坯数量为 9000-18000 件/年，其中焊接管坯的最大规格为长 1.8m、直径 0.5m、厚度 31mm，该规格焊接管坯数量约占总焊接管坯数量的 5%；本项目运营后，全年生产的焊接管坯均在一六八公司厂区内自行完成检测任务，无需进行外运检测。根据建设单位提供的资料，本项目最大规格的焊接管坯需要进行 3 次探伤活动，其他规格的焊接管坯进行 1-2 次探伤活动即可将焊接管坯中的焊缝全部检测完成，故本项目预计至多进行 18000×5%×3+18000×95%×2=36900 次探伤；每次探伤时间为 2-3min，本评价从最不利于环境影响角度考虑，计算年总探伤时间约为 1845h，每周开机时间约 36.9h，本评价周开机时间计算选取参数见下表：

表 7-3 周开机时间计算选取参数

工件规格	工件数量（件）	单个工件探伤次数（次）	单次探伤时间（min）	年工作时间（周）	年总探伤时间（h）	周总探伤时间（h）
长 1.8m、直径 0.5m、厚度 31mm	900	3	3	50	135	2.7
其他规格	17100	2	3		1710	34.2
合计					1845	36.9

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

目机房外周围关注点的导出剂量率参考控制水平计算结果见下表：

表 7-4　本项目铅房外周围关注点的导出剂量率参考控制水平计算结果表

关注点	点位功能	$\dot{H}_c$ μSv/周	U	T	t（h/周）	$\dot{H}_{c,d}$ μSv/h	$\dot{H}_{c,max}$ μSv/h	**$\dot{H}_c$ μSv/h**
东屏蔽墙外 30cm	过道（监督区）	5	1	1/8	36.9	1.1	2.5	**1.1**
南屏蔽墙外 30cm	绿化（监督区）	5	1	1/8	36.9	1.1	2.5	**1.1**
西屏蔽墙外 30cm	暗室	100	1	1	36.9	2.7	2.5	**2.5**
北屏蔽墙外 30cm	控制室	100	1	1	36.9	2.7	2.5	**2.5**
工件大门外 30cm	控制室	100	1	1	36.9	2.7	2.5	**2.5**
屋顶上 30cm	探伤室顶	-	1	-	36.9	-	100	**100**

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）以及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）等评价标准，确定本项目管理目标限值：职业人员年总有效剂量不超过 5mSv；公众年有效剂量不超过 0.25mSv；结合一六八公司现在的工作量，建设单位现暂定 2 名辐射工作人员，若项目日后检测量增大或生产效率提高，需根据检测任务合理安排工作人员工作时间及工作人数。

东屏蔽墙外 30cm、南屏蔽墙外 30cm 处关注点最高剂量率参考控制水平不超过 1.1μSv/h；西屏蔽墙外 30cm、北屏蔽墙外 30cm 处关注点最高剂量率参考控制水平不超过 2.5μSv/h；铅房屋顶上 30cm 处关注点最高剂量率参考控制水平不超过 100μSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

1、项目地理和场所位置

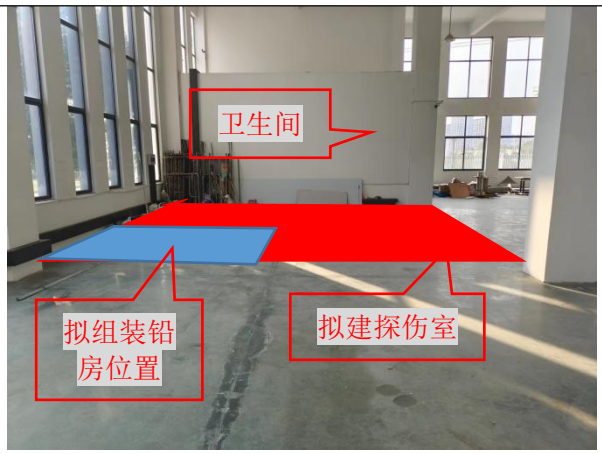
一六八公司厂址位于安徽省六安市金安区一元大道 283 号。厂区北侧为汉王路，隔路为林地；东侧为一元大道，隔路为空地（未利用地块）；南侧为六安鑫宏机械制造有限公司，西侧为空地。一六八公司厂址周边现状较为简单，无与本项目有冲突的企业存在，项目与周边环境相容。周边关系图详见附图 2。

拟安装的探伤室总体位于厂区的西部位置，流水线加工车间内部南侧靠墙位置，占地面积 64m^2（8m*8m）；探伤室北侧为流水线加工车间内部过道，东侧为加工区，南侧为厂区内部过道，西侧为流水线加工车间卫生间，无地下室；探伤房高约 3.5m，顶部不可上人，流水线加工车间高 8m，顶层可上人，由流水线加工车间西南角步行楼梯间上去，但平时楼梯间大门紧锁，非检修时段不上人，经与建设单位沟通，一六八公司承诺在顶层检修时段建设单位停止探伤工作；

本项目探伤室由铅房、控制室、暗室构成，X 射线机系统位于探伤室铅房内，铅房位于探伤室东南侧，占地面积 12m^2（4m 长*3m 宽），铅房东屏蔽墙紧贴探伤室手工净化板，铅房四周屏蔽墙、顶棚及工件进出门均采取屏蔽防护措施，南屏蔽墙紧贴流水线加工车间围墙。本项目所在厂房平面布置图见图 1-1。

铅房设置工件进出门，其中工件进出门位于铅房室北侧，控制室位于铅房西北侧，方便操作人员进行操作及观察工件进出情况，探伤室入口设置手动平开门，方便人员进出；铅房位于流水线加工车间南侧，50m 范围内无居民点、医院、学校等敏感保护目标，项目场址环境辐射本底未见异常；

本项目探伤室拟建区域现状及周边环境现状见图 8-1：



拟建探伤室现状



东侧加工车间现状



南侧现状



北侧现状

图 8-1 本项目探伤室建址环境周围现状

2、辐射环境监测

中国建材检验认证集团安徽有限公司于 2022 年 12 月 2 日对本项目拟建地及周边环境进行了辐射环境背景监测。检测报告详见附件 7。

（1）监测因子

本次项目监测因子为γ辐射空气吸收剂量率。

（2）监测布点

根据均布性和代表性原则进行布点，共布设 5 个监测点位。

（3）监测仪器及监测依据

表 8-1 监测依据一览表

分类	项目	检测依据名称和标号	检测仪器
电离辐射	X、γ射线剂量率	《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021	环境级 X-γ剂量率仪

表 8-2 监测仪器情况一览表

检测仪器	环境级 X-γ剂量率仪
型号	FH40G-L10+FHZ672E-10
测量范围	1nSv/h ~ 100μSv/h
能量响应范围	40keV-4.4MeV
出厂单位及编号	Thermo 031619+11363
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书编号	DLjl2022-07469
鉴定日期及有效期	2022.07.26-2023.07.25

（4）质量保证措施

①本项目监测单位为中国建材检验认证集团安徽有限公司，具备监测资质。

②监测点位在拟建场地四周及周边敏感目标布点，点位布设兼顾均布性和代表性，点位布设具有合理性。

③监测方法采用了国家有关部门颁布的标准进行。

④监测人员均参加过相关的培训，现场监测人员具备合理判断数据的能力。

⑤监测所用仪器定期经计量部门检定，检定合格后在有效使用期内使用，且与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，保证获得真实的测量结果。每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。

⑥由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

⑦监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。

⑧监测报告严格实行三级审核制度。

（5）监测结果

监测结果见表 8-3。

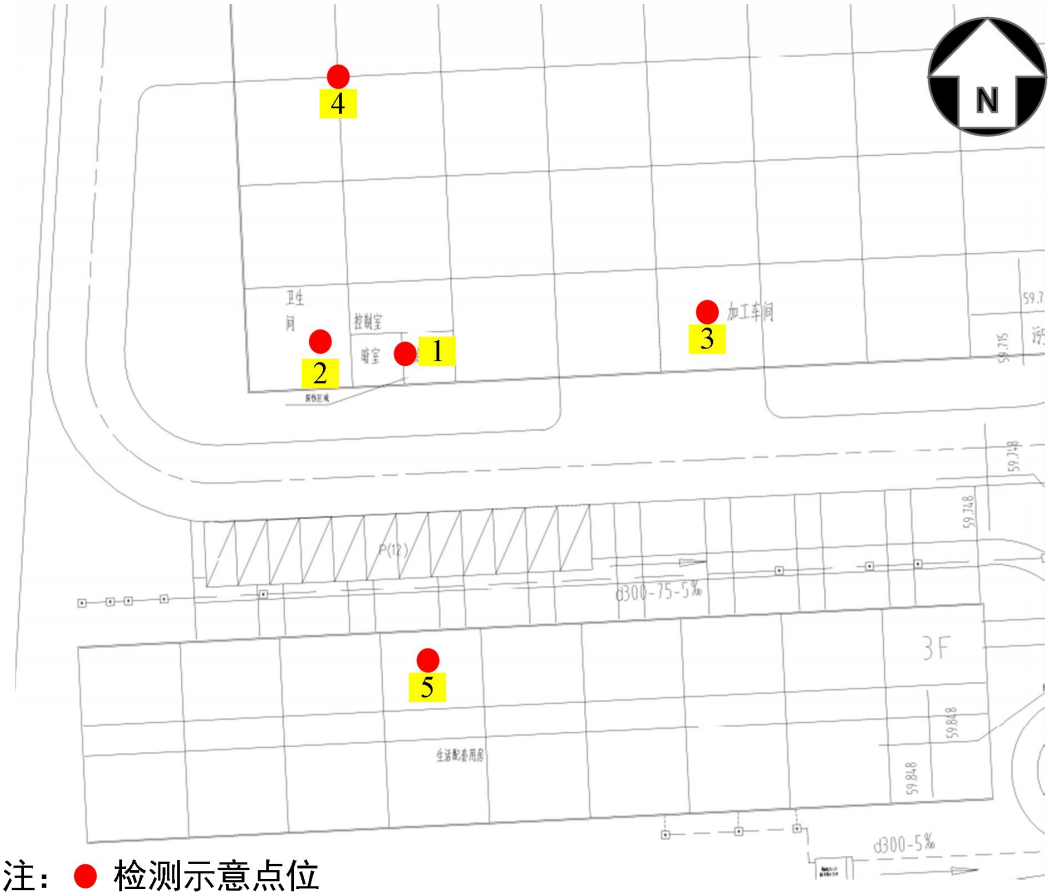
表 8-3　环境γ辐射剂量率检测结果统计表

点位序号	测量点位描述	测量结果（nGy/h）
1	拟安装铅房位置距地 1m 处	114±1.9
2	拟安装铅房位置西侧卫生间距地 1m 处	120±1.9
3	拟安装铅房位置东侧加工车间距地 1m 处	106±1.2
4	拟安装铅房位置北侧一般固废暂存区距地 1m 处	110±2.1
5	拟安装铅房位置南侧生活配套用房休息室距地 1m 处	111±2.0
注：测量值未扣除宇宙射线响应，检测点位见示意图 8-2；		

（6）检测结果评价

由上表 8-2 可知，本项目核技术应用场所及周边辐射环境现状本底在 106～120nGy/h 范围内。

根据《2021 年安徽省生态环境状况公报》中数据显示，2021 年，全省伽玛辐射空气吸收剂量率（含宇宙射线贡献值）平均值为 93 纳戈瑞/小时，范围为 70～119 纳戈瑞/小时。由此可知，本项目核技术应用场所及周边辐射环境现状本底值与安徽省天然贯穿辐射水平基本相当，属于正常本底范围。



备注：● 检测示意点位

图 8-2　拟建场址周边环境γ辐射剂量率检测点位示意图

3、声环境现状调查及评价

安徽皋翔检测科技有限公司于 2023 年 1 月 11 日对本项目所在地四周厂界的监测，监测结果见下表 8-5，检测报告详见附件 8。

（1）监测因子

等效连续 A 声级（Leq）。

（2）监测频率

监测 1 天，昼夜各一次。

（3）监测仪器与监测依据

表 8-4 监测仪器与监测依据一览表

分类	项目	检测依据名称和标号	检测仪器	仪器有效（检定/校准）日期
声环境	噪声	《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348-2008	多功能声级计	2022.3.14-2023.3.13
			声校准器 AWA6021A	2022.3.14-2023.3.13

（4）监测点位

根据均布性和代表性原则进行布点，共布设 4 个监测点位，分布在厂界四周。

（5）监测结果

监测结果见表 8-5。

表 8-5　环境噪声检测结果

检测类别：声环境 L_{eq}（单位：dB（A））			
点　位	测点名称	2023.1.11	
		昼间	夜间
N1	厂界东侧 1m 处	50	46
N2	厂界南侧 1m 处	52	48
N3	厂界西侧 1m 处	61	48
N4	厂界北侧 1m 处	54	51
评价标准		65	55
评价结果		达标	达标

根据上表可知，本项目边界声环境质量现状可以满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类区（昼间 65dB（A）、夜间 55dB（A））的标准限值要求，区域声环境质量现状良好。

表 9 项目工程分析与源项

一、施工期工程分析及污染源分析

本项目施工期的主要内容为组装一座探伤室，探伤室房间构成由铅房、控制室、暗室组成，拟安装的探伤室总体位于厂区的西部位置，流水线加工车间内部南侧靠墙位置。施工期的主要施工内容包括：基础开凿（工件进出门下方向地下开凿 10cm）、探伤室组装（为保证铅房四面墙体固定不偏移，铅房厂家将各侧墙体底部槽钢处预留了多处螺纹孔，通过螺纹钉将各墙体固定在地面；为避免铅房墙体与地面接缝位置的射线泄露，铅房内地面四周配备“L”型屏蔽铅板，厚度 3mm，宽度 200mm，紧靠铅房内壁安装）、设备安装及调试。

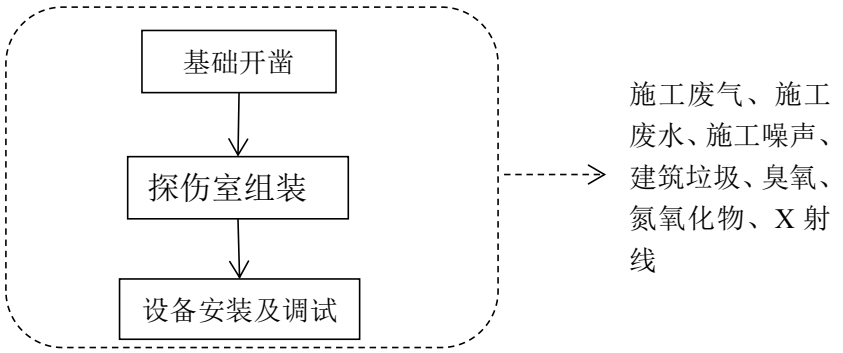


图 9-1　项目施工期工艺流程及产污环节示意图

施工期污染源分析如下：

1、施工噪声

施工噪声主要来自施工作业和运输车辆。施工作业噪声主要指一些零星的敲打声、装卸建材的撞击声、组装铅房时的电钻、电锤声等，多为瞬间噪声；运输车辆的噪声属于交通噪声。本项目施工工程量小、施工工艺简单、施工周期短，施工噪声对周边的环境影响较小。随着施工期的结束，施工噪声影响也将结束。

2、施工废气

施工期间对大气环境的影响主要表现为施工扬尘。扬尘主要来源于：施工物料的堆放、装卸过程产生的扬尘；建筑物料的运输造成的道路扬尘；清除固废和清理工作面引起的扬尘。施工期的废气污染影响是暂时性的，随着施工作业结束，影响将随之消失。

3、施工废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水。施工人员生活污水的主要污染物指标为 COD、BOD_5、SS 和 NH_3-N。施工产生的生活污水依托厂区化粪池预处理后，进入市政污水管网。

4、固体废弃物

本项目施工期固废主要有建筑施工和装修过程中产生的建筑垃圾、施工人员的生活垃圾。

项目在建设过程中产生的建筑垃圾主要有建材损耗产生的垃圾以及装修产生的建筑垃圾等，包括砂土、石块、废金属、钢筋、铁丝等杂物。可以重复使用的尽量回收利用，剩余少量建筑垃圾可清运至城市建筑垃圾填埋场作无害化处置。施工期生活垃圾集中收集后，委托环卫部门进行安全处置。

5、设备调试过程中的污染物

X 射线机系统安装后，需进行设备调试。设备调试在已完成防护施工的探伤室内进行，调试过程射线装置会发出 X 射线，X 射线电离空气会产生臭氧和氮氧化物。由于设备调试时，X 射线探伤室的防护施工及通风装置等辅助工程已建设完成，调试人员严格按照操作规程进行调试，对周围环境的影响很小。

二、项目设备和工艺分析

1、工艺设备及工艺分析

本项目 X 射线探伤场所为铅房，项目使用一套 XY-160 型 X 射线机系统，由控制器（HR-2000C+）、X 射线管（MXR-160/20，定向）、高压电缆（N3/160-R24SL-R24SL-10m）、高频阴极高压发生器（HS-160C）和冷却器（RJS-3）组成，用于对不锈钢管坯焊缝的无损检测，属于使用Ⅱ类射线装置，设备参数详见附件 9。

1.1、X 射线装置参数表

表 9-1　XY-160 型 X 射线机系统参数一览表

装置名称	X 射线机系统
型号	XY-160 型，定向
类别	Ⅱ
数量	1 套
装置用途	不锈钢管坯焊缝的无损检测
射线类型	X 射线
焦点尺寸	1.0mm
最大管电压	160kV
最大管电流	4mA
辐射角	40°（朝下）
滤过片	0.8mm 铍
组成	控制器（HR-2000C+）、X 射线管（MXR-160/20，定向）、高压电缆（N3/160-R24SL-R24SL-10m）、高频阴极高压发生器（HS-160C）和冷却器（RJS-3）

1.2、X 射线机系统组成及工作原理

（1）设备特点

本项目拟使用的 XY-160 型 X 射线机系统，具有造型新颖，结构合理，除了具有体积小、重量轻、操作简单、故障自检等特点外，尤其具备了抗干扰能力强，工作稳定性好，运行可靠等优点。项目使用的 X 射线机系统由控制器、X 射线管、高压电缆、高频阴极高压发生器和冷却器组成。

（2）X 射线产生原理

X 射线机系统核心部件是 X 射线管，本项目 X 射线管是一个内真空的金属陶瓷管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。通电时，通过高压发生器加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量，具有一定动能的高速运动电子束撞击靶材料，产生 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 9-2 所示。

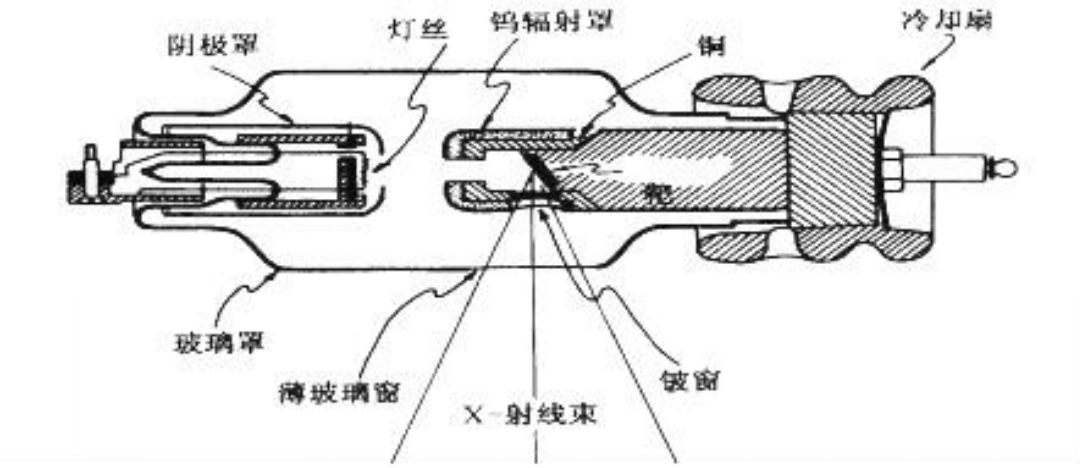


图 9-2　典型 X 射线管结构图

（3）探伤作业方式

根据建设单位提供的资料，本项目 X 射线机系统在工作时将固定在射线管运动机构上，射线管运动机构是由升降立架、平移机构组成，射线源通过不锈钢固定支架固定在探臂端部，射线向下出束；

升降立架用于探臂升降运动（Z 轴方向，行程 1000mm），调节射线管与工件的焦距，驱动方式为电动。射线源可沿 X 轴方向左右移动，行程 1800mm，移动方式为电动。射线源可沿 Y 轴方向前后移动，行程 400mm，移动方式为电动。检测时的控制操作可通过控制器面板的操作按钮来完成，也可通过现场操作手柄来完成。

被检测工件置于检测平台，检测平台由平台和托架工装组成，平台全长 2000mm、宽度 800mm，置于防护室内地面上。托架工装 1 用于放置直径≤60mm 长度小于 800mm 的工件，

平台上共设置 4 组此种工位，每个工位可放置 4 个工件，检测工装上配有胶片插槽用于放置胶片；托架工装 2 用于放置直径 60mm-500mm、长度 800mm-1800mm 的工件。

部分被检测工件需要使用到胶片工装，胶片工装用于需单壁透的管件，适用管件直径 250mm-500mm；胶片工装为独立机构，使用时将胶片放置在工装板上，人工将胶片工装放置在管件内部。

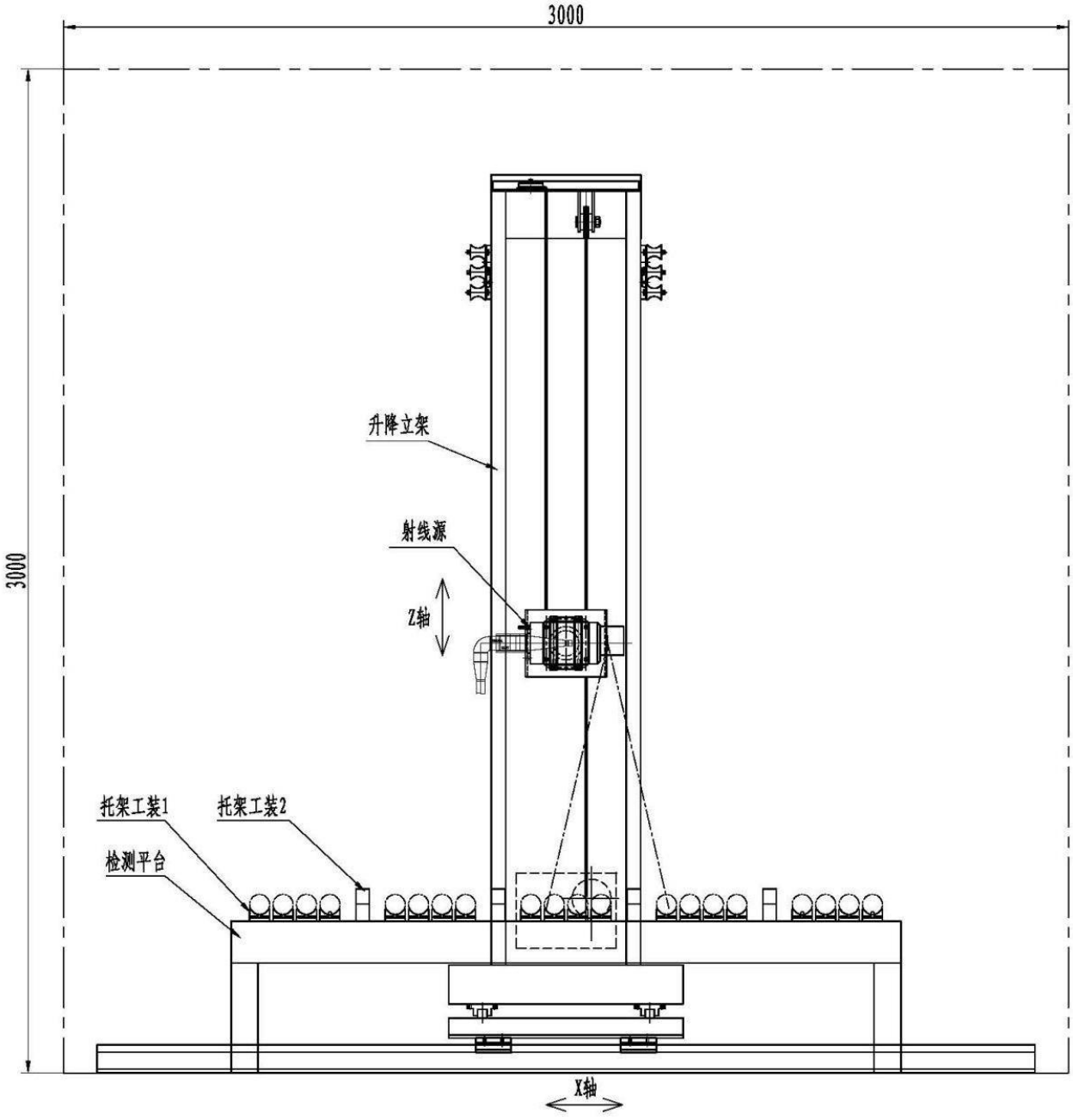


图 9-3 射线源沿 X 轴方向左右移动示意图

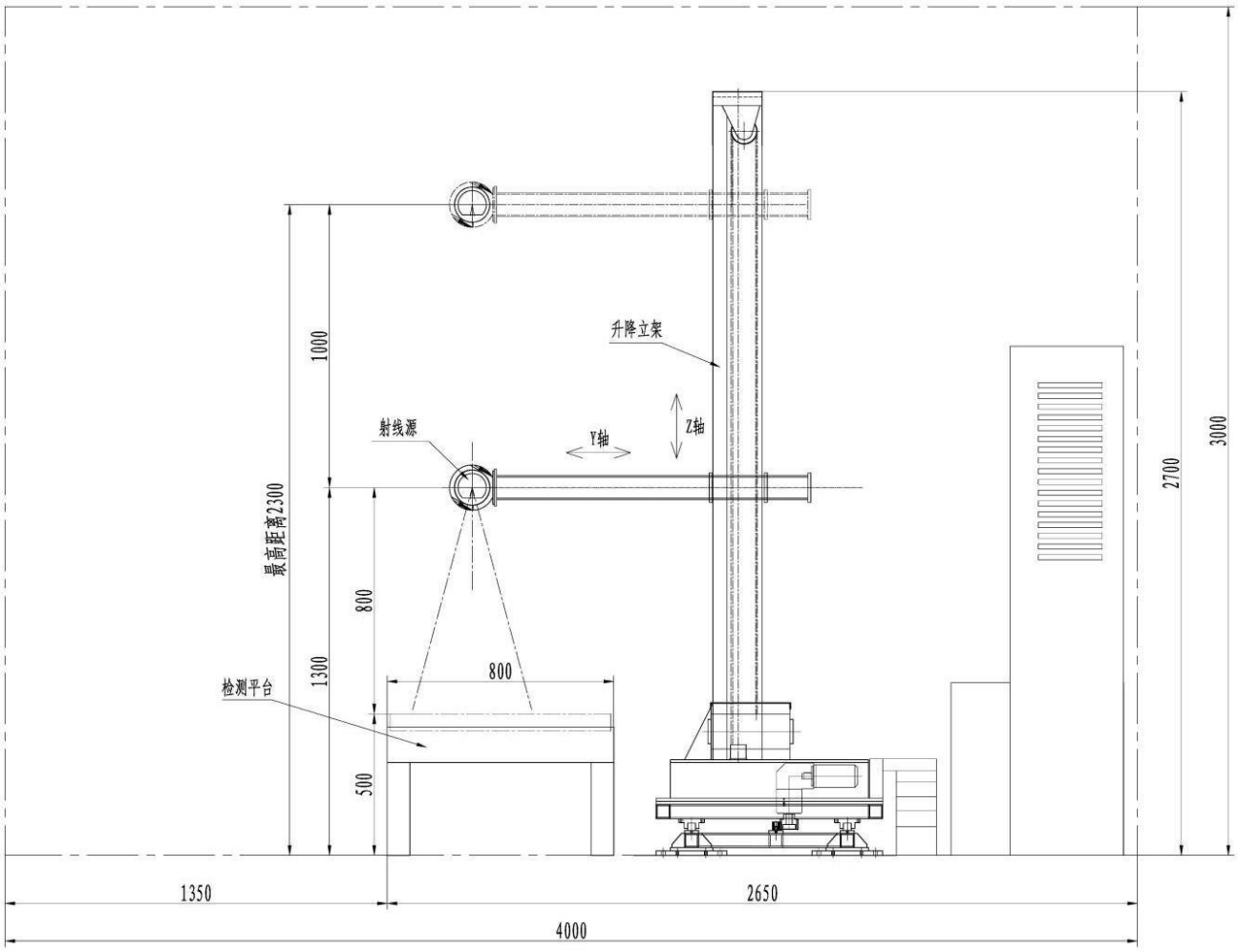


图 9-4 射线源沿 Y 轴方向左右移动示意图

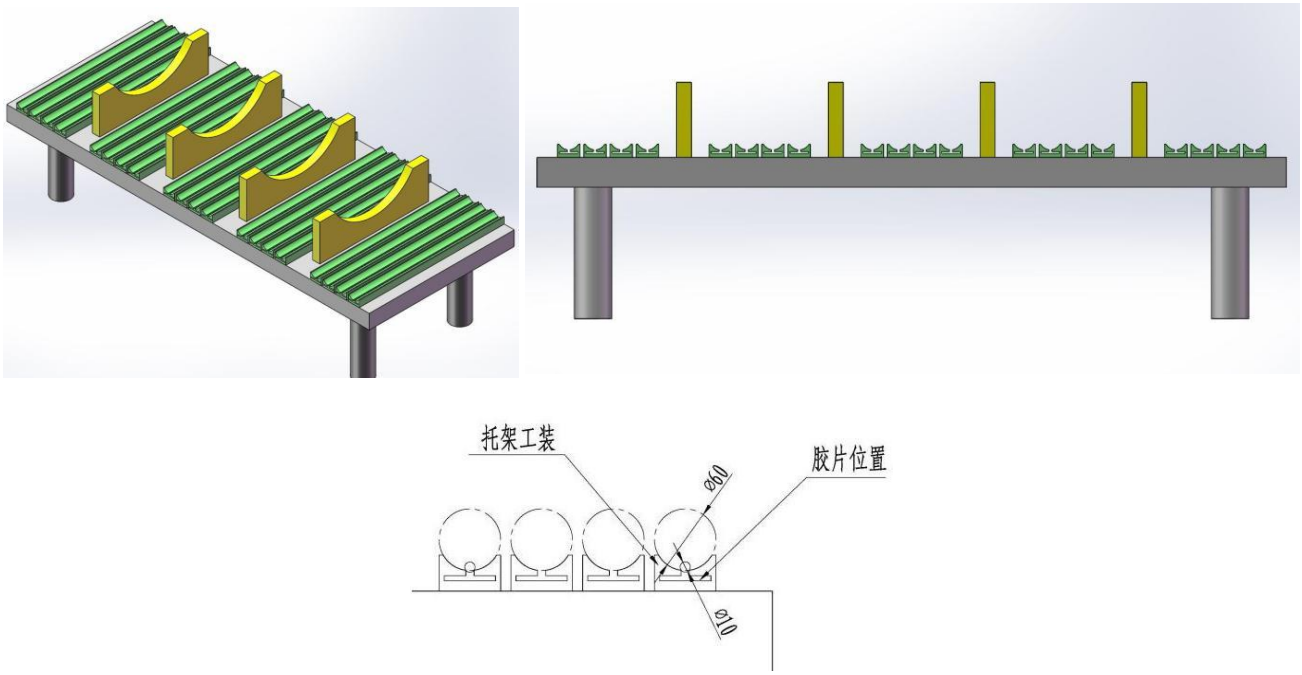


图 9-5 检测平台示意图



图 9-6 拟探伤工件

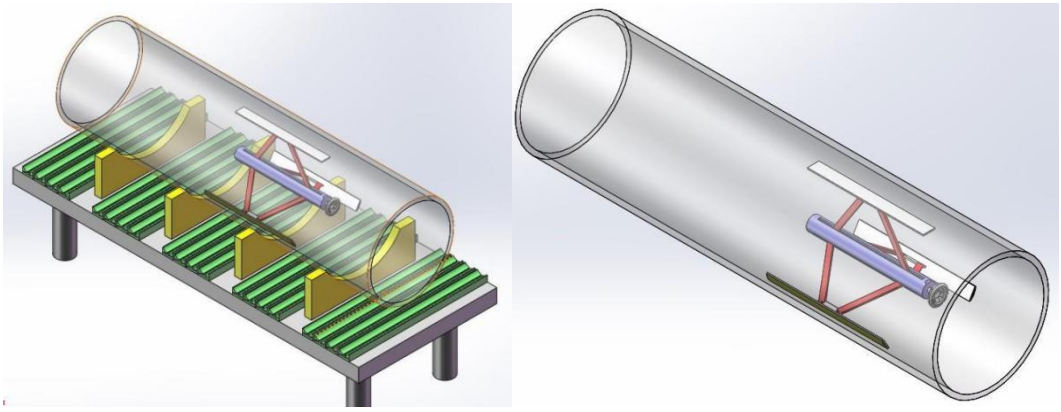


图 9-7 胶片工装示意图

根据建设单位提供的资料，本项目投入运营后，全年生产的焊接管坯均在一六八公司厂区内自行完成检测任务，生产能力为焊接管坯数量 9000-18000 件/年；其中最大规格的焊接管坯为长 1.8m、直径 0.5m、厚度 31mm，该规格管坯数量约占总焊接管坯数量的 5%。本项目最大规格的管坯需要进行 3 次探伤活动，其他规格的管坯进行 1-2 次探伤活动即可将管坯中的焊缝全部检测完成，故本项目预计至多进行 36900 次探伤；每次探伤时间为 2-3min，本评价从最

不利于环境影响角度考虑，计算年总探伤时间约为 1845h，建设单位实际年探伤时间应小于 1845h；为延长 X 射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以 1:1 方式工作和休息，确保 X 射线管充分冷却，防止过热。探伤机带有延时设置功能，可自行设置延时数值。每次探伤至多使用 1 张胶片（尺寸为 360mm*430mm），本项目选购的胶片可切割分多次使用，即 1 张胶片可使用 3-4 次，故本项目最多使用到 12300 张胶片。

1.3、工艺流程及产污环节分析

工作流程及产污环节见下图。

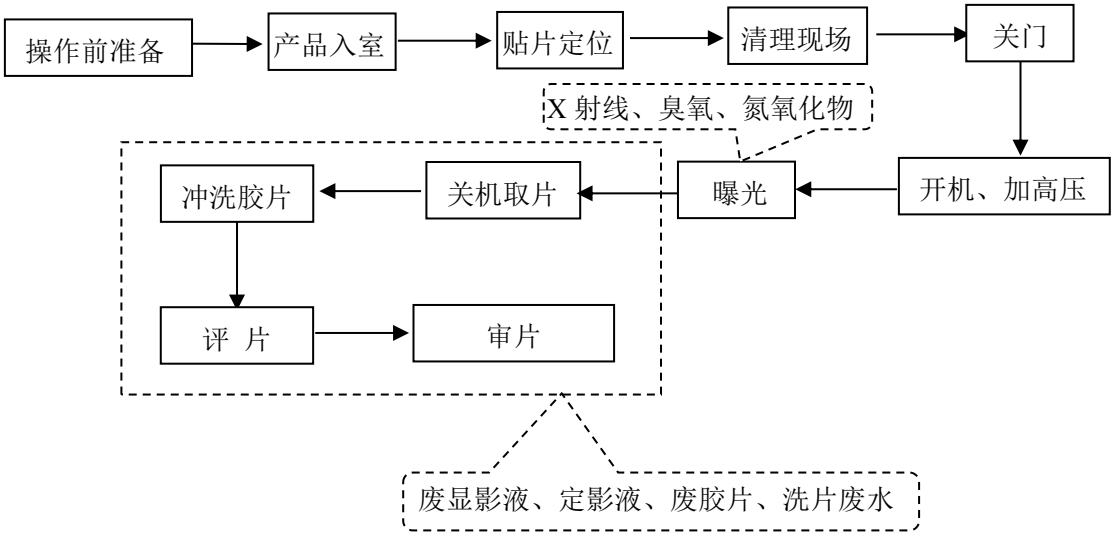


图 9-8 工艺流程及产污环节图

具体流程为：

①操作前准备：检查探伤室电动联锁安全装置、电源连接系统等；

②操作人员佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪和辐射巡测仪后进入曝光室（各监测仪器正常运行才可使用），将需要进行 X 射线探伤的工件通过工件防护门运至检测平台上固定，在工件待检部位布设 X 射线感光胶片并加以编号；

③通电前将控制箱、机头、高压发生器及冷却系统等部件与电缆线连接好；

④接通电源控制系统，检查控制箱板面电源指示灯、冷却系统等是否正常；

⑤检查无误后，清场并确认铅房内无人后，操作人员撤离曝光室，并将工件门进出门关闭；

⑥根据工件的厚度及工艺要求调节相应管电压和曝光时间，检查无误即进行曝光，曝光时间控制在 2-3min，当达到预定的照射时间后，先将控制器的高压旋钮由高到低渐回到起始位后，再关闭控制器电源开关；

⑦曝光结束后确定 X 射线管停止出束，工作人员才可进入曝光室，从探伤工件上取下已经曝光的 X 射线感光片，送暗室进行冲洗处理，然后进行评片、审片。

在 X 射线机系统开机曝光时，有 X 射线、臭氧、氮氧化物产生，曝光室排气装置产生噪声；在洗片过程中产生废显影、定影液、洗片废水，另外有使用后废胶片。

三、运营期污染源分析

1、辐射污染源

由 X 射线机系统的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线机系统只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发射 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线是污染环境的主要污染因子。

本工程运行过程中不产生其它放射性污染物。

2、非辐射污染

（1）废气

X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，由于本项目 X 射线探伤机工作时的管电压、管电流较小，额定值最大为 160kV/4mA，因此产生的臭氧和氮氧化物极少，臭氧和氮氧化物通过机械排风装置排放至流水线加工车间外，外出风口位于流水线加工车间南侧，避免朝向人员活动密集区。

（2）噪声

根据建设单位提供的资料，铅房东南角设置机械排风装置，采用 200FZY-D 型的交流散热风机，风机风量为 459m^3/h，风机的声压级值≤60dB，风机设备参数详见附件 10。

（3）废水

本项目洗片过程产生少量洗片废水和废显（定）影液，废显（定）影液属于危险废物，清洗胶片时有洗片废水产生，本项目预计最多使用到 12300 张胶片，则探伤作业清洗胶片时产生的洗片废水约 3.1m^3/a，洗片废水中含有少量的 AgBr、显影剂及氧化物，洗片废水参照危废处理，不得外排。本项目暂定辐射工作人员 2 人，年工作 250 天，均从厂区内部进行调剂，故不新增生活污水产生量和其他废水。

（4）固体废物

本项目拍片完成后，在洗片过程中将产生废显影液、定影液和洗片废水，根据建设单位提供的资料，探伤作业清洗胶片时产生的洗片废水约 3.1m^3/a；每升显影液约可处理 0.5m^2 胶片，则年产生量废显影液约为 360/1000×430/1000×12300/0.5＝3808.08L；每升定影液约可处理 1m^2 胶片，则年产生量废定影液约为 360/1000×430/1000×12300×1＝1904.04L。合计计算，本项目投产后每年洗片废水、废显影液和废定影液产生量为 8.8m^3。

拍片、洗片及评片过程中可能会产生废胶片，根据建设单位提供的资料，废胶片产生量约2%，则废胶片产生量约（1+0.02）×12300×0.02＝251 张，每张废胶片的重量约 0.05kg/张，则废胶片产生量为 0.05×251＝12.55kg/a。

废显（定）影液、废胶片含有重金属银和有毒有害化学试剂，若处置不当，不仅会污染水体和土壤，被人体摄入后，还有致癌的危险。废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚（又名米吐尔）和对苯二酚（海多吉浓）等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据《国家危险废物名录》，本项目运营产生的废显（定）影液、废胶片（含重金属）属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16 感光材料废物，废物代码为900-019-16。

本项目暂定辐射工作人员 2 人，年工作 250 天，均从厂区内部进行调剂，故不新增生活垃圾产生量。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、项目布局及分区合理性

本项目探伤室房间构成由铅房、控制室、暗室组成，X 射线产生场所为铅房内，铅房四周屏蔽墙、顶棚及工件进出门均采取屏蔽防护措施；铅房设置工件进出门，其中工件进出门位于铅房室北侧，控制室位于西北侧，方便操作人员进行操作及观察工件进出情况，探伤室入口设置手动平开门，方便人员进出。

本项目铅房内拟使用一套 XY-160 型 X 射线机系统，由控制器（HR-2000C+）、X 射线管（MXR-160/20，定向）、高压电缆（N3/160-R24SL-R24SL-10m）、高频阴极高压发生器（HS-160C）和冷却器（RJS-3）组成，用于对不锈钢管坯焊缝的无损检测，最大管电压为 160kV，最大管电流 4mA。探伤时射线管水平放置于工件正上方，有用线束朝铅房下方照射拍片。

本项目探伤室内布局设计满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的布局要求，设计合理。

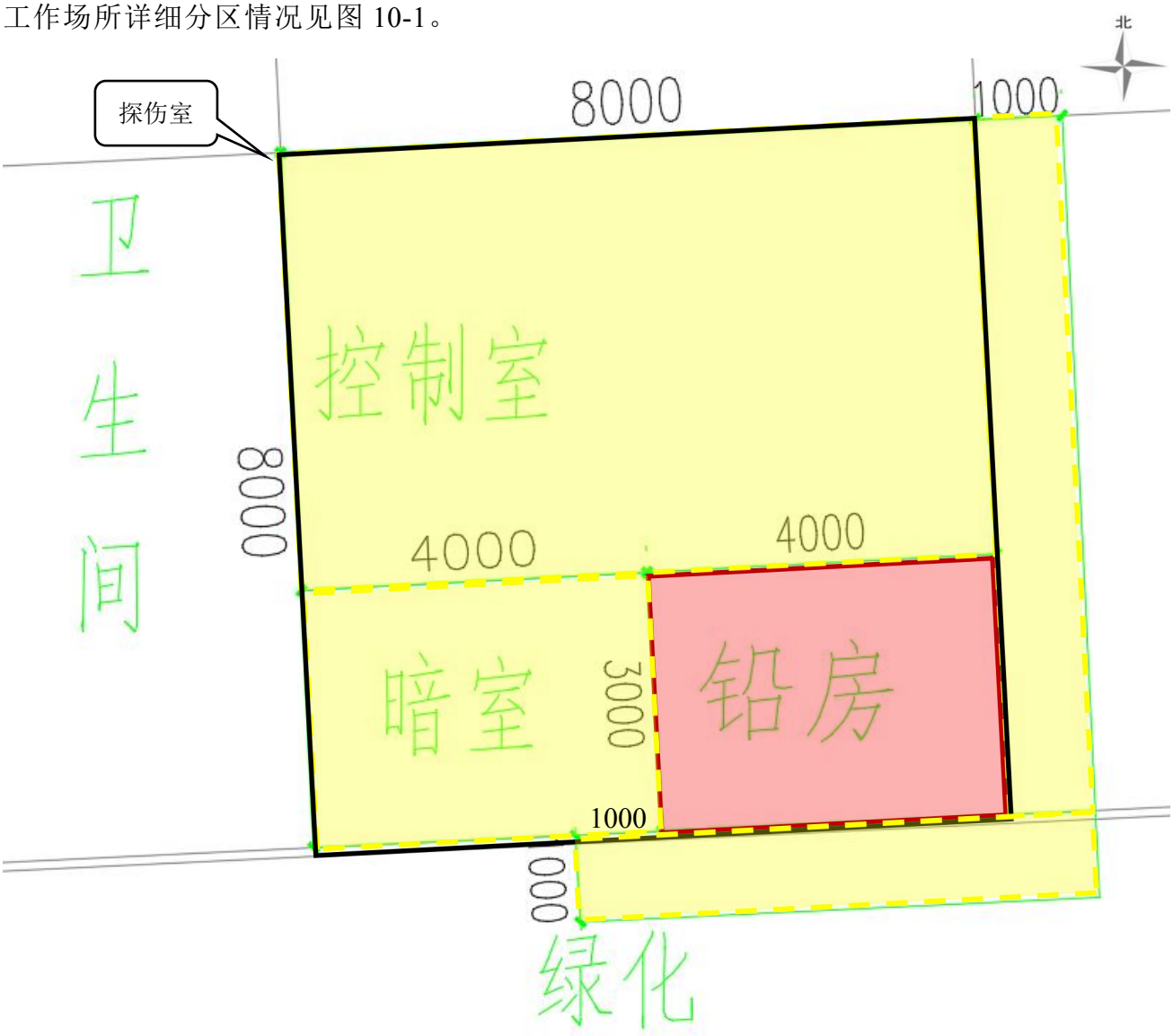
根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“辐射工作场所的分区”和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“防护安全要求”的“4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区,与墙壁外部相邻区域划为监督区”规定，建设单位对探伤工作场所实行分区管理。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，应把放射性工作场所分为控制区、监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制，需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，对控制区运用行政管理程序（如工作许可证制度）和联锁装置限制进入。监督区通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价，本项目综合考虑项目选址及辐射防护与安全的最优化原则，将铅房内划分为控制区，暗室、控制室、探伤室东、南侧墙外 1 米范围内划分为监督区。本探伤项目分区情况及管理措施见表 10-1 所示。

表 10-1　探伤项目分区与管理情况一览表

场所及分区	控制区	监督区	划分依据
“两区”划分范围	铅房内	暗室、控制室、探伤室东、南侧墙外 1 米范围内	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

控制区需要最优化的辐射屏蔽和冗余的安全联锁系统，入口设置明显的电离辐射警告标志，标志图形、颜色、字体等均按照 GB18871-2002 规定要求设置，预防潜在照射及事故照射的发生。X 射线系统运行时，控制区内禁止有人员滞留、禁止人员进入。监督区只有经授权的放射性工作人员才能进入监督区进行操作，公众不允许进入；在监督区入口处应设立表明监督区的标牌；定期审查监督区的条件以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定或是否需要更改监督区的边界。探伤室东、南侧墙外 1 米范围内处应布置 1 条黄色警戒带（线）或安装高度不高于 2m 的围栏，非本岗位工作人员不能进入监督区内。辐射工作场所详细分区情况见图 10-1。



标注： 控制区，监督区

图 10-1　固定探伤分区示意图

本项目辐射工作场所监督区、控制区的划分，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本

标准》（GB18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中辐射工作场所监督区、控制区的划分要求。

2、辐射屏蔽措施

铅房内部尺寸 3000mm（长）×4000mm（宽）×3000mm（高），铅房墙体是由内部承重骨架和内外表面装饰层构成的三明治结构，墙体及顶部骨架均由多个模块组成；铅房四周墙面采用 6.3#槽钢焊接骨架，顶部墙面采用 8#槽钢焊接骨架，独立模块骨架采用槽钢制作“#”型框架结构，模块之间采用槽钢对接拼装结构，在安装现场将独立模块拼接，拼装成为整面墙体，中间内夹 5mm/6mm 铅板作为防护层，即单面墙体形成 2mm 钢板--铅板--槽钢--2mm 钢板结构；

铅房现场拼接安装时，模块与模块、模块与地面之间防护缝隙采用独立防护（3mmPb 当量）封条，采用螺栓固定，确保缝隙处不会出现射线泄漏；螺钉孔防护：采用预先制作好的铅堵头焊接封堵所有螺钉孔，确保每一个螺钉孔不泄露射线；铅房设计图纸详见附图 6。铅房四周防护等级为 6mmPb 当量，顶棚防护等级为 5mmPb 当量。铅房的工件进出门采用电动平移门，工件进出门尺寸为 1850mm（宽）×2280mm（高），6mmPb 当量。

射线管与控制器通过电缆连接，控制器位于控制室，铅房与控制器之间的电缆管道为 U 型埋地设置，穿墙口位于工件进出门下方，可确保穿墙的电缆管道不破坏铅房屏蔽墙的屏蔽效果。

铅房屏蔽情况见下表 10-2。

表 10-2　曝光室（铅房）屏蔽方案一览表

项目	设计屏蔽水平
内部尺寸	内部尺寸 4000mm（长）×3000mm（宽）×3000mm（高）
各侧屏蔽墙	四面屏蔽墙体和顶棚均为 2mm 钢板--铅板--槽钢--2mm 钢板结构，铅房四周墙面采用 6.3#槽钢+6mm 铅板，顶部墙面采用 8#槽钢+5mm 铅板；四周防护等级为 6mmPb 当量，顶棚防护等级为 5mmPb 当量；四周墙体及顶棚设计厚度均为 75mm。
工件门	门洞尺寸为 1800mm(宽)*2200(高)mm，向下开挖 100mm，安装的工件门尺寸为 1850mm（宽）×2280mm（高），6mmPb 当量。
	铅门门洞位置设计向外突出门套口，当铅门安装完成后，门套口位置的防护铅板正好与门体的凸起套口形成 L 型搭接，比常规的平面搭接增加了 2 次反射，确保射线不会从门缝位置泄露。
螺钉孔	采用预先制作好的铅堵头焊接封堵所有螺钉孔。
电缆管道	U 型埋地设置，穿墙口位于工件进出门下方。

3、安全防护设施

（1）设备自身安全设施

X射线机系统只有在开机状态下才会产生X射线，关机状态下不会产生。设备自身安全防护设施如下：

①开机系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，该探伤机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延时启动功能：按下高压按钮启动曝光后，为了便于操作人员撤离现场免受X射线的辐射，在产生X射线之前，系统将延时1分钟，在延时阶段，会听到警报声。这时用户也可以按下高压停止按钮来停止探伤机的启动。

③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。

④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，在休息阶段将不响应任何按钮，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

（2）本项目采取的安全措施

本项目拟采取的辐射污染防治及安全防护措施如下：

①探伤工作时，铅房与控制室设置隔室操作；控制室位于铅房西北侧，射线管与控制器通过电缆连接，控制器位于控制室，电缆管道为U型埋地设置，穿墙口位于工件进出门下方。

②门机安全联锁装置：在工件进出门开门到位处安装行程开关，关门到位处安装行程开关、限位器；当门体打开或关闭到位时，门体触发行程开关，切断门体电机电源，同时为配电柜内的门机安全联锁回路提供信号。电控箱内为射线机提供无源触点实现安全联锁，只有在门体完全关闭到位之后，射线机才接收到高压联锁接通的信号，射线机才能具备出束条件。如果铅门没有关闭到位，行程开关没有发送信号，则射线机不能出束；同时，当正在进行探伤作业时，假设工件进出门意外开启，限位器解除，X射线机系统即立即停止出束，从而保证只有当工件关闭到位后才能进行正常的X射线探伤工作。

③工作状态显示系统：为确保铅房内外工作人员实时观察到铅房的室内的状态，铅门内外上方安装 2 套声光报警灯和 LED 语音报警显示屏，声光报警灯分为红色和绿色。红绿报警灯以及显示屏与射线源、铅门实现安全联锁，铅房系统上电之后，绿灯亮起，表明

铅房已经上电，具备工作状态；当铅门关闭时，LED 语音报警显示屏中显示“预备”，当射线机开始出束时，红色报警灯开始闪烁，同时 LED 显示屏显示红色的“照射”字样，同时 LED 语音报警开始发出“正在出束”的语音提示。在铅房醒目位置处设置清晰的“预备”和“照射”信号意义的说明。

④安全急停按钮：为避免有人员遗留在铅房内，并且发生误照射事故，在铅房内四周墙体上和控制器上均安装 1 个急停开关，共设置 5 个急停开关；急停开关与门机安全联锁系统串联，只有当所有的急停开光都闭合时，射线机才具备出束条件，在紧急条件下，如果有人拍下任何一个急停开关，门机安全联锁系统立即断开，射线机切断高压，射线机出束中断。铅房内急停开关底部都有黄色的警示底板，可以很显眼地提示人群应急开关的位置；按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，停止出束，工件门可从内侧打开。急停开关使用后，需复位后方可进行下一次探伤工作。铅房上具体急停开关位置详见附图 6。

⑤警示标志：本项目拟在铅房外门醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。控制台应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

⑥控制器设有钥匙开关：本项目拟在控制器设置钥匙开关，只有在打开控制器钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。X 射线探伤机控制器上设置 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示，设置电离辐射警告标志。

⑦铅房内设置 1 套监控系统，包括铅房内和铅房出入口共设置 2 个监控摄像头，同时在操作台设置专用的监视器，可监视铅房内人员的活动和探伤设备的运行情况。

⑧铅房外设置 1 个固定式场所辐射探测报警装置。

⑨铅房设置 1 套铅门红外防撞装置：在铅房防护门内外安装安全红外防撞感应装置，当防护门关闭时，如有人员或物体靠近防护门时，则防护门自动停止，有效的保证人员及物体的安全。在铅门关闭过程中，对射光栅开始工作，当有任何物体传入门洞时，即刻触发安全光栅，安全光栅发出控制信号，反馈给门机安全联锁系统，铅门则立即停止运动，避免人员和物品被铅门的运动夹伤。

⑩通风系统：本项目设置机械排风装置，拟在铅房内东南角顶部吸风口安装一个换气轴流风机，排风量 459m^3/h，吸风口处加装防射线装置（5mm 铅防护罩），排气管道采用“L”型管连接风机，出钢铅防护罩处为“U”型通风管道，排风口接至车间外，避免朝向人员活动密集区，排气次数大于 3 次/小时，排风布置见附图 6。

三废的治理

1、废气

X 射线机在曝光过程中会产生有害气体臭氧和氮氧化物。根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），铅房内应设置机械排风装置，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。

本项目拟组装的铅房体积约 36m³，项目拟设计机械排风装置，拟在铅房内东南角顶部吸风口安装一个换气轴流风机，风量 459m³/h，换气次数大于 3 次/小时，能有效降低臭氧和氮氧化物浓度。探伤作业时打开排风设施，臭氧和氮氧化物排入大气，自动降解。

2、噪声

铅房采用200FZY-D型的交流散热风机，风机风量为459m³/h，风机的声压级值≤60dB（A），风机处安装减震基础，加上距离衰减，厂界噪声能够达到标准要求。

3、固废

本项目运营后预计每年洗片废水、废显影液和废定影液产生量为 8.8m³，废胶片 12.55kg，废显（定）影液、废胶片均属于《国家危险废物名录》中 HW16 感光材料废物，洗片废水中含有少量的 AgBr、显影剂及氧化物，洗片废水参照危废处理，不得外排，公司计划将项目产生的危险废物依托厂区危险废物储存间暂存后，定期由有资质的单位进行处置。危险废物储存间位于厂区西北角，流水线加工车间外西北侧。本项目暂定辐射工作人员 2 人均为公司内部人员调剂，本项目不新增生活垃圾排放量。

4、废水

本项目暂定辐射工作人员 2 人，年工作 250 天，均从厂区内部进行调剂，故不新增生活污水产生量和其他废水。

表 11 环境影响分析

一、施工期环境影响分析：

1、施工噪声

（1）施工期噪声特点

施工噪声主要来自施工作业和运输车辆。施工作业噪声主要指一些零星的敲打声、装卸建材的撞击声、组装铅房时的电钻、电锤声等，多为瞬间噪声。

（2）噪声预测模式

点声源选用半自由场点声源几何发散衰减公式。

①点声源几何发散衰减模式

鉴于空气吸收引起的衰减很小，且频率、空气相对湿度等因素具有较大的不确定性，所以不考虑空气吸收引起的衰减。在本次预测中，主要考虑几何发散衰减。每个点源对预测点的声级 L_P 按下式计算：

$$L_p(r)=L_p(r_0)-20\lg(r/r_0)$$

式中：$L_p(r)$——距离声源 r 处的声级 dB(A)；

$L_p(r_0)$——距离声源 r_0 处的声级 dB(A)；

r——预测点与声源之间的距离（m）；

r_0——参考处与声源之间的距离（m）。

（3）施工噪声预测

根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的规定，计算出不同施工设备的噪声污染范围，以便施工单位在施工时结合实际情况采取适当的噪声污染防治措施。

表 11-1 主要施工机械作业噪声预测值 单位：dB

机械类型	距施工机械距离						
	5m	10m	20m	50m	100m	150m	200m
电锤	85.0	79.0	73.0	65.0	59.0	55.5	53.0
电钻	87.0	81.0	75.0	67.0	61.0	57.5	55.0

由上表可知，电钻的噪声影响大于电锤的噪声影响，昼间施工期噪声源在距声源 20m 外能够满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）所规定的施工场界噪声限值，施工期夜间结构阶段噪声源组合在距声源 200m 范围内尚不能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）所规定的施工场界噪声限值。

上述预测结果表明，施工噪声影响较大，建设单位应采取以下措施减小施工噪声对周围环

境影响：

①项目施工期间应尽量选用低噪声施工机械，并保持其良好的运行状态；

②尽量避免 2 台设备同时开启，减少噪声对环境的叠加影响；

③合理安排施工作业时间，施工尽量安排在白天进行，夜间（22：00-6：00）严禁高噪声设备施工，如工艺需要夜间连续施工，必须申请办理夜间施工许可证，按照许可证的要求施工；

④强化噪声环境管理，严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523－2011）的标准要求和当地有关建筑施工管理的有关规定。

2、施工废气

施工期间对大气环境的影响主要表现为施工扬尘。扬尘主要来源于：施工物料的堆放、装卸过程产生的扬尘；建筑物料的运输造成的道路扬尘；清除固废和清理工作面引起的扬尘。施工期的废气污染影响是暂时性的，随着施工作业结束，影响将随之消失。

3、施工废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水。施工人员生活污水的主要污染物指标为 COD、BOD_5、SS 和 NH_3-N。本项目施工产生的生活污水依托厂区化粪池预处理后，进入市政污水管网。

4、固体废弃物

项目在开挖地面和安装过程中产生的建筑垃圾主要有建材损耗产生的垃圾等，包括废金属、钢筋、铁丝等杂物。部分建筑垃圾可清运至城市建筑垃圾填埋场作无害化处置。施工期生活垃圾集中收集后，委托环卫部门进行安全处置。

为降低本项目施工期的环境影响，建设单位需采取了以下措施：

（1）施工过程选用低噪声设备，合理安排施工时间，夜间禁止高噪声设备施工；

（2）施工过程中产生的废弃物（例如废材料、废纸张、废包装材料及塑料薄膜等），每天由建设单位统一进行处理运送至垃圾处理站，日产日清；

（3）施工过程中产生的建筑垃圾，应优先回收利用，如用做其他工程回填，铺设道路，剩余少量建筑垃圾可清运至城市建筑垃圾填埋场作无害化处置；

（4）施工工人生活污水生活污水依托厂区化粪池预处理后，接入市政污水管网；

因此，本项目修施工期达到以上作业基本要求，可以将施工期对其所产生的的环境影响降至最低程度。施工结束后，项目施工期的环境影响随之消除。

5、设备调试过程中的污染物

X 射线机系统安装后，需进行设备调试。设备调试在已完成防护施工的探伤室内进行，调试过程射线装置会发出 X 射线，X 射线电离空气会产生臭氧和氮氧化物。由于设备调试时，X 射线探伤室的防护施工及通风装置等辅助工程已建设完成，调试人员严格按照操作规程进行调试，对周围环境的影响很小。

综上所述：施工期间将对区域环境会造成一定影响，建设单位和施工单位在施工过程中应严格落实对施工产生的废气、废水、噪声、固体废物的管理和控制措施，将这类影响降到最低程度。同时由于施工期对环境产生的影响均为暂时的、可逆的，随着施工期的结束，影响即自行消除。

二、运行阶段对环境的影响

1、预测估算公式及相关参数取值

本项目铅房内配备一套 X 射线机系统（XY-160），本套 X 射线机系统由控制器、X 射线管、高压电缆、高频阴极高压发生器和冷却器组成，其中产生 X 射线部位位于 X 射线管（定向）。

X 射线管主射线朝下，安装的铅房下无地下室等人员活动场所，故不考虑有用线束的影响，其他方向考虑非有用线束的影响。射线源可沿南北方向左右移动，行程 1800mm，移动方式为电动。则 X 射线管距离南侧屏蔽墙最近距离为 0.6m，距离北侧屏蔽墙最近距离为 0.6m。

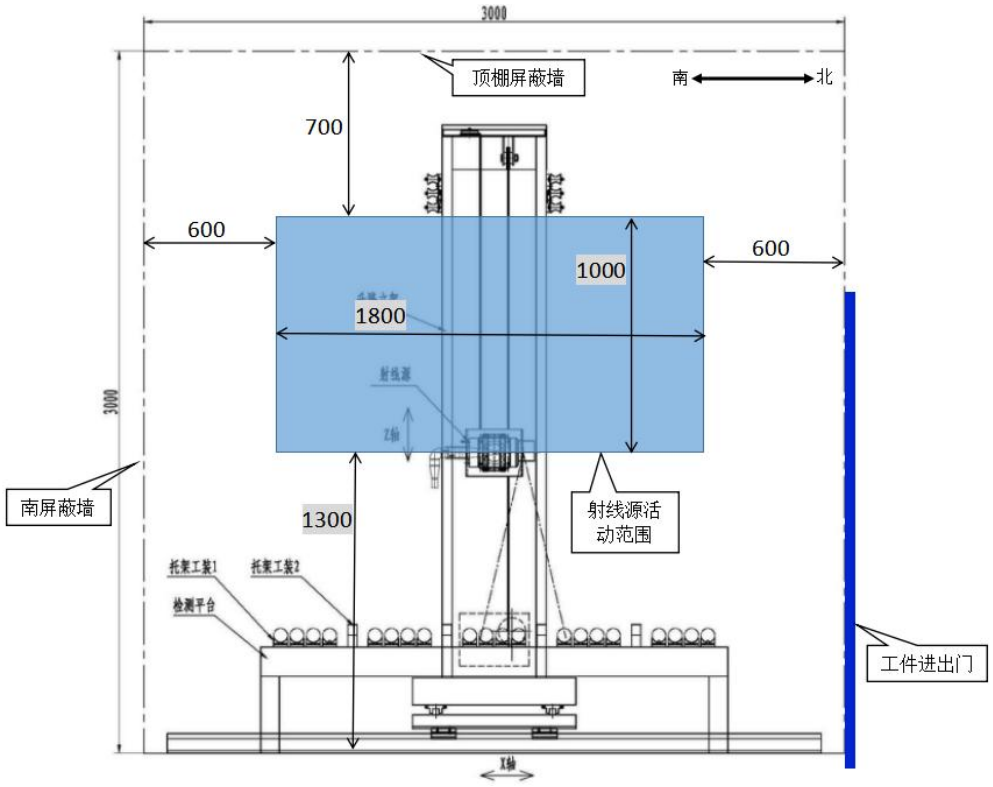


图 11-1 射线源活动范围图（南北方向） 单位：mm

X 射线管可沿东西方向前后移动，行程 400mm，移动方式为电动；则 X 射线管距离东侧屏蔽墙最近距离为 1.55m，X 射线管距离西侧屏蔽墙最近距离为 2.05m。X 射线管可沿上下方向移动，行程 1000mm，移动方式为电动；则项目 X 射线出束点最高离地 2.3m，则出束点距离探伤室屋顶的最近距离为 0.7m。

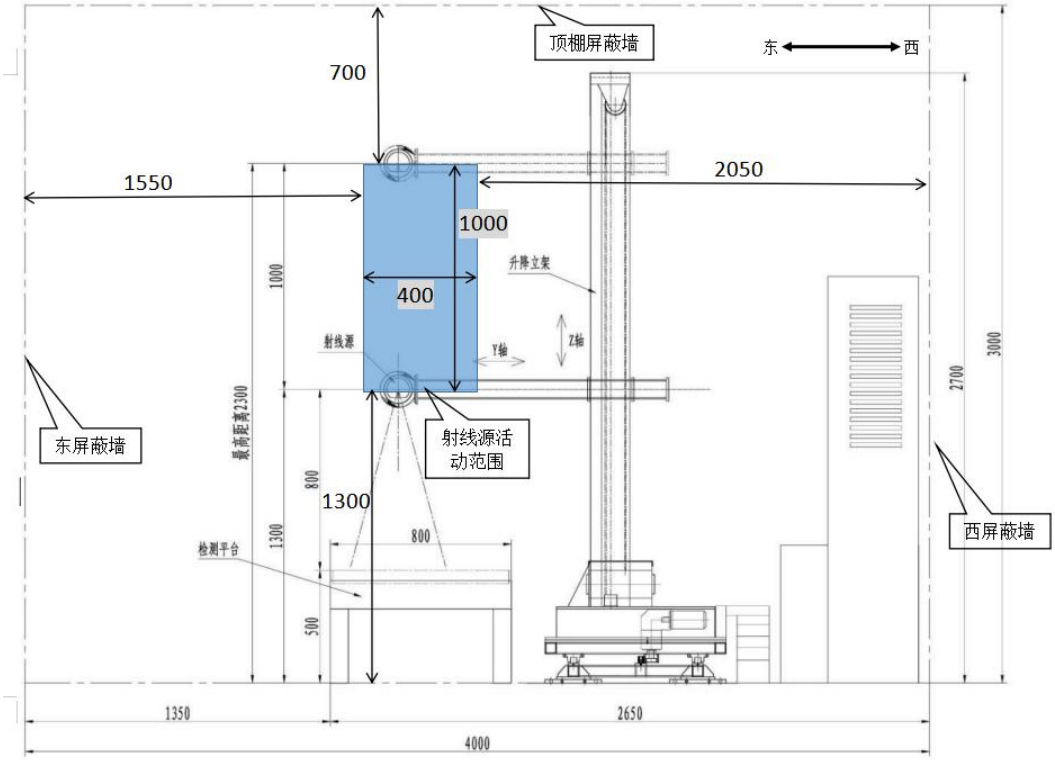


图 11-2 射线源活动范围图（东西方向） 单位：mm

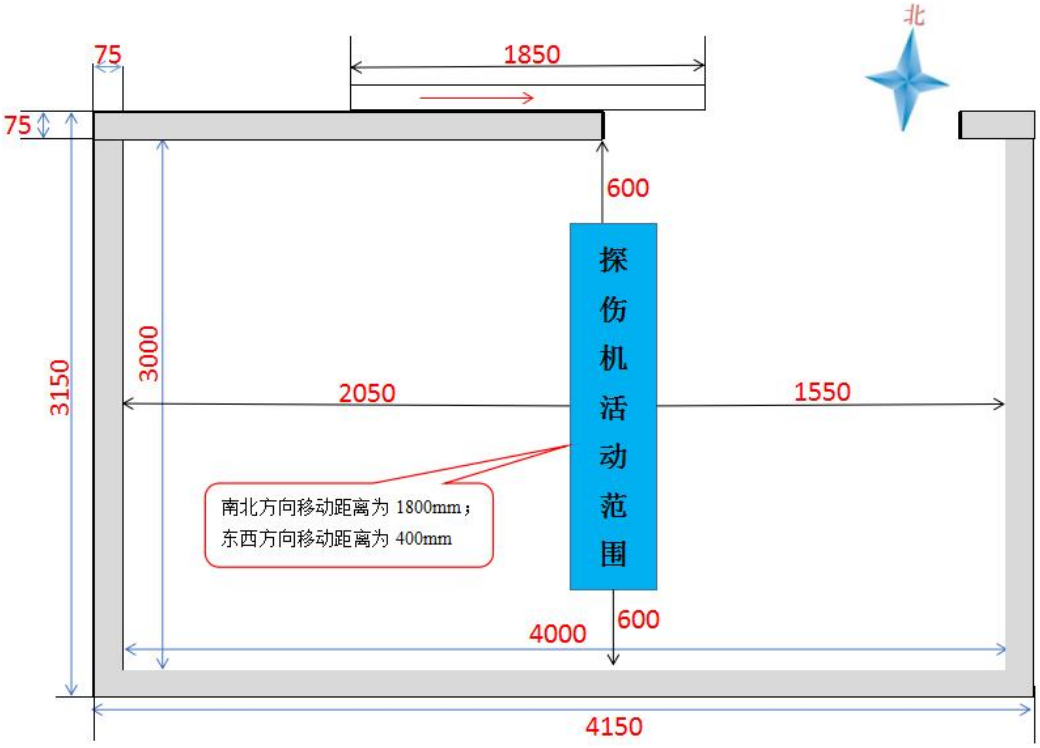


图 11-3 射线源活动范围（平面图） 单位：mm

预测参考点选取主要考虑以下方面：

①原则上铅房四周墙体、屋顶、工件门外 30cm 处均布设预测参考点。

②预测参考点到靶点取最近距离。

计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。

（1）泄漏辐射屏蔽

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），泄漏辐射屏蔽的估算方法如下：

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式（11-2）计算，然后按式（11-1）计算泄露辐射在关注点的剂量率：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \bullet B}{R^2}$$ ----------（公式 11-1）

$$B = 10^{-X/TVL}$$ ----------（公式 11-2）

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 m；

$\dot{H}_L$：距靶点 1m 处 X 射线管的泄露辐射剂量率，查 GBZ/T250-2014 表 1 可知，本项目探伤机管电压为 160kV，大于等于 150kV 且小于等于 200kV，故 $\dot{H}_L$ 取 2.5×10^{3}μSv/h。

X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同单位；

TVL：屏蔽物质的什值层厚度，取 1.4mmPb。

（2）散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度时，关注点的散射辐射剂量率按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中给出的公式（11-3）进行计算：

$$\dot{H} = \frac{I \bullet H_0 \bullet B}{R_s^2} \bullet \frac{F \bullet \alpha}{R_0^2}$$ ----------（公式 11-3）

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）；本项目为 4mA。

H_0：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m^2/(mA·h)。本项目采用的 X 射线管的滤片为 0.8mm 铍，经查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），无与本项目相关

的“距辐射源点（靶点）1m 处输出量”参数，经与生产厂家确认，由建设单位联系提供 X 射线管的厂家提供设备出厂时所测试的“X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处输出量曲线图”，详见附件 10。

根据建设单位提供的关于本项目 X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处输出量的测量值进行估算（详见图 11-4）：MXR-160/20 型射线管在距离靶点 1m 处以 160kV，1mA 的运行条件运行时，X 射线管的输出量在 550μGy/s~580μGy/s 之间，根据《辐射防护导论》中描述“X 射线的品质因子 Q=1，所以，以 Gy/min 为单位的吸收剂量剂量率与以 Sv/min 为单位的剂量当量率在数值上相等”，本项目取 580μGy/s（即 580μSv/s）计算；管电流取 1mA；本项目射线管出束角度为 40°定向辐射角，在距离辐射源点 1m 处的辐射野面积为 0.416m^2；故本项目 H_0 取值为 580μSv/s×0.416m^2/1mA×3600s/h=868608μSv·m^2/(mA·h)。

B：屏蔽透射因子，按式 11-2 计算，X 射线 90°散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，本项目所使用 X 射线管的最高能量为 160kV，参考 GBZ/T250-2014 中 4.2.3 散射辐射屏蔽中表 2：原始 X 射线能量大于 150kV 且小于等于 200kV 时，X 射线 90°散射辐射最高的能量相应为 150kV 的散射辐射，TVL 取 0.96mmPb。

F：R_0 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，与散射物质有关，在未获得相应物质的α值时，可以水模体的α值保守估计，见 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.3；

R_0：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为 m；本项目保守估算，取与泄漏辐射相同距离，可保证对关注点剂量率复合影响取到最大辐射剂量率；

R_S：散射体至关注点的距离，单位为 m。

R 与 Rs 的选择：以南墙关注点 c1、c2 为例，漏射线影响最大时的射线路径：O→c1（R 为 O→c1）；散射线影响最大时的射线路径：O→O*→c2（Rs 为 O*→c2），详见图 11-5；本项目考虑一个关注点受到散射线及漏射线叠加影响，理论上一个关注点受到的剂量率小于散射线最近路径和漏射线最近路径时的叠加值；由于射线源在进行探伤任务时，根据检测对象不同的厚度和直径进行调节，而射线路径随之变化，所以本项目保守计算，选择漏射线路径（O→c1）与散射线路径（O*→c2）作为关注点 c 的 R 和 Rs。其他关注点同理。

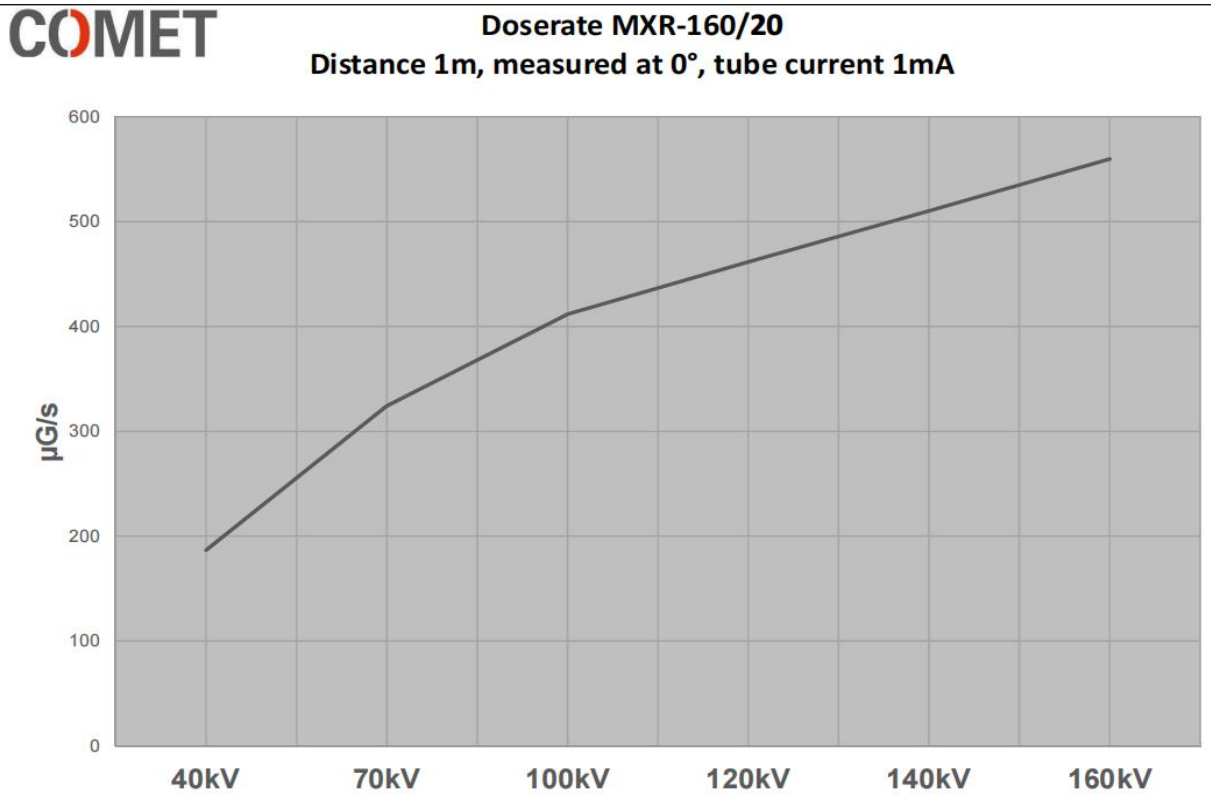


图 11-4　MXR-160/20 型射线管距辐射源点（靶点）1m 处输出量的测量曲线

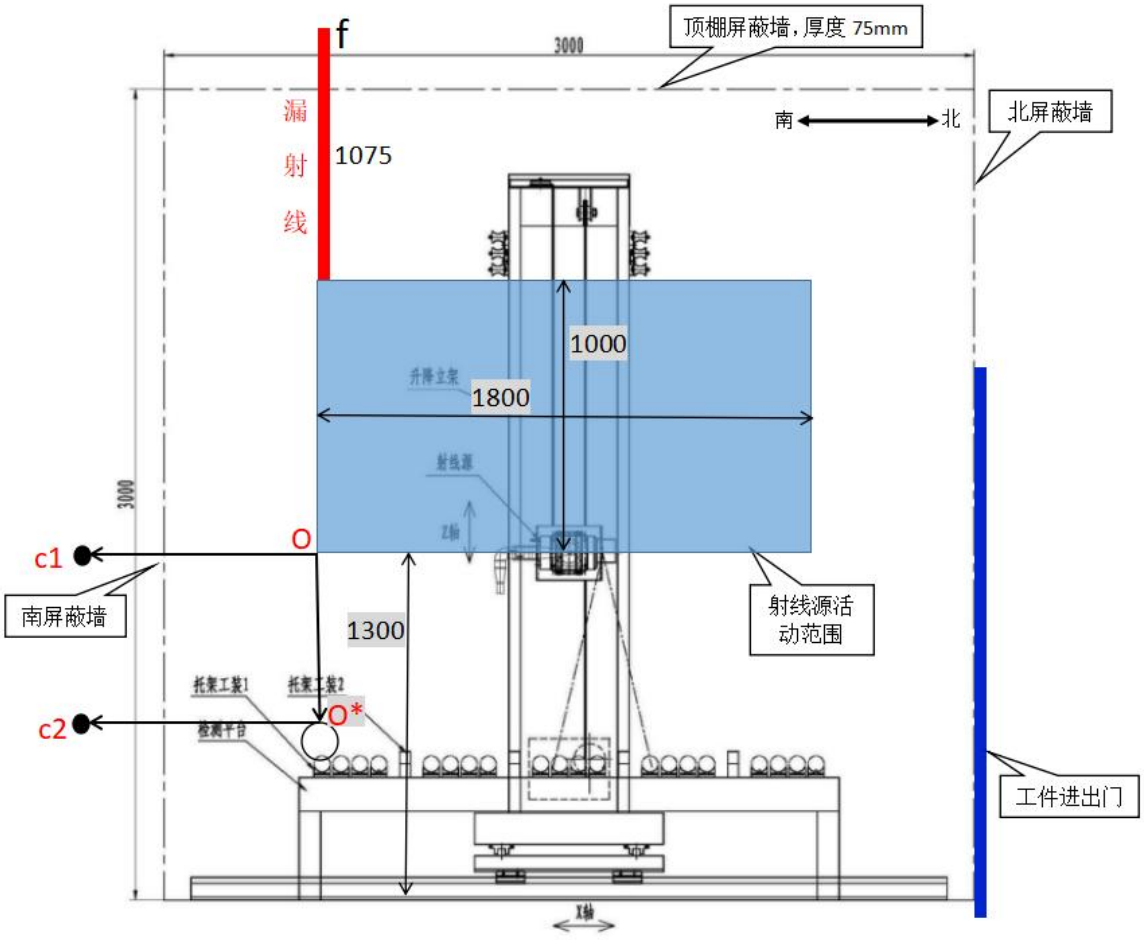


图 11-5　屏蔽预测点及射线路径示意图（剖面图）　单位：mm

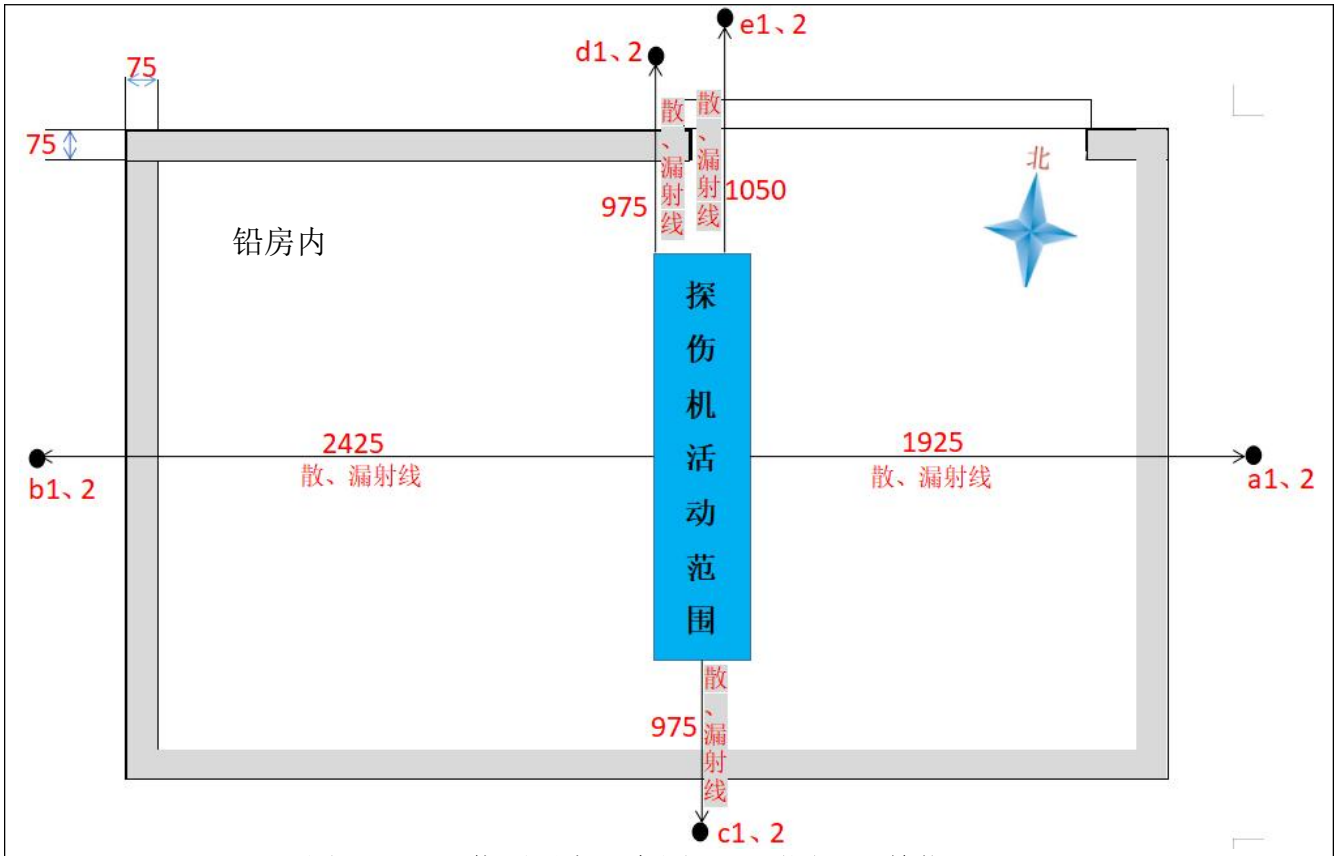


图 11-6　屏蔽预测点示意图（平面图）　单位：mm

表 11-1　非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点		东墙 a	西墙 b	南北墙 c、d	工件大门 e	屋顶 f
设计厚度		6mm（Pb）	6mm（Pb）	6mm（Pb）	6mm（Pb）	5mm（Pb）
泄露辐射	TVL	1.4mm（Pb）				
	B	5.000E+03				2.683E-04
	$\dot{H}_L$（μSv/h）	2.5×10^3				
	R（m）	1.925	2.425	0.975	1.050	1.075
	$\dot{H}$（μSv/h）	6.989E-02	4.404E-02	2.724E-01	2.349E-01	1.161E+00
散射辐射	TVL	0.96mm（Pb）				/
	B	5.62E-07				/
	散射后能量对应的kV 值	150				/
	I（mA）	4				/
	H_0（μSv·m²/（mA·h））	1.72E+06				/
	Rs（m）	1.925	2.425	0.975	1.05	/
	$F\alpha/R_0^2$	0.02（数据取自 GBZ/T 250-2014 中 B.4.2）				
	$\dot{H}$（μSv/h）	1.055E-02	6.645E-03	4.111E-02	3.544E-02	/
泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h)		8.043E-02	5.068E-02	3.135E-01	2.703E-01	1.161E+00
剂量率参考控制水平(μSv/h)		1.1	2.5	南墙 1.1，北墙 2.5	2.5	100
评价结果		满足	满足	满足	满足	满足

从结果可以看出，当本项目最大工况下运行时，探伤室四周关注点剂量率均能够满足《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/T 250-2014）和本项目辐射剂量率参考控制水平中关于铅房东墙和南墙外“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 1.1μSv/h”，铅房西墙、北墙、工件大门外“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的辐射剂量率参考控制水平要求。

屋顶上关注点辐射剂量率水平为 1.161μSv/h，本项目屋顶不上人，故满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“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 100μSv/h”的限值要求。

电缆管道为 U 型埋地设计，吸风口位于铅房内东南角顶部，通风管道为长管道排风，排气管道采用“L”型管连接风机，出钢铅防护罩处为“U”型通风管道，可对进入排风管的射线进行多次折射，射线在管道内可保证至少 3 次散射，每散射 1 次，剂量率降低 1-2 个数量级，顶部加装铅防护罩防止射线泄漏，能够避免射线由此泄漏；为避免铅房墙体与地面接缝位置的射线泄露，铅房内地面四周配备屏蔽铅板，厚度 3mm，宽度 200mm，长度与铅房底部同长，铅房厂家在现场安装时根据实际情况将屏蔽铅板折成“L”型，紧靠铅房内壁安装，可增加铅房地面至少 2 次散射，因此通风口处和铅房与地面连接处的辐射剂量极小，辐射影响可忽略。

（3）天空反散射辐射影响

本项目 X 射线探伤机在最大管电压 160kV、最大管电流 4mA 进行探伤作业时，铅房室顶上方 30cm 处的剂量率为 1.161μSv/h，小于室顶外 30cm 处辐射剂量率目标控制值 100μSv/h，因此，不再考虑天空反散射的辐射影响。

2、辐射工作人员和公众剂量估算

2.1 计算公式

对辐射工作人员和公众的受照辐射年剂量按下式计算：

$$H_c=\dot{H}_d \cdot t \cdot U \cdot T/1000 \qquad \text{……（公式 11-4）}$$

式中：

H_c：关注点的年剂量水平，mSv/a；

$\dot{H}_d$:关注点处剂量率，μSv/h；

t：X 射线管年曝光出束时间，h/a；本项目 X 射线机系统年总工作时间为 1845h。

U：X 射线管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。

2.2 辐射工作人员和公众剂量估算

本项目辐射工作人员工作时位于控制室的控制台处操作；在大门外，有搬运人员将需要检测的产品搬上或搬下检测平台；探伤室四周附近还有其他岗位工人。本项目辐射工作人员主要是探伤设备操作人员，公众主要为铅房周围的厂房内工作人员。根据上文估算结果，分别选取各关注点处最大辐射剂量率值进行年有效剂量估算。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1 的要求，本次环评将暗室和控制室的居留因子 T 值取值为 1，除此以外的东墙外 30cm 和南墙外 30cm 均无建筑物，东墙外 30cm 为人行道，南墙外 30cm 为绿化带，并且探伤工作时要求无关人员远离探伤室，因此按照表 A.1 的偶然居留取值，取 1/8。本次环评按照 X 射线机系统工作时间做剂量估算，使用因子保守取 1 来进行相关估算。

表 11-2　本项目探伤室 X 射线机系统工作时辐射影响理论估算结果

序号	关注点	使用因子（U）	居留因子（T）	剂量率值（μSv/h）	年出束时间（h）	年计量估算值（mSv/a）	目标管理值（mSv/a）	评价
1	车间内（东墙外 30cm）	1	1/8	8.043E-02	1845	1.855E-02	0.25（公众）	满足
2	暗室（西墙外 30cm）	1	1	5.068E-02		9.351E-02	5（工作人员）	满足
3	车间外（南墙外 30cm）	1	1/8	3.135E-01		7.231E-02	0.25（公众）	满足
4	控制室（北墙外 30cm）	1	1	3.576E-01		6.598E-01	5（工作人员）	满足
5	控制室（工件大门外 30cm）	1	1	2.703E-01		4.988E-01	5（工作人员）	满足
6	东墙外 1m	1	1/8	4.325E-02		9.976E-03	0.25（公众）	满足

从表 11-2 中预测结果可知，本项目探伤室周围辐射工作人员及周围公众成员年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

综上分析，本次环境影响评价认为，在采取相应的辐射屏蔽等防护措施情况下，本项目正常运行对人员及环境造成的辐射剂量满足管理限值要求。本项目运行过程中不产生其它放射性污染物。

二、非放射性污染影响分析与评价

1、大气环境影响分析

本项目 X 射线探伤机探伤作业时，空气在射线的强辐射下，吸收能量并通过电离作用产生少量 O_3、氮氧化物等有害气体，其中以 O_3 为主。本项目 X 射线机系统运行最大管电压为 160kV，辐射水平较低，与空气作用产生的 O_3 量十分有限。铅房设置有排风系统，机械排风装置，拟在铅房内东南角顶部吸风口安装一个换气轴流风机，排风量 459m^3/h，吸风口处加装防射线装置（5mm 铅防护罩），排气管道采用“L”型管连接风机，出钢铅防护罩处为“U”型通风管道，排风口接至车间外，避免朝向人员活动密集区，排气次数大于 3 次/小时，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中探伤室每小时有效换气次数不小于 3 次的要求。通过排风口的 O_3、氮氧化物排入空气中后很快得到分解，对工作人员及周围环境造成的影响可忽略。

2、噪声环境影响分析

铅房采用 200FZY-D 型的交流散热风机，风机风量为 459m^3/h，风机的声压级值≤60dB，本项目取 60dB 计算，根据点源预测模式对厂界噪声进行计算分析。

每个点源对预测点的声级 Lp（r）按下式计算：

$$Lp_{(r)}=Lp_0（r_0）-20Lg（r/r_0）$$ ……（公式 11-5）

式中：Lp（r）——距离声源 r 处的声级，dB；

$Lp_0（r_0）$——距离声源 r_0 处的级，dB，本项目为 60dB；

r——预测点与声源之间的距离，m；

r_0——参考处与声源之间的距离，取 1m。

表 11-3　本项目噪声源对厂界噪声预测结果　　单位：dB

预测点	东厂界	南厂界	西厂界	北厂界
距离厂界距离（m）	98	48	33	92
贡献值	20.1	26.6	29.4	20.6
评价标准	昼间 65，夜间 55	昼间 65，夜间 55	昼间 65，夜间 55	昼间 65，夜间 55
结果	达标	达标	达标	达标

本项目综合考虑一六八公司现运行的“120 万米真空软管生产项目”对厂界噪声的影

响，叠加本项目噪声源对厂界噪声的贡献值，最终计算出本项目运营后，一六八公司厂区内所有噪声源对各厂界的最终排放值，计算结果如下表：

表 11-4 一六八公司厂界噪声预测结果 单位：dB

预测点	东厂界		南厂界		西厂界		北厂界	
时间段	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
现厂界排放值	50	46	52	48	61	48	54	51
本项目贡献值	20.1	20.1	26.6	26.6	29.4	29.4	20.6	20.6
综合贡献值	50	46	52	48	61	48	54	51

预测结果表明，本项目建成后排风噪声经厂房隔声和基础减震后对厂界的影响值均较小，符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3 类标准，因此本项目噪声设备对厂界噪声的影响值不明显。

3、固体废物处理措施

本项目运营后预计每年洗片废水、废显影液和废定影液产生量为 8.8m^3，废胶片 12.55kg，废显影、定影液、废胶片均属于《国家危险废物名录》中 HW16 感光材料废物，洗片废水中含有少量的 AgBr、显影剂及氧化物，洗片废水需参照危废处理，不得外排。

（1）危险废物储存间依托可行性分析

本项目依托的危险废物储存间位于一六八公司厂区西北角，流水线加工车间外西北侧，占地面积约 16m^2。根据建设单位提供的资料，一六八公司现有危险废物为污泥、废油、化学试剂、废试剂瓶，总年产生量 8t，含液态危险废物，储存周期为 3 个月，占用危险废物储存间 4m^2，之后交由安徽省创美环保科技有限公司处理，2022-2023 年危险废物处置合同详见附件 11。本项目危险废物年产生总量约 8.8t，储存周期为 3 个月，预计占用危险废物储存间 5m^2，现有危险废物储存间剩余空间为 12m^2，故本项目危险废物产生量依托厂区现有危险废物储存间剩余空间暂存可行。危险废物依托厂区危险废物储存间暂存后，定期委托有资质的单位进行处置。项目配备 2 名辐射工作人员均为公司内部人员调剂，本项目不新增生活垃圾排放量。

一六八公司现有危险废物储存间已通过了竣工环境保护验收，并取得了六安市承接产业转移集中示范园区管理委员会规划建设保护局的《关于六安一六八航空航天精密器件有限公司 120 万米真空软管生产项目竣工环境保护验收意见的函》（六集规环函【2016】11 号），详见附件 5。一六八公司现有危险废物储存间地面已整体敷设 2mm 厚 HDPE 膜

+250mm 抗渗混凝土结构+环氧树脂防渗防腐层，确保防渗系数等效于黏土防渗层 Mb≥6.0m，K≤10^{-7}cm/s 防渗，设置了围堰和液体收集槽，防止液态危废流失；已按环境保护图形标志《固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）的规定设置警示标志，能够满足本项目产生的危险废物对危险废物储存间的要求，故本项目危险废物依托厂区现有危险废物储存间暂存可行，危险废物储存间现状如下图所示



图 11-7 危险废物储存间外部现状

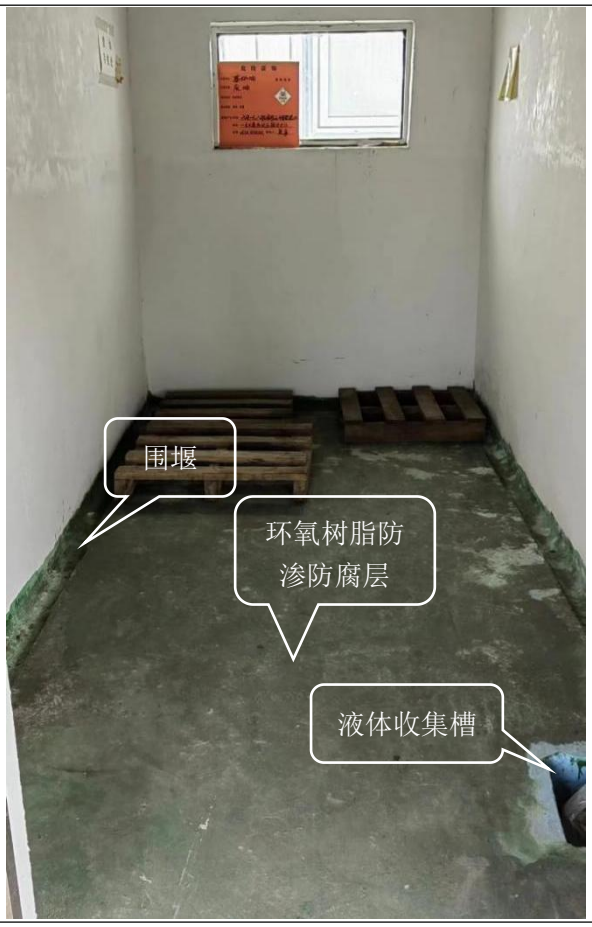


图 11-8 危险废物储存间内部现状

（2）本项目产生的危险废物在收集、暂存和转运过程中，应严格遵守下列要求：

1）危险废物收集、贮存、运输的一般要求

A、从事危险废物收集、贮存、运输经营活动的单位应具有危险废物经营许可证。在收集、贮存、运输危险废物时，应根据危险废物收集、贮存、处置经营许可证核发的有关规定建立相应的规章制度和污染防治措施，包括危险废物分析管理制度、安全管理制度、污染防治措施等；危险废物产生单位内部自行从事的危险废物收集、贮存、运输活动应遵照国家相关管理规定，建立健全规章制度及确保该过程的安全、可靠。

B、危险废物转移过程应按《危险废物转移联单管理办法》执行。

C、危险废物收集、贮存、运输单位应建立规范的管理和技术人员培训制度，定期针对管

理和技术人员进行培训。培训内容至少应包括危险废物鉴别要求、危险废物经营许可证管理、危险废物转移联单管理、危险废物包装和标识、危险废物运输要求、危险废物事故应急方法等。

D、危险废物收集、贮存、运输单位应编制应急预案。应急预案编制可参照《危险废物经营单位编制应急预案指南》，涉及运输的相关内容还应符合交通行政主管部门的有关规定。针对危险废物收集、贮存、运输过程中的事故易发环节应定期组织应急演练。

E、危险废物收集、贮存、运输过程中一旦发生意外事故，收集、贮存、运输单位及相关部门应根据风险程度采取如下措施：

a 设立事故警戒线，启动应急预案，并按《突发环境事件信息报告办法》(环保部令第 17 号)要求进行报告。

b 若造成事故的危险废物具有剧毒性、易燃性、爆炸性或高传染性，应立即疏散人群，并请求环境保护、消防、医疗、公安等相关部门支援。

c 对事故现场受到污染的土壤和水体等环境介质应进行相应的清理和修复。

d 清理过程中产生的所有废物均应按危险废物进行管理和处置。

e 进入现场清理和包装危险废物的人员应受过专业培训，穿着防护服，并佩戴相应的防护用具。

2）危险废物的收集

A、危险废物产生单位进行的危险废物收集包括两个方面，一是在危险废物产生节点将危险废物集中到适当的包装容器中或运输车辆上的活动；二是将已包装或装到运输车辆上的危险废物集中到危险废物产生单位内部临时贮存设施的内部转运。

B、危险废物的收集应根据危险废物产生的工艺特征、排放周期、危险废物特性废物管理计划等因素制定收集计划。收集计划应包括收集任务概述、收集目标及原则、危险废物特性评估、危险废物收集量估算、收集作业范围和方法、收集设备与包装容器、安全生产与个人防护、工程防护与事故应急、进度安排与组织管理等。

C、危险废物的收集应制定详细的操作规程，内容至少应包括适用范围、操作程序和方法、专用设备和工具、转移和交接、安全保障和应急防护等。

D、危险废物收集和转运作业人员应根据工作需要配备必要的个人防护装备，如手套、防护镜、防护服、防毒面具或口罩等。

E、在危险废物的收集和转运过程中，应采取相应的安全防护和污染防治措施，包括防爆、防火、防中毒、防感染、防泄露、防飞扬、防雨或其它防止污染环境的措施。

F、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翔实。

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。

G、危险废物的收集作业应满足如下要求：

a 应根据收集设备、转运车辆以及现场人员等实际情况确定相应作业区域，同时要设置作业界限标志和警示牌。

b 作业区域内应设置危险废物收集专用通道和人员避险通道。

c 收集时应配备必要的收集工具和包装物，以及必要的应急监测设备及应急装备。

d 危险废物收集应填写记录表，并将记录表作为危险废物管理的重要档案妥善保存

e 收集结束后应清理和恢复收集作业区域，确保作业区域环境整洁安全。

f 收集过危险废物的容器、设备、设施、场所及其它物品转作它用时，应消除污染，确保其使用安全。

H、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，尽量避开办公区和生活区。

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，应对转运路线进行检查和清理，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。

I、收集不具备运输包装条件的危险废物时，且危险特性不会对环境和操作人员造成重大危害，可在临时包装后进行暂时贮存，但正式运输前应按本标准要求进行包装。

4、水环境影响分析

本项目暂定辐射工作人员 2 人，年工作 250 天，均从厂区内部进行调剂，故不新增生活污水产生量和其他废水。

事故影响分析

1、事故分析

本项目可能发生的辐射事故如下：

（1）铅房门机联锁失效，工件进出门未完全关闭的情况下，射线管就曝光出束，至使射线泄漏到铅房外面，给周围活动的人员造成超剂量的照射；

（2）安全装置失灵、损坏等，人员可能误入正在进行探伤的铅房内，或者人员误留而出束，受到意外照射；

（3）操作人员操作不当或其它原因导致 X 射线机系统照射不能停束，造成意外照射；

（4）如果设备发生丢失，也可能导致潜在照射事故。

（5）X 射线机系统漏射线指标达不到《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的要求，或 X 射线机系统故障以及控制失灵，出现异常曝光可导致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

2、事故防范措施

（1）制定明确的操作规程，并将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。凡涉及对射线探伤装置进行操作，至少 2 名操作人员同时在场，操作人员必须严格按照操作规程操作设备，并做好个人的防护。

（2）定期检查铅房设置的门机连锁装置和门灯连锁装置，确保在门关闭后，射线探伤机才能进行照射。

（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进行更换。

（4）定期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，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

（5）所有辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，并取得合格证书，所有辐射工作人员均需持证上岗。

（6）加强探伤室的安全管理，防止设备被盗或丢失。

3、应急处理措施

（1）从事 X 射线探伤的工作人员必须经过专业的培训，通过辐射安全防护考核，具备上岗资格证，业务熟练；严格遵守探伤机使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；做好 X 射线机系统的日常维护保养，定期检查，保证 X 射线机系统始终处于完

好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

（2）发生或可能发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应当首先向当地生态环境主管部门报告，造成或者可能造成超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政主管部门报告。对于射线装置丢失被盗事故还应向公安部门报告。

表 12 辐射安全管理

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订），一六八公司为满足公司辐射安全与环境保护管理的需求，已建立以公司领导为第一责任人的辐射安全与环境保护管理领导小组，全面负责公司辐射安全与环境保护管理工作，详见附件 4。辐射安全与环境保护管理领导小组成员如下：

组长：李辉

成员：任余豪、刘庆春、王义龙

领导小组任命李辉为公司辐射安全负责人，公司辐射安全与防护管理日常工作由辐射安全负责人负责落实，主要职责是严格遵守与落实国家有关辐射安全、职业健康、环境保护方面的法律法规；执行本公司辐射安全防护管理制度，保证辐射安全各项防护措施处于有效状态；做好国家辐射法规的宣传工作，提高公司辐射工作人员防护意识及法制观念；定期对射线装置工作场所的防护情况进行监督检查；保障员工的职业健康安全，避免辐射安全事故、环境污染事故的发生。

一六八公司新成立的辐射安全与环境保护管理机构为辐射安全与环境保护管理领导小组，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订）中“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”的要求，可以满足公司日常辐射安全与环境保护管理的要求。

一六八公司为本项目制定的辐射安全与环境保护管理制度包括：《无损检测安全操作规程》、《辐射防护与安全保卫制度》、《无损检测岗位职责》、《设备检修、维护管理制度》、《使用登记和台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作人员职业健康检查管理制度》、《个人剂量检测制度》、《无损检测岗位职责》、《辐射环境监测方案》、《辐射环境监测方案》、《辐射安全与防护管理办法》、《辐射事故应急预案》。

一六八公司新建立的辐射安全管理制度基本能满足公司核技术应用项目的管理需要，基本符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订）中“应当有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施”的要求。相关辐射安全管理制度详见附件 6。因此，本次环评按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日修订）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）的要求提出以下建议：

1、关于辐射安全与环境保护管理机构

在本项目今后的运营过程中，一六八公司应结合公司核技术应用过程中的相关变化情况，及时对辐射安全与环境保护管理领导小组成员作相应调整，调整后的辐射安全防护管理领导小组的组成涵盖公司核技术利用所涉及的相关部门和人。

2、关于监测计划和监测仪器

（1）监测仪器

按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部令第 18 号），一六八公司需配备必要的监测仪器，对辐射工作场所放射性水平进行监测，并定期委托有资质的监测单位进行例行监测；对辐射工作人员配备个人剂量计，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。根据《工业探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）中有关要求，探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置，本项目将配备一台固定式场所辐射探测报警仪用来监测辐射工作场所辐射剂量率达标情况。

本项目拟配备监测仪器设备见表 12-1 所示。

表 12-1 项目配置的辐射监测仪器一览表

序号	设备名称	单位	数量
1	个人剂量计/片	台	2
2	便携式辐射监测仪/辐射巡测仪	台	1
3	个人剂量报警仪	台	2
4	固定式场所辐射探测报警仪	台	1

监测仪器能满足项目辐射防护和环境保护的要求，监测仪器应定期送有资质单位进行校准和检验，校准和检验合格后方可使用。

（2）监测方法及项目

监测方法：按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）执行。

监测项目：X-γ射线剂量率。

监测范围：辐射防护控制区、监督区及其周围环境。

（3）监测方案

配备便携式辐射监测仪/辐射巡测仪，可对 X、γ剂量率进行监测；

一六八公司自行制定的探伤场所《辐射环境监测方案》，规定利用便携式辐射监测仪/辐射巡测仪开展至少一周一次的放射性工作场所辐射监测，监测需记录并存档。另外需委托有资

质的单位对放射性工作场所开展周期为一年一次的辐射防护监测。具体监测点位如下：

①通过巡测，发现辐射水平异常位置。

②探伤铅房防护门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周。

③铅房墙外表面外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点。

④探伤铅房四周与地面连接外 30cm 处，每个墙面连接处至少测 3 个点。

⑤铅房四周人员经常活动的位置。

辐射防护监测报告连同年度辐射环境评估报告一并在次年 1 月 31 日前送交环保部门。另外辐射项目完工后 3 个月内应进行竣工验收监测。企业每季度对工作场所环境进行自检，保存相关记录。

3、个人剂量监测

所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计/片，对辐射工作人员定期由有资质单位进行个人剂量监测（送检周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月）。一六八公司应建立辐射工作人员个人档案。建设单位应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。

4、关于辐射安全与防护考核

公司已制定完善的辐射安全与防护学习及考核计划，明确学习及考核对象、周期和要求。按计划组织辐射工作人员参加辐射安全与防护考核，考核不合格的不得上岗。在取得考核合格证后每五年还应再组织安排一次考核，考核不合格的不得继续从事辐射相关工作。

本项目拟配备 2 名辐射工作人员和 1 名辐射安全负责人，辐射工作人员均从公司现有非辐射工作人员之中调剂。一六八公司应组织 2 名辐射工作人员和 1 名辐射安全负责人在取得辐射安全许可证前参加辐射安全与防护集中考核，待取得考核合格证（辐射工作人员需取得 X 射线探伤辐射安全与防护考核合格证书，辐射安全负责人需取得辐射安全管理辐射安全与防护考核合格证书）和辐射安全许可证后方可上岗；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）的要求，辐射工作人员可通过生态环境部组织开发的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）免费学习相关知识。

5、关于职业健康体检

公司已制定《辐射工作人员职业健康检查管理制度》，明确体检对象、体检周期和指标，并按计划组织辐射工作人员开展岗前、岗中（每 2 年按排一次再体检）和退岗职业健康体检，对于体检结果出现异常的，对工作人员立即展开调查，调查期间不得安排从事辐射相关工作。

本项目辐射工作人员上岗前应进行职业健康体检，体检合格方能上岗。

本项目拟配备 2 名辐射工作人员，工作人员上岗前需进行职业健康体检，体检结果为合格后才允许从事放射工作；今后若新增辐射工作人员或辐射工作人员离岗，应按要求开展岗前、岗中（每 2 年按排一次再体检）和离岗职业健康体检，体检合格后，方可从事辐射工作或离岗。

6、关于年度安全状况评估

公司应在每年 1 月 31 日前填报上一年度评估报告。年度评估报告应包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；核技术利用项目新建、改扩建和退役情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

7、关于辐射安全与环境保护管理制度

一六八公司新成立以公司领导为第一责任人的辐射安全与环境保护管理领导小组，全面负责公司辐射安全与环境保护管理工作，并制定了《无损检测安全操作规程》、《辐射防护与安全保卫制度》、《无损检测岗位职责》、《设备检修、维护管理制度》、《使用登记和台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作人员职业健康检查管理制度》、《个人剂量检测制度》、《无损检测岗位职责》、《辐射环境监测方案》、《辐射环境监测方案》、《辐射安全与防护管理办法》、《辐射事故应急预案》。

在今后的运营过程中公司辐射安全与环境保护管理领导小组应根据公司核技术应用项目的实际变化情况及时牵头对辐射安全相关制度进行系统修订，提高制度可操作性，做到所有辐射工作都有章可循，有制度保障。

8、辐射事故应急

一六八公司已制定《辐射事故应急预案》，其中成立了辐射事故应急处理领导小组，明确了辐射事故应急处理领导小组工作职责，明确了放射事故应急救援应遵循的工作原则和放射事故应急处理程序。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

在今后的运营过程中，公司应结合公司核技术应用项目的实际变化情况及时对辐射事故应急预案进行修订，完善公司辐射事故应急预案体系。

9、建设单位辐射安全管理能力评述

结合本项目拟采取的辐射安全管理措施，对建设单位辐射安全管理能力进行分析评估，建设单位辐射安全管理能力评价见下表。

表 12-2　建设单位辐射管理能力评价一览表

序号	相关要求	已（拟）采取的辐射安全管理措施	符合性
1	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。	一六八公司已建立以公司领导为第一责任人的辐射安全与环境保护管理领导小组，并明确了辐射安全负责人，由辐射安全负责人全面负责公司辐射安全与环境保护管理工作。	符合
2	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。	本项目拟配备2名辐射工作人员和1名辐射安全负责人，辐射工作人员均从公司现有非辐射工作人员之中调剂。一六八公司应组织2名辐射工作人员和1名辐射安全负责人在取得辐射安全许可证前参加辐射安全与防护集中考核，待取得考核合格证（辐射工作人员需取得X射线探伤辐射安全与防护考核合格证书，辐射安全负责人需取得辐射安全管理辐射安全与防护考核合格证书）和辐射安全许可证后方可上岗；在取得考核合格证后每五年还应再组织安排一次考核，考核不合格的不得继续从事辐射相关工作。	符合
3	从事辐射工作的人员必须开展个人剂量监测。	公司将为所有辐射工作人员建立个人剂量监测档案，所有个人剂量计委托有资质公司进行统一检测。	符合
4	从事辐射工作的人员必须开展人员职业健康检查。	本项目辐射工作人员上岗前需进行职业健康体检，体检结果为合格后才允许放射工作；公司严格按照《放射工作人员职业健康管理办法》规定，对从事辐射的工作人员定期健康体检并建立职业健康监护档案。	符合
5	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、人员培训计划、监测方案、放射性同位素和射线装置台账制度、辐射事故应急措施。	一六八公司已建立以公司领导为第一责任人的辐射安全与环境保护管理领导小组，并明确了辐射安全负责人，由辐射安全负责人全面负责公司辐射安全与环境保护管理工作，并制定了《无损检测安全操作规程》、《辐射防护与安全保卫制度》、《无损检测岗位职责》、《设备检修、维护管理制度》、《使用登记和台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作人员职业健康检查管理制度》、《个人剂量检测制度》、《无损检测岗位职责》、《辐射环境监测方案》、《辐射环境监测方案》、《辐射安全与防护管理办法》、《辐射事故应急预案》。	符合

综上，一六八公司在取得关于本项目所购置射线装置的辐射安全许可证之前，落实以上辐射安全管理措施，一六八公司将具有较好的辐射管理能力，可以满足本项目的辐射管理需求。

10、“三同时”制度

本项目严格执行和坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，“三同时”验收内容和要求见下表。

表 12-3 “三同时”验收一览表

项目	“三同时”措施	“三同时”验收内容	验收要求
辐射安全管理机构	辐射防护管理	建立以公司领导为第一责任人的辐射安全与环境保护管理领导小组，并明确了辐射安全负责人，由辐射安全负责人全面负责公司辐射安全与环境保护管理工作。	按要求设置
辐射安全和防护措施	铅房	总建筑体积 36m^3，内部尺寸 4000mm（长）×3000mm（宽）×3000mm（高），单面墙体为 2mm 钢板--铅板--槽钢--2mm 钢板结构，铅房四周防护等级为 6mmPb 当量，顶棚防护等级为 5mmPb 当量；工件门（电动平移门）尺寸为 1850mm（宽）×2280mm（高），6mmPb 当量。	①铅房外瞬时剂量率不超过 2.5μSv/h； ②辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv；
	通风设施	设机械排风装置，排风扇风量 459m^3/h，换气次数大于 3 次/小时。	按要求设置
	安全措施	①工件进出门设置门机联锁装置；铅房内、外各设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯。照射状态指示装置与 X 射线机系统联锁。 ②铅房外墙和防护门外张贴“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。控制室内设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。 ③在铅房墙上易于接触的地方设置紧急停止开关。控制器设有钥匙开关，在打开控制器钥匙开关后，X 射线管才能出束；在停机或待机状态时才能拔出。 ④工作制度、操作规程张贴上墙。 ⑤铅房内设置 1 套监控系统和 1 个固定式场所辐射探测报警装置。 ⑥铅房设置 1 套铅门红外防撞装置。	按要求设置
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	2 名辐射工作人员和辐射安全负责人员参加辐射安全与防护考核，考核合格后上岗（其中辐射安全负责人应进行辐射安全管理辐射安全与防护考核）。	按要求落实
	个人剂量监测	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（送检周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	按要求落实
监测仪器和防护用品	监测仪器	个人剂量计/片 2 台	按要求落实
		便携式辐射监测仪/辐射巡测仪 1 台	按要求落实
		固定式场所辐射探测报警 1 台	按要求落实
	个人剂量计	个人剂量报警仪 2 台	按要求落实
辐射安全管理制度	公司制定的制度有：《无损检测安全操作规程》、《辐射防护与安全保卫制度》、《无损检测岗位职责》、《设备检修、维护管理制度》、《使用登记和台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作人员职业健康检查管理制度》、《个人剂量检测制度》、《无损检测岗位职责》、《辐射环境监测方案》、《辐射环境监测方案》、《辐射安全与防护管理办法》、《辐射事故应急预案》。		按要求张贴上墙

注：以上措施在项目“三同时”验收时，需全部落实到位。

11、环保投资估算表

本项目总投资 100 万元，主要用于购买铅房和辐射安全及应急设施、设备采购，其中安排用于环境保护方面的投资约 56 万元，占项目总投资的 56%。具体环保投资估算详见下表。

表12-3　环保投资估算一览表

类别		环保设施	投资金额（万元）
探伤室	防护设备	铅房一套	40
	监测仪器	个人剂量计/片 2 只，个人剂量报警仪 2 台，便携式辐射监测仪/辐射巡测仪 1 台，固定式场所辐射探测报警仪 1 台	6
	安全装置	声光报警装置 2 套、控制区和监督区警示标志、安全信息公告牌	1
	监控装置	监控设施 1 套	1
其他	设备维护	探伤装置的配件、机电设备进行检查、维护、及时更换部件、监测设备的检定	2
	人员管理	人员考核、个人剂量检测、职业健康体检等	2
	环境管理	履行环境影响评价手续和竣工环境保护验收工作	4
合计		/	56

表 13 结论与建议

结 论

1、项目概况

本项目主要建设情况如下：

1）项目名称：六安一六八航空航天精密器件有限公司 X 射线探伤项目；

2）建设单位：六安一六八航空航天精密器件有限公司；

3）建设地点：安徽省六安市金安区一元大道 283 号六安一六八航空航天精密器件有限公司流水线加工车间内；

4）地理坐标：E 116.664376957°，N 31.764044575°；

5）建设性质：新建；

6）建设内容：在公司流水线加工车间南侧组装一座建筑面积为 64m^2 的不锈钢管坯 X 射线检测探伤室（由一套射线源、防护铅房、暗室、控制室及监控系统组成），安装安全联锁装置、急停开关、机械排风装置等环保设施，同步购入自动洗片机、暗室红灯、黑白密度计等配套设施。

7）核技术应用情况：本项目为使用一套 XY-160 型 X 射线机系统，由控制器（HR-2000C+）、X 射线管（MXR-160/20，定向）、高压电缆（N3/160-R24SL-R24SL-10m）、高频阴极高压发生器（HS-160C）和冷却器（RJS-3）组成，最大管电压：160kV，最大管电流：4mA，用于对不锈钢管坯焊缝的无损检测，属于使用Ⅱ类射线装置。

2、产业政策符合性及实践正当性

本项目属于核技术在无损检测领域内的运用，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第三十一项第 1 条“质量认证和检验检测服务”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

本项目为保证生产产品的质量，提升生产效率，组装探伤室 1 座，使用一套 X 射线机系统（Ⅱ类射线装置）对公司生产的不锈钢管坯焊缝进行无损检测。探伤室充分考虑了周围场所的防护与安全。经分析可知，本项目运营后对辐射工作人员和公众外照射引起的年附加剂量低于项目管理目标值，本项目实施所获利益远大于其危害，因此本项目的实施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

3、代价利益分析

本项目符合公司生产工艺的需要，能有效提高公司生产效率，核技术在工业探伤上的应用有利于提高产品焊缝的质量，能有效减少因焊缝质量不过关而导致的安全事故数量，该项目在保障

产品质量的同时也为公司和社会创造了更大的经济效益。为保护该项目周边辐射工作人员和公众，探伤室加强了防护，从剂量预测结果可知，该项目辐射工作人员年所受附加剂量满足项目管理限值 5mSv 的要求，周围公众年所受附加剂量满足项目管理限值 0.25mSv 的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因此，从代价利益分析看，该项目建设是正当可行的。

4、项目选址与平面布置

4.1 建设单位地理位置

一六八公司厂址位于安徽省六安市金安区一元大道 283 号。厂区北侧为汉王路，隔路为林地；东侧为一元大道，隔路为空地（未利用地块）；南侧为六安鑫宏机械制造有限公司，西侧为空地。一六八公司厂址周边现状较为简单，无与本项目有冲突的企业存在，项目与周边环境相容。项目地理位置见附图 1，周边关系图详见附图 2。

4.2 辐射工作场所位置

铅房场地位置：拟安装的探伤室总体位于厂区的西部位置，流水线加工车间内部南侧靠墙位置，占地面积 64m^2（8m*8m）；流水线加工车间为一层钢筋混凝土构筑物，高 8m，东侧为综合楼，南侧为生活配套用房，西侧为西厂界，无其他建筑，北侧为危险废物储存间及军品楼。探伤室北侧为流水线加工车间内部过道，东侧为加工区，南侧为厂区内部过道，西侧为流水线加工车间卫生间，无地下室，探伤房顶部不可上人；

X 射线机系统位于探伤室铅房内，铅房位于探伤室东南侧，占地面积 12m^2（4m 长*3m 宽）铅房东屏蔽墙紧贴探伤室手工净化板，南屏蔽墙紧贴流水线加工车间围墙。本项目探伤室周边关系见图 1-1。

3.3 平面布置及合理性分析

①本项目探伤室房间构成由铅房、控制室、暗室组成，X 射线产生场所为铅房内，铅房四周屏蔽墙、顶棚及工件进出门均采取屏蔽防护措施；铅房设置工件进出门，其中工件进出门位于铅房室北侧，控制室位于西北侧，方便操作人员进行操作及观察工件进出情况，探伤室入口设置手动平开门，方便人员进出；铅房位于流水线加工车间南侧，50m 范围内无居民点、医院、学校等敏感保护目标，项目场址环境辐射本底未见异常。

②探伤室东侧为不锈钢管坯的焊接加工车间，距离探伤室较近，方便日常检测服务。探伤区域工艺流畅、布局合理，满足安全防护要求，便于分区管理和辐射防护，平面布置合理。

综上所述，本项目与周边环境相容，铅房、暗室和控制室布局合理，满足安全防护要求，

便于分区管理和防护；辐射工作场所充分考虑了周围场所的安全与防护，对公众影响较小，综合分析认为本项目选址合理、平面布置合理。

5、辐射安全与防护能力分析

（1）辐射工作场所功能分区合理性

本项目辐射工作场所划分控制区、监督区，其中对需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，对控制区运用行政管理程序（如工作许可证制度）和联锁装置限制进入。监督区通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。本项目控制区为铅房内，监督区为暗室、控制室、探伤室东、南侧墙外 1 米范围内，控制区、监督区划分明确、独立，设置合理，满足《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）中“防护安全要求”的“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”规定要求。

（2）辐射屏蔽措施

本项目铅房四周防护墙体均为 2mm 钢板--6mm 铅板--6.3#槽钢--2mm 钢板结构，设计防护等级为 6mmPb 当量；顶部为 2mm 钢板--5mm 铅板--8#槽钢--2mm 钢板结构，设计防护等级为 5mmPb 当量；工件门尺寸 1850m（宽）×2280m（高），6mmPb 当量。由辐射屏蔽措施及屏蔽体合理性分析可知，本项目曝光室的屏蔽能力符合辐射防护安全的要求。

（3）安全防护设施

铅房工件进出门与射线源设置门机联锁，工件防护门上、铅房内拟各设置 1 套工作状态显示系统，控制器上和铅房内四周屏蔽墙共设置 5 个安全急停按钮；设置电离辐射警告标志和中文警示说明；工作人员配备必要的监测设备；铅房内设置 1 套监控系统和 1 个固定式场所辐射探测报警装置；设置 1 套铅门红外防撞装置，满足安全防护需求。

综上，本项目各辐射工作场所采取的屏蔽措施及其防护能力均能满足要求。

6、环境影响分析

（1）辐射环境质量现状

由辐射环境现状监测结果可知，本项目核技术应用场所及周边辐射环境现状本底在 106～120nGy/h 范围内。根据《2021 年安徽省生态环境状况公报》中数据显示，2021 年，全省伽玛辐射空气吸收剂量率（含宇宙射线贡献值）平均值为 93nGy/h，范围为 70～119nGy/h。本项目核技术应用场所及周边辐射环境现状本底值与安徽省天然贯穿辐射水平基本相当，属于正常本

底范围。

（2）辐射环境影响预测评价

根据辐射环境影响预测评价可知，本项目运营期，辐射工作人员年有效剂量小于职业人员剂量管理限值 5mSv/a 的要求、公众年有效剂量小于公众剂量管理限值 0.25 mSv/a 的要求。

（3）非辐射环境影响分析

①本项目运行后，由于电离作用产生少量 O_3、氮氧化物等有害气体，在铅房安装机械排风装置，换气次数大于 3 次/小时，满足通风换气要求。

②铅房机械排风装置的风机经过厂房隔声、距离衰减和基础减振之后，厂界噪声能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准要求。

③废显影、定影液，洗片废水，废胶片等危险废物依托厂区危险废物储存间暂存后，定期由有资质的单位进行处置，不会对周围环境造成明显影响。

7、辐射安全管理

一六八公司已建立以公司领导为第一责任人的辐射安全与环境保护管理领导小组，领导小组任命李辉为公司辐射安全负责人，公司辐射安全与防护管理日常工作由辐射安全负责人负责落实，并制定了一系列辐射安全与环境保护管理制度。在今后的运营过程中须根据公司核技术应用项目的实际变化情况及时对辐射安全相关制度进行系统修订，提高制度可操作性，做到所有辐射工作都有章可循，有制度保障。公司在严格落实本报告所提出的辐射安全管理措施并加强对辐射工作人员个人剂量、辐射安全与防护考核和职业健康体检的管理的情况下，可以满足辐射安全管理要求。

8、总结论

综上所述，六安一六八航空航天精密器件有限公司 X 射线探伤项目符合“实践正当性”原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，一六八公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，该项目建设可行。

建议和承诺

1）该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加辐射影响，使对环境的影响降低到最低。

2）各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3）定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

4）根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见   经办人　　公　章 年　月　日
审批意见   经 办 人　　公　章 年　月　日