

## 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 .....	17
表 8 环境质量和辐射现状 .....	23
表 9 项目工程分析与源项 .....	26
表 10 辐射安全与防护 .....	32
表 11 环境影响分析 .....	39
表 12 辐射安全管理 .....	50
表 13 结论与建议 .....	62
表 14 审批 .....	65
附件 1 委托书	
附件 2 备案证明	
附件 3 厂区建设项目环评批复	
附件 4 人员核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单	
附件 5 企业成立辐射安全与环境保护管理小组的文件	
附件 6 辐射相关管理制度	
附件 7 检测报告	
附件 8 技术评审意见	



**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司室内 X 射线探伤应用项目			
建设单位		新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司			
法人代表	范孝波	联系人	薛春海	联系电话	*****
注册地址		河南省新乡市红旗区道清路 5 号 16 号厂区（107 以西）			
项目建设地点		河南省新乡市红旗区东强路与新盛街交叉口东南角新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司 2#生产车间东北角			
立项审批部门		新乡红旗区先进制造业开发区管理委员会	批准文号	2512-410702-04-01-851872	
总投资(万元)	180	环保投资(万元)	60	环保投资比例	33.3%
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> )	120
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其它	/			
	<p><b>1.1 项目概述</b></p> <p><b>1.1.1 建设单位概况</b></p> <p>新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司原址位于新乡市红旗区道清路 5 号 16 号厂区(107 以西)，始建于 2007 年 9 月 21 日，因发展需要拟搬迁至新乡市红旗区东强路与新盛街交叉口东南角。公司新厂区设计有 2 座生产车间和 1 座办公楼，新厂区现有项目为“新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司过滤净化设备滤芯产品技术改造项目”，生产规模为年产 10 万支水滤芯、3 万支油滤芯、500 支过滤膜、</p>				

1000套过滤器,现有项目于2025年8月1日取得了新乡市生态环境局的批复(见附件3),现有项目尚未建成。

### 1.1.2 目的和任务由来

为提高产品质量,满足安全生产的需要,新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司拟在2#生产车间内东北角新建1座探伤室。拟购进XXHZ-2005型X射线探伤机、XXHZ-3005型X射线探伤机、XXGHP-3505型X射线探伤机各1台,用于对产品焊缝进行无损检测。探伤机出束方向均为周向,在探伤室内对本公司自己生产的过滤器进行焊缝的探伤工作,不进行室外探伤工作。

本项目于2025年12月12日在新乡红旗先进制造业开发区管理委员会备案(详见附件2),项目代码为2512-410702-04-01-851872。本项目为使用II类射线装置进行探伤无损检测项目,是企业产品生产线的配套辅助工程,本次将单独对探伤室及射线装置进行分析评价。

根据《建设项目环境保护管理条例》的要求与《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的规定,本项目实施前应开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版),本项目属于“五十五、核与辐射”第“172核技术利用建设项目”,本项目所使用的X射线探伤机为XXHZ-2005型、XXHZ-3005型、XXGHP-3505型,额定管电压最大为350kV,额定管电流最大为5mA,属于II类射线装置,属于“使用II类射线装置的”,应编制环境影响报告表。

受新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司委托,河南蓝新环保工程有限公司承担了本项目环境影响评价工作。接到委托后,我单位组织技术人员对本项目位置及周边环境进行了现场踏勘、收集资料并委托开展了辐射环境背景水平监测,依据《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)编制完成了本项目环境影响报告表。

### 1.1.3 项目建设内容及规模

本项目位于新乡市红旗区东强路与新盛街交叉口东南角新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司2#生产车间东北角,新建一座探伤室,新购XXHZ-2005型、XXHZ-3005型、XXGHP-3505型X射线探伤机各1台,均在本项目拟建设的一座探伤室内工作,出束方向均为周向。本项目每次仅开启一台探伤设备进行无损检测,3台探伤设备不同时使用。本项目为室内X射线探伤,不开展室外X射线探伤。设

备技术参数见表1-1。

表 1-1 X 射线探伤机型号参数一览表

型号	台数	管电压 kV	管电流mA	射线装置类别	出束方向	滤过条件	工作场所
XXHZ-2005 型	1	200	5	II类	周向	3mm 铝片	室内探伤
XXHZ-3005 型	1	300	5	II类	周向	3mm 铝片	室内探伤
XXGHP-3505 型	1	350	5	II类	周向	3mm 铜片	室内探伤

本项目拟建探伤室尺寸及防护设计情况见表1-2。

表 1-2 本项目拟建探伤室尺寸及防护设计情况一览表

项目	内容	备注
探伤室	长×宽×高	8.1m×6m×4.7m
	四周墙体材料及厚度	700mm 混凝土
	顶棚、底部材料及厚度	400mm 混凝土
工件进出门	门洞尺寸	4m×4.5m (宽×高)
	门体尺寸	4.6m×4.8m (宽×高)
	门体材料及厚度	40mm 铅
人员进出门	门洞尺寸	0.8m×2m (宽×高)
	门体尺寸	1.2m×2.3m (宽×高)
	门体材料及厚度	12mm 铅
迷道	墙体材料及厚度	700mm 混凝土
控制室	长×宽×高	5.64m×4.85m×3.2m
评片室	<b>长×宽×高</b>	<b>4.85m×3.38m×3.2m</b>
暗室	长×宽×高	3.965m×1.25×3.2m
洗片室	长×宽×高	3.965m×0.78×3.2m
其他安 防设施	电离辐射警示标识	防护门外张贴电离辐射警示标识和中文警示说明
	工作状态指示灯	<b>防护门上方及探伤室内部均安装“预备”和“照射”状态的指示灯</b> ，“预备”和“照射”信号有明显的区别，探伤室内外醒目位置有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明；“预备”信号说明即将开始探伤作业，信号需持续足够长的时间，确保曝光室内人员安全离开，“照射”信号说明正在进行探伤作业，勿在曝光室周围停留。
	门机联锁装置	<b>防护门安装门机联锁装置，防护门打开，探伤机立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射</b>
	视频监控装置	<b>共设计 4 处视频监控装置，其中探伤室内设计有 2 处视频监控设施，分别设置于探伤室内对角，可确保视频监控无死角，工作人员可通过监控观察探伤室内部；探伤室外设计有 2 处视频监控设施，可观察工件门处工件及人员进出情况</b>
	报警装置	探伤室配置固定式场所辐射探测报警装置

紧急停机（开门）按钮	控制室和探伤室内均设置紧急停机开关（共布置 7 个急停开关）， <b>防护门内侧设置紧急开门按钮</b> ，出现紧急事故时，人员按下开门开关可以电动打开防护门。
电缆通道	设计通过地下 30cm“U”型电缆沟穿过屏蔽墙，并在通道出口处加盖铅板防护（20mm 铅），连接至控制室。
通风口	探伤室东北角设置 300mm×300mm 通风口 1 处，经 U 型预埋套管穿墙并连接管道引至探伤室外排放废气，配有轴流风机，风量 1500m <sup>3</sup> /h，通风系统每小时通风换气不少于 3 次。

根据企业提供的资料，企业需要探伤的工件主要为小型工件，最大尺寸为长 2.5m、直径 2m，项目建设完成后的工件进出门宽度为 4m，探伤室宽度为 6m，均可满足厂内生产的工件进出探伤室及探伤的要求。项目工件探伤工作全部在探伤室内进行，无室外探伤。

## 1.2 项目周边环境关系

### 1.2.1 建设单位外环境关系

新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司位于新乡市红旗区东强路与新盛街交叉口东南角，东侧为河南新航流量仪表有限公司（在建）；南侧为新零售联盟（在建）；西侧为园区规划路，现状为农田；北侧东强路，隔路为河南省友诚线缆有限公司。建设单位地理位置详见图 1-1，建设单位外环境关系详见图 1-2，建设单位平面图详见图 1-3。

### 1.2.2 核技术利用项目周边环境关系

本项目探伤室位于 2#生产车间东北角，为 1 层设计，顶棚无人员到达。工件进出门朝向西侧。探伤室西侧、南侧均为 2#生产车间（在建），东侧为厂区道路，隔过道 6 米处为河南新航流量仪表有限公司（在建），北侧为厂区道路，隔道路 12 米处为 1#生产车间（在建）。探伤室平面布置图见图 1-4。

## 1.3 评价目的

（1）对本项目探伤室拟建设区域进行辐射环境现状监测，掌握区域辐射环境现状水平；

（2）评价本项目在正常运行时对职业人员、公众人员及对环境带来的辐射影响；

（3）评价本项目采取的辐射防护措施的有效性，为主管部门的环保管理提供依据；

(4) 对本项目采取的辐射防护措施进行优化、完善，把辐射环境影响控制在“可合理达到的尽量低水平”，并为建设单位保护环境和公众利益安全给予技术支持。

#### **1.4 评价原则**

(1) 以项目实际为基础，环保法律法规为依据，国家有关方针政策为指导的原则；

(2) 突出项目特点，抓住关键问题，坚持实事求是、客观公正的原则；

(3) 评价体现来源于项目、服务于项目、指导于项目的原则；

(4) 坚持“辐射防护最优化”的原则。

#### **1.5 评价内容**

(1) 防护符合性评价

评价本项目 X 射线探伤室采取的辐射防护是否符合标准或规范要求。

(2) 年有效剂量评价

估算职业人员及公众人员的年有效剂量，评价是否满足管理约束限值的要求。

(3) 从事辐射活动的的能力评价

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关规定，对建设单位从事辐射活动的的能力进行评价。

#### **1.6 实践正当性**

本项目建设的目的和任务是对建设单位生产的产品进行无损检测，从而保证其质量达标。通过对本项目探伤室采取有效的污染防治措施，可保证其正常运行时对周围环境产生的辐射影响满足国家相关标准的要求。因此，本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的“辐射防护实践正当性”的要求。

#### **1.7 选址合理性**

本项目建设的探伤项目为配套专用辐射工作场所，探伤室周围 50m 范围内无常住居民，且相对远离了非辐射工作人员。本项目探伤室具有良好的屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要

求，从辐射安全防护的角度分析，本项目探伤室的选址是合理的。

### **1.8 与产业政策相符性**

本项目探伤室拟建位置位于新乡市红旗区东强路与新盛街交叉口东南角，项目选址合理。拟配备的X线探伤机主要用于对公司生产的工件进行无损检测，从而保证其质量达标，提高产品质量，属于《产业结构调整指导目录》（2024年本）“第一类 鼓励类”中“十四机械”中的第1条“工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业政策。

### **1.9 预计运行情况**

本项目共 3 台探伤机，每次仅开启 1 台探伤设备。本项目运行后预计探伤工作每周最多开展 3 次，每次开机累计时长约 20min，每周曝光时间最多 1 小时，全年累计曝光时间最多为 52 小时。

### **1.10 劳动定员及工作制度**

本项目拟配备辐射工作人员 3 人，辐射工作人员均已通过了 X 射线辐射安全与防护考核。公司应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员参加辐射安全与防护专业知识的学习，本项目辐射工作人员均通过核技术利用辐射安全与防护考核后正式上岗。

### **1.11 现有核技术利用项目情况**

建设单位此前未开展过核技术利用项目。



图 1-1 建设单位地理位置图



图 1-2 建设单位外环境关系示意图

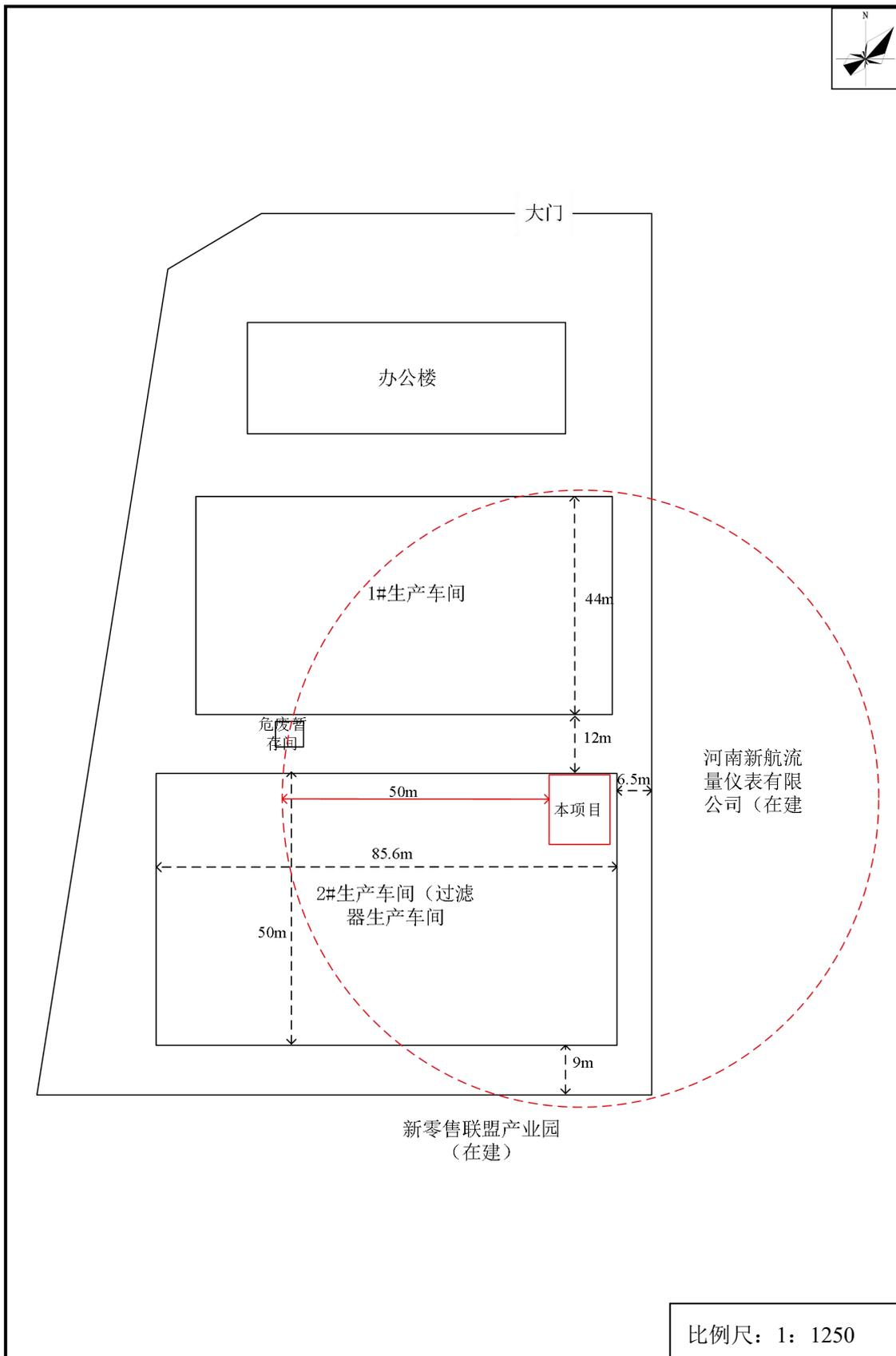


图 1-3 建设单位厂区平面布置图

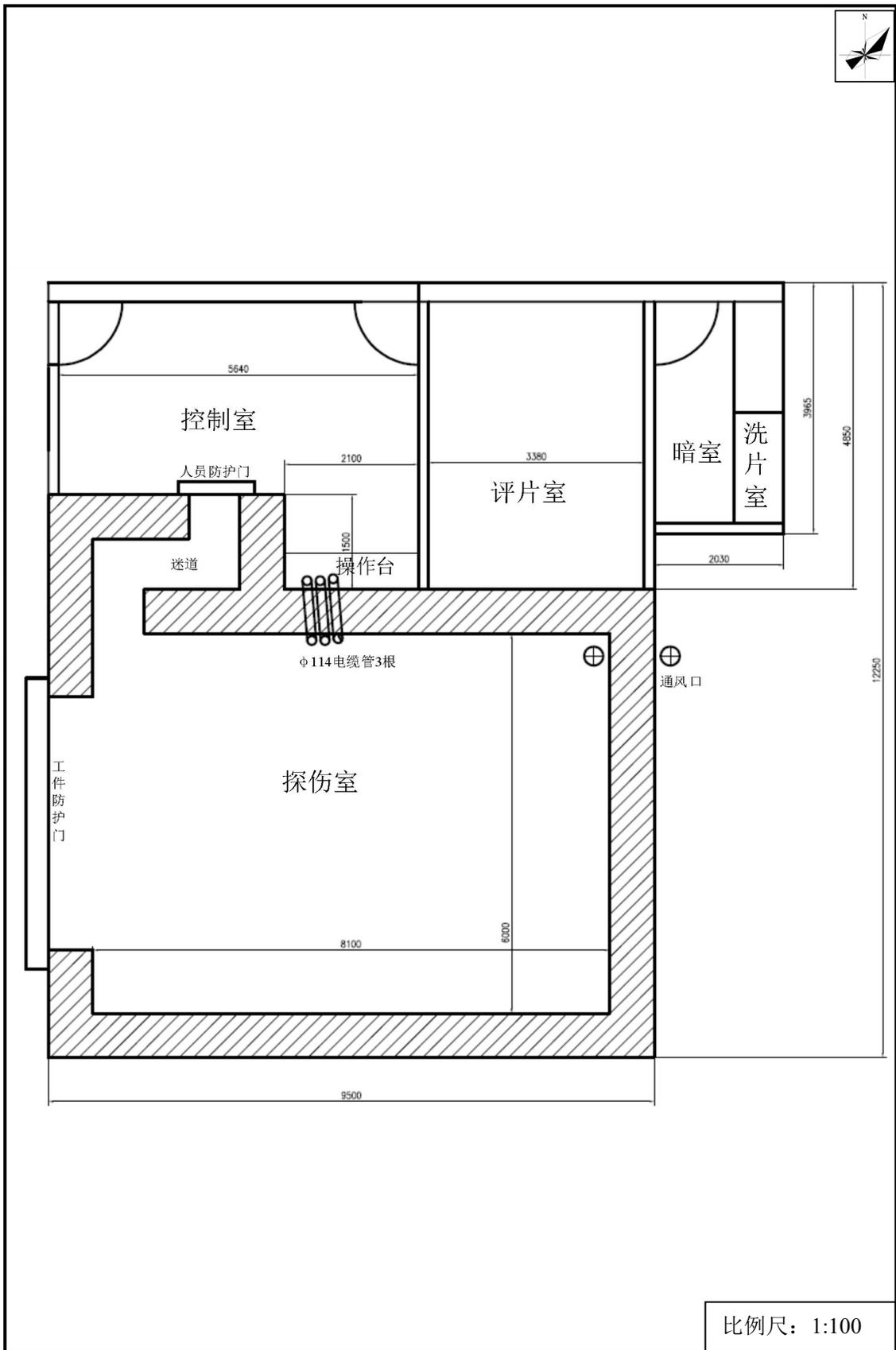


图 1-4 本项目平面布置图

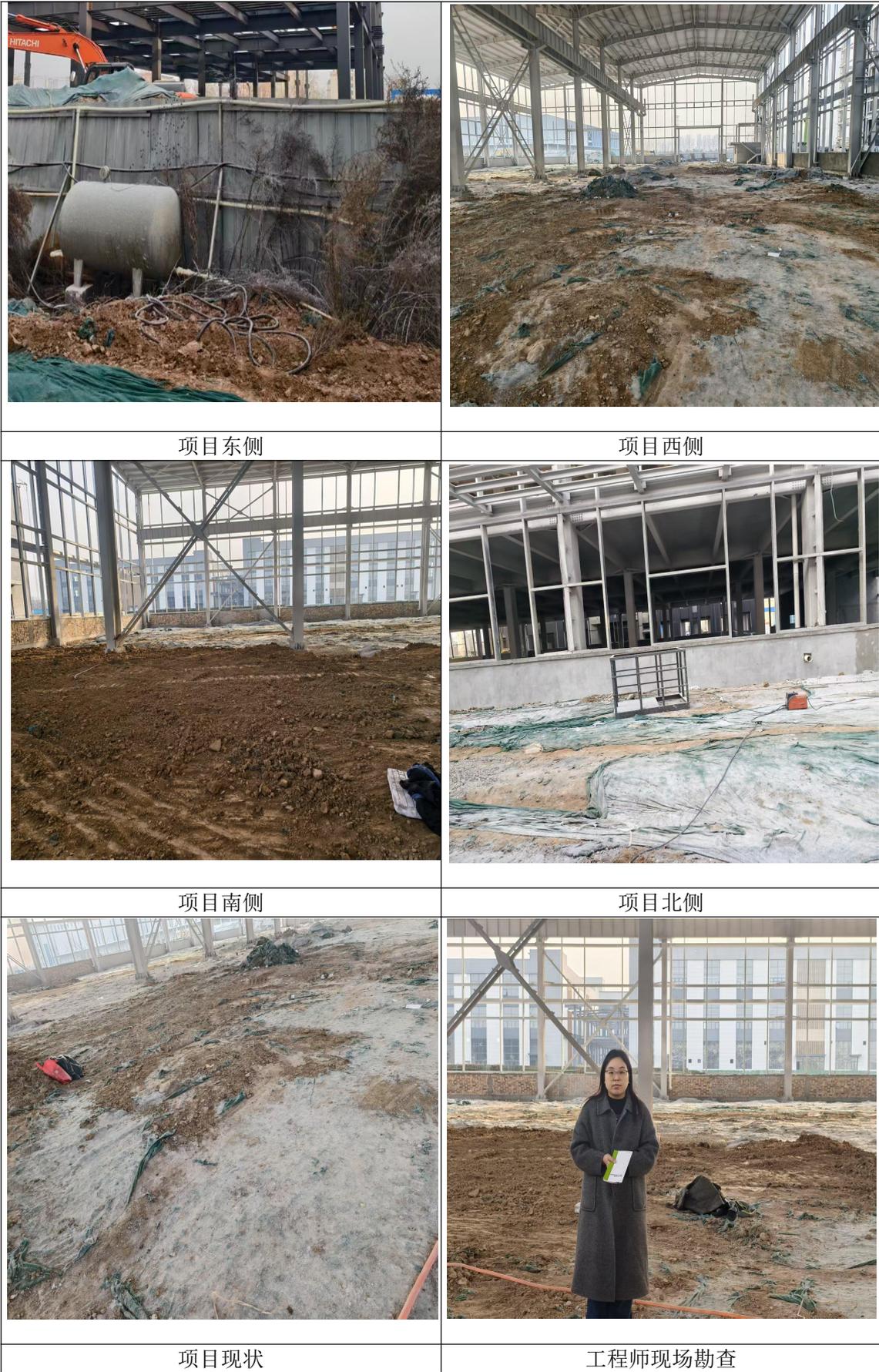


图 1-5 现场照片

**表 2 放射源**

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

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

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

**表 4 射线装置**

(一)加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流(mA)/ 剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二)X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II类	1 台	XXHZ-2005 型	200	5	无损检测	室内探伤	周向
2	X 射线探伤机	II类	1 台	XXHZ-3005 型	300	5	无损检测	室内探伤	周向
3	X 射线探伤机	II类	1 台	XXGHP-3505 型	350	5	无损检测	室内探伤	周向

(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
臭氧及氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	经机械通风装置排入大气
废显（定）影液	液态	/	/	约 15kg	180kg	/	收集于专用塑料桶内，暂存于危废暂存间	委托有资质的单位进行处置
废胶片	固态	/	/	约 0.6kg	7.2kg	/	收集于专用储存柜内，暂存于危废暂存间	委托有资质的单位进行处置
废 X 射线管	固态	/	/	/	约 5kg/10 年	/	不暂存	厂家回收处置
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：胶片达到储存年限后按照废胶片处置方式进行处理

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

2.含有放射性的废弃物要注明，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

### 6.1 法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日施行；
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日实施；
- (5) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日起施行；
- (6) 《河南省辐射污染防治条例》，2016 年 3 月 1 日起施行；
- (7) 《河南省固体废物污染环境防治条例》，2025 年 3 月 1 日起施行；
- (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日修正；
- (9) 《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；
- (10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 5 月 1 日施行；
- (11) 《国家危险废物管理名录（2025 年版），2025 年 1 月 1 日》起施行；
- (12) 关于发布《射线装置分类》的公告，2017 年 12 月 5 日施行；
- (13) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》；
- (14) 《产业结构调整指导目录》（2024 年本）。
- (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，2019 年 12 月 23 日，2020 年 1 月 1 日起施行）。

### 6.2 标准、导则

- (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的内容和格式》（HJ10.1-2016）；
- (2) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；
- (3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及修改单；
- (4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
- (5) 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- (6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；
- (7) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GBZ22448-2008）；
- (8) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

(9) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)；

(10) 《II类非医用X射线装置监督检查技术程序》(生态环境部(国家核安全局)核技术利用监督检查技术程序,2020年版)。

### 6.3 其他文件

(1) 本项目环境影响评价的委托书；

(2) 本项目辐射环境现状监测报告；

(3) 建设单位制定的部分管理制度；

(4) 其他技术资料。

**表 7 保护目标与评价标准**

**7.1 评价范围**

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）的规定“射线装置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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”的要求，本项目探伤室有实体屏蔽物，确定本项目评价范围为探伤室周围 50m 区域。

**7.2 保护目标**

本项目评价范围内无常住居民，因此，重点关注从事探伤工作的职业人员以及在探伤室周围 50m 区域内活动的人员。根据现场踏勘，探伤室西侧 50m 范围内位于建设单位 2#生产车间内，北侧 50m 范围涉及建设单位厂区道路和 1#生产车间，东侧 50m 范围涉及厂区道路及河南新航流量仪表有限公司（在建），南侧 50m 范围涉及 2#生产车间、厂区道路及新零售联盟产业园（在建）。本项目主要环保目标一览表见表 7-1。

表 7-1 本项目主要环保目标一览表

序号	环保目标		方位、距离	受影响人数	照射类型
1	辐射工作人员	无损检测职业人员	控制室内	3 人	职业照射
2	公众人员	2#生产车间内非辐射工作人员	探伤室西侧 50m 范围	约 12 人	公众照射
3		2#生产车间内非辐射工作人员	探伤室南侧 38m 范围	约 6 人	公众照射
4		厂区内道路流动人员	探伤室南侧 38~47m 范围	约 2 人	公众照射
5		1#生产车间非辐射工作人员	探伤室北侧 12~44m 范围	约 20 人	公众照射
6		厂区内道路流动人员	探伤室北侧 12m 范围和 44~50m 范围	约 3 人	公众照射
7		厂区内道路流动人员	探伤室东侧 6.5m 范围	约 3 人	公众照射
8		厂区外新零售联盟产业园（在建）工作人员	探伤室南侧 47~50m 范围	约 2 人	公众照射
9		厂区外河南新航流量仪表有限公司（在建）工作人员	探伤室东侧 6.5~50m 范围	约 20 人	公众照射

**7.3 评价标准**

**7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）（附录 B）**

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

### (1) 职业照射剂量限值

B1.1.1.1 条规定：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：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。本项目取其四分之一即 5mSv 作为职业工作人员的年剂量管理目标限值。

### (2) 公众照射剂量限值

B1.2.1 规定：实践使公众中有关键人群组的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。本项目取其十分之一即 0.1mSv 作为公众人员的年剂量管理目标限值。

根据上述标准规定，结合建设单位的管理要求，对本项目职业照射及公众照射剂量限值做出如下评价标准。

表 7-2 本项目职业人员及公众人员年剂量限值一览表

序号	照射类别	标准限值	管理限值
1	职业照射	20mSv/a	5mSv/a
2	公众照射	1mSv/a	0.1mSv/a

### 7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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）。

①探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，控制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。

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

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 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/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 $\mu$ Sv/h。

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  $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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。

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。

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。

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。

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。

⑪探伤室应配置固定式场所辐射探测装置。

### 7.3.3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单

本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

#### 1、探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

（1）探伤室墙和入口门外周围剂量当量率和每周周围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（ $H_c, d$ ）：

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： $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$ ；

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

②相应  $H_c$  的导出剂量率参考控制水平  $H_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) 按下式计算：

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T)$$

式中：

$H_c$ —周剂量参考控制水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

$U$ —探伤装置向关注点方向照射的使用因子（本项目探伤机为周向，使用因子取 1）；

$T$ —人员在相应关注点驻留的居留因子（根据 GBZ/T250-2014 附录 A 表 A.1 取值，对于职业人员所在的控制室、评片室、暗室、洗片室等关注点取 1，对于公众人员居住在探伤室周围的关注点取 1/4，对于夹道关注点取 1/16）；

$t$ —探伤装置周照射时间，h/周。

$t$  按下式计算：

$$t = W / (60 \cdot I)$$

式中：

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

$I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平  $H_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平为  $H_{c,d}$  和  $H_{c,max}$  二者的较小值。

2、探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁边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 1。

b) 除上述条件外，应考虑下列情况：

在距离曝光室屏蔽体外表面 30cm 处，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于  $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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

本项目探伤室顶部无人员到达，所以本项目探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为 100 $\mu$ Sv/h。

根据建设单位提供的资料，探伤室每周工作时间为 1h，按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250—2014）中式（11-1）计算模式，计算结果见下表。

表 7-3 各关注点导出剂量率参考水平

关注点	点位描述	U	t (h)	T	Hc ( $\mu$ Sv/周)	Hc,d 计算 值 ( $\mu$ Sv/h)	Hc,max 值 ( $\mu$ Sv/h)	Hc 取值 ( $\mu$ Sv/h)
A	探伤室工件防护门外 30cm (生产车间)	1	1	1/4	5	20	2.5	2.5
B	探伤室西屏蔽墙外 30cm 处 (生产车间)	1	1	1/4	5	20	2.5	2.5
C	探伤室南屏蔽墙外 30cm (生产车间)	1	1	1/4	5	20	2.5	2.5
D	探伤室东屏蔽墙外 30cm (夹道)	1	1	1/16	5	80	2.5	2.5
E	人员出入防护门外 30cm (控制室)	1	1	1	100	100	2.5	2.5
F	探伤室北屏蔽墙外 30cm (操作台)	1	1	1	100	100	2.5	2.5
G	探伤室北屏蔽墙外 30cm (评片室)	1	1	1	100	100	2.5	2.5
H	探伤室北屏蔽墙外 30cm (暗室)	1	1	1	100	100	2.5	2.5
I	探伤室北屏蔽墙外 30cm (洗片室)	1	1	1	100	100	2.5	2.5

综上，本项目各关注点剂量率参考控制水平取 2.5 $\mu$ Sv/h。

#### 7.3.4 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128—2019）

本标准规定了职业性外照射个人监测的要求和方法。

1、监测周期或频次：常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。任务相关监测和特殊监测应根据辐射监测实践的需要进行。

2、剂量计：在预期外照射剂量有可能超过剂量限值的情况下（例如从事有可能发生临界事故的操作或应急操作时），工作人员除应佩戴常规监测个人剂量

计外，还应佩戴报警式个人剂量计或事故剂量计。剂量计应具有容易识别的标识和编码，其大小、形状、结构和重量合适，便于佩戴且不影响工作。

3、佩戴：对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

4、档案：个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录，调查登记参见附录 C 的 C.4。职业照射个人剂量档案终生保存。

### 7.3.5 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）

#### 1、总体要求

①产生、收集、贮存、利用、处置危险废物的单位应建造危险废物贮存设施或设置贮存场所，并根据需要选择贮存设施类型。

② 贮存危险废物应根据危险废物的类别、形态、物理化学性质和污染防治要求进行分类贮存，且应避免危险废物与不相容的物质或材料接触。

③ 危险废物贮存过程产生的液态废物和固体废物应分类收集，按其环境管理要求妥善处理。

④贮存设施或场所、容器和包装物应按 HJ 1276 要求设置危险废物贮存设施或场所标志、危险废物贮存分区标志和危险废物标签等危险废物识别标志。

⑤危险废物贮存除应满足环境保护相关要求外，还应执行国家安全生产、职业健康、交通运输、消防等法律法规和标准的相关要求。

#### 2、贮存设施污染控制要求

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。

②贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

## 表 8 环境质量和辐射现状

X 射线装置运行时，不产生放射性废水、废气和固体废物，其对周围环境的主要污染物是 X 射线。为掌握本项目拟建区域的辐射环境背景水平，委托河南浩拓检测技术有限公司（该公司取得河南省市场监督管理局颁发的资质认定证书，编号：201612050137）对本项目拟建区域进行环境  $\gamma$  辐射剂量率检测。

### 8.1 检测时间

2025 年 12 月 26 日

### 8.2 环境条件

天气：阴，温度：（7~8） $^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度：（40~45）%

### 8.3 检测因子

环境  $\gamma$  辐射剂量率

### 8.4 检测依据

《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

### 8.5 检测仪器

检测仪器信息见表 8-1。

表 8-1 辐射检测仪相关情况

仪器名称	X、 $\gamma$ 辐射测量仪
仪器型号	FJ1200
出厂编号	47050
校准单位	河南省计量测试科学研究院
校准证书	1025CY0500004
校准有效期	2025 年 01 月 02 日~2026 年 01 月 01 日
能量响应范围	40KeV~3MeV
测量范围	0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ~200.00 $\mu\text{Sv/h}$

### 8.6 质量保证措施

- （1）检测及分析均严格按照国家技术规范要求执行。
- （2）检测分析方法采用国家颁布的标准分析方法。
- （3）检测仪器经计量部门检定合格并在有效期内。
- （4）检测仪器符合国家有关标准和技术要求，检测前后进行仪器状态检查并记录存档。

(5) 检测人员经培训合格并持证上岗，检测报告严格实行三级审核制度。

## 8.7 检测点位

根据现场踏勘情况，本项目辐射环境背景水平检测点位选择拟建探伤室中心及四周、车间大门空旷处，共选取 12 个点位，各检测一次。

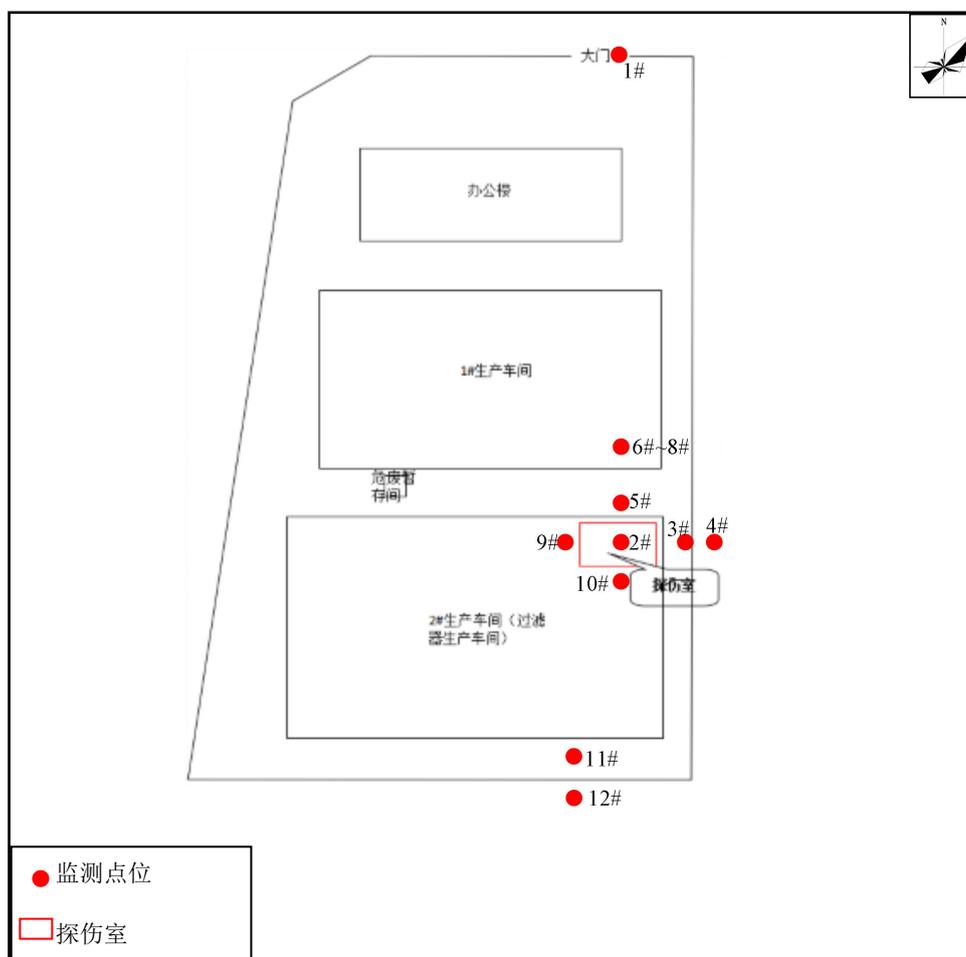


图 8-1 监测布点图

## 8.8 监测结果及分析

表 8-2 环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

编号	监测点位	检测结果 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	备注
1#	厂区大门处	<u>0.036</u>	室外，水泥地面
2#	探伤室拟建址中央位置	<u>0.061</u>	室内，泥土地面
3#	探伤室拟建址东侧道路	<u>0.067</u>	室外，泥土地面
4#	探伤室拟建址东侧河南新航流量仪表有限公司	<u>0.063</u>	室外，泥土地面
5#	探伤室拟建址北侧道路	<u>0.069</u>	室外，泥土地面
6#	探伤室拟建址北侧 1#生产车间内 1 层	<u>0.060</u>	室内，水泥地面
7#	探伤室拟建址北侧 1#生产车间内 2 层	<u>0.038</u>	室内，水泥地面

8#	探伤室拟建址北侧 1#生产车间内 3 层	<b>0.034</b>	室内，水泥地面
9#	探伤室拟建址西侧	<b>0.065</b>	室内，泥土地面
10#	探伤室拟建址南侧	<b>0.068</b>	室内，泥土地面
11#	探伤室拟建址南侧道路	<b>0.069</b>	室外，泥土地面
12#	探伤室拟建址南侧新零售联盟产业园	<b>0.066</b>	室外，泥土地面

情况说明：①依据 HJ 1157-2021：测量结果= $k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times D_c$ 。本次检测仪器校准因子  $k_1$  为 0.969，效率因子  $k_2$  取 1， $k_3$  取 0.8（楼房，点位 6~8）、取 0.9（平房，点位 2、9~10）、取 1（原野、道路，点位 1、3~5、11~12）；单位换算系数取 1.20Sv/Gy；仪器对宇宙射线的响应值  $D_c$  为 12.4nSv/h；

②测量时仪器探头距地面/地板的参考高度均为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据。

根据检测结果，本项目拟建探伤室区域周围环境  $\gamma$  辐射剂量率为 **0.034~0.069  $\mu$  Gy/h**。选取厂区大门空旷处的环境  $\gamma$  辐射剂量率作为参考，该点位远离探伤室区域，该参考点位的环境  $\gamma$  辐射剂量率为 **0.036  $\mu$  Gy/h**。

本次检测数据与厂区大门空旷处的参考点位进行对比，辐射水平相差不大，本项目环境  $\gamma$  辐射剂量率现状水平属于辐射正常水平，无辐射异常。



本项目X射线探伤机是利用X射线对过滤器进行无损检测，其主要结构组成包括：X射线管、控制器及电缆线。

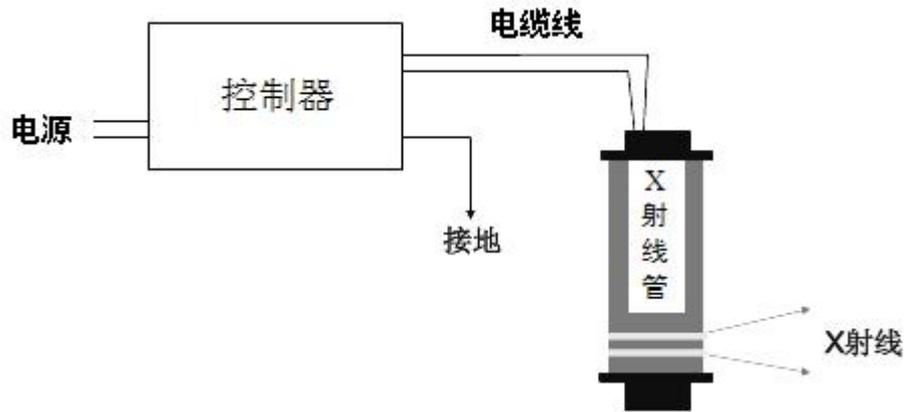


图9-2 X射线探伤机结构组成示意图

X射线产生原理：X射线管是工作在高电压下的真空二极管（阴极和阳极），阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用需要，由不同的材料制成不同形状，一般用高原子序数的难熔金属制成。阴极灯丝通电加热时会“蒸发”出电子，利用聚焦杯将电子聚集成束，利用两极间的高电压将电子束加速，被加速的高速电子径直射向嵌在金属阳极中的靶体，受靶面突然阻挡而产生X射线。X射线管的管电压决定X射线的光子能量，管电流决定X射线的光子数量。

典型的X射线管结构图见下图。

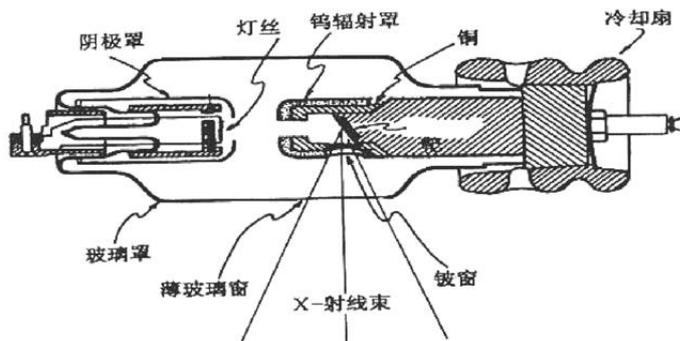


图 9-3 典型的 X 射线管内部结构示意图

X探伤工作原理如下：X射线具有较强的穿透能力，利用X射线对工件焊缝处贴的感光片进行照射，若工件内部存在缺陷（裂缝），射线在穿过缺陷部位时的衰减量，会明显少于周围完好部位，使胶片受到更多的照射，最终会在显影后的胶片上产生较黑的图像，职业人员可以根据影像来判断工件内部是否有缺陷以

及缺陷的性质、位置等，实现无损检测，达到提高产品质量的目的。

### (3) 工作流程及产污过程

本项目共3台X射线探伤机，每次仅开启一台探伤设备进行无损检测，3台探伤设备不同时使用。

#### 1) 探伤工作流程

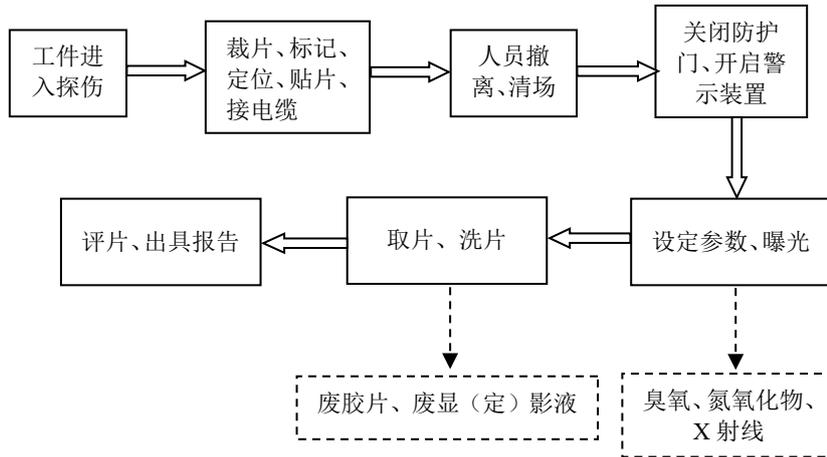


图 9-4 探伤工作流程及产污环节示意图

①将需要探伤的工件通过工件门送入探伤室，设置在适当位置后，摆放好工件和探伤机；

②进行探伤前期准备，包括裁片、标记、定位、贴片、接电缆等；

③前期准备工作完成，并检查无误后，职业人员撤离探伤室，关闭防护门，警示灯开启；

④职业人员进入控制室，确认探伤室无人后，接通探伤机电源，根据探伤工件的性质设定管电压、管电流和曝光时间等参数，核对无误后开始曝光。

⑤曝光完成后，关闭电源和警示灯，开启防护门，职业人员进入探伤室，从探伤工件上取下已曝光的底片，并做好标记。

⑥需重复曝光的工件，待全部曝光完成后，将其运出探伤室，然后对已曝光的底片进行处理，经职业人员评片后出具探伤报告。

本项目人流物流通道如图9-5所示。

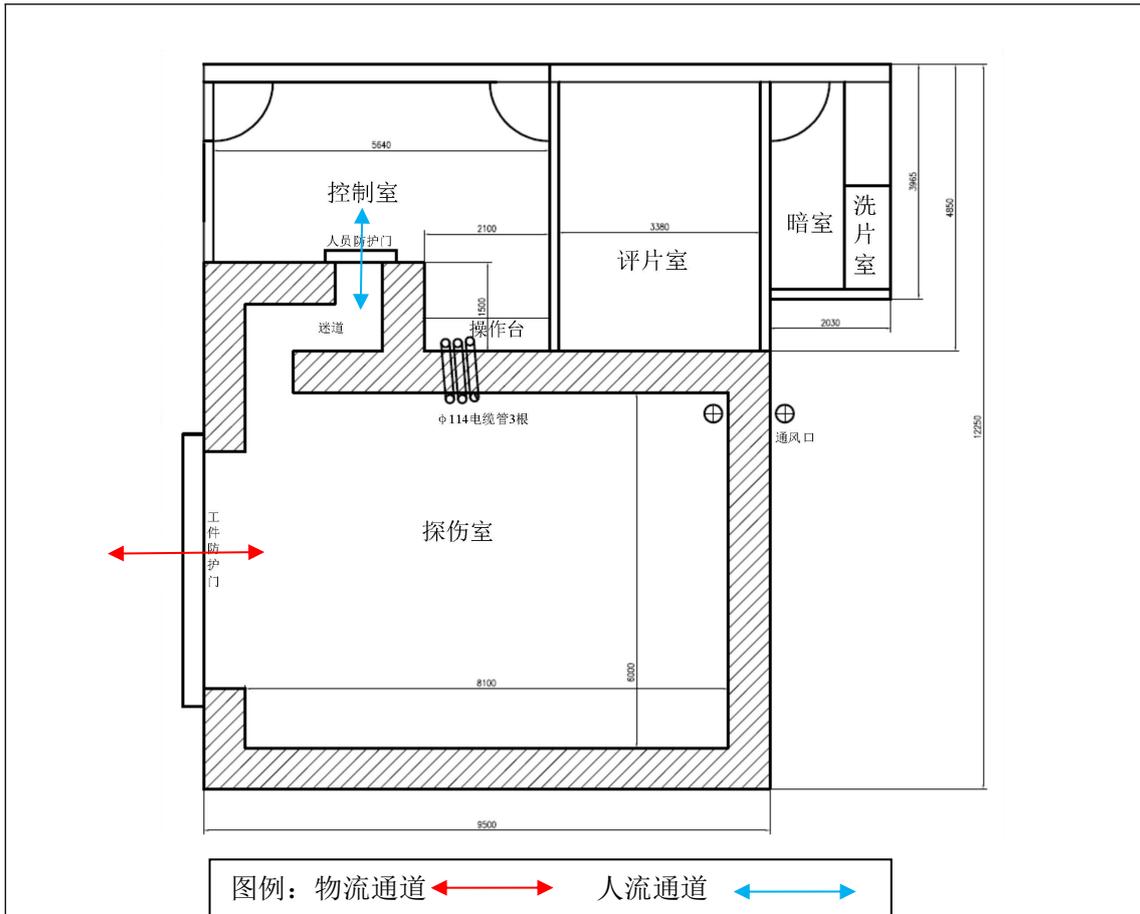


图 9-5 探伤室人流物流通道图

## 2) 探伤产污过程简述

- ①探伤机曝光过程中，产生的X射线可能会对周围环境带来电离辐射影响；
- ②X射线会使探伤室内的空气发生电离，从而产生少量不具有放射性的有害气体，主要为臭氧和氮氧化物；
- ③处理已曝光的底片时，会用到少量的废显（定）影液，暂存于厂区危废暂存间；
- ④工作人员评片过程中，会筛选出少量质量效果较差的废胶片，产生的废胶片暂存于厂区危废暂存间；
- ⑤探伤机内的X射线管使用到达寿命或误操作会产生废X射线管。

## 9.3 污染源项描述

### 9.3.1 污染因子及污染途径

#### (1) 正常工况下

##### ①X射线

由探伤机的工作原理可知，探伤机只在开机并处于曝光状态时才会发出 X 射线。因此，在探伤机正常开机曝光期间，产生的 X 射线经透射、反射（散射），可能会对探伤室周围环境带来影响，X 射线为主要污染因子，污染途径为射线外照射。探伤机停止运行后，无 X 射线污染产生。

#### ②臭氧和氮氧化物

在探伤机正常开机曝光期间，X 射线会使探伤室内的空气发生电离，从而产生少量不具有放射性的有害气体，主要为臭氧和氮氧化物。因此，臭氧和氮氧化物为次要污染因子。

#### ③洗片废液及废片

本项目洗片和评片过程会产生一定量的废显（定）影液和废胶片，均属于《国家危险废物名录》（2025 版）中的 HW16 感光材料废物，无放射性，但需交有资质的单位处置。

#### ④废 X 射线管

本项目所用探伤机使用到一定年限或误操作会产生废 X 射线管，具有放射性，到达报废年限或误操作产生的废 X 射线管由厂家拆卸回收处置。

### （2）事故工况下

本项目可能发生的误照射事故主要有以下几种情况：

①探伤机在对工件进行照射时，门机联锁或警示灯失效，人员误入探伤室，造成额外误照射；或者铅防护门未完全关闭，致使 X 射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成额外误照射。

②工作人员尚未从探伤室内完全撤出，探伤机即对工件进行探伤，造成额外误照射，若职业人员严格按照操作流程进行作业，可完全避免此类事故发生。

③探伤机故障可能会发生意外照射事故，通常故障类型为射线系统或电器系统损坏，此情况下探伤机并不出束，不会造成额外照射；另外，探伤机在检修过程中，只要不接通电源，亦不会造成额外照射，故只要严格管理，可完全避免此类意外事故发生。

## 9.3.2 污染源分析

### （1）X 射线

在进行探伤曝光时，X 射线可能会穿透屏蔽设施，对职业人员及周围公众人

员带来一定程度的照射影响。根据建设单位提供的信息，本项目设置 1 间探伤室及 3 台 X 射线探伤机，正式运行后配备 3 名职业人员负责本项目探伤工作。预计探伤工作每周最多开展 3 天，开机 1 次累计曝光时长约 20 分钟，周累计曝光时长最多为 1 小时，全年累计曝光时间最多为 52 小时。

本项目共 3 台 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，管电流为 5mA。在实际正常使用时，为了延长射线装置的使用寿命，曝光时的管电压会留有一定裕度。**经查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及 1 号修改单中表 B.1，无 350kV 管电压 3mm 铜滤过条件下 X 射线输出量，本次评价以插值法求得 350kV 管电压 3mm 铜滤过条件下 X 射线输出量为 17.4mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min)。**

#### （2）废气

本项目探伤机在运行时，不产生任何放射性“三废”，其发出的 X 射线会使探伤室内的空气发生电离，从而产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，为防止有害气体累积，探伤室内设置通风口。通风口安装风机，将废气引出探伤室外排放。由于臭氧及氮氧化物易于集聚在室内下方，探伤室通风口设置在探伤室底部，通风量 1500m<sup>3</sup>/h，满足探伤室内每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。有害气体排入外环境后，可迅速得到稀释和转化，对周围环境空气的影响较小。

#### （3）洗片废液及废胶片

本项目正式投运后，预计废显（定）影液的年产生量不高于 180kg，废胶片年产生量不高于 7.2kg，均属于《国家危险废物名录》（2025 版）中的 HW16 感光材料废物。废显（定）影液收集暂存于专用密封塑料桶中，废胶片收集暂存于专用储存柜中，分类暂存于厂区危废暂存间内，委托有资质的单位进行安全处置。

#### （4）废 X 射线管

本项目所用探伤机使用到一定年限或误操作会产生废 X 射线管，具有放射性，废 X 射线管产生量约为 5kg/10a，由厂家拆卸回收处置。

## 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

本项目探伤室位于新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司2#生产车间东北侧，为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，避免无关人员受到不必要的照射，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区，进行分区管理。

**控制区：**在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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

本次环评将探伤室划为控制区，将探伤室北侧控制室、评片室、暗室、洗片室及探伤室外南侧1m、东侧1m、西侧1m 范围内划定为监督区，地上用醒目的红线标识进行划定，在探伤机工作期间不允许非操作人员在此范围内活动。

本项目辐射工作场所两区划分见表10-1。

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目	范围	要求
控制区	探伤室	对控制区进行严格控制，探伤机在曝光过程中严禁任何人员进入。控制区应有明确的标记，并设置红色的“禁止进入”字样的警告标志。
监督区	控制室、评片室、暗室、洗片室及探伤室外南侧 1m、东侧 1m、西侧 1m 范围	监督区为工作人员操作仪器的工作场所，禁止非职业人员进入，避免受到不必要的照射，并设置黄色“非职业人员禁入”字样。

本项目辐射工作场所控制区和监督区范围见下图。

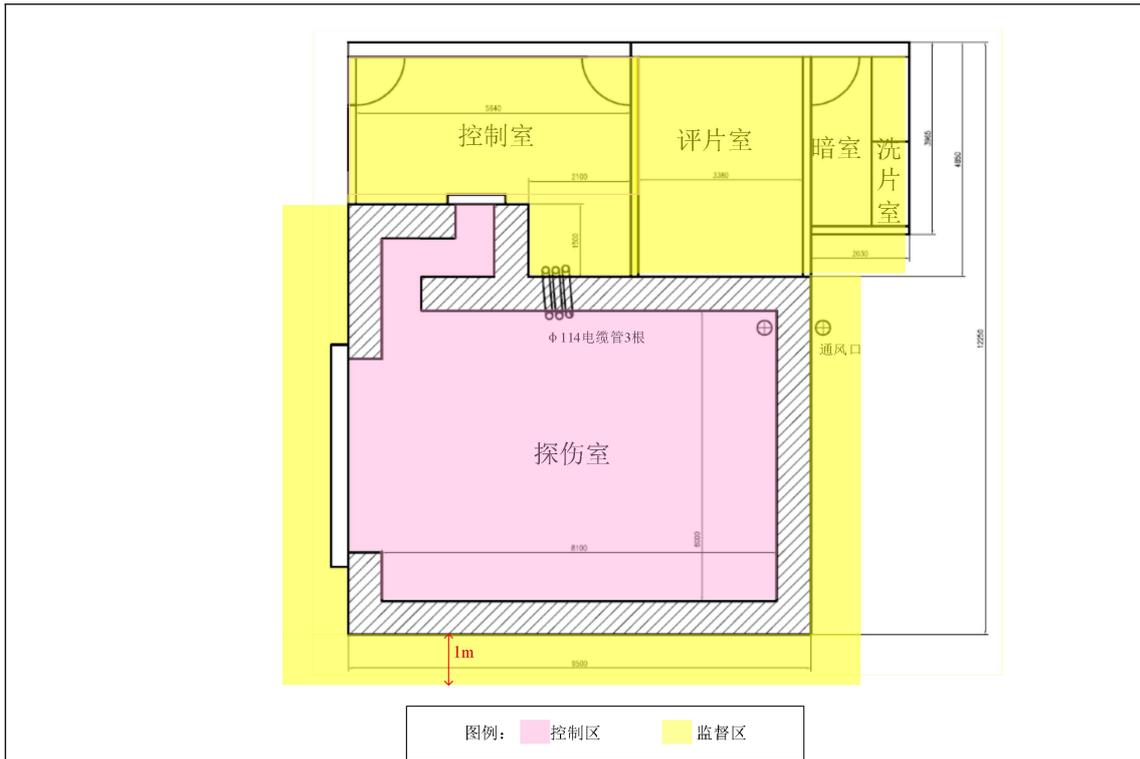


图 10-1 项目监督及控制区范围图

### 10.1.2 探伤室辐射安全和防护措施

#### (1) 探伤室辐射屏蔽设计

本项目探伤室拟采取实体屏蔽，防护设计见表10-2。

表 10-2 本项目探伤室拟采取的屏蔽防护情况一览表

项目		内容
探伤室	长×宽×高	8.1m×6m×4.7m
	四周墙体材料及厚度	700mm 混凝土
	顶棚、底部材料及厚度	400mm 混凝土
迷道	墙体材料及厚度	700mm 混凝土
工件通道门	门洞尺寸	4m×4.5m (宽×高)
	门体尺寸	4.6m×4.8m (宽×高)
	门体材料	40mm 铅
人员通道门	门洞尺寸	0.8m×2m (宽×高)
	门体尺寸	1.2m×2.3m (宽×高)
	门体材料	12mm 铅
电缆通道	设计通过地下 30cm“U”型电缆沟穿过屏蔽墙，并在通道出口处加盖铅板防护 (20mm 铅)	
通风口	探伤室东北角设置 300mm×300mm 通风口 1 处，经 U 型预埋套管穿墙并连接管道引至探伤室外排放废气，配有轴流风机，	

风量 1500m<sup>3</sup>/h，通风系统每小时通风换气不少于 3 次。

注：混凝土密度≥2.35g/cm<sup>3</sup>，铅密度为 11.34g/cm<sup>3</sup>，探伤室所在 2#生产车间共一层，探伤室位于 2#生产车间内，采用混凝土一次浇筑，下方无建筑室。

(2) 通常防护门宽于门洞的部分应大于“门—墙”间隙的十倍，本项目设计工件通道门洞宽×高为4m×4.5m，工件通道门设计宽×高为4.6m×4.8m，安装时要求防护门与防护墙单侧搭接宽度均>10cm，以防止射线从防护门缝泄漏而引发辐射事故。探伤机电缆管线通过U型地槽穿越墙体，并在通道出口处加盖铅板防护（20mm铅），该穿墙方式不影响屏蔽墙的防护效果，U型穿墙管线示意图见图10-2。

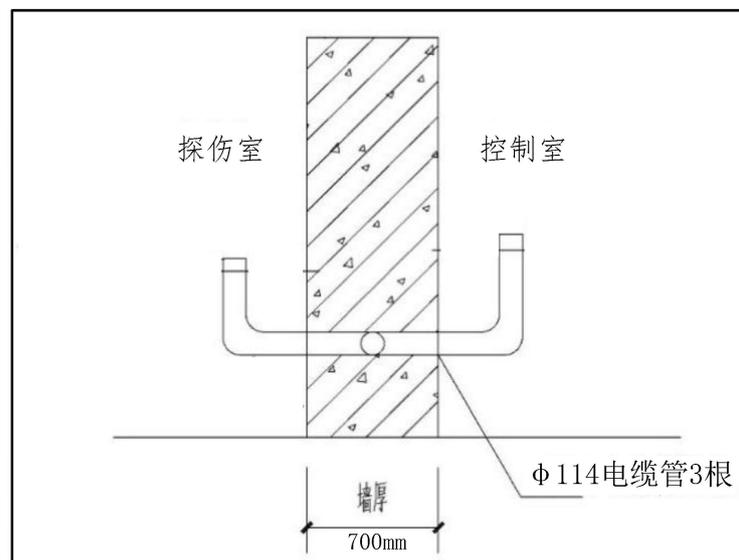
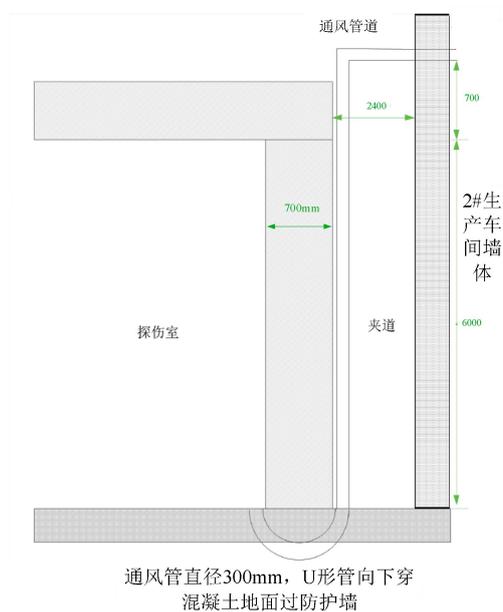


图 10-2 U 型穿墙管线示意图

(3) 探伤室采用门控开关电路，防护门安装有门-机联锁装置，在探伤过程中防护门被意外开启，探伤机立刻停止出束；防护门上方及探伤室内均装有工作状态指示灯（“预备”和“照射”），安装灯-机联锁装置，并配有声音提示装置，各防护门外贴有电离辐射警示标识和中文警示说明；探伤室内对角设置监控摄像头，监控器设置在控制室墙上；探伤室和控制室内均设置紧急停机按钮（共计7个），控制台锁定钥匙由专人保管；防护门内部设置紧急开门按钮。各应急按钮旁边拟张贴注明使用方法的标签。

(4) 探伤室内设置排风装置，排风口位于东北角，采用 U 型埋地穿墙风管，此种穿墙方式不影响防护墙的屏蔽效果，拟安装风量不低于 1500m<sup>3</sup>/h 的排风机，探伤室体积约 228.42m<sup>3</sup>，每小时换气次数约 6 次，满足每小时有效通风换气次

数不小于3次的标准要求。排风口设置朝东侧开口，向厂内空地排风，避开人员活动密集区。排风管道安装示意图见图10-3。



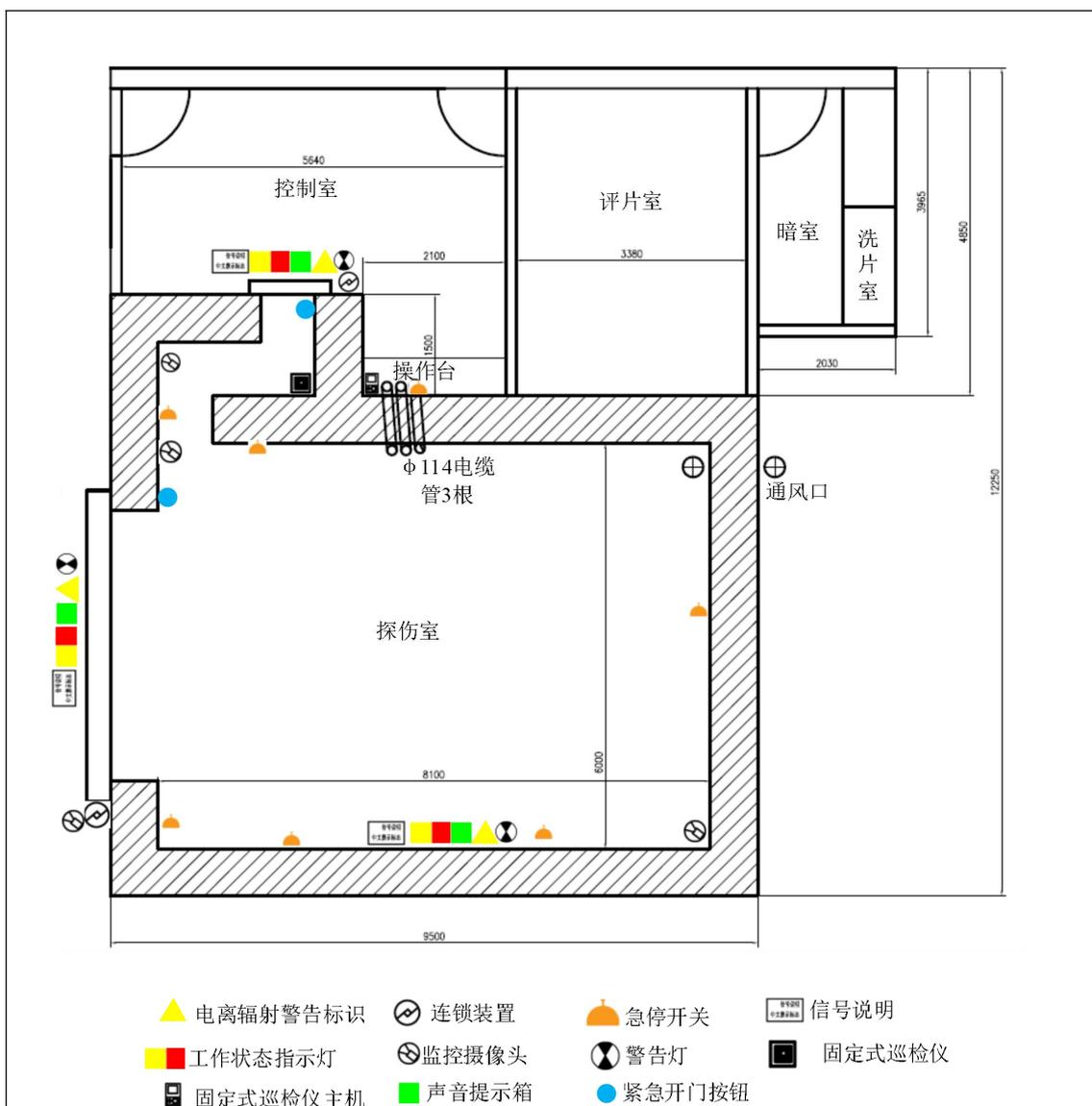
注：探伤室外排风管道引出车间外且出口朝上，不朝向人员。

**图 10-3 排风管道设计剖面图**

(5) 配备安装固定式场所辐射探测装置1套，可实时在线监测场所中的辐射剂量率值。

(6) 本项目危废暂存间共用厂区内的危废暂存间，危废间位于2#生产车间北侧，洗片产生的废显（定）影液暂存于危废暂存间内的塑料桶内；评片产生的废胶片统一暂存于危废暂存间内的储存柜内，收集后定期交有资质的单位回收处置，不随意外排。

本项目探伤室内紧急停机按钮等设施设计安装情况布置示意图见图10-4。



**图 10-4 项目安全防护设施示意图**

### 10.1.3 辐射安全与防护措施符合性分析

对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，本项目机房符合性分析见下表。

**表 10-3 室内 X 射线探伤机房符合性分析表**

	标准要求	本项目	符合性
6.1.1	探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，控制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。	本项目拟建探伤室与控制室分开，控制室位于探伤室北侧，且设置有迷道。	符合
6.1.5	应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。	本项目实行分区管理，将探伤室划分为控制区；探伤室北侧控制室、	符合

		评片室、暗室、洗片室及探伤室外南侧 1m、东侧 1m、西侧 1m 范围内划定为监督区。	
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 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/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 $\mu$ Sv/h。	经预测，探伤室外辐射计量率符合要求。	符合
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 100 $\mu$ Sv/h。	本项目探伤室为一层，探伤室顶无人员到达，根据预测结果，探伤室顶外辐射剂量率满足要求。	符合
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。	本项目探伤室防护门（包括人员进出门和探伤工件进出门）设置门-机联锁装置，防护门被意外打开时，探伤机立刻停止出束。	符合
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。	探伤室防护门外上方及防护门内墙上均拟设“预备”和“照射”状态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，且“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并拟在醒目的位置处应有对“预备”和“照射”信号意义的说明。	符合
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。	拟在探伤室内对角设置监控 2 个摄像头，探伤室工件出入口处和人员出入口处各安装 1 个监控摄像头，监控器设置在控制室墙上，工作人员可清楚观察到探伤室内人员的活动和设备运行情况。	符合
6.1.8	探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目拟在探伤室防护门张贴电离辐射警示标识，并配有中文警示说明。	符合
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	本项目探伤室内及控制室内均设置紧急停机按钮（共计 7 个），控制台锁定钥匙由专人保管。各应急按钮旁边拟张贴注明使用方法的标	符合

	应带有标签，标明使用方法。	签。	
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。	本项目拟设置排风装置，位于探伤室东北墙U型穿墙风管，每小时有效通风换气次数约6次。	符合
6.1.11	探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目拟配置1台固定式剂量报警仪，位于防护门内侧墙上。	符合

由表可知，本项目室内X射线探伤机房工作场所选址、屏蔽防护设计及安全设施等均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）标准要求。

#### 10.1.4 探伤机非作业状态下的安保措施

本项目探伤机在非工作状态时，存放于探伤室内。采取的安保措施如下：

- （1）探伤机在非作业状态下，必须断开探伤机电源。
- （2）探伤室内设有监控摄像头，使探伤机时刻处于监控状态下。
- （3）探伤室门外不设开门开关，人员须进入控制室控制探伤室门开关，控制室门设置双人双锁，防止人为偷盗或破坏。

#### 10.1.5 对使用单位的放射防护要求

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定要求，对建设单位的放射防护要求如下。

- （1）建设单位对本项目的放射防护安全负主体责任。
- （2）建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。
- （3）对从事本项目探伤工作的人员按GBZ 128的要求进行个人剂量监测，按GBZ 98的要求进行职业健康监护。
- （4）本项目探伤工作人员正式工作前应取得符合GB/T 9445要求的无损探伤人员资格。
- （5）对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全防护年度评估报告，并于每年1月31日前向许可证发证机关提交上一年度的评估报告。发现安全隐患的，应当立即进行整改。
- （6）当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。X射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构，清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

### 10.3 三废的治理

#### (1) 臭氧和氮氧化物

本项目探伤机在曝光期间，发出的 X 射线会使周围空气发生电离，产生少量不具有放射性的有害气体，主要为臭氧和氮氧化物。由于本项目探伤机的 X 射线能量相对较低，有害气体产生量较小，且在常温常压下稳定性较差，通过机械通风系统排入外环境后，迅速得以稀释、转化，对周围大气环境影响较小。

本项目探伤室内东侧设置 1 处通风口，经 U 型预埋套管穿墙并连接管道引至探伤室外高空向上排放废气，通风口风量设计 1500m<sup>3</sup>/h，探伤室体积 228.42m<sup>3</sup>，在正常情况下通风换气次数约为每小时 6 次，满足《工业探伤放射防护标准》

(GBZ117-2022) 规定的每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。探伤室内排风口由预埋 U 型套管引至探伤室顶外无人到达处排放废气，防止射线泄露。

#### (2) 废显（定）影液和废胶片

探伤机在探伤洗片期间，会产生废显（定）影液及废胶片等废弃物，预计废显（定）影液的年产生放量不高于 180kg，废胶片年产生量不高于 7.2kg。废显（定）影液和废胶片均属于《国家危险废物名录》（2025 版）中的 HW16 感光材料废物，无放射性。废胶片统一暂存在储存柜内，根据行业要求，胶片需要存档并长期保存。

本项目厂区设置 10m<sup>2</sup> 的危险废物暂存间 1 间，本项目产生的废显（定）影液可存放在带盖可密封且不渗漏的塑料桶内，塑料桶放置在危险废物暂存间内，废胶片可用密闭储存柜承装暂存在危险废物暂存间内。危险废物汇总详见下表。

表 10-4 项目危险废物汇总

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量 (t/a)	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废显(定)影液	HW16 (感光材料废物)	900-019-16 (非特定行业)	0.18	探伤	液态	重金属		半年	T	暂存于危废暂存间
2	废胶片			0.0072		固体	重金属	/	T		

本项目依托厂区内 10m<sup>2</sup> 的危险废物暂存间 1 间，用于放置危险废弃物。建设项目危险废物贮存场所（设施）基本情况详见表 10-5。

表 10-5 建设项目危险废物贮存场所（设施）基本情况

序	贮存场所	危险废物名	危险废物	危险废物代码	位置	占地	贮存	贮存	贮存
---	------	-------	------	--------	----	----	----	----	----

号	名称	称	类别			面积	方式	能力	周期
1	危废暂存间	废显(定)影液	HW16 (感光材料废物)	900-019-16(非 特定行业)	危废 暂存间	10m <sup>2</sup>	密闭 储存	1t	1年
		废胶片							1年

本项目产生的废显(定)影液、废胶片的暂存依托厂区的一座10m<sup>2</sup>的危险废物暂存间，危险废物贮存及处置要求：

①危险废物的暂存间满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597—2023)的要求，地面应进行硬化，并设置防渗层，贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存的危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，防渗层为至少1m厚黏土层(渗透系数不大于10<sup>-7</sup>cm/s)，或至少2mm厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料(渗透系数不大于10<sup>-10</sup>cm/s)，或其他防渗性能等效的材料；

②贮存设施应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合；

③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；

④贮存设施内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝；

⑤贮存设施应采取技术和管理措施防止无关人员进入；

⑥贮存库内不同贮存分区之间应采取隔离措施。隔离措施可根据危险废物特性采用过道、隔板或隔墙等方式；

⑦各危险废物在厂区内临时堆存时间不得超过一年，定期送至有相应资质的危废处理单位安全处置；在危废的转移处置过程中，应严格按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和《危险废物转移管理办法》有关规定执行；

建设单位按以上要求落实，产生的危险废物能够妥善处置，对周围环境影响较小。

### (3) 废X射线管

本项目所用探伤机使用到一定年限或误操作会产生废X射线管，属于放射性废物，根据建设单位提供资料，废X射线管产生量为5kg/10a，到达报废年限

或误操作产生的废 X 射线管直接由厂家拆卸回收处置。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

#### 11.1.1 施工期对环境的影响

本项目为核技术利用项目，在探伤室建设和设备安装期间，射线装置不开机，不会对周围环境产生辐射影响，也无放射性废物产生。施工期的主要污染因子为施工噪声、施工扬尘、施工固体废弃物以及施工人员产生的生活废水和生活垃圾。本项目施工期采取如下污染防治措施。

(1) 废气：在建设施工期需进行墙体的基础建设，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《建筑施工噪声排放标准》（GB12523—2025）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，合理安排施工时间，同时严禁夜间进行强噪声作业，若需在夜间作业，需取得生态环境部门同意。

(3) 固体废物：项目施工期间产生的固废主要有建筑施工过程中产生的建筑垃圾、装修垃圾以及少部分施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾应回填或堆放在指定地点并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；装修垃圾和生活垃圾由环卫部门统一及时清运处理。

(4) 废水：项目施工期间产生的废水主要包括施工人员日常生活产生的生活污水和含有泥浆的建筑废水，生活污水经厂内化粪池处理后，纳入市政污水管网；含有泥浆的建筑废水经沉淀池初级沉淀处理，上清液用于场地洒水抑尘、场地浇灌。建设单位在施工阶段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内，对周围环境影响较小。

综上所述，本项目施工期较短、施工范围较小，施工期的环境影响是短暂的、微弱的，并随着施工期的结束而消失；施工单位应严格落实各项污染防治措施，同时加强施工管理，尽可能将施工期的环境影响降至最低水平。

### 11.1.2安装调试期对环境的影响

本项目设备的安装、调试均由设备厂家委派专业人员完成，在设备调试过程中，不可避免的会进行多次短时间曝光操作，建设单位应加强辐射安全管理，避免无关人员在机房周围活动，另外应加强辐射防护检测，确保各项屏蔽防护措施落实到位，发现异常情况，应立即停止调试工作，待问题解决后方可再次开机。调试人员在设备调试过程中应全程携带个人剂量报警仪。通过采取合理有效的辐射防护措施，设备安装调试期产生的辐射环境影响是可控的、微弱的。

综上所述，本项目在建设阶段的环境影响具有暂时性、可逆性的特点。且因本项目工程量较小，对周围环境和人群的影响较小，故不进行详细评价。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

### 11.2.1 工作量预计

本项目共3台探伤机，每次仅开启1台探伤设备。根据建设单位生产预期，本项目拟建探伤室内日最大开机时长为20分钟，每周工作3天，则周照射时间 $t$ 为1h/周，年照射时间 $t$ 为52h/年。

### 11.2.2 辐射环境影响分析

#### (1) 室内X射线探伤技术参数

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及1号修改单的相关要求，受有用线束照射的屏蔽墙，整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。本项目拟使用3台X射线探伤机，型号分别为XXHZ-2005、XXHZ-3005、XXGHP-3505，均为周向X射线探伤仪，仅限于室内探伤使用，且3台设备不同时开机，结合探伤工作实际，按照最不利影响原则，选取1台XXGHP-3505型周向探伤机（350kV/5mA）对本项目运行阶段的辐射环境影响进行分析和预测。

#### (2) 关注点选取

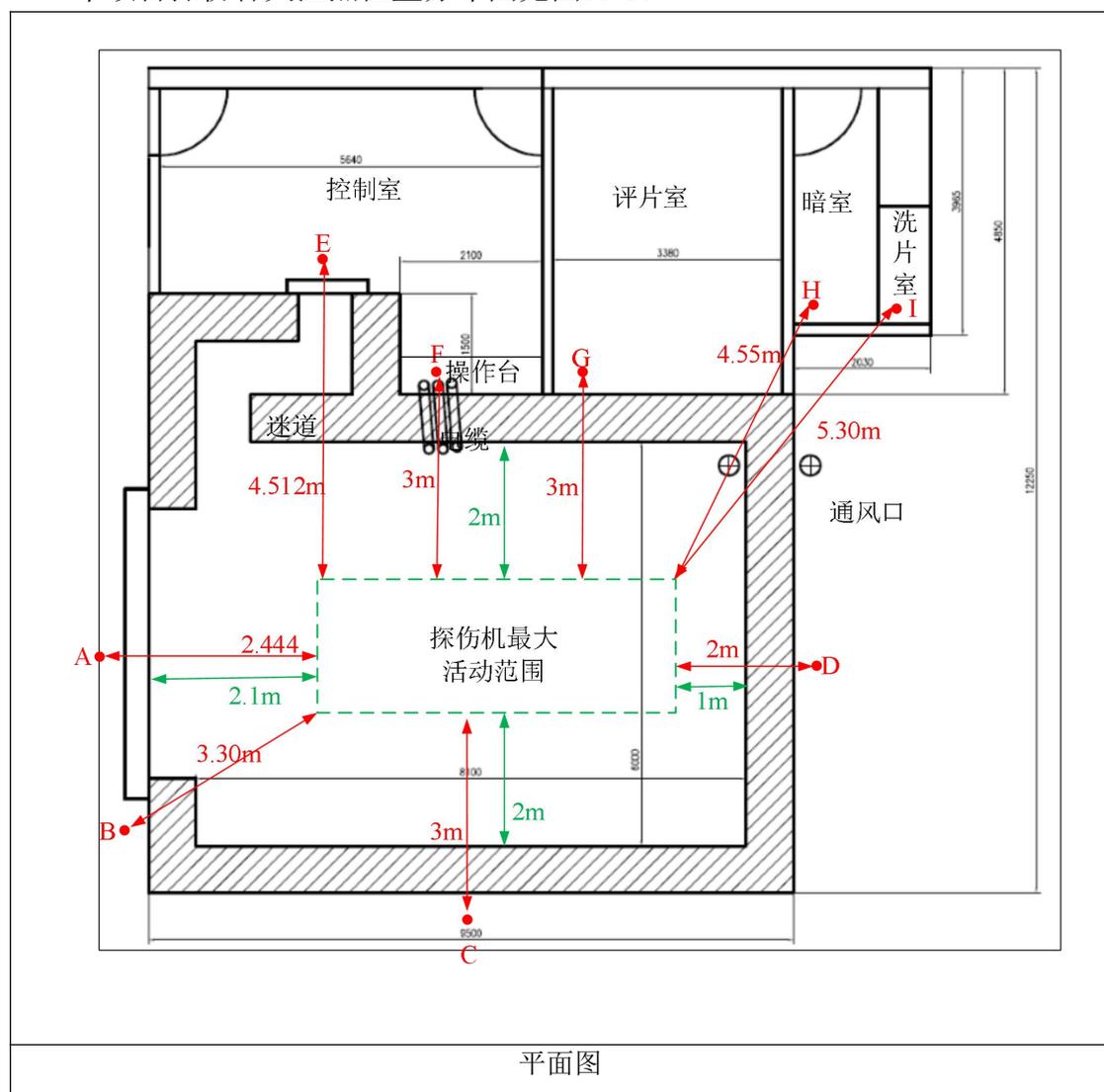
在日常使用中，本项目探伤机为周向出束，有用线束可能朝向探伤室的各个屏蔽墙，故探伤室四周墙体、防护门和顶棚外关注点处剂量率全部按有用线束进行计算。

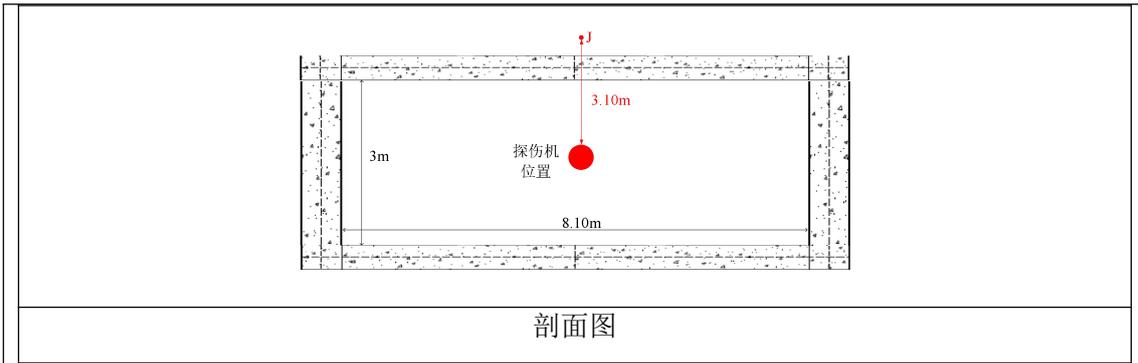
本项目探伤室设计内尺寸为长×宽×高=8.1m×6m×4.7m，四周屏蔽墙厚度均为700mm混凝土，顶棚厚度为400mm混凝土，工件进出防护门厚度为40mm铅

板，人员出入防护门厚度为12mm铅门。工件进入探伤室的方式是依靠拖链轨道平车进入，探伤机位置不固定，在探伤室内有一定活动范围。探伤机在探伤室内轨道上方的平板车上使用，平板车尺寸为2.5m（长）×2m（宽），轨道间距为1.8m，置于探伤室中央位置，轨道距离东侧屏蔽墙的距离为1m；平板车在轨道上方移动，距离南侧、北侧屏蔽墙体距离均为2m，距离工件防护门最近距离为2.1m；拖链轨道平车距地面高度0.3m，工件探伤时高度为2m，探伤工件最高点距地面高度为2.3m。

探伤室东北角处通风口处于有用线束区的散射辐射区域，且设计有U形预埋套管并连接管道引至探伤室外高空朝上排放废气，可有效屏蔽散射辐射，通风口处剂量率可以满足 $2.5 \mu\text{Sv/h}$  标准要求。

本项目探伤各关注点位置分布图见图11-1。





剖面图

图 11-1 项目关注点位置

本项目 X 射线探伤机在探伤室内是可移动的，本次按照最不利因素考虑关注点和射线的最近距离，关注点处主要考虑的射线影响见下表。

表 11-1 关注点处主要考虑的射线影响

关注点	点位描述	距离 R (m)	主要考虑的射线影响
A	探伤室工件防护门外 30cm (生产车间)	<b>2.444</b>	有用线束
B	探伤室西屏蔽墙外 30cm 处 (生产车间)	<b>3.30</b>	有用线束
C	探伤室南屏蔽墙外 30cm (生产车间)	<b>3</b>	有用线束
D	探伤室东屏蔽墙外 30cm (夹道)	<b>2</b>	有用线束
E	人员出入防护门外 30cm (控制室)	<b>3</b>	有用线束
F	<b>探伤室北屏蔽墙外 30cm (操作台)</b>	<b>3</b>	有用线束
G	<b>探伤室北屏蔽墙外 30cm (评片室)</b>	<b>3</b>	有用线束
H	探伤室北屏蔽墙外 30cm (暗室)	<b>4.55</b>	有用线束
I	探伤室北屏蔽墙外 30cm (洗片室)	<b>5.30</b>	有用线束
J	探伤室顶棚外 30cm	<b>3.10</b>	有用线束

### (3) 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及 1 号修改单，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： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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

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

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

式中：

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

U—探伤装置向关注点照射的使用因子，本项目探伤机为3台周向机，按照最不利原则，使用因子均取1；

t—探伤装置周照射时间，单位为小时每周（h/周）；本项目探伤机周照射时间为1h/周。

T—人员在相应关注点驻留的居留因子；

表 11-2 居留因子的取值

关注点	对应区域	T
A	探伤室工件防护门外 30cm（生产车间）	1/4
B	探伤室西屏蔽墙外 30cm 处（生产车间）	1/4
C	探伤室南屏蔽墙外 30cm（生产车间）	1/4
D	探伤室东屏蔽墙外 30cm（夹道）	1/16
E	人员出入防护门外 30cm（控制室）	1
F	探伤室北屏蔽墙外 30cm（操作台）	1
G	探伤室北屏蔽墙外 30cm（评片室）	1
H	探伤室北屏蔽墙外 30cm（暗室）	1
I	探伤室北屏蔽墙外 30cm（洗片室）	1

关注点 J 无人员到达

B.关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}=2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

C.关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 取 $\dot{H}_{c,d}$ 和 $\dot{H}_{c,max}$ 二者的较小值。

由上述公式计算得出的剂量率参考控制水平结果见下表。

表 11-3 本项目探伤室各关注点剂量率参考水平一览表

关注点位置	使用因子 U	周照射时间 t (h)	居留因子 T	Hc ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )	$\dot{H}_{c,d}$ 计算值 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	$\dot{H}_{c,max}$ 值 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	$\dot{H}_c$ 取值 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
探伤室工件防护门外 30cm（生产车间）	1	1	1/4	5	20	2.5	2.5
探伤室西屏蔽墙外 30cm 处（生产车间）	1	1	1/4	5	20	2.5	2.5
探伤室南屏蔽墙外 30cm（生产车间）	1	1	1/4	5	20	2.5	2.5
探伤室东屏蔽墙外 30cm（夹道）	1	1	1/16	5	80	2.5	2.5
人员出入防护门外 30cm（控制室）	1	1	1	100	100	2.5	2.5

探伤室北屏蔽墙外 30cm(操作台)	1	1	1	100	100	2.5	2.5
探伤室北屏蔽墙外 30cm(评片室)	1	1	1	100	100	2.5	2.5
探伤室北屏蔽墙外 30cm(暗室)	1	1	1	100	100	2.5	2.5
探伤室北屏蔽墙外 30cm(洗片室)	1	1	1	100	100	2.5	2.5

注：①本项目探伤机为周向探伤机，探伤装置向关注点方向照射的使用因子均取 1。

②本项目探伤室为单层建筑，净高 4.7 米，探伤室顶外无建筑，在不借助外力情况下，无关人员无法到达探伤室顶部，探伤室顶棚外 30cmHc 取值 100μSv/h。

由计算结果可知，关注点剂量率参考控制水平Hc取Hc,d 和Hc,max 二者的较小值。探伤室四周关注点剂量率参考控制水平Hc取较小值Hc,max，即 2.5μSv/h，探伤室顶棚人员无法到达，关注点剂量率参考控制水平Hc取 100μSv/h。

#### (4) 辐射影响剂量率估算

本次评价中探伤室四周及顶棚各方向中仅考虑有用线束屏蔽，不再考虑进入有用线束区的散射辐射。

有用线束在关注点处产生的辐射剂量率按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算方法。

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2}$$

式中：H—关注点的辐射剂量率，μSv/h；

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，本项目为 5mA；

H<sub>0</sub>—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m<sup>2</sup>/（mA·h），本项目最大管电压 350kV，最大管电流为 5mA。经查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及 1 号修改单中表 B.1，无 350kV 管电压 3mm 铜滤过条件下 X 射线输出量，本次评价以插值法求得 350kV 管电压 3mm 铜滤过条件下 X 射线输出量为 17.4mGy·m<sup>2</sup>/（mA·min）。

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子，按照下式计算；

$$B = 10^{-X/TVL}$$

式中：X—屏蔽物质厚度，mm；本项目探伤室西侧关注点A屏蔽物质厚度为40mm铅门，关注点B、C、D、F、G、H、I屏蔽物质厚度均为700mm混凝土，

关注点E屏蔽物质700mm混凝土和12mm铅门（根据铅与混凝土换算公式 $d_{con}=d_{Pb} \times HVL_{con}/HVL_{Pb}$ ，12mm铅门换算为混凝土的厚度为171.43mm），关注点J屏蔽物质厚度均为400mm混凝土。

TVL—什值层厚度，mm。取值见附录B表B.2。经查阅《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及1号修改单中表B.2，无350kV管电压对应的什值层厚度TVL，本次评价以插值法求得350kV管电压铅的TVL为6.95mm，混凝土的TVL为100mm。

本项目各关注点辐射剂量率计算参数及结果一览见下表。

表 11-4 本项目各关注点辐射剂量率计算参数及结果一览表

关注点	<u>R (m)</u>	<u>I (mA)</u>	<u><math>H_0 (\mu Sv \cdot m^2 / (mA \cdot h))</math></u>	<u>X</u>	<u>B</u>	<u>H (<math>\mu Sv/h</math>)</u>
<u>A</u>	<u>2.444</u>	<u>5</u>	<u><math>1.044 \times 10^6</math></u>	<u>40mm 铅</u>	<u><math>1.76 \times 10^{-6}</math></u>	<u>1.5381</u>
<u>B</u>	<u>3.30</u>	<u>5</u>	<u><math>1.044 \times 10^6</math></u>	<u>700mm 混凝土</u>	<u><math>1 \times 10^{-7}</math></u>	<u>0.0479</u>
<u>C</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u><math>1.044 \times 10^6</math></u>	<u>700mm 混凝土</u>	<u><math>1 \times 10^{-7}</math></u>	<u>0.0580</u>
<u>D</u>	<u>2</u>	<u>5</u>	<u><math>1.044 \times 10^6</math></u>	<u>700mm 混凝土</u>	<u><math>1 \times 10^{-7}</math></u>	<u>0.1305</u>
<u>E</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u><math>1.044 \times 10^6</math></u>	<u>700mm 混凝土+12mm 铅（等效为 871.43mm 混凝土）</u>	<u><math>1.93 \times 10^{-9}</math></u>	<u>0.0580</u>
<u>F</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u><math>1.044 \times 10^6</math></u>	<u>700mm 混凝土</u>	<u><math>1 \times 10^{-7}</math></u>	<u>0.0580</u>
<u>G</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u><math>1.044 \times 10^6</math></u>	<u>700mm 混凝土</u>	<u><math>1 \times 10^{-7}</math></u>	<u>0.0580</u>
<u>H</u>	<u>4.55</u>	<u>5</u>	<u><math>1.044 \times 10^6</math></u>	<u>700mm 混凝土</u>	<u><math>1 \times 10^{-7}</math></u>	<u>0.0252</u>
<u>I</u>	<u>5.30</u>	<u>5</u>	<u><math>1.044 \times 10^6</math></u>	<u>700mm 混凝土</u>	<u><math>1 \times 10^{-7}</math></u>	<u>0.0186</u>
<u>J</u>	<u>3.10</u>	<u>5</u>	<u><math>1.044 \times 10^6</math></u>	<u>400mm 混凝土</u>	<u><math>1 \times 10^{-4}</math></u>	<u>54.3484</u>

由以上计算结果可知：

1) 本项目探伤室正常运行时，探伤室屏蔽墙及防护门外关注点处的剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中提出的“屏蔽体外表面 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5 \mu Sv/h$ ”的标准要求。

2) 本项目探伤室正常运行时，探伤室顶棚外关注点处的剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中提出的“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  $100 \mu Sv/h$ ”的标准要求。

### 11.2.3探伤辐射工作人员及公众年剂量估算

建设项目致人员辐射剂量按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000年报告附录A中的公式计算。

$$H_{E-r} = D_r \times t \times k \times T \times 10^{-3}$$

式中：

$H_{E-r}$ —外照射附加年有效剂量，mSv/a；

$D_r$ —外照射附加剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$t$ —年照射时间，h/a，取52；

$T$ —居留因子，职业人员全居留取1，无关工作人员居留因子取值见表11-2；

$k$ —有效剂量与吸收剂量换算系数，本次评价偏保守考虑取1。

结合各关注点辐射剂量率贡献值和探伤机的出束累计时间，并考虑相关的居留因子计算了工作人员和公众的年剂量，具体见下表。

表 11-5 探伤机运行时周围工作人员和公众的年剂量估算值

关注点	点位描述	人员类型	关注点辐射剂量率 $D_r(\mu\text{Sv/h})$	年出束时间 $t$ (h)	居留因子 $T$	年剂量估算值 $H_{E-r}$ (mSv/a)
A	探伤室工件防护门外 30cm(生产车间)	公众人员	1.5381	52	1/4	0.0200
B	探伤室西屏蔽墙外 30cm 处(生产车间)	公众人员	0.0479	52	1/4	0.0006
C	探伤室南屏蔽墙外 30cm(生产车间)	公众人员	0.0580	52	1/4	0.0008
D	探伤室东屏蔽墙外 30cm(夹道)	公众人员	0.1305	52	1/16	0.0004
E	人员出入防护门外 30cm(控制室)	职业人员	0.0580	52	1	0.0030
F	探伤室北屏蔽墙外 30cm(操作台)	职业人员	0.0580	52	1	0.0030
G	探伤室北屏蔽墙外 30cm(评片室)	职业人员	0.0580	52	1	0.0030
H	探伤室北屏蔽墙外 30cm(暗室)	职业人员	0.0252	52	1	0.0013
I	探伤室北屏蔽墙外 30cm(洗片室)	职业人员	0.0186	52	1	0.0010

关注点 J(顶棚外 30cm) 无人员到达

由以上计算结果可知：

1) 本项目探伤室正常运行时，职业人员受到的附加年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中提出的不超过 20mSv/a 的标准要求，亦满足本次评价提出的不超过 5mSv/a 的管理限值要求。

2) 本项目探伤室正常运行时, 公众人员受到的附加年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中提出的不超过 1mSv/a 的标准要求, 亦满足本次评价提出的不超过 0.1mSv/a 的管理限值要求。

本项目工件进入探伤室的方式是依靠拖链轨道平车进入, 探伤机位置不固定, 在探伤室内有一定的活动范围。根据辐射防护的最优化原则, 本次环评建议项目在进行探伤工作时, 探伤工作尽量远离探伤室左侧防护门, 保证关注点A(探伤室工件防护门外30cm)处的辐射剂量率和公众的年剂量值均较处于较低水平。

### 11.3 事故影响分析

#### 11.3.1 辐射事故分析

本项目使用的II类射线装置, X射线装置只有在开机出束时才产生X射线, 因此, 本项目事故多为开机误照射事故, 主要有:

(1) 探伤过程中因门机联锁失效、警告灯损坏等原因, 工作人员或其他人员误入探伤室使其受到照射; 曝光期间防护门未能完全关闭时, 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。

(2) 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。

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

(4) 误传联络信号误照射。在有人贴胶片时, 由于联络信号传递失误而开机, 造成误照射。

(5) 由于企业管理措施不到位, 致使射线装置丢失、被盗, 对环境产生危害。

企业应加强管理, 严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤作业, 并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善。加强职工辐射防护知识的培训, 尽可能避免辐射事故的发生。

#### 11.3.2 辐射影响分级

根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(449号令)第四十条, 将辐射事故进行分级, 按辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素, 从重到轻将辐射事故分为特别重大事故、重大辐射事故、较大辐射事故

和一般辐射事故四个等级的原则，将本项目的环境风险因子、可能发生辐射事故的意外条件、潜在危害及可能发生的辐射事故等级列于表11-7。

表 11-6 本项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

项目名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	危害结果	事故等级
探伤室	X 射线	a.工作人员在防护门关闭后尚未撤离射线机房，工作人员启动设备，造成有关人员被误照射。 b.安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的仪器机房，造成误照射。	人员收到超年有效剂量限值照射	一般辐射事故

### 11.3.3 辐射事故时受照剂量分析

本项目使用的探伤机类型为周向机，人员误入正在探伤的区域后，存在被有用线束直射的情形。考虑环境最不利影响，按照无屏蔽状态下（透射因子取1.0），计算有用线束在人员与探伤机不同距离处的辐射剂量率，估算人员附加剂量。X射线机至不同距离及不同照射时间下的辐射剂量率（以最大输出量设备计算）见下表。

表 11-7 X 射线机到关注点不同距离下的辐射剂量率单位：mSv

序号	I (mA)	H <sub>0</sub> (μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h))	B	R (m)	H (μSv/h)
1	5	1.044×10 <sup>6</sup>	1	1.0	5.22×10 <sup>6</sup>
2	5	1.044×10 <sup>6</sup>	1	2.0	1.31×10 <sup>6</sup>
3	5	1.044×10 <sup>6</sup>	1	3.0	5.80×10 <sup>5</sup>
4	5	1.044×10 <sup>6</sup>	1	4.0	3.26×10 <sup>5</sup>
5	5	1.044×10 <sup>6</sup>	1	5.0	2.09×10 <sup>5</sup>

人员误入正在出束的探伤室，会被工作人员通过控制台处的视频监控发现，并第一时间切断探伤机电源；或者误入人员发现探伤机正在出束，立即自行通过紧急停机按钮切断探伤机电源。保守估计在此过程误入人员受照射时间约为10s，且绝大多数时间停留在防护门附近，由此估算单次误照射事故所致人员的附加剂量。

表 11-8 单次误照射事故所致人员附加剂量计算结果

序号	R (m)	H (μSv/h)	t (h)	附加剂量 (mSv)
1	1.0	5.22×10 <sup>6</sup>	2.78×10 <sup>-3</sup> (10s)	14.5116
2	2.0	1.31×10 <sup>6</sup>	2.78×10 <sup>-3</sup> (10s)	3.6418
3	3.0	5.80×10 <sup>5</sup>	2.78×10 <sup>-3</sup> (10s)	1.6124
4	4.0	3.26×10 <sup>5</sup>	2.78×10 <sup>-3</sup> (10s)	0.9063

5	5.0	$2.09 \times 10^5$	$2.78 \times 10^{-3}$ (10s)	0.5810
---	-----	--------------------	-----------------------------	--------

由上述计算结果可知，单次误照射事故所致人员的附加剂量较高，因此在探伤工作期间，要求职业人员严格按照操作规程作业，同时应注意检查防护设施的运行状态，最大程度的避免辐射事故发生。

#### 11.3.4 事故风险评价

如果工作人员在防护门关闭后尚未撤离机房，可利用防护门内侧与控制室设置的人工紧急停机、开门按钮。因此，应在探伤室内设置此按钮醒目的指示标识和说明，以便于在紧急情况下使用。

为避免此类事故的发生，工作人员必须严格按照设备操作规程进行操作，要求工作人员每次上班时首先要检查防护门上的联动装置和报警系统是否正常，有效防止事故照射的发生。如果报警系统失灵，应立即停止运行、修复故障，恢复正常。

#### 11.3.5 风险应急预案

建设单位建立了《辐射事故应急处理预案》。本项目使用的射线装置属 II 类射线装置，建设单位根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，对可能发生的辐射事故，制定本单位的应急预案，做好应急准备，结合单位的实际情况，辐射事故应急方案包括以下内容：应急小组与主要职责、应急响应程序、事故报告等，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行，环评要求将本项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备。

#### 11.3.6 辐射事故防范措施

针对以上突发事故，本次环评提出以下防范措施：

①建设单位应按操作规程定期对各个连锁装置进行检查，发现故障及时清除，严禁在门-机、灯-机连锁装置失效的情况下违规操作；通过故障报警系统及时发现故障，及时修复；通过纵深防御以减少由于某个连锁失效或在某个连锁失效期间产生辐射。

②辐射工作人员应在开机运行前认真检查机房内人员情况，待确认无误后，方可进行下一步操作。

③辐射工作人员须加强专业知识学习，加强防护知识培训；加强职业道德修

养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实安全责任制，经常督促检查。

④建设单位在采购探伤机时应将充分考虑生产企业的售后产品技术支持，提高产品可靠性；在维护和维修时，绝不可擅自解除联锁系统。

⑤建设单位应保证控制台紧急停机按钮以及机房内的紧急开门按钮、紧急停机按钮、固定式剂量报警仪正常工作，同时应确保放射工作人员做好定期辐射巡测工作，熟知相关辐射事故应急措施，在辐射事故发生后及时上报、估算意外照射剂量，并将受意外照射人员及时送医。

### 11.3.7 风险应急措施

对于产生误照事故应采取的措施：

①当发生误照事故时，应在第一时间断电，核实事故情况并将事故情况通报有关生态环境、公安、卫生等主管部门。

②对事故影响范围内的人员进行医学检查。

③查找事故发生的原因并进行总结整改，避免类似事故情况的再次发生。

④为避免此类事故的发生，要求工作人员每次上班时首先要检查防护门上的联锁装置和报警系统是否正常。如果报警系统失灵，应立即修理，恢复正常。

⑤加强辐射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。发生辐射事故时，企业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，并在1小时内向当地生态环境部门和公安部门报告，在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，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。

## 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和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用射线装置的单位应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或兼职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

根据相关规定，新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司成立了“辐射安全与环境保护管理小组”（详见附件 4），组长为薛春海，副组长为靳晓峰，成员为李保成，均持有辐射安全与防护考核证书。

表 12-1 企业探伤工作人员信息表

姓名	性别	工作岗位	学历	辐射安全与防护培训	
				有效期	证书编号
薛春海	男	质保师	本科	2021.7.1~2026.7.1	FS21HA1200174
靳晓峰	男	探伤室主任	本科	2021.7.19~2026.7.19	FS21HA1200222
李保成	男	探伤工	本科	2021.10.20~2026.10.20	FS21HA1200297

#### 领导小组职责：

①贯彻执行辐射安全相关的法律、法规、政策、方针，全面负责各项辐射安全与环境保护管理工作。

②针对核技术应用活动按要求办理相应环保手续，监督辐射工作人员合法、合规、合理从事辐射活动。

③按要求开展辐射安全与防护自查及年度评估，积极配合生态环境部门开展的监督检查，并针对自查或监督检查发现的问题落实整改。

④建立、健全各项辐射管理档案，按要求开展场所辐射检测、人员培训考核、个人剂量检测及职业健康体检工作。

⑤制订或修订辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，按要求开展辐射安全与防护宣教活动及辐射事故应急演练。

#### 成员职责：

①组长主要职责：负责辐射安全与环境保护管理工作的整体部署，领导开展辐射安全管理及辐射事故应急工作，并对执行情况进行全面监督。

②副组长职责：负责组织制（修）订辐射安全管理制度及辐射事故应急预案；负责组织开展辐射安全与防护状况自查及年度评估；负责与生态环境部门对接，积极配合开展辐射安全监督检查；负责对不符合项的整改情况进行监督；负责组织开展辐射安全与防护宣教活动；负责组织辐射安全与防护设施的维护、维修；负责协助组长做好辐射安全管理及辐射事故应急处理工作。

③成员主要职责：负责建立、健全各项辐射管理档案；负责按要求办理各项环保手续；负责辐射工作场所辐射环境检测，辐射工作人员培训考核、个人剂量检测和职业健康体检等工作的具体实施；负责辐射安全与防护自查及年度评估工作的具体实施；负责针对不符合项提出整改方案并实施；负责整理上报辐射工作相关资料，协助处理上级交办的其他相关工作。

## **12.2 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许可管理办法》中第十六条第六款的要求，使用射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射安全和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

建设单位制定了相关的辐射管理规章制度，其中包括《辐射安全管理规定》、《辐射防护与安全保卫管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《X射线探伤机安全操作规程》、《防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施》、《工作场所辐射环境检测计划与方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员培训考核管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《辐射安全与防护设施维护维修制度》、《辐射工作场所分区管理规定》、《射线装置管理制度》、《辐射事故应急预案》等。建设单位现有的辐射安全管理制度基本符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，经调查，建设单位已落实各项辐射管理规章制度，并会在本项目正式投运前将各项管理制度张贴于控制室内墙上。

## **12.3 辐射监测**

### **12.3.1 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》要求，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。

公司配备 1 台固定式报警仪、1 台便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪、3 台个人剂量计、3 台个人剂量报警仪。

### 12.3.2 监测方案

#### (1) 环境监测方案

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)要求，项目运行期间，需要对屏蔽墙或自屏蔽体外 30cm 处的 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位开展 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率(开关机时各测量一次)或累积剂量监测，每年 1~2 次。

#### (2) 场所监测方案

检测因子：X ( $\gamma$ ) 空气吸收剂量率。

检测频率：定期检测：正常情况下，每月进行 1~2 次自行检测。应急检测：工作场所如发现异常情况或怀疑有异常情况，应对工作场所和环境进行应急检测。年度检测：每年一次，委托有资质的单位进行检测。

检测范围：以探伤室为中心，探伤室屏蔽墙外 30cm、周围 50m 范围内。

检测布点：监测点主要涵盖以下几处位置：①通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；②探伤室防护门外 30cm 离地面高度 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；③探伤室墙外 30cm 离地面高度 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；④人员经常活动的位置，主要包括控制室、评片室、暗室、洗片室及其他人员能到达的位置；⑤每次探伤结束后，应检测探伤室的入口，以确保 X 射线探伤机已经停止工作。

剂量率控制水平：以 2.5 $\mu$ Sv/h 作为探伤室四周剂量率控制水平，以 100 $\mu$ Sv/h 作为探伤室顶剂量率控制水平，如发现超过标准的情况，则应进行调查，查找原因，改善探伤室防护条件。

#### (3) 个人剂量监测方案

①个人剂量计佩戴要求：对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

②个人剂量监测要求：常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为1个月，最长不应超过3个月，并建立个人累积剂量档案。

③个人剂量档案的保存：个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录。职业照射个人剂量档案终生保存。

④异常情况处置：当职业照射受照剂量大于调查水平时，除记录个人监测的剂量结果外，并作进一步调查。本标准建议的年调查水平为有效剂量5mSv，单周期的调查水平为5mSv/（年监测周期数）；当放射工作人员的年个人剂量当量小于20mSv时，一般只需将个人剂量当量Hp(10)视为有效剂量进行评价，否则，估算人员的有效剂量；当人员的眼晶状体、皮肤和四肢的剂量有可能超过相应的年当量剂量限值时，给出年有效剂量的同时估算其年当量剂量。

本项目在落实上述辐射监测设备和监测方案后，可以满足《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许可管理办法》中关于辐射监测方面的要求。

## 12.4 辐射事故应急预案

### 12.4.1 本项目辐射事故应急预案

为有效防护、及时控制放射事故所致的伤害，加强射线装置安全监测和控制等管理工作，保障放射相关工作人员以及装置周围人员的健康安全，避免环境辐射污染，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及其它有关法律、法规的规定和职能管理部门要求，本项目应建立《辐射事故应急预案》。

具体要求如下：

（1）制定有针对性的辐射事故应急预案，事故应急预案的内容需包括有效的组织结构、通畅的通信联络系统、事故报告程序、事故处理及监测、应急车辆等。需满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中对辐射事故应急预案的要求；

（2）辐射事故应急救援预案应当包括以下内容：应急机构和职责分工；应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；辐射事故分级应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序；辐射事故信息公开、公众宣

传方案；

(3) 设置应急机构，并对机构人员进行职责分工；定期组织相关会议，对应急工作人员进行培训；总结辐射工作经验，深化事故分析，提高辐射事故处理能力；

(4) 定期组织演练，提高应对辐射事故的软实力；

(5) 根据国家有关部门出台的制度及时更新辐射事故应急预案，及时明确项目所在地生态环境部门、公安部门、卫生部门联系方式；

(6) 配备相应的应急和救助的装备、资金、物资并定期更新。

#### 12.4.2 应急人员培训演习计划

为了确保在发生事故时，能及时启动应急预案，企业应不定期组织相关部门开展辐射事故应急演练，总结演练中存在的问题，及时修订事故应急预案，确保应急预案能及时、有效得到应用。

为了在启动应急预案时，应急人员能够按照应急预案的要求快速响应，按规定做出相应动作，将事故影响降低到最小，企业应不定期组织对应急预案中涉及的应急人员进行应急培训，培训内容应包括但不限于企业涉及辐射事故情形、辐射应急预案的响应程序、应急报告流程、应急监测方法、应急终止程序等。

### 12.5 环保投资

本项目探伤室为新建，主要投资为建筑墙体屏蔽防护、探伤室建造及装修费用、部分防护用品购置费用、人员体检培训等，预计总投资 180 万元，环保投资 60 万元，详细投资估算如下。

表 12-2 本项目环保投资估算一览表

序号	名称类别	环保投资
1	安全防护设施	
	四周屏蔽墙、顶棚、地板、探伤室及人员铅防护门等	48
	防护门外张贴配有中文说明的警示标识	0.2
	安装视频监控设施，配备 4 个摄像头（探伤室内对角及工件出入口），保证探伤室内及工件出口门无死角	1
	安装门机联锁、门内和门外同时设置有显示预备和照射状态的声光报警装置	0.8
	探伤室内防护门内侧，手方便触碰处安装醒目的紧急开门按钮	0.2
	控制室操作台设置防止误操作的锁定开关	0.3

		探伤室设置紧急停机按钮	0.7
		个人防护用品（个人剂量计 3 个、个人剂量报警仪 3 个、便携式 X-γ 射剂量监测仪 1 台、固定式剂量报警仪 1 个	2.0
2	通风系统、 电缆通道	机房内设置机械排风装置、管道口屏蔽补偿措施	0.5
3	危废处置	废显（定）影液、废胶片收集放置废液桶与储存柜中，暂存于危废间（依托厂区现有），定期委托有资质单位处理	1.0
4	人员	人员培训	0.3
5	环保手续	环境影响评价及竣工环保验收	5
合计			60
环保投资比例			33.3%

## 12.6 从事辐射活动的能力

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定，建设单位从事核技术利用项目应具备相应的条件。现对建设单位从事辐射活动应具备的条件分析如表 12-3。

表 12-3 建设单位从事辐射活动的条件分析

一	《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求	本项目情况	符合情况
1	射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	划定监督区和控制区，监督区仅工作人员可以入内。设备控制台有启动钥匙、紧急停机按钮等安全设施	符合
2	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府生态环境主管部门认定的环境监测机构进行监测	项目投入使用后，拟对铅房周围进行辐射环境监测；委托有资质单位进行监测，监测频次 1 次/年	符合
3	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告	项目投运后，将按要求每年 1 月 31 日前向生态环境部门提交上一年度的辐射安全年度评估报告	符合
4	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照生态环境部审定的辐射安全培训和考试大纲，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	拟配备 3 名辐射工作人员，在辐射工作正式运行前均需通过培训和考核	符合
5	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关	拟为辐射工作人员配备个人剂量计，并委托有资质的监测机构进行个人剂量监测，每季度送检 1 次	符合

6	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测		
二	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求	本项目情况	符合情况
1	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	已成立“辐射安全与防护工作领导小组”	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	配备3名辐射工作人员，在辐射工作正式运行前均需通过培训和考核	符合
3	放射性同位素与射线装置使用场所防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	已制定辐射安全管理制定	符合
4	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。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪	公司拟购置1台辐射监测仪、3台个人剂量报警仪、3个个人剂量计、1套固定式场所辐射探测装置。	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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	公司已制定各项管理规章制度和操作规程	符合
6	有完善的辐射事故应急措施	公司已制定辐射事故应急措施	符合
7	产生放射性废气、废液、固体废物的，应具有确保放射性废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	本项目中的射线装置使用过程中不产生放射性废水、废气和固体废物	不涉及

由上表分析可知，公司认真落实《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》各项规定后，能够具备从事辐射活动的能力。

## 12.7 竣工环保验收内容建议

根据《建设项目环境保护管理条例》规定，建设单位应当按照生态环境主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，本次评价提出的本项目竣工环境保护验收内容及要求见表12-4。

表12-4 项目建议的竣工环保“三同时”验收内容一览表

序号	项目	主要内容或要求
1	环保手续完善	环评文件齐备，取得辐射安全许可证
2	项目建设情况	屏蔽墙（700mm 混凝土）和顶棚（400mm 混凝土）
		探伤室工件防护门：40mm 铅门，人员防护门：12mm 铅门
3	剂量限值达标	满足工作人员 5mSv/a、公众人员 0.1mSv/a 的年剂量约束限值，亦满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“剂量限值”的要求。

4	屏蔽能力达标	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的管理限值: 工作人员 20mSv/a, 公众 1mSv/a 要求, 亦低于剂量约束值: 工作人员 5mSv/a, 公众 0.1mSv/a, 同时满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“人员在关注点的周剂量参考控制水平, 对职业工作人员不大于 100μSv/周, 对公众不大于 5μSv/周”的相关要求。
5	安全防护设施	探伤室设置有门机联锁装置和声光报警装置, 防护门外张贴配有中文说明的警示标识
		安装 4 个摄像头, 保证探伤室内无死角
		安装门机联锁和声光报警装置。门内和门外同时设置有显示预备和照射状态的指示灯和声音提示装置
		探伤室内防护门内侧, 手方便触碰处安装醒目的紧急开门按钮
		操作间控制台设置防止误操作的锁定开关
6	管理规章制度	成立辐射安全管理领导小组, 明确各人员职责
		制定相关的辐射管理规章制度, 各种制度在控制室显著位置张贴
7	事故应急预案	制定《辐射事故应急预案》
8	落实检测计划	建立职业健康和个人剂量管理档案, 落实日常环境监测, 并有详细记录。
9	人员持证情况	探伤工作人员全部参加辐射安全与防护培训, 并取得培训合格证书。
	配置防护用品	便携式 X-γ剂量率仪 1 台, 个人剂量报警仪 3 台、个人剂量计 3 个、固定式剂量报警仪 1 台
10	废气治理措施	探伤室安装机械排风装置
11	固废治理措施	10m <sup>2</sup> 的危险废物暂存间 1 间, 内部放置可密闭的承装废显(定)影液的桶和储存柜, 签订危废处置协议, 建立完善的危废管理台账。
12	资料建档	环评报告表、环评批复、辐射安全许可证、个人剂量检测报告、健康体检报告、日常巡检记录、探伤机使用记录等相关资料存档情况。
13	验收三同时	本项目与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用, 经验收合格方可正式投入运行。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 建设内容及规模

新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司位于新乡市红旗区东强路与新盛街交叉口东南角，公司拟在厂区 2#生产车间内东北侧新建 1 座探伤室，拟购进 XXHZ-2005 型 X 射线探伤机、XXHZ-3005 型 X 射线探伤机、XXGHP-3505 型 X 射线探伤机各 1 台，均属于 II 类射线装置，探伤作业仅在探伤室内进行。建设项目总投资 180 万元，环保投资 60 万元，环保投资比例 33.3%。

#### 13.1.2 实践正当性评价

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品质量，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《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。

#### 13.1.3 产业政策相符性分析

本项目拟建探伤室，使用工业 X 射线探伤装置，属于非医用 II 类射线装置，探伤作业仅在探伤室内进行。根据《产业结构调整指导目录》（2024 年本），本项目不属于规定中的“限制类”及“淘汰类”，因此本项目的建设符合国家产业政策。

#### 13.1.4 选址合理性分析

本项目位于新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司 2#生产车间内，拟建辐射工作场所边界外 50m 范围无居民区、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点，因此项目符合相关规划，选址合理。

#### 13.1.5 环境质量与辐射现状评价

本项目位于新乡市红旗区东强路与新盛街交叉口东南角，拟建项目区域 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果属于正常范围，无异常。

#### 13.1.6 辐射安全和防护措施

本项目拟采取的实体屏蔽材料及厚度满足要求，拟设置的辐射安全和防护措施完善，能够满足相关规定的要求。

#### 13.1.7 环境影响分析

#### (1) 建设阶段环境影响结论

本项目施工期较短、施工范围较小，施工期的环境影响是短暂的、微弱的，并随着施工期的结束而消失；施工单位应严格落实各项污染防治措施，加强监管，将施工期的环境影响降至最低水平。

#### (2) 运行阶段环境影响结论

根据建设单位给出的屏蔽设计方案，通过对拟建探伤室的预测分析，项目在正常运行后，辐射工作场所周围关注点的辐射剂量率均满足相应标准规范要求；机房评价范围内职业人员年有效剂量均满足职业人员 5mSv/a，公众人员 0.1mSv/a 的剂量约束值要求，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的要求。

### 13.1.8 辐射安全管理

(1) 建设单位成立了“辐射安全与防护工作领导小组”，明确了职责范围，全面负责建设单位的辐射安全与环境保护管理工作。

(2) 建设单位现有的辐射安全管理制度基本符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，建设单位应在本项目建成运行之前，将各项管理制度张贴于控制室内墙上。

(3) 针对本项目建设单位配备 3 名辐射工作人员，均已通过辐射安全与防护考核，根据国家标准的相关规定定期体检，建立个人健康档案，发现问题及时处理。

(4) 建设单位制定了职业人员职业健康体检计划和个人剂量检测计划，建立了职业健康管理和个人剂量检测管理档案。

(5) 建设单位制定了辐射环境检测计划，应急监测在发生事故时监测，日常监测频度每月 1 次，在设备正常运行状态下，建设单位每年委托有资质单位对各辐射工作场所及周围辐射环境剂量率进行检测，检测频次为 1 次/年，并将检测数据记录存档。

(6) 应对突发性事故，建设单位制定了详细完整的《辐射事故应急预案》，该预案成立了应急处理机构，明确了相应的职责范围，规定了辐射事故处理的原则及应急响应程序。环评建议建设单位应将本地区（县、市）的环保部门、公安部门、卫生部门联系电话加入应急预案中。

(7) 建设单位应定期进行辐射事故应急演练，以便在事故发生时能够迅速控制事故影响，将辐射事故降低到最低限度。

### **13.1.9 结论**

综上所述，新乡市科瑞达过滤净化技术有限公司室内 X 射线探伤应用项目辐射有关内容建设符合相关产业政策要求。本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，企业将具有与辐射活动相匹配的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够满足辐射环境保护的要求，其产生的辐射危害远小于企业和社会从中取得的利益，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

## **13.2 建议与承诺**

### **13.2.1 建议**

- (1) 加强对工作人员的教育和培训，避免辐射事故的发生。
- (2) 完善操作规程、管理制度以及应急响应方案，定期演练。
- (3) 项目建成后，及时申领辐射安全许可证，并组织进行竣工环境保护验收；对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全防护年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向许可证发证机关提交上一年度的评估报告。发现安全隐患的，应当立即进行整改。
- (4) 对辐射工作人员参与探伤的时间和次数进行记录。

### **13.2.2 承诺**

- (1) 按照环境影响评价文件及审批文件、生态环境主管部门提出的要求同步进行主体工程 and 环保设施的建设，落实各项环保措施和辐射环境管理措施。
- (2) 严格落实各项辐射安全管理规章制度。
- (3) 按照环评要求配备所需防护用品和检测仪器。
- (4) 按照环保要求，及时申领辐射安全许可证，并组织进行竣工环境保护验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人:

单位盖章

年 月 日

审批意见:

经办人签字

单位盖章

年 月 日