

检索号

2024-HP-0056

# 核技术利用建设项目

厦工（三明）重型机器有限公司

1 台 X 射线探伤机项目

环境影响报告表

（公开本）

厦工（三明）重型机器有限公司

2024 年 4 月



# 目录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	5
表 3 非密封放射性物质 .....	5
表 4 射线装置 .....	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	7
表 6 评价依据 .....	8
表 7 保护目标与评价标准 .....	10
表 8 环境质量和辐射现状 .....	16
表 9 项目工程分析与源项 .....	19
表 10 辐射安全与防护 .....	24
表 11 环境影响分析 .....	32
表 12 辐射安全管理 .....	44
表 13 结论与建议 .....	51
表 14 审批 .....	55

## 附图：

- 附图 1 厦工（三明）重型机器有限公司地理位置示意图
- 附图 2 厦工（三明）重型机器有限公司平面布置及周围环境示意图
- 附图 3 本项目固定式 X 射线探伤房平面布置示意图
- 附图 4 本项目固定式 X 射线探伤房剖面布置示意图
- 附图 5 本项目固定式 X 射线探伤房管道穿墙示意图

## 附件：

- 附件 1 项目委托书
- 附件 2 射线装置使用情况承诺书
- 附件 3 危险废物安全处置承诺书
- 附件 4 本项目辐射环境本底检测报告、检测单位资质认证证书、检测仪器检定证书和现场检测照片
- 附件 5 关于成立辐射安全与防护管理领导小组的通知
- 附件 6 本项目相关辐射安全管理规章制度和辐射事故应急预案

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		厦工（三明）重型机器有限公司 1 台 X 射线探伤机项目			
建设单位		厦工（三明）重型机器有限公司			
法人代表		廖清德	联系人	余兴	联系电话 /
注册地址		福建省三明市沙县区凤岗金明东路 850 号			
项目建设地点		福建省三明市沙县区凤岗金明东路 850 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		80	项目环保投资（万元）	65	投资比例（环保投资/总投资） 81.25%
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 <sup>2</sup> ）	118.7
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	/			
	<p><b>一、项目概况及由来</b></p> <p><b>1.1 项目概述</b></p> <p><b>1.1.1 建设单位基本情况</b></p> <p>厦工（三明）重型机器有限公司，始建于 1958 年，前身为福建三明重型机器厂，1998 年加盟原厦工集团有限公司，现为厦门海翼集团成员企业，厦门厦工重工有限公司全资子公司。公司 2008 年搬迁至沙县金沙工业园，现有占地面积约 39 万平方米，建筑面积约 12 万平方米。</p> <p>公司是中国主要的道路机械制造企业、福建省机械行业龙头企业、福建省单项冠军企业。具有丰富的路面机械研发、制造经验，产品包括：压路机、平地机、推土机等，连续多年获得中国路面机械用户品牌关注度 10 强。公司为用户定制各类大型非标金属结</p>				

构件、机械零部件，主要非标产品包括盾构机盾体、化工大型反应炉、大型机架、风电设备、冶金装备、水泥设备、大型水工结构件等。

### 1.1.2 项目建设规模

为满足生产需要，厦工（三明）重型机器有限公司拟在推土机生产车间东侧中部新建一座探伤房（单层建筑），包括1间探伤室、1间操作室、1间暗室、1间评片室、1间危废暂存间，拟配备1台X射线探伤机（型号未定，最大管电压300kV、最大管电流5mA，周向机），在探伤室内对公司生产的压力容器进行无损检测，主要检测工件为圆筒状，一头或两头开口，主材质为不锈钢或低合金钢，直径不大于2000mm，壁厚不大于45mm，长度不大于6000mm；探伤室工件门洞尺寸为：3m（宽）×3.5m（高），室内净尺寸为：9m（长）×6m（宽）×4.5m（高），能够满足检测工件室内探伤的空间要求。

本项目核技术利用情况见表1-1。

表1-1 厦工（三明）重型机器有限公司核技术利用情况一览表

射线装置									
序号	射线装置名称及型号	数量（台）	管电压（kV）	管电流（mA）	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	备注
1	X射线探伤机（型号未定）	1	300	5	II	探伤室	使用	新建项目 本次环评	周向机

厦工（三明）重型机器有限公司无其他核技术利用设备应用，本次属公司首次开展核技术利用建设项目。为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，其应办理核技术利用项目环境影响评价手续。

根据《射线装置分类》（2017年修订版），本项目X射线探伤机属于II类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），应编制环境影响报告表。受厦工（三明）重型机器有限公司的委托，江苏辐环环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察、现场检测等工作的基础上，编制了该核技术利用项目环境影响报告表。

## 1.2 项目周边保护目标及项目选址情况

厦工（三明）重型机器有限公司位于福建省三明市沙县区凤岗金明东路850号，本项目探伤房拟建址位于公司推土机生产车间东侧中部，探伤房和车间整体均为单层建筑，探伤房西部为探伤室，东部由北向南依次为操作室、评片室、危废暂存间、暗室。探伤房拟建址东侧依次为推土机生产车间内空地、厂内道路、停车场和办公楼，南侧、西侧、北侧

均为推土机生产车间内场所，上方无建筑，下方为土层。公司地理位置示意图附图 1，平面布置及周围环境示意图附图 2，探伤房拟建址及周围环境现状见图 1-1~1-5。



图 1-1 探伤房拟建址东侧



图 1-2 探伤房拟建址南侧



图 1-3 探伤房拟建址西侧



图 1-4 探伤房拟建址北侧



图 1-5 探伤房拟建址

根据现场调查和附图 2 可知，本项目周围 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，项目周围无环境制约因素，根据理论估算，项目运行时对周围环境辐射影响较小，因此，项目选址合理。本项目环境保护目标主要是探伤房辐射工作人员和评价范围内的公众。

### 1.3 产业政策符合性分析

本项目为使用 X 射线探伤机对公司产品进行无损检测，经对照《产业结构调整指导目

录（2024年本）》，本项目属于鼓励类的第十四项“机械”中第1款“科学机械和工业仪表”中“工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业发展政策。

#### 1.4 代价利益分析

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，具有良好的社会效益和经济效益。本项目总投资80万元，其中环保投资65万元，占总投资的81.25%，本项目环保投资额可保证环保措施的落实。根据下文分析，本项目经辐射防护屏蔽和安全管

理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。因此，从代价利益方面分析，本项目获得的利益远大于对环境的影响，具有明显的经济效率、社会效益，该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

#### 1.5 项目环保投资

本项目环保投资明细见表1-2。

表1-2 本项目环保投资明细一览表

序号	项目	投资金额（万元）
1	探伤房的土建和防护施工（包括防护门的订制及安装）	52
2	辐射安全装置和保护措施（电离辐射警告标志、工作状态指示灯和声音提示装置、门机联锁装置、紧急停机按钮、视频监控等）	5
3	通风系统	0.5
4	个人剂量监测、职业健康体检、辐射安全与防护考核	0.5
5	辐射监测仪器、辐射工作场所及周围环境年度监测	2
6	辐射安全规章制度上墙、环境影响评价、竣工环保验收	5
合计		65

## 二、项目定员及年工作时间

本项目拟配备2名辐射工作人员，探伤机年开机出束时间预计不大于400小时（包括探伤工作出束和训机工作出束时间）。

**表 2 放射源**

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

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

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

(二) X 射线管，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	II	1	未定	300	5	无损检测	探伤室	周向机
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过排风系统排出探伤室，弥散在大气环境中
显影、定影废液	液态	/	/	/	≤400kg	/	收集于收集桶内，后统一暂存于危废暂存间内	集中收集并委托有资质单位回收处理
废胶片	固态	/	/	/	≤200 张	/	收集于防漏胶袋内，后统一暂存于危废暂存间内	
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>，年排放总量用 kg。  
 2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），自 2018 年 12 月 29 日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修正版），国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(6) 《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，自 2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(8) 《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 日起施行</p> <p>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局文件，环发[2006] 145 号文</p> <p>(10) 《射线装置分类》（2017 年修订版），环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年公告第 66 号公布，自 2017 年 12 月 5 日起施行</p> <p>(11) 《国家危险废物名录》（2021 年版），生态环境部令 第 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令 第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日生成</p> <p>(15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(16) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，国家发展和改革委员会 2023</p>
------------	---

	<p>年令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行</p> <p>(17) 《福建省环保厅关于印发&lt;核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲&gt;（试行）的通知》，闽环保辐射〔2013〕10 号，2013 年 3 月 15 日印发</p> <p>(18) 《三明市环境保护局关于印发辐射事故应急预案的通知》，明环科〔2013〕18 号，2013 年 8 月 21 日印发</p>
技 术 标准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）</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》（HJ 10.1-2016）</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其第 1 号修改单</p> <p>(8) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）</p>
其他	<p><b>报告附件：</b></p> <p>(1) 项目委托书（附件 1）</p> <p>(2) 射线装置使用情况承诺书（附件 2）</p> <p>(3) 危险废物安全处置承诺书（附件 3）</p> <p>(4) 本项目辐射环境本底检测报告、检测单位资质认证证书、检测仪器检定证书和现场检测照片（附件 4）</p> <p>(5) 关于成立辐射安全与防护管理领导小组的通知（附件 5）</p> <p>(6) 本项目相关辐射安全管理规章制度和辐射事故应急预案（附件 6）</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

本项目为使用 II 类射线装置进行固定式探伤作业，根据《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，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。故本项目评价范围取探伤室实体边界外延 50m 的区域，本项目评价范围示意图见附图 2。

### 7.2 保护目标

本项目周围 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，环境保护目标主要是本项目辐射工作人员和评价范围内的公众。本项目周围环境保护目标分布见表 7-1。

表 7-1 本项目 50m 评价范围内环境保护目标分布情况

主要环境保护目标	方位	场所名称	距探伤室最近距离	规模	保护要求
本项目辐射工作人员	东侧	操作室等辅房	0.3m	2 名辐射工作人员	年剂量不超过 5mSv/a
项目评价范围内公众	东侧	推土机生产车间内空地及厂内道路、停车场	2.6m	推土机生产车间内约 40 名工作人员，办公楼评价范围内无固定工作人员，厂内道路及停车场为流动人员	年剂量不超过 0.1mSv/a
		办公楼	45m		
	南侧	推土机生产车间内场所	0.3m		
	西侧	推土机生产车间内场所	0.3m		
	北侧	推土机生产车间内场所	0.3m		

### 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）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	剂量限值
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

#### (2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了X射线和 $\gamma$ 射线探伤的放射防护要求。本标准适用于使用600kV及以下的X射线探伤机和 $\gamma$ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业CT探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

## 5 探伤机的放射防护要求

### 5.1 X射线探伤机

5.1.1 X射线探伤机在额定工作条件下，距X射线管焦点100 cm处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表7-3的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合GB/T 26837的要求。

表 7-3 X射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全连锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X射线探伤机的维护应符合下列要求：

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

## 6 固定式探伤的放射防护要求

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

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

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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，在控制室的操作位应有专用的监视器，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《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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系统，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。

## 6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

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

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X- $\gamma$ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

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

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

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

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

### (3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其第 1 号修改单

#### 3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 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。

#### 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。

3.3.2 探伤装置的操作室应置于探伤室外，操作室和人员门应避开有用线束照射的

方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

#### (4) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)

##### 6 贮存设施污染控制要求

###### 6.1 一般规定

6.1.1 贮存设施应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物。

6.1.6 贮存设施应采取技术和管理措施防止无关人员进入。

###### 7 危险废物贮存设施的运行与管理

7.7 危险废物产生者和危险废物贮存设施经营者均须作好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、存放库位、废物出库日期及接收单位名称。

##### 8 贮存过程污染控制要求

###### 8.1 一般规定

8.1.1 在常温常压下不易水解、不易挥发的固态危险废物可分类堆放贮存，其他固态危险废物应装入容器或包装物内贮存。

8.1.2 液态危险废物应装入容器内贮存，或直接采用贮存池、贮存罐区贮存。

#### (5) 项目管理目标

本项目探伤房为一层建筑，上方无建筑，探伤室顶不需要人员到达，探伤室旁邻近建筑不在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内，综合考虑 GB 18871-2002、GBZ 117-2022，确定本项目的管理目标为：

**辐射环境剂量率控制水平：**探伤室四周墙体、防护门外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，顶外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于  $100\mu\text{Sv/h}$ 。

**辐射剂量约束值控制水平：**职业人员年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ ，公众年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ 。

#### (6) 参考资料：

《中国环境天然放射性水平》，国家环境保护局，1995 年

福建省三明市原野、道路、建筑物室内 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率（单位：nGy/h）

	原野 $\gamma$ 辐射剂量率	道路 $\gamma$ 辐射剂量率	室内 $\gamma$ 辐射剂量率
范围	61.6~225.3	57.0~210.0	78.0~251.5
均值 $\pm$ 标准差	92.7 $\pm$ 34.2 (按点平均)	100.8 $\pm$ 35.0	145.5 $\pm$ 50.2 (按点平均)

注：测量值已扣除宇宙射线响应值。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

厦工（三明）重型机器有限公司位于福建省三明市沙县区凤岗金明东路 850 号，本项目探伤房拟建址位于公司推土机生产车间东侧中部。公司地理位置示意图附图 1，平面布置及周围环境示意图附图 2。

### 8.2 环境现状检测

本项目为使用 II 类射线装置进行固定式探伤作业，运行期主要的环境污染物为 X 射线。2024 年 1 月 31 日现场踏勘时，探伤房未开工建设，项目拟建址为车间内空地。项目在进行现状调查时，主要调查本项目探伤室拟建场址及周围环境的 $\gamma$ 辐射剂量率。

#### 8.2.1 环境现状评价对象、检测因子、检测点位等

环境现状评价对象：项目拟建址及周围辐射环境现状

检测因子： $\gamma$ 辐射剂量率

检测点位：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点，在项目拟建址及周围布设 6 个检测点位，调查环境 $\gamma$ 辐射剂量率，具体点位布设情况见图 8-1

检测频次：按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中的要求进行，检测时仪器探头水平距离地面 1m，每个检测点位读 10 个数据，读数间隔 10s，取算术平均值计算结果

#### 8.2.2 检测方案

检测单位：江苏辐环环境科技有限公司（CMA 证书编号：231012341512）

检测时间：2024 年 1 月 31 日

检测天气：晴

仪器名称：多功能射线检测仪

仪器型号：BG9512PG03

仪器编号：1TR5GSKW

能量响应范围：25keV~3MeV

量程范围：10nGy/h~200 $\mu$ Gy/h

检定单位：江苏省计量科学研究院

检测证书编号：Y2023-0066647

检定有效期：2023.6.1~2024.5.31

### 8.2.3 质量保证措施

①委托的检测机构已通过计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力，其计量认证证书及检测能力证书见附件 4；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定合格，并在检定有效期内，仪器检定证书见附件 4；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测报告实行三级审核。

### 8.2.4 检测结果及评价

本项目拟建址及周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 4。

表 8-1 本项目拟建址及周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测结果

序号	检测点位描述	建筑物	测量结果 (nGy/h)	标准差	备注
1	探伤室拟建址	平房	81	3.2	本底检测
2	探伤室拟建场址东侧（拟建操作室内）	平房	78	2.9	
3	探伤室拟建场址东侧（厂内道路）	道路	86	2.3	
4	探伤室拟建场址南侧	平房	82	2.7	
5	探伤室拟建场址西侧	平房	78	3.0	
6	探伤室拟建场址北侧	平房	81	2.7	

注：上表数据已扣除监测仪器宇宙射线响应值 13.1nGy/h。

根据检测结果可知，本项目探伤室拟建址及周围环境，室内 $\gamma$ 辐射剂量率为（78~82）nGy/h，室外 $\gamma$ 辐射剂量率为 86nGy/h，处于《中国环境天然放射性水平》中福建省三明市室内及道路 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率正常范围内（室内（78.0~251.5）nGy/h、道路（57.0~210.0）nGy/h）。

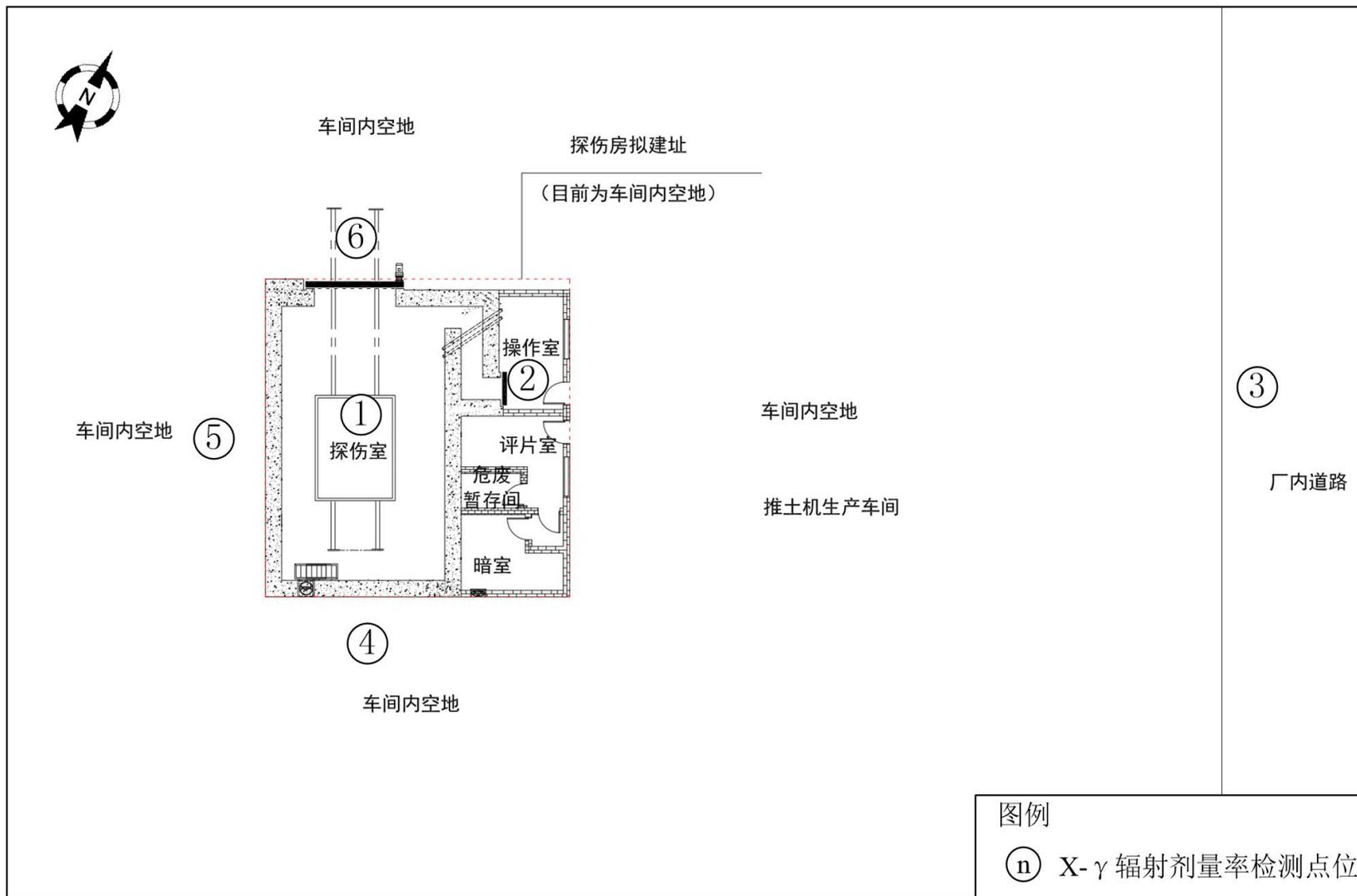


图 8-1 本项目辐射环境现状检测点位图

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 工程设备

##### (1) 工程组成

为满足生产需要，厦工（三明）重型机器有限公司拟在推土机生产车间东侧中部新建一座探伤房（单层建筑），包括 1 间探伤室、1 间操作室、1 间暗室、1 间评片室、1 间危废暂存间，拟配备 1 台 X 射线探伤机（型号未定，最大管电压 300kV、最大管电流 5mA，周向机），在探伤室内对公司生产的压力容器进行无损检测，主要检测工件为圆筒状，一头或两头开口，主要材质为不锈钢或低合金钢，直径不大于 4000mm，壁厚不大于 50mm，长度不大于 8000mm。

##### (2) 设备简介

本项目拟购置的 X 射线探伤机为周向机，辐射角度为  $360\times 40^\circ$ ，主要由以下各部分组成：X 射线发生器、控制箱以及连接电缆，常见周向机外观见图 9-1。



图 9-1 常见 X 射线周向探伤机外观图

##### ① X 射线发生器

X 射线发生器为组合式结构，高电压变压器（包括 X 射线管灯丝绕组）和 X 射线管安装在同一管桶内，管桶用铝加工而成，而且是密封的内部充有六氟化硫（ $\text{SF}_6$  是氟化学制品的一种）绝缘气体，它对于高电压有良好的电绝缘性能。常见 X 射线发生器结构示意图见图 9-2。

为便于 X 射线管散热采用了阳极接地方式，在阳极靶伸出端安装一个多叶片的铝散热器，并在散热器上装有风扇，用风扇强迫冷却，以加强散热效果。在管桶内还铺

设了一层防散射用的铅板。

其次，另外在管桶内铁芯和外部散热器上各装有一个温度继电器，用于防止温度过高而损坏机器。发生器上有射线警示用的闪光灯电源，可以进行射线警示。X射线发生器两端安装有端环，可使其立放或卧放，方便搬运。

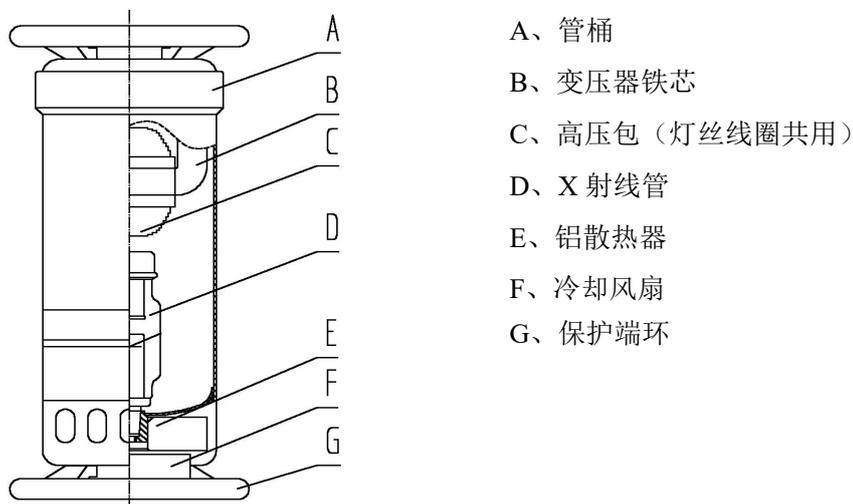


图 9-2 常见 X 射线发生器结构示意图

## ②控制箱

控制箱的主要作用是将交流电变换成管头所需的脉冲电压，按照设定参数调节 X 射线管的工作电压和工作电流，保证产生稳定的射线，并自动控制曝光时间。

## ③连接电缆

连接电缆的主要作用是将 X 射线发生器与控制箱进行连接，人员在控制箱处对 X 射线发生器进行开机曝光等操作。

## （3）工作方式

本项目探伤房设置有探伤室和操作室等辅房，辅房与探伤室分开设置，探伤机放置于探伤室内，开机曝光时，辐射工作人员在操作室内通过控制箱进行操作，其采取的是隔室操作的工作方式。

### 9.1.2 工作原理

X 射线探伤机核心部件是 X 射线管，它是一个内真空管，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。当两端加有高压时，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，撞击靶材料，产生 X 射线。常用 X 射线管结构示意图 9-3。

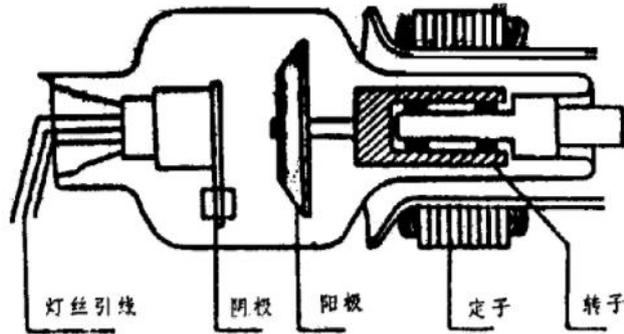


图 9-3 常用 X 射线管结构示意图

X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线减弱强度越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其减弱强度较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

### 9.1.3 工作流程及产污环节

本项目开展探伤时，被检测工件通过工件门运至探伤室内，探伤操作人员在操作室内进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，本项目探伤工作流程及产污环节示意图 9-4，探伤工作流程如下：

- (1) 产品入室：将被探伤工件通过工件门运至探伤室内固定，关闭工件门；
- (2) 贴片定位：在工件需检测的部位贴上感光胶片，并将 X 射线探伤机放置在合适的位置；
- (3) 清场、关门：检查探伤室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员从人员门离开探伤室，关闭人员门，启动‘预备’信号；
- (4) 开机、加高压、曝光：辐射工作人员在操作室内操作控制箱，开启 X 射线探伤机进行无损检测。X 射线探伤机开机曝光过程中将产生 X 射线污染，同时 X 射线将使探伤室内的空气电离产生少量臭氧（ $O_3$ ）和氮氧化物（ $NO_x$ ）；
- (5) 关机：达到预定照射时间和曝光量后关闭 X 射线探伤机，曝光结束，辐射工作人员进入探伤室，取下胶片；
- (6) 取片、洗片、读片、出具检测报告：辐射工作人员在暗室内对探伤胶片进行洗片，在评片室内进行读片，判断工件焊接质量、缺陷等。洗片作业将产生显影、定影废液和废胶片。

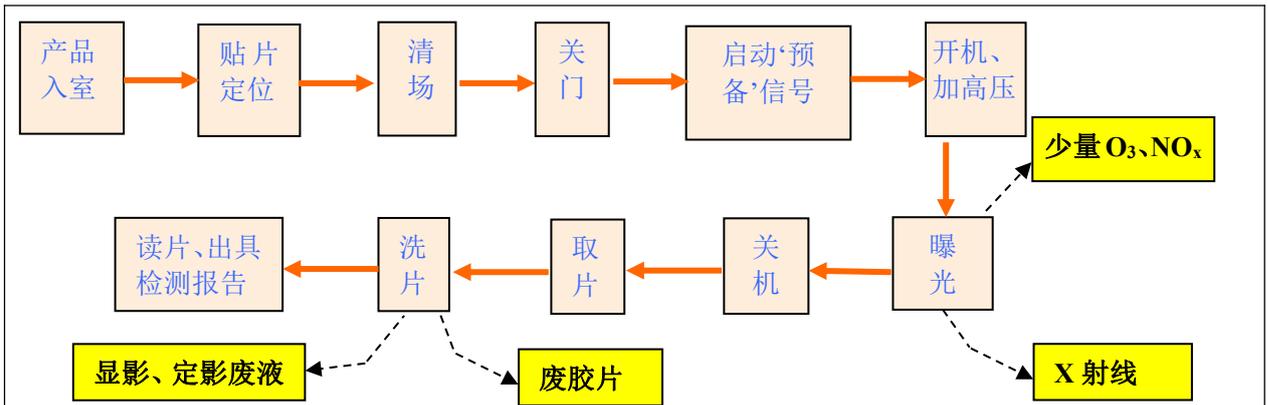


图 9-4 固定式 X 射线探伤工作流程及产污环节示意图

此外，在探伤机首次到厂或超过 1 周末使用等情况下，在开始探伤工作前，需要对探伤机进行训机，训机工作流程及产污环节为：

(1) 清场、关门：检查探伤室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员关闭工件门，并从人员门离开探伤室，关闭人员门，启动‘预备’信号；

(2) 训机：辐射工作人员在操作室内操作控制箱，按下训机键，进入训机状态，语音提示“训机开始”，从低千伏值一点一点地往高训。按下训机键后，X射线探伤机将产生X射线污染，同时X射线将使探伤室内的空气电离产生少量臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)；

(3) 训机结束：当训到最高千伏值后，X射线探伤机自动关闭，同时在训机过程中，也可以通过“高压关”键来随时终止。

#### 9.1.4 人流、物流路径规划

本项目探伤室北墙拟设置工件进出门，东墙拟设置人员进出门，工件均从工件门进出探伤室，辐射工作人员均从人员门进出探伤室。

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 施工期污染源

本项目探伤房为新建建筑，探伤房尚未开始建设，探伤房建设施工时会产生少量的废气、扬尘、噪声、固体废物以及废水等污染物。施工期对环境产生的影响均为暂时的、可逆的，且随着施工期结束，固废及废水在施工期间内妥善处置，施工期产生的扬尘、噪声等方面的影响将随着施工结束会自行消除。

### 9.2.2 运行期正常工况污染源

#### 1、辐射污染

由 X 射线探伤机工作原理可知，只有探伤机在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，若未完全屏蔽会对探伤室外工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线探伤机在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。本项目 X 射线探伤机型号未定，最大管电压为 300kV、最大管电流为 5mA，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，300kV 管电压下的最大输出量为  $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即距辐射源点输出剂量率为  $1.254\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，为主射线源强。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，本项目距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为  $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，300kV 的 X 射线经检测工件  $90^\circ$  散射后，散射辐射能量为 200kV，散射线能量和辐射剂量率远小于主射线能量和辐射剂量率。

## 2、其他污染

① X 射线探伤机运行时无其它废气、废水和固体废物产生，洗片作业时产生的显影、定影废液和废胶片（含重金属）属于《国家危险废物名录》中的 HW16 号危险废物（废物代码为 900-019-16），显影、定影废液年产生量不大于 400kg，废胶片年产生量不大于 200 张。

② X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤室内的空气电离产生少量臭氧（ $\text{O}_3$ ）和氮氧化物（ $\text{NO}_x$ ）。

### 9.2.3 运行期事故工况污染源

本项目为使用 II 类射线装置进行固定式 X 射线探伤，可能发生的辐射事故如下：

- （1）探伤过程中工作人员或其他人员误留在探伤室内，致使其受到照射；
- （2）由于安全连锁等装置失灵，探伤过程中，工作人员或其他人员误入探伤室内，致使其受到照射；
- （3）由于安全连锁装置失灵，X 射线探伤机在开机曝光时，探伤室防护门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到探伤室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；
- （4）机器调试、检修时误照。探伤机在调试或检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

事故工况下产生的污染物和污染途径与正常工况下一致。

**表 10 辐射安全与防护**

## **10.1 项目安全设施**

### **10.1.1 工作场所布局与分区**

本项目探伤房设计有探伤室、操作室、暗室、评片室和危废暂存间，操作室、暗室、评片室和危废暂存间均位于探伤室外；根据探伤工件情况，本项目主射线方向为东墙、西墙、顶、地面，人员出入口处设有迷道，操作台避开主射线照射范围，探伤房布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中操作室应与探伤室分开以及操作室应避开有用线束方向的要求。本项目布局合理。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 6.4.1.1“应把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”、6.4.2.1“应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中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”，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 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”，公司拟将探伤室划为控制区，在探伤室工件门和人员门外醒目处设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，探伤期间禁止任何人员进入探伤室，将操作室、暗室、评片室、危废暂存间及探伤室南墙、西墙、北墙外 30cm 范围内（在墙外 30cm 处地面画线并标识监督区）划为监督区，并在醒目处设置表明监督区的标牌，探伤期间禁止非辐射工作人员进入，该公司拟采取的分区措施满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求。

本项目探伤房辐射防护分区示意图 10-1。

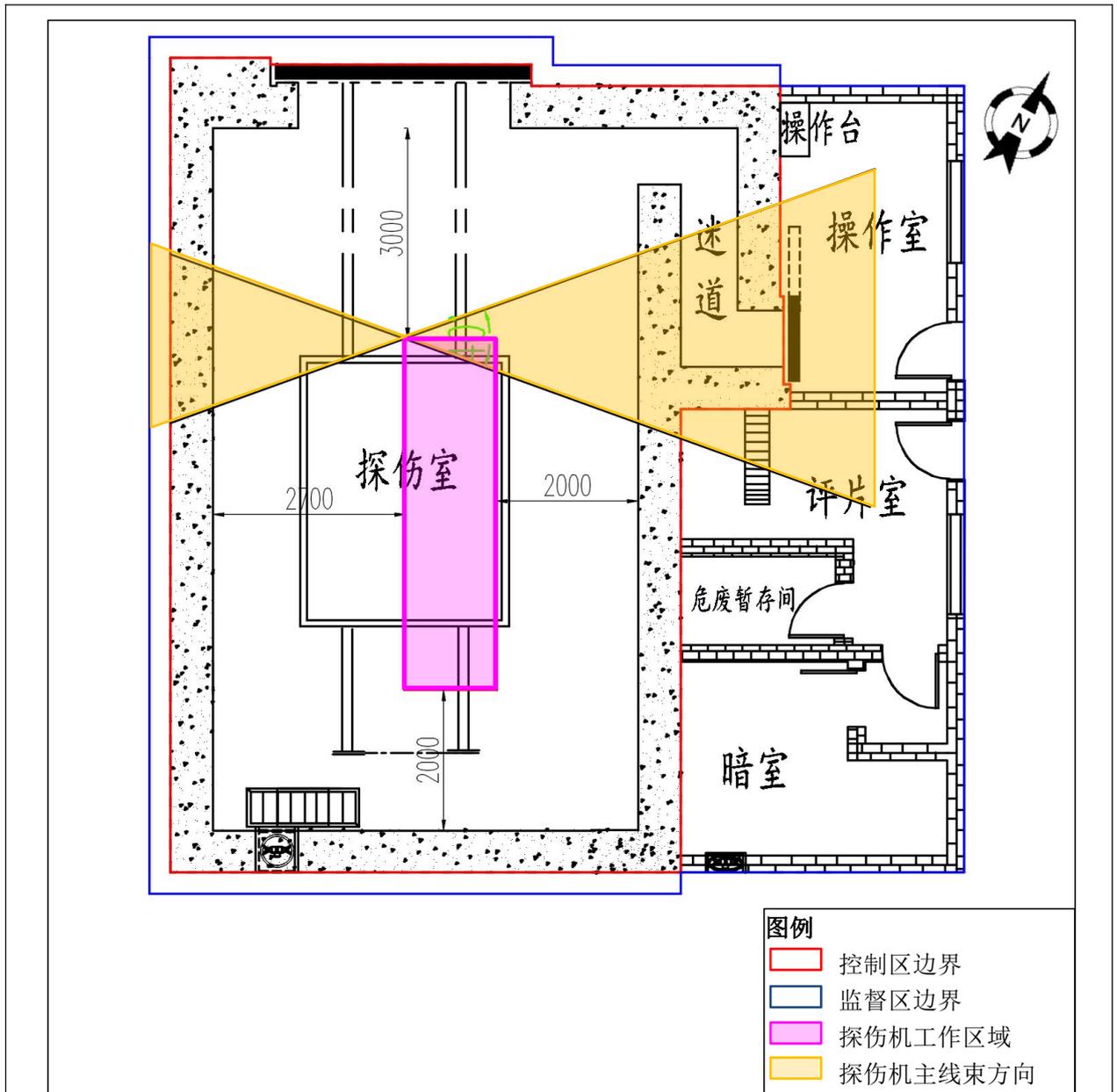


图 10-1 本项目探伤房辐射防护分区示意图

### 10.1.2 辐射防护屏蔽设计

本项目探伤室为混凝土浇筑结构，探伤室具体屏蔽情况见表 10-1，探伤房平面布置及剖面布置示意图见附图 3、附图 4。

表 10-1 本项目探伤室屏蔽情况一览表

探伤室净尺寸	屏蔽体	材质及厚度
9m×6m×4.5m (长、宽、高)	东墙、南墙、西墙、北墙、迷道	600mm 混凝土
	屋顶	500mm 混凝土
	工件门 (位于北墙)	内含 28mm 厚铅板
	人员门 (位于东墙)	内含 10mm 厚铅板

注：混凝土密度为不低于  $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅的密度为  $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ 。

探伤室电缆管道、排风管道均采用地下 U 型管道（穿墙示意图见图 5），排风管道拟从地面下约 25cm 处穿墙，室外排风管道拟采用砖砌墙，电缆管拟从地面下约 29cm 处穿墙，不破坏探伤室的整体屏蔽效果，射线经几次散射后，管道出口处辐射剂量将在控制范围内，能够满足辐射防护要求。

为了避免辐射泄漏过大，探伤室防护门设计安装时，应尽量减少防护门与搭接墙体之间的缝隙，防护门与屏蔽墙、地面之间的搭接宽度至少应为门缝的十倍。

### **10.1.3 辐射安全和防护措施分析**

#### **10.1.3.1 探伤机暂存时的辐射安全措施分析**

本项目探伤机未工作时拟暂存于探伤室内，工作人员关闭探伤室工件门和人员门以及室内电源，工件门开门开关拟设置于室内工件门旁，人员从外部无法打开工件门，与探伤室相连的操作室拟设置防盗窗，操作室入口门拟设置门锁，探伤机未工作时，操作室入口门上锁，钥匙由辐射安全管理人员保管，能够确保探伤机暂存时的辐射安全。

#### **10.1.3.2 开展探伤工作期间的辐射安全与防护措施分析**

为确保射线装置安全，避免在进行固定式 X 射线探伤期间人员误留或误入探伤室而发生误照射事故，本项目设计有一系列辐射安全和防护措施（设施平面布置示意图 10-2），本项目与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关辐射安全要求的对比评价见表 10-2。

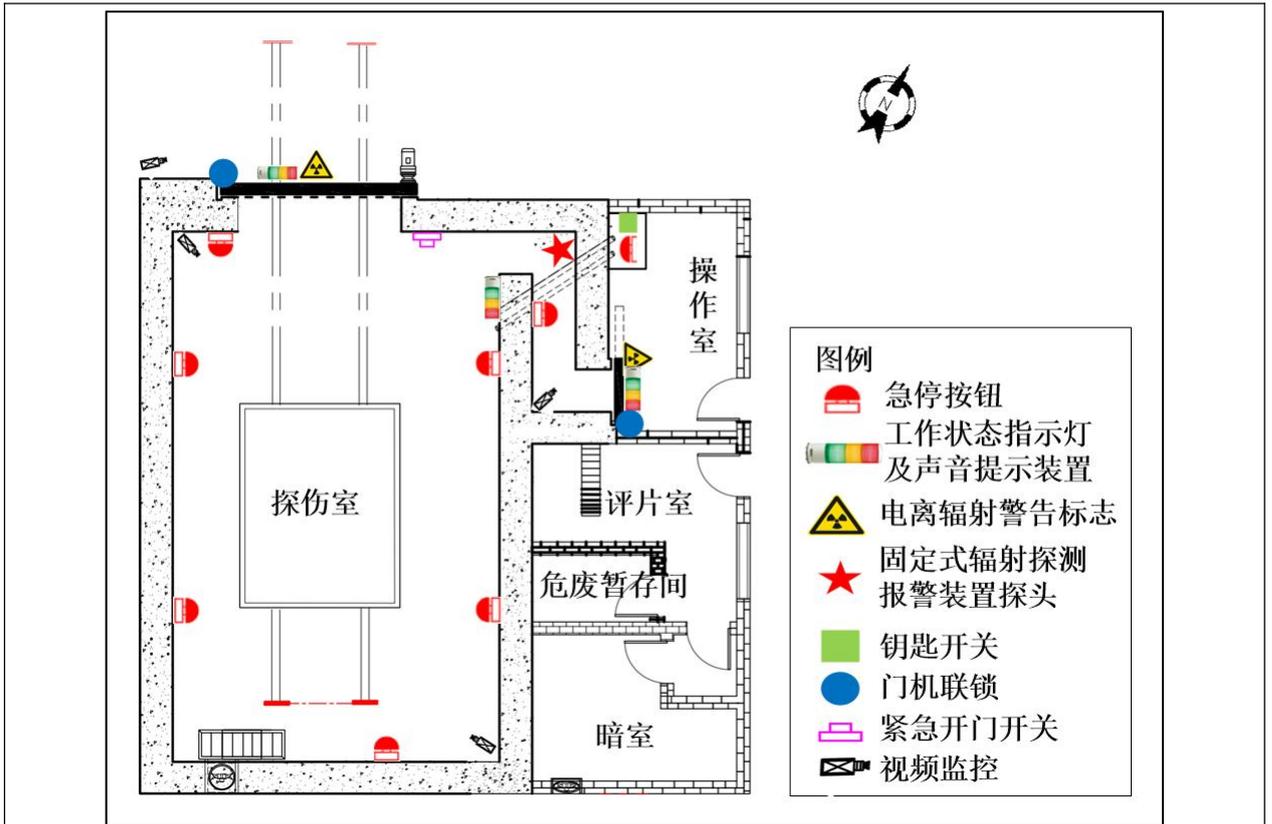


图 10-2 本项目拟设置的辐射安全和防护设施平面布置示意图

表 10-2 本项目拟设置的辐射安全和防护设施对照评价

辐射安全和防护措施	《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	本项目探伤房	对比结论
(1) 控制台 钥匙开关等	/	<p>(1) 控制台上拟设置 X 射线管电压及高压接通或断开状态的指示装置, 以及管电压、管电流、照射时间选取及设定值显示装置。</p> <p>(2) 控制台上拟设置高压接通时的外部报警或指示装置。</p> <p>(3) 控制台或 X 射线管头组装体上拟设置与探伤室防护门联锁的接口, 当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压; 已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。</p> <p>(4) 控制台上拟设置钥匙开关, 只有在打开钥匙开关后, X 射线机才能出束, 钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。</p> <p>(5) 控制台上拟设置紧急停机按钮, 按钮旁醒目处设置标签, 标明使用方法, 确保出现紧急事故时, 按下紧急停机按钮能立即停止照射。</p> <p>(6) 控制台上拟设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。</p>	满足

(2) 门机联锁	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。	(1) 探伤室工件门和人员门均拟安装门机联锁装置,只有当防护门完全关闭后才能接通 X 射线管电压,门打开时能立即停止 X 射线照射,关上门不能自动开始 X 射线照射。 (2) 探伤室人员门拟设计为手动门,工件门拟设计为电动门,室内工件门旁拟设置开门开关,紧急情况下,人员可通过按下工件门旁开门开关或拉开人员进出门离开探伤室。	满足
(3) 工作状态指示灯和声音提示装置	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。	(1) 探伤室工件门和人员门外、探伤室内均拟安装显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置,“预备”信号可持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。探伤机工作时,指示灯和声音提示装置开启,警告无关人员勿靠近探伤室或在室外做不必要的逗留。 (2) 工作状态指示灯拟与 X 射线探伤装置进行联锁。 (3) 探伤室内、外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	满足
(4) 电离辐射警告标志	6.1.8 探伤室防护门上应有符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	探伤室工件门和人员门外醒目处拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明,提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。	满足
(5) 急停按钮	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。	(1) 探伤室内四面墙上、迷道内均拟安装紧急停机按钮,确保出现紧急事故时,按下紧急停机按钮能立即停止 X 射线照射。急停按钮的安装位置可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。 (2) 紧急停机按钮均拟设置标签,标明使用方法。	满足
(6) 机械通风系统	6.1.10 探伤室应设置机械通风系统,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。	探伤室内拟设置机械通风系统,室内洞口拟安装轴流风机进行机械通风,排风管道外口拟设置于探伤室顶部,不朝向人员活动密集区,排风系统有效通风量为不低于 1500m <sup>3</sup> /h,探伤室室内净体积为约 251m <sup>3</sup> ,每小时有效通风换气次数为不低于 5.9 次。	
(7) 视频监控	6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置,在控制室的操作位应有专用的监视器,可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	探伤室内拟安装 3 个监控探头,可覆盖监控整个探伤室内部情况;探伤室工件门外拟安装 1 个监控探头,监控器拟设置在控制台处,操作人员可通过监控器实时观察探伤室内部工件门外情况。	/
(8) 固定式场所辐射探	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	探伤室拟设置固定式场所辐射探测报警装置并有报警功能,探头拟设置于迷	

测报警装置		道内，显示界面设置于操作室内，能够实时监控探伤室内的辐射水平。	
-------	--	---------------------------------	--

以上措施落实后，本项目的辐射安全和防护措施将满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关辐射安全要求和本项目辐射安全的需要。

此外，为进一步确保探伤工作中的辐射安全，公司拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关要求对 X 射线探伤装置进行检查和维护，同时采取安全操作要求，本项目与 GBZ117-2022 中相关要求的对比评价见表 10-3。

表 10-3 本项目 X 射线探伤装置的检查和维护、安全操作要求对照评价

项目内容	《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	本项目拟采取措施	对比结论
X 射线探伤装置的检查和维护	5.1.2 工作前检查项目应包括： a) 探伤机外观是否完好； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； c) 液体制冷设备是否有渗漏； d) 安全联锁是否正常工作； e) 报警设备和警示灯是否正常运行； f) 螺栓等连接件是否连接良好； g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。	每次探伤工作开始前，辐射工作人员均拟对以下项目进行检查，具体包括： a) 探伤机外观是否存在可见的损坏； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损； c) 液体制冷设备是否有渗漏； d) 安全联锁是否正常工作； e) 报警设备和警示灯是否正常运行； f) 螺栓等连接件是否连接良好。 经检查确认无异常后，方开展探伤工作。	满足
	5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求： a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行； b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测； c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品； d) 应做好设备维护记录。	(1) 公司对探伤机的设备维护负责，拟每年至少维护一次。设备维护由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。 (2) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测。 (3) 当设备有故障或损坏，需更换零部件时，均拟从设备制造商采购，保证所更换的零部件都来自设备制造商。 (4) 设备维护记录均拟记录档案。	满足
安全操作要求	6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求 6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。 6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他	(1) 本项目每次开展探伤前均拟检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。 (2) 本项目拟配备 2 名辐射工作人员，工作人员均拟配备个人剂量计和个人剂量报警仪，本项目拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，工作人员进入探伤室时均佩戴个人剂量计，并携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。	满足

	<p>人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。</p> <p>6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。</p> <p>6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-<math>\gamma</math> 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-<math>\gamma</math> 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。</p> <p>6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。</p> <p>6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。</p>	<p>当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员立即离开探伤室，同时关闭探伤室防护门、阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。</p> <p>(3) 公司拟定期（1~2 次/季度）自行对辐射工作场所及周围环境的剂量率水平进行测量，同时拟委托有资质的单位定期（1~2 次/年）监测，监测点位包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处等。当发现测量值高于参考控制水平（2.5<math>\mu</math>Sv/h）时，将终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。</p> <p>(4) 当班使用便携式 X-<math>\gamma</math> 剂量率仪前，探伤工作人员均拟检查剂量率仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量率仪不能正常工作，则不开始探伤工作。</p> <p>(5) 探伤工作人员上岗前均拟参加职业技能、辐射安全与防护知识的培训与考核，学习如何正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。</p> <p>(6) 在每一次照射前，操作人员都确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才开始探伤工作。</p>	
--	--	--	--

## 10.2 三废的治理

### 10.2.1 显影、定影废液和废胶片治理措施

本项目运行过程中无放射性废水、放射性固废、放射性废气产生，预计每年将产生不大于 400kg 的显影、定影废液和不大于 200 张的废胶片，属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的危险废物，不得随意排放。

本项目洗片作业均在探伤房暗室内进行，洗片作业产生的显影、定影废液首先收集于收集桶内，废胶片收集于防漏胶袋内，后统一暂存于公司危废暂存间内。公司已承诺将与有资质单位尽快签订显影、定影废液和废胶片处理协议，洗片过程中产生的显影、定影废液和废胶片集中贮存后交由该单位回收处理。

### 10.2.2 臭氧和氮氧化物治理措施

本项目运行过程中无放射性废气产生，X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤室内

的空气电离产生少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），探伤室内拟设置机械通风系统，室内洞口拟安装轴流风机进行机械通风，通风量为不低于 1500m<sup>3</sup>/h，排风管道外口拟设置于探伤室顶部，不朝向人员活动密集区，探伤室内产生的臭氧和氮氧化物可通过机械通风排出探伤室，后通过车间内自然通风扩散至大气环境。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目中探伤房为新建建筑，探伤房建设施工时对环境会产生如下影响：

(1) 大气：本项目在建设施工期需进行的挖掘地基、打桩、混凝土浇筑等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：**a**，及时清扫施工场地，并利用洒水车或自动喷洒装置等及时洒水，保持施工场地一定的湿度；**b**，车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；**c**，施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

(2) 噪声：整个建筑施工阶段，如打桩机、混凝土搅拌机、卷扬机及载重车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，需取得当地人民政府或有关主管部门的证明，并公告附近居民。

(3) 固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

(4) 废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在厂区局部区域，对周围环境影响较小。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。本报告对本项目的辐射环境影响采取理论计算的方法来进行分析与评价。

#### 11.2.1 辐射环境影响分析

本项目拟配备的 X 射线探伤机为周向机，主要检测工件为圆筒状，一头或两头开口，主要材质为不锈钢或低合金钢，直径不大于 2000mm，壁厚不大于 45mm，长度不大于 6000mm。根据公司提供资料，检测工件由电动平板轨道车运送至探伤室内，工件两头朝向探伤室南墙和北墙，探伤机放置位置及照射方向如下：

(1) 探伤机放置于直径较大的筒体内进行探伤，主射线方向为东墙、西墙、顶、地面，辐射源点距离东墙为 3.3m，距南墙最近为 2.0m，距西墙为 2.7m，距北墙最近距离为 3.0m，距离工件门最近为 3.65m，距离人员门为 5.35m，距离顶部最近距离为 3.5m；

(2) 探伤机放置于直径较小的筒体外东侧进行探伤，主射线方向为东墙、西墙、顶、地面，辐射源点距离工件约 0.5m，距离东墙、南墙最近为 2.0m，距离西墙最近为 2.7m，距离北墙最近为 3.0m，距离工件门最近为 3.65m，距离人员门最近为 4.05m，距离顶部最近距离为 3.5m。

理论估算时，假设 X 射线探伤机以满功率运行，探伤室东墙、西墙、顶均考虑 X 射线有用线束的影响（地面下无建筑，不考虑地面下辐射影响），南墙、北墙、工件门均考虑 X 射线非有用线束（漏射线和散射线）的影响。

本项目探伤时主射线不朝向迷道口，主射线需经过至少一次散射才能进入迷道内，后经至少两次散射才能到达人员门外，人员门拟设置 10mm 厚铅板屏蔽，迷道散射示意图见图 11-1。根据《辐射防护导论》第 189 页“如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”，可推断本项目主射线经三次散射并经人员门屏蔽后，对门外的辐射影响可忽略，人员门主要考虑 X 射线有用线束经迷道内墙及人员门屏蔽后的贯穿辐射。

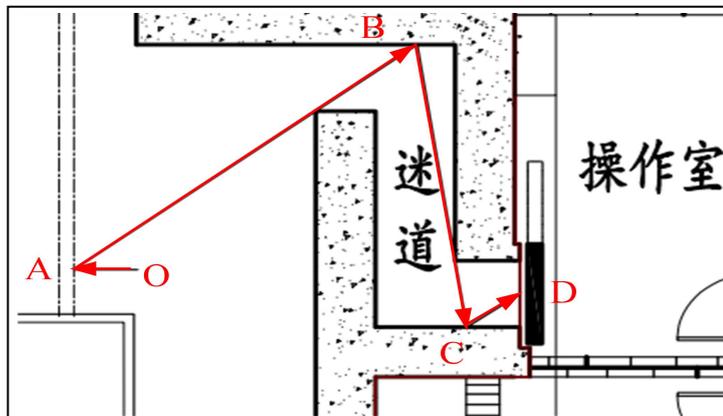


图 11-1 迷道散射示意图

本项目预测时 X 射线探伤机辐射源点距离各侧屏蔽体的距离均保守取最近距离，即距离东墙、南墙、西墙、北墙、工件门、人员门、顶分别为 2.0m、2.0m、2.7m、3.0m、3.65m、4.05m、3.5m。

#### 11.2.1.1 有用线束影响

##### 1、估算模式选取

本项目采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束的屏蔽估算方法来估算探伤室东墙、西墙、顶部及人员门外 30cm 处的贯穿辐射水平，估算

公式如下：

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

上式中：

$\dot{H}$ —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流， $\text{mA}$ ；

$H_0$ —距辐射源点(靶点)1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，本项目为  $1.254\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

$B$ —屏蔽透射因子，根据 GBZ/T 250-2014，在给定屏蔽物质厚度  $X$  时，由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子  $B$ ；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离， $\text{m}$ 。

## 2、估算结果

将相关参数代入公式（11-1），可估算出探伤室东墙、西墙、顶、人员门外 30cm 处的瞬时剂量，具体屏蔽防护计算参数及计算结果见表 11-1。

表 11-1 有用线束屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体		东墙	西墙	迷道+人员门	屋顶
参数					
材质及厚度		600mm 混凝土	600mm 混凝土	600mm 混凝土+10mm 铅	500mm 混凝土
$I$ (mA)		5			
$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )		$1.254\times 10^6$			
$B$		$8\times 10^{-7}$	$8\times 10^{-7}$	$5.6\times 10^{-10}$	$8\times 10^{-6}$
$R$ (m)		2.9	3.6	4.35	4.3
参考点处 剂量率 $\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$\dot{H}$ 估算值	<b>0.60</b>	<b>0.39</b>	<b>1.86E-04</b>	<b>2.71</b>
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5	2.5	2.5	100
	评价结果	满足	满足	满足	满足

注： $R_{\text{东墙}}$ =源点与墙体最近距离 2.0m+墙体厚度 0.6m+参考点 0.3m=2.9m；

$R_{\text{西墙}}$ =源点与墙体最近距离 2.7m+墙体厚度 0.6m+参考点 0.3m=3.6m；

$R_{\text{人员门}}$ =源点与人员门最近距离 4.05m+参考点 0.3m=4.35m（保守不考虑门的厚度）；

$R_{\text{顶}}$ =源点与顶最近距离 3.5m+屋顶厚度 0.5m+参考点 0.3m=4.3m。

### 11.2.1.2 非有用线束影响

#### 1、估算模式选取

##### (1) 漏射线

漏射辐射屏蔽计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

中的公式：

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

上式中：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（ $\mu\text{Sv/h}$ ），本项目为  $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

## （2）散射线

散射辐射屏蔽计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

中的公式：

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

上式中：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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ，本项目为  $1.254 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B—屏蔽透射因子；

F— $R_0$  处的辐射野面积，单位为平方米（ $\text{m}^2$ ）；

$\alpha$ —散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）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；

$R_0$ —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）。

## （3）屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系

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（11-4）计算：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (\text{公式 11-4})$$

上式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—见附录 B 表 B.2，本项目泄漏辐射按 300kV 能量查取，散射辐射按 200kV 能量查取。

## 2、估算结果

将相关参数代入公式（11-2）~（11-4），可估算出探伤室南墙、北墙、工件门外 30cm 处的瞬时剂量，具体屏蔽防护计算参数及计算结果见表 11-2。

表 11-2 非有用线束屏蔽防护计算参数及计算结果

参数 \ 屏蔽体		南墙	北墙	工件门
材质及厚度		600mm 混凝土	600mm 混凝土	28mm 铅
泄漏辐射	TVL (mm)	100	100	5.7
	B	$1.00 \times 10^{-6}$	$1.00 \times 10^{-6}$	$1.22 \times 10^{-5}$
	$\dot{H}_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	5000		
	$R^{(1)}$ (m)	2.9	3.9	3.95
	参考点处泄漏辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	<b>5.95E-04</b>	<b>3.29E-04</b>	<b>3.92E-03</b>
散射辐射	TVL (mm)	86	86	1.4
	B	$1.06 \times 10^{-7}$	$1.06 \times 10^{-7}$	$1.00 \times 10^{-20}$
	I (mA)	5		
	$H_0$ ( $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ )	$1.254 \times 10^6$		
	$R_s^{(1)}$ (m)	2.9	3.9	3.95
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	$1/50^{(2)}$	$1/50^{(2)}$	$1/50^{(2)}$
	参考点处散射辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	<b>1.57E-03</b>	<b>8.70E-04</b>	<b>8.04E-17</b>
参考点处复合辐射剂量率 $\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$\dot{H}$ 估算值	<b>2.17E-03</b>	<b>1.20E-03</b>	<b>3.92E-03</b>
	$\dot{H}$ 控制值	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足

注：① $R_{\text{南墙}} = R_s_{\text{南墙}} = 2.0\text{m} + \text{墙体厚度 } 0.6\text{m} + \text{参考点 } 0.3\text{m} = 2.9\text{m}$ ,

$R_{\text{北墙}} = R_s_{\text{北墙}} = 3.0\text{m} + \text{墙体厚度 } 0.6\text{m} + \text{参考点 } 0.3\text{m} = 3.9\text{m}$ ,

$R_{\text{工件门}} = R_s_{\text{工件门}} = 3.65\text{m} + \text{参考点 } 0.3\text{m} = 3.95\text{m}$ （保守不考虑门的厚度）；

②本项目 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为  $20^\circ$ ，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B.4.2， $R_0^2 / F \cdot \alpha$  保守取 50。

### 11.2.1.3 天空反散射影响

探伤机产生的辐射源通过屋顶泄漏，再经过天空中大气的反散射，返回至探伤室周围的地面附近，形成附加的辐射场，这种现象称为天空反散射。

根据《辐射防护导论》公式(6.1)，变形得出天空反散射的 X 射线辐射剂量率  $H(\mu\text{Sv/h})$  计算公式：

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B \cdot \Omega^{1.3}}{(r_1 \cdot r_s)^2} \quad (\text{公式 11-5})$$

式中：H<sub>0</sub>、I、B 意义同上。

Ω——辐射源对屋顶张的立体角 (Sr)，设辐射源位于探伤室的中央位置，距离地面取 0.5m，Ω根据公式 (11-6) 计算；

r<sub>i</sub>——辐射源到屋顶上方 2m 处的距离 (m)，取 6.5m；

r<sub>s</sub>——室外参考点到源的水平距离 (m)。

$$\Omega = 4\text{tg}^{-1} \frac{a \cdot b}{c \cdot d}$$

(公式 11-6)

式中：

a——屋顶受照最大长度之半 (m)，取 3.6m (7.2/2)；

b——屋顶受照最大宽度之半 (m)，取 1.64m (4.5×tan20°)；

c——辐射源到屋顶表面中心的距离 (m)，取 4.5m；

d——辐射源到屋顶受照范围边缘的距离 (m)，且  $d = (a^2 + b^2 + c^2)^{1/2}$ ，经计算得出 d=5.99m。

将相关参数代入公式 11-6 可估算得出，Ω为 0.86Sr。

假设辐射源位于室内中央，室外参考点保守取探伤室四周屏蔽体外 30cm，根据公式 (11-5)，估算屋顶天空反散射影响，估算结果见表 11-4。

表 11-3 屋顶天空反散射屏蔽估算表

参数	取值及计算结果			
	南墙、北墙 外 30cm	东墙、西墙 外 30cm	工件门外 30cm	人员门外 30cm
H <sub>0</sub> (μSv·m <sup>2</sup> ·mA <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	1.254×10 <sup>6</sup>			
I (mA)	5			
B	8×10 <sup>-6</sup>			
Ω (Sr)	0.86			
r <sub>i</sub> (m)	6.5			
r <sub>s</sub> (m)	5.9	3.9	5.95	5.55
H 计算结果 (μSv/h)	1.76E-02	5.37E-02	1.73E-02	1.55E-02

注：保守不考虑东侧辅房顶对天空反散射的屏蔽效果。

#### 11.2.1.4 小结

本项目探伤室四周墙体、防护门、顶外关注点理论估算结果汇总见表 11-4。

表 11-4 本项目探伤室外关注点理论估算结果汇总表

屏蔽体	有用线束剂量率估算值 (μSv/h)	非有用线束剂量率估算值 (μSv/h)	天空反散射剂量率估算值 (μSv/h)	叠加剂量率 (μSv/h)	控制值 (μSv/h)	评价结果
东墙	0.60	/	5.37E-02	<b>0.65</b>	2.5	满足
南墙	/	2.17E-03	1.76E-02	<b>1.98E-02</b>	2.5	满足
西墙	0.39	/	5.37E-02	<b>0.44</b>	2.5	满足
北墙	/	1.20E-03	1.76E-02	<b>1.88E-02</b>	2.5	满足
屋顶	2.71	/	/	<b>2.71</b>	100	满足
工件门	/	3.92E-03	1.73E-02	<b>2.12E-02</b>	2.5	满足
人员门	1.86E-04	/	1.55E-02	<b>1.57E-02</b>	2.5	满足

由表 11-4 可知，当本项目 X 射线探伤机以满功率运行时，本项目探伤室各侧墙体、防护门外表面 30cm 处辐射剂量率为 (1.57E-02~0.65) μSv/h，顶外表面 30cm 处辐射剂量率为 2.71μSv/h，均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 和本项目辐射环境剂量率控制水平要求，即探伤室四周墙体、防护门外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 2.5μSv/h，顶外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 100μSv/h。

### 11.2.2 辐射工作人员和公众剂量估算及评价

辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的公式来估算，估算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (\text{公式 11-7})$$

上式中：H—年剂量，μSv/年；

$\dot{H}$  —参考点处剂量率，μSv/h；

U—使用因子，U 取 1；

T—居留因子，经常有人员停留的地方取 1，部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16；

t—年照射时间，(h/年)。

根据表 11-4 和公式 (11-7)，可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的年有效剂量，具体计算参数及计算结果见表 11-5。

表 11-5 本项目所致辐射工作人员和周围公众年剂量估算一览表

位置	人员门外	东墙外	南墙外	西墙外	北墙外	工件门外
关注点所在场所	操作室	评片室、暗室等	推土机生产车间内场所	推土机生产车间内场所	推土机生产车间内场所	推土机生产车间内场所
$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	1.57E-02	0.65	1.98E-02	0.44	1.88E-02	2.12E-02
U	1	1	1	1	1	1
T	1	1	1/4	1/4	1/4	1/4
t (h)	400					
E 估算值 ( $\text{mSv/a}$ )	<b>6.28E-03</b>	<b>0.26</b>	<b>1.98E-03</b>	<b>4.40E-02</b>	<b>1.88E-03</b>	<b>2.12E-03</b>
保护目标	辐射工作人员		公众	公众	公众	公众
E 控制值 ( $\text{mSv/a}$ )	5	5	0.1	0.1	0.1	0.1
评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足

由表 11-5 估算结果可知，本项目所致辐射工作人员年有效剂量最大约为 **0.26mSv**，所致周围公众年有效剂量最大约为 **4.40E-02mSv**，本项目 50m 评价范围内其他公众距本项目相对较远，经距离的进一步衰减后，本项目对其辐射影响很小。本项目所致辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员和公众受照剂量限值和本项目管理目标值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

### 11.2.3 三废治理措施评价

#### 11.2.3.1 显影、定影废液和废胶片治理措施

本项目运行过程中无放射性废水、放射性固废、放射性废气产生，洗片作业每年将产生不大于 400kg 的显影、定影废液和不大于 200 张的废胶片，属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16（废物代码为 900-019-16）的危险废物，不得随意排放。

本项目洗片作业均在探伤房暗室内进行，洗片作业产生的显影、定影废液首先收集于收集桶内，废胶片收集于防漏胶袋内，后统一暂存于危废暂存间内。公司已承诺将与有资质单位尽快签订显影、定影废液和废胶片处理协议，洗片过程中产生的显影、定影废液和废胶片集中贮存后交由该单位回收处理。

公司应注意，显影、定影废液暂存时使用的收集桶、暂存废胶片的防漏胶袋以及危废暂存间应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）等国家法规标准中相关要求，如：

- ①危废暂存间应具备防风、防雨、防晒、防渗漏条件；

②显影、定影废液应采用防渗漏的专用容器存放，妥善放置并防止倾倒，并设置规范的危险废物标识；

③危废暂存间门口需张贴标准规范的危险废物标识和危废信息板，屋内应张贴《危险废物管理制度》；

④危废暂存间需按照“双人双锁”制度管理；

⑤公司应建立危险废物管理台账并悬挂于危废暂存间内，台账上需注明危险废物的名称、来源、数量、入库日期、出库日期及接收单位名称等信息，移交有资质单位处理前，应办理相关危险废物转移的环保手续；

⑥危废暂存间内禁止存放除危险废物及应急工具以外的其他物品。

以上措施落实后，将满足危险废物暂存处置要求。

### 11.2.3.2 臭氧和氮氧化物治理措施

X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤室内的空气电离产生少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），探伤室内拟设置机械通风系统，室内洞口拟安装轴流风机进行机械通风，排风管道采用 U 型从探伤室地面下约 25cm 处穿墙，未破坏探伤室的整体屏蔽效果，排风管道外口拟设置于探伤室顶部，不朝向人员活动密集区，通风系统有效通风量为不低于 1500m<sup>3</sup>/h，探伤室室内净体积为约 251m<sup>3</sup>（包括迷道），每小时有效通风换气次数为不低于 5.9 次，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

本项目采取机械通风的措施后，探伤室内曝光过程中产生的少量臭氧和氮氧化物可及时排出探伤室外，后通过车间内自然通风扩散至大气环境。本项目探伤机管电压较低，开机曝光时间较短，臭氧和氮氧化物产生量较少，臭氧常温下 22~25 分钟即可分解一半，常温下可自行分解为氧气，探伤室所在车间内部空间较大，出入口及窗户较多，自然扩散条件良好，臭氧和氮氧化物经扩散、分解、稀释后，对车间内人员影响较小，对环境影响较小。

## 11.3 事故影响分析

### 11.3.1 辐射事故分析

本项目为使用 II 类射线装置进行固定式 X 射线探伤，X 射线装置只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此，本项目事故多为开机误照射事故，主要有：

（1）探伤过程中工作人员或其他人员误留在探伤室内，致使其受到照射；

（2）由于安全连锁等装置失灵，探伤过程中，工作人员或其他人员误入探伤室内，致使其受到照射；

(3) 由于安全联锁装置失灵，X 射线探伤机在开机曝光时，探伤室防护门未能完全关闭，致使 X 射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射；

(4) 机器调试、检修时误照。探伤机在调试或检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

### 11.3.2 辐射事故防范措施

辐射事故可以通过完善辐射防护安全设施、制定相关管理规章制度等进行防范。厦工（三明）重型机器有限公司拟在以下几个方面采取一系列的预防措施，尽可能减小或控制事故的危害和影响：

(1) 建立辐射安全管理机构，制定完善的辐射安全管理规章制度，并在实际工作过程中严格执行；

(2) 对探伤工作场所实行分区管理，划分控制区和监督区，公司加强管理，严禁无关人员进入探伤室，探伤期间禁止任何人员进入探伤室；

(3) 探伤操作人员按要求参加岗前培训，合格后方可上岗，工作人员须熟练掌握探伤操作技能及辐射防护基本知识，公司加强管理，加强职工安全意识教育；

(4) 探伤操作人员严格按照操作规程操作，确认探伤室内无人后方可开始探伤工作，并通过视频监控、声光报警装置进一步确保探伤室内无人误留；

(5) 探伤工作场所按要求设置门机联锁、急停按钮、视频监控、电离辐射警告标志等辐射安全与防护措施，每次探伤前工作人员均检查门机联锁、急停按钮等安全措施的有效性，确保有效后方开始探伤工作；

(6) 公司制定完善的设备维修维护制度，机器调试、检修时严格按照要求操作。

### 11.3.3 辐射事故应急措施

公司已针对固定式 X 射线探伤工作中可能出现的事故，按照《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》的格式和要求，制定了切实可行的辐射事故应急预案，以备辐射事故发生时，有序处置应对辐射事故。此外，项目运行后，公司将积极开展辐射应急演练，通过演练，能够检验制定的应急措施是否可行。本项目辐射事故应急措施如下：

表 11-6 本项目辐射事故应急措施一览表

可能发生的辐射事故	应急措施
①探伤过程中工作人员或其他人员误留在探伤室内，致使其受到照射；	①一旦发现有人误入或误留探伤室内，工作人员应立即切断电源，确保射线装置停止工作；
②由于安全联锁等装置失灵，探伤过	②误入或误留人员应在最短的时间内撤离探伤室。探伤

<p>程中，工作人员或其他人员误入探伤室内，致使其受到照射。</p>	<p>室外划出警戒范围，设置明显的电离辐射警告标志，禁止公众人员入内；</p> <p>③对可能受到超剂量照射的人员，应及时安排其接受检查或在指定的医疗机构救治；</p> <p>④发现上述事故者应立即报告公司辐射事故应急处理领导小组，由应急领导小组上报当地生态环境部门和公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门；</p> <p>⑤事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。</p>
<p>由于安全联锁装置失灵，X射线探伤机在开机曝光时，探伤室防护门未能完全关闭，致使X射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。</p>	<p>①工作人员一旦发现探伤室防护门未能完全关闭、致使X射线泄漏到探伤室外面对的情况，应立刻切断电源，确保射线装置停止工作；</p> <p>②探伤室外划出警戒范围，设置明显的电离辐射警告标志，禁止公众人员入内；</p> <p>③对周围活动的可能受到超剂量照射的人员，应及时安排其接受检查或在指定的医疗机构救治；</p> <p>④发现上述事故者应立即报告公司辐射事故应急处理领导小组，由应急领导小组上报当地生态环境部门和公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门；</p> <p>⑤事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。</p>
<p>机器调试、检修时误照。探伤机在调试或检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。</p>	<p>①一旦发现机器调试、检修时误照情况，应立即停止调试、检修工作，应立刻切断电源，确保射线装置停止工作；</p> <p>②探伤室外划出警戒范围，设置明显的电离辐射警告标志，禁止公众人员入内；</p> <p>③对可能受到超剂量照射的人员，应及时安排其接受检查或在指定的医疗机构救治；</p> <p>④发现上述事故者应立即报告公司辐射事故应急处理领导小组，由应急领导小组上报当地生态环境部门和公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门；</p> <p>⑤事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。</p>

### 11.3.4 辐射事故报告

根据原国家环保总局《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告

制度的通知》，以及《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》的要求，当发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，及时制止事故的恶化，同时应尽快将事故情况电话告知当地生态环境部门和公安部门，并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

## 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

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中规定：使用 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。

厦工(三明)重型机器有限公司已成立辐射安全与防护管理领导小组(具体见附件 5)，明确了安环管理部经理为组长（兼辐射防护负责人），明确了领导小组组成成员，并明确了领导小组管理职责，职责主要包括：

- (1) 贯彻执行国家辐射安全与环境保护各项法规相关文件精神；
- (2) 负责公司辐射安全与环境保护管理；
- (3) 组织制定公司辐射安全与环境保护管理办法，做好管理工作；
- (4) 组织人员参加辐射事故应急演练；

(5) 安排从事辐射工作的辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习和考核；

(6) 定期检查辐射安全设施，开展辐射安全环保监测，对公司射线装置安全与防护情况进行年度评估；

(7) 监督辐射工作人员的职业健康检查，个人剂量监测，并做好相应资料的档案管理工作；

(8) 定期向生态环境和主管部门报告安全工作，接受生态环境监督、监测部门的检查指导。

### 12.2 辐射安全与防护培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《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》等法律法规要求，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核，考核不合格的，不得上岗；自2020年1月1日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

本项目拟配备 2 名辐射工作人员，公司应根据要求安排本项目辐射工作人员和辐射防护负责人在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上学习本项目相关知识，并在辐射安全

与防护培训平台上网络报名参加考核，考核合格，取得培训合格证书，持证上岗。辐射工作人员考核类别应为“X射线探伤”，辐射防护负责人考核类别应为“X射线探伤”或“辐射安全管理”。

在今后的工作中公司还应不断加强对职业人员的有关技能和辐射安全防护知识的再教育或培训，进一步提高对专业技能和放射防护工作重要性的认识。

### 12.3 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、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，并有完善的辐射事故应急措施。厦工（三明）重型机器有限公司已针对本项目固定式 X 射线探伤，按要求制定了一系列辐射安全管理规章制度，现对公司已制定的制度的重点总结如下：

**辐射防护和安全保卫制度：**已根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点有：①定期检查相关的辐射安全装置及检测仪器，发现问题及时修理或更换，确保辐射安全装置、个人剂量报警仪、便携式 X-γ 剂量率仪保持良好工作状态；②辐射工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护，并建立个人剂量档案；③做好辐射工作场所的安全保卫工作，并定期检查。

**探伤操作规程：**针对本项目固定式 X 射线探伤制定了探伤操作规程，明确了辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中应采取的具体防护措施及步骤，加强辐射工作人员的管理，严禁无证人员操作射线装置。

**设备检修维护制度：**制定了设备检修维护制度，明确辐射安全与防护设施以及辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全与防护设施以及剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

**岗位职责：**明确了辐射工作人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

**射线装置使用登记制度：**明确了射线装置的购买、使用等由专人负责登记、专人形成台账。

**人员培训计划：**制定了人员培训计划，明确了培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

**个人剂量监测和职业健康管理制**：制定了个人剂量监测方案，明确了辐射工作人

员开展辐射工作时应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测，明确了个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标；明确了辐射工作人员进行职业健康体检的周期，并建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

**辐射环境监测方案：**制定了辐射环境监测方案，并根据辐射监测需要，配备监测设备，明确了日常工作的监测项目和监测频次，监测结果应妥善保存并记录档案，同时应定期上报生态环境主管部门。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，公司应当对本单位射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前按要求提交上一年度的评估报告。

**危险废物管理制度：**明确显影、定影废液和废胶片暂存处置要求，明确危废暂存间管理要求，按要求建立危险废物管理台账并悬挂于危废暂存间内，台账上需注明危险废物的名称、来源、数量、入库日期、出库日期及接收单位名称等信息。重点是：明确产生的显影、定影废液和废胶片应按要求集中贮存后交由有资质单位回收处理。

**辐射事故应急预案：**根据《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》等要求，公司已针对本项目可能发生的辐射事故，制定了辐射事故应急预案，成立了单位总经理为领导的辐射事故应急领导小组，并明确了小组成员及相关职责；明确了本项目可能发生的辐射事故，事故情况下应采取的防护措施和执行程序、事故报告和详细的联络报告电话等；明确了内部培训要求、修订要求、应急演练的频次要求等，定期对辐射应急相关人员进行培训；明确了根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景、演练参与人员等。

公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足本项目对辐射安全管理规章制度的需求。在日后的运行管理过程中，公司应根据实际辐射工作情况，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，及时对辐射安全规章制度进行更新完善，提高制度的针对性和可操作性，做到所有辐射工作都有章可循，有制度保障。

## 12.4 辐射监测

### 12.4.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应配备

与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

厦工（三明）重型机器有限公司拟为本项目配备 1 台便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪，用于辐射工作场所及周围人员活动区域的自行检测；拟为本项目配备 2 台个人剂量报警仪，用于辐射工作过程中瞬时辐射剂量的报警；本项目辐射工作人员均拟配备个人剂量计，用于辐射工作过程中累积剂量的监测。

以上监测仪器按要求配备后，能够满足本项目的仪器配备要求。

#### 12.4.2 监测方案

根据国家相关法律法规要求，开展辐射工作的单位应当对其工作场所防护以及放射工作人员职业受照情况定期开展自主或者委托监测，以保障辐射工作的正常开展以及人员的健康和安全。厦工（三明）重型机器有限公司已针对本项目制定了相应的监测计划，包括：

(1) 项目竣工后 3 个月内委托有资质的单位对项目周围环境辐射水平进行验收监测；  
 (2) 委托有资质的单位定期对项目周围环境辐射水平进行监测，周期为 1~2 次/年，并于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上一年度的评估报告。

(3) 公司定期（1~2 次/季度）自行对探伤工作场所及周围环境辐射水平进行监测，并作好监测记录；每次探伤结束后，均检测探伤室的入口，以确保 X 射线探伤机已停止工作；

(4) 所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期（不少于 1 次/3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案；

(5) 所有辐射工作人员上岗前均应进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，应定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立个人职业健康档案。

本项目探伤工作场所及周围环境辐射监测计划表见表 12-1。

表 12-1 本项目辐射监测计划一览表

监测因子	监测项目	监测频次	监测要求	控制要求
X- $\gamma$ 辐射剂量率	竣工环保验收监测	项目竣工后 3 个月内	(1) 辐射检测仪器应按规定进行定期检定，并取得相应证书。使用前，应对检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。 (2) 检测时，探伤机应工作在额定工作条件下、探伤装置置于与测试点可能的最近位置。主屏蔽的检测应在没有探伤工件时进行，副屏蔽的检测应在有探伤工件时进行。	剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h
	年度监测	1~2 次/年		
	自主监测	1~2 次/季度		

			<p>(3) 应首先对探伤室周围辐射水平进行巡测，以发现可能出现的高辐射水平区。巡测时应注意：</p> <p>a) 巡测范围应根据探伤室设计特点、照射方向及建造中可能出现的问题决定并关注天空反散射对周围的辐射影响；</p> <p>b) 应巡测墙上不同位置及门上、门四周的辐射水平。</p> <p>(4) 定点检测一般应检测以下各点：</p> <p>a) 通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；</p> <p>b) 探伤室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；</p> <p>c) 探伤室四周墙体外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；</p> <p>d) 评价范围内人员经常活动的位置。</p>	
		每次探伤结束后	每次探伤结束后，应检测探伤室的入口，以确保 X 射线探伤机已停止工作。	本底辐射水平

## 12.5 辐射事故应急

厦工（三明）重型机器有限公司已针对本项目制定了辐射事故应急预案，成立了单位负责人为领导的辐射事故应急处理领导小组，明确了小组成员及应急联系电话，明确了小组的职责及工作要求，明确了事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通。

公司已制定的辐射事故应急预案基本能够满足本项目开展时的应急事故处理要求。

在日后的运行管理过程中，公司应根据实际辐射工作情况和管理要求，及时对辐射事故应急方案进行更新完善。同时公司应根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景，演练参与人员等。此外，公司应加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应经常监测辐射工作场所及周围环境的辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据原国家环保总局《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，以及《福建省环保厅关于印发〈核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲〉（试行）的通知》的要求，在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，按规程处理和控制在最小范围，最大限度减少对人员安全和周围环境的影响，同时应尽快将事故情况电话告知当地生态环境部门和公安部门，并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报

告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向当地卫生健康部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

## 12.6 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

厦工（三明）重型机器有限公司 1 台 X 射线探伤机项目应严格落实环保“三同时”制度，即建设项目辐射防护和安全措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。该项目竣工后，应按有关要求进行竣工环保验收。

表 12-2 本项目竣工环境保护验收项目一览表

验收项目	验收内容	验收标准及要求
辐射安全管理机构	成立辐射安全与防护管理领导小组，并明确管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规中辐射安全管理的要求。
辐射工作场所分区	将探伤室划为控制区，将操作室、暗室、评片室、危废暂存间及探伤室南墙、西墙、北墙外 30cm 范围内（在墙外 30cm 处地面画线并标识监督区）划为监督区。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的分区要求。
辐射安全和防护措施	<p>屏蔽措施： 探伤室为钢筋混凝土结构，四周墙体（包括迷道）厚度均为 600mm 混凝土，屋顶为 500mm 混凝土，工件进出门内含 28mm 厚铅板，人员进出门内含 10mm 厚铅板；探伤室电缆管道、排风管道均采用地下 U 型管道，不破坏探伤室的整体屏蔽效果。</p>	<p>（1）屏蔽措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和本项目辐射环境剂量率控制水平：探伤室四周墙体、防护门外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 2.5<math>\mu</math>Sv/h，顶外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 100<math>\mu</math>Sv/h。</p> <p>（2）项目辐射工作人员、周围公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。</p>
	<p>安全措施： 控制台钥匙开关等、门机联锁、工作状态指示灯和声音提示装置、电离辐射警告标志、急停按钮、机械通风系统、视频监控、固定式场所辐射探测报警装置。</p>	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关辐射安全要求和本项目辐射安全的需要。
通风措施	探伤室内设置机械通风系统，有效通风量不低于 1500m <sup>3</sup> /h，有效通风换气次数不小于 5.9 次/h。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室每小

		时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。
显影、定影废液和废胶片暂存处置	显影、定影废液首先收集于收集桶内，废胶片收集于防漏胶袋内，后统一暂存于公司危废暂存间内。公司显影、定影废液和废胶片贮存容器以及危废暂存间应满足危险废物暂存要求，公司应与有资质单位就显影、定影废液和废胶片签订安全处置协议，定期交由有资质单位处理。	满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）等中危险废物的暂存处置要求。
人员配备	辐射防护负责人和辐射工作人员，上岗前均应通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习本项目相关知识，通过该培训平台报名并参加考核，考核合格后上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规中人员培训要求。
	所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期（不超过 3 个月/次）送有资质部门进行监测，公司建立个人累积剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《职业性外照射个人监测规范》中个人剂量监测的要求。
	所有辐射工作人员均定期（不超过 1 次/2 年）进行职业健康体检，公司建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中职业健康体检的要求。
监测仪器和防护用品	公司配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中监测仪器配备的要求。
	本项目配备 2 台个人剂量报警仪。	
辐射安全管理制度	已制定了一系列辐射安全管理规章制度，主要包括：辐射防护和安全保卫制度、探伤操作规程、设备维修维护制度、岗位职责、射线装置使用登记制度、人员培训计划、个人剂量监测和职业健康管理制度、辐射环境监测方案、危险废物管理制度、辐射事故应急预案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规中辐射安全管理的要求，满足本项目辐射工作需要。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 可行性分析结论

##### 一、项目概况介绍

为满足生产需要，厦工（三明）重型机器有限公司拟在推土机生产车间东侧中部新建一座探伤房（单层建筑），包括 1 间探伤室、1 间操作室、1 间暗室、1 间评片室、1 间危废暂存间，拟配备 1 台 X 射线探伤机，在探伤室内开展固定式 X 射线探伤，本项目探伤机型号未定，最大管电压为 300kV，最大管电流为 5mA，属于 II 类射线装置。

##### 二、产业政策符合性分析

本项目为使用 X 射线探伤机对公司产品进行无损检测，经对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类的第十四项“机械”中第 1 款“科学机械和工业仪表”中“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业发展政策。

##### 三、代价利益分析

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，具有良好的社会效益和经济效益。本项目总投资 80 万元，其中环保投资 65 万元，占总投资的 81.25%，本项目环保投资额可保证环保措施的落实。根据报告中分析，本项目经辐射防护屏蔽和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。

因此，从代价利益方面分析，本项目获得的利益远大于对环境的影响，具有明显的经济效率、社会效益，该项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

##### 四、选址、布局合理性评价

本项目探伤房拟建址位于公司推土机生产车间东侧中部，本项目周围 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，项目周围无环境制约因素，根据理论估算，项目运行时对周围环境辐射影响较小，因此，项目选址合理。

本项目探伤房设计有探伤室、操作室、暗室、评片室和危废暂存间，操作室、暗室、评片室和危废暂存间均位于探伤室外；根据探伤工件情况，本项目主射线方向为东墙、西墙、顶、地面，人员出入口处设有迷道，主射线不直接向迷道内照射，操作台避开主射线照射范围，探伤房布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中操作室应与探伤室分开以及操作室应避开有用线束方向的要求。本项目布局合理。

公司拟将探伤室划为控制区，在探伤室工件门和人员门外醒目处设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，探伤期间禁止任何人员进入探伤室，将操作室、暗室、评片室、危废暂存间及探伤室南墙、西墙、北墙外 30cm 范围内（在墙外 30cm 处地面画线并标识监督区）划为监督区，并在醒目处设置表明监督区的标牌，探伤期间禁止非辐射工作人员进入，该公司拟采取的分区措施满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求。

### **13.1.2 辐射安全与防护结论**

#### **一、辐射防护措施评价**

本项目探伤室为钢筋混凝土结构，四周各屏蔽墙（包括迷道）为600mm混凝土，屋顶为500mm混凝土，工件进出门内含28mm厚铅板，人员进出门内含10mm厚铅板，探伤室电缆管道、排风管道均采用地下U型管道，不破坏探伤室的整体屏蔽效果。根据理论预测可知，本项目探伤室的辐射防护设计能满足辐射防护要求。

#### **二、辐射安全措施评价**

本项目拟设置以下辐射安全和防护措施，包括：控制台钥匙开关等、门机联锁、工作状态指示灯和声音提示装置、电离辐射警告标志、急停按钮、机械通风系统、视频监控、固定式场所辐射探测报警装置。本项目拟采取的辐射安全和防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关要求和本项目辐射安全的需要。

#### **三、辐射安全管理评价**

厦工（三明）重型机器有限公司已成立辐射安全与防护管理领导小组，并明确了管理职责；公司已制定一系列较完备的辐射安全管理规章制度，在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善；本项目所有辐射工作人员和辐射防护负责人均应根据要求参加辐射安全和防护专业知识的培训，考核合格后上岗；所有辐射工作人员均应进行个人剂量监测和职业健康体检，公司建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。

采取上述措施后，将满足辐射安全管理要求。

#### **四、辐射防护监测仪器**

公司拟配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪，本项目拟配备 2 台个人剂量报警仪，辐射工作人员均拟按要求配备个人剂量计，能够满足辐射监测仪器配置要求。

### **13.1.3 环境影响分析结论**

#### **一、辐射环境影响预测**

根据理论预测可知，当本项目 X 射线探伤机以满功率运行时，本项目探伤室各侧墙体、防护门外表面 30cm 处辐射剂量率为  $(1.57E-02\sim 0.65)$   $\mu\text{Sv/h}$ ，顶外表面 30cm 处辐射剂量率为  $2.71\mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和本项目辐射环境剂量率控制水平要求，即探伤室四周墙体、防护门外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，顶外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于  $100\mu\text{Sv/h}$ 。

## 二、保护目标剂量评价

根据理论估算结果可知，本项目投入运行后所致辐射工作人员年有效剂量最大约为  $0.26\text{mSv}$ ，所致周围公众年有效剂量最大约为  $4.40E-02\text{mSv}$ ，本项目 50m 评价范围内其他公众距本项目相对较远，经距离的进一步衰减后，本项目对其辐射影响很小。本项目所致辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员和公众受照剂量限值和本项目管理目标值的要求（职业人员年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ ，公众年有效剂量不超过  $0.1\text{mSv}$ ）。

## 三、显影、定影废液和废胶片处理措施评价

本项目运行后将产生显影、定影废液和废胶片，属《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的危险废物，不得随意排放。

本项目洗片作业均在探伤房暗室内进行，洗片作业产生的显影、定影废液首先收集于收集桶内，废胶片收集于防漏胶袋内，后统一暂存于公司危废暂存间内。公司已承诺将与有资质单位尽快签订显影、定影废液和废胶片处理协议，洗片过程中产生的显影、定影废液和废胶片集中贮存后交由该单位回收处理。

单位应注意，显影、定影废液暂存时使用的收集桶、暂存废胶片的防漏胶袋以及危废暂存间应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）等法规标准中相关要求，落实后，将满足危险废物暂存处置要求。

## 四、臭氧和氮氧化物处理措施评价

本项目探伤室内拟设置机械通风系统，室内洞口拟安装轴流风机进行机械通风，排风管道外口拟设置于探伤室顶部，不朝向人员活动密集区，通风量为不低于  $1500\text{m}^3/\text{h}$ ，通风次数为不低于 5.9 次/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

本项目采取机械通风的措施后，探伤室内曝光过程中产生的少量臭氧和氮氧化物可及时排出探伤室外，扩散至大气环境，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

## 总结论：

综上所述，厦工（三明）重型机器有限公司 1 台 X 射线探伤机项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其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，该项目的建设运行是可行的。

## 13.2 建议与承诺

(1) 公司应定期或不定期针对 X 射线装置的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查，确保仪器的完好和有效。

(2) 针对本项目可能出现的辐射事故，公司应加强辐射工作人员的安全思想教育，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故的发生。

(3) 公司应认真保管好探伤设备的各种档案资料以及定期的测试报告，做到各种数据有据可查。

(4) 环境影响评价文件审批完成后，公司应根据有关规定及时申领辐射安全许可证。

(5) 建设项目竣工后，公司应按照国务院生态环境行政主管部门规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

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。

验收期限是指自建设项目环境保护设施竣工之日起至建设单位向社会公开验收报告之日止的时间。

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