

编号：BG-ZFFB24220179

核技术利用建设项目

广钢气体工程（杭州）有限公司

X 射线室内探伤建设项目

环境影响报告表

广钢气体工程（杭州）有限公司

2025年1月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

广钢气体工程（杭州）有限公司

X 射线室内探伤建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：广钢气体工程（杭州）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省杭州市建德市下涯镇钟潭路 2 号-3120

邮政编码：311600

联系人：***

电子邮箱：***** 联系电话：153*****

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	7
表 3 非密封放射性物质	7
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 环境质量和辐射现状	19
表 9 项目工程分析与源项	22
表 10 辐射安全与防护	27
表 11 环境影响分析.....	38
表 12 辐射安全管理	55
表 13 结论与建议	61
表 14 审批	65

附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 厂区周边关系图

附图 3 项目周边环境关系图

附图 4 探伤室平面及剖面图

附图 5 建德市生态环境分区管控动态更新方案图

附件

附件 1 委托书

附件 2 营业执照

附件 3 承诺备案受理书

附件 4 本底监测报告

附件 5 不动产权证书

附件 6 函审意见及修改说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		广钢气体工程（杭州）有限公司 X 射线室内探伤建设项目			
建设单位		广钢气体工程（杭州）有限公司			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	153*****
注册地址		浙江省杭州市建德市下涯镇钟潭路 2 号-3120			
建设地址		浙江省杭州市建德市高铁新区马目区块厂区内联合厂房一层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		330	项目环保投资（万元）	46	投资比例（环保投资/总投资）
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 ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
	1.1 项目概述				
1.1.1 建设单位简介					
<p>广钢气体工程（杭州）有限公司系广州广钢气体能源股份有限公司全资子公司，广钢气体作为国内领先的大宗气体综合服务商，主营业务是研发、生产和销售以电子大宗气体为核心的工业气体。广州广钢气体能源股份有限公司隶属于广州工业投资控股集团有限公司（2024 年《财富》世界 500 强 394 位），系广东省国资特大型国企，积极布局新兴材料、核心部件、高端装备、产业金融、产业服务五大板块，全力构建现代产业体系。</p>					
1.1.2 项目任务由来					
<p>公司因业务发展，现拟在浙江省杭州市建德市建德经济开发区马目区块建设新厂区：《广钢气体工程（杭州）有限公司空分气体智能装备制造基地项目》，拟投资</p>					

27000 万元，购置立式锯床、金属打包液压机、数控液压剪板机、车床、锯床、弯管机、液压机、直流氩弧焊机、CNC 等离子切割机、抛丸机、喷漆房等先进设备实施空分气体智能装备制造基地项目。项目征用土地 65.855 亩，项目总建筑面积 26596 平方米。项目建成后，形成年产 3 套成套空分装置、8 台 Super-N 撬装真空冷箱、20 台 Fast-N 撬装冷箱、60 台低温储罐、60 台其他压力容器的生产能力。该项目已于 2024 年 10 月 10 日取得杭州市生态环境局出具的环境影响评价文件承诺备案受理书（编号：杭环建备[2024]024 号），见附件 3。

本项目为《广钢气体工程（杭州）有限公司空分气体智能装备制造基地项目》的配套辐射环评项目，建设单位拟在联合厂房（共一层，高约 34.5m）内新建 1 间探伤室，拟购置 2 台 X 射线探伤机，固定在该探伤室内使用。其中 1 台 RT-3005TH 型周向 X 射线探伤机，最大管电压为 300kV，最大管电流 5mA；1 台 RT-2505TX 型定向 X 射线探伤机，最大管电压为 250kV，最大管电流 5mA。两台探伤机固定在探伤室内使用，且 2 台设备不同时出束。

对照《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 2017 年第 66 号），本项目涉及的 X 射线探伤机属于非自屏蔽工业用 X 射线探伤装置的分类范围，为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（环境保护部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价类别为编制环境影响报告表。

广钢气体工程（杭州）有限公司委托中辐环境科技有限公司开展“广钢气体工程（杭州）有限公司 X 射线室内探伤建设项目”的环境影响评价工作。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集、委托辐射环境质量现状监测等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

根据《浙江省生态环境厅关于发布〈省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2024 年本）〉的通知》（浙环发[2024]67 号）、《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2024 年本）》以及《杭州市生态环境局关于调整建设项目环境影响评价文件审批及规划环境影响评价审查分工、

辐射许可分工的通知》（杭环发[2023]61号），本项目属于杭州市生态环境局建德分局审批。

1.1.3 建设内容及规模

广钢气体工程（杭州）有限公司拟在高铁新区马目区块厂区内联合厂房（厂房共一层，无地下层）内新建1间探伤室，其中配套用房共2层，位于探伤室东北侧，一层为控制室、干片室、暗室、卫生间；二层为评片室、储片室、分析室；并购置2台X射线探伤机，固定在新建探伤室内使用，本项目探伤工件主要为奥氏体钢及碳钢、铝材质的压力容器、压力管道、管件，厚度 $\leq 50\text{mm}$ ，直径 $\leq 5000\text{mm}$ ，长度 $\leq 5000\text{mm}$ 。

新建探伤室：为混凝土浇筑而成，净尺寸为 $9.0\text{m} \times 7.5\text{m} \times 8.9\text{m}$ ，四周屏蔽墙及迷道内墙均为 850mm 混凝土，迷道外墙为 750mm 混凝土，顶棚为 500mm 混凝土；探伤室内北侧设置1间设备存放室，用于X射线探伤机不作业时的临时存放。干片室、控制室、评片室、储片室、评片室及分析室位于探伤室东北侧，顶棚为厂房内部，无地下层。探伤室平面及剖面图见附图4。

新增2台X射线探伤机：1台RT-3005TH型周向X射线探伤机，最大管电压为 300kV ，最大管电流 5mA ；1台RT-2505TX型定向X射线探伤机，最大管电压为 250kV ，最大管电流 5mA 。所有探伤机仅限在探伤室内使用。探伤机在探伤室工作时会根据不同工件的探伤要求调整使用位置及射线朝向，其中 250kV 的定向X射线探伤机用于探伤工件纵向焊缝，主射线会朝西南侧定向照射； 300kV 周向X射线探伤机用于探伤工件环形焊缝，主射线会朝东北、西南、上、下四侧周向 360° 照射。本项目同一探伤室内各辐射装置均不同时开展探伤，本次环评射线装置主要技术参数信息见表1-1。

表 1-1 本项目辐射装置应用情况表

设备名称	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射束
X射线探伤机	RT-3005TH	II类	1	300	5	周向
X射线探伤机	RT-2505TX	II类	1	250	5	定向

表 1-2 探伤工件基本情况一览表

工件名称	尺寸规格	材料	探伤位置
压力容器、压力管道、管件	厚度 $\leq 50\text{mm}$ ，直径 $\leq 5000\text{mm}$ ，长度 $\leq 5000\text{mm}$ 。	奥氏体钢及碳钢、铝材质	筒体近两端处2条环形焊缝，中间1条纵向焊缝

1.1.4 劳动定员及工作制度

根据建设单位提供的资料，本项目拟配备辐射工作人员3人，负责操作2台X射线探伤机操作设备、洗片、干片、评片等工作。辐射工作人员均为新增，不兼任其他辐射岗位，实行单班制，年工作约250天。探伤室内探伤机出束时间最大为1h/天，

则探伤机年出束时间为 250h。

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）要求，建设单位应尽快组织本项目辐射工作人员到国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加“X 射线探伤”类别辐射安全与防护培训，并取得考核合格成绩报告单后方可上岗。

1.2 项目周边环境关系及选址合理性分析

1.2.1 项目地理位置

广钢气体工程（杭州）有限公司位于浙江省杭州市建德市高铁新区马目区块。厂区东北侧紧邻仁潭路，隔路为浙江东翼新材料有限公司（距本项目探伤室 128m）；西南侧紧邻施家大道，隔路为杭州中盈医药包装印刷有限公司（距本项目探伤室 266m）；东南侧紧邻白章线，隔路为新安物流（距本项目探伤室 158m）；西北侧为已建工业厂房（目前闲置）（距本项目探伤室 36m）；本项目周边主要为企业，距本项目探伤室最近居民区为西北侧 580m 处施家村。项目地理位置见附图 1，厂区周边关系图见附图 2。

1.2.2 项目周边环境关系

拟建探伤室位于广钢气体工程（杭州）有限公司联合厂房辅助车间内，本项目探伤室东北侧 49m 为厂区绿化及内部道路；东南侧 13m 为联合厂房内不锈钢车间，37m 为联合厂房内总成车间，70m 为碳钢车间，94m 为厂区绿化及内部道路；西南侧 134m 为食堂，151m 处为厂区绿化及内部道路；西北侧紧邻厂区绿化及内部道路，隔路 13m 处为建设单位西北侧厂界，隔厂界 36m 处为已建工业厂房；拟建探伤室周边环境关系见附图 3。

1.2.3 选址合理性分析

本项目探伤设备使用地点为广钢气体工程（杭州）有限公司厂区西南侧联合厂房辅助车间探伤室内，且用地属于工业用地，周围无环境制约因素。本项目为建设单位广钢气体工程（杭州）有限公司空分气体智能装备制造基地项目配套无损检测项目，其选址符合企业生产线工艺流程便利性，探伤室实体边界外 50m 评价范围内主要为厂区内建筑 and 道路，部分涉及西北侧闲置厂房，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区、行政办公区及学校等其他环境敏感区，项目运营过程产生的电离辐射，经采取辐射防护措施后对周围环境与人员的辐射影响是满足标准要求的，

因此项目选址相对较合理。

1.2.4 布局合理性分析

本项目探伤机房位于辅助车间西北侧，避开了人员相对密集的场所，充分考虑了周围环境辐射安全；探伤机房东北侧紧邻2层的辅助用房，一层设置有干片室、暗室、卫生间和控制室，二层设置有评片室、储片室、分析室。控制室设置于探伤室东北侧，中间设有迷道、干片室、暗室，避免有用线束直接照射。因此本项目探伤机房布局合理。

1.3 产业政策符合性分析与实践正当性分析

1.3.1 产业政策符合性分析

本项目为核技术利用项目，拟新增使用2台X射线探伤机；根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目的建设不属于国家限制类和淘汰类项目，属于国家允许类产业，符合国家产业政策。

1.3.2 实践的正当性

广钢气体工程（杭州）有限公司拟在联合厂房辅助车间内新建1间探伤室并新增2台X射线探伤机，固定在新建探伤室内使用，用于奥氏体钢及碳钢、铝材质的压力容器、压力管道、管件的无损检测，以保证产品质量，提高生产效率，使用过程中采取满足国家标准要求的辐射安全防护措施，同时加强辐射安全管理，对周围环境和人员的影响满足标准要求。因此，该项目使用X射线探伤机的目的是正当可行的，并且该项目有较好的经济效益和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.4 建德市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评[2021]108号），要求落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”（以下简称“三线一单”）约束，现分析如下：

（1）生态保护红线

根据《建德市人民政府关于印发建德市生态环境分区管控动态更新方案的通知》建政函（2024）97号），本项目属于“建德市建德高新产业园重点管控单元”（ZH33018220020），不在当地饮用水源、风景区、自然保护区等生态保护区内。本项目不涉及生态保护红线。

(2) 环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目工作场所周围环境 γ 辐射剂量率属于正常本底范围。在落实本报告提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

(3) 资源利用上线

本项目主要水源为自来水，由市政自来水管网供给，占比量较小，市政自来水管网有能力为本项目提供水资源保障；本项目主要使用能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网。总体而言，本项目符合能源资源利用上线和水资源利用上线要求。

(4) 生态环境准入清单

本项目与建德市建德高新产业园重点管控单元的生态环境准入清单符合性分析见表 1-3。

表 1-3 建德市生态环境管控单元准入清单符合性分析表

建德市生态环境管控单元准入清单要求		建设单位情况	符合性分析
空间布局约束	执行产业集聚区重点管控单元总体准入要求。进一步调整和优化产业结构，逐步提高区域产业准入条件。优化完善区域产业布局，合理规划布局三类工业项目，鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造。	本项目属于广钢气体工程（杭州）有限公司空分气体智能装备制造基地项目，不属于三类工业项目；	符合
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。所有企业实现雨污分流。	本项目属于核技术利用建设项目，主要影响因子为电离辐射，不涉及污染物排放总量；企业实施雨污分流，污水全部纳入园区污水管网，满足污水零直排企业的相关建设要求。	符合
环境风险防控	加强土壤和地下水污染防治与修复。合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。	在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。	符合
资源开发效率要求	推进重点排放企业清洁生产改造，提高资源能源利用效率。	本项目运营过程中主要消耗一定量的电能，消耗量相对区域资源利用总量较少，且项目不利用高耗能、低效率的设备。	符合

综合上述分析，项目建设符合《建德市生态环境分区管控动态更新方案》中的要求。

1.5 原有核技术利用项目和许可情况

广钢气体工程（杭州）有限公司目前无核技术利用项目。

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
	以下空白							

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II	1	RT-3005TH	300	5	压力容器、压力管道、管件筒体无损检测	联合厂房辅助车间探伤室内	新购
2	X 射线探伤机	II	1	RT-2505TX	250	5		联合厂房辅助车间探伤室内	新购

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	通过排风系统排入大气环境	排入大气，臭氧在 50min 后自动分解
废显（定）影液	液态	/	/	/	0.4t/a	/	暂存于危废暂存库	定期交给有资质的单位处理
废胶片	固态	/	/	/	0.002t/a	/	暂存于危废暂存库	定期交给有资质的单位处理
存档到期的胶片	固态	/	/	/	0.2t/a	/	暂存于危废暂存库	定期交给有资质的单位处理
洗片废水	液态	/	/	/	0.8t/a	/	暂存于危废暂存库	定期交给有资质的单位处理

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/m³；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/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订), 中华人民共和国主席令第九号, 自 2015 年 1 月 1 日起施行修订版;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日第二次修订), 中华人民共和国主席令第四十八号, 自 2018 年 12 月 29 日起施行修订版;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 6 月 28 日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过), 中华人民共和国主席令第六号, 自 2003 年 10 月 1 日起施行;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订), 自 2017 年 10 月 1 日起施行修订版;</p> <p>(5) 《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), 自 2021 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年 3 月 2 日经中华人民共和国国务院令 709 号修订), 自 2019 年 3 月 2 日起施行修订版;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年 4 月 18 日环境保护部令第 18 号), 自 2011 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2020 年 12 月 25 日经生态环境部令第 20 号修改), 自 2021 年 1 月 4 日起施行修改版;</p> <p>(9) 《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 2017 年第 66 号), 自 2017 年 12 月 5 日起施行;</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发[2006]145 号), 2006 年 9 月 26 日;</p> <p>(11) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(2023 年 12 月 27 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令 7 号公布), 自 2024 年 2 月 1 日起施行;</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》(生态环境部公告 2019 年第 57 号), 自 2020 年 1 月 1 日起施行;</p>
------	--

	<p>(13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），自 2021 年 3 月 15 日起施行；</p> <p>(14) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），自 2017 年 11 月 20 日起施行；</p> <p>(15) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（2019 年 9 月 20 日生态环境部令第 9 号公布），自 2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(16) 《国家危险废物名录（2025 年版）》（2024 年 11 月 26 日生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号公布），2025 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(17) 《建德市人民政府关于印发建德市生态环境分区管控动态更新方案的通知》建政函（2024）97 号），自 2024 年 10 月 18 日起实施。</p>
<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(6) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(8) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）；</p> <p>(9) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB 22448-2008）；</p> <p>(10) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）。</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 广钢气体工程（杭州）有限公司提供的其它相关资料。</p> <p>(3) 生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布版）；</p> <p>(4) 建设单位提供的其它相关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中规定的“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”的要求，确定以本项目拟建探伤室实体边界外 50m 范围内作为本项目的评价范围，评价范围示意图见附图 3。

7.2 保护目标

环境保护目标是本项目评价范围内活动的职业人员和周围公众人员，主要环境保护目标如表 7-1 所示。

表 7-1 本项目评价范围内环境保护目标一览表

环境保护目标		方位	人员规模	与探伤室相对距离		年剂量约束值	
				水平	垂直		
辐射工作人员	探伤室 配套用房一层	控制室	东北侧	2.7m	/	职业： 5.0mSv	
		干片室	东北侧	紧邻	/		
		暗室	东北侧	紧邻	/		
	探伤室 配套用房二层	储片室	东北侧	紧邻	/		
		评片室	东北侧	4m	/		
		分析室	东北侧	4m	/		
其他工作人员及公众	辅助车间		四周	50 人/d	紧邻	/	公众： 0.25mSv
	卫生间		东北侧	流动人员	4.1m	/	
	厂区绿化及内部道路		东北侧	流动人员	49m	/	
	不锈钢车间		东南侧	50 人/d	13m		
	总成车间		东南侧	50 人/d	37m	/	
	厂区绿化及内部道路		西北侧	流动人员	紧邻	/	
	闲置厂房		西北侧	流动人员	36m	/	
探伤室顶部平台		上方	一般无人 居留	紧邻	/		

7.3 评价标准

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

（1）剂量限值及剂量约束值

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。

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的

总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

附录 B

B1.1 职业照射

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

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

B1.2 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应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。

本项目取 5.0mSv 作为职业人员的年剂量约束值，以 0.25mSv 作为公众成员的年剂量约束值。本项目辐射工作人员和公众的年剂量限值及剂量约束值详见下表。

表 7-2 剂量限值及剂量约束值

使用范围	职业照射	公众照射
剂量限值	20mSv/a	1mSv/a
剂量约束值	5mSv/a	0.25mSv/a

(2) 辐射分区

6.4 辐射工作场所的分区

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。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 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。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 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。

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

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

表 7-3 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

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

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

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

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

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。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

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

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时,除佩戴常规个人剂量计外,还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时,探伤工作

人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

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

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。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。

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

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

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

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) 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。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

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

本标准规定了工业 X 射线探伤室屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

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

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

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c , 如下:

职业工作人员: $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$;

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

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

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

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 ($\text{h}/\text{周}$) 。

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{c,max}$ 二者的较小值。

由于本项目探伤室顶棚为人员不可到达处, 根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 的要求:

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

因此, 本项目探伤室顶棚顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平取 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.3 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。

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免有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

3.3.5 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。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

广钢气体工程（杭州）有限公司位于浙江省杭州市建德市高铁新区马目区块。厂区东北侧紧邻仁潭路隔路为浙江东翼新材料有限公司；西南侧紧邻施家大道隔路为杭州中盈医药包装印刷有限公司；东南侧紧邻白章线隔路为新安物流；西北侧为已建工业厂房（目前闲置）。项目地理位置见附图 1，探伤室所在位置见附图 2。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测方案

8.2.1 环境现状评价对象

探伤室拟建地址及其周围辐射环境本底水平

8.2.2 监测因子

γ 辐射剂量率

8.2.3 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2024 年 10 月 23 日
- (3) 监测方式：现场检测
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：温度：21℃，相对湿度：45%，晴；
- (8) 监测报告编号：BG-GAHJ24380454-R
- (9) 监测设备

表 8-1 监测设备信息

仪器名称	X、 γ 辐射剂量当量率仪
仪器型号	FH40G-L10+FHZ672E-10
生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
仪器编号	05035404
能量范围	30keV~4.4MeV
量程	主机：10nSv/h~100mSv/h；探头：1nSv/h~100 μ Sv/h
校准单位	上海市计量测试技术研究院，华东国家计量测试中心
校准证书	2024H21-10-5119258001、2024H21-10-5119258002
校准日期	2024 年 3 月 5 日

8.2.4 质量保证措施

(1) 本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有浙江省市场监督管理局颁发的资质认定证书，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

(2) 采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(3) 监测仪器每年定期经计量部门校准或鉴定，确认合格后方可使用。

(4) 监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

(5) 监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

8.3 监测点位及结果

监测时本项目所在联合厂房主体未建成。根据项目的平面布置及项目情况布设监测点。监测点位图见图 8-1、8-2，监测结果详见表 8-2。

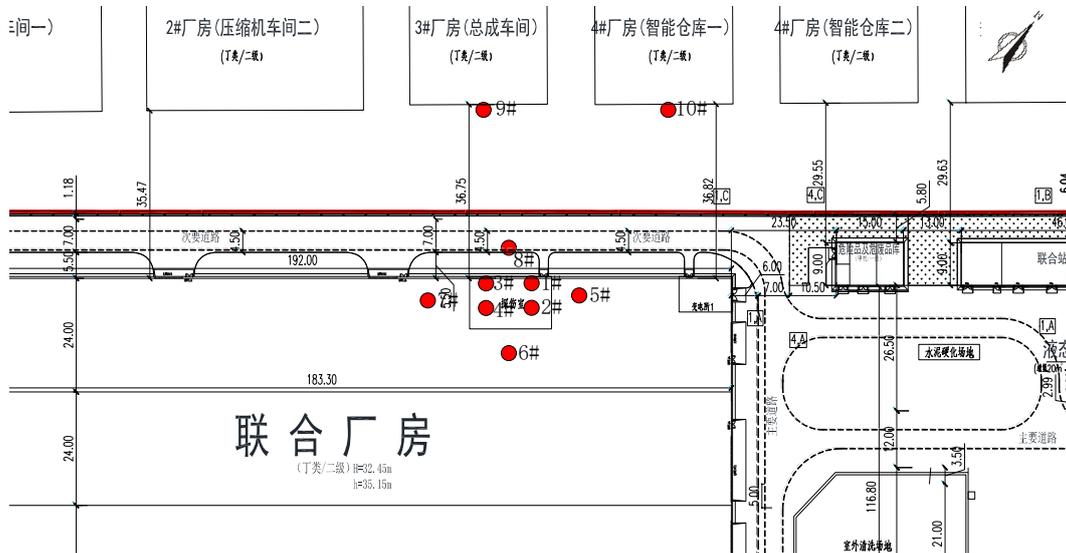


图 8-1 本项目监测点位示意图

表 8-2 监测点位 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

监测点编号	测量位置	监测结果 (nGy/h)	备注
1#	本项目拟建区域位置 1	106±4	道路 (室外)
2#	本项目拟建区域位置 2	105±4	道路 (室外)
3#	本项目拟建区域位置 3	111±3	道路 (室外)
4#	本项目拟建区域位置 4	98.6±3	道路 (室外)

5#	本项目拟建区域位置东侧	94.7±3	道路（室外）
6#	本项目拟建区域位置南侧	82.4±4	道路（室外）
7#	本项目拟建区域位置西侧	91.8±4	道路（室外）
8#	本项目拟建区域位置北侧	94.2±2	道路（室外）
9#	北侧闲置厂房 3#厂房围墙外	102±4	道路（室外）
10#	北侧闲置厂房 4#厂房围墙外	106±4	道路（室外）

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已对宇宙射线的响应值修正；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 k_1 ×仪器检验源效率因子 k_2 ÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 k_3 ×测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.01，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，测量点宇宙射线的响应值为 10nGy/h（监测地址：宁波东钱湖湖心水面，监测时间：2023 年 11 月 15 日）。

8.4 环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，本项目探伤室所在位置及周围道路 γ 辐射剂量率范围为 82.4~111nGy/h，即 $8.24\times 10^{-8}\sim 11.1\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 。根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知杭州地区道路的 γ 辐射剂量率在 $2.8\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 22.0\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间。可见本项目所在区域的 γ 辐射水平处于当地本底水平范围之内，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目土建等主体工程的施工期环境影响已在《广钢气体工程（杭州）有限公司空分气体智能装备制造基地项目环境影响登记表》进行了具体分析与评价，本报告不再分析。

设备安装调试过程中主要污染包括设备的包装废物和调试时产生的 X 射线。安装过程中产生的包装废物由环卫部门运走统一处理，设备的安装调试均在本项目探伤室内进行，届时探伤室墙体等屏蔽措施已建成，具有足够的辐射屏蔽能力，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的，不会对环境产生明显影响。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1X 射线探伤机结构

设备技术参数

本项目拟新增的设备基本信息如表 9-1 所示。

表 9-1 本项目设备主要技术参数一览表

序号	项目	参数及说明	
		RT-2505TX 型 X 射线定向机	RT-3005TH 型 X 射线周向机
1	输出最大管电压	250kV	300kV
2	管电流	5mA	5mA
3	焦点尺寸	2.0mm×2.0mm	1.0mm×6.0mm
4	最大射线辐射角度	40°（锥形角）	40°×360°
5	灵敏度	≤1.6%	≤1.6%
6	穿透力	40mm（A3 钢）	50mm（A3 钢）

9.2.2X 射线探伤机结构

X 射线探伤机是由 X 射线管头组装体、控制箱、连接电缆组成，具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点。X 射线探伤机外观图 9-1。

（1）控制器

探伤机控制器所有操作均由面板上的按键开关进行。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。控制器设置有急停按钮、工作状态指示灯等。

（2）X 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 射线探伤机外观图

9.2.2 探伤原理

(1) X 射线产生原理

探伤机产生 X 射线的核心部件—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，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 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，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管基本结构如图 9-2 所示。

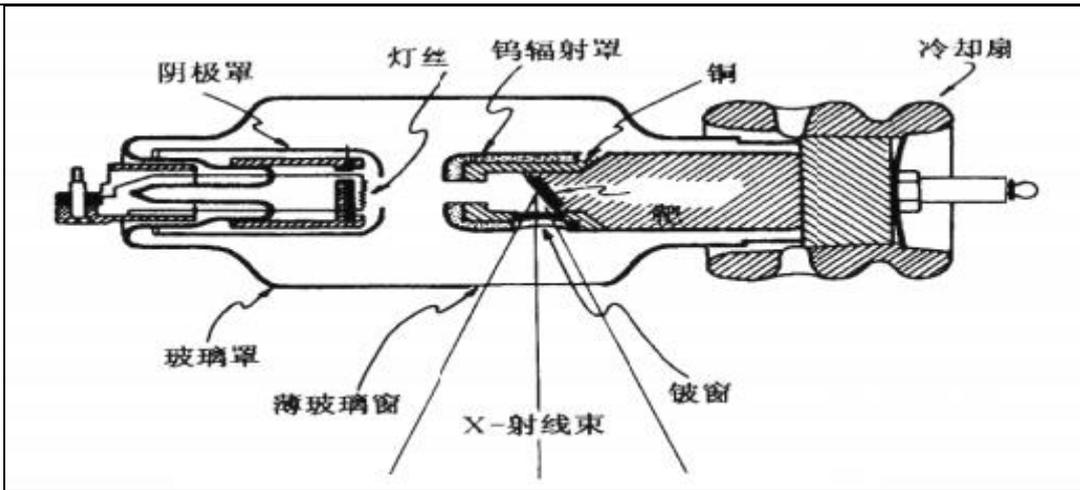


图9-2 X射线管基本结构图

(2) 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象中心，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。

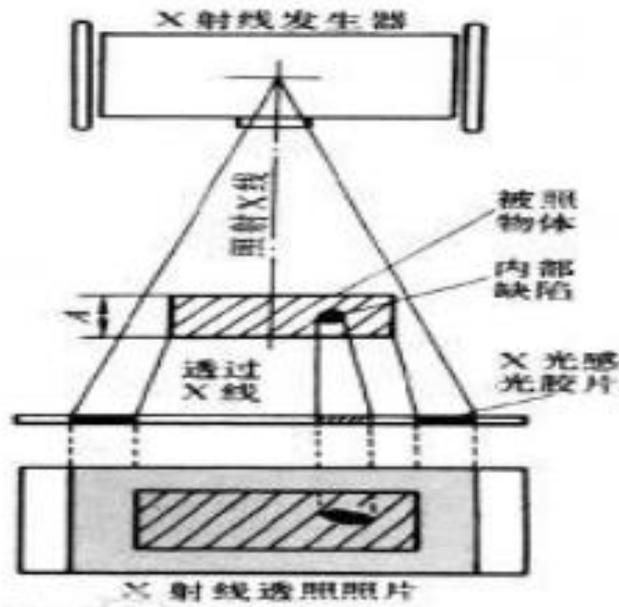


图 9-3 成像原理示意图

9.2.4 探伤机工作流程及产污环节分析

本项目探伤机在固定的探伤室内使用，将需要进行射线探伤的工件经平板车放置

于探伤室内合适位置，在工件待检部位布设 X 射线胶片加以编号，检查无误，摆放 X 射线探伤机，工作人员撤离探伤室，并将工作门关闭，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，开启 X 射线管进行扫描。X 射线管开启后，防护门外指示灯亮，并发出警报声。扫描完成后，关闭电源，指示灯熄灭。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入探伤室，打开工件门将探伤工件送出探伤室外，取下胶片待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。本项目探伤室工作流程及产污环节分析图如图 9-4 所示。

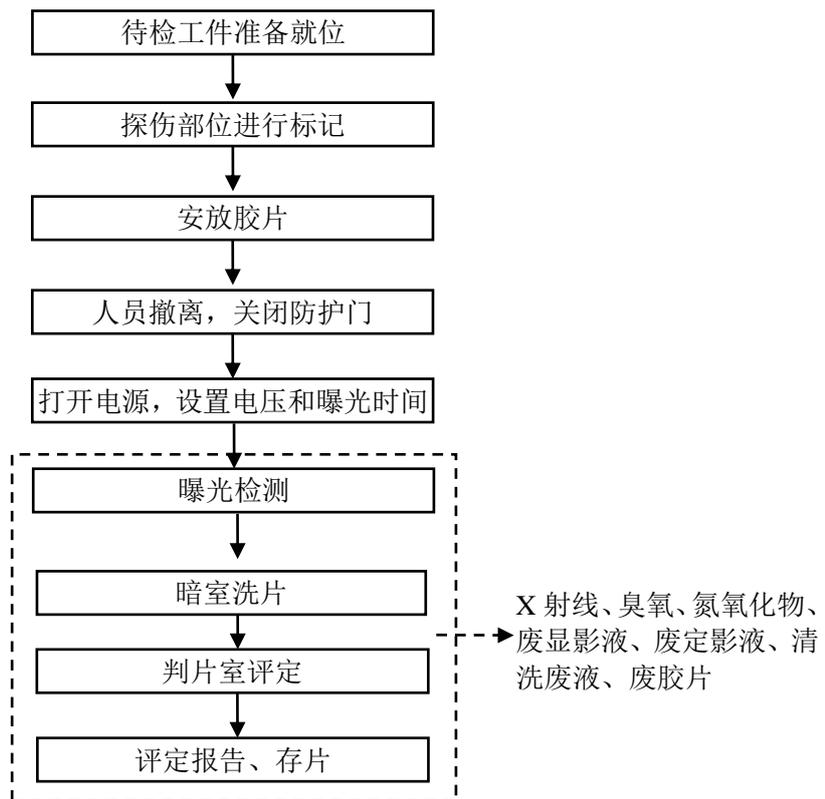


图 9-4 X 射线探伤机工作流程及产污环节分析图

由图 9-4 可知，本项目 X 射线探伤机探伤中产生的主要污染物为 X 射线、臭氧、氮氧化物、废显影液、废定影液、清洗废液、废胶片。

本项目 X 射线探伤机的 X 射线管的线束角度为锥形 40°，可通过不同摆位在垂直和水平方向调整射线源位置。RT-3005TH 型周向探伤机可移动范围为长 5m×宽 2m×直径为 3m 的圆柱体区域内，东北侧距墙为 2.75m，东南侧距墙 2.95m，西南侧距墙为 2.75m，西北侧距墙为 2m，离地高 1.47m，探伤时摆放于探伤工件内，周向朝东北、西南、上、下方向照射；RT-2505TX 型定向探伤机可移动范围为长 5m×宽 2.4m×高 3.7m 的长方体区域内，东北侧距墙为 1.03m，东南侧距墙 2.95m，西南侧距墙为 4.07m，西北侧距墙为 3.15m，离地高 0.3m，探伤时摆放于探伤工件东北侧，定向朝西南方向照

射探伤机可移动范围详见图 9-5~图 9-9。

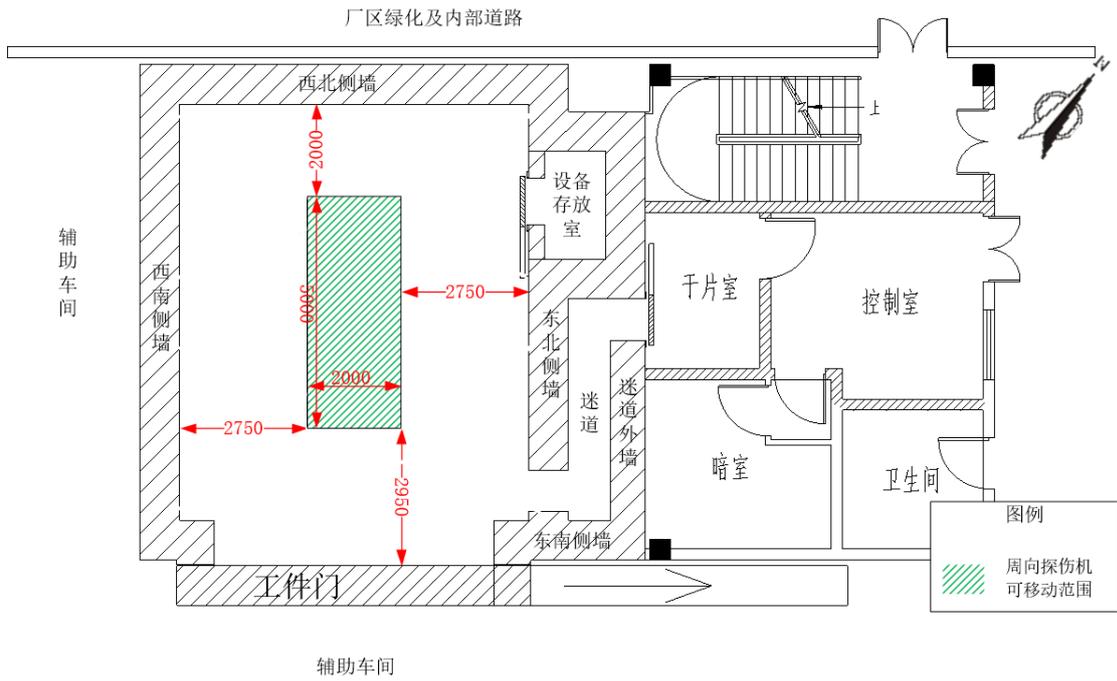


图 9-5 探伤室周向探伤机可移动范围示意图（平面图）

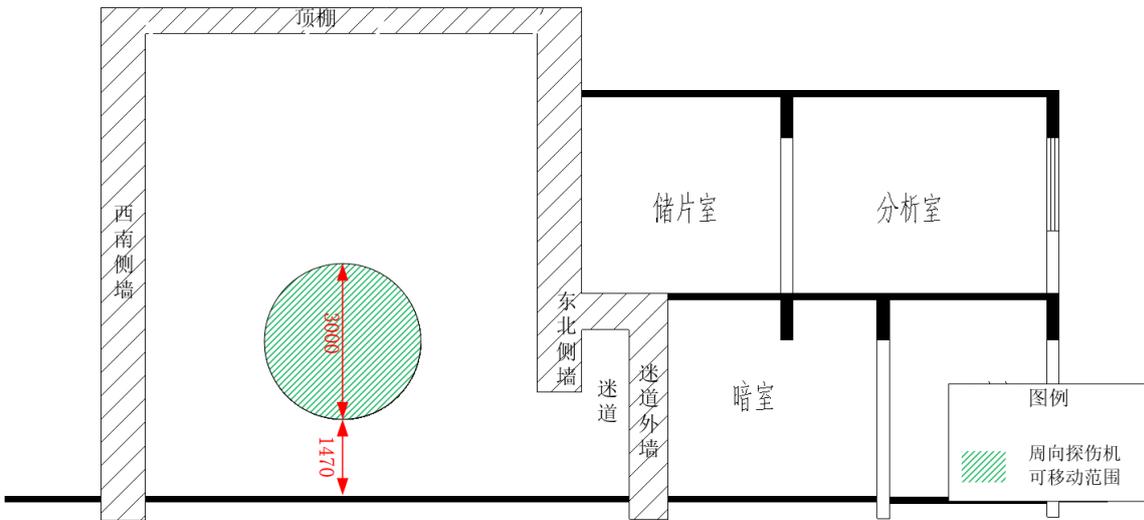


图 9-6 探伤室周向探伤机可移动范围示意图（剖面图）

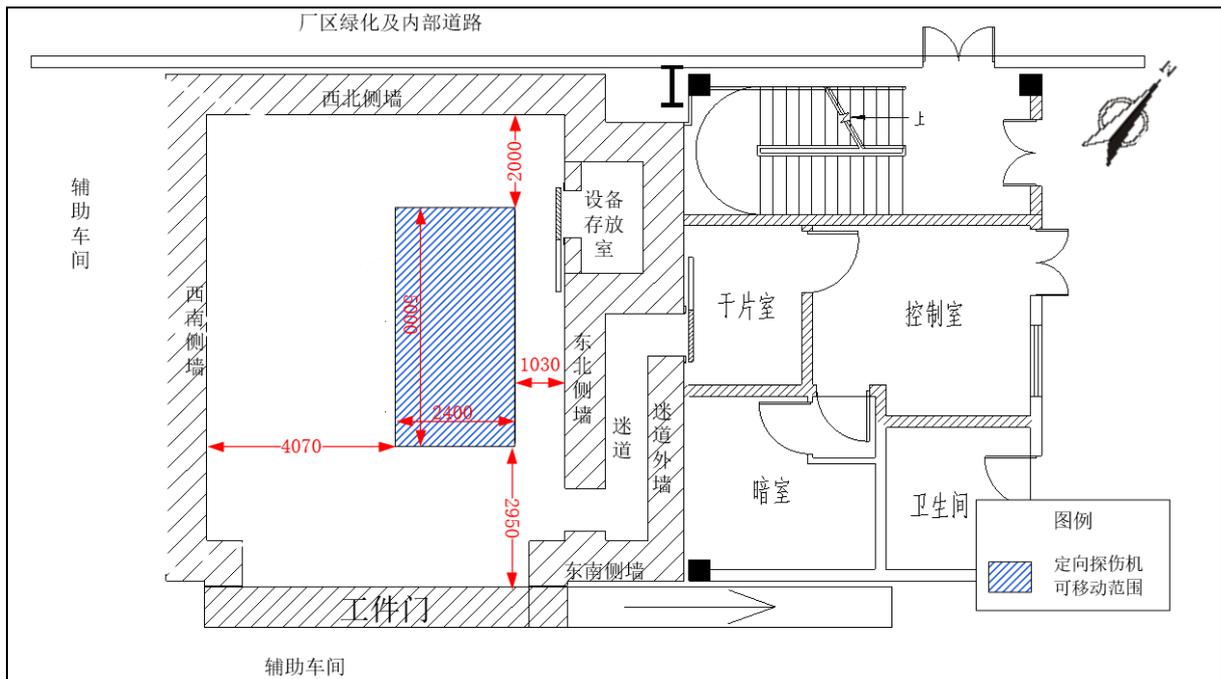


图 9-7 探伤室定向探伤机可移动范围示意图（平面图）

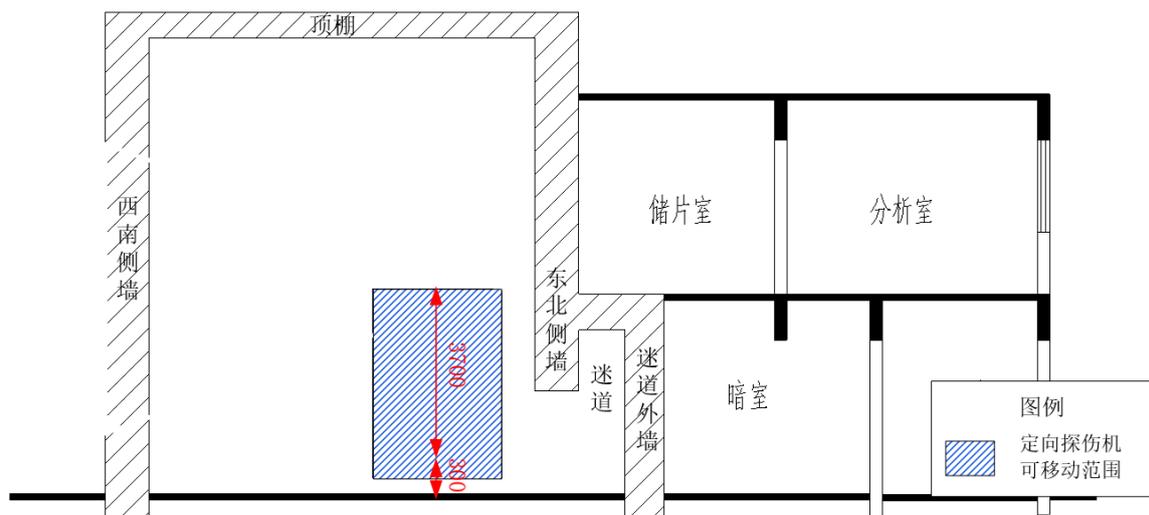


图 9-8 探伤室定向探伤机可移动范围示意图（剖面图）

9.3 污染源项分析

9.3.1 正常工况

(1) X 射线

本项目 X 射线探伤机为 II 类射线装置，由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。X 射线装置在非曝光状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。

(2) 非放射性有害气体

X 射线探伤机在开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

（3）废显（定）影液及胶片

本项目 X 射线探伤机工作过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物，危废代码为 HW16：900-019-16，危险特性是毒性（T），无放射性。本项目年拍片量约为 20000 张，按洗片 1000 张用 20L 显（定）影液估算，本项目年产生废显（定）影液约 400L，密度保守按 1g/cm³ 折算，则年产生废显（定）影液约 400kg；废片率按 1% 估算，则年产生废胶片约 200 张，胶片按 10g/张折算，则年产生废胶片约 2kg。该部分危险废物应定期委托有资质单位处置，完好的胶片有建设单位定期建档备查。

根据《承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求》（NB/T 47013.1-2015）中第 7.3.3 条款要求，无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。7 年后若用户需要可将原始检测数据转交用户保管。经与建设单位核实，本项目完好的胶片约 20000 张（包括废胶片），于暗室内洗片及危废暂存间贮存，存档期限为 7 年，存档满 7 年后的胶片全部作为危废交有资质单位处理处置。基于本项目运行的第 8 年开始，同一年既有探伤洗片产生的废胶片（约 200 张废片），又有存档期满后产生的废胶片（保守按 20000 张），即 20200 张，折合重量约 202kg。

本项目洗片过程中产生一定量的洗片废水，清洗水循环使用，直至不能满足清洗要求后进行更换。本项目洗片废水量约为 800L，密度保守按 1g/cm³ 折算，则年产生洗片废水 800kg。该部分废水含较高浓度的 AgBr、显（定）影剂及强氧化物，需作为危险废物处理，并定期委托有资质单位处置。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求，本次评价明确危险废物的名称、数量、类别、形态、危险特性和污染防治措施等内容，具体见表 9-2。

表 9-2 本项目危险废物基本情况汇总表

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量	产生工序	形态	主要成分	有害成分	产生周期	危险特性	污染防治措施
1	废显（定）影液	HW16	900-019-16	0.4t/a	洗片	液态	废显（定）影液	废显（定）影液	每次探伤	T	收集于厂区内危废暂存库，定期委托有资质单位进行处置。
2	废胶片	HW16	900-019-16	0.002t/a	阅片	固态	废胶片	废胶片		T	
3	存档到期的胶片	HW16	900-019-16	0.2 t/a	阅片	固态	废胶片	废胶片		T	
4	洗片废水	HW16	900-019	0.8t/a	洗片	液	AgBr、显	AgBr、显		T	

			-16			态	(定)影 剂及强氧 化物	(定)影 剂及强氧 化物			
--	--	--	-----	--	--	---	--------------------	--------------------	--	--	--

9.3.2 非正常工况

(1) 辐射工作人员还未撤离探伤室，操作人员启动探伤机进行探伤，造成误照射。

(2) 安全连锁装置发生故障，探伤机工作时无关人员误入探伤室，造成相关人员被照射。

(3) 探伤机工作时，防护门未完全关闭，致使 X 射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

非正常工况污染源项同正常工况。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所平面布局

本项目探伤室四周布局见表 10-1。

表 10-1 辐射工作场所位置及四周布局一览表

辐射场所	方位	周边房间及场所
本项目探伤室	东北侧	一层：控制室、干片室、暗室、卫生间、楼梯间 二层：评片室、储片室、分析室
	东南侧	辅助车间
	西南侧	辅助车间
	西北侧	厂区绿化及内部道路
	楼上、楼下	/

本项目新建探伤室位于辅助车间北侧，避开了公司内部人群较多的办公场所；探伤室东北侧为 2 层的辅助用房（一层为控制室、干片室、暗室、卫生间；二层为评片室、储片室、分析室）。暗室和干片室均位于一层，便于洗片干片操作，干片室内设置自动烘干机，洗片、干片、设备操作均由辐射工作人员承担，便于探伤工作开展。

本项目 X 射线探伤工作区的平面布置既满足探伤工作的开展需求，利于各工艺流程的衔接，也便于辐射防护分区管理。控制室设置在探伤室东北侧，控制室与探伤室之间设有迷道、干片室、暗室，避免有用线束向控制室直接照射。探伤机工作过程中产生的 X 射线经屏蔽墙和屏蔽门后并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。

本项目控制室控制台区不在本项目有用线束直接照射范围内。本项目探伤工作场所与其他非辐射工作人员活动区相隔一定距离，辐射工作区相对独立；探伤室门设计时已考虑尽量减小与墙体间的门缝，门洞周边做搭接设计，搭接宽度大于门缝 10 倍间隙。探伤机工作过程中产生的 X 射线经屏蔽墙（混凝土）和屏蔽门后并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。本项目探伤工作场所的平面布置便于工件运输，能满足安全生产的需要；探伤室内尺寸及门洞尺寸满足工件进出要求，又便于进行分区管理和辐射防护，且射线朝向人员较少区域，从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

10.1.2 两区划分

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.2 款规定，公司拟对探伤

工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款规定，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。控制区：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，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。监督区：这种区域未被确定为控制区，通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

本项目将探伤室墙体和防护门围成的内部区域划分为控制区，探伤机出束时，任何人员不得停留/进入控制区；将探伤室东北侧一层：控制室、干片室、暗室、楼梯间；二层：楼梯间、储片室；西南侧、西北侧墙体外 1m 及工件防护门外 1m 区域西南侧、西北侧墙体外 1m 及工件防护门外 1m 区域划分为监督区，在监督区入口设立电离辐射警告标识或监督区边界地面划警示线，无关人员不得进入监督区。本项目辐射工作场所的两区划分见表 10-2 与图 10-1。

表 10-2 本项目辐射工作场所控制区和监督区划分

辐射工作场所	控制区	监督区
探伤室	探伤室内部（包括迷道、设备存放室）	一层：控制室、干片室、暗室、楼梯间；二层：楼梯间、储片室；西南侧、西北侧墙体外 1m 及工件防护门外 1m 区域

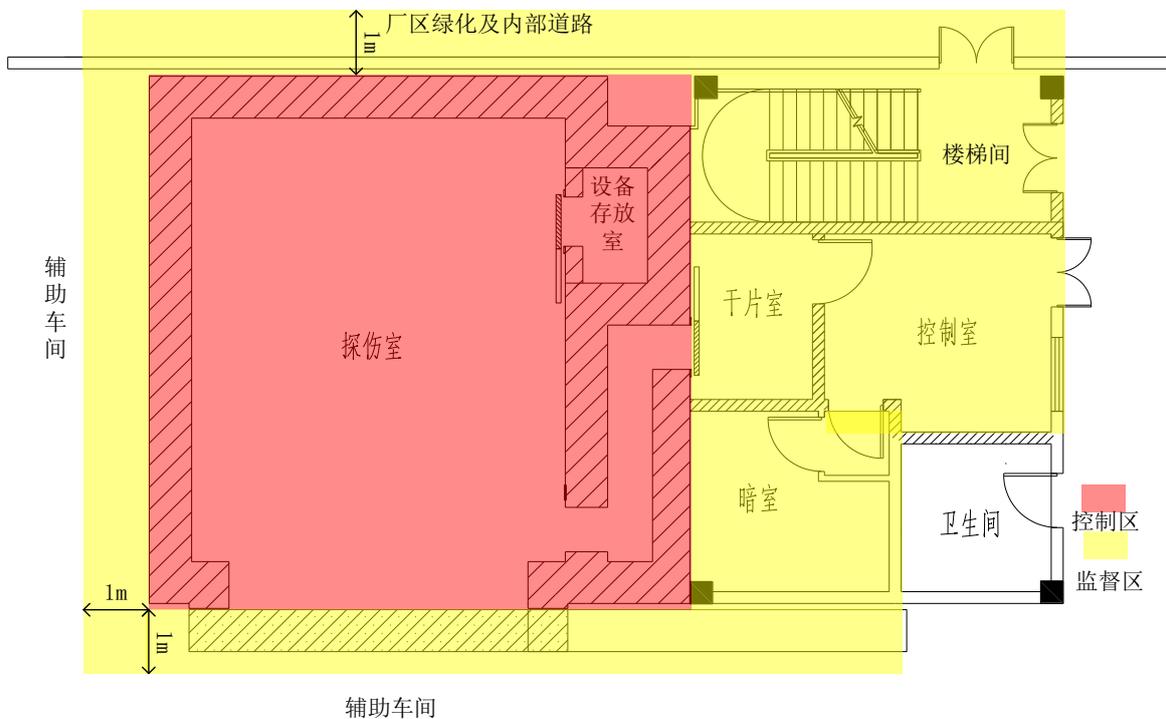


图10-1 探伤室两区划分图（一层）

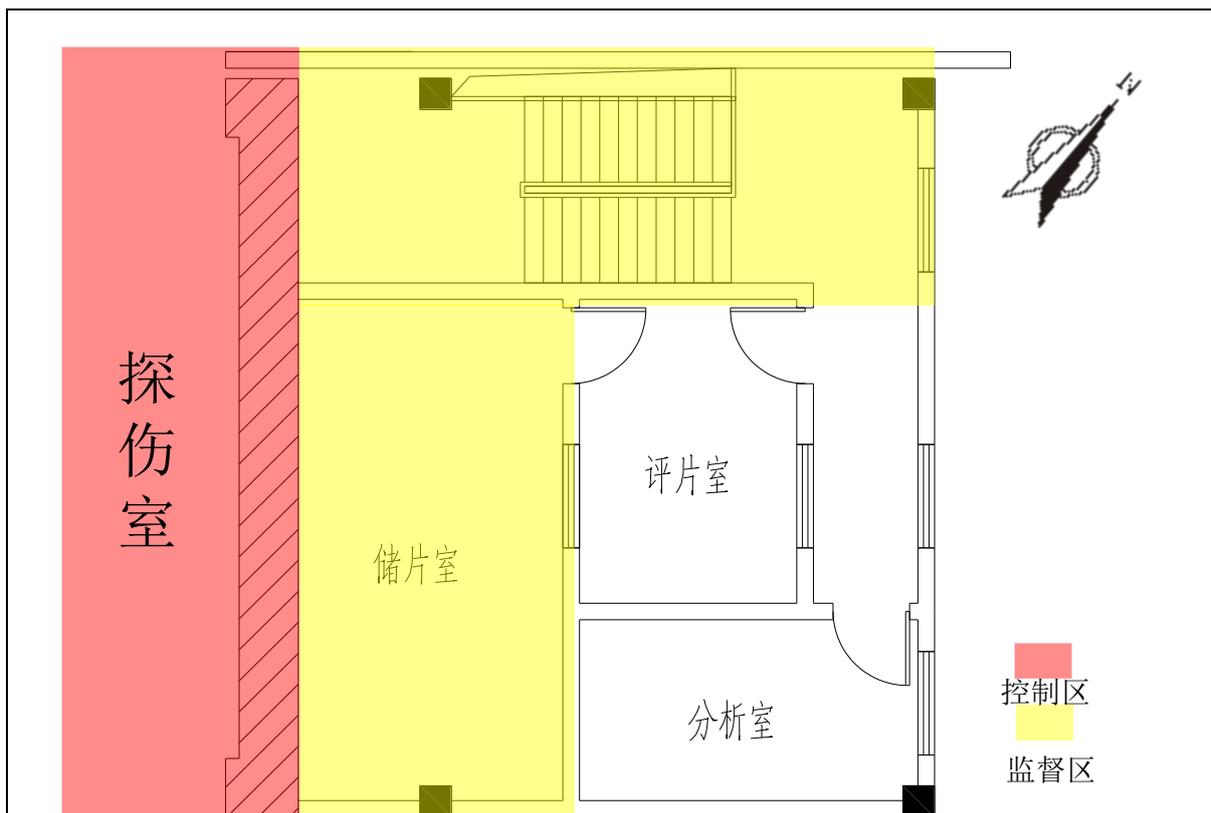


图10-2 探伤室两区划分图（二层）

10.1.3 辐射安全及防护措施

(1) 探伤室屏蔽防护设计

根据建设单位提供的探伤室设计资料可知，本项目拟建的探伤室为一层建筑，为混凝土浇筑而成，净尺寸为长 9.0m×宽 7.5m×高 8.9m，全无窗设计。

拟建探伤室屏蔽防护设计情况见表 10-3。

表 10-3 拟建探伤室屏蔽防护设计情况一览表

项目	设计情况
各屏蔽墙厚	四侧墙体均为 850mm 混凝土。
顶棚厚度	500mm 混凝土。
地面	满足承重要求的混凝土结构，无地下层，无需额外屏蔽措施
工件防护门	电动推移大门，门洞尺寸高 6.6m×宽 6.0m，门尺寸高 7.4m×宽 7.6m，为 850mm 厚混凝土门（两侧门与墙体的搭接为 500mm，上下搭接各为 150mm，按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小）
人员防护门	电动推移大门，门洞尺寸高 2.0m×宽 0.9m，门尺寸高 2.2m×宽 1.2m，内衬 12mm 厚铅板（两侧门与墙体的搭接为 200mm，上下搭接各为 150mm，按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小）
设备存放室门	电动推移防盗门，门洞尺寸高 2.0m×宽 0.9m，门尺寸高 2.2m×宽 1.2m
迷道	L 型迷道，迷道宽 0.9m，高 3.2m。迷道外墙为 750mm 混凝土。
排气孔	排风口设置于西侧屏蔽墙地下，底部 U 形排风口，机械排风。
电缆孔	电缆管线位于探伤室东北侧，管线采用地下 U 形电缆孔，经过迷道内外墙至控制室。

注：混凝土密度不小于 2.35t/m^3 ，铅密度不小于 11.34g/cm^3 。

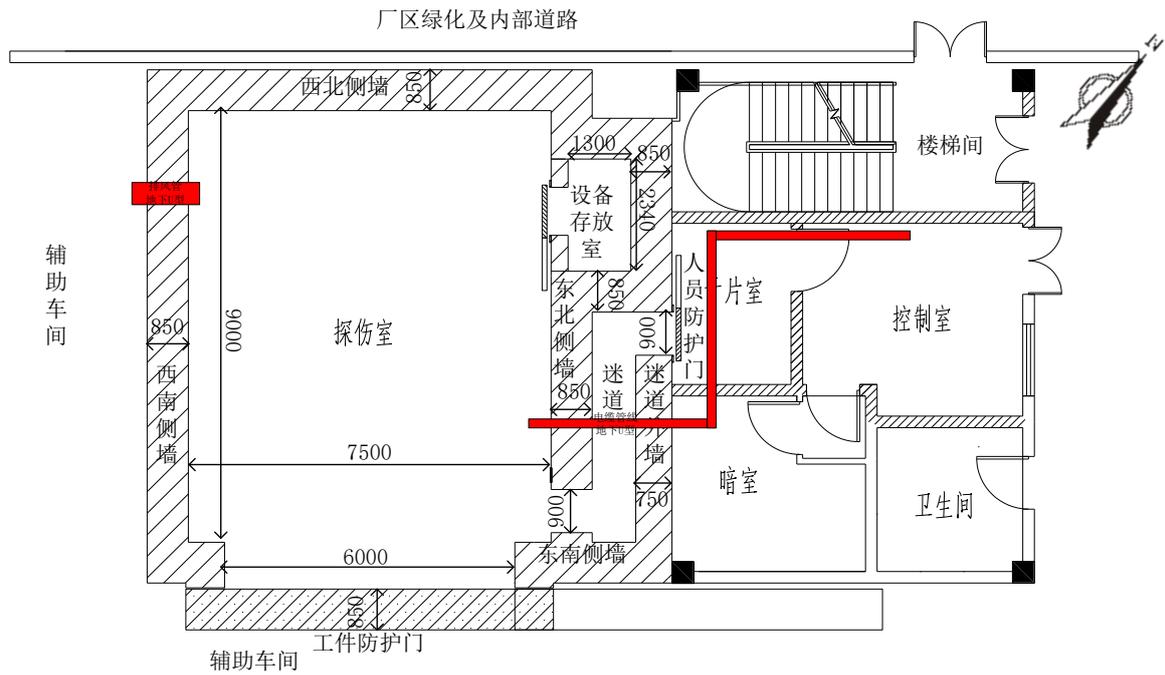


图 10-3 探伤室平面布置图

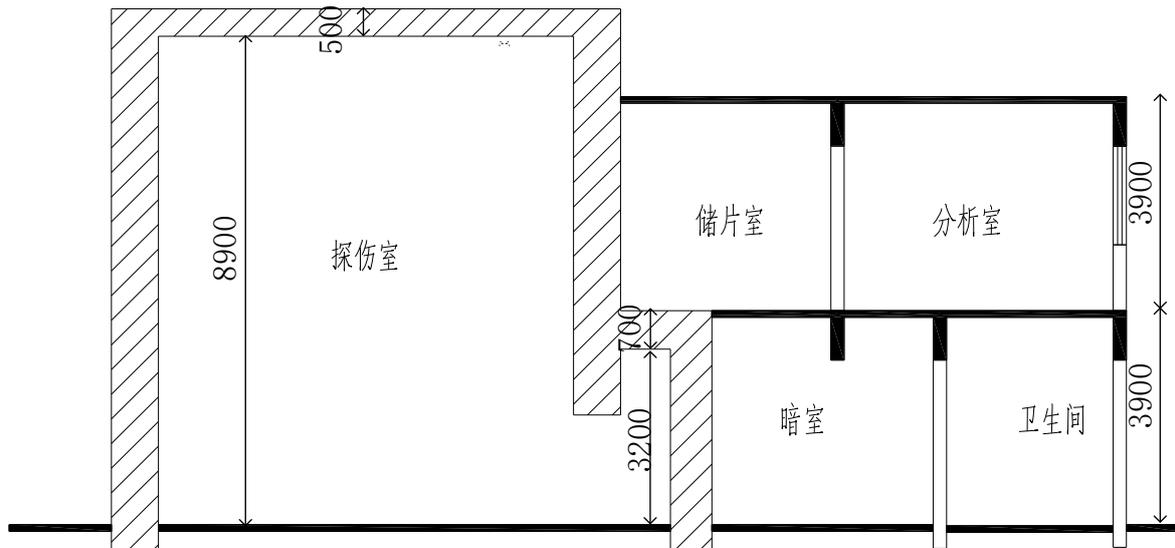


图 10-4 探伤室剖面图

(2) 探伤室的安全装置及污染防治措施

①实体屏蔽：本项目采用混凝土浇筑的探伤室和混凝土防护门、铅防护门进行屏蔽，可保证设备运行过程中屏蔽体外剂量率满足标准要求，人员在屏蔽体外远程操作，可保障工作人员在操作设备过程中的安全。

②人员防护措施：工作人员进行探伤工作时，佩戴个人剂量报警仪，随时监测工作场所辐射剂量率变化情况。所有辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，并定期送有资质的单位进行监测。本项目拟配备 1 台辐射巡测仪，拟为每个辐射工作人员配备个人

剂量计，配备 3 台个人剂量报警仪。

③门机联锁：探伤室内每台探伤机均与人员防护门和工件防护门设置门-机联锁，在人员防护门和工件防护门均关闭后才能进行探伤作业。在探伤过程中，任意防护门被打开时，探伤机立即停止出束并断开电源。门-机联锁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。

④指示灯和声音提示装置：探伤室门口和内部拟同时设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与每台探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，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，且与工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。探伤室内、外醒目位置处拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

⑤紧急停机按钮：在探伤室内墙和控制室控制台上易于接触的地方均设置多个紧急停机按钮，且相互串联，按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，探伤机停止出束。紧急停机按钮的设置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。紧急停机按钮拟设置标签，标明使用方法。

⑥视频监控系统：探伤室内和探伤室出入口处均安装视频监控系统，并在控制室有专用的监视器，工作人员能在控制室内实时监控探伤室内人员活动和探伤设备的运行情况。

⑦警告标志：探伤室人员防护门与工件防护门上拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明；探伤室门外 1m 处应划黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。

⑧探伤室内拟设置机械通风装置，设计排风量不小于 5000m³/h，每小时有效通风换气次数约为 7.9 次，排气口位于探伤室西侧，排风管采取墙体底部 U 形穿越，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。

⑨固定式辐射探测报警装置：本项目拟在探伤室内安装 1 台固定式场所辐射探测报警装置。

⑩探伤室施工时注意施工质量，混凝土浇注时避免出现气泡等，确保砂浆饱满，不留空隙。屏蔽墙内不可埋设电线管、安装电器盒，保证每个位置达到同等的屏蔽效果。

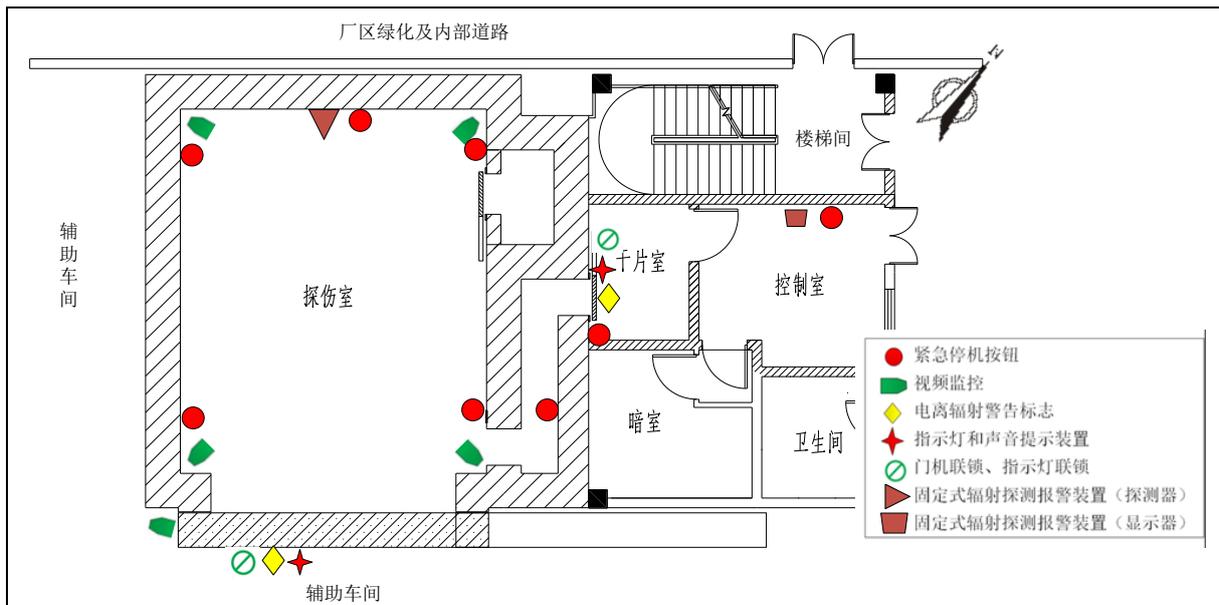


图 10-5 探伤室防护措施布置图

10.1.4 探伤装置的检查和维护

(1) 工作前检查项目应包括：

- ①探伤机外观是否完好；
- ②电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- ③安全联锁是否正常工作；
- ④报警设备和警示灯是否正常运行；
- ⑤螺栓等连接件是否连接良好；
- ⑥探伤室内安装的固定辐射检测仪是否正常。

(2) 设备维护应符合下列要求：

- ①建设单位应对本项目探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- ②设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- ③当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- ④应做好设备维护记录。

10.2 三废的治理

本项目运行过程中无放射性废水、废气及放射性固体废物产生。

(1) 臭氧及氮氧化物

X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤室中的空气电离产生臭氧和氮氧化物，拟

建探伤室设有排风装置，每小时有效通风换气次数约为 7.9 次，产生的少量臭氧和氮氧化物可通过排风装置排出机房外，对周围环境空气质量影响较小。排风管道外口位于探伤室西侧，朝向厂区内西北侧道路，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“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”的要求。

(2) 危险废物

本项目洗片和阅片过程中会产生废显（定）影液、废胶片和高浓度的洗片废水，依托厂区拟建危废暂存库暂存，转移过程需密闭并做好防倾洒。危废暂存库位于厂区西北侧，贮存量约 20t。规划工程危废贮存量约 17t，剩余贮存量 3t；本项目危险废物产生量约 1.402t/a，则现有危废暂存库尚有余量满足本项目暂存需求。

本项目危险废物贮存情况见表 10-4。

表 10-4 本项目危险废物贮存情况

序号	贮存场所名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积	贮存方式	贮存量	贮存周期
1	危废暂存库	废显（定）影液	HW16	900-019-16	厂区西北侧	30m ²	专用防渗容器	0.4t/a	一年
2		废胶片	HW16	900-019-16			袋装堆放	0.002t/a	一年
3		存档到期的胶片	HW16	900-019-16			袋装堆放	0.2 t/a	八年
4		洗片废水	HW16	900-019-16			专用防渗容器	0.8t/a	一年

根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)，危废暂存场所的日常管理应做到：

- a. 专人管理，采取技术和管理措施防止无关人员进入；
- b. 贮存危险废物应根据危险废物的类别、形态、物理化学性质和污染防治要求进行分类贮存，且应避免危险废物与不相容的物质或材料接触；
- c. 针对不同类别、形态、物理化学性质的危险废物，其容器和包装物应满足相应的防渗、防漏、防腐和强度的高要求；
- d. 危险废物存入危废暂存库前应对危险废物类别和特性与危险废物标签等危险废物识别标志的一致性进行核验，不一致的或类别、特性不明的不应存入；
- e. 应定期检查危险废物贮存状况，及时清理贮存设施地面，更换破损泄漏的危险废物贮存容器和包装物，保证堆存危险废物的防雨、防风、防扬尘等设施功能完好；
- f. 应按国家有关标准和规定建立危险废物管理台账并保存；

g.应根据国家土壤和地下水污染防治的有关规定，结合危废暂存库特点建立土壤和地下水污染隐患排查制度，并定期开展隐患排查；发现隐患应及时采取措施消除隐患，并建立档案；

h.管理人员应做好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称。根据《危险废物转移管理办法》（2021年11月30日生态环境部、公安部、交通运输部令第23号）中第二十条规定“危险废物电子转移联单数据应在信息系统中至少保存十年”。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工期环境影响分析

本项目是拟在辅助车间内建设探伤室及其配套的辅助工作场所，施工期主要有噪声、废气和固体废物对环境的影响。施工期的环境影响已在《广钢气体工程（杭州）有限公司空分气体智能装备制造基地项目环境影响登记表》中进行了分析，本项目不再重复分析。

11.1.2 安装调试阶段环境影响分析

由于室内 X 射线探伤机只有在无损检测过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。X 射线探伤机无须调试，故不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 工作场所周围环境辐射影响分析

本项目新建 1 间探伤室并新增 2 台 X 射线探伤机，固定在新建探伤室内使用。型号和参数见表 11-1。探伤机在探伤室工作时会根据不同工件的探伤要求调整使用位置及射线朝向。

表 11-1 本项目探伤机参数及出束情况

型号	数量	最大工况	有用线束照射方向	探伤位置
RT-3005TH 型周向探伤机	1	300kV, 5mA	东北、西南、上、下四侧周向 360° 照射	工件环形焊缝
RT-2505TX 型定向探伤机	1	250kV, 5mA	定向西南照射	工件纵向焊缝

注：2 台探伤机不存在同时出束。

探伤室建成后运行过程中，最大管电压为 1 台 300kV 的定周向 X 射线探伤机，1 台 250kV 的定向 X 射线探伤机均为单独出束。

(1) 关注点选取

本项目 X 射线探伤机的 X 射线管的线束角度为锥形 40°，可通过不同摆位在垂直和水平方向调整射线源位置。有用线束照射野范围详见图 11-1~图 11-4。

因此对于 1 台 250kV 的定向 X 射线探伤机探伤室西南侧墙体以有用线束照射进行估算，而对其余三侧墙体（含防护门）及顶棚则以泄漏辐射和散射辐射（非有用线束）照

射进行估算，其中对人员防护门外另进行迷道散射照射估算；1台300kV的周向X射线探伤机，探伤室西南、东北两侧墙体（含人员防护门）、东南和西北侧墙体顶部、二层储片室和顶棚均以有用线束照射进行估算，而对探伤室东南和西北侧大部分墙体（含工件门）则以泄漏辐射和散射辐射（非有用线束）照射进行估算，其中对人员防护门外另进行迷道散射照射估算；探伤室无地下层，地面可以不进行关注点的相关计算。

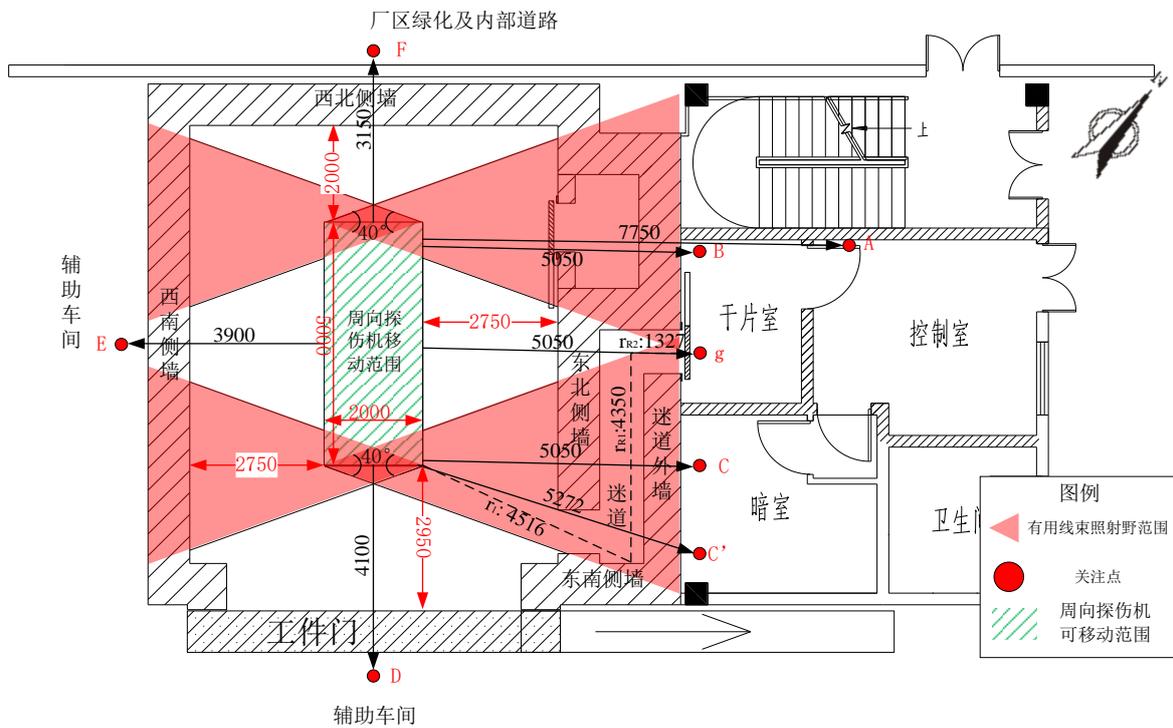


图 11-1 探伤室周向探伤机关注点位示意图（平面图）

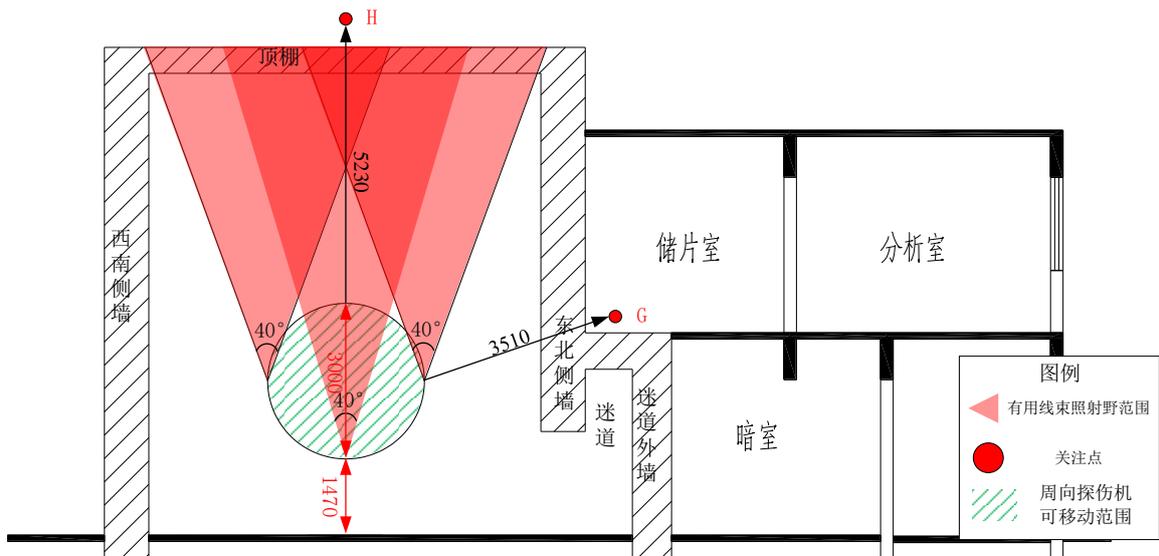


图 11-2 探伤室周向探伤机关注点位示意图（剖面图 1）

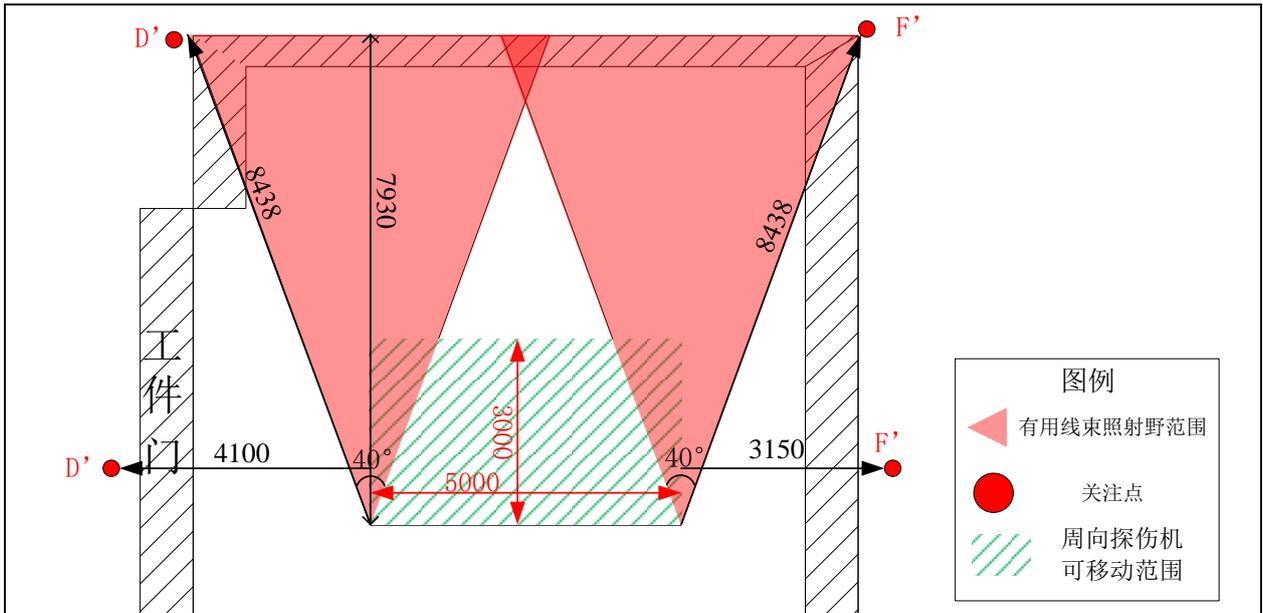


图 11-2-1 探伤室周向探伤机关注点位示意图（剖面图 2）

厂区绿化及内部道路

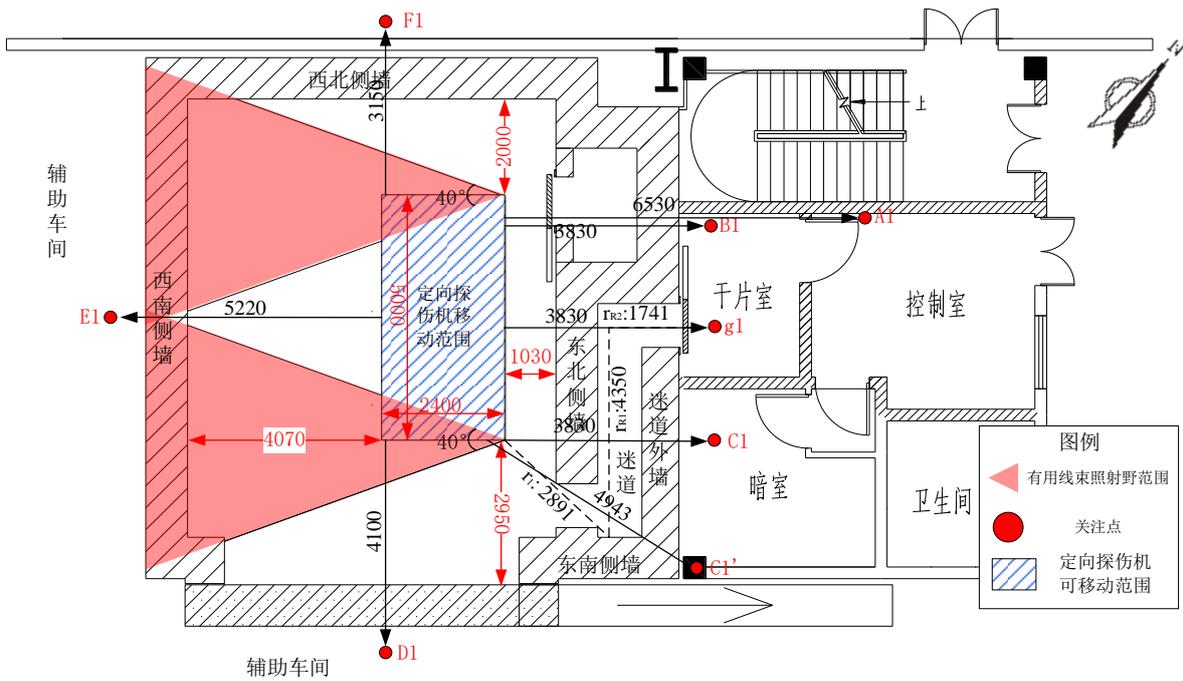


图 11-3 探伤室定向探伤机关注点位示意图（平面图）

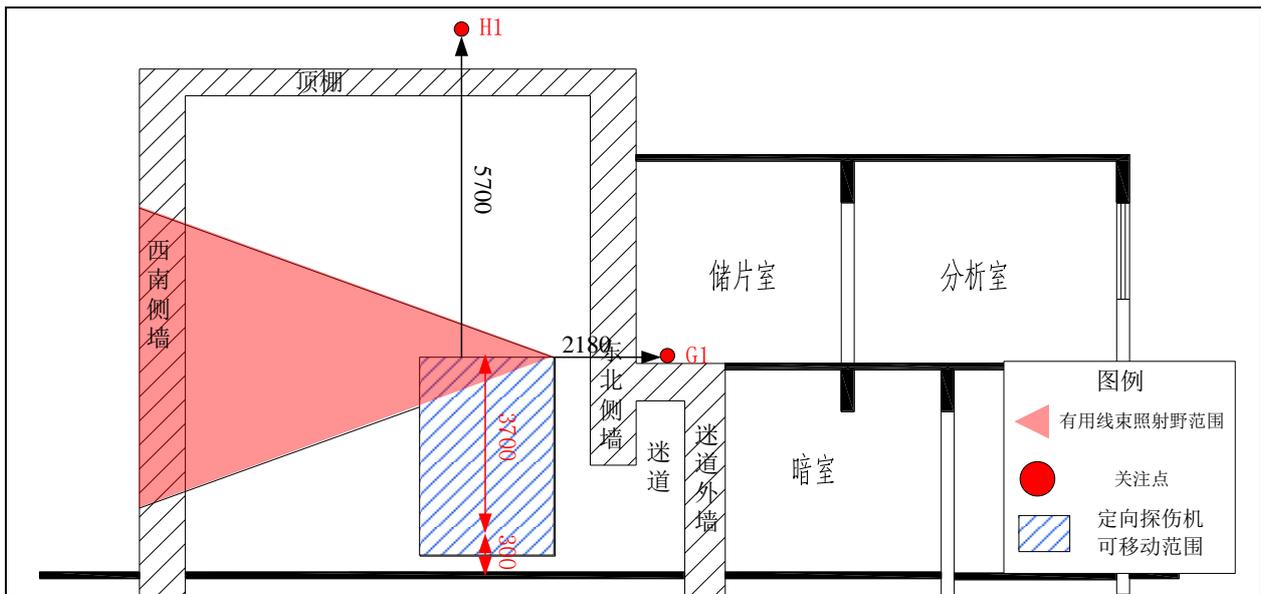


图 11-4 探伤室定向探伤机关注点位示意图（剖面图）

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

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

① 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c ，如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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

② 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (11-1) 计算：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad \text{式 (11-1)}$$

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 ($\text{h}/\text{周}$)。

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{c,max}$ 二者的较小值。

根据建设单位提供的资料，本项目设备主要进行工件无损检测工作，实行单班制，每班 3 人，年工作约 250 天。探伤机出束时间为 1h/天，则每周照射时间为 5h。

表 11-2 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、邻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

注：取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1。

拟建探伤室周边关注点剂量率参考控制水平计算结果见表 11-3。

表 11-3 本项目探伤室周边关注点剂量率参考控制水平取值

辐射工作场所	方位	关注点	T	U	H_c μSv/ 周	$\dot{H}_{c, max}$ μSv/h	$\dot{H}_{c, d}$ μSv/h	\dot{H}_c μSv/h
本项目探伤室	东北侧墙体外控制室	A/A1	1	1	100	2.5	20	2.5
	东北侧墙体外 30cm 处干片室	B/B1	1/2	1	100	2.5	40	2.5
	东北侧墙体外 30cm 处暗室	C/C'/C1/C'1	1	1	100	2.5	20	2.5
	工件防护门外 30cm 处	D/D1	1	1	5	2.5	1	1.0
	西南侧墙体外 30cm 处辅助车间	E/E1	1	1	5	2.5	1	1.0
	西北侧墙体外 30cm 处厂区绿化及内部道路	F/F1	1/8	1	5	2.5	8	2.5
	东北侧墙体外 30cm 处储片室	G/G1	1/2	1	100	2.5	40	2.5
	人员防护门外 30cm 处干片室	g/g1	1/2	1	100	2.5	40	2.5
	顶部墙体外 30cm 处不可上人屋顶	H/H1	1/40	1	5	2.5	40	2.5

注：探伤室所在厂房共地上 1 层，无地下层，所以不在探伤室底部设置关注点。

(2) 公式及参数选取

①有用线束的屏蔽估算方法如下：

在给定屏蔽物质厚度 X 时，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率 \dot{H} （μSv/h）按公式（11-2）计算：

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

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 mA；本项目 300kV 探伤机最大管电流为 5mA，250kV 探伤机最大管电流为 5mA；

H_0 ——距辐射源点(靶点)1m 处输出量，单位为 μSv·m²/(mA·h)，以 mSv·m²/(mA·min) 为单位的值乘以 6.0×10⁴，见附录表 B.1；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，300kV 取 $H_0=20.9\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即

$1.254 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 250kV 取 $H_0 = 16.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$, 即 $9.9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

B ——屏蔽透射因子; 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 图 B.1 及图 B.2, 300kV 下 600mm 以上混凝土 B 保守取 1×10^{-6} , 12mm 铅板 B 取 3×10^{-4} ; 250kV 下 540mm 以上混凝土 B 保守取 1×10^{-6} , 12mm 铅, B 取 2.5×10^{-6} ;

R ——辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为 m。

② 泄漏辐射和散射辐射屏蔽

a) 屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系:

对于给定屏蔽物质厚度 X , 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下面公式(11-3)计算:

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-3)$$

式中:

X ——屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL ——见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 B 表 B.2。

b) 泄漏辐射屏蔽的估算方法如下:

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 相应的屏蔽透射因子 B 按式(11-3)计算, 然后按式(11-4)计算泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} , 单位为微希每小时 ($\mu\text{Sv/h}$):

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad (11-4)$$

式中:

B ——屏蔽透射因子; 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.2, 300kV 的 X 射线 $TVL_{\text{混凝土}} = 100\text{mm}$, $TVL_{\text{铅}} = 5.7\text{mm}$; 250kV 的 X 射线 $TVL_{\text{混凝土}} = 90\text{mm}$, $TVL_{\text{铅}} = 2.9\text{mm}$, B 由公式(11-3)计算可得;

R ——辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为 m;

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 $\mu\text{Sv/h}$ 。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 1, 300kV 和 250kV 的 X 射线探伤机的泄漏辐射剂量率均取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

c) 散射辐射屏蔽的估算方法如下:

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 相应的屏蔽透射因子 B , 按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 2 并查附录 B 表 B.1 的相应值, 确定 90° 散射辐射的 TVL , 然后按式(11-3)计算。关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按公式(11-5)计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-5)$$

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：mA；

H_0 ——距辐射源点(靶点)1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6.0×10^4 ，见附录表 B.1；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，300kV 取 $H_0=20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.254\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，250kV 取 $H_0=16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $9.9\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，300kV 和 250kV 据表查得 90° 散射辐射对应电压均为 200kV，再根据附录 B 表 B.2 查得：200kV 的 X 射线 $\text{TVL}_{\text{混凝土}}=86\text{mm}$ ， $\text{TVL}_{\text{铅}}=1.4\text{mm}$ ；

F —— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α ——散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为 m；

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

③迷道散射

根据《辐射防护导论》（方杰主编），迷道口处的反散射水平可以按式（11-6）计算：

$$\dot{H}_{L,h} = \eta_{\gamma s} \cdot \frac{F_{j0} \cdot \alpha_{\gamma 1} \cdot \alpha_{\gamma 2} \cdot a_1 \cdot a_2}{r_1^2 \cdot r_{R1}^2 \cdot r_{R2}^2} \quad (11-6)$$

式中：

$\dot{H}_{L,h}$ ——参考点相应的剂量当量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$\eta_{\gamma s}$ ——辐射减弱的透射比；根据公式 $\eta_{\gamma s} = 10^{-X/\text{TVL}}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度（mm），本项目取值为 12mm；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，300kV 及 250kV X 射线 90° 散射辐射为 200kV；再根据附录 B 表 B.2 查得：200kV 的 X 射线 $\text{TVL}_{\text{铅}}=1.4\text{mm}$ ；

F_{j0} ——辐射源处辐射水平， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ ；根据公式 $F_{j0} = I \cdot \delta_\alpha$ 计算；其中 I 为电子束流

强，本项目取值为 5mA； δ_a 为距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\text{Gy}\cdot\text{m}^2 / (\text{mA}\cdot\text{min})$ ；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1 可知，因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录表 B.1，300kV 取 $H_0=20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.254\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，250kV 取 $H_0=16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $9.9\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

α_γ ——反射物的反射系数；根据光子散射后的能量 E 和散射角 θ ，对照《辐射防护导论》图 6.4 取值，250kV 保守取 α_γ 为 0.034，300kV 保守取 α_γ 为 0.030；

α ——射线束在反射物上的投照面积， m^2 ；根据 $\alpha=\text{散射宽度}\times\text{迷道高度}$ 计算，散射宽度按迷道宽度计保守取值 0.9m，迷道高度保守取值 3.2m，则本项目 α 为 2.88m^2 ；

r_1 ——辐射源同反射点之间的距离，m，本项目取值为 $r_1(300\text{kV})=4.516\text{m}$ ， $r_1(250\text{kV})=2.891\text{m}$ ；

r_{R1} ——反射点到参考点的距离，m。如图 11-1 和图 11-3。

(3) 屏蔽计算

由于本项目 X 射线探伤机可在探伤室内移动，所以辐射源点距离关注点的距离按最不利的情况进行考虑和计算。

①探伤室四周主射线辐射剂量率水平预测

表 11-4 1 台 300 kV 探伤机单独运行下探伤室四周主射线剂量率水平预测参数及结果

关注点	关注点描述	H_0 $\mu\text{Sv/h}$	I mA	R m	X mm	B	H $\mu\text{Sv/h}$
A	东北侧墙体外控制室	1.254E+06	5	7.75	混凝土 850mm	1.0E-06	1.04E-01
B	东北侧墙体外 30cm 处干片室	1.254E+06	5	5.05	混凝土 850mm	1.0E-06	2.46E-01
C	东北侧墙体外 30cm 处暗室	1.254E+06	5	5.05	混凝土 850mm+ 混凝土 750mm	1.0E-06	2.46E-01
C'	东北侧墙体外 30cm 处暗室	1.254E+06	5	5.27	混凝土 750mm	1.0E-06	2.26E-01
D'*	东南侧顶部墙体外 30cm 处	1.254E+06	5	8.43	混凝土 850mm	1.0E-06	8.82E-02
E	西南侧墙体外 30cm 处辅助车间	1.254E+06	5	3.90	混凝土 850mm	1.0E-06	4.12E-01
F'*	西北侧顶部墙体外 30cm 处	1.254E+06	5	8.43	混凝土 850mm	1.0E-06	8.82E-02
G	东北侧墙体外 30cm 处储片室	1.254E+06	5	3.51	混凝土 850mm	1.0E-06	5.09E-01
g	人员防护门外 30cm 处干片室	1.254E+06	5	5.05	混凝土 850mm+ 铅 12mm	3.0E-10	7.38E-05
H	顶部墙体外 30cm 处不可上	1.254E+06	5	5.23	混凝土 500mm	1.0E-06	2.29E-01

人屋顶							
备注：1、由图 11-2 可知，东南、西北两侧顶部墙体部分涉及有用线束照射，因此取 D'和 F'为该处有用线束关注点。 2、本项目 R——辐射源点（靶点）至关注点的距离取值，以 E 点为例：R=3.9m（西南侧距周向探伤范围最短距离为 2.75m+西南侧墙体 0.85m+屏蔽体外 0.3m）。							

表 11-5 1 台 250kV 探伤机单独运行下探伤室四周主射线剂量率水平预测参数及结果

关注点	关注点描述	H_0 $\mu\text{Sv/h}$	I mA	R m	X mm	B	H $\mu\text{Sv/h}$
E1	西南侧墙体外 30cm 处辅助车间	9.9E+05	5	5.22	混凝土 850mm	1.0E-06	1.82E-01

②探伤室主射外方向泄漏辐射剂量率水平预测

根据公式（11-4），探伤室四周关注点位主射外方向泄漏辐射剂量率水平计算参数及计算结果见表 11-6~7。

表 11-6 300kV 探伤机运行下非主射方向泄漏辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	关注点描述	H_0 $\mu\text{Sv/h}$	R m	X mm	TVL mm	B	H $\mu\text{Sv/h}$
D	工件防护门外 30cm 处	5E+03	4.10	混凝土 850mm	100	3.16E-09	9.41E-07
F	西北侧墙体外 30cm 处厂区绿化及内部道路	5E+03	3.15	混凝土 850mm	100	3.16E-09	1.59E-06

表 11-7 250kV 探伤机运行下非主射方向泄漏辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	关注点描述	H_0 $\mu\text{Sv/h}$	R m	X mm	TVL mm	B	H $\mu\text{Sv/h}$
A1	东北侧墙体外控制室	5E+03	6.53	混凝土 850mm	90	3.59E-10	4.21E-08
B1	东北侧墙体外 30cm 处干片室	5E+03	3.83	混凝土 850mm	90	3.59E-10	1.22E-07
C1	东北侧墙体外 30cm 处暗室	5E+03	3.83	混凝土 850mm+混凝土 750mm	90	1.67E-18	5.69E-16
C1'	东北侧墙体外 30cm 处暗室	5E+03	4.94	混凝土 750mm	90	3.59E-10	7.36E-08
D1	工件防护门外 30cm 处	5E+03	4.10	混凝土 850mm	90	3.59E-10	1.07E-07
F1	西北侧墙体外 30cm 处厂区绿化及内部道路	5E+03	3.15	混凝土 850mm	90	3.59E-10	1.81E-07
G1	东北侧墙体外 30cm 处储片室	5E+03	2.18	混凝土 850mm	90	3.59E-10	3.78E-07
g1	人员防护门外 30cm 处干片室	5E+03	3.83	混凝土 850mm+铅 12mm	混凝土 90 铅 2.9	2.61E-14	8.90E-12
H1	顶部墙体外 30cm 处不可上人屋顶	5E+03	5.70	混凝土 500mm	90	2.78E-06	4.28E-04

③探伤室主射外方向散射辐射剂量率水平预测

根据公式（11-5），探伤室四周关注点位主射外方向散射辐射剂量率水平计算参数及计算结果见表 11-8~9。

表 11-8 300 kV 探伤机运行下主射方向外散射辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	关注点描述	H_0 μSv/h	I mA	R_s m	X mm	TVL mm	B	$F \cdot \alpha / R_0^2$	H μSv/h
D	工件防护门外 30cm 处	1.254E+06	5	4.10	混凝土 850mm	86	1.31E-10	0.2172	1.06E-05
F	西北侧墙体外 30cm 处厂区绿 化及内部道路	1.254E+06	5	3.15	混凝土 850mm	86	1.31E-10	0.2172	1.80E-05

备注：F——R0 处的辐射野面积取最大值 28.58m^2 ($5.0\text{m} \times \pi \times 2 \times 2.5\text{m} \times \tan(20^\circ) = 28.58\text{m}^2$)； α ——散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）散射体散射到距其 1m 处的辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比 0.0475 ($10000/400 \times 1.9\text{E}-03 = 0.0475$)； R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离 2.5m；求得 $F \cdot \alpha / R_0^2 = 0.2172$ 。

表 11-9 250 kV 探伤机运行下主射方向外散射辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	关注点描述	H_0 μSv/h	I mA	R_s m	X mm	TVL mm	B	$F \cdot \alpha / R_0^2$	H μSv/h
A1	东北侧墙体外 控制室	9.9E+05	5	6.53	混凝土 850mm	86	1.31E-10	1/50	3.04E-07
B1	东北侧墙体外 30cm 处干片室	9.9E+05	5	3.83	混凝土 850mm	86	1.31E-10	1/50	8.84E-07
C1	东北侧墙体外 30cm 处暗室	9.9E+05	5	3.83	混凝土 850mm+ 混凝土 750mm	86	2.49E-19	1/50	1.68E-15
C1'	东北侧墙体外 30cm 处暗室	9.9E+05	5	4.94	混凝土 750mm	86	1.90E-09	1/50	7.71E-06
D1	工件防护门外 30cm 处	9.9E+05	5	4.10	混凝土 850mm	86	1.31E-10	1/50	7.72E-07
F1	西北侧墙体外 30cm 处厂区绿 化及内部道路	9.9E+05	5	3.15	混凝土 850mm	86	1.31E-10	1/50	1.31E-06
G1	东北侧墙体外 30cm 处储片室	9.9E+05	5	2.18	混凝土 850mm	86	1.31E-10	1/50	2.73E-06
g1	人员防护门外 30cm 处干片室	9.9E+05	5	3.83	混凝土 850mm+ 铅 12mm	混凝土 86 铅 1.4	3.51E-19	1/50	2.37E-15
H1	顶部墙体外 30cm 处不可上 人屋顶	9.9E+05	5	5.70	混凝土 500mm	86	1.53E-06	1/50	3.04E-07

注：本项目探伤机射线管辐射角为 40°，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B.4.2， $R_0^2/F \cdot \alpha$ 因子的值为 50。

④探伤室迷道外口处散射辐射剂量率水平预测

根据公式（11-6），探伤室迷道外口处散射辐射剂量率水平计算参数及计算结果见表 11-10、11-11。

表 11-10 1 台 300 kV 探伤机单独运行下迷道散射辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	关注点描述	屏蔽材料	η_{ys}	r_1 (m)	r_{R1} (m)	r_{R2} (m)	F_{j0} ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	$\dot{H}_{L,h}$ $\mu\text{Sv/h}$
g	人员防护门外 30cm 处干片室	12mm 铅板	2.68E-09	4.516	4.350	1.327	6.27E+06	5.57E-05

表 11-11 1 台 250 kV 探伤机单独运行下迷道外口处散射辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	关注点描述	屏蔽材料	η_{ys}	r_1 (m)	r_{R1} (m)	r_{R2} (m)	F_{j0} ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$)	$\dot{H}_{L,h}$ $\mu\text{Sv/h}$
g1	人员防护门外 30cm 处干片室	12mm 铅板	2.68E-09	2.891	4.350	1.741	4.95E+06	5.93E-05

⑤天空反散射

经上述计算本项目探伤室屋面为不可上人屋面，当 1 台 300kV 探伤机单独运行下探伤室主射线剂量率水平 H 点值为 2.29E-01 $\mu\text{Sv/h}$ ；或当 1 台 250kV 探伤机单独运行下探伤室散射漏射线剂量率水平 H1 点值为 5.09E-03 $\mu\text{Sv/h}$ ，均小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，因此不进行天空反散射计算。

⑥探伤室管线穿墙处辐射影响分析

本项目排气口位于探伤室西侧，排风管采取墙体底部 U 形穿越；电缆管线位于探伤室东北侧，管线采用地下 U 形电缆孔，经过东北侧墙体和迷道外墙至控制室。

根据《辐射防护导论》(方杰主编)P189 页的实例证明，本项目所有射线均需经过三次以上散射才能经各类管道散射至探伤室墙外，经过管道的多重反射、吸收和削减后辐射能量急剧下降，射线通过管道外漏可忽略不计。因此，本项目电缆及排风等管道的布置方式不会破坏墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

⑦探伤室四周辐射剂量率水平汇总

叠加关注点位主射辐射剂量率水平、散射辐射剂量率水平与泄漏辐射剂量率水平，相关计算结果见表 11-12~13。

表 11-12 300kV 探伤机单独运行下探伤室四周辐射剂量率水平预测结果

关注点	关注点描述	主射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	迷道散射 辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)	参考控制水 平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足控 制要求
A	东北侧墙体外控制室	1.04E-01	-	-	-	1.04E-01	2.5	满足
B	东北侧墙体外 30cm 处干片室	2.46E-01	-	-	-	2.46E-01	2.5	满足
C	东北侧墙	2.46E-01	-	-	-	2.46E-01	2.5	满足

	体外 30cm 处暗室							
C'	东北侧墙体外 30cm 处暗室	2.26E-01	-	-	-	2.26E-01	2.5	满足
D	工件防护门外 30cm 处	-	9.41E-07	1.06E-05	-	1.15E-05	1.0	满足
D'	东南侧顶部墙体外 30cm 处	8.82E-02	-	-	-	8.82E-02	1.0	满足
E	西南侧墙体外 30cm 处辅助车间	4.12E-01	-	-	-	4.12E-01	1.0	满足
F	西北侧墙体外 30cm 处厂区绿化及内部道路	-	1.59E-06	1.80E-05	-	1.96E-05	2.5	满足
F'	西北侧顶部墙体外 30cm 处	8.82E-02	-	-	-	8.82E-02	2.5	满足
G	东北侧墙体外 30cm 处储片室	5.09E-01	-	-	-	5.09E-01	2.5	满足
g	人员防护门外 30cm 处干片室	7.38E-05	-	-	5.57E-05	1.30E-04	2.5	满足
H	顶部墙体外 30cm 处不可上人屋顶	2.29E-01	-	-	-	2.29E-01	2.5	满足

表 11-13 250 kV 探伤机单独运行下探伤室四周辐射剂量率水平预测结果

关注点	关注点描述	主射辐射 (μSv/h)	泄漏辐射 (μSv/h)	散射辐射 (μSv/h)	迷道散射辐射 (μSv/h)	合计 (μSv/h)	参考控制水平 H_C (μSv/h)	是否满足控制要求
A1	东北侧墙体外控制室	-	4.21E-08	3.04E-07	-	3.46E-07	2.5	满足
B1	东北侧墙体外 30cm 处干片室	-	1.22E-07	8.84E-07	-	1.01E-06	2.5	满足
C1	东北侧墙体外 30cm 处暗室	-	5.69E-16	1.68E-15	-	2.25E-15	2.5	满足
C1'	东北侧墙体外 30cm 处暗室	-	7.36E-08	7.71E-06	-	7.78E-06	2.5	满足
D1	工件防护门外 30cm 处	-	1.07E-07	7.72E-07	-	8.79E-07	1.0	满足
E1	西南侧墙体外 30cm 处辅助车间	1.82E-01	-	-	-	1.82E-01	1.0	满足
F1	西北侧墙体外 30cm 处厂区绿化及内部道路	-	1.81E-07	1.31E-06	-	1.49E-06	2.5	满足

G1	东北侧墙体 外 30cm 处 储片室	-	3.78E-07	2.73E-06	-	3.11E-06	2.5	满足
g1	人员防护门 外 30cm 处 干片室	-	8.90E-12	2.37E-15	5.93E-05	5.93E-05	2.5	满足
H1	顶部墙体外 30cm 处不可 上人屋顶	-	4.28E-04	4.66E-03	-	5.09E-03	2.5	满足

由表 11-12~13 可知，本项目探伤室各种工况运行条件下，探伤室四周的辐射剂量率最大为 $5.09 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，探伤室顶棚的辐射剂量率最大为 $2.29 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，满足相关参考控制水平的要求。

(4) 年有效剂量估算

按照联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) --2000 年报告附录 A，X 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{E\gamma} = H \times t \times T \times 10^{-3} \quad (\text{mSv/a}) \quad (11-7)$$

式中：

$H_{E\gamma}$ ——X 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

H ——关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——X 射线照射时间，h/a；

T ——居留因子，选取参考表 11-2。

根据建设单位提供的资料，本项目拟配备辐射工作人员 3 人，辐射工作人员均为新增，不兼任其他辐射岗位，实行单班制，年工作约 250 天。探伤室内探伤机出束时间最大为 1h/d，则每年探伤机出束时间为 250h。

本项目选取表 11-12~13 各个关注点最大剂量率，结合工作时间及居留因子计算工作人员和公众的年剂量，具体见表 11-16。

表 11-14 探伤室周围工作人员和公众的年剂量估算值

保护目标	对应关注点	探伤室运行工况 ²	最大剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	受照时间 h/a	居留因子 T	与关注点对应距离	年剂量估算值 mSv/a	年剂量约束值
辐射工作人员	控制室	1 台 300kV 周向探伤机单独运行	1.04E-01	250	1	/	2.60E-02	职业人员 5.0mSv
	干片室		2.46E-01	250	1/2	/	3.08E-02	
	暗室		2.46E-01	250	1	/	6.15E-02	
	储片室		5.09E-01	250	1/2	/	6.36E-02	
	评片室		2.46E-01	250	1	4m	3.84E-03	
	分析室		2.46E-01	250	1	4m	3.84E-03	

其他工作人员和公众	卫生间	B		2.46E-01	250	1/8	4.1m	4.57E-04	公众 0.25mSv
	东北侧辅助车间	B		2.46E-01	250	1	7.4m	1.12E-03	
	东北侧厂区绿化及内部道路	B		2.46E-01	250	1/8	49m	3.20E-06	
	东南辅助车间	D ¹		1.15E-05	250	1	/	2.88E-06	
	不锈钢车间	D ¹		1.15E-05	250	1	13m	1.70E-08	
	总成车间	D ¹		1.15E-05	250	1/8	37m	2.63E-10	
	西南侧辅助车间	E		4.12E-01	250	1	/	1.03E-01	
	西北侧厂区绿化及内部道路	F ¹		1.96E-05	250	1/8	/	6.13E-07	
	闲置厂房	F ¹		1.96E-05	250	1	36m	3.78E-9	
	探伤室顶部	H		2.29 E-01	250	1/40	/	1.43E-03	

注：1、本项目东南和西北两侧，由于关注点 D¹和 F¹处于两侧墙体顶端，因此考虑关注点 D 和 F 最大剂量率为该两侧年有效剂量计算依据。2、对照表 11-10 和表 11-11 可知各个关注点的最大剂量率均在 300kV 周向探伤机单独运行工况下，因此保守均按照 1 台 300kV 周向探伤机单独运行工况下考虑。

由表 11-14 可知，本项目工作人员最大年有效剂量为 $6.36 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求；公众最大年有效剂量为 $1.03 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，因关注点 X 射线辐射剂量率随关注点与辐射源点的距离增加呈现衰减趋势，所以本项目 50m 范围内及更远的公众受照的年有效剂量最大不超过 $1.03 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，满足公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。因此本项目运行过程中对辐射工作人员和周边公众造成的有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业及公众照射的要求。

11.2.2 其它污染物对环境的影响分析

（1）臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线探伤机在运行过程中会产生少量的臭氧及氮氧化物，根据设计方案，X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤室中的空气电离产生臭氧和氮氧化物，探伤室拟设排风装置，每小时有效通风换气次数约为 7.9 次，产生的少量臭氧和氮氧化物可通过机房西侧排风装置排出机房外道路，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，且排放口无人员密集区，对周围环境空气质量影响较小。可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室“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不小于 3 次”的要求。

（2）废显（定）影液、废胶片与洗片废水

本项目产生的废显（定）影液、废胶片与洗片废水，均属于危险废物，依托厂区拟

建危废暂存库暂存，危废暂存库须按要求设置地面硬化，设立围堰，做到防腐防渗，建立危险废物管理台账，定期委托有资质单位处置，严格执行转移联单制度。

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求，建设单位须设立危险废物暂存间，并做好标识。要求如下：

（1）所有危险废物产生者和危险废物经营者须建造专用的危险废物贮存设施。

（2）须使用符合标准的容器盛装危险废物；装载危险废物的容器及材质要满足相应的强度要求；装载危险废物的容器必须完好无损；盛装危险废物的容器衬里要与危险废物相容（不互相反应）；液体危险废物可注入开孔直径不超过 70mm 并有放气孔的桶中。

（3）须建造专用的危险废物贮存设施。装载液体、半固体危险废物的容器内须留足够空间，容器顶部与液体表面之前保留 100mm 以上的空间。

（4）用以存放装载液体、半固体危险废物容器的地方，必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂痕。（基础必须防渗，防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或 2mm 厚高密度聚乙烯，或至少 2mm 厚的其他人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s。）

（5）危废贮存场所周围设置围墙或其他防护栅栏，具备防雨、防渗、防扬散等功能。贮存场所地面须作硬化处理，涂至少 2mm 高的环氧树脂，以防止渗漏和腐蚀。存放液体性危险废物的贮存场所必须设计导流槽和收集井。

（6）在一定时间内定期将危险废物转移处理，贮存场所内清理出来的泄漏物一并按危险废物处置。

（7）危废暂存间外须粘贴相关标志牌和警示牌，危废分类贮存、规范包装，并符合“防风、防雨、防晒、防渗漏”要求，不能乱堆乱放，定期转移委托有资质的单位安全处置。

（8）危废收集桶有明显的标识，标示内容符合要求（包含废液名称、产生时间、重量等）；废液桶下方设置防漏托盘，避免废液桶渗漏后废液漫流。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求实行联单管理，联单存档。

综上所述，本项目拟采取处置方案符合国家固体废物“资源化、减量化、无害化”基本原则，固废处置措施可行，在落实上述固废处置措施后，项目产生的固体废物不会对周围环境产生明显影响。

（3）噪声对环境影响分析

本项目位于工业园区范围内，周围声环境不敏感，本项目拟使用的排风系统风机为低噪声节能排风机，风机风量 5000m³/h，其噪声值一般低于 65dB（A），噪声源强较小，

对厂界噪声的贡献较小，对项目所在区域声环境影响较小。

11.3 事故影响分析

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度》（环发〔2006〕145号）的规定，发生辐射事故时，使用射线装置的单位应当立即启动本单位拟定的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

11.3.1 可能发生的辐射事故

建设单位使用的探伤机属Ⅱ类射线装置，可能的事故工况主要有以下几种情况：

- （1）辐射工作人员还未撤离探伤室，操作人员启动探伤机进行探伤，造成误照射。
- （2）安全联锁装置发生故障，探伤机工作时无关人员误入探伤室，造成相关人员被照射。
- （3）探伤机工作时，防护门未完全关闭，致使X射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

11.3.2 辐射事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设单位应严格执行以下风险预防措施和应急预案防范措施：

- （1）定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；
- （2）每月检查探伤室的门机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施，确保在防护门关闭后，X射线探伤机才能进行照射；
- （3）每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换；
- （4）辐射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，辐射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；
- （5）应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括控制室控制台位置和周围毗邻区域人员居留处；
- （6）交接班或当班使用便携式X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。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；

(7) 辐射工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低；

(8) 在每一次照射前，辐射工作人员都应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；

(9) 建设单位拟制定辐射事故应急预案，包括总则、组织体系、应急救援队的职责、放射性事故应急处理的责任划分、应急响应、善后处理、应急保障、宣传教育、培训和演练等。

(10) 建设单位拟制定各项辐射安全管理制度及应急预案。辐射工作场所日常工作中严格按照各种制度执行，防止辐射事故的发生。

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

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款的要求，使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

建设单位应在核技术利用项目投运前，结合公司实际人员配置情况，根据要求设立专门的辐射安全与环境保护管理机构负责辐射安全与环境管理的日常工作，安排具体人员履行辐射安全防护和环境保护机构各项职责，具体落实相关工作。

辐射安全防护管理小组职责应至少包含以下内容：

- （一）组织制定并落实辐射安全防护管理制度；
- （二）定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查；
- （三）组织本机构辐射工作人员接受专业技术，放射防护知识及有关规定的培训和健康检查；
- （四）制定辐射事故应急预案并组织演练；
- （五）记录本机构发生的放射事故并及时报告生态环境部门。

在核技术利用项目运行过程中，建设单位应根据人事变动情况及时调整辐射安全防护管理小组组成。

12.1.2 辐射人员管理

（1）个人剂量监测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期一般为一个月，最长不超过三个月（建设单位计划每三个月将个人剂量片送往有资质的检测单位进行检测）。

如果在单个监测周期出现个人剂量超过 1.25mSv 时需进行调查，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并经本人签字，采取避免同类情况发生的措施。年剂量超过 5mSv 的剂量约束值时，暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，经本人签字，并上报当地生态环境主管部门。单年剂量超过 20mSv 标准时，构成辐射事故，按事故应急预案处理，立即启

动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门。同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健委报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。建设单位须建立个人剂量档案，根据《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019 的要求，职业照射个人剂量档案应终生保存。

建设单位拟为所有新增辐射工作人员配置个人剂量计。

(2) 辐射工作人员培训

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号），核技术利用单位应及时组织从事使用 II 类射线装置操作的辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）参加辐射安全和防护专业知识培训及相关法律法规的培训和考核，考核合格后上岗，并按时接受再培训。

建设单位将按要求组织本次拟配备辐射工作人员和专职负责辐射安全与环境保护管理工作的人员进行培训和考核，考核合格后方可上岗，并按时进行再培训及考核。考核合格的人员，每 5 年接受一次再培训考核。

(3) 辐射工作人员职业健康体检

新增 3 名辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行在岗期间职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，建设单位应当对其进行离岗前的职业健康检查，并建立个人职业健康档案。

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、辐射安全与防护培训考核成绩单、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一；职业照射个人监测档案应长期保存。建设单位应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、体检报告、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

12.1.3 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，辐射工作单位应当编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，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，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

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》的相关规定，使用放射性同位素、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。

为了保障探伤机的安全使用，建设单位应制定《辐射事故应急预案》、《辐射安全与防护管理领导小组及其工作职责》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《辐射工作人员个人剂量管理办法》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《辐射工作场所监测管理办法》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置台账管理制度》、《辐射防护管理制度》等辐射防护制度。

建设单位所有相关制度应以正式文件形式制定，并将各项管理制度、操作规程等悬挂于辐射工作场所。建设单位对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

12.3 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，项目单位需建立辐射剂量监测制度，包括环境监测、工作场所监测和个人剂量监测。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应至少配置 1 台便携式 X-γ 射线巡测仪、3 台个人剂量报警仪和 1 套固定式场所辐射探测报警装置。本项目每名辐射工作人员应配置 1 枚个人剂量计，并建立个人剂量档案。

12.3.1 辐射工作人员个人剂量监测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，所有辐射工作人员个人剂量计需正确佩戴并及时送检，建

设单位计划每三个月将个人剂量片送往有资质的检测单位进行检测，并建立个人剂量档案，加强档案管理。个人剂量档案要长期保存。

12.3.2 辐射工作场所监测

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，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的第三方环境监测机构进行监测。

建设单位将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对建设单位的辐射工作场所进行年度监测。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年 1 月 31 日前提交给发证机关。事故发生后，在事故处理前后对周围环境分别进行一次监测。

表12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测范围	监测依据	控制水平	监测类型
年度监测	探伤室	周围剂量当量率	1次/年	防护门及缝隙处、管线洞口，工作人员操作间的控制台、迷道探伤室四周屏蔽墙外30cm处，评价范围内其他人员常停留区域	HJ1157-2021、HJ61-2021、GBZ117-2022	不大于相关参考控制水平	委托监测
自行监测	探伤室	周围剂量当量率	1次/季度				自行监测
验收监测	探伤室	周围剂量当量率	设备正式投入运行前监测1次				委托监测

建设单位应严格执行辐射监测计划，做好辐射工作场所的监测，确保监测记录清晰、准确、完整，并纳入档案进行保存，同时要保留好监测记录台账资料。年度监测数据将作为本单位射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期上报生态环境主管部门。

12.3.3 竣工环保验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建

设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。项目建成具备试运行条件后三个月内办理竣工环保验收手续，验收合格后方投入使用。

12.4 辐射事故应急

(1) 辐射事故应急要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关规定，建设单位应制定辐射事故应急预案。本项目具体辐射工作人员未确定，应在本项目运营前，结合项目特点以及人员辐射工作人员配置，制定辐射事故应急预案。辐射事故应急预案应包括下列内容：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- ③辐射事故分级与应急响应措施；
- ④辐射事故调查、报告和处理程序。

(2) 应急人员的培训演习计划

为使事故发生时能有效应对，建设单位须每年至少进行一次应急人员的演习培训，模拟事故发生时应进行的流程和应采取的措施，当辐射事故发生时能熟练、沉着、有效应对，将事故的危害降到最低。

12.5 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用放射性同位素、辐射装置单位应具备相应的条件，建设单位从事本项目辐射活动能力的评价详见表 12-3。

表 12-3 从事辐射活动能力评价

第十六条		
应具备条件	落实情况	符合情况
(一) 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。	本项目为使用II类射线装置的，建设单位拟设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。	符合
(二) 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。	建设单位拟组织新增辐射工作人员参加生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台辐射安全和防护专业知识培训及相	符合

	关法律法规的培训和考核，并取得成绩单考核合格后方可上岗。	
(三) 使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及。	/
(四) 放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	建设单位拟制定相应的操作规程，拟按要求张贴电离辐射警告标志；新建探伤室拟设置门机联锁、急停装置、视频装置等防护措施；	符合
(五) 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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	拟为新增 3 名辐射工作人员配置个人剂量计，并拟配备 1 台 X-γ 辐射剂量率巡检仪，3 台个人剂量报警仪、1 套固定式辐射监测仪。	符合
(六) 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	在项目建成前制定。	符合
(七) 有完善的辐射事故应急措施。	在项目建成前制定。	符合
(八) 产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不产生放射性废气、废液、固体废物。	/

综上所述，建设单位在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，建设单位从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

广钢气体工程(杭州)有限公司拟在高铁新区马目区块厂区内联合厂房内新建 1 间探伤室并新增 2 台 X 射线探伤机,固定在新建探伤室内使用。其中 1 台 RT-3005TH 型周向 X 射线探伤机,最大管电压为 300kV,最大管电流 5mA;1 台 RT-2505TX 型定向 X 射线探伤机,最大管电压为 250kV,最大管电流 5mA。2 台探伤机均属于II类射线装置。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

(1) 辐射安全防护措施结论

本项目探伤室四侧墙体均为 850mm 混凝土,顶棚为 500mm 混凝土,工件防护门门洞尺寸高 6.6m×宽 6.0m,门尺寸高 7.4m×宽 7.6m,为 850mm 厚混凝土门,人员防护门门洞尺寸高 2.0m×宽 0.9m,门尺寸高 2.2m×宽 1.2m,内衬 12mm 厚铅板,设置 L 型迷道,迷道宽 0.9m,高 3.2m。迷道外墙为 750mm 混凝土。

本项目探伤室设置门-机联锁、紧急停机按钮、视频监控系统等安全防护措施,探伤室内应设置机械通风设施,设计风量不小于 5000m³/h,每小时有效通风换气次数约为 7.9 次,排气口位于探伤室西侧,排风管采取墙体底部 U 形穿越,探伤室与控制室 X 射线机操作电缆设计为 U 型电缆孔;建设单位拟配备 1 台辐射巡测仪,拟为每个辐射工作人员配备个人剂量计并配备 3 台个人剂量报警仪。

建设单位在满足实际工作需要的基础上对辐射工作场所采取了必要的辐射安全防护措施,以减轻对环境和人员的辐射照射,根据理论估算分析结果,本项目拟采取的辐射防护措施能够符合辐射防护要求。

(2) 辐射安全管理结论

建设单位将根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定,将成立辐射安全领导小组,负责辐射安全与环境保护管理工作以及应急救援指挥工作。辐射事故应急工作领导小组的主要任务是确保射线装置的使用安全,避免或减少辐射事故的发生;建设单位需结合生态环境部(国家核安全局)《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》(2020 年发布版)的相关规定,制定相应的管理制度。

建设单位拟对新增辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测,并建立个人

职业健康监护档案和个人剂量档案。

13.1.3 环境影响分析结论

(1) 电离辐射

本项目的运行期主要污染因子为 X 射线。根据理论计算分析，本项目探伤室各种工况运行条件下，探伤室四周及顶棚的辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）“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 μ Sv/h”和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）规定的关注点剂量率参考控制水平的要求。

本项目辐射工作人员及公众最大年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“剂量限值”和本项目提出的年剂量约束值（工作人员 5mSv，公众 0.25mSv）的要求。

(2) 废气环境影响分析

本项目 X 射线探伤机在运行过程中会产生少量的臭氧及氮氧化物，根据设计方案，X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤室中的空气电离产生臭氧和氮氧化物，拟建探伤室设有排风装置，每小时有效通风换气次数均不小于 7.9 次，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求；产生的少量臭氧和氮氧化物可通过排风装置排出机房外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，且排放口无人员密集区，对周围环境空气质量影响较小。

(3) 危险废物影响分析

本项目产生的废显（定）影液、废胶片与洗片废水，均属于危险废物，依托厂区拟建危废暂存库暂存，危废暂存库须按要求设置地面硬化，设立围堰，做到防腐防渗，建立危险废物管理台账，定期委托有资质单位处置，严格执行转移联单制度。

13.1.4 可行性分析结论

(1) 产业政策符合性

本项目为核技术利用项目，拟新增使用 2 台 X 射线探伤机；根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目的建设不属于国家限制类和淘汰类项目，属于国家允许类产业，符合国家产业政策。

(2) 实践的正当性

X 射线探伤作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各型金属或其他材料内部

可能产生的缺陷，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果，是其它探伤项目无法替代的，由于 X 射线探伤的方法效果显著，因此，该项目的实践是必要的；且使用过程中采取满足国家标准要求的辐射安全防护措施，同时加强辐射安全管理，对周围环境和人员的影响满足标准要求。因此，该项目使用 X 射线探伤机的目的是正当可行的，并且该项目有较好的经济效益和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

（3）选址的合理性

本项目探伤设备使用地点为广钢气体工程（杭州）有限公司联合厂房辅助车间探伤室内，且用地属于工业用地，周围无环境制约因素。本项目探伤室实体边界外 50m 评价范围内主要为厂区内部建筑和道路，部分涉及西北侧闲置厂房，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区、行政办公区及学校等其他环境敏感区，项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众的辐射影响是可接受的，因此项目选址合理。

（4）项目可行性分析

广钢气体工程（杭州）有限公司 X 射线室内探伤建设项目，具有实践正当性，选址合理，在落实本评价报告所提出的各项污染防治和辐射环境管理措施后，该企业将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其 X 射线探伤机在探伤室内运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射安全和环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 承诺与建议

13.2.1 承诺

（1）承诺在本项目建成后根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

（2）承诺在探伤机正式启用前，将张贴悬挂相应规章制度于操作间墙面上，并在探伤室外设立符合规范要求的电离辐射警告标志。

（3）承诺严格执行辐射监测计划，发现隐患及时整改；对门-机联锁装置、警示

灯连锁装置等防护设施进行经常性检查，发现防护设施故障或失灵应立即维护、修复。

(4) 按计划组织辐射工作人员进行辐射安全与防护培训工作，并加强辐射工作人员剂量计佩戴和个人剂量监测工作的管理和监督。

13.2.2 建议

(1) 应结合工作实际情况对辐射安全管理制度进行不断修改和完善；

(2) 应加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝辐射事故的发生。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人：

公章

年 月 日

审批意见：

经办人：

公章

年 月 日