

核技术利用建设项目  
衡阳天星医药化工设备科技有限公司  
专用探伤室核技术利用建设项目  
环境影响报告表  
(送审版)

衡阳天星医药化工设备科技有限公司 (盖章)

2023年04月

中华人民共和国生态环境部制

# 核技术利用建设项目

衡阳天星医药化工设备科技有限公司

专用探伤室核技术利用建设项目

## 环境影响报告表

建设单位名称： 衡阳天星医药化工设备科技有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）： \_\_\_\_\_

通讯地址： 衡阳市珠晖区建湘路1号

邮政编码： XXXXXX 联系人： XXXXXXX

电子邮箱： XXXXXXXXXXXXX 联系电话： XXXXXXXX

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	1j44gt		
建设项目名称	衡阳天星医药化工设备科技有限公司专用探伤室核技术利用建设项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	衡阳天星医药化工设备科技有限公司		
统一社会信用代码	9143040069181722XJ		
法定代表人（签章）	[Redacted]		
主要负责人（签字）	[Redacted]		
直接负责的主管人员（签字）	[Redacted]		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	湖南省湘环环境研究院有限公司		
统一社会信用代码	91430111MA4M4TCNXF		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
李霞	[Redacted]	[Redacted]	李霞
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张新正	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、评价依据	[Redacted]	张新正
李霞	保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	[Redacted]	李霞

## 目 录

表 1	项目概况	1
表 2	放射源	6
表 3	非密封放射性物质	7
表 4	射线装置	8
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	9
表 6	评价依据	10
表 7	保护目标与评价标准	12
表 8	环境质量现状	18
表 9	项目工程分析与源项	21
表 10	辐射防护与安全措施	27
表 11	环境影响分析	37
表 12	辐射安全管理	51
表 13	结论及建议	59
表 14	审批	62

## 附 录

### 附图

- 附图一 项目现场照片
- 附图二 项目所在地理位置图
- 附图三 厂区平面布置图

### 附件

- 附件一 委托书
- 附件二 质量保证单及场所辐射环境本底检测报告
  
- 附件四 关于成立辐射安全防护领导小组的通知

表 1 项目概况

项目名称		衡阳天星医药化工设备科技有限公司专用探伤室核技术利用建设项目			
建设单位		衡阳天星医药化工设备科技有限公司			
法人代表	XXXX	联系人	XXXX	联系电话	XXXX
注册地址		衡阳市珠晖区建湘路 1 号			
项目建设地点		衡阳市珠晖区建湘路 1 号衡阳天星医药化工设备科技有限公司厂房内			
立项审批部门		/		批准文号	/
核技术利用项目总投资（万元）	XXXX	核技术利用项目环保投资（万元）	XXXX	投资比例(%)	XXXX
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m <sup>2</sup> )	--
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	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	无				
<p><b>1.1 核技术应用的目的是任务：</b></p> <p>当今，X 射线无损检测已经广泛应用在工业中。工业 X 射线无损检测主要利用 X 射线机产生的 X 射线对需要进行检测的部件的焊缝进行拍片，得到部件焊缝的拍片资料，通过对片子影像资料的分析，达到判断部件焊缝符合质量要求的目的。</p>					

## 续表 1 项目概况

### 1.2 建设单位概况

衡阳天星医药化工设备科技有限公司成立于 2009 年 07 月 20 日，注册资本 500 万元，注册地位于衡阳市珠晖区建湘路 1 号。经营范围包括制药机械、化工机械、生物工程设备、食品机械设备、节能和水处理设备的研发、设计、制造与销售。

### 1.3 项目由来

衡阳天星医药化工设备科技有限公司的产品主要包括不锈钢机械及设备，这些设备需要进行焊接并探伤，为了满足公司生产产品性能与质量，公司投资 XXXX 万元在衡阳市珠晖区建湘路 1 号衡阳天星医药化工设备科技有限公司厂房内进行核技术利用建设项目。本次核技术利用建设项目为在厂房内新建 1 座探伤室，新增 2 台工业周向 X 射线探伤机（额定电压 250kV，额定电流 5mA），预计年检测工件数量约为 200 件，根据《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号）可知，上 2 台工业 X 射线探伤机均属于 II 类射线装置。本次新增探伤机主要在探伤室内开展无损检测工作，不涉及野外移动作业。

根据现场实际情况，目前探伤室已建成，2 台工业探伤 X 射线装置已购买。

为保护环境，保障周围公众健康，根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）以及《中华人民共和国环境影响评价法》，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（部令第 16 号），本项目属于“172 使用 II 类射线装置的”，本项目环境影响评价报告文件形式为编制环境影响报告表。因此，衡阳天星医药化工设备科技有限公司委托湖南省湘环环境研究院有限公司（以下简称“我公司”）对拟开展的核技术利用建设项目进行环境影响评价。我公司人员在现场踏勘、收集有关资料的基础上，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》（HJ 10.1-2016）的要求，编制了本项目的辐射环境影响报告表。

### 1.4 项目概况

（1）项目名称：衡阳天星医药化工设备科技有限公司专用探伤室核技术利

## 续表 1 项目概况

用建设项目

(2) 建设地点：衡阳市珠晖区建湘路 1 号衡阳天星医药化工设备科技有限公司厂房内

(3) 建设性质：新建

(4) 建设单位：衡阳天星医药化工设备科技有限公司

(5) 投资：核技术总投资 XXXX 万元，其中环保投资 XXXX 万元，占比 XXXX

(6) 建设内容

建设单位在现有厂房内建设 1 座 X 射线专用探伤室，探伤室采用混凝土现浇工艺+铅板，新增 2 台工业 X 射线探伤机，型号分别为 XXGHZ-2505、XXHA-2505，均属于 II 类射线装置，用于碳钢、不锈钢材料的对接焊缝内部检测工作。本项目使用探伤装置基本参数见下表 1-1。

表 1-1 设备基本情况一览表

主要工作参数		探伤机型号	XXGHZ-2505 (周向机)	XXHA-2505 (周向机)
		1	生产厂家	丹东荣华射线仪器仪表有限公司
2	X 射线管电压 (kV)	150~250	150~250	
3	X 射线管电流 (mA)	5	5	
4	焦点尺寸 (mm)			
5	射线方向			
6	辐射角度			
7	发生器重量 (kg)			
8	最大穿透 (mm)			

根据项目特点，本项目主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程四部分组成。项目组成见下表 1-2。

表 1-2 项目基本组成情况一览表

序号	类别	项目名称	建设内容	备注
1	主体工程	专用探伤室	X 射线专用探伤室 1 座，西侧设置迷路，有效使用面积为 21.1m <sup>2</sup> （不含迷路），迷路外墙侧设置工作人员进出防护小门，北侧设置工件进出防护大门，	新建，已建成
		设备	新增 2 台工业 X 射线探伤机，型号分别为 XXGHZ-2505、XXHA-2505，设备均在探伤室内	新购，已购买

续表 1 项目概况

			使用，且放置于探伤室内	
2	辅助工程	操作室	位于探伤室西侧，设置有操作室，操作室内制度上墙	新建，已建成
		暗室	用于洗片，室内设置工作台、水槽、洗片、废水及废液暂存区域	
3	公用工程	供配电系统	依托厂房供配电系统，厂房用电来源于市政供电。	依托
		给水系统	依托厂区给水管网供辐射工作人员生活用水	依托
		排水系统	辐射工作人员生活污水依托厂区污水处理装置处理达标后排入市政污水管网	依托
4	环保工程	污水处理装置	依托厂区现有污水处理装置	依托
		有害气体	新增动力通风装置	新建
		固废	一般固废：项目工作人员生活垃圾依托厂区生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理； 危险废物：项目拟在暗室放置 3 个废液收集桶，废显影液、定影液、清洗废液在收集桶内暂存，收集桶下设防渗托盘。一批次废液收集完全后，统一将废液桶放至暗室内暂存，暗室内的墙壁及地面均涂抹防渗涂层。废胶片和存档到期的胶片在收纳箱内暂存。危险废物均定期交有资质单位收运处理。	新建

### 1.5 劳动定员

本项目配置 2 名放射工作人员，为 1 个工作小组，每次只开 1 台设备，不同时操作 2 台及以上的设备。

上述放射工作人员均已取得了核技术利用成绩合格单，且在有效期内；拟为上述 2 人配置个人剂量计，并定期进行检测；上述 2 人均已进行了职业健康体检，结论为可继续从事放射工作。

**1.6 工作时间：**探伤室工作时间为 9:00~17:00 之间。

### 1.7 探伤工件情况

表 1-3 探伤工件基本情况

工件名称	尺寸(mm)	探伤厚度(mm)	工件数量(件/预计年产)	每天拍片张数
不锈钢设备筒体	直径Φ100~2200	6~30	200	13

### 1.8 计划工作量

按照探伤要求，2 台探伤机根据情况轮流使用，探伤每天平均约曝光 1 次，

## 续表 1 项目概况

年工作天数为 200 天。2 台探伤机年共曝光约 200 次，每次平均照射时间 10min，每年曝光时间约为 33.4h。本项目设备工作量见下表：

表 1-4 探伤设备工作量一览表

设备名称	类型	探伤工件数 (件/d)	曝光次数 (次/年)	每次摄片平均时间 (min/张)	年曝光时间 (h/a)
工业 X 射线探伤机	周向机	1	200	10	33.4

### 1.9 保护目标

根据本项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目辐射环境保护对象为探伤室墙体为边界 50m 范围内从事放射工作的放射工作人员及公众成员。

### 1.10 选址合理性及平面布局合理性分析

#### (1) 选址合理性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)关于“源的选址与定位”规定，国家只对“具有大量放射性物质和可能造成这些放射性物质大量释放的源”应考虑场址特征的规定，对其它源的选址未作明文规定。本项目在正常运行和事故工况下，均不会造成大量放射性物质释放。因此，国家有关标准和文件对拟建项目的择址未加明确限制。

本项目位于衡阳市珠晖区建湘路 1 号衡阳天星医药化工设备科技有限公司厂房内，该厂房封闭式管理，公众成员不得入内；探伤室位于东南侧，探伤室东侧为仓库，南侧为墙间隙（人员不可达），间隙南侧为玻璃厂厂房，西侧为暗室、操作室，北侧为加工区，楼上人员不可达，楼下为夯实土层；本项目远离办公楼及辅助用房等环境敏感点。项目营运期产生的电离辐射、有害气体均得到有效治理，达标排放对环境的影响小。

综上所述，本评价从环保角度来看，该项目的选址是合理可行的。

#### (2) 布局合理性分析

本项目探伤室在西侧设置迷道，迷道外侧为操作室，操作室与 X 射线设备直线距离较短，便于管线安装及设备操作，探伤室与操作室之间设置了实体墙，且不位于主射方向上，北侧对应加工区处设置工件进出大门，工件进出空间较大，路线便捷。因此，本公司探伤项目平面布局合理。

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
以下无								

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

**表 3 非密封放射性物质**

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（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 (台)	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注	
1	工业 X 射线探伤机	II类	1	XXGHZ-2505 (周向机)	250	5	无损检测	探伤室	新增	
2	工业 X 射线探伤机	II类	1	XXHA-2505 (周向机)	250	5	无损检测	探伤室	新增	
合计			2	/						

(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	氟靶情况			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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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><b>6.1 相关法律法规、部门规章及规范性文件</b></p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日执行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2019 年 3 月 2 日修订，2019 年 3 月 18 日施行；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订并施行；</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；</p> <p>(9) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日施行；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 月 1 日起施行，2021 年 12 月 30 日修改）；</p> <p>(11) 《放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，（环保总局公告 [2006] 第 145 号）；</p> <p>(12) 《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》（2019 年，第 57 号）</p> <p>(13) 《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）。</p>
------	--

续表 6 评价依据

<p>技术标准</p>	<p><b>6.2 评价技术规范</b></p> <p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)。</p>
	<p><b>6.3 评价技术标准</b></p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)；</p> <p>(4) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020)；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(6) 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(7) 引用《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 本项目电离辐射检测报告：湘环院(HJ)2303001号、湘环院(HJ)2303002号(附件二、附件三)；</p> <p>(2) 辐射环境影响评价委托函；</p> <p>(3) 《辐射防护》(第11卷,第二期,湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究,湖南省环境监测中心站,1991年3月)；</p> <p>(4) 建设单位提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中要求：“第 1.5 评价范围和保护目标：放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围。”

本项目为核技术利用的环境影响评价，运营过程中产生的电离辐射经有效的屏蔽后对周围影响较小，且主要影响人员是射线装置所在机房临近的职业工作人员和工作场所周围的公众。因此，本项目以探伤室实体边界 50m 的范围为评价范围。评价范围示意图见下图：

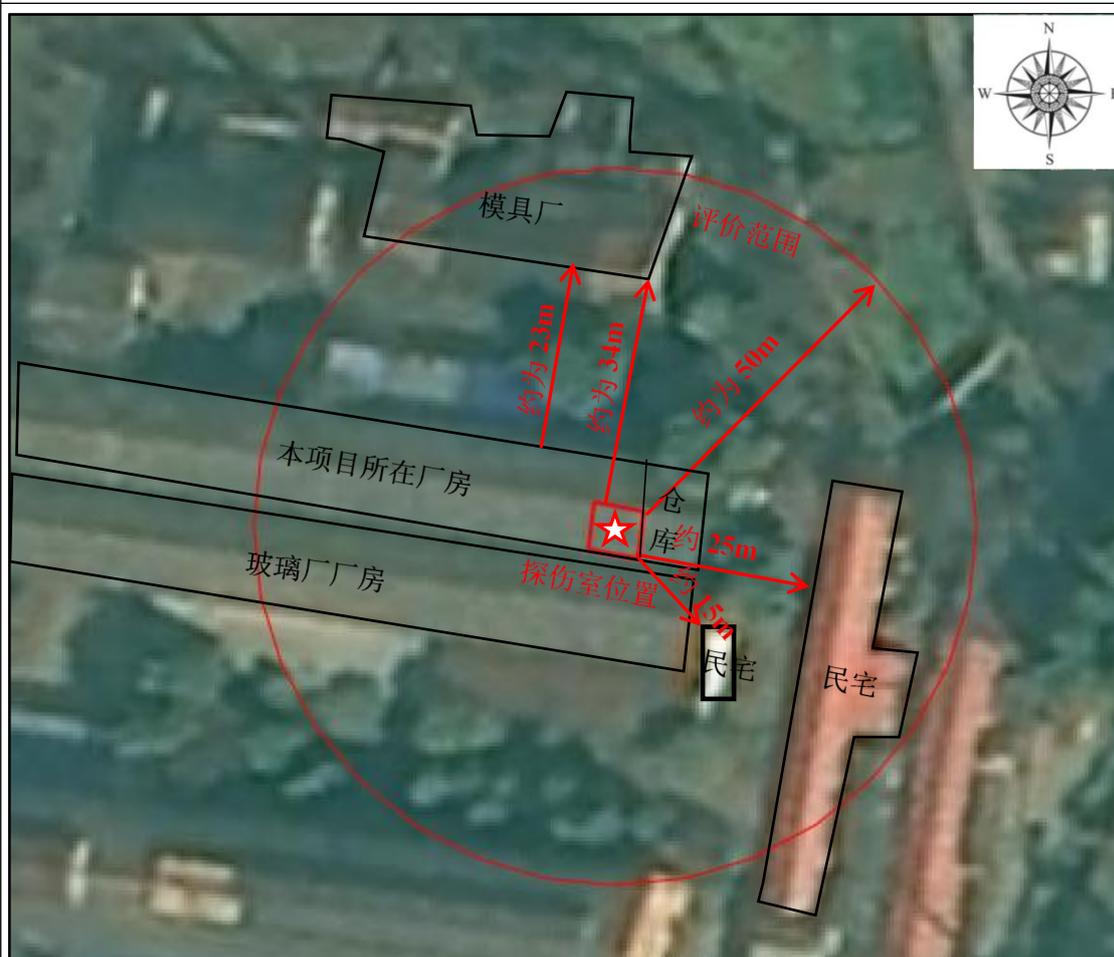


图 7-1 项目评价范围示意图

## 续表 7 保护目标与评价标准

### 7.2 环境保护目标

本项目位于衡阳市珠晖区建湘路 1 号衡阳天星医药化工设备科技有限公司厂房内。

探伤室位于厂房东南侧，厂房为单层，厂房东侧紧邻仓库，约 25m 处为民宅，南侧为墙间隙，约 1m 处即为玻璃厂厂房，西侧为操作室、暗室及车间加工区，北侧为道路及绿化带，约 23m 处为磨具厂厂房。

项目所在地理位置见附图二，厂区平面布置图见附图三。探伤室周围敏感点见表 7-1。

表 7-1 探伤室周围敏感点情况表

序号	方位	水平距离	敏感点名称	特征	可能受影响人数	影响因素	
专用探伤室	东侧	紧邻至 10m	仓库	公众照射	约 10 人	X 射线	
		约 10m~25m	绿化带	--	--		
		约 25m~50m	民宅（7 户）	公众照射	约 21 人		
	南侧	紧邻至 1m	墙间隙	--	--		
		约 1m~18m	玻璃厂厂房	公众照射	约 20 人		
		18m~50m	绿化带	--	--		
	东南侧	约 15m~26m	民宅（1 户）	公众照射	约 4 人		
	西侧	紧邻至 50m	控制室	职业照射	约 2 人		
			暗室、厂房加工区	公众照射	约 10 人		
	北侧	紧邻至 34m	道路及绿化带	公众照射	约 5 人		
		34m~50m	磨具厂厂房	公众照射	约 10 人		
	楼上	--	人员不可达	--	--		
楼下	--	夯实土层	--	--			

### 7.3 评价标准

#### (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

#### a、辐射工作人员

应对工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述控制值。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。

根据探伤装置实际使用情况，经过建设单位确认，本环评取其四分之一即

续表 7 保护目标与评价标准

5mSv/a 作为放射工作人员剂量约束限值。

**b、公众照射**

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不超过下述限值：年有效剂量，1mSv，

本项目公众人员的剂量约束限值取公众照射的五分之一，即 0.1mSv/a。

**(2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）**

**第 5 条 探伤机的放射防护要求**

第 5.1.1 条 X 射线装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合下表要求，在随机文件中应有这些指标的说明。

**表 7-2 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	漏射线空气比释动能率, mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

**第 6 条 固定式探伤的放射防护要求**

**第 6.1 条 防护安全要求**

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 $\mu$ 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。

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

续表 7 保护目标与评价标准

参考控制水平通常可取  $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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

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

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

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

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

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

#### 第 3 条 探伤室屏蔽要求

##### 第 3.1 条 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

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

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

1) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平  $H_c$  如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$

续表 7 保护目标与评价标准

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

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

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

式中:

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

$U$ ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子;

$T$ ——人员在相应关注点驻留的居留因子;

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

$t$  按式 (2) 计算:

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

式中:

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

60——小时与分钟的换算关系;

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

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

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

c) 关注点剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$ :

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

### 第 3.2 条 需要屏蔽的辐射

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

第 3.2.2 条 散射辐射考虑以  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  散射辐射。

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

## 续表 7 保护目标与评价标准

时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

### 第 3.3 条 其他要求

第 3.3.1 条 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门，对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门，探伤室人员门宜采用迷路形式。

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

第 3.3.3 条 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

第 3.3.4 条 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

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

### （4）标准汇总

根据以上所列标准，综合考虑本项目各方面要素以及实际的可操作性，本环评采用以下各项标准和剂量控制值，见表 7-3。

表 7-3 本项目年剂量管理目标值及污染物排放指标表

序号	项目	控制值	采用的标准
1	年剂量管理目标值	辐射工作人员： $\leq 5\text{mSv}$ 公众成员： $\leq 0.1\text{mSv}$	GB18871-2002 建设单位提供的剂量管理目标值文件
2	X 射线专用探伤室	探伤室外 30cm 处及顶棚周围剂量当量率： $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	GBZ117-2022 GBZ/T250-2014

表 8 环境质量现状

## 8.1 辐射环境质量现状调查

### 1、项目环境辐射检测

受衡阳天星医药化工设备科技有限公司的委托，湖南省湘环环境研究院有限公司于 2023 年 03 月 07 日对该单位核技术利用建设项目场地（E：112° 38' 1.602" N：26° 53' 56.210" ， ）的辐射环境进行了检测。

### 2、监测方案及质量保证

#### (1) 监测目的

该环境辐射现状监测的目的主要是为了了解项目地点本底辐射水平，为辐射工作场所建成运行后对环境的影响提供依据。

#### (2) 监测依据

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

《辐射防护》（第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）。

#### (3) 监测布点及质量保证

根据现场情况，在探伤室周围人员可达的邻近区域进行布点，布点选取评价范围内有代表性的区域室内、室外空地，点位布设满足《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的相关要求，具有代表性，布设较为合理。

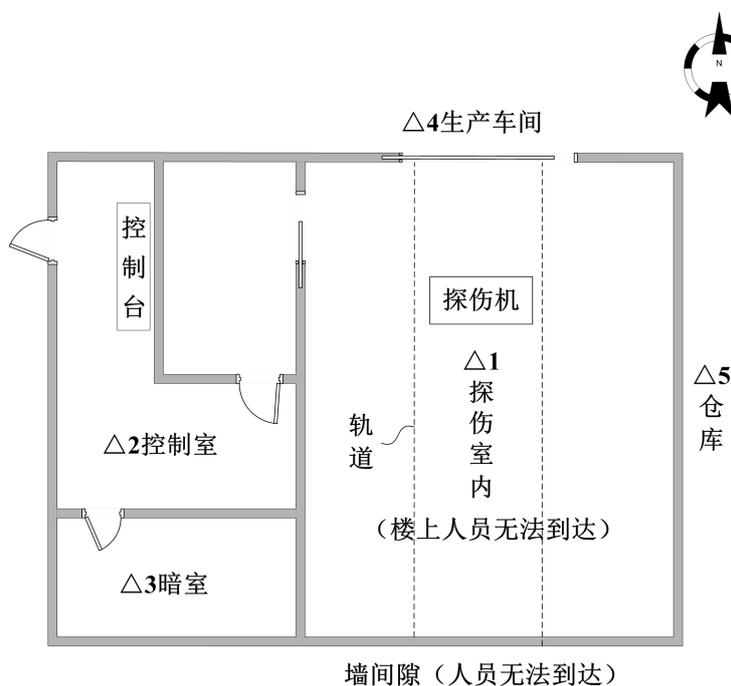
#### (4) 质量保证

该项目测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门检定的合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并对仪器进行校准；数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次监测所使用的仪器情况见表 8-1。

续表 8 环境质量现状

表 8-1 检测仪器及检定情况一览表			
仪器名称	环境监测用 X、 $\gamma$ 辐射空气比释动能率仪		
仪器型号	JB4000	效率因子	1
仪器编号	17157	仪器量程	0.01 $\mu$ Sv/h~200 $\mu$ Sv/h 0.01 $\mu$ Gy/h~200 $\mu$ Gy/h
有效期至	2023.10.17	测量范围	48Kev~3Mev
检定/校准因子	1.08	计量检定证书编号	2022H21-10-4182795005

监测布点图如下所示：



备注：△为检测点位置，△6为北侧厂房外、△7为东侧民宅前坪25m处，△8为东南侧民宅前坪15m处。

图 8-1 检测布点图

### 3、监测结果及评价

监测数据详见下表及监测报告（附件二）。

表 8-2 项目现状监测结果

序号	测量位置	环境 $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)
△1	探伤室内	
△2	西侧控制室	
△3	西侧暗室	

续表 8 环境质量现状

△4	北侧生产车间	
△5	东侧仓库	
△6	北侧厂房外	
△7	东侧民宅前坪 25m 处	
△8	东南侧民宅前坪 15m 处	

备注：以上检测数据均未扣除宇宙射线响应值。

项目拟建址的环境 $\gamma$ 辐射剂量率在 122.0~124.6nGy/h 之间，与湖南省衡阳市天然放射性水平调查研究—室内 86.5~229.3nGy/h、室外 58.6~176.1nGy/h 相比，项目所在地辐射环境质量现状在正常浮动范围内，未见有较大的异常。

表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

本项目位于衡阳市珠晖区建湘路 1 号衡阳天星医药化工设备科技有限公司厂房范围内。经过现场调查，机房施工已完成，目前机房采用现浇混凝土+铅板施工，铅板位于机房内侧，每块铅板之间搭接厚度超过 3cm，机房南侧设置排风扇，排风扇外侧设置铅百叶窗，不存在环保遗留问题。

### 9.2 射线装置营运期污染工序及污染物产生情况

本项目主要污染为探伤工作中产生的电离辐射、有害气体的影响。

#### (1) 探伤机设备组成

本项目拟购置工业 X 射线定向探伤机。工业 X 射线探伤机由控制器、X 射线发生器、连接电缆、电源电缆组成。

##### ①控制器

探伤机控制器所有操作均由面板上的轻触开关进行。电缆插座、电源开关及接地端设置在接线盒内。控制器由控制板、电容板、供电电源板、前面板、电感线圈、IGBT 斩波模块构成。

##### ②X 射线发生器

探伤机 X 射线发生器为组合式，X 射线管、高压发生器与绝缘气体（SF<sub>6</sub>）一起封装在桶状铝壳内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器。X 射线发生器由 X 射线管、高压变压器、温度继电器、气体压力表、连接电缆插座、警示灯、X 射线管冷却风扇、充、放气阀部件构成。



图 9-1 典型 X 射线探伤机照片

### (2) 工作原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。探伤机主要由射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。高压电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。高速电子与靶物质发生碰撞，就会产生韧致 X 射线和低于入射电子能量的特征 X 射线。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金等制成。X 射线管结构及原理示意图见图 9-2。

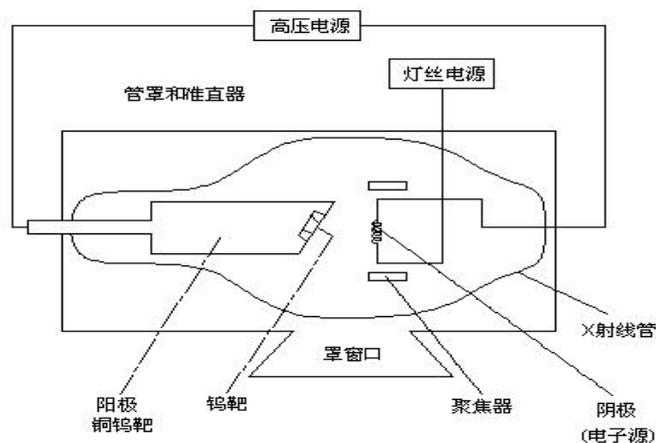


图 9-2 X 射线管的原理示意图

续表 9 项目工程分析与源项

### (3) 胶片成像原理

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

### (4) 专用探伤室工艺流程简述

无损检测流程可简单描述为：确定曝光时间和曝光位置；曝光照片；评片。探伤机 X 射线无损检测工作如下，无损检测工作流程图见图 9-3。

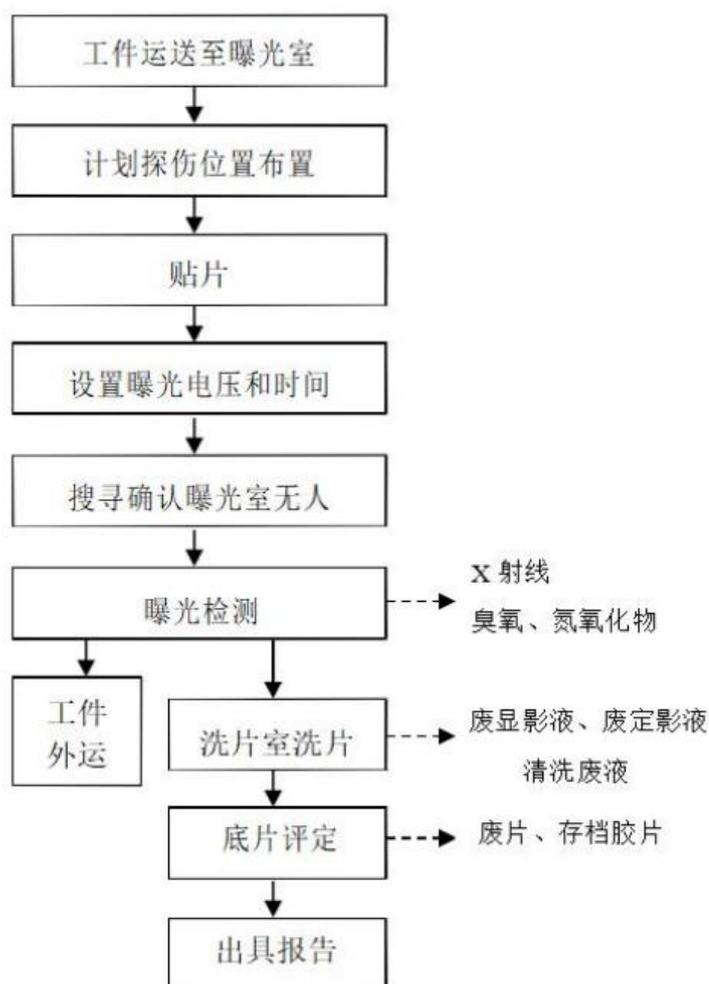


图 9-3 探伤工艺流程简图

续表 9 项目工程分析与源项

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

①将工件运送进探伤室；

②根据探伤工件大小、尺寸，确定探伤机的位置布置；

③根据探伤规范要求，开启控制器电源，确认数码管显示与拨号盘一致、初级电压指示表指针在一半位置上，否则严禁开启高压；当电源电压正常时，调节千伏选择按钮，调整到需要的值；调节时间按钮，选择需要的曝光时间，准备进行下一步骤；

④确认探伤室内无人后，关闭防护门，按下探伤机高压按钮并持续 1 秒钟，即可启动曝光操作，同时操作面板上的射线警示灯闪动，时间显示窗口开始倒计时，X 射线发生器开始工作，向外辐射 X 射线；当数码管显示“0.0”时，曝光结束。仪器自动切断高压，喇叭“嘟..嘟..嘟..”鸣叫 3 声，并进入 1:1 休息，数码管显示预选值，准备下一次曝光。此时，“准备”灯灭，等到与上次工作时间相等时，“准备”灯亮；

⑤探伤结束时，关闭 X 射线探伤机，取下胶片；

⑥取下的胶片在暗室内洗片，本项目采用工业洗片机洗片，工艺流程如下：

A 显影：将曝光后的胶片完全浸入显影液中，持续时间约 5~8min，实现显影；

B 停影：将显影后的胶片从显影槽中取出，在显影池上方停留 2~3s 使滞留的药液流离洗片夹，放入装有清水的停影槽内将其上面残留的显影液清洗干净至停显。C 定影：将停影后的胶片浸入定影液中，实现定影；D 清洗：将定影后的胶片从定影槽中取出，放入装有自来水的漂洗槽中漂洗。E 烘干：将漂洗后的胶片

进行干燥处理，一般有自然晾干或烘箱烘干，拟建项目采用烘箱烘干。

⑦进行评片和审片，评定合格的底片填写评定报告，评定不合格的产品，返修检测。

### (3) 污染源项分析

本项目辐射工作人员定员已经考虑在公司的整个劳动定员中，因此，辐射工作人员产生的生活污水、生活垃圾等均依托整个公司处理，本次评价均不再单独考虑。

续表 9 项目工程分析与源项

### 1) 正常工况

根据工艺流程可知, X 射线无损检测工作产生的污染物主要有 X 射线探伤机曝光时的 X 射线、有害气体(臭氧及氮氧化物)。

#### A 电离辐射

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

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

①有用线束: 直接由 X 射线管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射工件, 形成工件无损检测的射线。探伤机射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数, 加在 X 射线管的管电压、管电流越高, 光子束流越强。

②漏射线: 由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。

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

#### B 有害气体

在 X 射线无损检测作业时, X 射线使空气电离产生少量臭氧( $O_3$ )和氮氧化物(主要为  $NO_2$ )。有害气体经抽风机引至探伤室外排放。

#### C 危险废物

1) 废胶片: 本项目 X 射线检测产生的胶片拟存放于暗室内, 存档时间不低于 7 年, 废胶片及存档到期的胶片属于危险废物, 属于《国家危险废物名录》(2021 版)中感光材料废物 HW16(900-019-16), 废胶片及存档到期的胶片预计年产生量约 0.05t/a, 交由有资质的单位处理。

2) 洗片废液: 洗片废液分为废定影液、废显影液、清洗废液。根据建设单

续表 9 项目工程分析与源项

位提供的资料，显影粉和定影粉消耗量各 0.01t/a，显影粉和定影粉均需要按 1kg:8L 比例配水使用，则每年配制显影液、定影液各 0.09t/a。则本项目废定影液、废显影液年产生量共计约 0.18t/a。洗片过程中进行两次自来水清洗，清洗水循环使用，直到不能满足清洗要求后再行更换。根据公司的洗片量，一般清洗水 1 个月更换一次，一次产生清洗废液约 10kg，年产生量约 0.12t/a。洗片废液属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16（900-019-16），无放射性。废液单独收集后在暗室的危废收集桶内暂存，定期交由有资质单位处置。

表 9-1 危险废物产生量及处理处置措施一览表

危废名称	危废类别	代码	产生量 (t/a)	形态	主要成分	产生周期	暂存时间	危险特性	处置措施
废显影液	HW16	900-019-16	0.09	液态	对苯二酚、亚硫酸钠、重金属银	2 个月	约 6 个月	T	废液单独收集后在暗室的废液收集桶内暂存，定期交由有资质单位处理
废定影液	HW16	900-019-16	0.09	液态		6 个月		T	
废清洗液	HW16	900-019-16	0.12	液态		1 个月		T	
废胶片	HW16	900-019-16	0.05	固态	卤化银	每次探伤	约 7 年	T	在存档区的收纳箱存放，定期交由有资质单位处理
存档到期胶片							约 7 年	T	

### (2) 事故工况

X 射线探伤机的 X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此，检修方便，断电状态下也较为安全。正常情况下，极少出现事故，但若因操作不当或出现机械故障后也可能出现事故，主要为：

①工作人员在防护门关闭前尚未撤离探伤室，探伤机运行可能产生误照射。

②安全连锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的探伤室受到不必要的照射。

**表 10 辐射防护与安全措施**

**10.1 项目安全设施**

本项目已建成。根据现场实际情况，本项目探伤室辐射保护及安全措施情况如下：

**10.1.1 辐射工作场所分区管理**

为加强核技术利用设备所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，应对项目划定控制区和监督区进行分区管理。按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定，将辐射场所分为控制区和监督区，以便辐射安全管理和职业照射控制。其定义为“控制区：注册者和许可证持有者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，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围；确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围；对于范围比较大的控制区，如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大，需要实施不同的专门防护手段或安全措施，则可根据需要再划分出不同的子区，以方便管理。监督区：注册者和许可证持有者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。”。建设单位放射性工作场所分区如下：

控制区：探伤室以墙体和防护门为界，室内为控制区；在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的符合规定的警告标志；制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区；限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应；定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

监督区：包括探伤室控制室、暗室及其周围临近区域为监督区；在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；定期审查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。项目辐射工作场所分区图见下图 10-1。

续表 10 辐射防护与安全措施

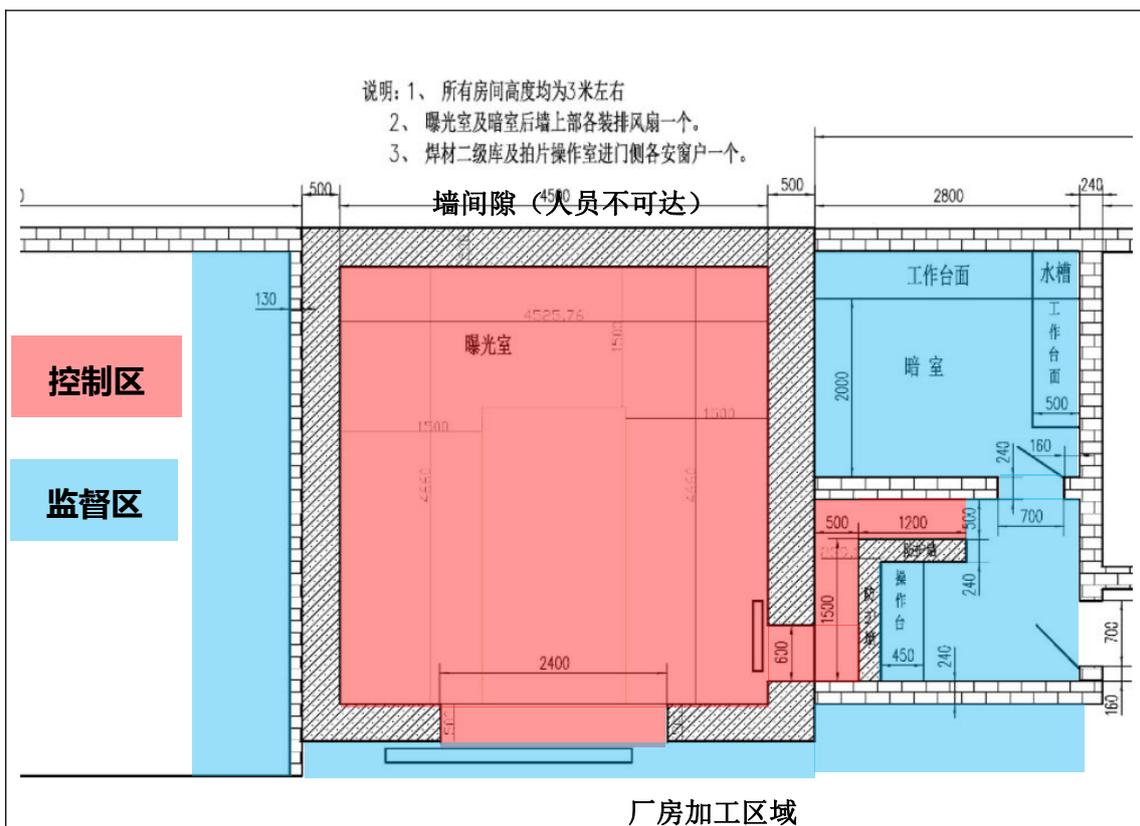


图 10-1 探伤室辐射防护分区图（楼上人员不可达，楼下夯实土层）

### 10.1.2 专用探伤室实体屏蔽防护措施

#### (1) 实体屏蔽设计情况

根据建设单位提供资料，本项目专用探伤室屏蔽情况见下表：

表 10-1 专用探伤室屏蔽情况一览表

项目	内容
长×宽×高	
四侧屏蔽墙厚度	
顶棚	
地面	
防护小门(控制室防护门)	
防护大门(工件进出大门)	

备注：砖的密度不小于 1.65t/m<sup>3</sup>；混凝土的密度不小于 2.35t/m<sup>3</sup>；铅的密度不小于 11.3t/m<sup>3</sup>。

根据下章核算可知，专用探伤室屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率均小于 2.5μSv/h，满足辐射防护要求。

#### (2) 探伤室墙体为混凝土浇筑+铅板，防护门的安装、搭接等由生产厂家承

续表 10 辐射防护与安全措施

担，防护门与墙体之间应有足够的搭接宽度。

(3) 穿越防护墙的电缆等管线从探伤室西侧顶棚穿越，直接接入操作室。排风口穿墙位置设置于探伤室南侧距离吊顶约 30cm 处，通风扇外侧采用 8mmPb 铅板作为防护补偿。具体见下图所示所示。

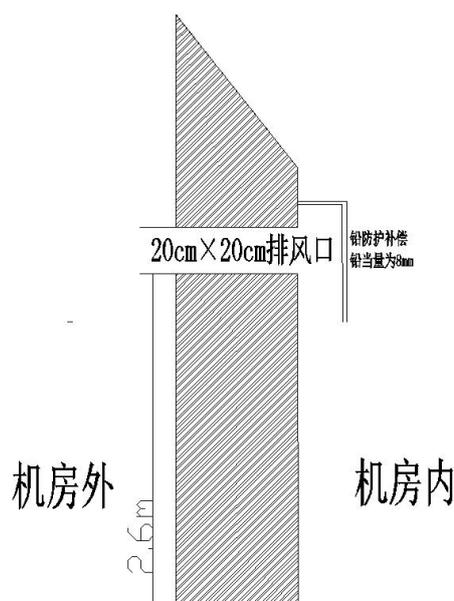


图 10-2 X 射线探伤室通风管道预埋示意图

### 10.1.3 X 射线探伤机固有安全性

#### (1) 开机时自检系统

开机后控制器首先进行系统诊断测试。若诊断测试正常，该探伤机会示意操作者可以进行曝光或训机操作；若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

#### (2) 延时启动功能

按下高压按钮启动曝光后，在产生 X 射线之前，系统将自己延时 1 分钟，在延时阶段，会听到“嘀----嘀”警报声。这时用户也可以按下高压按钮来停止探伤机的启动。

(3) 当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。

**续表 10 辐射防护与安全措施**

(4) 当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶段任何按键将不可用，所有指示灯均熄灭，停止探伤作业。

(5) 设备停止工作规定时间（一般不超过 48h），再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。

(6) 过电流保护：设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值时或高压对地放电时，设备会自动切断高压。

(7) 失电流保护：设备带有失电流保护继电器，当管电流低于 0.25mA 时，自动切断高压。

(8) 过电压保护：设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值时，自动切断高压。

(9) 继电保护：冷却循环油流量继电器、温度继电器及射线屏蔽室门开关的触点均为串联，在正常时均接通；若有一个没接通，不能达到高压。

#### **10.1.4 其他辐射安全防护措施**

##### **(1) 门机联锁**

公司探伤室防护门与探伤机均设计有联锁装置，关上门不能自动开始 X 射线照射。只有在探伤室防护门完全关闭后，X 射线探伤机才能开始运行，若 X 射线探伤机进行曝光时强制打开防护门，则 X 射线探伤机立即停止运行。门机联锁装置的设置，方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

##### **(2) 电离辐射警示标志、工作状态指示灯及灯机联锁**

探伤室门口（防护大门及操作室防护门）设置醒目的电离辐射警示标志及中文警示说明、工作状态警示灯，探伤机与探伤室防护门上的工作状态警示灯均设计有联锁装置。探伤室内进行探伤作业时，防护门上的工作状态警示灯均会自动发出信号，限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

##### **(3) 控制台锁定开关**

本项目使用的 X 射线探伤机控制台设置了以下辐射安全措施：

① 设有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压和照射时间选取及设定值显示装置。

② 设置有高压接通时的指示装置即射线发生指示灯。

续表 10 辐射防护与安全措施

③控制台设置与探伤室防护门联锁的接口，当探伤室防护门未关闭时不能接通 X 射线管管电压出束，已出束的 X 射线探伤机在任何防护门开启时能立即切断电源，停止出束。

④设置有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

⑤设置有紧急停机按钮。

⑥设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

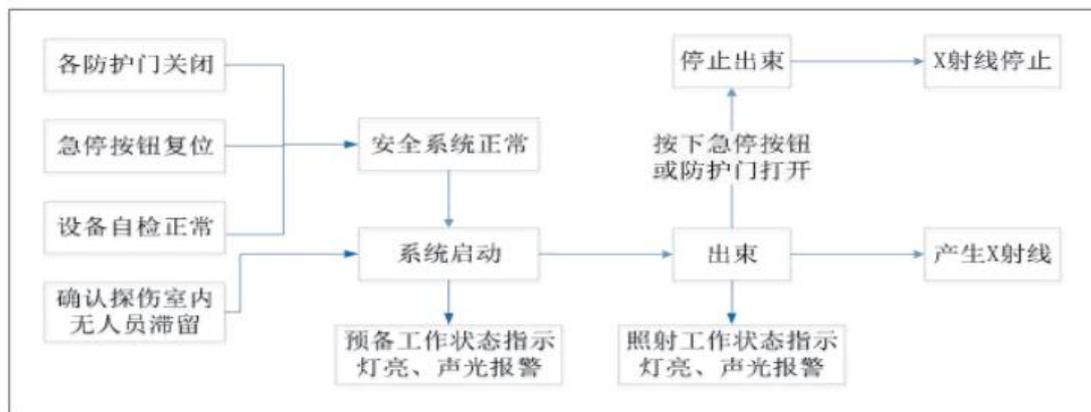


图 10-3 辐射安全防护联锁逻辑图

### （5）紧急停机

在探伤室内墙和操作室操作台上易于接触的地方设置了紧急停机开关，其中探伤室内西墙设 1 个，离地高度约 1.2m。按下紧急停止按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束，防护门可从内侧打开。紧急停止开关旁设置中文标识。

### （6）视频监控

探伤室内安装了一套实时视频监控系统，并连接到操作室。视频探头安装于探伤室内，能全方位拍到探伤室内探伤机的工作情况，并能看到防护门处的情况，不留死角；视频监控屏幕位置拟设置在操作室内，工作人员能在控制室内实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动设备急停装置。

### （7）主射方向

本项目拟配置 2 台周向型 X 射线探伤机，根据根据建设单位提供资料，探

**续表 10 辐射防护与安全措施**

伤机以东侧、西侧、地面及顶棚为主射方向，西侧墙体、东侧墙体厚度为 500mm 现浇混凝土+2mmPb 铅板，楼上人员不可达，楼下为夯实土层。

**本次环评建议：**机房北侧防护大门外为工件进出区域，周边为其他加工区域，为避免人员误照射，建议建设单位在该侧区域离机房约 2m 处区域设置围栏，防止公众进入该区域。

### **10.1.5 安全操作要求**

(1) 探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还配备了便携式个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

(2) 应定期检测探伤室外周围区域的辐射水平和环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当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。

(3) 交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作。如检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

(4) 探伤工作人员应当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。

(5) 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、所有防护与安全连锁系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

### **10.1.6 机房通风**

本项目探伤室采用自然进风、机械排风的方式。有害气体排风口位于探伤室南侧外上方，排风口尺寸为 20cm×20cm，排风管道由南侧上方穿过屏蔽墙后，向外排放，在穿墙口处设置 8mmPb 铅板作为防护补偿。排风口安装了一个机械排风机，排风量为 500m<sup>3</sup>/h，总体通风次数约为 7 次/h，满足标准要求的通风换气次数应不小于 3 次/小时。

### **10.1.7 防护用品及监测设备**

本项目防护用品全部新增。目前已配置个人防护用品及监测仪器如下表所

续表 10 辐射防护与安全措施

示：			
<b>表 10-2 个人防护用品及监测仪器</b>			
序号	名称	数量	用途
1	个人剂量报警仪	1	辐射工作人员佩戴，实时监测辐射剂量是否超标
2	个人剂量计	1 个/人	工作期间辐射工作人员佩戴，对个人受到的照射剂量进行记录
3	便携式 X-γ 辐射剂量巡测仪	1 台	探伤室屏蔽体外定期进行周围剂量当量率监测，保证屏蔽体的屏蔽效果
<p>建设单位按照上述要求配置相应的个人防护用品和监测仪器后，基本能满足本次核技术利用项目的运行需求。</p> <p>按照现有实际情况及环评建议要求采取上述措施后，本项目探伤室的辐射防护符合《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关标准要求。</p>			
<b>10.2 三废治理</b>			
<p>(1) 废水治理措施</p> <p>本项目不涉及。</p>			
<p>(2) 有害气体治理措施</p> <p>在探伤作业时，X 射线使空气电离产生少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（主要为 NO<sub>2</sub>），探伤室设置有一套换气装置保证室内空气流通，使曝光过程中产生的臭氧及氮氧化物自然扩散后对环境的影响甚微。</p>			
<p>(3) 危险废物防治措施</p> <p>本项目运行过程中主要为洗片过程中产生的废显影液、废定影液、废清洗液、废胶片及存档到期的胶片。洗片废液属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16（900-019-16），无放射性。废液单独收集后在暗室的危废收集桶内暂存，定期交由有资质单位处置。</p>			

续表 10 辐射防护与安全措施

10.3 项目防护措施与相关要求的符合性分析

根据上文介绍，项目拟采取的辐射防护措施其与相关标准和规范的相关要求对比情况见表 10-3 所示。

表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表

标准名称	标准要求	本项目情况	是否相符
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ17-2022)	6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避免有用线束照射的方向并应与探伤室分开。	项目操作室与探伤室分开布置，操作室所在区域不在为主射线投照范围内	符合
	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。	项目划定控制区和监督区，实行分区管理，同时在北侧防护大门外侧设置隔离带，分区满足要求。	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。	已设置门机联锁装置，只有当防护门关闭后探伤机高压才能启动产生 X 射线。门打开状态下，设备无法正常运行，防护门关闭后，设备不能自动开启；探伤室内 2 台设备均已与防护门联锁。	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。	探伤室门口和内部设置工作状态指示灯和声光警示装置。探伤机准备、出束时指示灯有明显的区别，与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。	符合

续表 10 辐射防护与安全措施

		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。	探伤室内及防护大门外侧均已设置视频监视系统，在控制室的操作台有监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	符合
		6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	探伤室防护大门、控制室防护门上均已设置电离辐射警示标志及中文警示说明。	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。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	项目探伤室内设置了紧急停机按钮 1 个，探伤机出束时，滞留在探伤室内的人员均可以绕行后不穿过主射线束就能够使用。	符合
		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。	探伤室内设置了机械动力排风装置，有效通风换气次数达到 7 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。	探伤室内拟配置固定式场所辐射探测报警装置。	符合
	《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）	3.3 其他要求	3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式	项目探伤室设置有单独的人员和工件进出门，同时，为保证操作室区域屏蔽防护效果，在工作人员出入口处设置迷路。
3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用射线束照射方向			项目控制室设置于探伤室外，分开设置，且控制室和人员们均不在有用线束照射方向	符合
3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽			防护门与探伤室之间有足够的搭接宽度；管线由探伤室地面下方穿过屏蔽墙，直接接入控制室；通风口设置在墙体上方靠近顶板，并从探伤室上方斜穿过墙体。	符合
3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相			本项目配置 2 台探伤机。本次环评采用最高能量管电压和	符合

续表 10 辐射防护与安全措施

	<p>应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽</p>	<p>对应最大管电流进行屏蔽核算，且现场检测采用最高管电压和相应最高管电压下的最大管电流进行检测，确保屏蔽体均能满足额定工况下的辐射防护要求。</p>	
<p>根据表 10-3 可知，本项目采取的辐射安全与防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的要求。</p>			

表 11 环境影响分析

### 11.1 施工期环境影响分析

本项目位于衡阳市珠晖区建湘路 1 号衡阳天星医药化工设备科技有限公司厂房范围内。经过现场调查，机房施工已完成，目前机房采用现浇混凝土+铅板施工，铅板位于机房内侧，每块铅板之间搭接厚度超过 3cm，机房南侧设置排风扇，排风扇外侧设置铅防护补偿，不存在环保遗留问题。

### 11.2 运行期辐射环境影响评价

#### 11.2.1 探伤室辐射屏蔽估算预测方法

估算公式使用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中公式。其中周剂量参考控制水平和导出剂量率参考控制水平计算公式详见上述公式（1）、（2）。

#### （1）有用线束

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

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

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

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

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

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

续表 11 环境影响分析

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

式中:

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

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

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)。

### (2) 屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 相应的关系

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

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

式中:

X——屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL——查表;

b) 对于估算出的屏蔽透射因子 B, 所需的屏蔽物质厚度 X 按式 (6) 计算:

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

TVL——查表;

B——达到剂量参考控制水平  $H_c$  时所需的屏蔽透射因子。

### (3) 泄漏辐射屏蔽

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

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

式中:

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

R——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m);

续表 11 环境影响分析

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

b) 在给定屏蔽物质厚度  $X$  时，相应的屏蔽透射因子  $B$  按式 (5) 计算，然后按式(8)计算泄漏辐射在关注点的剂量率  $\dot{H}$  单位为微希每小时 ( $\mu\text{Sv/h}$ )：

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

式中：

$B$ ——屏蔽透射因子；

$R$ ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米 (m)。

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

#### (4) 散射辐射屏蔽

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

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

式中：

$R_s$ ——散射体至关注点的距离，单位为米 (m)；

$R_o$ ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米 (m)；

$F$ —— $R_o$  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。

根据项目提供信息，本项目使用探伤机辐射角度为  $30^\circ$ ，因此，X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为  $15^\circ$ ，因此，本项目  $R_o$  取值为 0.8m， $F$  取值为  $0.207\text{m} \times 0.207\text{m} \times 3.14 = 0.1346\text{m}^2$ ，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.3， $\alpha$  散射因子取值为  $1.9 \times 10^{-3} \times 10000 / 400 = 0.0475$ ，

续表 11 环境影响分析

因此可知  $\frac{R_0^2}{F \bullet \alpha}$  取值为 100。

由《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）的 A.3.1.2 得：  
迷道入口处散射剂量率的计算：

$$H = \frac{D_0 \bullet \alpha_1 A_1 \bullet (\alpha_2 A_2)^{j-1}}{(d_i d_{r1} d_{r2} \dots d_{rj})^2} \quad (10)$$

H——关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$D_0$ ——离靶 1m 处 X 射线的空气吸收剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\alpha_1$ ——入射到第一反射层材料的 X 射线反散射系数；

$\alpha_2$ ——从随后屏蔽材料层反散射的取对应 0.5MeV X 射线的反散射系数；

$A_1$ ——X 射线入射到第一反射面上，撞击的面积；

$A_2$ ——迷道的截面积， $\text{m}^2$ ；

$d_i$ ——X 射线源到第一反射层的距离；

$d_{r1}, d_{r2}, d_{r3}, \dots, d_{rj}$ ——沿着每一迷宫通道长度的中心线的距离；

$j$ ——第  $j$  次反射过程；

### 11.2.2 X 射线装置专用探伤室屏蔽防护效能核实

#### (1) X 射线装置屏蔽防护效能核实原则

墙体厚度确定原则：当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（ $TVL$ ）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个  $TVL$  时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（ $HVL$ ）。

#### (2) X 射线装置屏蔽防护效能核实结果

本项目 X 射线装置电流随电压变化自动调节，根据现场收集资料可知，本次新增 2 台探伤机，最高能量为 250kV，5.0mA，根据项目探伤工件基本情况，探伤机工作时，主射线束方向主要朝向东墙、西墙、顶棚及地面，考虑不利因素，主射线计算时考虑探伤机位于探伤室中间活动位置，散漏射计算时考虑探伤机活动单位距离各墙体最近距离，探伤室内探伤机移动范围示意图如下：

各方向距离核算如下：

续表 11 环境影响分析

表 11-1 各方向核算距离一览表

关注点		核算距离 (m)	
北面 (防护大门、车间) A	屏蔽体 外 30cm	散漏射	
东面 (库房) B		主射束	
南面 (墙间隙、排风口) C		散漏射	
西面 (操作室 D、暗室 E、操作室防护门 F)		主射束	
顶棚 (人员不可达 G)		主射束	

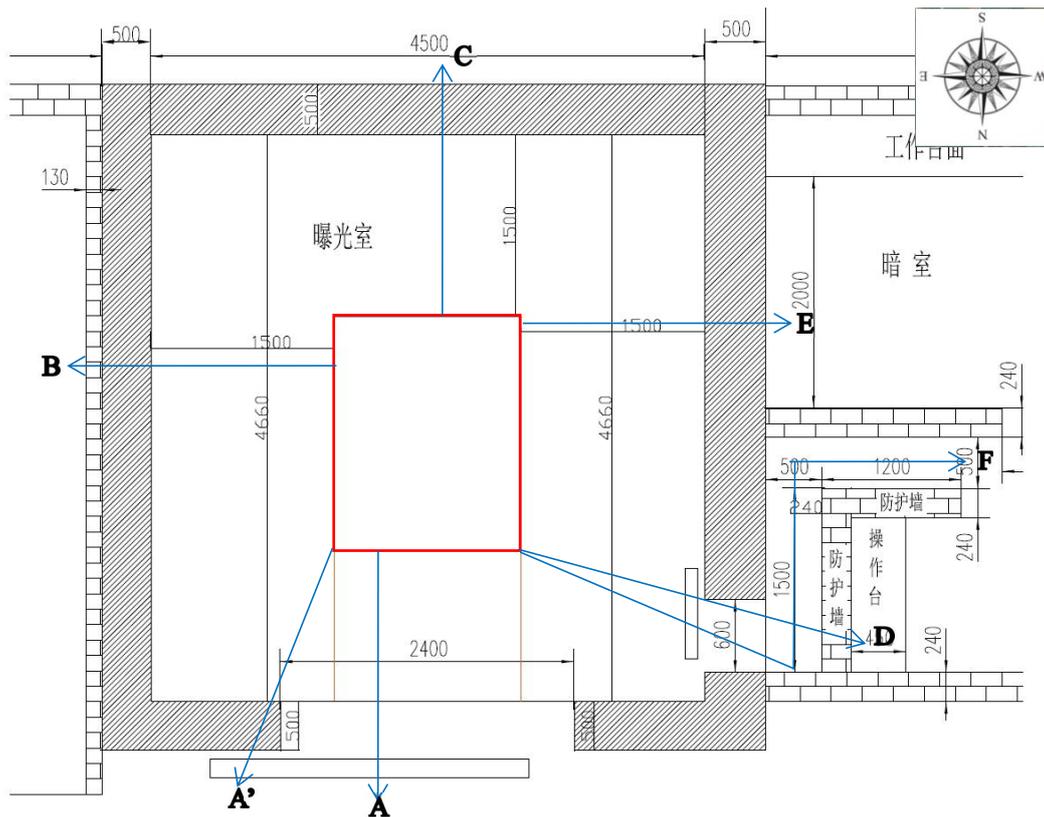


图 11-1 探伤室屏蔽计算关注点位平面示意图

续表 11 环境影响分析

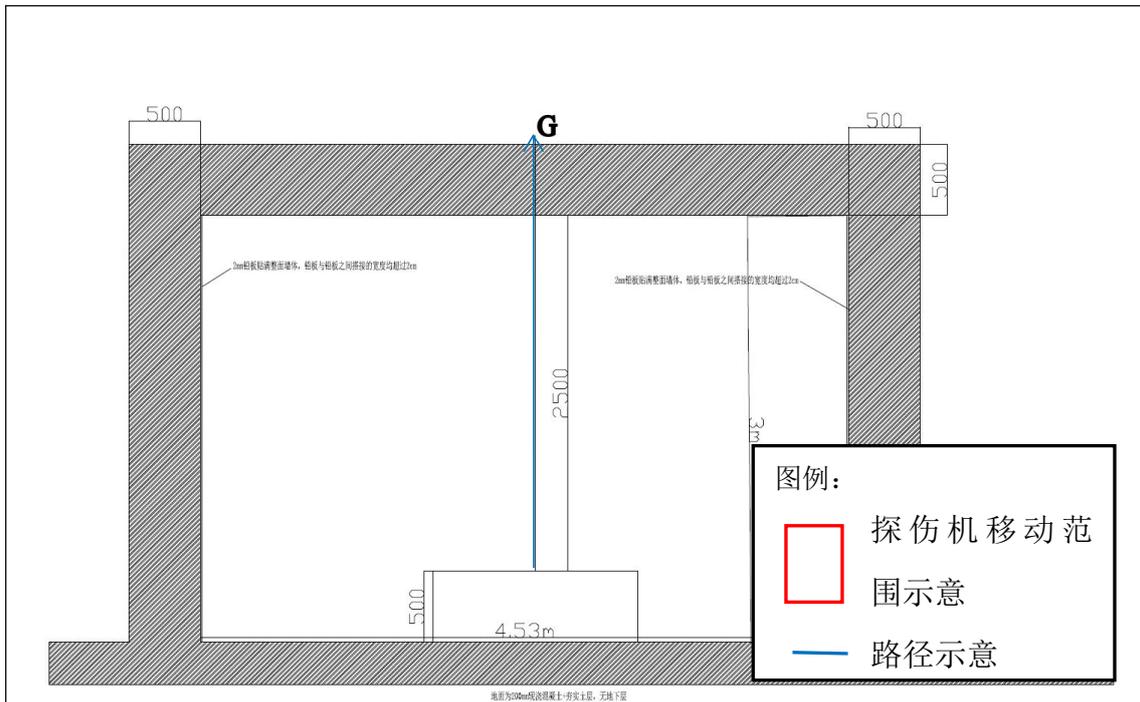


图 11-2 探伤室屏蔽计算 A 关注点位剖面示意图

表 11-2 X 射线装置工作负荷

设备名称	工作场所	用途	工作材料	厚度 (mm)	曝光次数 (次/年)	照射时间 (h/a)
XXG-2505 工业 X 射线探伤机	探伤室	无损探伤	不锈钢	3~8	200	33.4

表 11-3 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制室、暗室、办公室、临近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

表 11-4 探伤室几何参数和辐射屏蔽参数

方向	周剂量参考控制水平 (μSv)	周工作负荷(h)	U (使用因子)	T(居留因子)	导出剂量率(μSv/h)	关注点最高剂量率参考水平 (μSv/h)	剂量率控制水平 H <sub>c</sub> (μSv/h)	需屏蔽的辐射源
东侧(库房)	5						2.5	主射辐射
南侧(墙)	5						2.5	泄漏

续表 11 环境影响分析

间隙、排风口)								辐射 散射 辐射
西侧(暗室)	5						2.5	主射 辐射
西侧(操作室)	100						2.5	主射 辐射
西侧迷道小门	5						2.5	主射 辐射
北侧(防护大门、车间)	5						2.5	泄漏 辐射 散射 辐射
顶棚	5						2.5	主射 辐射

表 11-5 相关参数

参数	数值			来源
额定管电压 (kV)				建设单位确定
额定管电流 I (mA)				建设单位确定
G (mGy·m <sup>2</sup> /mA.min)				GBZ/T250-2014 4.1 a) 及 (GBZ/T 250 -2014) 第 1 号修改单 GBZ/T250-2014 表 B.1
转换系数				
$\frac{R_0^2}{F \times \alpha}$				前节计算得到
泄漏辐射剂量率 H <sub>L</sub> (μSv/h)				GBZ/T250-2014 表 1
X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值				GBZ/T250-2014 表 2
十值层 (TVL) 和半值层 (HVL)	铅			GBZ/T250-2014 表 B.2; 注: 实心砖的密度为 1.65g/cm <sup>3</sup> , 标准混凝土的密度为 2.35g/cm <sup>3</sup> , 已知标准混凝土的十值层及半值层, 求知实心砖十值层及半值层时采用“d (标准混凝土) ×2.35/1.65”
	电压等级	TVL (mm)	HVL (mm)	
	混凝土			
	电压等级	TVL (mm)	HVL (mm)	
	实心砖			
	电压等级	TVL (mm)	HVL (mm)	

续表 11 环境影响分析

迷道入口处的剂量率主要考虑 X 射线探伤机有用线束方向照射散射线和漏射线经迷道内各墙面散射至迷道入口处的剂量率（详见上图 11-1 中防护门处路径示意）。

表 11-6 探伤室屏蔽效果核实结果

考察点			距离 (m)	计算厚度 (mm)	设计厚度 (mm)	建议厚度 (mm)	建议厚度 下的瞬时 剂量 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
顶棚（250kV， 5.0mA 有用线束）	墙体	有用线束	3.3	487 砵	500 砵	500 砵	1.836
东面 （250kV， 5.0mA 有用线束）	墙体	有用线束	2.3	500 砵 +0.5Pb	500 砵 +2Pb	500 砵 +2Pb	0.772
南面 （250kV， 5.0mA 散漏射）	墙体	散射	2.3	327 砵	500 砵 +2Pb	500 砵 +2Pb	0.024
		漏射	2.3	243 砵			
	防护大门	散射	2.3	4.9Pb	10Pb	10Pb	
		漏射	2.3	7.5Pb			
西面 （250kV， 5.0mA 有用线束）	暗室	有用线束	2.3	500 砵 +0.5Pb	500 砵 +2Pb	500 砵 +2Pb	0.772
	操作室	有用线束	3.04	240 砖 +11Pb	240 砖 +12Pb	240 砖 +12Pb	0.531
	防护门	散射	--	3.6Pb	5Pb	5Pb	0.253
		漏射	--				
北面 （250kV， 5.0mA 散漏射）	墙体	散射	2.3	355 砵	500 砵 +2Pb	500 砵 +2Pb	0.024
		漏射	2.3				

注：计算未考虑工件的屏蔽。

### (3) 结果分析

通过上述屏蔽效果核实结果来看，本项目的探伤室四面墙体、顶棚及防护门

续表 11 环境影响分析

外 30cm 处的周围剂量当量率均小于 2.5 $\mu$ Sv/h 的标准限值，其设计屏蔽厚度能够满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）屏蔽防护的要求。

### 11.3 年有效剂量估算

根据建设单位提供信息，放射工作人员最大工作量约为 200 次曝光/年。

#### (1) 估算公式

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 中的计算，X- $\gamma$ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

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

其中： $H_{Er}$ —X 或 $\gamma$ 射线外照射人均年有效当量剂量，mSv

$Dr$ ：X 或 $\gamma$ 射线周围剂量当量率， $\mu$ Sv/h；

$T$ ：居留因子；

$t$ ：X 或 $\gamma$ 射线照射时间，h。

#### (2) 估算结果

#### 11-9 辐射工作人员剂量估算

项目	外环境	方位	设计厚度下的周围剂量当量率( $\mu$ Sv/h)	年曝光时间(h)	居留因子	有效剂量
辐射工作人员	控制室	西侧	0.531	33.4	1	0.018
公众成员	库房	东侧	0.772	33.4	1/4	0.006

由上表得出以下结论：

#### ①辐射工作人员

该项目共配备 2 名辐射工作人员共同承担探伤机操作工作，则辐射工作人员所受的年有效剂量不大于 0.018mSv/a，低于本评价及建设单位设定的剂量管理目标值 5mSv/a，且满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

#### ②公众成员

在进行室内探伤时，西侧暗室（无人停留）、东侧库房均为公众成员，其在探伤室墙外居留因子取 1/4，则公众成员所受的年附加有效剂量为 0.006mSv/a，远小于本评价目标管理值 0.1mSv/a，且满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标

续表 11 环境影响分析

准》(GB18871-2002)及建设单位设定的剂量管理目标值的要求。

#### 11.4 对敏感点的影响分析

根据上述分析,机房屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ , 满足评价标准要求;根据核算,射线装置运行后对周围公众成员的年附加有效剂量低于  $0.1\text{mSv/a}$ , 满足评价标准要求;根据前节分析,距离本项目最近的敏感点为项目东南侧 15m 处民宅及东侧约 25m 处的民宅,经过预测,该区域周围剂量为本底值,同时,经过现场对该区域的检测,周围剂量当量率位于本底水平;有害气体经过逸散后对机房外环境影响很小,实际上 X 射线在传播过程中有墙体、楼板等各种屏蔽体的阻挡,因此,项目探伤室外 50m 范围内的各环境保护目标的辐射影响也满足相应标准和要求,对环境保护目标的影响很小。

#### 11.5 有害气体影响评价

在探伤作业时, X 射线使空气电离产生少量臭氧 ( $\text{O}_3$ ) 和氮氧化物(主要为  $\text{NO}_x$ )。本项目的探伤室设计 1 套换气装置,由南侧防护墙体穿墙后室外(墙间隙)排放,每小时有效通风换气次数为 7 次,能够保证室内空气的流通,使少量的  $\text{O}_3$ 、 $\text{NO}_x$  得以稀释,不会对公众人员造成影响,不会对外环境造成影响。

#### 11.6 其他

危险废物:曝光时产生的废片和存档到期的胶片暂存在阅片室的收纳箱内,交由有危废资质的单位处置。洗片废液分为废定影液、废显影液、废清洗液。废液单独收集后在暗室内危废收集桶内暂存,然后由有资质单位外运处置。另外,暗室地面进行了硬化,敷设环氧树脂膜进行防渗、防漏处理。目前建设单位暂未产生上述危废,暗室内设置了 1 个危废暂存桶。

##### 因此,本次环评建议:

- 1) 在暗室内设置 3 个危废暂存桶,废液单独收集和暂存,不混合暂存。因项目废液产生周期较长,3 个可满足暂存要求。废液收集桶材质不得与废液相溶。
- 2) 废液收集桶有明显的标示,标示内容符合要求(包含废液名称、产生时间、重量等)。
- 3) 废液桶下方设置防漏托盘,避免废液桶渗漏后废液漫流。
- 4) 建立废液的产生、暂存、移交的台账管理制度;废液的处理按照相关要

## 续表 11 环境影响分析

求进行联单管理，联单存档。

综上所述，建设单位按照以上措施对产生的固体废物进行处理后，对环境基本无影响。

### 11.7 实践正当性分析

项目使用 X 射线探伤的目地是开展工件无损质量检验，确保工件使用安全。该项目的建设有利于发展社会经济，为企业和社会带来利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

### 11.8 产业政策分析

该公司配置的 X 射线探伤机主要用于对工件进行无损检测，保障产品质量，属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本，2021 修订）“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业政策。

### 11.9 事故影响分析

#### 11.9.1 事故类型

建设单位使用 X 射线装置开展探伤工作，不同情况将会产生不同的事故。建设单位应按照各种规章制度的要求，严防各种事故的发生。当发生事故后，应按照应急预案的要求进行补救，加强应急响应准备和事故应急演练，减少辐射事故对周围环境和人员带来的伤害。根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号），辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-10。

表 11-10 国务院令 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

续表 11 环境影响分析

本项目射线装置可能发生的辐射事故等级见表 11-11。

表 11-11 本项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

装置名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	危害结果
探伤机-II类射线装置	X 射线	①有人误入正在运行的射线装置机房；②有人未撤离机房外面人员启动设备；③检修、维护人员误操作造成误照射。	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

本项目所有装置属 X 射线装置，对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素，最大可能的事故主要有以下几种：

(1) 安全连锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的射线装置机房内；

(2) 工作人员还未全部撤离探伤室，外面人员启动设备，造成有关人员被误照；

(3) 检修、维护人员误操作造成误照射。

### 11.9.2 潜在事故风险及预防处理措施

本项目配置 X 射线探伤机 2 台，X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此，断电状态下较为安全。在意外情况下，可能出现的事故（事件）如下：

#### (1) 丧失屏蔽

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

安全措施：检修、调试应由专业技术人员进行，绝不允许随便拆走探伤机及机架上的屏蔽材料，不允许加大照射面积。完好的剂量探测器和剂量报警仪，连锁装置等，可提供纵深防御。X 射线探伤室的防护屏蔽结构，包括混凝土屏蔽墙和铅防护门。不得擅自改变、削弱、或破坏防护屏蔽结构，如开孔洞、挖沟、取土等。

续表 11 环境影响分析

(2) 人员滞留在探伤室内

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

安全措施：撤离机房时应清点人数，辐射工作人员用摄像头对机房内进行扫视，按搜寻程序进行查找，确认无人停留机房后开始进行操作。如遇人员滞留机房内，滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射，如已受到大剂量照射，应立即送往医院就医。

(3) 联锁装置失效

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

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

(4) 出现较预定值更高的束流强度

原因分析：探伤机电器元件故障，电源不稳，控制器失误等原因使束电流加大，导致高强度束流射向屏蔽不足的区域。

安全措施：探伤机故障报警系统可及时发现故障；交流净化电源为设备提供稳压电源，过压、欠压、过流报警，消除电流冲击等功能；辐射监测器和报警系统可用作针对这类事件进行人员防护和纵深防御措施。

(5) 人员误操作

原因分析：不了解探伤机的基本结构和性能，缺乏操作经验和缺乏防护知识，安全观念淡薄、无责任心；违反操作规程和有关规定，操作失误；管理不善、领导失察等，是人为的因素造成的辐射事故的最大原因。

安全措施：放射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；

**续表 11 环境影响分析**

管理人员应强化管理，落实监测频率，每年一次。保证按照要求进行探伤工作。

**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（2021年修订）》，环境保护部令第31号第十六条要求：使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有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。

由附件四可知，为认真贯彻执行《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求及国家的有关规定，加强厂区内部管理，公司成立了辐射安全防护管理小组，该小组包括了1名组长，1名副组长，2名成员，小组成员均有一定的学历与管理的能力。本项目开展后，建设单位的管理人员能满足配置要求。

### **12.2 辐射安全管理**

#### **(1) 辐射安全管理规章制度**

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“营运管理”的要求，海通公司必须培植和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生。为此，公司应按照相关规定制定相应的管理制度，包括：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、射线置装使用登记制度、人员培训计划、人员健康及个人剂量管理制度、监测方案、辐射事故应急措施等。

建设单位已制定如下制度：《X射线探伤机操作工安全操作规程》、《探伤室管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《放射性监测方案》、《设备检修维护制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置使用登记制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射事故预防措施及应急处理预案》等。

目前上述制度已上墙，建设单位将在项目运行过程中，根据本项目运行管理和设备操作需求，及时更新现有相关规章制度，使其更具有可操作性，并将上述更新完善后的制度粘贴在辐射工作场所。

#### **(2)辐射工作人员管理**

##### **①配置数量合理可行性**

续表 12 安全管理

本项目配置 2 台 X 射线探伤机，不同时使用，因此，项目配置 2 名辐射工作人员，人员配备数量是可行的。

### ②辐射安全培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十五条的规定：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。同时，根据生态环境部《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》（2019 年第 57 号），有相关培训需求的人员可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（以下简称培训平台，网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识。新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

根据建设单位资料，本项目人员从公司现有放射工作人员中调配 2 名负责 X 射线探伤机的操作，现有 2 名放射工作人员均已取得核技术利用成绩合格单，且在有效期内。建设单位后期根据工作需要拟增加或者调用其他普通工作人员进行放射工作时，应按照上述要求，安排新增人员通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

### ③个人剂量管理

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，项目单位应对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。项目单位应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立并终生保存个人剂量监测档案，内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终生保存。外照射个人剂量监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天；内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行。

建设单位目前已与资质单位签订协议，在辐射工作人员上岗期间，为工作人员配备个人剂量卡，定期进行个人剂量监测，监测周期最长不超过 3 个月。工作期间辐射工作人员必须正确佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，防止个人剂量计遗失和监测结果异常。

续表 12 安全管理

#### ④职业健康检查

按照《放射工作人员职业健康管理办法》（中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日）要求，对已经从事放射工作的职业人员进行的经常性医学检查，放射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；放射工作单位应当组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查时间间隔不应超过 2 年，必要时增加临时性检查；放射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当进行离岗前的职业健康检查。

建设单位目前为放射工作人员建立个人健康档案，2 名放射工作人员在 2022 年 9 月进行了职业健康监护，结论均为可继续从事放射性工作，建设单位将监护资料存档，档案中详细记录历次医学检查的结构及其评价处理意见，放射工作单位应当为放射工作人员建立并终生保存职业健康监护档案。

#### (3) 档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，个人剂量档案应当终生保存。

建设单位拟在项目正式运行后，建立放射工作人员个人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，并且组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年。

档案信息和保存等按照环境保护令第 18 号规定执行。档案资料分以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“年度评估”、“辐射应急资料”。建设单位应根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

#### (4) 年度评估

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

续表 12 安全管理

建设单位拟在项目运行后，每年提交辐射安全年度评估报告，年度评估报告包括射线装置及防护用品台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射工作人员管理情况、事故应急等方面的内容。

### (5) 核安全文化建设

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

具体操作参考如下：

- ①建设单位应组织核安全文化建设，制定出符合自身发展规划的核安全文化；
- ②建设单位应当建立有关的部门管理，通过专项的管理能够让核安全文化一步步落实到员工的工作过程中，并让核安全文化建设更加有效。

## 12.3 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》（国务院第 449 号令）等相关法规和标准，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

建设单位必须配备相应的监测仪器，目前建设单位配置有 1 台 X- $\gamma$  辐射检测仪进行日常自检，同时委托有资质的单位定期对公司使用的射线装置机房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所外环境的监测。

### (1) 工作场所外环境检测

针对该公司拟开展的探伤室探伤，本环评提出以下监测计划：

该公司应定期对探伤室区域周围环境进行监测，建立相应监测计划，监测计划应包括以下内容：

## 续表 12 安全管理

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

2) 检测频次: 验收时监测一次; 公司日常巡测每个月一次, 每年委托有资质单位每年监测一次; 涉及设备大修后等也应进行监测;

检测项目: 为周围剂量当量率;

检测点位: 探伤室周围屏蔽体外、防护门外 30cm 处, 以及屏蔽体穿墙管线、门缝等辐射防护薄弱处。

### (2) 个人剂量检测

1) 辐射工作人员工作时需佩戴个人剂量计, 每 2~3 个月对公司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, 应当立即停止进行辐射工作, 同时核实和调查监测结果异常原因, 并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

2) 公司已有专人负责个人剂量管理, 建立辐射工作人员个人剂量档案。

另外, 本环评建议建设单位对长期从事辐射工作的人员实施轮岗, 尽量降低由于长时间接触职业危害因素对身体健康造成的伤害。

## 12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部令第 18 号) 要求, 申领辐射安全许可证的辐射工作单位应建立完善的辐射事故应急方案或具有针对性与操作性的应急措施。

### 12.4.1 事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》第四十条: 根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素, 从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目使用 II 类射线装置, 可能发生的辐射事故主要为人员滞留探伤室、联锁失效等情况, 否则人员受到不必要的误照射, 事故情况下, 辐射工作人员或公众成员受照剂量可能受到超过年剂量限值。

### 12.4.2 事故应急方案与措施

#### (1) 事故报告程序

## 续表 12 安全管理

根据本项目的辐射事故等级，本项目一旦发生辐射事故，应迅速电话向内部管理机构、上级生态环境主管部分报告，并在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向湖南省生态环境厅报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。报告联系电话如下：

公司联系电话：13807345349

政务服务便民热线：12345 / 12369（24 小时）

湖南省卫生健康委：0731-84822000

衡阳市生态环境局：0734-2892828

湖南省生态环境厅：0731-85698110

公安报警电话：110

### （2）辐射事故应急处置措施

本项目设备发生辐射事故时，应立即切断设备电源或者就近按下急停按钮，迅速控制事故发展，消除事故源。

### （3）辐射事故后处理

启动并组织实施应急方案，将事故受照人员撤离现场，检查人员受危害程度，并采取救护措施，保护事故现场，配合相关部门作好事故调查处理，并作好事故的善后工作。对可能受到辐射伤害人员，事故单位应当立即将其送至当地卫生部门指定的医院或者有条件救治辐射伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。查找事故原因，排除事故隐患，总结事故发生原因，杜绝事故的再次发生。

### （4）应急演练

组织工作人员根据项目运行过程中可能产生的各类辐射事故定期进行辐射事故演练，提高人员对突发事故的应急处理能力。应急演练过程记录在案，针对演练过程中发现的问题，及时进行整改，避免发生事故后，应急处置工作的不当。

## 12.5 辐射安全与管理投资估算

表 12-2 辐射安全与管理投资估算

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急措施		
警示标志		

续表 12 安全管理

防护墙体		
防护监测设备		
污染防治措施		
危废处置		
合计		

### 12.6 辐射活动能力评价

建设单位从事辐射活动能力评价见表 12-3。

表 12-3 建设单位从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
设有专门的辐射安全与环境保护管理机构或至少有一名具有大专以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	设立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，辐射安全与环境保护管理工作有一名专职人员具有专科学历。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	目前配置 2 名放射工作人员，均已进行培训并取得核技术利用成绩合格单，且在有效期内。
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	已设置门灯联动装置，机房外醒目处设置电离辐射警示标志以及工作状态指示灯。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计。	已配备个人剂量计、个人剂量报警仪、X- $\gamma$ 辐射检测仪用于日常自检。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定，需根据项目运行情况完善修订

综上所述，评价认为，衡阳天星医药化工设备科技有限公司辐射环境管理满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》等相关标准的要求。

### 12.7 竣工验收

表 12-4 环保设施竣工验收内容和要求一览表

序号	验收内容	验收要求	依据
----	------	------	----

续表 12 安全管理

1	环保资料	环评报告文件, 验收监测报告, 个人剂量监测、健康档案、放射工作人员培训成绩合格单等		生态环境部公告 2018 年第 9 号
2	环境管理	有辐射环境管理机构, 设专人负责, 制度上墙。制度包含操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备维修		齐全
3	环保措施	<p>1、探伤室的穿墙电缆线和通风管道等管线孔穿墙处不影响探伤室的屏蔽能力;</p> <p>2、探伤室和操作室之间安装有视频监控系统, 能全方位观察探伤室情况;</p> <p>3、在探伤室内墙和操作室操作台上易于接触的地方设置紧急停机开关, 离地高度约 1.2m;</p> <p>3、探伤机与防护门连锁, 在防护门未关闭时, 探伤机不能出束。设置灯机连锁, 工作状态指示灯能正常显示探伤机的工作状态;</p> <p>4、探伤室外电离辐射警示标志等设置位置合理。</p> <p>5、每名辐射工作人员各配置 1 枚个人剂量计, 配置个人辐射报警仪及辐射检测自检设备。</p>		GBZ117-2022 GBZ/T250-2014
4	人员要求	配置 2 名辐射工作人员, 持证上岗, 定期进行复训; 佩戴个人剂量计, 并定期测读; 每 1~2 年进行职业健康体检。		环境保护部令 第 31 号、18 号
5	电离辐射	剂量管理目标值	辐射工作人员: 有效剂量 5mSv/a 公众成员: 有效剂量 0.1mSv/a	GB18871-2002 及建设单位出具管理目标值文件
		墙体外剂量率控制	探伤室四周墙外、防护门外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h	GBZ117-2022 GBZ/T250-2014
		设备要求	额定电压 $\leq$ 250kV, 额定电流 $\leq$ 5.0mA, 周向机 2 台;	环评批复
6	危险废物 (废显影液、定影液、清洗液及胶片)	废胶片存放在评片室收纳箱内, 洗片废液在暗室内危废收集桶内暂存, 交有危废处理资质的单位收集处置, 并为之签订收集 处理协议。危废收集桶 3 个, 废液不混合暂存。废液收集桶有明显的标示, 标示内容符合要求; 废液桶下方设置防漏托盘; 建立废液的台账管理制度; 废液的处理按照相关要求要求进行联单管理, 联单存档。		/

表 13 结论及建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

衡阳天星医药化工设备科技有限公司的产品主要包括不锈钢机械及设备，这些设备需要进行焊接并探伤，为了满足公式生产产品性能与质量，公司投资 XXXX 万元在衡阳市珠晖区建湘路 1 号衡阳天星医药化工设备科技有限公司厂房内进行核技术利用建设项目。本次核技术利用建设项目为在厂房内新建 1 座探伤室，新增 2 台工业周向 X 射线探伤机（额定电压 250kV，额定电流 5mA），预计年检测工件数量约为 200 件，根据《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号）可知，上 2 台工业 X 射线探伤机均属于 II 类射线装置。本次新增探伤机主要在探伤室内开展无损检测工作，不涉及野外移动作业。

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

#### 13.1.1 实践正当性分析

项目使用 X 射线探伤的目地是开展工件无损质量检验，确保工件使用安全。该项目的建设有利于发展社会经济，为企业和社会带来利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

#### 13.1.2 产业政策符合性分析

该公司配置的 X 射线探伤机主要用于对工件进行无损检测，保障产品质量，属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本，2021 年修订）“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业政策。

#### 13.1.3 环境质量现状

根据现状监测结果，本项目场址辐射环境质量现状良好，机房选址远离办公楼及周围环境敏感点，有利于辐射防护。项目营运期产生的电离辐射、有害气体均得到有效治理，达标排放对环境影响小。

## 续表 13 结论及建议

### 13.1.4 选址可行性及布局合理性分析

本项目探伤室位于厂区东南侧区域，四周均为人员居留时间很少的区域。探伤室周围流动人员很少，有利于探伤室辐射防护的管理，项目选址合理。项目探伤室功能布置齐全，功能用房布置紧凑，方便探伤工作操作。项目探伤室分别设置有 1 个工件防护大门和 1 个工作人员出入口，便于日常工作，同时满足标准要求，项目探伤室平面布局合理。

### 13.1.5 环境影响分析结论

#### (1) 探伤室的辐射防护

环评报告表经过对屏蔽防护效能核算及现场实测结果可知，本项目专用探伤室的各防护墙体、顶棚及防护门的屏蔽厚度能够满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）屏蔽防护的要求。

#### (2) 剂量估算结果

根据本环评的预测计算，该项目在运行过程中对辐射工作人员造成的最大年附加有效剂量为 0.018mSv，对周围非辐射工作人员造成的最大年附加有效剂量为 0.006mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）剂量限值的要求，以及本环评的剂量管理目标值（辐射工作人员不大于 5mSv，公众成员不大于 0.1mSv）的要求。

#### (3) 敏感点的影响

根据预测及现场实测，探伤室墙体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h，顶棚上 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。根据前节分析，距离本项目最近的敏感点为项目东南侧 15m 处民宅及东侧约 25m 处的民宅，经过预测，该区域周围剂量为本底值，同时，经过现场对该区域的检测，周围剂量当量率位于本底水平，因此周围公众受到的辐射影响甚微。

#### (3) 危险废物

废显影液、定影液、清洗废液属于危险废物，在暗室内危废收集桶内暂存，然后交有资质单位收集和处置。废胶片和存档到期的胶片属于危险废物，暂存在档案室的收纳箱内。

续表 13 结论及建议

### (5) 其他影响

探伤机工作能量低，产生的臭氧很少，探伤室南侧设置有通风口，保证空气流通，室内臭氧在通风换气的条件下，室内有害气体通过通风口排出室外，使室内有害气体排气次数大于 3 次/h，满足标准要求。

#### 13.1.6 辐射环境管理

建设单位辐射工作人员目前均已取得成绩合格单，持证上岗，工作时必须佩戴个人剂量计，定期进行职业健康检查并按要求进行复查。制定并更新相关辐射防护制度、人员培训、工作场所监测等制度。制定详实、可操作性强的应急预案，配备相关应急物资并定期开展应急演练。公司还应在今后的工作中，不断完善相关管理制度，加强管理，杜绝辐射事故的发生。

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

#### 13.2 要求

1、按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所、周围环境及辐射工作人员个人剂量监测、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，并自购辐射检测设备，确保周围环境的辐射安全和职工健康。

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

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

#### 13.3 建议

(1) 加强对辐射工作人员专业知识和业务工作的定期培训，提高操作熟练程度，从而最大程度地降低受照剂量、避免辐射事故的发生。

**续表 13 结论及建议**

(2) 根据新的法律法规和行业标准并结合实际工作，不断对规章制度进行补充完善。

(3) 做好危险废物的处置及管理工作。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公章

经办人

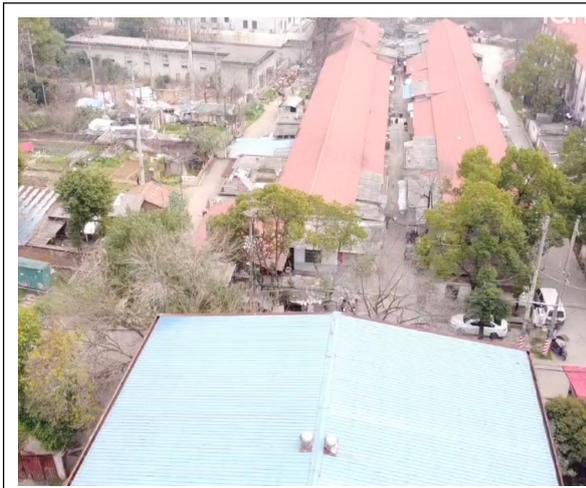
年 月 日

审批意见：

公章

经办人

年 月 日



探伤室东侧



探伤室南侧



探伤室西侧



探伤室北侧



探伤室防护大门



探伤室制度上墙

附图一（1） 项目现场照片



电离辐射警示标志及工作状态指示灯



控制室内监控显示装置



视频监控



排风扇

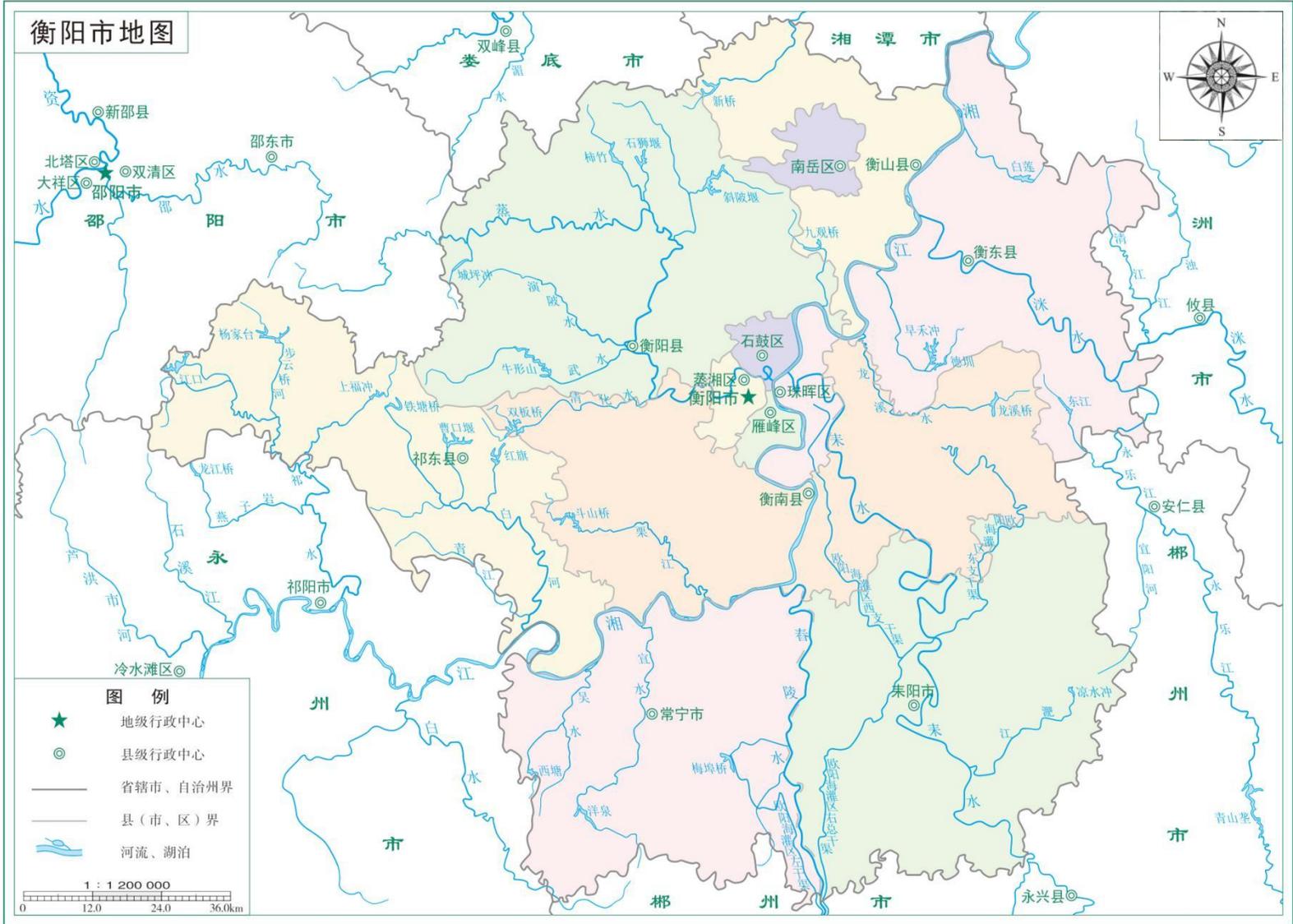


室内急停按钮



便携式剂量报警仪

附图一（2） 项目现场照片



审图号 湘S(2022)034号

湖南省自然资源厅 监制 湖南省第三测绘院 编制 二〇二二年三月

附图二 项目所在地理位置图





委托编号：\_\_\_\_\_

## 建设项目环境影响评价委托书

湖南省湘环环境研究院有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等有关法律规定和要求，我单位特委托贵公司承担“衡阳天星医药化工设备科技有限公司专用探伤室核技术利用建设项目”的环境影响评价及相关工作。

特此委托！

委托单位（盖章）：衡阳天星医药化工设备科技有限公司

委托日期：2022年12月22日





附件二 质量保证单及场所辐射环境本底检测报告

附件三 场所辐射环境现状检测报告

## 关于成立辐射安全防护管理领导小组的通知

为加强我单位辐射环境安全管理，预防辐射事故发生，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置许可管理办法》，经研究，决定成立辐射安全防护管理领导小组，其组成成员如下：

组 长：王瑾

副组长：潘国馨

成 员：袁昆仑 王先亮

主要职责：

- (1) 全面负责辐射防护管理及应急处置工作；
- (2) 负责行政许可审批相关事项，许可证申领、验收、人员培训、剂量计送检、人员职业健康体检和辐射安全年度评估工作；
- (3) 依据单位管理制度开展相关工作。

衡阳天星医药化工设备科技有限公司

2022年12月1日



## 辐射事故预防措施及应急处理预案

为做好 X 射线检测的防护工作，切实保证检测人员和公众的安全，特制定本应急预案。

### 一、领导小组：

应急预案领导小组由公司领导及质检部主管领导及相关成员组成：

组 长：王瑾

副组长：潘国馨

成 员：王先亮 袁昆仑

### 二、意外事故的处理

在进行 X 射线检测过程中，如发生受到辐射意外事故时，检测人员应立即关机、切断电源并向分管副主任报告，由其上报设备评价中心领导，情况严重的报急救中心并进行现场紧急救治。

组织相关部门的人员对所发生的事故进行分析、总结，并制定出切实可行的预防措施，以防同类事故的再次发生。

急救中心电话：120

### 三、事故报告

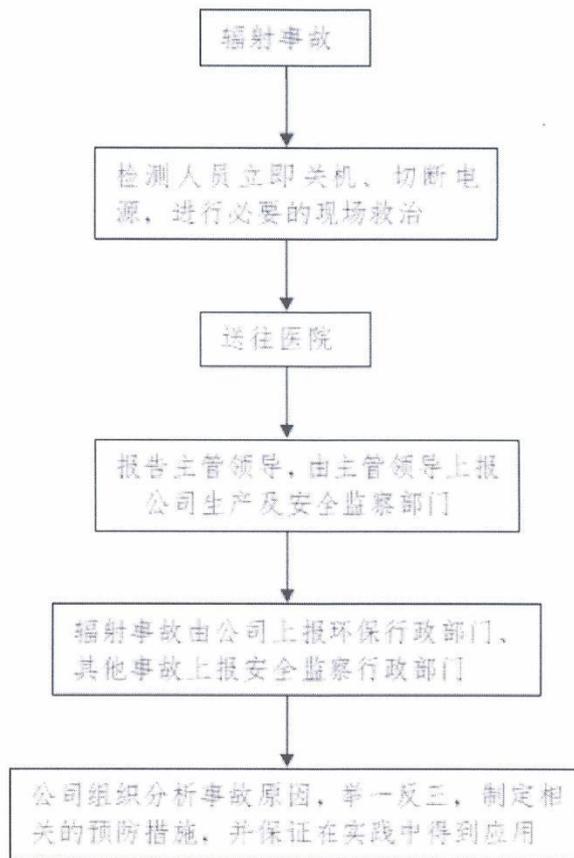
发生辐射事故后，工作人员 2 小时内及时报告单位领导，由院里及时上报主管行政部门，并协助主管部门进行事故应急处理。

辐射事故应急电话：13807345349

市生态环境局应急电话：12345（12369）

省生态环境厅应急电话：0731-85698110

具体流程如下：



衡阳天星医药化工设备科技有限公司

2022年12月

