

编号: XH24EA001

核技术利用建设项目  
安德里茨（中国）有限公司三水分公司  
工业 X 射线探伤项目  
环境影响报告表

送审版

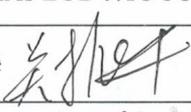
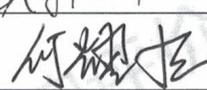
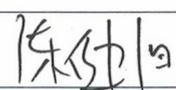
安德里茨（中国）有限公司（盖章）  
2024年 01 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目  
安德里茨（中国）有限公司三水分公司  
工业 X 射线探伤项目  
环境影响报告表

建设单位名称：安德里茨（中国）有限公司（盖章）  
建设单位法人代表（签名或签章）：THOMAS  
LUDWIG  
SCHMITZ  
通讯地址：广东省佛山市三水中心科技工业区B区83号  
邮政编码：528137 联系人：何耀恒  
电子邮箱：[REDACTED] 联系电话：[REDACTED]

# 编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	安德里茨（中国）有限公司三水分公司工业X射线探伤项目		
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）	安德里茨（中国）有限公司		
统一社会信用代码	914406007841367750		
法定代表人（签章）	THOMAS LUDWIG SCHMITZ		
主要负责人（签字）	关振华 		
直接负责的主管人员（签字）	何耀恒 		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	广州星环科技有限公司		
统一社会信用代码	91440106MA59DAA73A		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
陈健阳	20220503546000000001	BH061992	
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
陈健阳	审核	BH061992	
李勇威	项目基本情况、评价依据及评价标准、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	BH050165	

# 编制主持人环境影响评价工程师资格证书

## 中华人民共和国 专业技术人员职业资格证书 (电子证书)

### 环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师职业资格。

本人调用有效期至2024年02月20日



姓名: 陈健阳

证件号码: [REDACTED]

性别: 男

出生年月: 1989年09月

批准日期: 2022年05月29日

管理号: 20220503546000000001



中华人民共和国人力资源和社会保障部  
(盖★章)  
专业技术人员职业资格证书专用章  
11010110016090

制发日期: 2022年08月31日



# 目 录

表 1 项目基本情况 .....	- 1 -
1.1 项目概况 .....	- 1 -
1.1.1 建设单位情况 .....	- 1 -
1.1.2 项目来由和目的 .....	- 2 -
1.1.3 项目规模 .....	- 2 -
1.2 项目选址和周边关系 .....	- 3 -
表 2 放射源 .....	- 7 -
表 3 非密封放射性物质 .....	- 7 -
表 4 射线装置 .....	- 7 -
表 5 废弃物 .....	- 8 -
表 6 评价依据 .....	- 9 -
表 7 保护目标与评价标准 .....	- 11 -
7.1 评价范围 .....	- 11 -
7.2 保护目标 .....	- 11 -
7.3 评价标准 .....	- 12 -
7.3.1 职业照射及公众照射剂量约束值 .....	- 12 -
7.3.2 工作场所辐射剂量率控制要求 .....	- 12 -
表 8 环境质量和辐射现状 .....	- 14 -
8.1 项目地理和场所位置 .....	- 14 -
8.2 检测方案 .....	- 15 -
8.2.1 检测方法、检测因子和检测仪器 .....	- 15 -
8.2.2 布点原则 .....	- 16 -
8.3 质量保证措施 .....	- 17 -
8.4 检测结果 .....	- 18 -
表 9 项目工程分析与源项 .....	- 20 -

9.1 设备组成和工作方式 .....	- 20 -
9.2 工作原理 .....	- 21 -
9.2.1 X 射线产生原理 .....	- 21 -
9.2.2 X 射线探伤原理 .....	- 22 -
9.3 工艺流程和产污环节 .....	- 23 -
9.3.1 工艺流程 .....	- 23 -
9.3.2 训机流程 .....	- 24 -
9.3.3 产污环节分析 .....	- 25 -
9.4 人员配置和工作负荷 .....	- 25 -
9.5 污染源项描述 .....	- 26 -
9.5.1 辐射源 .....	- 26 -
9.5.2 其他污染源 .....	- 26 -
9.6 源强分析和参数 .....	- 27 -
表 10 辐射安全与防护 .....	- 28 -
10.1 探伤房设计 .....	- 28 -
10.1.1 探伤房主体屏蔽设计 .....	- 28 -
10.1.2 防护门的设计 .....	- 29 -
10.1.3 管线穿墙屏蔽补充 .....	- 31 -
10.2 辐射安全与防护措施 .....	- 32 -
10.2.1 警告标识、设施 .....	- 32 -
10.2.2 门机联锁装置 .....	- 33 -
10.2.3 防夹人装置 .....	- 33 -
10.2.4 紧急停机 .....	- 33 -
10.2.5 钥匙开关 .....	- 33 -
10.2.6 监控设施 .....	- 33 -
10.2.7 辐射监测设施 .....	- 33 -
10.3 辐射工作场所布局和分区 .....	- 34 -
10.4 辐射安全与防护实施方案 .....	- 35 -
10.5 日常检查、维护和探伤装置退役 .....	- 40 -
10.5.1 日常安全检查 .....	- 40 -

10.5.2 设备维护 .....	- 40 -
12.5.3 探伤装置退役要求 .....	- 41 -
10.6 三废的治理 .....	- 41 -
10.6.1 工作场所通风换气措施 .....	- 41 -
10.6.2 感光材料废物处置措施 .....	- 42 -
表 11 环境影响分析 .....	- 45 -
11.1 辐射剂量率控制值分析 .....	- 45 -
11.2 辐射剂量率水平分析 .....	- 48 -
11.3 人员受照剂量分析 .....	- 53 -
11.4 事故影响分析 .....	- 56 -
11.4.1 辐射事故类型 .....	- 56 -
11.4.2 事故预防措施 .....	- 57 -
表 12 辐射安全管理 .....	- 58 -
12.1 辐射安全管理机构的设置 .....	- 58 -
12.2 辐射安全管理规章制度 .....	- 58 -
12.3 辐射工作人员 .....	- 59 -
12.4 辐射监测计划 .....	- 60 -
12.4.1 工作人员个人剂量监测 .....	- 60 -
12.4.2 工作场所辐射监测计划 .....	- 60 -
12.4.3 工作场所辐射监测方案 .....	- 61 -
12.5 辐射安全年度评估计划 .....	- 62 -
12.6 辐射事故应急 .....	- 63 -
12.6.1 辐射事故应急机构 .....	- 63 -
12.6.2 人员培训和演习计划 .....	- 64 -
12.7 竣工环境保护验收要求 .....	- 65 -
12.7.1 责任主体 .....	- 65 -
12.7.2 时间节点 .....	- 65 -
12.7.3 验收清单 .....	- 65 -
表 13 结论与建议 .....	- 68 -

13.1 结 论.....	- 68 -
13.1.2 辐射安全与防护分析结论.....	- 68 -
13.1.2 环境影响分析结论.....	- 68 -
13.1.3 可行性分析结论.....	- 68 -
13.2 建议和承诺.....	- 69 -
表 14 审 批.....	- 70 -
附件 1：项目委托书.....	- 71 -
附件 2：环境 $\gamma$ 辐射现状检测报告.....	- 72 -
附件 3：辐射安全管理规章制度.....	- 77 -

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		安德里茨（中国）有限公司三水分公司工业 X 射线探伤项目			
建设单位		安德里茨（中国）有限公司			
法人代表		THOMAS LUDWIG SCHMITZ	联系人	何耀恒	联系电话 [REDACTED]
注册地址		佛山市禅城区古新路 70 号安德里茨中国总部大楼 13 层至 16 层（住所申报 一照多址）			
项目地点		广东省佛山市三水中心科技工业区 B 区 83 号安德里茨（中国）有限公司三水分公司一期铸造车间东南侧位置			
建设项目总投资 (万元)		200	项目环保投资 (万元)	80	投资比例（环保 投资/总投资） 40%
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> ) 144
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 项目概况</b></p> <p><b>1.1.1 建设单位情况</b></p> <p>安德里茨（中国）有限公司（简称：建设单位或安德里茨）成立于 2006 年 11 月 01 日，是一家经广东省佛山市工商行政管理局登记注册的外资企业，其三水分公司</p>					

位于佛山市三水区中心科技工业区 B 区 83 号，主要经营范围:生产、开发、经营和销售环境保护、动物饲料和水产饲料生产、制浆造纸、冶金、水力发电、输配电、供水及灌溉、化工、自动化控制、铸件、泵等领域使用的成套设备、单机及其零部件，并提供全面技术支持服务、售后服务、咨询服务、自动化升级改造服务和工程安装（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

### 1.1.2 项目来由和目的

工业 X 射线无损探伤在钢铁构件无损检测上有非常广泛的应用，X 射线探伤具有时间短、显示缺陷灵敏度高的优点。因此，为了满足将来公司高端合金铸件制造及质控的需要，建设单位拟在三水分公司建设 1 间探伤房，配套使用 2 台工业 X 射线探伤装置，用于高端合金铸件的无损检测。本次为建设单位首次开展核技术利用项目。

根据《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，第 66 号）对射线装置的分类，本项目属于使用 II 类射线装置中的其他工业用 X 射线探伤装置。受安德里茨（中国）有限公司委托（项目委托书见附件 1），广州星环科技有限公司对安德里茨（中国）有限公司三水分公司工业 X 射线探伤项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日实施），本项目应编制环境影响报告表。

### 1.1.3 项目规模

建设单位拟在广东省佛山市三水中心科技工业区 B 区 83 号安德里茨三水分公司一期铸造车间东南侧位置建设 1 间探伤房，在探伤房内使用 2 台工业 X 射线探伤装置，均为定向机，一用一备，用于高端合金铸件的无损检测。本项目拟使用探伤装置信息表见表 1-1，项目所在区域图见图 1-1。

本项目使用工业 X 射线探伤装置仅开展室内探伤，每次探伤工作只使用 1 台探伤装置，探伤对象一般为厚度 35mm 的高端合金铸件，不锈钢材质。拍摄一张胶片的射线曝光时间及开机工况视工件厚度而定，出束时间一般不超过 10min。本项目定向机探伤的对象主要为高端合金铸件的纵缝，探伤时将工件与设备垂直摆放，胶片放置在纵缝后，有用线束朝向一个方向。

表 1-1 拟使用射线装置信息表

名称	型号	最大管电压	最大管电流	数量	类型
X 射线探伤机	MXR-320/26	320kV	13mA	1 台	定向机
X 射线探伤机	XXG-3005	300kV	5mA	1 台	定向机



图 1-1 项目所在地区域图

## 1.2 项目选址和周边关系

本项目选址位于广东省佛山市三水中心科技工业区 B 区 83 号安德里茨三水分公司一期铸造车间，拟建设探伤房所在车间为地上一层建筑，无地下层，探伤房正上方人员无法到达，配套建设操作室和暗室。

本项目拟建设的探伤房设在一期铸造车间东南侧，探伤房东侧相邻为操作室、南侧相邻为消防车道、西侧相邻为砂造型区、北侧相邻为暗室。项目选址四周场所一览表见表 1-2，公司厂区平面图见图 1-2，项目 50m 周边关系图见图 1-3，项目 200m 周边关系图见图 1-4。

本项目探伤房选址位于一期铸造车间东南侧，可避免人员混杂，有利于分区管理。防护门朝向南侧的消防车道，便于工件转运和送检。探伤房周围建筑为公司车间，车间为地上一层建筑，探伤房顶外周围区域内，不存在已建、拟建建筑物，人员均在地面作业。项目选址远离住宅区、商业区等人群密集场所，探伤房四周 50m 范围内主要是安德里茨三水分公司一期铸造车间、空压机房、消防车道、佛山市金仕登家具有限公司（以下称金仕登公司）一层车间、佛山市华庆五金配件有限公司（以下称华庆公司）一层车间和佛山市新骏宏五金制品有限公司（以下称新骏宏公司）一层车间等，200m 范围内无中小学、幼儿园等敏感点，满足《广东省未成年人保护条例》的相关规定。综上所述，本项目的选址合理。

**表 1-2 项目选址四周场所分布一览表**

方位	场所
东侧	操作室、空压机房、消防车道和金仕登公司一层车间
南侧	消防车道、华庆公司一层车间和新骏宏公司一层车间
西侧	砂造型区和砂再生区
北侧	暗室、打磨区和烘干区

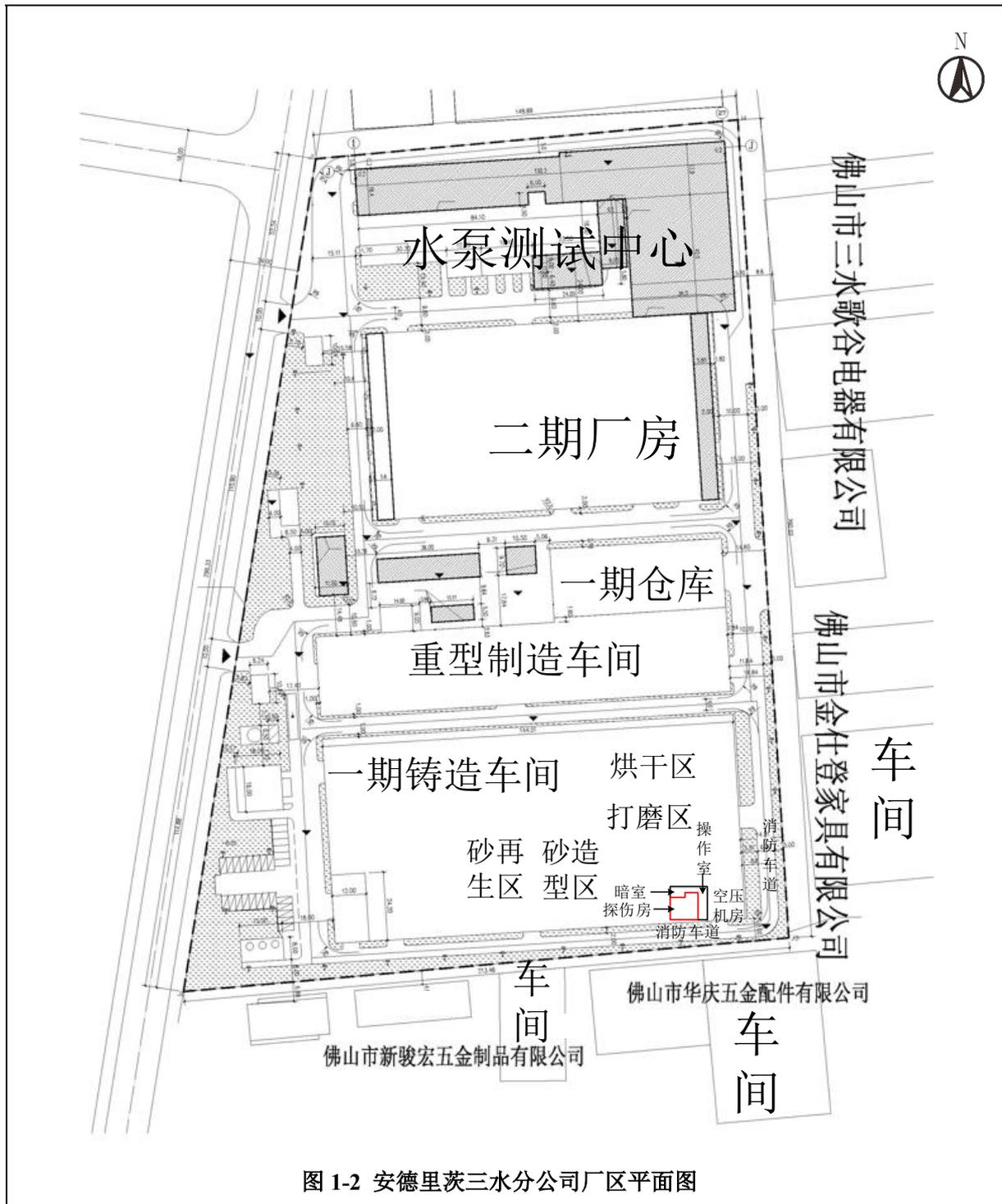


图 1-2 安德里茨三水分公司厂区平面图



**表 2 放射源**

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

**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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
	无									

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压	最大管电流	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II类	1 台	MXR-320/26	320kV	13mA	用于高端合金铸件的无损检测。	探伤房	定向机 (常用)
2	X 射线探伤机	II类	1 台	XXG-3005	300kV	5mA	用于高端合金铸件的无损检测。	探伤房	定向机 (备用)

(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	贮存方式	数量	
	无												

表 5 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
感光材料废物（废液）	液态	/	/	11.5kg	138kg	/	暂存于特定容器	由有资质的单位收集处理
感光材料废物（废胶片）	固体	/	/	5 张	60 张	/	暂存于特定收纳盒	由有资质的单位收集处理
臭氧、氮氧化物	气体	/	/	-	微量	-	直接排放	外环境

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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（主席令第九号，2015 年 1 月 1 日实施）</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日修正）</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（主席令第六号，2003 年 10 月 1 日实施）</p> <p>(4) 《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，2005 年 12 月 1 日施行，2019 年 3 月 2 日修订）</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号，2017 年 7 月 16 日修订）</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部第 20 号令，2021 年 1 月 4 日修改）</p> <p>(7) 《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 18 号令，2011 年 5 月 1 日实施）</p> <p>(8) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》（国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告第 66 号，2017 年 12 月 6 日发布）</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）</p> <p>(10) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行）</p> <p>(11) 《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 2019 年 12 月 24 日印发）</p> <p>(12) 《国家危险废物名录（2021 年版）》</p> <p>(13) 《广东省未成年人保护条例》（2009 年 1 月 1 日施行）</p>
-------------	--

	(14) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2024 年 2 月 1 日施行）
技术标准	<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>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>(4) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）</p> <p>(6) 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</p> <p>(7) 《关于发布&lt;工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范&gt;(GBZ/T250-2014)第 1 号修改单》（国卫通[2017]23 号）</p> <p>(8) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023，2023 年 7 月 1 日实施）</p> <p>(9) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</p> <p>(10) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）</p>
其他	<p>(1) 《广东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（广东省环境监测中心站，1995 年）</p> <p>(2) 《辐射防护手册（第一分册）》（1991 年 1 月出版）</p> <p>(3) 《辐射防护导论》（方杰主编 李士骏主审）</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

本项目是在固定的有实体边界的探伤房内使用II类射线装置，参考《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)对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：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。本报告将探伤房边界外 50m 的范围内的区域作为评价范围，评价范围见图 7-1。



图 7-1 项目 50m 评价范围图

### 7.2 保护目标

结合本项目的评价范围，本项目将评价范围内有人员驻留的辐射工作人员和公众列为保护目标，具体保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 评价范围内保护目标分布情况

方位	区域	距离 (m)	保护目标	影响人数 (人)	剂量约束值 (mSv/a)
东侧	拟建操作室	3.0	辐射工作人员	3	≤5
	空压机房	6.0	公众	2	≤0.25
	消防车道	18	公众	流动人员	
	金仕登公司生产一层车间	43	公众	30	
南侧	消防车道	5.0	公众	流动人员	
	华庆公司一层车间	22	公众	30	
	新骏宏公司一层车间	45	公众	30	
西侧	砂造型区	20	公众	5	≤0.25
	砂再生区	40	公众	5	
北侧	拟建暗室	5.0	辐射工作人员	3	≤5
	打磨区	6.8	公众	10	≤0.25
	烘干区	36	公众	5	

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 职业照射及公众照射剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定:

(1) 工作人员的职业照射水平不应超过下述限值:

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。

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

该报告取职业照射年平均有效剂量限值的四分之一作为该项目的职业照射剂量约束值, 取公众年平均有效剂量限值的四分之一作为该项目的公众照射剂量约束值, 即该项目的辐射工作人员的年有效照射剂量应不超过 5mSv, 公众的年有效照射剂量不超过 0.25mSv。

#### 7.3.2 工作场所辐射剂量率控制要求

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），探伤室墙体和防护门外周围辐射剂量率应满足：

（1）关注点的周剂量参考控制水平,对放射工作场所不大于  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ,对公众不大于  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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

（3）探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室内表面边缘所张立体角区域内时,探伤室顶的辐射屏蔽要求同（2）；

对人员无法到达的探伤室顶,探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取  $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

本项目探伤房外四周各关注点的参考控制水平应不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，探伤房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于  $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。





拟建探伤房场址现状



东侧空压机房现状



南侧消防车道现状



西侧砂造型区现状



北侧打磨区现状

图 8-2 环境现状照片

## 8.2 检测方案

### 8.2.1 检测方法、检测因子和检测仪器

为调查本项目所在区域及周围环境辐射水平现状，广州星环科技有限公司于

2023年12月09日对项目场址周围进行环境 $\gamma$ 辐射剂量率现状检测,检测方法和因子见表8-1,检测仪器信息见表8-2。

表 8-1 检测方法和因子

检测方法	检测因子
《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021)	环境 $\gamma$ 辐射剂量率

表 8-2 检测仪器

仪器名称	X、 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率仪	仪器型号	BG9512P 型
生产厂家	中广核贝谷科技有限公司	仪器编号	1TRW88AA
校准日期	2023年1月11日	有效期	1年
测量范围	10nGy/h-200 $\mu$ Gy/h	能量响应	25keV-3MeV
校准单位	上海市计量测试技术研究院	证书编号	2023H21-20-4365381001

### 8.2.2 布点原则

本项目的环境辐射现状监测点位主要位于室内和消防车道,按照《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)的辐射环境质量监测布点要求,开展道路测量时,点位应设置在道路中心线;开展室内测量时,点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置。参考《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)5.3核技术利用辐射环境监测的布点要求,以工作场所为中心,半径50m内均匀布点,测量点覆盖控制区和监督区,并覆盖50m范围内的环境敏感点。结合本项目的保护目标分布及评价范围,本次共布设13个检测点位,检测布点见图8-3。

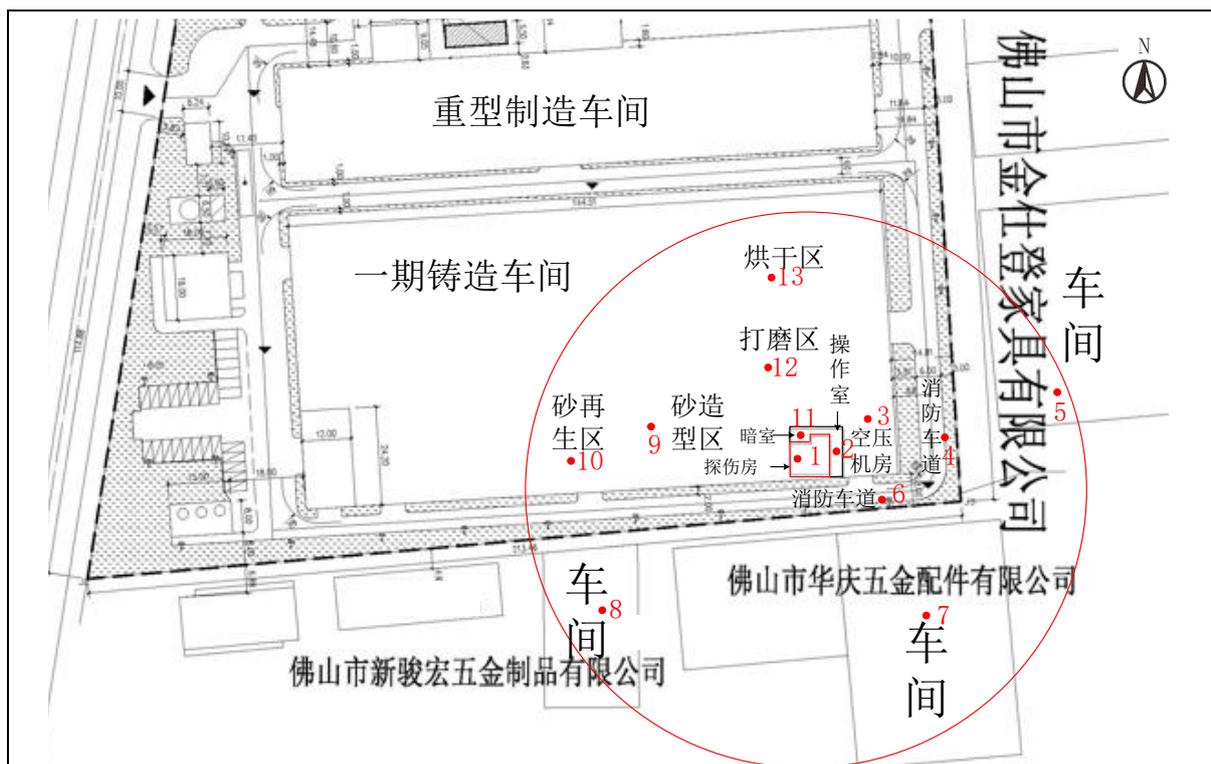


图 8-3 检测布点图

### 8.3 质量保证措施

本项目的环境辐射现状检测，根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）做好以下的质量保证措施：

（1）承担本项目环境辐射现状检测的检测机构具备检验检测机构资质认定证书，检测人员具备从事环境辐射监测的工作经验，充分了解环境  $\gamma$  辐射的特点，掌握辐射检测技术和技术标准，具备对检测结果做出正确判断的能力，熟悉本单位检验检测质量管理程序。

（2）实施检测前，确认使用仪器的检测因子、测量范围和能量相应等参数均满足检测要求，核实检测现场的操作环境均满足所使用仪器的操作环境要求。提前开启检测仪器预热至少 1 分钟，并确认仪器的电量充足后，再进行检测。所有检测点位，读数稳定后，以约 10s 的间隔读取 10 个数据，并经校正后求出测量值和标准偏差。

（3）测量人员经环境  $\gamma$  辐射剂量率测量相关专业培训并考核合格；环境  $\gamma$  辐射剂量率测量仪器定期校准，每年至少 1 次送到计量检定机构校准，在两次校准之间进行一次设备期间核查。

（4）更新仪器和方法时，在典型的和极端的辐射场条件下与原仪器和方法的测量

结果进行对照，以保持数据的前后一致性。

(5) 环境  $\gamma$  辐射剂量率测量应选用相对固有误差小的仪器 ( $< \pm 15\%$ )。

(6) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。

(7) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。质量保证活动按要求做好记录，并确保所有记录信息的完整性、充分性和可追溯性。

(8) 监测报告严格执行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

## 8.4 检测结果

检测结果参照 (HJ1157-2021) 的方法处理得到：

$$\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c$$

其中：

$\dot{D}_\gamma$ ：测量值，nGy/h；

$k_1$ ：仪器校准因子，1.06；

$k_2$ ：仪器检验源效率因子，本仪器无检验源，该值取 1；

$R_\gamma$ ：读数值的平均值；

$k_3$ ：建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取值 0.8，平房取值为 0.9，道路取值为 1；

$\dot{D}_c$ ：广州星环科技有限公司于 2023 年 6 月 14 日在广东省万绿湖测的仪器对宇宙射线响应值，37nGy/h，与测点处的海拔高度差别  $\leq 200\text{m}$ ，经度差别  $\leq 5^\circ$ ，纬度差别  $\leq 2^\circ$ ，可不进行修正。

检测数据见表 8-3，检测报告见附件 2。

表 8-3 建设项目场所环境  $\gamma$  辐射剂量率现状检测结果

点位编号	方位	场所	距离(m)	表面介质	检测结果(nGy/h)	标准差(nGy/h)	环境性质
1	-	拟建探伤房	-	混凝土	158	2	平房

2	东侧	拟建操作室	3.0	混凝土	185	2	平房
3	东侧	空压机房	6.0	混凝土	180	1	平房
4	东侧	消防车道	18	混凝土	130	2	道路
5	东侧	金仕登公司一层 车间	43	混凝土	136	2	平房
6	南侧	消防车道	5.0	混凝土	94	1	道路
7	南侧	华庆公司一层车 间	22	混凝土	152	2	平房
8	南侧	新骏宏公司一层 车间	45	混凝土	108	2	平房
9	西侧	砂造型区	20	混凝土	162	1	平房
10	西侧	砂再生区	40	混凝土	120	1	平房
11	北侧	拟建暗室	5.0	混凝土	165	1	平房
12	北侧	打磨区	6.8	混凝土	155	1	平房
13	北侧	烘干区	36	混凝土	164	2	平房

从表 8-3 中的数据可见，本项目建设场地及周围区域室内的环境  $\gamma$  辐射剂量率为 108~185nGy/h，道路的环境  $\gamma$  辐射剂量率为 94~130nGy/h。

参考《广东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（广东省环境监测中心站，1995 年）报道的广东省肇庆市的环境  $\gamma$  辐射剂量率的调查结果，广东省佛山市的室内环境  $\gamma$  辐射剂量率调查水平在 134.1~233.1nGy/h 之间，室外道路  $\gamma$  辐射剂量率调查水平在 86.4~167.7nGy/h 之间。对比表明，建设项目场所环境  $\gamma$  辐射现状未见异常。

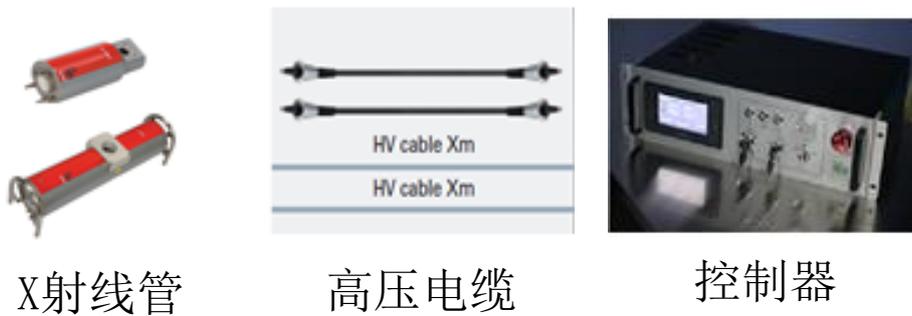
表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 设备组成和工作方式

本项目拟使用的工业 X 射线探伤装置有 2 台，1 台 MXR-320/26 型 X 射线探伤机（最大管电压 320kV，最大管电流 13mA），1 台 XXG-3005 型 X 射线探伤机（最大管电压 300kV，最大管电流 5mA），均为定向机。X 射线探伤机主要由 X 射线发生器、控制箱、电缆线三部分组成；定向机采用阳极靶平面产生的 X 射线束为固定单方向照射，呈圆锥形。本项目拟使用的定向机机构造图如图 9-1 所示。



XXG-3005 型 X 射线探伤机构造图



MXR-320/26 型 X 射线探伤机构造图

图 9-1 探伤装置设备组成图

本项目定向机探伤的对象主要为高端合金铸件的纵缝，每次探伤 1 个产品。定向机探伤时将工件与设备垂直摆放，胶片放置在纵缝后。本项目 2 台设备采用一用一备的使用形式，MXR-320/26 型 X 射线探伤机为常用设备，XXG-3005 型 X 射线探伤机为备用设备，探伤房每次只使用 1 台射线装置。

本项目拟使用的探伤机在探伤房内的工作方式为：工作人员使用电缆线连接控制台和设备。待检工件通过平台小车或人工送入探伤房，推至合适的位置，使工件与设备垂直摆放，设备的出束口对准待测工件。将胶片放置在待测工件之后，离开探伤房，关闭防护门。工作人员在操作室控制台位置打开设备的主电源，设备将自动进入训机模式。待训机完成后，工作人员在控制台使用“管电压调节旋钮”和“曝光时间选择按钮”设置检测需要的管电压和时间。按下出束按钮，设备自动出束，当数码管显示“0.0”时，曝光时间结束，设备自动切断高压电源。

## 9.2 工作原理

### 9.2.1 X 射线产生原理

工业 X 射线探伤装置的核心是产生 X 射线的 X 射线管，X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线产生示意图如图 9-2 所示。X 射线机阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。

从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线管产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以 X 射线管的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

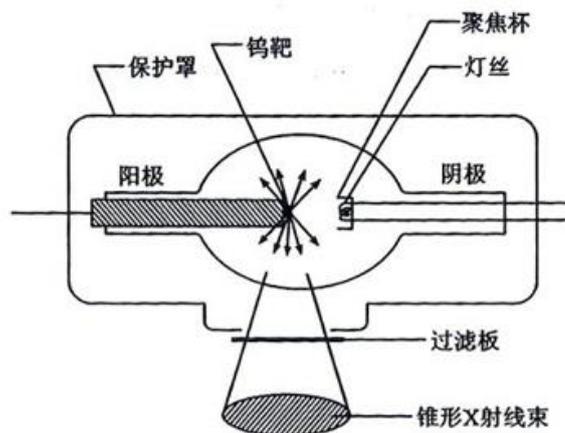


图 9-2 X 射线产生的示意图

### 9.2.2 X 射线探伤原理

工业 X 射线探伤装置是利用 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，来发现其中缺陷的一种无损探伤方法。X 射线可以检查金属与非金属材料及其制品的内部缺陷，例如焊缝中的气孔、夹渣、未焊透等体积性缺陷。

工业 X 射线探伤装置的工作方式是根据被检工件与其内部缺陷介质对射线能量衰减程度的不同，使得射线透过工件后的强度不同，使缺陷能在底片上显示出来的方法。如图 9-3 所示，从 X 射线机发射出来的 X 射线透过工件时，由于缺陷内部介质对射线的吸收能力和周围完好部位不一样，因而透过缺陷部位的射线强度不同于周围完好部位。把胶片放在工件适当位置，在感光胶片上，有缺陷部位和无缺陷部位将接受不同的射线曝光。再经过暗室处理后，得到底片。然后把底片放在观片灯下就可以明显观察到缺陷处和无缺陷处具有不同的黑度，评片人员据此可以判断工件内部缺陷等情况。

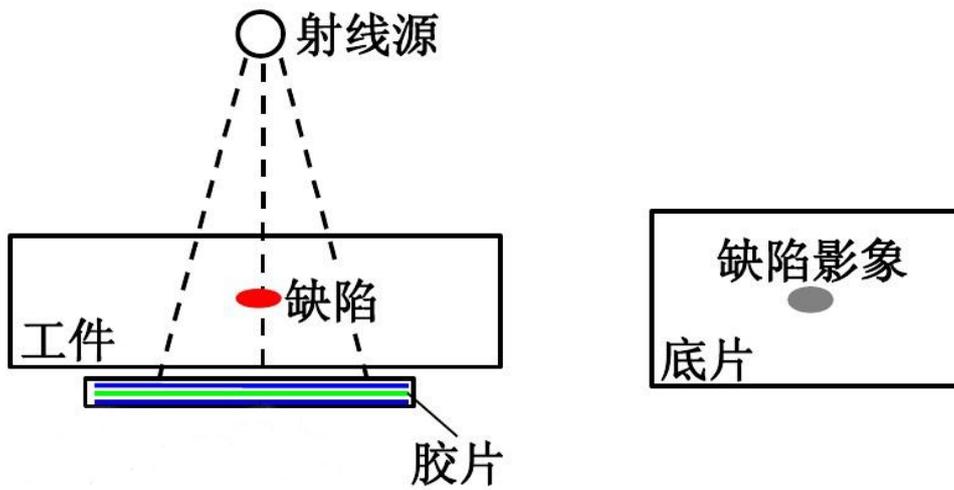


图 9-3 X 射线胶片成像图

### 9.3 工艺流程和产污环节

#### 9.3.1 工艺流程

本项目是在探伤房内进行 X 射线无损探伤，工艺流程和产污环节见图 9-4。

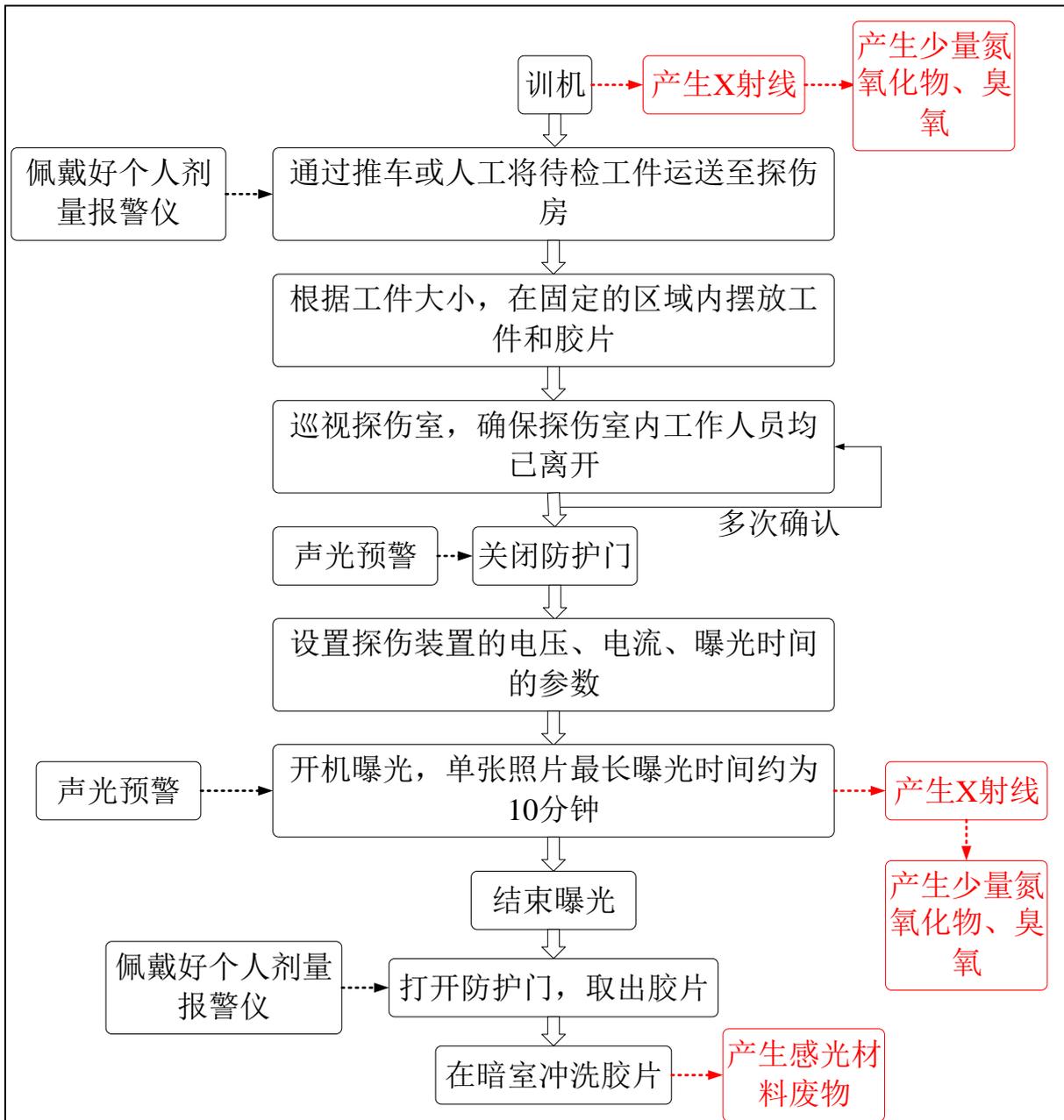


图 9-4 工艺流程及产污环节图

### 9.3.2 训机流程

本项目的工业 X 射线探伤装置除在工作状态会发出 X 射线外，在训机时也会发出 X 射线，训机流程如下：

若探伤装置初次使用或超过 24 小时没有使用时需要先进行训机，训机在探伤房内进行，人员在操作室内控制探伤装置。

探伤装置控制系统根据记忆的管头停用时间判断是否需要自动训机，停用不到

24 小时不进行自动训机，系统自动进入参数设定装态，停用 24 小时以上、120 小时以下进行短训机，超过 120 小时进行长训机。

本项目拟使用的 2 台探伤装置均设有自动训机程序，设备放置超过 7 天后，会自动识别放置的时间并自动进入自动训机，仪器 KV 显示闪烁，并时间显示为“0”，表示要自动训机，按高压“开”，仪器进入自动训机程序，当达到预定的 KV 值后，仪器停止工作，时间倒计时，倒计时完毕后，准备灯亮，仪器可进入正常曝光程序。

整个训机过程均在探伤房内进行，指示灯常亮，防护门关闭，声光警示灯闪动。待训机指示灯熄灭，设备发出特定蜂提示声音后，训机结束，设备进入工作待命状态。

### 9.3.3 产污环节分析

结合本项目的工作方式和操作流程，可分析得出本项目的产污环节、污染因子、污染途径、受本项目污染源影响的主要人群，见表 9-1。

表 9-1 产污环节分析一览表

产污环节	训机	探伤过程中	冲洗胶片
污染因子	X 射线、氮氧化物和臭氧		感光材料废物
污染途径	外照射、空气		水体、土壤
受本项目污染源影响的主要人群	探伤操作人员（辐射工作人员）及周围作业的工人（公众）		厂区周边人员

## 9.4 人员配置和工作负荷

建设单位拟安排 3 名员工经辐射安全与防护培训并考核合格后成为辐射工作人员，其中 1 名为专职管理人员，2 名为兼职管理和操作人员。

该项目投入使用后，每次进行探伤工作时只使用 1 台探伤装置，预计每天探伤 10 个工件，探伤每个工件射线曝光时间最长约 10 分钟，每周 5 个工作日，全年工作时间约 52 周；平均每次训机时间约 0.25 小时，每周训机 1 次，全年训机次数约 52 次。工作负荷一览表见表 9-2。

表 9-2 工作负荷一览表

产污环节	出束时间	周出束时间	年出束时间
探伤过程	1.7 小时/天	8.3 小时/周	433.3 小时/年
训机	-	0.25 小时/周	13 小时/年
累计	1.7 小时/天	8.55 小时/周	446.3 小时/年

因辐射工作人员的年操作时长不同，为保守估算，辐射工作人员单人的工作负荷保守取全年负荷值。

## 9.5 污染源项描述

### 9.5.1 辐射源

#### (1) 正常工况

该项目的污染因子是 X 射线。在正常工况下，探伤过程中产生的射线可以得到探伤房的有效屏蔽，但由于 X 射线的直射、漏射及散射，可能有衰减后的射线对室外的辐射工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

#### (2) 事故工况

本项目在事故工况下可能造成的辐射影响包括以下几点：

- ① 防护门安全联锁装置发生故障，探伤机开启时有不知情的人员误入探伤房引起误照射；
- ② 防护门安全联锁装置发生故障，防护门没有关到位的情况开启探伤机，导致探伤室外的人员受到误照射；
- ③ 工作人员配合失误，有工作人员还在探伤房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在探伤房内的工作人员被误照射。

### 9.5.2 其他污染源

- ① 本项目采用胶片感光成像，正常工况下，胶片成像会产生感光材料废物（废定影液、废显影液、废胶片等），属危险废物。感光材料废物处置不当，对周围土壤、

水体造成污染危害。

② X 射线照射会使探伤房内空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，如果不做处理会使探伤房内空气中的有害气体含量增加，吸入过量的有害气体会对人体健康产生一定危害。

## 9.6 源强分析和参数

本项目拟使用的探伤装置的最大管电压、最大管电流和有用线束角度由厂家提供，XXG-3005 型探伤机的滤过条件为 3mmAl，MXR-320/26 型探伤机厂家无法提供滤过条件数值。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），MXR-320/26 型探伤机保守选取 3mmCu 滤过条件下 400kV 对应的输出量和泄漏辐射剂量率数值；XXG-3005 型探伤机选取 3mmAl 滤过条件下 300kV 对应的输出量和泄漏辐射剂量率。本项目射线装置源强参数见表 9-3。

表 9-3 源强参数

型号	MXR-320/26	XXG-3005
最大管电压	320kV	300kV
最大管电流	13mA	5mA
滤过条件	3mmCu	3mmAl
焦点尺寸	小焦点 d=3.0mm; 大焦点 d=5.5mm	2.5mm×2.5mm
有用线束角度	40°	40°
距辐射源点 1m 处 输出量	23.5mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)	20.9mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)
距辐射源点 1m 处 的泄漏辐射剂量率	5×10 <sup>3</sup> μSv/h	5×10 <sup>3</sup> μSv/h

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 探伤房设计

#### 10.1.1 探伤房主体屏蔽设计

该项目拟建设的探伤房结构尺寸参数见表 10-1 和屏蔽参数见表 10-2，探伤房平面设计图见图 10-1，立面设计图见图 10-2。

表 10-1 探伤房结构尺寸参数一览表

项目	设计情况
探伤房有效外尺寸	长×宽×高=9.7m×7.75m×6.0m
探伤房有效内尺寸	长×宽×高=7.7m×5.75m×5.5m
迷路外尺寸	长×宽×高=3.6m×2.0m×5.5m
工件防护门尺寸	宽×高=3.0m×3.2m
工件防护门洞尺寸	宽×高=2.5m×2.8m
人员防护门尺寸	宽×高=1.3m×2.35m
人员防护门洞尺寸	宽×高=1.0m×2.1m

表 10-2 探伤房屏蔽参数一览表

项目	设计情况
工件防护门屏蔽	钢结构内夹 55mm 铅板
人员防护门屏蔽	钢结构内夹 25mm 铅板
迷道屏蔽	1000mm 混凝土
四面墙体	1000mm 混凝土
顶棚	500mm 混凝土

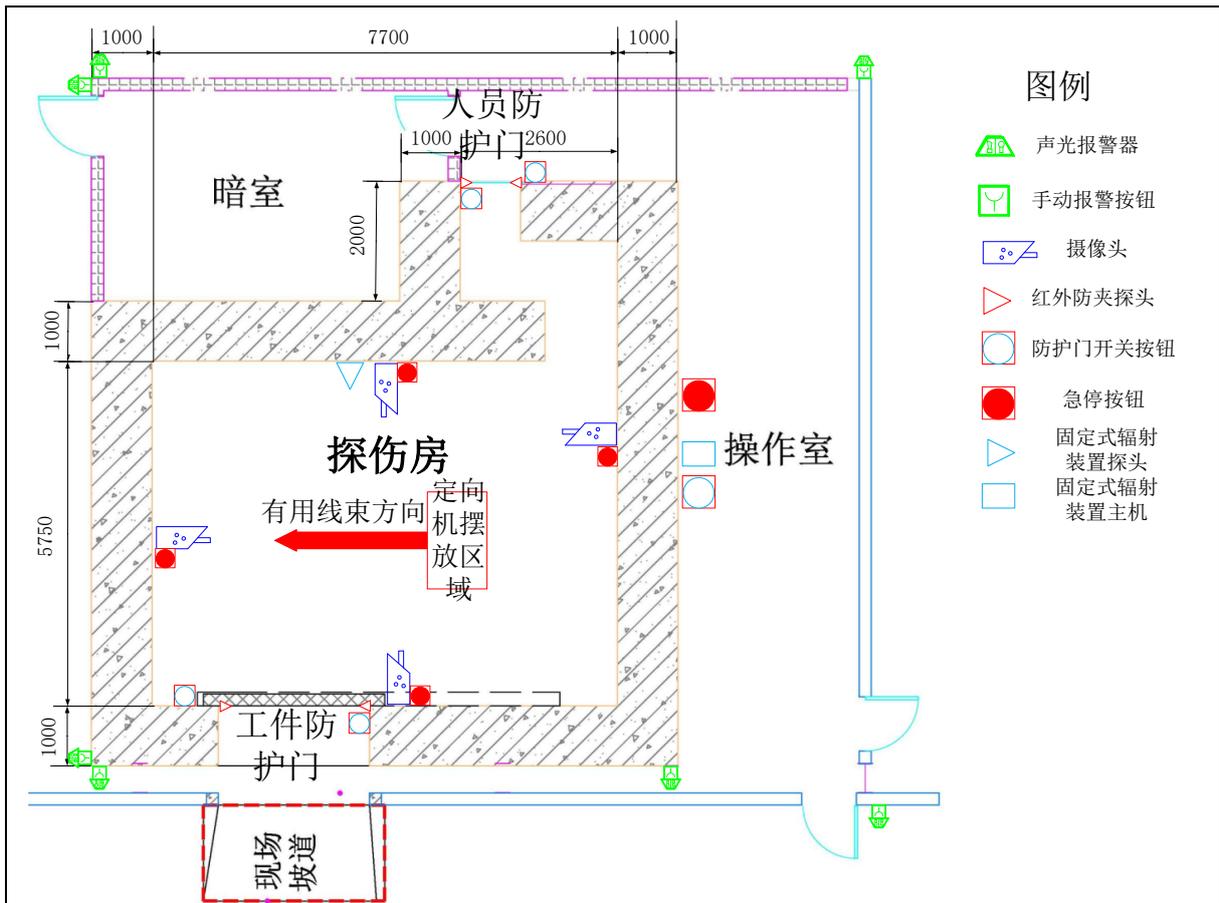


图 10-1 探伤房平面设计图

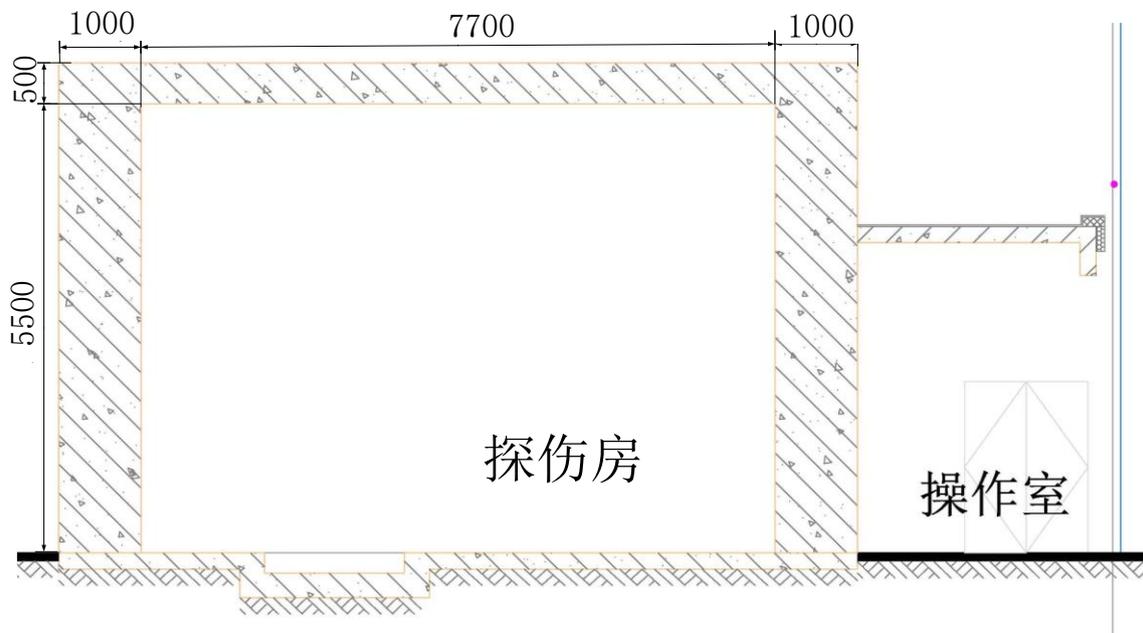


图 10-2 探伤房立面设计图

### 10.1.2 防护门的设计

本项目探伤房设置 2 个防护门，工件防护门和人员防护门，均为电动平移铅门，

采用两侧钢结构内衬铅板，工件防护门屏蔽厚度为 55mmPb 当量，人员防护门屏蔽厚度为 25mmPb 当量。在探伤房防护门旁内外均设置 1 个开关按钮，在操作室设置 1 个开关按钮。

工件防护门移动方向为向右平移。防护门宽 3.0m，高 3.2m，门洞尺寸设计为宽 2.5m，高 2.8m。关闭到位后，防护门左右各搭接 0.25m、顶部搭接 0.25m、底部搭接 0.15m 作为防射线泄露措施；工件防护门的尺寸充分考虑了建设单位需要探伤的工件的最大单边尺寸（不超过 2.5m），门缝宽度控制在搭接宽度的 1/10 以内。

人员防护门移动方向为向左平移，防护门宽 1.3m，高 2.1m，门洞尺寸设计为宽 1.0m，高 2.1m。关闭到位后，防护门左右各搭接 0.15m、顶部搭接 0.15m、底部搭接 0.1m 作为防射线泄露措施。

防护门设计示意图见图 10-3。

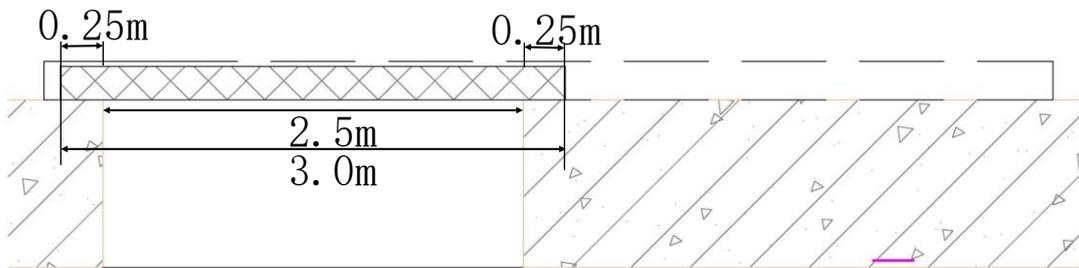


图 10-3.1 工件防护门平面图

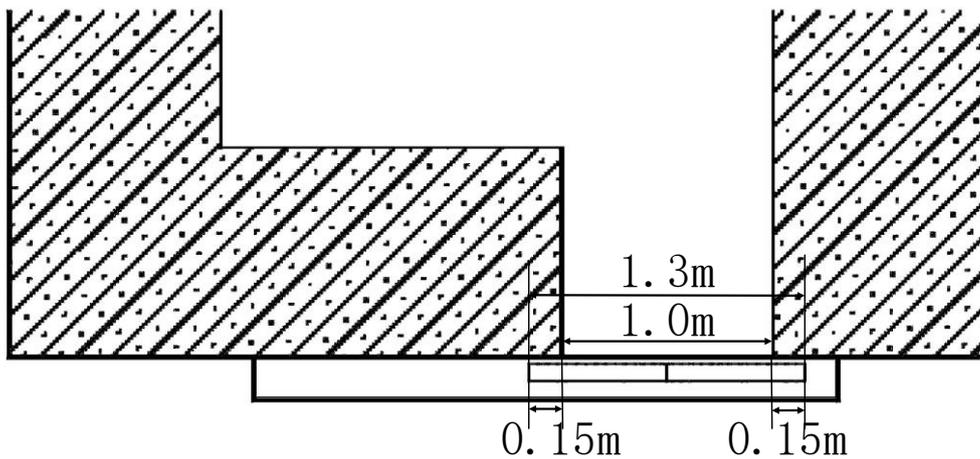


图 10-3.2 人员防护门平面图

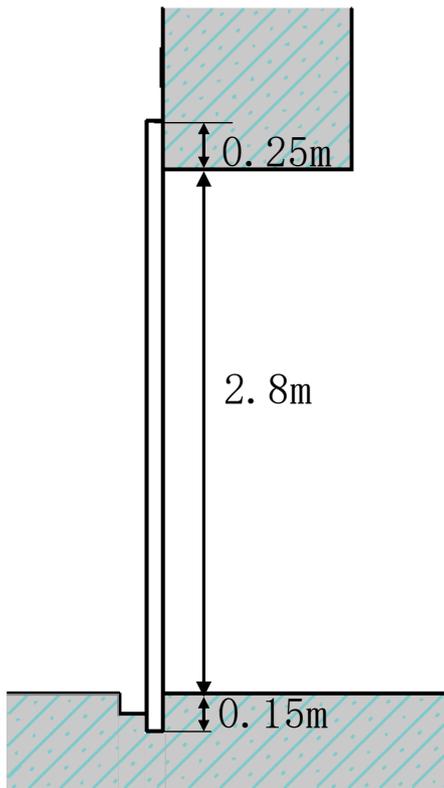


图 10-3.3 工件防护门立面图

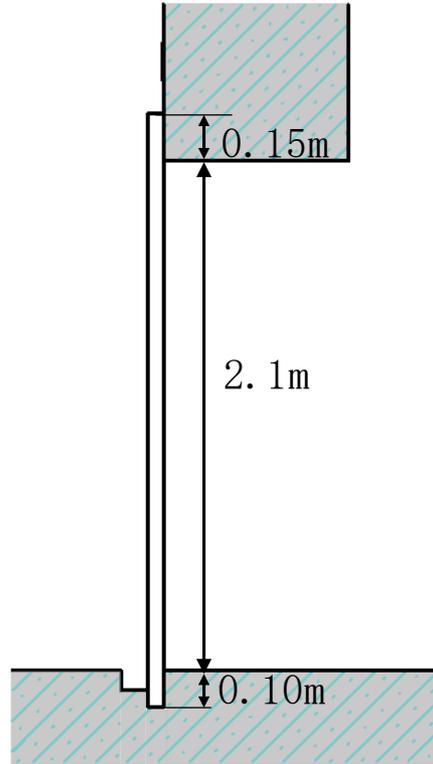


图 10-3.4 人员防护门立面图

图 10-3 防护门设计示意图

### 10.1.3 管线穿墙屏蔽补充

本项目拟在探伤房顶棚东北侧迷道入口处上方位置设置排风口，拟安装 1 个机械排风扇作为动力排风装置。排风口尺寸为 600mm × 600mm，排风口先连接高度为 1m 的排风井，再通过纵向管道从一期铸造车间南侧外排风口排出，管道尺寸为 500mm × 200mm，在探伤房内排风口加装 700mm × 700mm，屏蔽厚度为 13mmPb 的铅百叶作为辐射屏蔽措施，排风口设计图见 10-4。

电缆线穿墙位置设在探伤房东侧操作室和探伤房之间，采用地坑敷设方式进行管道穿墙，预留尺寸为 300mm × 300mm 的坑道作为电缆线穿墙的通道，探伤工作时将射线装置的电缆通过坑道穿出探伤室与控制台连接。每次探伤工作只使用 1 台射线装置，电缆线管穿墙设计图见 10-5。

探伤房内排风口位于顶棚东北侧迷道入口处上方位置，射线经过管道内壁多次散射后可忽略不计，探伤房建成后顶棚人员不可到达；电缆线管道采用地坑敷设，射线经过地坑多次散射可忽略不计，综上说明本项目的管线穿墙设计合理。

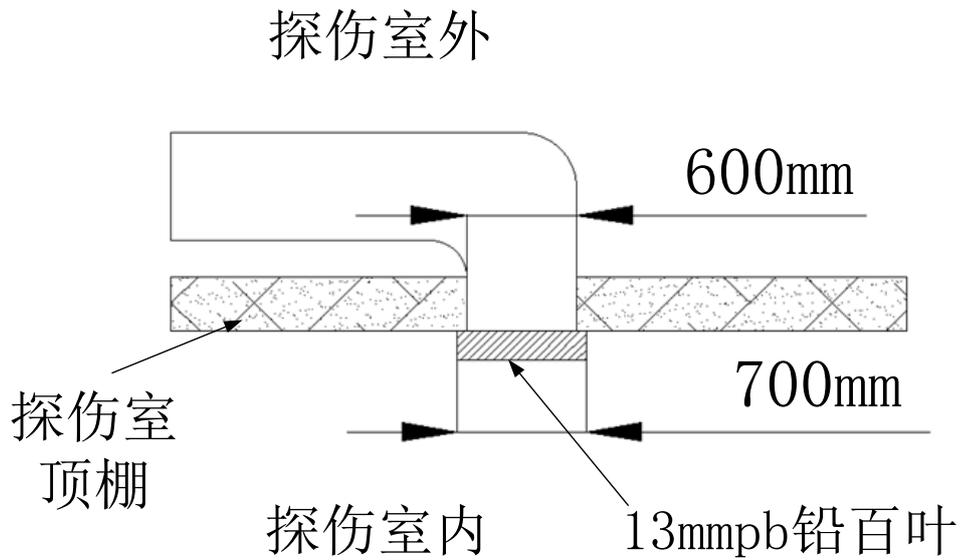


图 10-4 排风口设计示意图

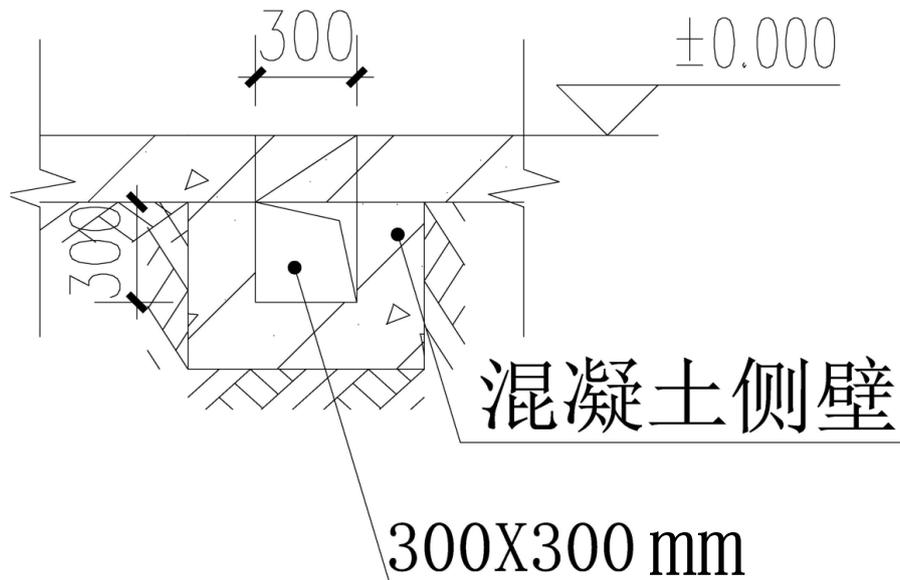


图 10-5 电缆线管地坑设计图

## 10.2 辐射安全与防护措施

### 10.2.1 警告标识、设施

建设单位拟在 2 个防护门上各张贴 1 张电离辐射警告标识和 1 张中文警示说明，按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm。监督区边界将竖立“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”的工作指示牌。控制台上方拟张贴辐射警告和禁止非授权使用的说明，控制台设有工作状态指示灯。

建设单位拟在操作室门、机房南墙东侧、机房南墙西侧、机房西墙南侧、暗室门和操作室北墙东侧各设置了 1 个声光警示装置和手动报警按钮，警示灯与射线装置联锁，警示灯闪烁表示准备出束，发出声音警示持续 15s；X 射线出束时警示灯将亮红灯，并持续发出报警声，声光警示装置位置如图 10-1 所示。

### **10.2.2 门机联锁装置**

探伤装置的控制台设有联锁接口，探伤房的防护门安全联锁功能采用限位装置，限位装置安装在防护门的极限位置，只有当防护门关闭到位后，触发限位装置，高压电源才能接通，射线装置才能开启。防护门与限位装置分离时，射线装置高压电源将被切断，重新关上防护门后射线装置不会自动开启。

### **10.2.3 防夹人装置**

探伤房防护门将设置防夹人装置，在防护门左右两侧设置防夹红外探头，当探头感应到有物体时，防护门会自动暂停关闭，需重新按下关门按钮才会关闭。防夹人装置位置见图 10-1。

### **10.2.4 紧急停机**

本项目探伤房四面墙体和操作台各设置 1 个急停按钮，人员可以不穿过有用线束使用。急停按钮将标明功能和使用方法，急停按钮的位置见图 10-1。急停按钮与射线装置高压电源连锁，发生紧急事故时可以迅速切断探伤装置的高压电源，终止出束。

### **10.2.5 钥匙开关**

本项目探伤装置控制台设有钥匙开关，只有打开钥匙开关探伤装置才能连接高压电源。钥匙由专人保管，只有授权的辐射工作人员才能使用，无关人员无法操作探伤装置。

### **10.2.6 监控设施**

建设单位拟在探伤房四面墙各安装 1 个监控摄像头，显示屏安装于操作室，用于实时观察探伤室内的工作状态，可有效防止人员滞留探伤室的情况发生。

### **10.2.7 辐射监测设施**

建设单位拟为辐射工作人员每人配备 1 个人剂量计和 1 个人剂量报警仪，并在

工作期间佩戴好，个人剂量报警仪工作期间保持开机状态，个人剂量计定期送检。个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。当个人剂量报警仪报警时，辐射工作人员应立即停止工作，同时阻止其他人进入探伤房，并立即向辐射工作负责人报告。

建设单位拟配备 1 台 X- $\gamma$  便携式剂量率仪用于日常辐射监测，使用 X- $\gamma$  便携式剂量率仪定期（每个月 1 次）对探伤房周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

建设单位拟为探伤房安装 1 套固定式辐射探测装置，装置主机设置在操作室，监测探头设置在探伤房内北墙中间位置，探头与装置主机连接，监测数据实时显示在显示屏上，用于实时监测探伤房内的辐射剂量率值，防止关闭主电源后射线装置仍继续工作。

### 10.3 辐射工作场所布局和分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

对于控制区：应采用实体边界划定控制区，在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合相关规定的警告标志；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。

对于监督区：采用适当的手段划出监督区的边界；在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.2 的规定：应对探伤工作场所实行分区管理。本项目将探伤房墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

布局：本项目的操作室在探伤房东侧，暗室在探伤房北侧，均避开了有用线束方向，辐射工作人员在操作室内操作探伤装置。本项目拟使用的定向机摆放探伤房中间偏东侧位置，有用线束朝向西侧。操作室内不摆放与探伤工作无关的物品，探伤房内只探伤作业，不作其他用途。送料防护门朝南侧的消防车道，便于工件转运和送检。

分区：建设单位拟将探伤房墙壁围成的内部区域划为控制区，采用黄色标识将操作室、暗室、工件防护门外、工件防护门同侧墙外 1m 和其他墙外 0.5m 的范区围划分为监督区。探伤房防护门上张贴电离辐射警告标识，监督区边界用警戒地标线围起来并树立“辐射工作场所，非辐射工作人员请勿靠近”的工作警示牌。电离辐射警告标

识应满足 GB18871-2002 的要求。

本项目的辐射工作场所布局和分区示意图如图 10-6 所示，本项目控制区通过实体屏蔽、门机连锁装置等进行控制，监督区通过黄色标示、警示说明等进行管理。工作场所布局和分区方案有利于场所分区管理，可有效隔离非辐射工作人员进入监督区，有利于保护辐射工作人员和公众，由上可知，该辐射工作场所的布局和分区合理。

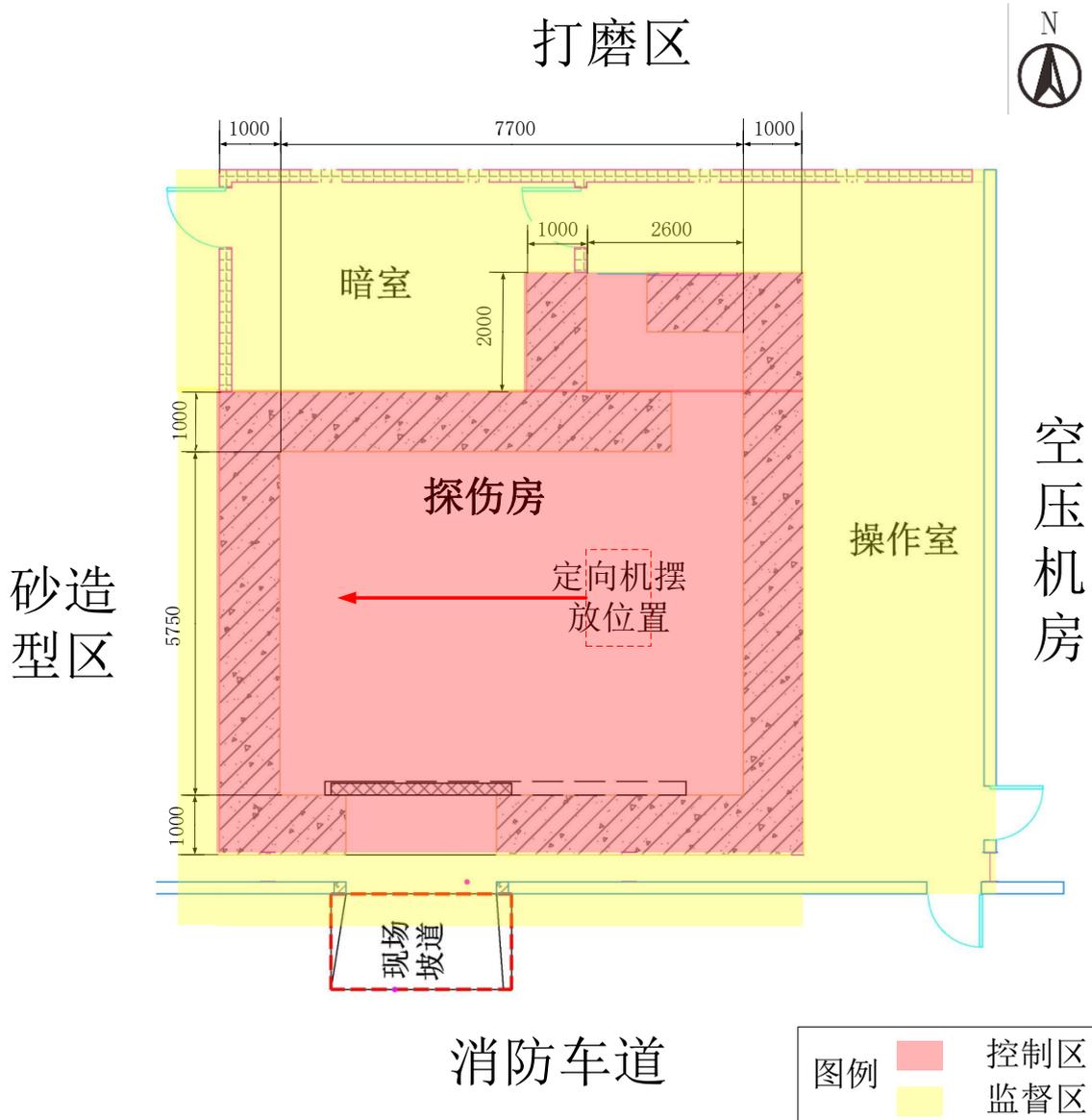


图 10-6 辐射工作场所布局和分区示意图

#### 10.4 辐射安全与防护实施方案

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），对本项目辐射工作场所布局和分区、辐射屏蔽、各项辐射安全与防护措施、安全操作要求进行分析。对照分析表

见表 10-3 至表 10-6。

**表 10-3 辐射工作场所布局和分区要求对照分析表**

<b>(GBZ117-2022) 的辐射工作场所布局和分区要求</b>	<b>实施方案</b>	<b>评价</b>
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。	本项目探伤房设置在厂房屋东南侧角落位置，附近均为人员较少居留的场所，充分考虑了临近场所的辐射安全。操作室设置在探伤房外东侧，与探伤房分开，操作室位置避开了有用线束方向。	满足要求
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。	建设单位拟对辐射工作场所实施分区管理，拟将探伤房墙壁围成的内部区域划为控制区，采用黄色标识将操作室、暗室、工件防护门外、工件防护门同侧墙外 1m 和其他墙外 0.5m 的范区围划分为监督区。	满足要求

**表 10-4 探伤房工作场所辐射屏蔽要求对照分析表**

<b>(GBZ117-2022) 的工作场所辐射屏蔽要求</b>	<b>实施方案</b>	<b>评价</b>
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 30m 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。	根据表 11 的计算，探伤房屏蔽体和防护门的辐射屏蔽同时满足人员在关注点的周剂量控制要求和关注点周围剂量当量率控制要求。	满足要求
6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面	本项目探伤房顶部为人员不能到达的地方，探伤房顶部的剂量率参考水平取 100 $\mu$ Sv/h。根据表 11 的计算，探伤房顶部的辐射屏蔽满足 6.1.4 的要求。	满足要求

<p>30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平 通常可取为 100<math>\mu</math>Sv/h。</p>		
<p><b>表 10-5 探伤房辐射安全与防护措施要求对照分析表</b></p>		
<p>(GBZ117-2022) 的辐射安全与防护安 全要求</p>	<p>实施方案</p>	<p>评价</p>
<p>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。</p>	<p>探伤房的防护门将设置门机联锁功能:只有当防护门关闭到位后,高压电源才能接通,X射线管才能开启。一旦防护门与限位装置分离,X射线管高压电源将被切断。探伤房内设置了防护门开关,发生紧急情况可以方便人员立刻离开探伤房。</p>	<p>满足要求</p>
<p>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,并与探伤机连锁。“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“预备”和“照射”信号意义的说明。</p>	<p>建设单位拟在操作室门、机房南墙东侧、机房南墙西侧、机房西墙南侧、暗室门和操作室北墙东侧各设置 1 个声光警示装置和手动报警按钮,声光警示装置与射线装置连锁,警示装置具有“预备”和“照射”两种灯光信号指示,警示装置闪烁表示准备出束,同时发出声音警示并持续 15s;警示装置亮红灯表示正在出束,并持续发出急促的报警声。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别,并与工作场所内其他报警信号有明显区别。将在探伤房醒目位置张贴“照射”和“预备”信号意义的说明。</p>	<p>满足要求</p>
<p>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</p>	<p>建设单位拟在机房四面墙体分别安装 1 个监控摄像头,显示屏安装于操作室,用于实时观察探伤室内的工作状态,可有效防止人员滞留探伤室的情况发生。</p>	<p>满足要求</p>

和探伤设备的运行情况。		
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识和中文警示说明。	本项目拟在 2 个防护门上各张贴 1 电离辐射警告标识和 1 张中文警示说明。	满足要求
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。	本项目拟使用的定向机有用线束主要朝西侧照射，探伤房四面墙体和操作台各设置 1 个急停按钮，人员可以不穿过有用线束使用，发生事故时按下急停按钮可以立刻切断探伤装置的高压电源，停止照射。急停按钮将标明功能和使用方法。	满足要求
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。	探伤房设有动力排风装置，在顶棚东南侧位置设置机械排风装置，通过管道排向一期铸造车间南侧，该位置区域属于消防车道，非人员密集场所，每小时通风换气次数为 3.4 次，不小于 3 次。	满足要求
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	建设单位拟为探伤房设置 1 套固定式辐射探测装置，装置主机设置在操作室，监测探头设置在探伤房内，用于实时监测探伤房内的辐射剂量率值，防止关闭主电源后射线装置仍继续工作。	满足要求

**表 10-6 探伤房安全操作要求对照表**

(GBZ117-2022) 的安全操作要求	实施方案	评价
6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机连锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	建设单位拟在每次开展探伤工作前检查探伤房的门-机连锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否正常，若发现异常则不能开展探伤工作。	满足要求

<p>6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。</p>	<p>辐射工作人员进入探伤房时需携带个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪，当个人剂量报警仪报警时，工作人员应立即离开探伤房，同时阻止其他人进入探伤房，并立即向辐射工作负责人报告。</p>	<p>满足要求</p>
<p>6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应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。</p>	<p>建设单位拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪用于日常辐射监测，对探伤房周围剂量当量率进行巡测（每月 1 次），做好巡测记录。当测量值高于参考控制水平时，需立刻停止工作并向辐射防护负责人报告并查找原因。</p>	<p>满足要求</p>
<p>6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。</p>	<p>工作人员作业前检查便携式 X-γ 剂量率仪是否正常工作，如发现便携式剂量率仪不能正常工作时，则不进行探伤工作。</p>	<p>满足要求</p>
<p>6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。</p>	<p>辐射工作人员需正确使用个人剂量计和个人剂量报警仪，将防护门关闭到位才能出束，把潜在的辐射降到最小。</p>	<p>满足要求</p>
<p>6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。</p>	<p>在每一次照射前，操作人员将进行以下确认：探伤房内部没有人员驻留，防护门已关闭，所有防护与安全装置系统都启动并正常运行。</p>	<p>满足要求</p>
<p>6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探</p>	<p>本项目拟探伤的工件可以完全放入探伤房内，不需要开门探伤。</p>	<p>满足要求</p>

伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

小结：综上所述，本项目的辐射工作场所布局和分区、辐射屏蔽、各项辐射安全与防护措施、安全操作要求等满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

## 10.5 日常检查、维护和探伤装置退役

### 10.5.1 日常安全检查

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）5.1.2 的规定，建设单位在每日工作开始前应检查的项目包括：

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

### 10.5.2 设备维护

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）5.1.2 的规定，建设单位对 X 射线探伤机的维护应满足下列要求：

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应由具备资质的厂家专业人员负责；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；

d) 应做好设备维护记录。

### 12.5.3 探伤装置退役要求

当工业 X 射线探伤装置不再使用，应实施退役程序，包括以下内容：

(1) 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

(2) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

## 10.6 三废的治理

### 10.6.1 工作场所通风换气措施

X 射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，如果不做处理会使辐射工作场所空气中的臭氧和氮氧化物含量增加，吸入过量的臭氧和氮氧化物会对人体健康产生一定危害。根据国家标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.10 的规定：探伤房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。

该项目拟在探伤房顶棚东南侧迷道入口处上方位置安装 1 个动力排风装置。排风口尺寸为 600mm × 600mm，排风口先连接高度为 1m 的排风井，再通过管道从一期铸造车间南侧外排风口排出，管道尺寸为 500mm × 200mm，排风口朝向消防车道，该位置属于空旷区域，非人员密集场所。拟购买排风机的排风量约为 900m<sup>3</sup>/h，探伤房的容积约为 264m<sup>3</sup>，工作期间排风机保持开启，可计算得每小时有效换气次数为 3.4 次，即每个小时有效换气次数不少于 3 次。探伤房内空气电离产生的有限臭氧和氮氧化物将通过动力换气装置排至探伤房外，在常温常压下，臭氧和氮氧化物的稳定性较差，可自行分解为无害物质，排风设施图见 10-7。

该项目探伤房的排风装置的排风量可满足探伤房内每个小时有效换气次数不少于 3 次，可确保探伤房内产生的少量有害气体及时、排出探伤房，排风口避开了人员活动密集区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

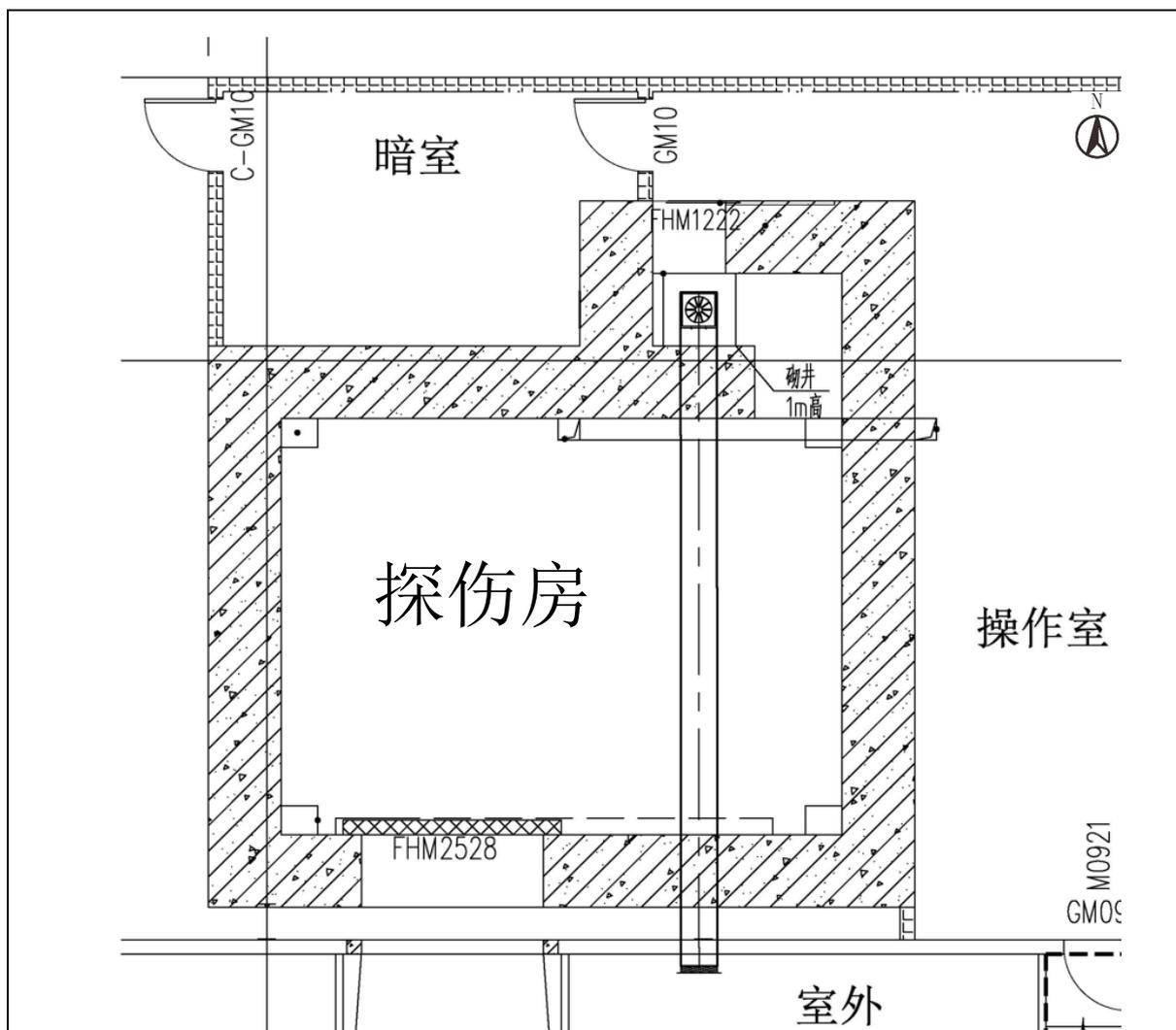


图 10-7 探伤房排风设施示意图

### 10.6.2 感光材料废物处置措施

由于使用到胶片感光成像，X 射线工业探伤项目还会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物，感光材料废物（HW16）被列入《国家危险废物名录（2021 年版）》。感光材料废物中主要含有硫酸对甲氨基苯酚（米吐尔）、溴化物、亚铁氰化钾、醋酸铅、重铬酸钾等有害成份。当感光材料废物中的危险废液进入下水道时，很快使其中的氧和阳光发生互相作用，使污水变黑，甚至发生化学反应，产生二次污染物，加重对环境的污染。

建设单位承诺在正式运行前和具备 HW16 危险废物处置资质的单位签订危险废物转移处置协议，由其定期上门回收处理探伤工作产生的感光材料废物。

建设单位每日拍摄胶片约 10 张，每月以工作 23 天记，每月拍摄胶片约 230 张，

全年拍摄胶片约 2760 张，平均每张胶片需产生废显影、定影液约 0.05kg，每月产生废液 11.5kg，全年产生废液约 138kg。胶片作废率约 2%，每月产生的废胶片数约为 5 张，全年产生的废胶片数量约 60 张。

建设单位拟采取的感光材料废物暂存措施如下：

(1) 按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的总体要求：

建设单位拟按照 HJ1276 的要求在暗室门口设置危险废物贮存场所标志、危险废物贮存分区标志，塑料桶和塑料盒箱上设置危险废物标签。

按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的贮存设施污染控制要求：

感光材料废物暂存期间，建设单位计划将冲洗胶片产生的废液存放在专用的带盖塑料桶中，废胶片暂存在专用的带盖塑料盒中，塑料桶和塑料盒箱具有防渗和防腐效果。塑料桶和塑料盒箱存放于暗室，避免了露天堆放。

建设单位拟准备 4 个约 30L 容量的塑料桶，塑料桶顶部与液体表面之间至少保留 100 毫米的空间。每当装满 2 个塑料桶时，将与回收单位预约上门回收处理，并由回收单位返回 2 个空桶用于下一轮的废液收集。

建设单位拟建造的暗室地面与裙角要用坚固、防渗的材料建造；用于存放装置液体、半固体危险废物容器的地方有将采用耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂痕。

建设单位拟张贴警戒线作为分区方式，将暗室东南侧设为危废暂存区，暗室和危废暂存区平面图见图 10-8。还将设置堵截设施，堵截设施最小容积不低于对应贮存区域最大液态废物容器容积或液态废物总储量 1/10，对存储废液的区域设计了渗滤液收集设施。

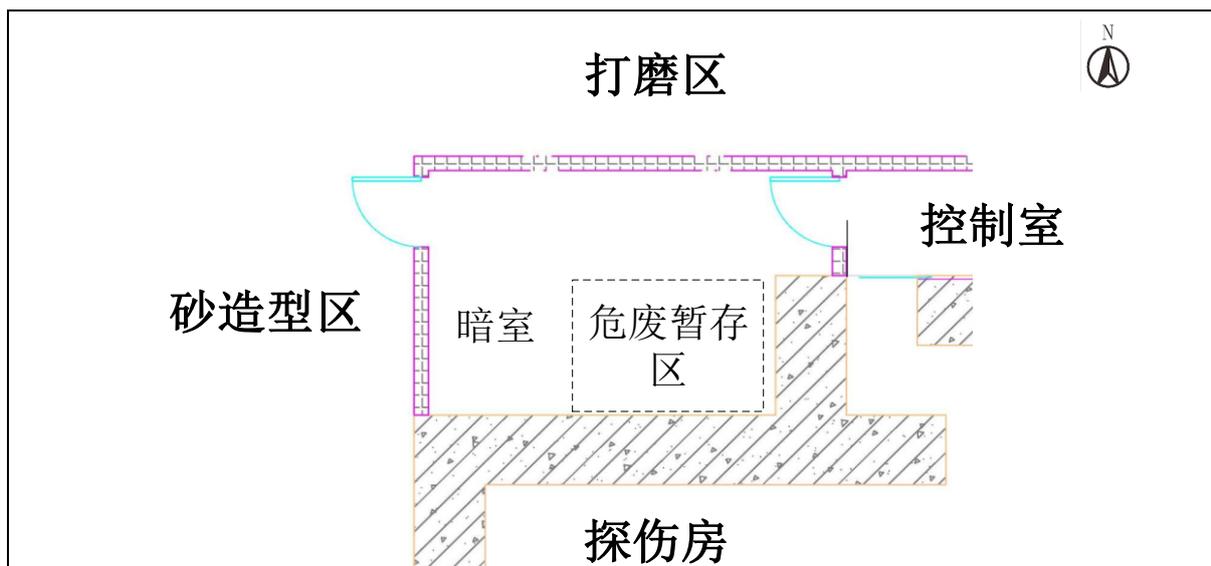


图 10-8 暗室和危废暂存区平面图

(2) 按照（GB18597-2023）对“容器和包装污染物控制要求”的有关规定：

建设单位计划使用的塑料桶和塑料盒与危险废物相容，并且满足防渗、防漏、防腐的要求，塑料桶和塑料盒均带盖，封口密封存放。存放时容器内部预留适当的空间，防止收缩膨胀导致容器渗漏和变形，容器表面保存清洁。

(3) 按照（GB18597-2023）对“贮存过程污染控制要求”的有关规定：

建设单位应定期检查危险废物的贮存情况，及时清理地面，更换破损泄漏的容器，保证危废暂存间的设施功能完善。建设单位将制定感光材料废物产生和转移处置台账，记录记录好危险废物的名称、数量、转移日期及回收单位名称等信息，信息应保存 3 年；

综上分析，建设单位制定的感光材料废物处置措施较合理，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）和《国家危险废物名录（2021 年版）》的有关要求，能有效避免感光材料废物随意排放、污染环境。

**表 11 环境影响分析**

**建设阶段的环境影响分析**

本项目只有在使用射线装置过程中才会产生 X 射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。本项目建造各个场所须进行施工，会有一些的固废、噪声、施工废水和扬尘等非电离辐射因素的环境影响。

**声环境影响：**本项目施工建设阶段的噪声主要来自探伤室建设时的施工噪音，但项目的建设期短暂，对周围环境影响随着施工结束而消除，因此，在合理安排施工时间的情况下，对周围环境的影响微弱。

**空气环境影响：**施工期中，扬尘来自于材料运输、装卸等施工活动。在施工过程中做好物料遮盖、洒水降尘等措施后，可有效减轻对环境空气的影响，并且影响因素随施工结束而消失。

**水环境影响：**本工程项目施工较短，主要影响为少量施工废水，施工废水含泥沙和悬浮物，直接排出会阻塞排水沟和对附近水体造成污染。施工单位应对施工废水进行收集，统一排放至厂区内的污水处理设施中进行处理。

**固废环境影响：**施工期间固体废物主要为建筑垃圾。施工产生的建筑垃圾若不妥善处置不仅污染环境而且破坏景观，施工单位应及时清运至环卫部门指定的地点安全处理处置。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的，随施工期的结束而消失。施工单位应严格按照当地生态环境部门的规定采取相应的措施进行污染防治，使本项目建设阶段对周围环境的影响降低到最小。

**运行阶段的环境影响分析**

**11.1 辐射剂量率控制值分析**

本项目拟使用 2 台定向机，其中最大管电压为 320kV，最大管电流为 13mA，该项目建成后预计每天探伤 10 个工件，探伤每个工件射线曝光时间最长约 10 分钟，每周 5 个工作日；平均每次训机时间约 0.25 小时，每周训机 1 次，预计周总出束时间为 8.55 小时。

为评价探伤房的辐射屏蔽设计方案，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中关于探伤房辐射屏蔽的估算方法。根据（GBZ/T250-2014），探伤房墙和入口门外周围辐射剂量率和每周周围剂量当量应满足：

对于职业工作人员， $H_c \leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对于公众 $H_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。相应的导出剂量率参考控制水平：

$$\dot{H}_{c,d} = \frac{H_c}{t \times U \times T} \quad (11-1)$$

式中：

- t            相应探伤装置的周照射时间，h/周；
- I            探伤装置在最高管电压下常用的最大管电流，mA；
- 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。

本项目拟使用的定向机，有用线束方向朝西侧，定向机摆放区域位于探伤房中间偏东位置，摆放区域尺寸为 1.5m×1.0m，每次进行探伤工作仅使用 1 台探伤装置。探伤房四周场所使用因子保守均取 1。居留因子的选取参照国家标准（GBZ/T250-2014）附录 A，四周场所平面分布见图 11-1。

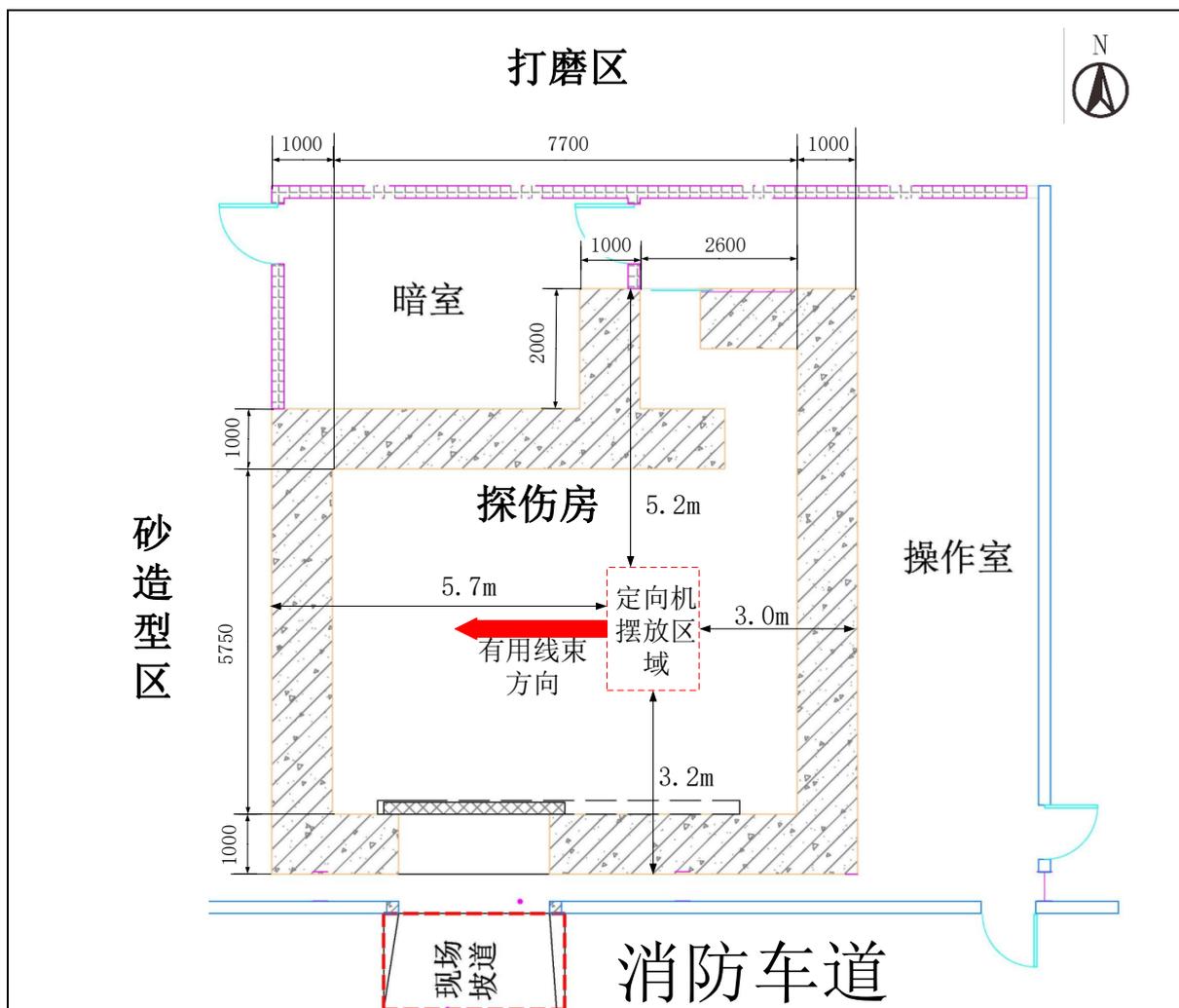


图 11-1 四周场所平面分布图

由以上计算所得的 $\dot{H}_{c,d}$ ，凡不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的，以其值作为关注点的剂量率控制值，否则选取  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 作为该关注点的剂量率控制值，相关计算参数和剂量率参考控制值的选取结果见表 11-1。

表 11-1 关注点剂量率控制水平

场所	保护目标	U	T	$\dot{H}_{c,d}$	$\dot{H}_c$
东侧操作室	辐射工作人员	1	1	$11.7\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
南侧消防车通道	公众	1	1/20	$11.7\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
西侧砂造型区	公众	1	1/5	$2.9\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$
北侧暗室	辐射工作人员	1	1	$11.7\mu\text{Sv/h}$	$2.5\mu\text{Sv/h}$

该项目周围均为单层车间，自辐射源点到探伤房顶内表面边缘所张立体角区域内，不存在已建、拟建建筑物或探伤房旁邻近建筑物，人员均在地面作业，因此对不需要人员到达的探伤房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 100 $\mu$ Sv/h 即可。

## 11.2 辐射剂量率水平分析

根据本项目防护情况，对于有用线束，参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机》中给定屏蔽物质厚度 X 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式（11-2）计算：

$$B = 10^{-\frac{Xe+TVL-TV L_1}{TVL}} \quad (11-2)$$

式中：Xe 为有效屏蔽厚度；TVL<sub>1</sub> 和 TVL 为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度。

参考《工业 X 射线探伤室屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），有用线束在关注点的剂量率按公式（11-3）计算：

$$\dot{H}_1 = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \quad (11-3)$$

对于漏射线束和散射线束，给定屏蔽物质厚度 X 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式（11-4）计算：

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

漏射线束在关注点的剂量率按公式（11-5）计算：

$$\dot{H}_2 = \frac{\dot{H}_L \times B}{R^2} \quad (11-5)$$

90°散射线束在关注点的辐射剂量率按公式（11-6）计算：

$$\dot{H}_3 = \frac{I \times \dot{H}_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (11-6)$$

式中：

- I 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为 mA；
- $\dot{H}_0$  距辐射源点 1m 处输出量，单位为 mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min)；
- B 屏蔽透射因子；
- R 辐射源点至关注点的距离，单位为 m；

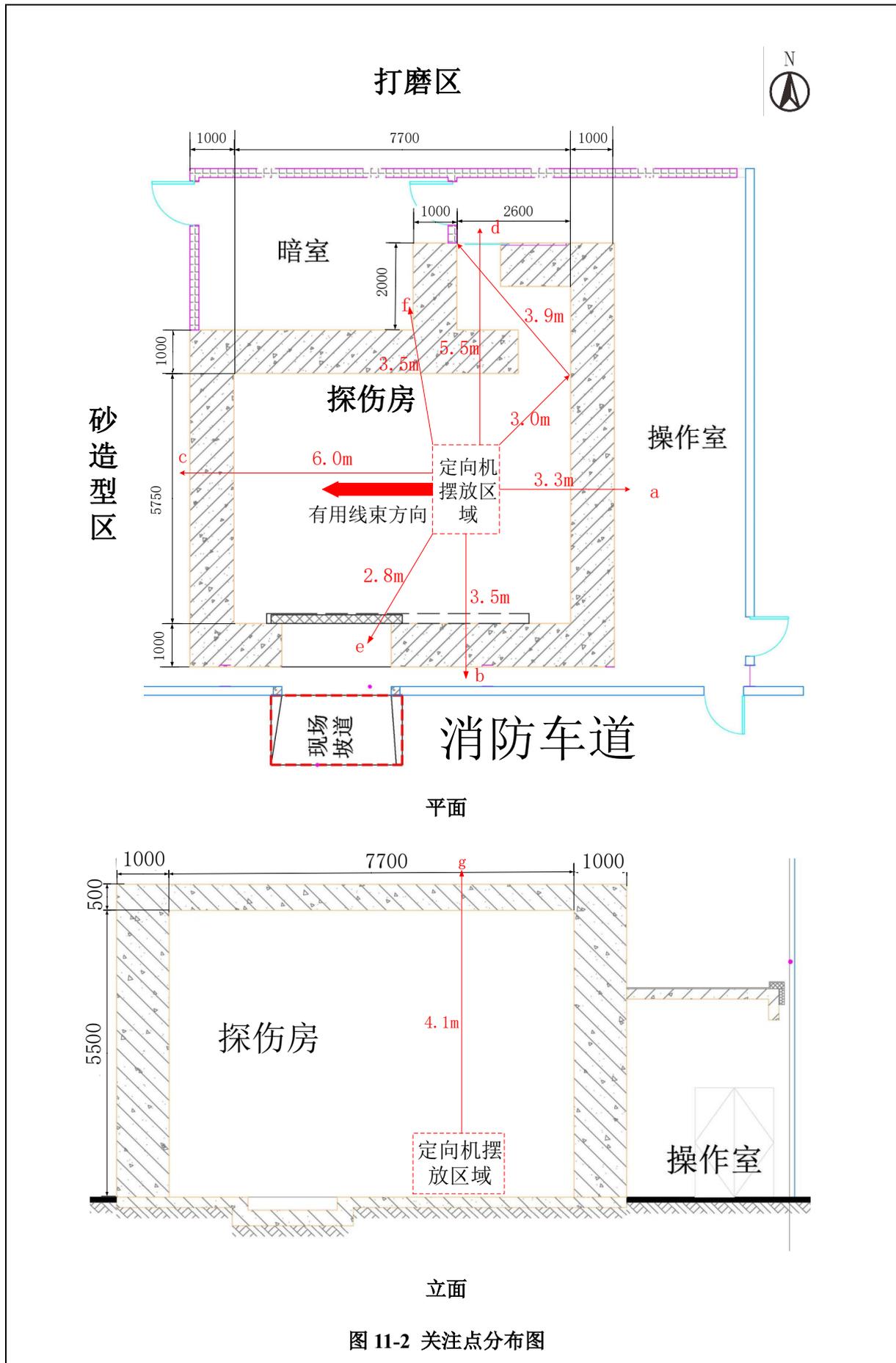
- $R_s$  散射体至关注点的距离，单位为 m；
- $X$  屏蔽物质厚度，单位为 mm；
- TVL 屏蔽物质的什值层，单位为 mm；
- $\dot{H}_L$  距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ ；
- $F$   $R_0$  处的辐射野面积，单位为  $\text{m}^2$ ；
- $a$  散射因子，入射辐射被单位面积 ( $1\text{ m}^2$ ) 散射体到其 1m 处的散射辐射剂量率的比。根据 (GBZ/T250-2014) 附录 B 表 B.4 保守取值  $1.90\text{E-}03 \times 10000/400$ 。
- $R_0$  辐射源点至散射体的距离，单位为 m。

本项目拟使用 2 台定向机，最大管电压为 320kV，探伤室墙壁屏蔽厚度为 1000mm 混凝土，参考《辐射防护导论》图 3.22 中混凝土在 320kV 电压条件下，第一什值层和平衡什值层取值，有用线束 B 值的计算参数及结果见表 11-2。

表 11-2 有用线束屏蔽因子 B 计算参数及结果一览表

Xe (有效屏蔽厚度)	TVL (平衡什值层)	TVL <sub>1</sub> (第一什值层)	B (屏蔽透射因子)
1000mm	100mm	120mm	1.6E-10

选取墙壁、防护门、顶棚外 0.3m 处作为关注点，关注点分布图见图 11-2。



本项目探伤房所在建筑为一层建筑，没有地下层，因此不对底部进行辐射剂量率估算。射线装置为定向机，有用线束方向朝西，对 c 关注点考虑有用线束的辐射影响，其他关注点考虑漏射和散射的影响。

源项参数一览表见表 11-3，计算有关参数的选取列于表 11-4，透射因子有关参数的选取列于表 11-5，探伤房外关注点的辐射剂量率估算结果列于表 11-6。

表 11-3 源项参数一览表

射线类型	距辐射源点 1m 输出量/剂量率
有用线束	23.5mGy · m <sup>2</sup> /(mA · min)
泄露线束	5 × 10 <sup>3</sup> μSv/h

表 11-4 计算参数一览表

关注点	R(m)	R <sub>s</sub> (m)	F(m <sup>2</sup> )	a	R <sub>0</sub> (m)	I(mA)
a (东侧操作室)	3.3	4.3	0.4	0.0475	1	13
b (南侧过道)	3.5	3.6	0.4	0.0475	1	13
c (西侧砂造型区)	6.0	-	-	-	-	13
d (北侧人员防护门外)	5.5	5.6	0.4	0.0475	1	13
e (南侧工件防护门外)	2.8	3.0	0.4	0.0475	1	13
f (北侧暗室)	3.5	3.6	0.4	0.0475	1	13
g (顶棚外)	4.1	4.2	0.4	0.0475	1	13

注：R<sub>s</sub> 的取值由 R 和 R<sub>0</sub> 的几何关系得出。辐射野面积的取值： $F = \pi (R_0 \text{tg}(40^\circ/2))^2 = 0.4\text{m}^2$

表 11-5 透射因子计算参数一览表

关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL 值	透射因子 B
a (东侧操作室)	1000mm 混凝土	泄漏线束	100mm	1.0E-10
		散射线束	90mm	7.7E-12
b (南侧过道)	1000mm 混凝土	泄漏线束	100mm	1.0E-10
		散射线束	90mm	7.7E-12
c (西侧砂造型区)	1000mm 混凝土	有用线束	TVL: 100 mm	1.6E-10
			TVL <sub>1</sub> : 120mm	
d (北侧人员防	1000mm 混凝	泄漏线束	100mm、	2.7E-14

护门外)	土、25mmPb		7.0mm	
		散射线束	90mm、2.9mm	1.9E-20
e (南侧工件防护门外)	55mmPb	泄漏线束	7.0mm	1.4E-08
		散射线束	2.9mm	1.1E-19
f (北侧暗室)	1000mm 混凝土	泄漏线束	100mm	1.0E-10
		散射线束	90mm	7.7E-12
g (顶棚外)	500mm 混凝土	泄漏线束	100mm	1.0E-05
		散射线束	90mm	2.8E-06

注：参考《辐射防护导论》，泄漏线束的 TVL 值取 320kV 对应值，混凝土取 100mm，铅取 7.0mm；根据（GBZ/T250-2014），散射线束 TVL 值取 250kV 对应值，混凝土取 90mm，铅取 2.9mm。

表 11-6 关注点辐射剂量率水平估算结果（单位：μSv/h）

关注点	控制值	$\dot{H}_1$	$\dot{H}_2$	$\dot{H}_3$	$\dot{H}$
a (东侧操作室)	2.5	-	4.6E-08	1.5E-07	1.9E-07
b (南侧过道)	2.5	-	4.1E-08	2.1E-07	2.5E-07
c (西侧砂造型区)	2.5	8.1E-05	-	-	8.1E-05
d (北侧人员防护门外)	2.5	-	4.4E-12	2.1E-16	4.4E-12
e (南侧工件防护门外)	2.5	-	8.9E-06	4.2E-15	8.9E-06
f (北侧暗室)	2.5	-	4.1E-08	2.1E-07	2.5E-07
g (顶棚外)	100	-	3.0E-03	5.5E-02	5.8E-02

注：关注的剂量率 $\dot{H}$ 由 $\dot{H}_1$ 、 $\dot{H}_2$ 和 $\dot{H}_3$ 叠加得到。

关注点 d 进一步考虑泄露线束经迷道入口一次散射后，在人员防护门外的剂量率水平，根据公式 11-5 和公式 11-6，计算参数及结果见表 11-7。

表 11-7 北侧人员防护门外泄露射线迷道散射关注点剂量率计算表

X (mm)	TVL (mm)	$R_s$ (m)	F (m <sup>2</sup> )	a	$R_0$ (m)	$\dot{H}$ (μSv/h)
25	2.9	3.9	5.5	0.0475	3.0	2.3E-08

进一步考虑人员防护门外的叠加剂量影响，估算结果见表 11-8。

表 11-8 人员防护门外泄露射线迷道散射关注点剂量率计算表

关注点	剂量率 (μSv/h)	叠加结果 (μSv/h)
d (北侧人员防护门外)	4.4E-12	2.3E-08
	2.3E-08	

从表 11-6 和表 11-8 可以看到，探伤室外四周各关注点处辐射剂量率估算值最高约 8.1E-05μSv/h，小于 2.5μSv/h；顶棚外最高为 5.8E-02μSv/h，小于 100μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量率控制要求。

### 11.3 人员受照剂量分析

根据表 11-6 的关注点辐射剂量率估算结果，保守根据各方向的最大剂量率估算结果，按照“辐射水平与距离平方成反比”，估算评价范围内各方向上各保护目标分布区域（公众）的受照剂量率，结合表 9 的工作负荷介绍，按照公式（11-8）可进一步估算出各保护目标的年有效受照剂量，估算结果见表 11-10。

$$E = \frac{\dot{H}/1000 \cdot r_g^2}{r_b^2} \times t \times T \quad (11-8)$$

式中：

E——保护目标的受照剂量，μSv/周和 mSv/a；

$\dot{H}$ ——关注点的辐射剂量率，μSv/h；

$r_g$ ——关注点至辐射源的距离，m；

$r_b$ ——保护目标分布场所边界至辐射源的距离，m；

t——本项目周、全年出束时间，h；

T——保护目标的居留因子，选取参照（GBZ/T250-2014）附录 A 中表 A.1。

表 11-9 人员有效受照剂量估算结果

方位	场所	保护目标	关注点剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$r_g(\text{m})$	$r_b(\text{m})$	居留因子	周受照时间 (h)	年受照时间 (h)	受照剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	周剂量当量 ( $\mu\text{Sv/周}$ )	年受照剂量 ( $\text{mSv/a}$ )
东侧	拟建操作室	辐射工作人员	1.9E-07	3.3	3.3	1	8.55	446.3	1.9E-07	1.6E-06	8.5E-08
	空压机房	公众	1.9E-07	3.3	6.0	1/20	8.55	446.3	5.7E-08	2.5E-08	1.3E-09
	消防车道	公众		3.3	18	1/20	8.55	446.3	6.4E-09	2.7E-09	1.4E-10
	金仕登公司一层车间	公众		3.3	43	1	8.55	446.3	1.1E-09	9.6E-09	5.0E-10
南侧	消防车道	公众	8.9E-06	3.5	5.0	1/20	8.55	446.3	4.4E-06	1.9E-06	9.7E-08
	华庆公司一层车间	公众		3.5	22	1	8.55	446.3	2.3E-07	1.9E-06	1.0E-07
	新骏宏公司一层车间	公众		3.5	45	1	8.55	446.3	5.4E-08	4.6E-07	2.4E-08
西侧	砂造型区	公众	8.1E-05	6.0	20	1/5	8.55	446.3	<b>7.3E-06</b>	1.2E-05	6.5E-07
	砂再生区	公众		6.0	40	1	8.55	446.3	1.8E-06	<b>1.6E-05</b>	<b>8.1E-07</b>

北 侧	拟建暗室	辐射 工作 人员	2.5E-07	3.5	3.5	1	8.55	446.3	<b>2.5E-07</b>	<b>2.1E-06</b>	<b>1.1E-07</b>
	打磨区	公众	2.5E-07	3.5	6.8	1	8.55	446.3	6.6E-08	5.7E-07	3.0E-08
	烘干区	公众		3.5	36	1	8.55	446.3	2.4E-09	2.0E-08	1.1E-09

表 11-9 估算结果显示，本项目评价范围内辐射工作人员的周最大受照剂量为 2.1E-06 $\mu$ Sv/周，公众的周最大受照剂量为 1.6E-05 $\mu$ Sv/周，满足“辐射工作人员不大于 100 $\mu$ Sv/周，公众不大于 5 $\mu$ Sv/周”的周剂量限值控制要求；辐射工作人员年最大受照剂量为 1.1E-07mSv/a，公众年有效最大受照剂量为 8.1E-07mSv/a，满足“辐射工作人员不超过 5mSv/a、公众不超过 0.25mSv/a”的年有效剂量约束要求，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

## 11.4 事故影响分析

### 11.4.1 辐射事故类型

(1) 防护门安全联锁装置发生故障，探伤机开启时有不知情的人员误入探伤房引起误照射；

(2) 防护门安全联锁装置发生故障，防护门没有关到位的情况开启探伤机，导致探伤房外的人员受到误照射；

(3) 工作人员配合失误，有工作人员还在探伤房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在探伤房内的工作人员被误照射。

本项目最严重的辐射事故是情景(3)：有工作人员还在探伤房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在探伤房内的工作人员被误照射。假设受照人员距出束口的1m，人员从开始受照至意识到采取断电措施的持续时长为10s，定向机距靶1m处的输出量均为 $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，计算可得该事故情形下人员受照剂量为50.9mGy。

参考《实用辐射安全手册》(第二版)(丛慧玲，北京：原子能出版社)急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表11-10。

表 11-10 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量 (Gy)	急性放射病发 生率 (%)	辐射剂量 (Gy)	死亡率 (%)
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

以上分析表明，本项目发生的辐射事故时，工作人员受到的意外受照剂量超过了年剂量约束值，但是致使辐射工作人员发生急性放射病或死亡的概率极小，参照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）第 40 条的分级规定评估各种事故可能的类别，本项目可能发生的辐射事故为“射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射”的类别，属于一般辐射事故。

以上分析表明，本项目单次辐射事故造成的人员受照剂量高于职业照射全年有效受照剂量约束值（5mSv/a），说明本项目具有一定辐射事故风险，但事故等级一般不会超出“一般事故”。

#### **11.4.2 事故预防措施**

（1）本项目可能发生的辐射事故风险主要是在管理上出问题，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进入探伤房前应检查是否佩戴好个人剂量报警仪。

（2）定期检查门机连锁装置的性能及各项辐射安全与防护设施是否正常工作，避免无关人员误入正在出束的探伤房。

（3）射线装置检修维护时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。

综上所述，建设单位如能严格采取以上事故预防措施，加强管理，让工作人员提高安全意识，可最大程度降低辐射事故的影响，避免辐射事故的发生。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用Ⅱ类射线装置的工作单位，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。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责。

建设单位成立了辐射安全管理小组，落实了机构的成员及其职责，组成名单如下：

组 长：关振华

成 员：陈才文、揣新永

管理小组职责：

- （1）结合本单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- （2）组织落实工作场所日常辐射监测工作；
- （3）做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- （4）定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

**小结：**建设单位按照相关法规的要求成立了辐射安全管理机构，明确了管理机构人员职责。

### 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》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应建立和实施放射

## 防护管理制度和措施。

为规范管理本单位的辐射工作，有效预防和控制可能发生的辐射事故，强化辐射事故危害意识和责任意识，建设单位制定了《辐射安全管理规章制度》（详情见附件4），包括：辐射安全管理机构、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、安全操作规程、辐射工作人员培训制度、监测方案、辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求、射线装置维修维护制度、辐射事故应急处理预案。建设单位应按要求将《辐射安全管理规章制度》张贴在显眼位置。

**小结：**建设单位制定的《辐射安全管理规章制度》较完善，可规范管理辐射工作，一旦发生辐射事故时，可以实现迅速和有效的应对，基本满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求。

## 12.3 辐射工作人员

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：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。对于从事使用Ⅱ类射线装置活动的辐射工作人员，应当接受初级辐射安全培训。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《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》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核，考核成绩单有效期 5 年。

建设单位拟为本项目配置 3 名辐射工作人员，1 名辐射工作人员负责管理，2 名辐射工作人员兼职管理和操作。将在项目筹备阶段安排工作人员通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护知识培训和考核，考核通过后方可从事辐射工作。

**小结：**建设单位制定的辐射工作人员培训计划满足相关法律法规的要求。

## 12.4 辐射监测计划

### 12.4.1 工作人员个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：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。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。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应对从事探伤工作的人员按 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。

建设单位将按照有关要求，对辐射工作人员上岗前进行放射职业健康检查，经检查合格后方可从事辐射工作。委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期为 90 天，按要求建立职业照射个人剂量档案及职业健康档案，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。。

**小结：**建设单位制定的个人剂量监测计划满足相关法律法规的要求。

### 12.4.2 工作场所辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：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。

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

委托有资质的第三方检测机构对辐射工作场所的环境辐射水平进行年度检测，

年度检测数据应作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年1月31号前按要求上传到“全国核技术利用辐射安全申报系统”。

建设单位拟为辐射工作人员每人配备1个人剂量计和1个人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好，个人剂量报警仪工作期间保持开机状态，个人剂量计定期送检。个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。当个人剂量报警仪报警时，辐射工作人员应立即停止工作，同时阻止其他人进入探伤房，并立即向辐射工作负责人报告。

建设单位拟配备1台X-γ便携式剂量率仪用于日常辐射监测，使用X-γ便携式剂量率仪定期（每个月1次）对探伤房周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

为探伤房安装1套固定式辐射探测装置，装置主机设置在操作室，监测探头设置在探伤房内，探头通过电缆与装置主机连接，监测数据实时显示在显示屏上，用于实时监测探伤房内的辐射剂量率值，防止关闭主电源后射线装置仍继续工作。

**小结：**建设单位制定的工作场所辐射监测计划满足相关法律法规的要求。

辐射监测计划一览表见表12-1。

**表 12-1 辐射监测计划一览表**

监测对象	监测计划	监测因子	监测周期	实施机构
辐射工作人员	个人剂量监测	个人外照射剂量	1次/季度	有资质的检测机构
探伤房	工作场所年度监测	机房外周围剂量当量率	1次/年	有资质的检测机构
	工作场所日常监测	机房外周围剂量当量率	1次/月	建设单位

### 12.4.3 工作场所辐射监测方案

#### (1) 检测仪器

本项目用于日常辐射监测的仪器配置一览表见表12-2。

**表 12-2 辐射监测仪器一览表**

名称	拟配数量	用途
个人剂量报警仪	3台	当剂量率达到设定的报警阈值时，将会报警警示工作人员

便携式 X-γ 剂量率仪	1 台	用于探伤房周围剂量当量率日常监测
固定式辐射探测装置	1 套	用于实时监测探伤室内的辐射剂量率值

### (2) 监测因子和控制要求

本项目的监测因子：周围剂量当量率，参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，本项目探伤房四周墙壁和防护门外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制值为 2.5μSv/h，顶棚外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制值为 100μSv/h。

### (3) 检测布点要求及位置

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）：探伤室的放射防护检测应在 X 射线探伤机应在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置，应使定向式探伤机处于照射状态；主屏蔽的检测应在没有探伤工件时进行，副屏蔽的检测应在有探伤工件时进行，应首先进行周围辐射水平的巡测，用便携式 X-γ 剂量率仪巡测探伤室墙壁外 30cm 处的辐射水平，以发现可能出现的高辐射水平区，在进行定点检测。定点位置应包括：

- a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；
- b) 探伤室门外 30 cm 离地面高度为 1 m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点；
- c) 探伤室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；
- d) 人员可能到达的探伤室屋顶或探伤室上层（方）外 30cm 处，至少包括主射束到达范围的 5 个检测点；
- e) 人员经常活动的位置；
- f) 每次探伤结束后，检测探伤室的入口，以确保探伤机已经停止工作。

### (4) 检测异常处理

日常监测时，一旦发现辐射水平超过 2.5μSv/h 应立即停止辐射工作，查找原因，进行整改。整改好、并经检测确认辐射水平合格后，方可继续工作。

## 12.5 辐射安全年度评估计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：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日前向相关机关提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

- (1) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- (2) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- (3) 辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- (4) 射线装置台账；
- (5) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- (6) 辐射事故及应急响应情况；
- (7) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- (8) 存在的安全隐患及其整改情况；
- (9) 其他有关法律、法规规定的落实情况。

## 12.6 辐射事故应急

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应制定辐射事故应急预案。

为使本单位一旦发生紧急辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众及环境的安全，建设单位制定了《辐射事故应急预案》，该《预案》包括：辐射事故应急处理机构与职责、预警机制、事故应急处理程序、事故调查和后期处理等。

### 12.6.1 辐射事故应急机构

建设单位成立了辐射事故应急小组，本单位应急处理工作由辐射事故应急小组统一组织协调，组长由总经理虞锦明担任，成员部门包括：HPU泵事业部、质量部、

铸造车间和 HSE&Security。辐射事故应急小组见表 12-3。

表 12-3 辐射事故应急小组成员一览表

机构成员	姓名	职务	部门	电话
组长	虞锦明	总经理	HPU 泵事业部	[REDACTED]
副组长	关振华	经理	质量部	
成员	彭义军	生产总监	铸造车间	
	揣新永	主管	质量部	
	陈才文	工程师	铸造车间	
	何耀恒	工程师	HSE&Security	

辐射事故应急小组的主要职责：

- (1) 贯彻执行国家和辐射事故应急处理工作的法律、法规及方针政策；
- (2) 负责公司辐射事故应急处理预案的审定和组织实施；
- (3) 组织、协调和指挥公司应急准备和应急响应工作，包括组织事故调查、评价，审定事故应急处理报告等工作；
- (4) 向辐射事故应急小组和公司最高主管报告应急处理工作情况提出控制辐射事故危害，保障员工安全与健康，保护环境等措施建议；
- (5) 负责公司辐射事故应急处理能力建设。

### 12.6.2 人员培训和演习计划

为使参加应急处理的人员能熟悉和掌握应急预案的内容，保持迅速、正确、有效地执行应急技能和知识，提高辐射工作人员应付突发事件的能力，应进行培训和演练。

#### (1) 人员培训

培训对象包括应急小组成员、辐射工作人员；

培训内容包括应急原则和实施程序，辐射安全与防护专业知识，可能出现的辐射事故及辐射事故经验和教训，辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

#### (2) 演练计划

辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应

急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

**小结：**建设单位按要求成立了辐射事故应急机构，明确了应急分工和职责，制定的《辐射事故应急预案》具有可操作性，保证在发生辐射事故时，做到责任和分工明确，能够迅速、有序处理。

## 12.7 竣工环境保护验收要求

### 12.7.1 责任主体

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令 第 682 号）第十一条：将第二十条改为第十七条，修改为：编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政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，编制验收报告。建设单位应承担本项目竣工环境保护验收的主体责任。

### 12.7.2 时间节点

本项目竣工后，建设单位应按照相关程序和要求，在项目竣工后组织自主竣工环保验收，验收期限一般不超过 3 个月。验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，验收报告公示期满 20 个工作日后应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台进行备案。

### 12.7.3 验收清单

本项目竣工环境保护验收“三同时”清单见表 12-4。

表 12-4 竣工环境保护“三同时”验收清单

项目	验收内容	验收标准
辐射安全与防护措施	建设单位拟在 2 个探伤室防护门上各张贴 1 张电离辐射警示标识和 1 张中文警示说明，按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm。监督区边界将竖立“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”的工作指示牌。控制台上方拟张贴辐射警告和禁止非授权使用的说明，控制台设有工作状态指示灯。 建设单位拟在操作室门、机房南墙东侧、机房南墙西侧、机房西墙南侧、暗室门和操作室北墙东侧各设置 1 个声光警示装置和手动报警按钮，警示灯与射线装置联锁，警示灯闪烁表示准备出束，报警装置发出声音警示持续 15s；X 射线出	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

<p>束时警示灯将亮红灯，报警装置持续发出报警声。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并与工作场所内其他报警信号有明显区别。将在探伤室醒目位置张贴“照射”和“预备”信号意义的说明。</p>	
<p>探伤室的防护门将设置门机联锁功能：只有当防护门关闭到位后，高压电源才能接通，X射线管才能开启。一旦防护门与限位装置分离，X射线管高压电源将被切断。防护门采用电动平移门设计，开门按钮位于防护门内旁，在发生紧急情况人员可以方便人员立刻探伤室。</p>	
<p>探伤房防护门将设置防夹人装置，在防护门左右两侧设置防夹红外探头，当探头感应到有物体时，防护门会自动暂停关闭，需重新按下关门按钮才会关闭</p>	
<p>探伤房四面墙体和控制台各设置1个急停按钮，定向机有用线束朝西侧，人员可不穿过有用线束使用，发生事故时可以立刻停止照射。急停按钮将标明功能和使用方法。</p>	
<p>本项目探伤装置控制台设有钥匙开关，只有打开钥匙开关探伤装置才能连接高压电源。钥匙由专人保管，只有授权的辐射工作人员才能使用，无关人员无法操作探伤装置。</p>	
<p>在探伤室内四面墙体分别安装1个监控摄像头，显示屏安装于操作室，用于实时观察探伤室内的工作状态，可有效防止人员滞留探伤室的情况发生。</p>	
<p>建设单位拟为辐射工作人员每人配备1个人剂量计和1个人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好，个人剂量报警仪工作期间保持开机状态，个人剂量计定期送检。个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求</p> <p>建设单位拟为探伤室设置1套固定式辐射探测装置，装置主机设置在操作室，监测探头设置在探伤室内，用于实时监测探伤室内的辐射剂量率值，防止关闭主电源后射线装置仍继续工作。</p>	
<p>布局：本项目的操作室在探伤房东侧，暗室在探伤房北侧，均避开了有用线束方向，辐射工作人员在操作室内操作探伤装置。本项目拟使用的定向机摆放探伤房中间偏东侧位置，有用线束朝向西侧</p> <p>分区：建设单位拟将探伤房墙壁围成的内部区域划为控制</p>	

	区，采用黄色标识将操作室、暗室、工件防护门外、工件防护门同侧墙外 1m 和其他墙外 0.5m 的范区围划分为监督区。探伤房防护门上张贴电离辐射警告标识，监督区边界用警戒地标线围起来并树立“辐射工作场所，非辐射工作人员请勿靠近”的工作警示牌。	
“三废”的治理	该项目拟在探伤房顶棚东南侧迷道入口处上方位置安装 1 个动力排风装置。排风口尺寸为 600mm × 600mm，排风口先连接高度为 1m 的排风井，再通过管道从一期铸造车间南侧外排风口排出，管道尺寸为 500mm × 200mm，排风口朝向消防车道，该位置属于空旷区域，非人员密集场所。拟购买排风机的排风量约为 900m <sup>3</sup> /h，探伤房的容积约为 264m <sup>3</sup> ，工作期间排风机保持开启，可计算得每小时有效换气次数为 3.4 次，即每个小时有效换气次数不少于 3 次。	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）
	建设单位拟准备 4 个约 30L 容量的塑料桶，塑料桶顶部与液体表面之间至少保留 100 毫米的空间。每当装满 2 个塑料桶时，将与回收单位预约上门回收处理，并由回收单位返回 2 个空桶用于下一轮的废液收集。	《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）、《国家危险废物名录（2021 年版）》
辐射安全管理措施	设立辐射安全管理机构，明确职责与分工。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》 《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》
	制定相应的辐射规章制度和应急预案，规章制度应张贴在墙面显眼位置。	
	辐射工作人员考取辐射安全与防护培训和考核合格证书，持证上岗。	
	辐射工作人员应参加职业健康体检。委托第三方监测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，为每个人配备个人剂量计，定期回收读出个人受照剂量，监测周期为 90 天，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。	
	配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪用于日常检测，对射线装置周围剂量当量率进行巡测（每月 1 次），做好巡测记录。	
周围剂量当量率监测情况	屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h；对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100μSv/h。	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

安德里茨（中国）有限公司拟在广东省佛山市三水中心科技工业区 B 区 83 号三水分公司一期铸造车间东南侧建设 1 间探伤房，在探伤房内使用 2 台工业 X 射线探伤装置，一用一备，用于高端合金铸件的无损检测。本项目属于核技术利用新建项目，项目的选址合理。

#### 13.1.2 辐射安全与防护分析结论

辐射安全与防护措施分析表明，拟建设的探伤房的辐射屏蔽设计方案、各项辐射安全与防护措施、工作场所布局和分区等均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等国家相关标准的要求。辐射安全管理措施分析表明，建设单位制定了较完善的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，人员培训和辐射监测计划等均符合相关法规的要求。

#### 13.1.2 环境影响分析结论

理论分析表明，项目运行时探伤房外关注点的辐射水平满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的周围剂量当量率控制要求；工作人员及公众的有效受照剂量分别低于职业照射和公众照射剂量约束值，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

#### 13.1.3 可行性分析结论

本项目是合金铸件制造企业必不可少的无损检测设施，本项目的应用有助于合金铸件制造企业对产品的质量检测和把控，有利于企业为各行各业提供安全优质的压力容器产品。本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的鼓励类，在落实有效的辐射安全与防护措施、管理措施后，能最大程度减少对周围环境的影响，从代价和利益的角度考虑，符合辐射实践的正当性。

建设单位应对本项目进行严格管理，按照辐射安全与防护要求工作。在落实了本报告提出的各项措施后，本项目对环境的辐射影响能够满足国家有关法规和标准的要求，从环境保护的角度考虑，建设单位本次核技术利用建设项目是可行的。

## 13.2 建议和承诺

1、尽快组织辐射工作人员通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全上岗培训和考核。

2、建设单位应在项目正式运行前和具备 HW16 危险废物处置资质的单位签订危险废物转移处置协议，由其定期上门回收处理探伤工作产生的感光材料废物。

3、在取得辐射安全许可证并通过环保验收前，不得使用。

4、建设单位承诺在后续执行验收手续的过程中严格按照要求操作，不弄虚作假隐瞒实际情况。

# 表 14 审 批

下一级环保部门预审意见		
经办人	年 月 日	公章
审批意见		
经办人	年 月 日	公章

## 委托书

广州星环科技有限公司:

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响管理条例》有关法规,现委托贵司承接《安德里茨(中国)有限公司三水分公司工业 X 射线探伤项目》环境影响评价工作,并按照相关规定编制《安德里茨(中国)有限公司三水分公司工业 X 射线探伤项目环境影响报告表》,完成后提交我单位,便于我单位报送环境主管部门办理环评审批手续。

特此委托。



安德里茨(中国)有限公司

安德里茨(中国)  
有限公司

2023年12月1日

附件 2: 环境  $\gamma$  辐射现状检测报告



# 检 测 报 告

任务编号: XH24TR003

项目名称:	核技术利用建设项目场所环境 $\gamma$ 辐射剂量率检测
委托单位:	安德里茨 (中国) 有限公司
检测类型:	环评检测
报告日期:	2024 年 1 月 5 日

广州星环科技有限公司



第 1 页 共 5 页

## 说 明

- 1、本公司保证检测结果的公正性、独立性、准确性和科学性，对委托单位所提供的资料保密。
- 2、检测操作按照相关国家、行业、地方标准和本公司的程序文件及作业指导书执行。
- 3、本报告只适用于本报告所写明的检测目的及范围。
- 4、本报告未盖本公司“CMA 资质认定章”、“检测专用章”及“骑缝章”无效。
- 5、复制本报告未重新加盖本公司“CMA 资质认定章”、“检测专用章”无效，报告部分复制无效。
- 6、本报告无编制人、审核人、批准人签字无效。
- 7、本报告经涂改无效。
- 8、自送样品的委托测试，其监测结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对采样（或监测）当时所代表的时间和空间负责。
- 9、本报告未经本公司同意不得用于广告、商品宣传等商业行为。
- 10、对本报告若有异议，请于报告发出之日起十五日内向本公司提出，逾期不申请的，视为认可检测报告。

地 址：广州市海珠区南洲路 365 号二层 236

邮政编码：510289

电 话：020-38343515

网 址：www.foyoco.com



## 广州星环科技有限公司检测报告

受检单位	安德里茨(中国)有限公司
检测地点	广东省佛山市三水中心科技工业区B区83号安德里茨(中国)有限公司三水分公司一期铸造车间东南侧位置
检测参数	环境 $\gamma$ 辐射剂量率
检测方式	现场检测
仪器名称	X、 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率仪
检测仪器信息	厂家、型号: 中广核贝谷科技有限公司、BG9512P 型 出厂编号: 1TRW88AA 能量响应: 25keV~3MeV 测量量程: 10nGy/h~200 $\mu$ Gy/h
仪器校准证书	2023H21-20-4365381001 校准单位: 上海市计量测试技术研究院 校准日期: 2023年1月11日; 复校日期: 2024年1月10日
检测依据	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)
检测日期	2023年12月09日
环境条件	天气: 晴, 气温 25 $^{\circ}$ C, 湿度 69%
建设项目概况	安德里茨(中国)有限公司拟在三水分公司一期铸造车间新建1间探伤房, 使用2台工业X射线探伤装置, 1台MXR-320/26型X射线探伤机(最大管电压320kV, 最大管电流13mA), 1台XXG-3005型X射线探伤机(最大管电压300kV, 最大管电流5mA), 用作高端合金铸件的无损检测。对辐射工作场所周围50m范围的环境 $\gamma$ 辐射剂量率进行检测。
检测结果	检测结果见附表1, 检测布点图见附图1。

编制:

李易成

审核:

陈凯莉

签发:

张子奇

签发日期: 2024.1.5

附表 1: 检测结果

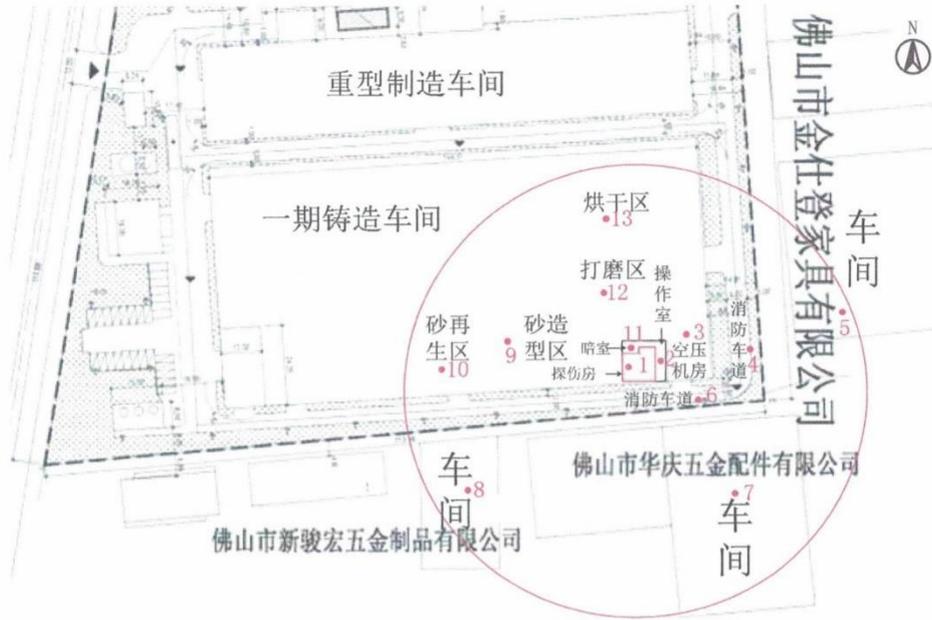
点位编号	方位	场所	距离(m)	表面介质	检测结果(nGy/h)	标准差(nGy/h)	环境性质
1	-	拟建探伤房	-	混凝土	158	2	平房
2	东侧	拟建操作室	3.0	混凝土	185	2	平房
3	东侧	空压机房	6.0	混凝土	180	1	平房
4	东侧	消防车道	18	混凝土	130	2	道路
5	东侧	金仕登公司一层车间	43	混凝土	136	2	平房
6	南侧	消防车道	5.0	混凝土	94	1	道路
7	南侧	华庆公司一层车间	22	混凝土	152	2	平房
8	南侧	新骏宏公司一层车间	45	混凝土	108	2	平房
9	西侧	砂造型区	20	混凝土	162	1	平房
10	西侧	砂再生区	40	混凝土	120	1	平房
11	北侧	拟建暗室	5.0	混凝土	165	1	平房
12	北侧	打磨区	6.8	混凝土	155	1	平房
13	北侧	烘干区	36	混凝土	164	2	平房

注: 1、以上数据已校准, 校准系数为 1.06;

2、检测时仪器探头垂直地面, 距地约 1m, 待读数稳定后, 每个测量点约 10s 间隔读取 10 个数  
值;

3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分 (37nGy/h); 建筑物对宇宙射线的屏蔽因子:  
楼房取值 0.8, 平房取值 0.9, 原野、道路取值 1。

附图 1: 检测布点图



### 附件 3：辐射安全管理规章制度

## 安德里茨（中国）有限公司三水分公司

### 辐射安全管理制度

为贯彻环境主管部门对使用射线装置安全管理的有关要求，根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、生态环境部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规文件，为保护辐射工作人员及场所周围公众的健康权益，制定本制度。

#### 1、管理安全管理机构

组 长：关振华

成 员：陈才文、揣新永

管理小组职责：

- （1）结合单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；
- （2）组织落实工作场所日常辐射监测工作；
- （3）做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；
- （4）定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

#### 2、辐射防护和安全保卫制度

（1）辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识，并取得《辐射安全考核合格成绩单》。

（2）严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，委托检测机构对直接操作射线装置的辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，监测周期为 3 个月，建立个人剂量档案和职业健康档案。

（3）对本单位非辐射工作人员进行辐射安全宣传教育，管控非辐射工作人员接近辐射工作场所监督区域。

(4) 做好辐射工作场所分区设置，将射线装置屏蔽体内部区域划为控制区，将整个辐射工作区域划为监督区，按要求进行分区管理。控制区通过实体屏蔽、门机连锁装置等进行控制，监督区通过警告标志、实体边界等进行管理。

(5) 辐射工作区域只能摆放射线装置、操作台及其他辅助设施，不作其他用途，非辐射工作人员不应在该区域进行固定岗位作业。

(6) 辐射工作场所按要求张贴电离辐射警告标志，按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm，辐射工作场所监督区设置工作指示牌和警示说明。

(7) 射线装置操作台应设置紧急停机按钮，X 射线出束过程中，一旦出现异常，按动紧急止动按钮，可停止 X 射线出束。辐射工作场所应有声光警示装置，X 射线出束时，声音警示装置可发出警示声和光。

(8) 探伤房防护门应设置门-机连锁装置,并保证在门关闭后射线装置才能出束。门打开时可立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

(9) 辐射工作场所应配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

### 3、岗位职责

#### 操作人员

(1) 每天工作前先检查射线装置的辐射安全设施状态（主要包括防护门、辐射监测仪器、急停等能否正常工作），并记录于“辐射安全日常检查表”中，任何辐射安全设施不能正常工作时，不允许使用该射线装置；

(2) 按照操作规程操作射线装置，未经辐射安全与防护培训和考核，不能操作射线装置；

(3) 保管好个人剂量计和个人剂量报警仪，并按要求正确佩戴；

(4) 出现异常，如设备故障、辐射水平异常（超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），立即通知设备管理员。

#### 管理人员

(1) 结合单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施；

(2) 组织落实工作场所日常辐射监测工作；

(3) 做好工作人员的辐射防护与安全培训，组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；

(4) 定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

#### 4、安全操作规程

(1) 射线装置需由通过了辐射安全与防护考核的操作人员操作；

(2) 操作人员每天上班后仔细检查设备和防护的完好情况，各种辐射监测仪表应在检定周期内，检查其工作是否正常可靠；

(3) 检查安全防护装置，如防护门关闭状态是否正常，工作指示灯、声音报警装置、急停装置等是否正常，如有异常，不得进行辐射工作；

(4) 开始工作前操作人员要做好个人防护工作佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪；

(5) 射线装置操作人员应熟练掌握射线装置的性能和技术参数，严格按照厂家提供的操作流程进行操作；

(6) 射线装置正常使用，管电压和管电流不能超过机器最大允许值；

(7) X 射线出束时，如设备、仪表或其它安全防护装置等发生故障，应立即停机并报告，待故障排除后方可继续操作；

(8) 完成当天的辐射工作后，应关闭射线装置总电源，拔掉射线装置的钥匙开关，并由专人保管好。

#### 5、辐射工作人员培训制度

(1) 辐射工作人员培训的目标是使工作人员了解辐射的基本知识、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规文件，以及辐射安全知识和辐射事故应急知识。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《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》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应通过生态环境部部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址 <http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核。

(2) 辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识。考核通过后方可从事辐射工作。

(3) 对于新增辐射工作人员，应进行岗前职业健康体检，体检合格后方可参加辐射安全与防护培训。

(4) 建立辐射安全与防护培训档案，妥善保存档案，培训档案应包括每次培训的内容、培训时间、考核成绩等资料。

## 6、监测方案

### (1) 个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：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。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。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期为 3 个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

### (2) 辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：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，并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。

委托检测机构对运行的核技术利用项目进行辐射防护年度检测，每年一次，年度检测数据应作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 号前上报环境行政主管部门。

为辐射工作场所配备与本项目相符的辐射监测仪器如个人剂量报警仪，个人剂量计

和便携式剂量率仪，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

## 7、辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求

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安全和防护管理办法》的相关要求，制定该要求。

### （1）职业健康检查要求

凡辐射工作人员上岗前，必须进行上岗前的职业健康检查，建立职业健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。定期组织上岗后的辐射工作人员进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 5 年，必要时可增加临时性检查。

辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，应当对其进行离岗前的职业健康检查；发生应急照射或事故照射情况应及时组织健康检查和必要的医学处理。

### （2）个人剂量管理要求

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，委托具备资质的个人剂量监测技术服务机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，监测周期最长不超过 3 个月，按要求建立个人剂量档案。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。

### （3）档案管理要求

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求，职业照射的记录必须为每一位工作人员都保存职业照射记录，职业照射记录应包括：

①涉及职业照射的工作的一般资料；达到或超过有关记录水平的剂量和摄入量等资料，以及剂量评价所依据的数据资料；对于调换过工作单位的工作人员，其在各单位工作的时间和所接受的剂量等资料；

②应按国家审管部门的有关规定报送职业照射的监测记录和评价报告，准许工作人员和健康监护主管人员查阅照射记录及有关资料；当工作人员调换工作单位时，向新用人单位提供工作人员的照射记录的复制件；

③当工作人员停止工作时，应按审管部门或审管部门指定部门的要求，为保存工作人员的职业照射记录做出安排；停止涉及职业照射的活动时，应按审管部门的规定，为

保存工作人员的记录做出安排；

④职业照射个人剂量档案应终身保存。

## 8、射线装置维修维护制度

(1) 建设单位应对射线装置维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由具备资质的厂家专业人员负责。

(2) 设备维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检查。

(3) 当设备有故障或损坏,需更换零部件时,应保证所更换的零部件都来自设备制造商。

(4) 应做好设备维护记录。

(5) 建立设备检修及维护保养记录，填写《射线装置维修台帐》。定期对射线装置进行维护，使其保持最佳性能。

(6) 辐射安全管理机构负责对台帐登记进行监督。

(7) 射线装置的检修和维护由具备资质的厂家专业人员负责，由管理员做好检修和维护记录。

(8) 维修维护工作必须两人以上参与，佩戴好个人剂量报警仪，在防护安全的情况下进行维修维护工作。

(9) 射线装置检修和维护时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志。

# 安德里茨（中国）有限公司三水分公司

## 辐射事故应急处理预案

### 一、总则

为有效处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，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安全和防护管理办法》，制定本预案。

### 二、应急救援机构

建设单位成立了辐射事故应急小组，本单位应急处理工作由辐射事故应急小组统一组织协调，组长由总经理虞锦明担任，成员部门包括：HPU 泵事业部、质量部、铸造车间和 HSE&Security。辐射事故应急小组见下表。

辐射事故应急小组成员一览表

机构成员	姓名	职务	部门	电话
组长	虞锦明	总经理	HPU 泵事业部	
副组长	关振华	经理	质量部	
成员	彭义军	生产总监	铸造车间	
	揣新永	主管	质量部	
	陈才文	工程师	铸造车间	
	何耀恒	工程师	HSE&Security	

生态环境应急联系电话：12369、12345

公安局：110

辐射事故应急小组的主要职责：

- (1) 贯彻执行国家和辐射事故应急处理工作的法律、法规及方针政策；
- (2) 负责公司辐射事故应急处理预案的审定和组织实施；
- (3) 组织、协调和指挥公司应急准备和应急响应工作，包括组织事故调查、评价，审定事故应急处理报告等工作；
- (4) 向辐射事故应急小组和公司最高主管报告应急处理工作情况提出控制辐射事故危害，保障员工安全与健康，保护环境等措施建议；
- (5) 负责公司辐射事故应急处理能力建设。

### 三、应急处理要求

(一) 发生下列情况之一，应立即启动本预案：

1、防护门安全联锁装置发生故障，探伤机开启时有不知情的人员误入探伤房引起误照射；

2、防护门安全联锁装置发生故障，防护门没有关到位的情况开启探伤机，导致探伤房外的人员受到误照射；

3、工作人员配合失误，有工作人员还在探伤房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在探伤房内的工作人员被误照射。

(二) 事故发生后，当事人应立即切断射线装置的电源，立即报告辐射事故应急小组，进行受照剂量估算，然后进行身体检查，应急小组有关部门和人员进行辐射事故应急处理，负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

(三) 向环境行政部门及时报告事故情况。

(四) 辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量报警仪或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

(五) 负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延，防止演变成公共事件。

### 四、辐射事故分类与应急原则

使用射线装置可能发生的辐射事故，根据人员受照剂量和伤亡人数分为一般辐射事故、较大辐射事故、重大辐射事故和特别重大辐射事故：

事故等级	事故情形
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度辐射病、局部器官残疾
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（含 10 人）以上急性重度辐射病、局部器官残疾
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人（含 3 人）以上急性死亡

根据本单位的射线装置工作方式和辐射安全性，可能发生的事故情形为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射，事故等级为一般辐射事故。

辐射事故应急救援应遵循的原则：

- 1、迅速报告原则；
- 2、主动抢救原则；
- 3、生命第一的原则；
- 4、科学施救，防止事故扩大的原则；
- 5、保护现场，收集证据的原则。

## 五、辐射事故应急处理程序及报告制度

（一）一旦发生辐射事故，必须马上停止使用射线装置，切断总电源，当事人应立即通知工作场所的所有人员离开同时阻止其他人员进入工作场所，并立即上报辐射事故应急小组；

（二）对相关受照人员进行受照剂量估算再进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施，其次对设备、设施进行检查，确定其功能和安全性能。

（三）应急小组组长应立即召集成员，根据具体情况迅速制定事故处理和善后方案。事故处理必须在单位负责人的领导下，在经过培训过的辐射事故应急人员的参与下进行。

除上述工作外，辐射事故应急人员还应进行以下几项工作：

- 1、根据现场辐射强度，估算工作人员在现场工作的时间，估算事故人员的受照剂量。
- 2、对发生的剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况，对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。
- 3、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

（四）发生辐射事故后，当事人应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生部门报告。

## 六、人员培训和演习计划

培训对象包括应急预案成员、辐射工作人员；

- 1、培训内容包括应急原则和实施程序，辐射安全与防护专业知识，可能出现的辐射事故及辐射事故经验和教训，辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执

行步骤等。

2、辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

## **七、辐射事故的调查**

（一）本单位发生辐射事故后，应立即成立由安全第一责任人或主要负责人为组长的，由辐射安全管理小组、辐射事故应急处置小组的事故调查组、善后处理组。

（二）调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

（三）配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

**本预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急救援预案相抵触之处，以国家、省、市应急救援预案的条款为准**