

报告编号：WKFHP-23078

## 核技术利用建设项目

浙江亚达绿能科技股份有限公司  
X 射线实时成像检测系统扩建项目

### 环境影响报告表 (报批稿)

浙江亚达绿能科技股份有限公司

2025 年 1 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 浙江亚达绿能科技股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建项目

### 环境影响报告表

建设单位名称：浙江亚达绿能科技股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：叶清

通讯地址：浙江省嘉兴市南湖区新丰镇新大路 525 号

邮政编码：314005

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

## 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	11
表 3 非密封放射性物质 .....	11
表 4 射线装置 .....	12
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	13
表 6 评价依据 .....	14
表 7 保护目标与评价标准 .....	17
表 8 环境质量和辐射现状 .....	24
表 9 项目工程分析与源项 .....	28
表 10 辐射安全与防护 .....	36
表 11 环境影响分析 .....	45
表 12 辐射安全管理 .....	61
表 13 结论与建议 .....	66
表 14 审批 .....	70

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		浙江亚达绿能科技股份有限公司 X 射线实时成像检测系统扩建项目			
建设单位		浙江亚达绿能科技股份有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省嘉兴市南湖区新丰镇新大路 525 号			
项目建设地点		浙江省嘉兴市南湖区新丰镇新大路 150 号 0001 幢厂房			
立项审批部门		南湖区行政审批局	批准文号	2401-330402-89-02-801273	
建设项目总投资 (万元)		236	项目环保投资 (万元)	5	投资比例(环 保投资/总投 资) 2.1%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	193.3
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 项目建设单位情况**

浙江亚达绿能科技股份有限公司（以下简称“公司”，曾用名有“亚达管道系统股份有限公司”、“浙江嘉兴亚达不锈钢制造有限公司”，最新名称变更登记情况见附件 4）成立于 2005 年 8 月 25 日，注册地址为浙江省嘉兴市南湖区新丰镇新大路 525 号，经营范围包括技术服务、海洋工程装备销售、压力容器、预制管的研发制造等活动。公司现有 4 个厂区从事生产经营活动，各厂区位置详情及主体工程实施情况见表 1-1。本次 X 射线实时成像检测系统扩建项目建设地点位于四厂区，拟配置辐射设备用于检测四厂区所产工件，相关环评手续履行文件见附件 6。

**表 1-1 浙江亚达绿能科技股份有限公司现有厂区位置详情及主体工程一览表**

序号	厂区名称	厂区位置	主体工程实施情况		
			项目名称	环评批复	验收情况
1	一厂区	嘉兴市南湖区新丰镇新大路 525 号	年新增 5800 吨不锈钢管、50 万件管件生产项目	嘉(南)环建(2024)48 号	项目处于建设中，尚不具备验收条件

2	二厂区	嘉兴市南湖区新丰镇工业功能区新大路北側	年产 72 万套船舶燃气系统 (FGSS) 生产建设项目 (设备)	嘉 (南) 环建 (2021) 111 号	2023 年 12 月 26 日实施阶段性自主验收
3	三厂区	嘉兴市南湖区新丰镇新大路 455 号 (租赁嘉兴南湖普洛斯仓储设施有限公司闲置厂房)	年新增 3600 吨船海动力清洁能源管路集成系统生产项目	嘉 (南) 环建 (2022) 16 号	2023 年 3 月 20 日实施阶段性自主验收
4	四厂区	嘉兴市南湖区新丰镇新大路 150 号 (租赁浙江得亨箱包有限公司闲置厂房)	年产 1200 吨成品法兰片, 3600 吨半成品管附件	嘉 (南) 环建 (2019) 62 号	2022 年 6 月进行自主验收

公司现持有有效的辐射安全许可证从事辐射活动, 证书编号: 浙环辐证[F0032], 有效期至 2027 年 12 月 26 日, 种类和范围: 使用 II 类射线装置, 许可内容包含 9 台 II 类射线装置, 详见附件 9 与表 1-5。经许可, 公司于一厂区、三厂区可从事辐射活动, 且经与建设单位核实, 已许可的可于一厂区探伤室内使用的 1 台 2505 型 X 射线探伤机仍未购置, 故不具备验收条件; 其余 8 台射线装置均已通过竣工环保自主验收, 相关核技术利用项目环保手续履行情况见附件 8。因此, 公司现有辐射活动规模为: (1) 一厂区: 建有 1 间探伤室, 并配置 1 台 RD-2805A 型与 1 台 XXQ-2505 型 X 射线探伤机、1 台 SMART300HP 型 X 射线实时成像检测系统; 车间内设有 1 处移动探伤工作场所, 并配置 2 台 3505 型 X 射线探伤机; (2) 三厂区: 建有 1 间探伤室, 并配置 2 台 XXG-2505 型与 1 台 XXG-3505 型 X 射线探伤机;

## 1.2 项目建设目的和任务由来

随生产规模扩大, 为便于确保产品质量, 公司拟于嘉兴市南湖区新丰镇新大路 150 号四厂区 0001 幢厂房内新增两台 X 射线实时成像检测系统以对自生产的焊管等产品进行无损检测, 主要包括: ①拟配置一台 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统 (最大管电压为 300kV, 最大管电流为 3mA, 该系统具有探伤铅房。经核实, 该设备用于检测长度为 6m~12m 的焊管, 故使用期间铅房顶棚、地坪与东西两侧均采用实体铅板屏蔽, 南北两侧工件输送口处采用铅帘屏蔽, 故以移动探伤作业类型考虑); ②拟建设一间探伤室及控制室, 并配置一台 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统 (最大管电压为 225kV, 最大管电流为 8mA, 该系统不具备自屏蔽探伤铅房) 实施固定式探伤。

根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号关于《发布射线装置分类的公告》: “工业用 X 射线探伤装置分为自屏蔽式 X 射线探伤装置和其他工业用 X 射线探伤装置, 本项目拟配置两台 X 射线实时成像检测系统均界定为“其他工业用 X 射线探伤装置”, 其使用活动按照 II 类射线装置管理。对照生态环境部令第 16 号《建设项目环境

影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目。本次评价内容为使用II类射线装置，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，浙江亚达绿能科技股份有限公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行环境影响评价，环评委托书见附件1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘和收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

### 1.3 项目建设内容和规模

浙江亚达绿能科技股份有限公司拟于四厂区（嘉兴市南湖区新丰镇新大路150号）0001幢厂房内新增两台X射线实时成像检测系统以对自生产的焊管等产品进行无损检测，建设内容包括：①拟于0001幢厂房车间东侧配置一台RG.SYSTEM-TUBE型X射线实时成像检测系统（最大管电压为300kV，最大管电流为3mA，该系统具有探伤铅房。经核实，该设备使用期间位置固定，铅房顶棚、地坪与东西两侧均采用实体铅板屏蔽，南北两侧工件输送口处采用铅帘屏蔽，故以移动探伤作业类型考虑）；②拟于0001幢厂房车间西侧建设一间探伤室及控制室，并于探伤室内配置一台PDS-104/225kv型X射线实时成像检测系统（最大管电压为225kV，最大管电流为8mA，该系统不具备自屏蔽探伤铅房）实施固定式探伤。本项目X射线实时成像检测系统不涉及拍片、洗片等工作，不产生危险废物，故无需设置暗室、评片室与危废暂存间。

射线装置具体应用情况见表1-2。

表1-2 本次评价内容与规模

序号	装置名称	类别	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	出束类型
1	X射线实时成像检测系统	II类	RG.SYSTEM-TUBE	1	300	3	四厂区 0001幢 厂房车间 内	定向， 有用线束 朝向顶棚
2			PDS-104/225kv	1	225	8	四厂区 0001幢 厂房探伤 室内	

本项目实施后，公司整体辐射活动规模为：（1）一厂：建有1间探伤室，并配置1台RD-2805A型与1台XXQ-2505型X射线探伤机、1台SMART300HP型X射线实时成像检

测系统；车间内设有 1 处移动探伤工作场所，并配置 2 台 3505 型 X 射线探伤机；（2）三厂：建有 1 间探伤室，并配置 2 台 XXG-2505 型与 1 台 XXG-3505 型 X 射线探伤机；（3）四厂：建有 1 间探伤室，并配置 1 台 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统；车间内设有 1 处 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统工作场所。

## 1.4 项目选址及周边环境保护目标

### 1.4.1 项目地理位置及外环境关系

四厂区位于浙江省嘉兴市南湖区新丰镇新大路 150 号，项目地理位置见附图 1。厂区东侧隔卧龙港为农田；南侧隔新大路为优居公寓；西侧相邻嘉兴世龙运输设备部件有限公司；北侧隔小桥港为嘉兴市港华五金有限公司，周围环境关系见附图 2，周围环境实景见附图 3。

### 1.4.2 探伤场所位置及外环境关系

本项目共有两处探伤场所，均位于四厂区 0001 幢厂房内，所属厂房为一层建筑，上方为不上人平台，下方为土层，无地下室。本项目拟配置两台射线装置于厂房位置详情见附图 5，其中 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统具有探伤铅房，故以探伤铅房为主体展开描述；PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统位于新建探伤室内使用，故以探伤室为主体展开描述。

表 1-3 本项目探伤场所位置及外环境关系一览表

外环境	探伤铅房	探伤室
东侧	焊管堆放区	生产加工区
南侧	已检工件区	成品摆放区
西侧	生产加工区	生产加工区
北侧	待检工件区	生产加工区
评价范围内	公司内部建筑、厂区道路	公司内部建筑、厂区道路、嘉兴世龙运输设备部件有限公司

备注：①本项目探伤场所所属车间为单层建筑，正上方为不上人平台，正下方为土层，无地下室。  
②探伤室位于探伤铅房西南侧，两处探伤工作场所相距约 30m。

### 1.4.6 环境保护目标

本项目环境保护目标主要为探伤室评价范围 50m 内、探伤铅房南北两侧评价范围 100m 内及其余各侧评价范围 50m 内活动的辐射工作人员及公众成员。

### 1.4.7 规划符合性分析

#### （1）用地规划符合性分析

本项目位于浙江省嘉兴市南湖区新丰镇新大路 150 号 0001 幢厂房，根据建设单位提供的租赁协议及出租方不动产权证书（见附件 5），本项目用地性质为工业用地，且周围无环

境制约因素，符合土地利用规划要求。

(2) 与嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

根据《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》（嘉环发〔2024〕39号），生态环境分区管控是以改善生态质量为核心，明确生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，划定生态环境管控单元，在一张图上落实“三线”的管控要求，编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。本项目与嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析判定情况见下表。

表 1-4 本项目与嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

内容	符合性分析
生态保护红线	根据《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》及嘉兴市南湖区生态保护红线图（见附图9）、嘉兴市南湖区三区三线划定方案（见附图10），本项目不涉及生态保护红线。
环境质量底线	经辐射环境影响预测，本项目运行过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与工作人员及公众成员的辐射影响是可接受的。“三废”污染物均采取了合理、有效、可行的处理措施，可以做到达标排放，符合环境质量底线要求。
资源利用上线	本项目运行过程会消耗一定量的电力、水资源等，主要源自工作人员的日常办公和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。
生态环境准入清单	<p>根据《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于浙江省嘉兴市南湖区新丰镇产业集聚重点管控单元（编码：ZH33040220003），该管控单元生态环境准入清单内容要求如下：</p> <p>一、空间布局约束</p> <p>1、优化产业布局和结构，实施分区差别化的产业准入条件。2、合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模。鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。3、合理规划布局居住、医疗卫生、文化教育等功能区块，与工业区块、有污染和干扰的工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。4、严格执行畜禽养殖禁养区规定。</p> <p>二、污染物排放管控</p> <p>1、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。2、新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平，推动企业绿色低碳技术改造。3、新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，强化“两高”行业排污许可证管理，推进减污降碳协同控制。4、加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，深化工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。5、加强土壤和地下水污染防治与修复。6、重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。</p> <p>三、环境风险防控</p> <p>1、定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险。2、强化工业集聚区企业环境风险防范设施建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，加强</p>



风险防控体系建设。

#### 四、资源开发效率要求

1、推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。

综上所述，本项目为核技术利用建设项目，主要对自生产的产品进行无损检测，不属于禁止准入工业项目。本项目运行过程中污染物排放量较小，“三废”污染物均可控制与处理，不会对周围环境产生较大影响。同时，公司已制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组，明确各成员职责，具备辐射事故应急能力与防范措施。因此，本项目的实施符合《嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案》中生态环境准入清单的要求。

综上所述，本项目的建设符合与嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案的要求。

### (3) “三区三线”符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函[2022]2080号）要求，“三区三线”划定成果作为建设项目用地用海报批的依据。其中“三区”具体指农业空间、生态空间、城镇空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线。

本项目位于浙江省嘉兴市南湖区新丰镇新大路150号0001幢厂房，对照《嘉兴市南湖区三区三线划定方案》（见附图10），本项目拟建址处于城镇集中建设区内，且项目在现有厂区内实施建设，用地性质为工业用地，选址与评价范围均不涉及生态保护红线和永久基本农田，符合嘉兴市南湖区“三区三线”划定方案的要求。

#### 1.4.8 选址合理性分析

本项目用地性质为工业用地，RG.SYSTEM-TUBE型X射线实时成像检测系统南北侧100m评价范围及其余各侧屏蔽体外50m内主要为公司内部建筑、厂区道路；PDS-104/225kv型X射线实时成像检测系统所属探伤室屏蔽体外50m主要为公司内部建筑、厂区道路、嘉兴世龙运输设备部件有限公司，无居民点和学校等环境敏感点。经辐射环境影响预测，本项目运行过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施对周围环境和公众成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的选址合理可行。

### 1.5 产业政策符合性分析

结合中华人民共和国国家发展和改革委员会第7号令《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

### 1.6 实践正当性分析

本项目实施的目的是为了对自生产的产品进行无损检测，其产生的经济利益和社会效益

足以弥补其可能引起的辐射危害，经辐射屏蔽防护和安全管理后，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的年有效剂量符合剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，按照规范正当操作，本项目是符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则的。

## 1.7 原有核技术利用项目许可情况

### 1.7.1 原有核技术利用项目环保手续履行情况

建设单位已取得浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，有效期至 2027 年 12 月 26 日，证书编号：浙环辐证[F0032]，种类和范围：使用II类射线装置。

建设单位已经许可的现有设备为：9 台II类射线装置，详见下表。由表可知，由于 1 台 2505 型 X 射线探伤机始终未购买，不具备验收条件，故建设单位现共有 8 台射线装置（7 台 X 射线探伤机、1 台 X 射线实时成像检测系统），均已通过环评审批与竣工环保验收，均处于正常使用状态。

表 1-5 原有核技术利用项目环保手续履行情况一览表

序号	名称	型号	数量	使用场所	环评批复	验收情况
1	X 射线探伤机	RD-2805A	1	一厂区 (第三生产厂房探伤室内)	嘉环辐 [2010]32 号	嘉南辐验[2016]02 号
2		XXQ-2505	1			该台设备始终未购置，故不具备验收条件
3		2505	1			
4	X 射线实时成像检测系统	SMART300HP	1		南环辐函 [2014]14 号	嘉南辐验[2016]02 号
5	X 射线探伤机	3005	2	一厂区 (第三生产厂房内指定区域)	嘉南环建 [2018]8 号	2022 年 8 月 2 日完成自主验收
6		XXG-2505	2	三厂区 (厂房一层探伤室内)	嘉南环建 [2022]40 号	2023 年 12 月 29 日完成自主验收
7		XXG-3505	1			

### 1.7.2 辐射安全管理现状

#### 1、现有辐射安全管理领导小组成立情况

公司已成立辐射安全与防护管理小组，全面负责公司辐射安全与防护管理工作，明确了各成员的职责分工，见附件 10。

#### 2、现有辐射安全规章制度制定与执行情况

公司已制定一系列的辐射安全规章制度，具体制度有《辐射防护和安全保卫制度》、《辐

射安全管理制度》、《辐射事故应急预案》、《岗位职责》、《X射线探伤机操作规程》、《X射线装置使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《自行检查和年度监测制度》等。公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

### 3、现有辐射工作人员管理情况

公司现有 4 名辐射工作人员管理信息见表 1-6 与附件 12，各辐射工作人员均持有有效的辐射安全与防护证书，符合持证上岗的要求；公司定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，根据最新年度体检报告，在岗辐射工作人员均可从事或继续从事放射性工作；辐射工作人员均配备了个人剂量计，已委托有资质的单位定期进行个人剂量检测，并建立了个人剂量档案。根据建设单位提供的最近一年连续四个季度的个人剂量档案（见附件 12），单名辐射工作人员的年有效剂量最大为 1.780mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员“剂量限值”的要求，也符合剂量约束值的要求。

公司现分别于一厂区、三厂区各建有 1 间探伤室，每间探伤室的运行均配有 2 名辐射工作人员可以满足固定式探伤的需求；同时，公司于一厂区指定区域位置开展 X 射线移动式探伤，该探伤工作于夜间进行且不与固定式探伤作业同时运行，故一厂区的 2 名辐射工作人员可满足一厂区移动式探伤的需求。因此，现有辐射工作人员可以满足现有辐射工作开展的需要。

表 1-6 现有辐射工作人员信息一览表

所属 厂区	姓名	辐射安全与防护培训证书编号 /发证时间	近一年连续四个季度个人剂量 检测结果（mSv）	职业健康体检 结论/时间
一厂区		FS20ZJ1200584/2020-11-30	0.183	可继续从事 电离辐射作 业/2023 年
		FS22ZJ1201094/2022-09-16	0.074	
三厂区		FS20JS1100081/2020-07-28	1.780	
		FS21ZJ2200168/2021-05-26	1.183	

### 4、现有辐射安全防护措施落实情况

公司现共有 2 处固定式探伤工作场所，分别为一厂区内探伤室与三厂区内探伤室。各固定式探伤工作场所工件防护门均设置了门-机联锁装置、工作状态警示灯与声光报警装置，并与防护门表面张贴电离辐射警告标志和中文警示说明；探伤室或探伤铅房内装有视频监控系统、内部与操作台设有紧急停机按钮。

公司于厂房车间内设有 1 处移动式探伤工作场所，移动探伤作业前进行清场工作；工作

人员按相关标准要求两区划分，分别于控制区与监督区边界设置相应警戒线、悬挂警告牌并设置工作警示灯；辐射工作人员配备个人剂量计、个人剂量报警装置与便携式 X- $\gamma$  剂量率仪。未开展作业期间，将所用 X 射线探伤机置于 X 射线探伤机暂存库内，该暂存库门口已安装视频监控装置，可满足“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。

### 5、现有辐射监测仪器与防护用品配置情况

公司现有辐射监测仪器与防护用品统计清单见下表。

**表 1-7 现有辐射监测仪器与防护用品一览表**

所属厂区	名称	数量
一厂区	个人剂量计	2 枚
	个人剂量报警仪	2 台
	便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪	1 个
	铅衣（防护服）	2 套
	“禁止进入射线工作区”警告牌	4 个
	“无关人员禁止入内”警告牌	4 个
	提示“预备”和“照射”状态指示灯、声音提示装置，与探伤机联锁	各 4 套
	警示灯	4 个
	警戒绳	1 套
	电离辐射警告标志和警示语	若干
三厂区	个人剂量计	2 枚
	个人剂量报警仪	2 台
	铅屏风	2 个

备注：浙江亚达绿能科技股份有限公司共有 5 枚个人剂量计，其中一厂区与三厂区各 2 枚，余下 1 枚作为空白对照。

### 6、现有“三废”处理情况

公司已经许可的射线装置在运行过程中均不产生放射性废气、放射性废水与放射性固废。已有射线装置运行过程中均会产生臭氧和氮氧化物，分别经探伤室或探伤铅房的通风装置可将气体排至室外，对周围环境空气质量影响较小。其中，X 射线探伤机的应用涉及拍片、洗片与评片工作，此过程中产生的胶片由公司长期保管；废显（定）影液等集中收集统一交由湖州明镜环保科技有限公司处置（危废处置合同见附件 13）。

### 7、场所检测与年度评估情况

公司每年定期委托有资质单位对辐射工作场所进行年度检测，经与建设单位核实，已对各辐射工作场所开展了年度放射防护检测。公司已对本单位的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 日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。

### 8、现有辐射事故应急预案执行情况

公司已制定《辐射事故应急预案》，见附件 11。定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

**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
本项目不涉及								

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
本项目不涉及										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(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 射线实时成 像检测系统	II类	1	RG.SYSTEM-TUBE	300	3	无损 检测	四厂区 0001 幢 厂房车间内	本次 评价
2		II类	1	PDS-104/225kv	225	8	无损 检测	四厂区 0001 幢 厂房探伤室内	

(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 ( $\mu$ A)	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	
本项目不涉及													

**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	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	经机械通风系统排至室外，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气。

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。



**表 6 评价依据**

法规 文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，主席令第九号，1989年12月26日通过；2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，主席令第二十四号，2002年10月28日通过；2003年9月1日起施行；2018年12月29日第二次修正；</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6月28日通过，2003年10月1日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号，1998年11月29日发布；2017年7月16日修订，2017年10月1日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第709号，2005年9月14日公布；2005年12月1日起施行；2019年3月2日第二次修订；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第18号，2011年4月18日公布，2011年5月1日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第20号，2006年1月18日公布；2006年3月1日起施行；2021年1月4日第四次修正；</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，原国家环境保护总局环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，2023年12月27日国家发展和改革委员会令第7号公布，2024年2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》，生态环境部公告2019年第57号，2019年12月24日印发；</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，2019年8月19日通过，2019年11月1日起施行；</p> <p>(13) 《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕2080号，2022年9月30日印发；</p>
----------	---

	<p>(14) 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 71 号，2022 年 5 月 27 日通过，2022 年 8 月 1 日起施行；</p> <p>(15) 《浙江省固体废物污染环境防治条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 80 号，2006 年 3 月 29 日通过，2022 年 9 月 29 日修订通过，2023 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(16) 《中华人民共和国环境保护法（2014年修订）》，主席令第九号，2015年1月1日起施行；</p> <p>(17) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018年修订）》，主席令第二十四号，2018年12月29日起施行；</p> <p>(18) 《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日起施行；《浙江省建设项目环境保护管理办法》，浙江省人民政府令第388号，2011年10月25日公布；2011年12月1日起施行；2021年2月10日第三次修正；</p> <p>(19) 《浙江省辐射环境管理办法》，浙江省人民政府令第388号，2011年12月18日公布；2012年2月1日起施行；2021年2月10日修订；</p> <p>(20) 《关于发布&lt;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）&gt;的通知》，浙江省生态环境厅，浙环发〔2024〕67 号，2025 年 2 月 2 日起实施；</p> <p>(21) 《关于印发&lt;浙江省生态环境分区管控动态更新方案&gt;的通知》，浙江省生态环境厅，浙环发〔2024〕18 号，2024 年 3 月 28 日印发；</p> <p>(22) 《关于印发&lt;嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案&gt;的通知》，嘉兴市生态环境局，嘉环发〔2024〕39 号，2024 年 7 月 30 日印发。</p>
技术标准	<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》（GB 18871-2002）</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(6) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p>

其他	<ul style="list-style-type: none"><li>(1) 环评委托书;</li><li>(2) 建设单位提供的工程设计图纸及技术参数资料。</li></ul>
----	--

## 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》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，并结合本项目的实际情况，确定本项目两处探伤工作场所评价范围分别为探伤室屏蔽体外 50m 的区域、探伤铅房南北侧工件进出口 100m 的区域及其余各侧屏蔽体外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

### 7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为评价范围内活动的辐射工作人员、公众人员，两个辐射工作场所主要环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目探伤室工作场所主要环境保护目标

工作场所	保护目标	所在位置	相对方位	与探伤场所边界最近距离	人员规模	剂量约束值
探伤室	辐射工作人员	控制台	西侧	紧邻	2 人	5.0mSv/a
	公众人员	生产加工区	东侧	相邻	约 15 人	0.25mSv/a
		成品摆放区	南侧	约 5m	约 15 人 <sup>①</sup>	
		生产加工区	西侧	约 2.5m	约 5 人	
		厂区道路		约 22m	约 50 人/d	
		嘉兴世龙运输设备部件有限公司		约 30m	约 100 人	
生产加工区	北侧	约 11m	约 20 人			
探伤铅房	辐射工作人员	控制台	东侧	紧邻	2 人	5.0mSv/a
	公众人员	焊管堆放区	东侧	约 15m	约 3 人	0.25mSv/a
		厂区道路		约 24m	约 50 人/d	
		已检工件区	南侧	相邻	约 4 人	
		生产加工区		约 10m	约 10 人	
		成品摆放区		约 45m	约 15 人 <sup>①</sup>	
		厂区道路	约 84m	约 100 人/d		
		生产加工区	西侧	约 1m	约 20 人	
		待检工件区	北侧	相邻	约 4 人	
		生产加工区		约 10m	约 60 人	
		厂区道路		约 84m	约 30 人/d	

备注：①经核实，成品堆放区域仍有工作人员对工件进行处理，故仍有人员停留。

②本项目 2 个辐射工作场所均位于 0001 幢厂房，该厂房为单层建筑，正上方不上人，正下方为土层，

无地下室。

## 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》（GB 18871-2002）

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求，适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

#### (1) 防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

#### (2) 剂量限值

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 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）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。

##### B1.1 职业照射

###### B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，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

###### B1.2.1 剂量限值

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；

#### (3) 剂量约束值

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

本次评价取相应剂量限值的 25%作为剂量约束值管理目标，即职业照射剂量约束值为 5mSv/a；公众照射剂量约束值为 0.25mSv/a。

#### (4) 辐射工作场所的分区

## 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》（GBZ 117-2022）

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

### 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，操作室应避免有用线束照射的方向并与探伤室分开。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  $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭

后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

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

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作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。

### 6.3 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。

## 7 移动式探伤放射防护要求

### 7.2 分区设置

7.2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15 $\mu$ Sv/h 的区域划为控制区。

a) 对于 X 射线探伤，如果每周实际开机时间高于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按公式 (1) 计算：

$$\dot{H} = \frac{100}{\tau} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\dot{H}$ ——控制区边界周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

100——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值，即  $100\mu\text{Sv/周}$ ；

$\tau$ ——每周实际开机时间，单位为小时（h）。

7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

7.2.4 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。

7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X- $\gamma$  剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。

7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

7.2.9 移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

7.2.10 探伤机控制台（X 射线发生器控制面板）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

### 7.3.3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求，适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

#### 3.2 需要屏蔽的辐射

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

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

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散



射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

### 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的形式。

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，按最高管电压与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。

### 7.3.4 项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单等评价标准，确定本项目的管理目标如下：

#### 1、周围剂量当量率

##### （1）RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统

该设备具有探伤铅房，但经与建设单位核实，该设备用于检测长度为 6m~12m 的焊管，故使用期间探伤铅房顶棚、地坪与东西两侧均具有实体铅板屏蔽，南北两侧工件输送口处采用铅帘屏蔽。因此，该设备南北两侧按移动式探伤管理，其余各侧按固定式探伤管理。

##### ①移动式探伤

根据 GBZ 117-2022 第 7.2.条款要求，本项目开展探伤作业时，应对工作场所实行分区管理；且经核实，该台设备周曝光时间为 24h/周，其每周实际开机时间高于 7h。因此，本项目探伤铅房南北两侧两区边界周围剂量当量率控制水平如下：

A. 控制区边界周围剂量当量率 $\leq 4.2\mu\text{Sv/h}$ ；

B. 监督区边界周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$

##### ②固定式探伤

根据 GBZ 117-2022 第 6.1.3 条款要求，探伤铅房的東西侧屏蔽体、防护门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。根据 GBZ 117-2022 第 6.1.4 条款要求，探伤铅房所处厂房东侧有高层建筑，故出于保守考虑，探伤铅房顶棚外 30cm 处周围剂量当量率参

考控制水平也应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

### (2) PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统

该设备固定于探伤室内使用，故根据 GBZ 117-2022 第 6.1.3 条款要求，探伤室的四侧屏蔽体、防护门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。根据 GBZ 117-2022 第 6.1.4 条款要求，探伤室所处厂房东侧有高层建筑，故出于保守考虑，探伤室顶棚外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平也应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

综上所述，本项目 X 射线探伤铅房、探伤室的四侧屏蔽体、防护门外、顶棚外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平均不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

### 2、个人剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）条款 4.3.2.1 与 11.4.3.2 的要求，本项目个人年有效剂量控制水平如下：

(1) 职业人员年有效剂量  $\leq 5\text{mSv/a}$ ；

(2) 公众成员年有效剂量  $\leq 0.25\text{mSv/a}$ 。

### 3、通风要求

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款要求，本项目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。

**表 8 环境质量和辐射现状**

## **8.1 项目地理位置和场所位置**

### **8.1.1 地理位置**

四厂区位于浙江省嘉兴市南湖区新丰镇新大路 150 号，项目地理位置见附图 1。厂区东侧隔卧龙港为农田；南侧隔新大路为优居公寓；西侧相邻嘉兴世龙运输设备部件有限公司；北侧隔小桥港为嘉兴市港华五金有限公司，周围环境关系见附图 2，周围环境实景见附图 3。

### **8.1.2 场所位置**

本项目共有两处探伤场所，均位于四厂区 0001 幢厂房内，所属厂房为一层建筑，正上方为不上人平台，正下方为土层，无地下室。RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统具有探伤铅房，探伤铅房东侧为焊管堆放区；南侧为已检工件区；西侧为生产加工区；北侧为待检工件区。PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统位于新建探伤室内使用，探伤室东侧为生产加工区；南侧为成品摆放区；西侧为生产加工区；北侧为生产加工区。本项目拟配置两台射线装置于厂房位置详情见附图 5。

## **8.2 环境现状评价对象**

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》（HJ 10.1-2016）的规定：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价，评价对象为两处拟建 X 射线实时成像检测系统位置及其周围环境。

## **8.3 辐射环境质量现状**

### **8.3.1 检测目的**

通过现场检测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

### **8.3.2 检测因子**

根据项目污染因子特征，环境检测因子为  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率。

### **8.3.3 检测点位**

根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况布点监测，点位分布情况见图 8-1，检测报告及检测资质证书见附件 13。

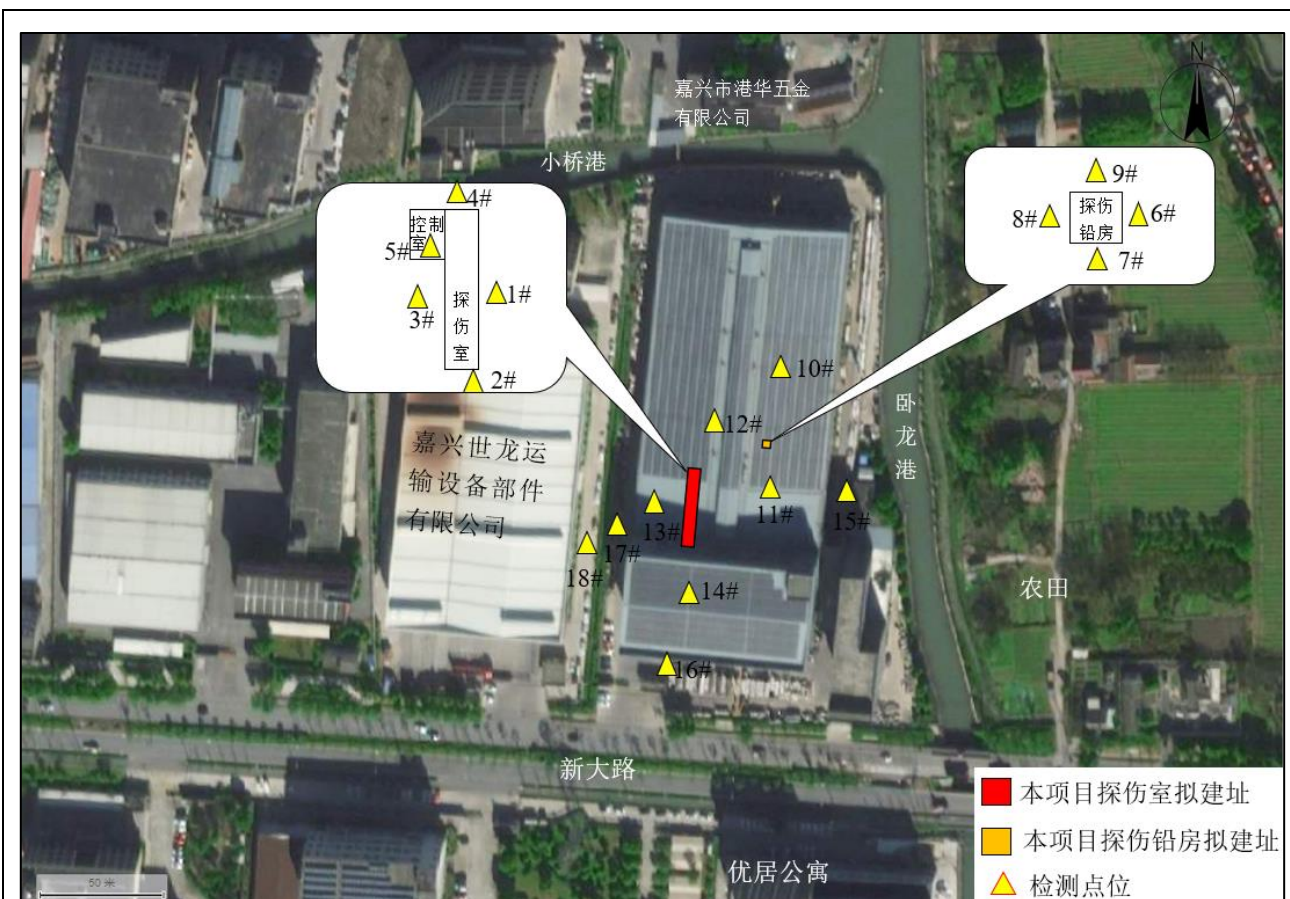


图 8-1 辐射环境本底检测点位示意图

### 8.3.4 检测方案

- (1) 检测单位：浙江亿达检测技术有限公司；
- (2) 检测时间：2023 年 12 月 5 日；
- (3) 检测方式：现场检测；
- (4) 检测依据：《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 检测方法：仪器探头离地 1m，待仪器读数稳定后，通常以约 10s 的间隔读取数据。
- (6) 检测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：阴；室内温度：12℃；室外温度：14℃；相对湿度：60%；
- (8) 检测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 检测仪器的参数与规范

仪器名称	X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H (内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	内置探头：0.05 $\mu$ Sv/h~99.99 $\mu$ Sv/h

	外置探头：0.01 $\mu$ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ 外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$
检定证书编号	2023H21-20-4419850003
检定有效期	2023年02月15日至2024年02月14日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准因子 $C_f$	1.05
探测限	10nSv/h

### 8.3.5 质量保证措施

根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）等标准中有关电离辐射环境监测质量保证的通用要求、实验室的质量要求文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格）和质量证明文件（包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录）实行全过程质量控制，保证此次检测结果科学、有效。本次环境现状检测质量保证主要内容有：

- （1）检测机构通过了计量认证。
- （2）检测前制定了详细的检测方案及实施细则。
- （3）合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性。
- （4）检测所用仪器已通过计量部门检定/校准合格，且在检定/校准有效使用期内使用。

监测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行。

- （5）检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持有合格证书上岗。
- （6）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

（7）现场检测严格按照规定的检测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和检测数据。

（8）建立完整的文件资料。仪器校准说明书、检测方案、检测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查。

- （9）检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

### 8.3.6 检测结果及分析

辐射环境本底检测结果见表 8-2。

表 8-2 本项目辐射环境本底检测结果一览表

点位编号	点位描述	γ辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)	备注
		平均值	
1#	探伤室东侧	66	室内
2#	探伤室南侧	64	室内
3#	探伤室西侧	43	室内
4#	探伤室北侧	40	室内
5#	控制室	126	室内
6#	探伤铅房东侧	58	室内
7#	探伤铅房南侧	47	室内
8#	探伤铅房西侧	43	室内
9#	探伤铅房北侧	46	室内
10#	车间北侧生产加工区	51	室内
11#	车间东侧生产加工区	53	室内
12#	车间中部生产加工区	40	室内
13#	车间西侧生产加工区	52	室内
14#	车间南侧成品摆放区	66	室内
15#	东侧厂区道路	61	道路
16#	南侧厂区道路	64	道路
17#	西侧厂区道路	54	道路
18#	嘉兴世龙运输设备部件有限公司	55	道路

备注：①本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为1m，仪器读数稳定后，以10s为间隔读取10个数据；

②本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照JJG393，使用<sup>137</sup>Cs作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy；

③γ辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值28.5nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，1#~14#点位取0.8，其余点位取1。

由表8-2可知，本项目辐射场所拟建址各检测点位室内的γ辐射空气吸收剂量率范围为（40~126）nGy/h。室外的γ辐射空气吸收剂量率范围为（54~64）nGy/h。由《浙江省环境天然放射性水平调查总结报告》可知，嘉兴市室内γ辐射剂量率范围为（76~271）nGy/h，道路上γ辐射剂量率范围为（28~117）nGy/h，可见该辐射场所拟建址的γ辐射空气吸收剂量率均略低于当地一般本底水平。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 施工期工程分析

本项目施工期主要为 X 射线探伤室及控制室、X 射线探伤铅房的建设施工及设备安装调试。建设施工时主要污染因子为施工扬尘、施工废水、施工人员生活污水、施工噪声、建筑垃圾及生活垃圾。设备安装调试阶段会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物及包装废弃物。本项目施工作业范围有限，施工期较短，对周围环境产生的影响是短暂的。随着施工期结束，环境影响也随之停止。具体工艺流程及产污环节见图 9-1。

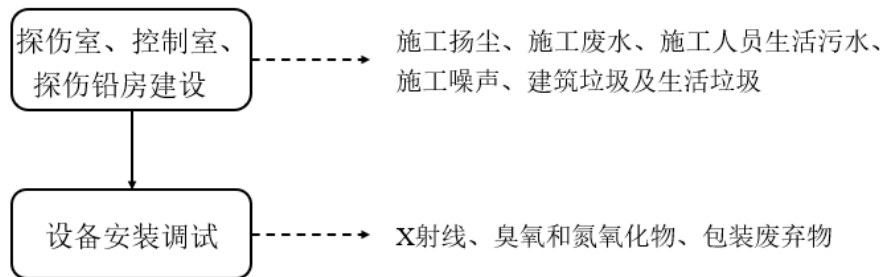


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

### 9.2 工艺设备和工艺分析

#### 9.2.1 设备组成及作业方式

X 射线实时成像检测设备能够实时观测到工件的检测图像，从而判定内部是否存在缺陷及缺陷类型和等级，同时通过计算机图像处理系统完成对图像的存储和处理，以提高图像的清晰度，保证评定的准确性。

##### 1、PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统

该台 X 射线实时成像检测系统由 X 射线探伤机、控制台、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元、电气控制单元组成，设备外观示意图见图 9-2，该台设备不具备自屏蔽探伤铅房，需依托探伤室实体屏蔽开展固定式探伤作业。作业期间，待检工件经平板轨道运至探伤室内，辐射工作人员将工件调整合适位置后退出探伤室于操作间内通过实时成像单元与计算机图像处理单元完成探伤工作。

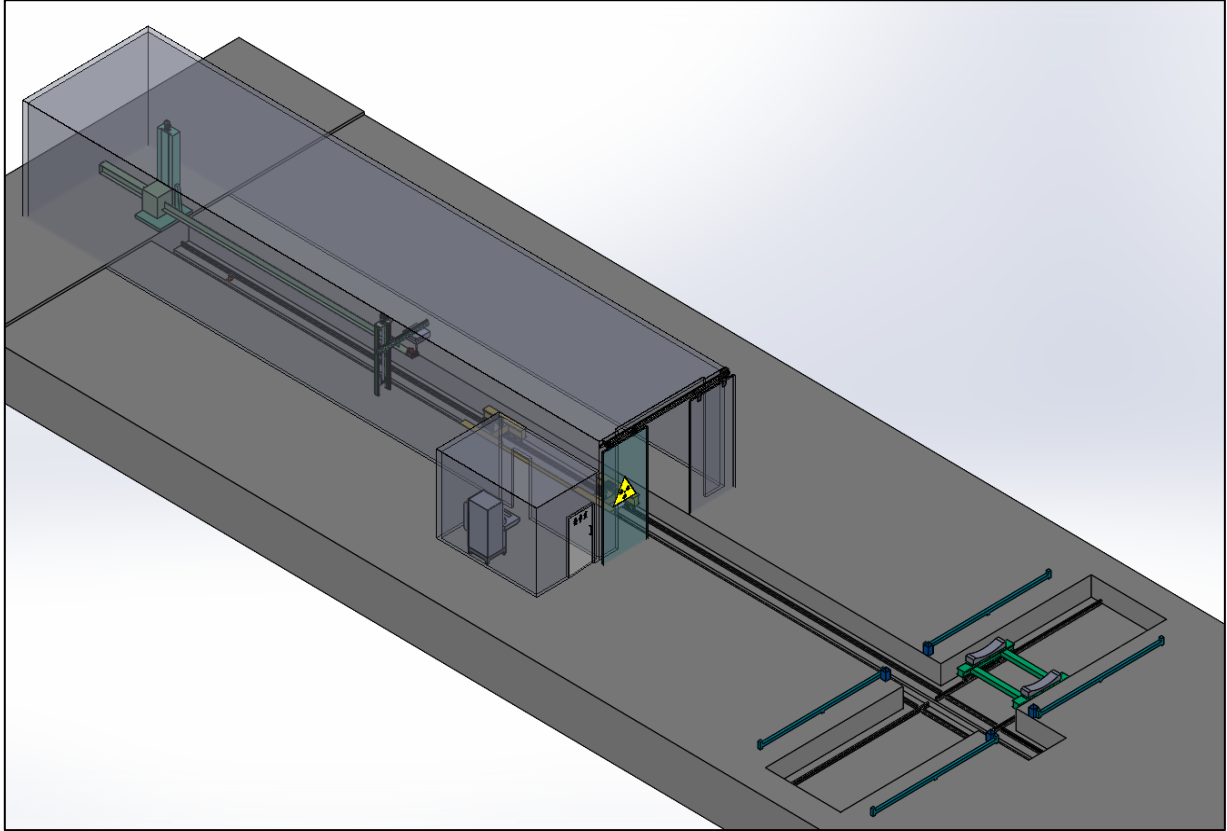


图 9-2 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统外观示意图

2、RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统

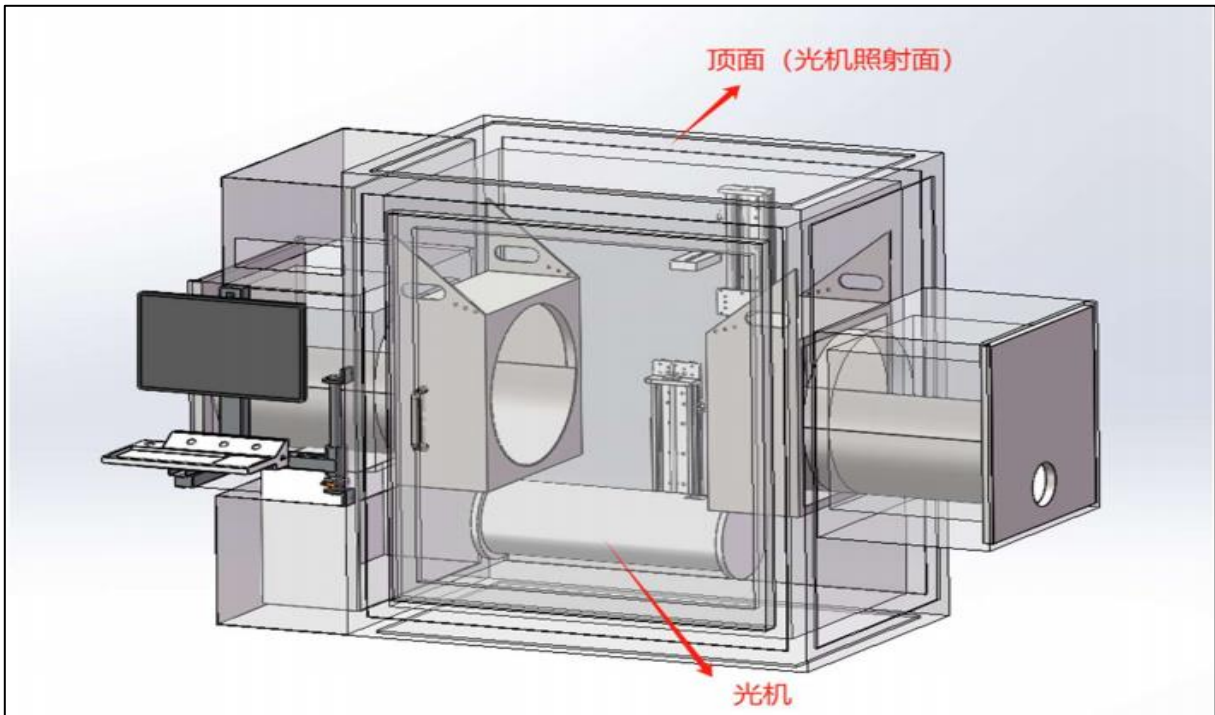


图 9-3 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统外观示意图



该台 X 射线实时成像检测系统由 X 射线探伤机、控制台、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元、电气控制单元和 X 射线防护单元组成，设备外观示意图见图 9-3。该台设备工件两侧通道口为贯穿式，通道口外侧可接入工件传送带以便于工件进出铅房内，在工件输送的同时对进入铅房内部的工件进行探伤工作；铅房内出束口位置固定，工件自行转动以完成全方位检测。

### 9.2.2 工作原理

X 射线实时成像检测系统是新一代的无损检测设备，以数字成像的技术，取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检物体后衰减，由图像增强器接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测的目的。

X 射线管主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钼等）制成。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。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 射线管结构图见图 9-3。

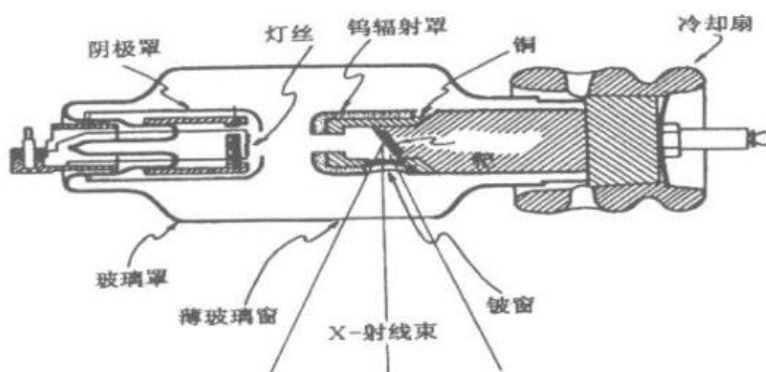


图 9-4 典型的 X 射线管结构

### 9.2.3 操作工艺流程及产污环节

#### 1、PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统

(1) 工件送入探伤室内。确认探伤设备处于非工作状态下，使用 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统时，由辐射工作人员将工件放置于平板轨道车上，操作轨道车将工作

送入探伤室内，并由辐射工作人员调整工件摆放位置；

(2) 探伤机源点位置固定，通过调整工件位置，使得射线主要部分能够照射在工件上；

(3) 工件摆放合适后关闭防护门，确认安全联锁装置、“预备”与“照射”状态指示灯、声音提示装置、固定式场所辐射探测报警装置等安全措施均能正常运行，方可开启 X 射线实时成像检测装置，开始曝光；

(4) 经实时成像，辐射工作人员透过显示屏可观察工件质量状况，并做出判断，根据需要将数据存储；

(5) 检测完成后关闭检测装置，关闭电源，由轨道车或工件输送带将探伤工件送出，完成一次探伤。

探伤工艺流程及产污环节见图 9-5。

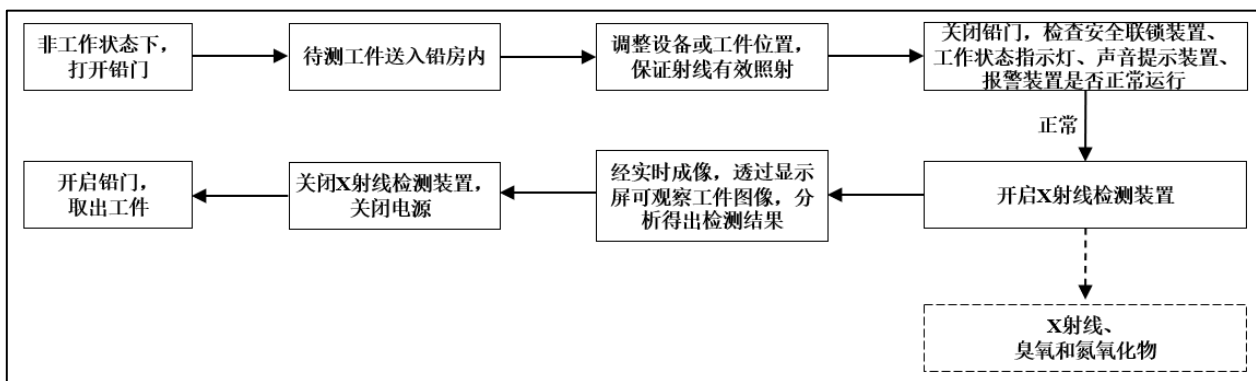


图 9-5 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统探伤工艺流程及产污环节

## 2、RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统

(1) 发布探伤公告。接到工件探伤检测任务后，根据设备的最大管电压和最大管电流等参数估算出控制区及监督区的边界距离，探伤作业前需要进行公告并粘贴于公司公告栏、厂区车间等涉及敏感保护目标位置处，公告内容包括：探伤作业的性质、时间、地点、控制区和监督区范围、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容。

(2) 两区管理。对初步划出的控制区及监督区的范围和边界进行确认，确认后，对监督区边界范围内区域进行清场，将无关人员全部撤出监督区边界线以外。在控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，边界处拉起警戒绳。监督区边界上张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息，并悬挂清晰可见的“无关人员禁止进入”警告牌。在清理完现场，确认监督区内无公众人员后，辐射工作人员离开控制区，在监督区边界附近进行警戒。

(3) 试曝光。将探伤工件送入探伤铅房，辐射工作人员均佩戴个人剂量计、个人剂量

报警仪，确认场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，设备操作人员位于探伤铅房东侧实体屏蔽外的控制台开机进行试曝光，该控制台设有急停按钮，可保证辐射安全。现场监护人员使用便携式 X-γ 剂量率仪从探伤机位置四周由远及近进行巡测，一旦发现辐射水平异常、分区不合理，应立即停止射线出束，调整分区。对划定的控制区和监督区进行修正，保障控制区边界处周围剂量当量率小于 4.2μSv/h，监督区边界处周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。

(4) 曝光检测。辐射工作人员严格遵循移动探伤操作规程，在控制区边界外操作，探伤机控制台上设有延时开机按钮。然后开机进行曝光，同时记录照射时间。到预定曝光时间后，探伤检测结束。

(5) 探伤结束，关闭机器。清理完现场后解除警戒，工作人员离场。

探伤工艺流程及产污环节见下图。

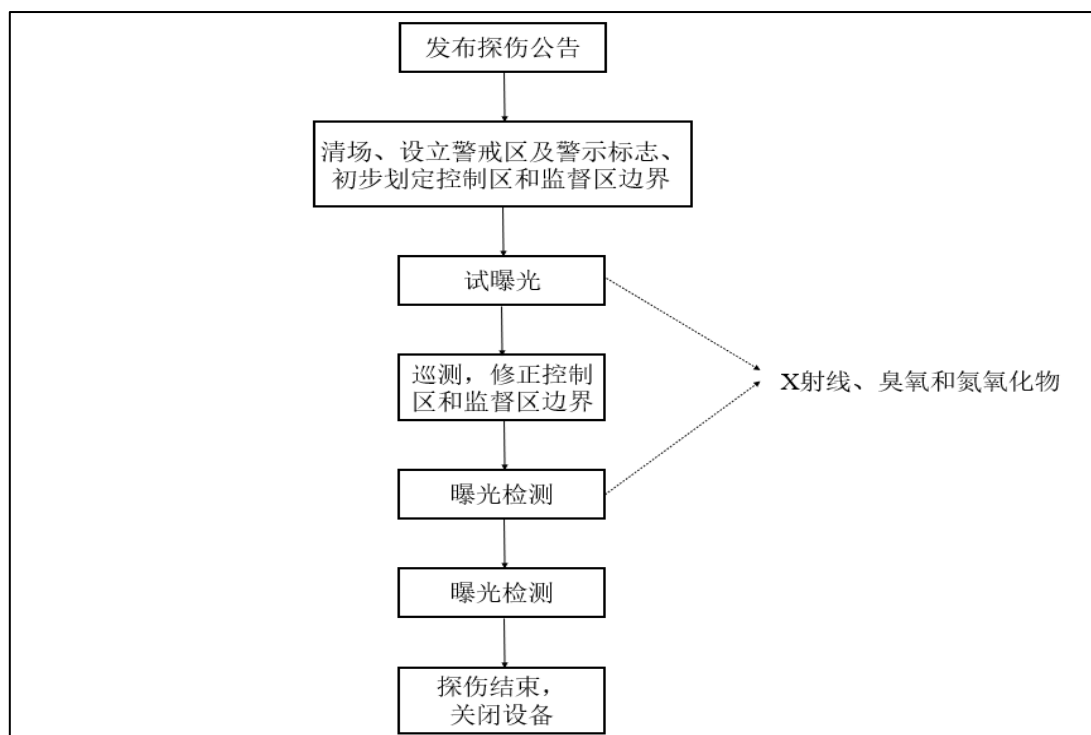


图 9-6 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统探伤工艺流程及产污环节

### 9.2.4 工作负荷

两台 X 射线实时成像检测系统工作时间与所检测工件信息见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线实时成像检测系统所检工件信息一览表

X 射线实时成像检测系统	工作时间			检测工件信息		
	日最长曝光时间	年工作周期	年探伤时间	名称与材质	检测尺寸	检测方式
RG.SYSTEM-TUBE 型	4h	50 周 (300 天)	1200h	钢制焊管	直径：(141~147) mm; 厚度：(3~7) mm	全检
PDS-	4h	50 周	1200h		直径：(325~1219) mm;	

104/225kv 型		(300 天)			厚度: (4~20) mm
备注: ①经与建设单位核实, 根据生产需要对两台设备错班运行, 故不存在同时运行的工况。 ②RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统由于南北两侧按移动探伤管理, 故该设备运行前需进行清场工作, 其运行时段为常规下班时间后, 以确保无非辐射工作人员停留。					

本项目所配置 2 台 X 射线实时成像检测系统用于检测四厂区所生产工件, 参考《浙江嘉兴亚至特种钢有限公司年产 1200 吨成品法兰片、3600 吨半成品管附件生产项目环境影响报告表》及验收文件可知, 本项目探伤对象为钢制焊管, 主体工程实施后实际年产 1900 吨半成品管附件。单件工件重量范围约 20kg~2t, 保守以 20kg 计, 则工件量约 9.5 万件/a, X 射线实时成像检测系统可实时观测工件图像, 约半分钟可完成一次工件检测, 则可检测工件量约 28 万件/a, 故探伤需求可与探伤工作负荷相容。

### 9.2.5 人员配备与工作班制

本项目计划为每台设备配置 2 名辐射工作人员, 实行一班制 (8h), 2 名辐射工作人员轮流进行辐射操作, 年工作 300 天。公司现有 4 名辐射工作人员分别负责一厂区、三厂区辐射活动, 本项目所配置辐射工作人员源自拟新增辐射人员 (经培训合格后上岗) 与公司现有辐射员工岗位调动。经调动后所空缺的辐射岗位由新增辐射工作人员替补, 实行“老带新”的模式。

## 9.3 现有核技术利用项目工艺不足及改进情况

建设单位已经许可且通过竣工环保验收的现有设备为 8 台 II 类射线装置, 含 1 台 X 射线实时成像检测系统与 7 台 X 射线探伤机, 各射线装置环保手续履行情况见表 1 章节, 分别用于开展固定式探伤与移动式探伤。

### 1、工艺流程

- (1) 现有 X 射线实时成像检测系统开展探伤的工艺流程及产污环节可参考图 9-5;
- (2) 使用 X 射线探伤机开展固定式探伤的工艺流程及产污环节见下图;

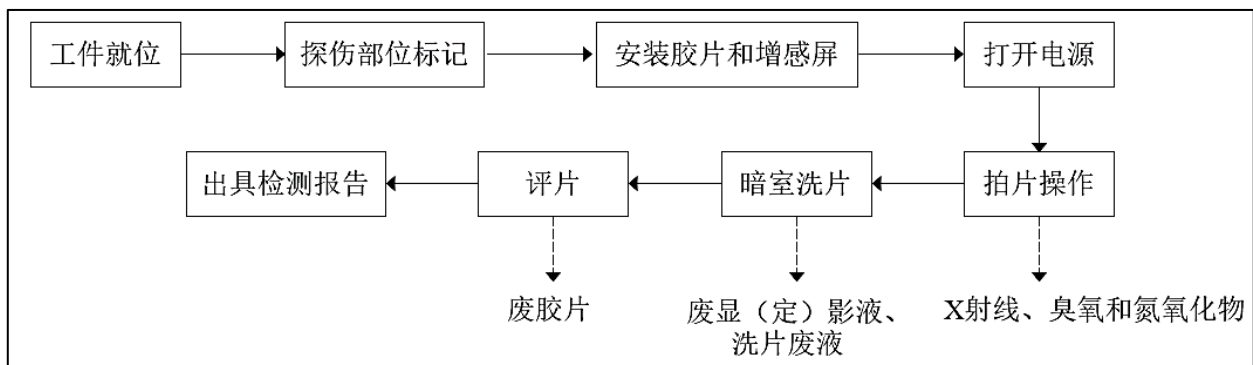


图 9-7 X 射线探伤机固定式探伤的工艺流程及产污环节

- (3) 使用 X 射线探伤机开展移动式探伤的工艺流程及产污环节见下图。

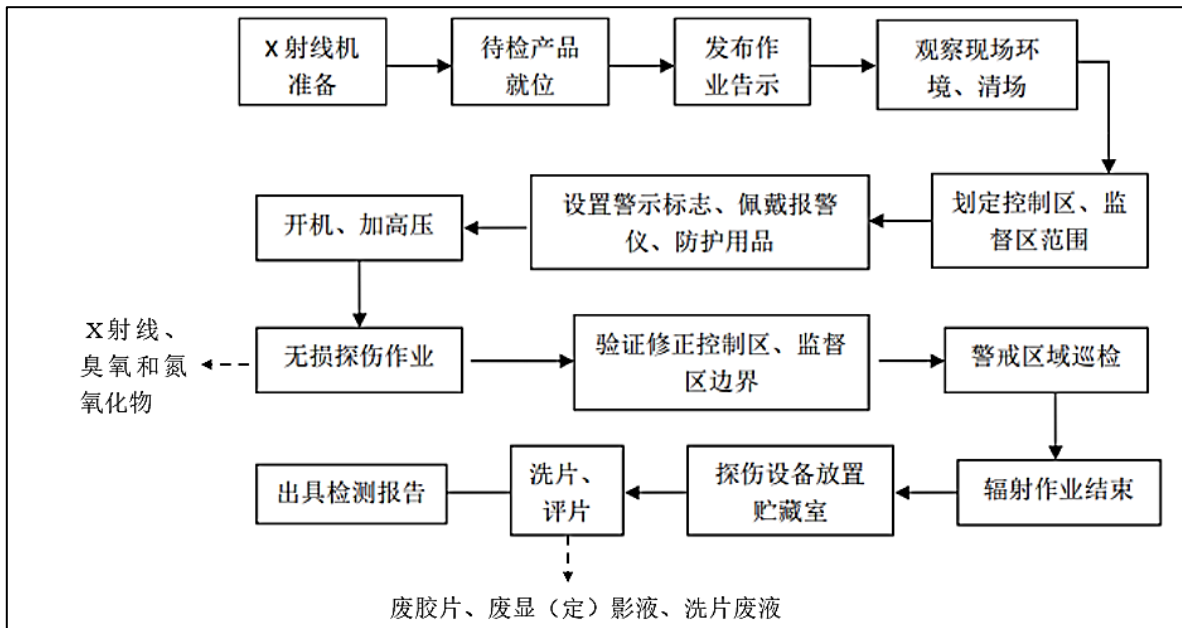


图 9-8 X 射线探伤机移动式探伤的工艺流程及产污环节

## 2、现有辐射防护用品及防护措施落实情况

现有辐射检测仪器与防护用品配置清单详见表 1 章节。现有探伤室已具备门-机联锁装置；工作状态指示灯并与探伤机联锁；监控装置；防护门上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明等多项措施。根据公司提供的辐射场所年度检测报告，各辐射工作场所均满足相关标准要求。

## 3、现有“三废”治理措施

建设单位已经许可的射线装置运行过程中均无放射性废气、放射性废水和放射性固废产生。

### (1) 臭氧和氮氧化物

开展固定式探伤时，现有探伤室已设置机械通风装置，可将废气排至室外；开展移动探伤时，废气可直接进入外环境，臭氧在短时间内可自动分解为氧气，对周围环境影响较小。

### (2) 危险废物

探伤洗片和评片过程中会产生一定量的废胶片、废显（定）影液等危险废物。建设单位将废胶片交由公司内部质量中心探伤组长期保管；废显（定）影液等集中收集后存放于危废暂存间，并委托有资质单位处理处置。

## 4、现有工艺不足或改进情况

综上所述，建设单位现有核技术利用项目工艺流程完善，不存在工艺不足或改进情况。

## 9.4 污染源项描述

### (1) X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线随探伤装置的开、关而产生和消失。本项目 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时，才会发出 X 射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在开机曝光期间，X 射线是本项目的主要污染因子。

辐射场所中的 X 射线主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射，本项目 X 射线实时成像检测系统辐射源强详情见表 9-2。

表 9-2 本项目拟配置 X 射线实时成像检测系统辐射源强一览表

编号	设备名称	设备型号	最大管电压	有用线束/散射辐射的 X 射线距靶点 1m 输出量 <sup>①</sup> mGy·m <sup>2</sup> / (mA·min)	距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率 <sup>②</sup> (μSv/h)
1	X 射线实时成像检测系统	RG.SYSTEM-TUBE	300kV	20.9	5×10 <sup>3</sup>
2		PDS-104/225kv	225kV	16.5	

注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.1，有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量；在未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计。本项目 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统最大管电压为 300kV，滤过条件为 3mm 铝时取值，即 20.9mGy·m<sup>2</sup>/ (mA·min)；PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统最大管电压为 225kV，保守以最大管电压为 250kV，滤过条件为 0.5mm 铜时取值，即 16.5mGy·m<sup>2</sup>/ (mA·min)。

②根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，管电压 >200kV 时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 5×10<sup>3</sup>μSv/h。

### (2) 臭氧和氮氧化物

本项目开展 X 射线固定式探伤过程中，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。建设单位拟于探伤室内设有一个通风口，通风量为 1000m<sup>3</sup>/h，探伤室体积约 221.8m<sup>3</sup>（不含迷道），有效通风换气次数不少于 4 次/h，故所安装的通风装置可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“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。探伤铅房体积较小，所处车间设有自然通风，非工作期间可通过开放防护门、工件进出口进行有效的通风换气。

**表 10 辐射安全与防护**

**10.1 项目安全设施**

**10.1.1 辐射工作场所布局及合理性**

(1) RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统

该系统属于一体化设计和制造的成套设备，由一台 X 射线探伤机、一间探伤铅房与操作台组成。操作台位于探伤铅房东侧，探伤时有用线束朝向顶棚，因此可避开照向操作台处辐射工作人员。铅房南北两侧分别设有 710mm（长）×530mm（宽）×710mm（高）的工件出入口延长箱体，其中工件出入口尺寸直径为 150mm，可满足所检工件最大尺寸焊管（直径 141mm~147mm）的进出，且铅房内部设有定位链条、滑轮与固定杆，便于固定工件位置开展探伤。

由于焊管尺寸较长（6m~12m），该台设备运行期间南北两侧工件出入口处采用铅帘屏蔽，故对探伤铅房南北两侧按照 X 射线移动式探伤作业管理，将周围剂量当量率大于 4.2 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围划为监督区。结合厂区总平面布置图而言，作业区域相对位于厂区东侧，厂区内无宿舍与食堂分布；且经核算，探伤铅房南北两侧监督区边界均未超出厂界，故该设备工作场所布局较合理。

(2) PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统

该系统应用于新建探伤室内，该辐射工作场所由一间探伤室与一间操作间组成。探伤室净面积为 79.2m<sup>2</sup>，内尺寸为 30.6m（长）×2.6m（宽）×2.8m（高）。探伤室北侧设有一扇工件门，门体尺寸为 2600mm（宽）×2800mm（高），门洞尺寸为 2000mm（宽）×2500mm（高），防护门与屏蔽体搭接宽度分别为 200mm（上方）、100mm（下方）、300mm（左侧）、300mm（右侧），工件可方便出入探伤室且满足防护门关闭时最大工件的探伤需求。探伤室西侧设有 L 型迷道连接操作间，迷道处设有一扇人员通道防护门，门体尺寸为 1200mm（宽）×2300mm（高），门洞尺寸为 800mm（宽）×2000mm（高），防护门下方与屏蔽体搭接宽度为 100mm，上方及左右两侧与屏蔽体搭接宽度均为 200mm。X 射线实时成像检测系统开展探伤时有用线束朝向顶棚，因此可避开照操作间的辐射工作人员。探伤室内设有一个通风口，通风量为 1000m<sup>3</sup>/h。探伤室西侧下方设有电缆口，以 U 型方式穿墙，出线口直径尺寸为 300mm。

综上所述，本项目探伤工作场所的功能设计较为完善，可以满足固定式或移动式探伤的

基本配置需求。探伤室的设计可满足探伤工件进出并完成固定式探伤检测的要求；满足操作室应避开有用线束照射的方向并应于探伤室分开的要求；布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.1 条款的要求；根据表 11 预测结果可知，探伤过程中产生的 X 射线经探伤室、探伤铅房屏蔽防护、移动探伤两区划分并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。因此，本项目辐射工作场所布局具有合理性。

### 10.1.2 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指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的区域。根据两区划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，分区管理示意图见图 8。

#### （1）PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统

控制区为探伤室内部，探伤期间禁止无关人员入内，并在防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；监督区为控制室及探伤室四侧 1m 处，探伤期间限制非辐射工作人员入内。

#### （2）RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统

该设备使用期间探伤铅房南北两侧参照移动式探伤作业管理，其余各侧均有实体屏蔽仍参照固定式探伤作业管理。故控制区为探伤铅房内部及南北两侧周围剂量当量率  $4.2\mu\text{Sv/h}$  的范围，控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，控制区的边界尽可能设定实体屏蔽，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等；监督区为该设备所在作业区域及南北两侧控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的范围，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

### 10.1.3 辐射屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目拟配置 X 射线实时成像检测系统屏蔽防护设计方案分别见表 10-2、表 10-3。



**表 10-1 本项目 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统屏蔽防护设计一览表**

项目		设计情况
铅房规格	外尺寸	面积为 2.25m <sup>2</sup> ，尺寸为 2.5m（长）×0.9m（宽）×1.95m（高）
	内尺寸	面积为 1.05m <sup>2</sup> ，尺寸为 1.4m（长）×0.75m（宽）×1.6m（高）
四侧屏蔽体		25mm 铅板
顶棚		30mm 铅板
底部		25mm 铅板
工件出入口（外部）	延长箱体尺寸	710mm（长）×530mm（宽）×710mm（高）
	延长箱体屏蔽设计	25mm 铅板
	工件出入口尺寸	管径为 150mm
	工件出入口屏蔽设计	25mmPb 铅橡胶
	铅帘	0.5mm 铅帘
工件出入口（内部）	内部铅罩尺寸	610mm（长）×280mm（宽）×610mm（高）
	内部铅罩屏蔽设计	14mm 铅板
	铅帘	0.5mm 铅帘
维修防护门（东侧）	启动方式	电动开启
	门洞尺寸	0.61m（宽）×0.63m（高）
	防护门尺寸	1.15m（宽）×1.34m（高）
	屏蔽防护设计	25mm 铅板
	防护门与屏蔽体搭接宽度	355mm（上方、下方）；270mm（左侧、右侧）
电缆管道	位于南侧屏蔽体，穿墙方式为 U 型，出线口直径为 100mm，使用 25mm 铅板防护罩以做屏蔽补偿。	

注：①表中铅的密度不小于 11.3g/cm<sup>3</sup>。

②符合门与墙体的搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间隙应尽量小。

**表 10-2 本项目 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统屏蔽防护设计一览表**

项目		设计情况
探伤室规格	外尺寸	面积为 118.56m <sup>2</sup> ，尺寸为 31.2m（长）×3.8m（宽）×3.4m（高）
	内尺寸	面积为 79.2m <sup>2</sup> ，尺寸为 30.6m（长）×2.6m（宽）×2.8m（高）
四侧屏蔽体		600mm 混凝土
顶棚		600mm 混凝土
底部		探伤室正下方为土层，无地下室，故不做特殊防护
人员防护门（西侧）	启动方式	电动移门
	门洞尺寸	800mm（宽）×2000mm（高）
	防护门尺寸	1200mm（宽）×2300mm（高）
	屏蔽防护设计	6mm 铅板+4mm 钢板
	防护门与墙体搭接宽度	100mm（下方）、200mm（上方、左侧、右侧）
工件防护门（北侧）	启动方式	电动移门
	门洞尺寸	2000mm（宽）×2500mm（高）
	防护门尺寸	2600mm（宽）×2800mm（高）
	屏蔽防护设计	12mm 铅板+4mm 钢板

	防护门与墙体搭接宽度	200mm（上方）、100mm（下方）、 300mm（左侧）、300mm（右侧）
迷道	探伤室西侧设有“L”型迷道，内墙外墙均为 600mm 混凝土。	
电缆管道	位于西侧屏蔽体，穿墙方式为 U 型，出线口直径尺寸为 300mm。	
通风口	位于探伤室内，配有机械通风装置，通风量为 1000m <sup>3</sup> /h，探伤室内每小时有效通风换气次数不小于 4 次。	
注：①表中混凝土的密度不小于 2.35g/cm <sup>3</sup> ，铅的密度不小于 11.3g/cm <sup>3</sup> 。 ②符合门与墙体的搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则，间歇应尽量小。		

综上所述，本项目探伤室与探伤铅房的屏蔽体厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素，经理论预测，探伤室、探伤铅房的四侧屏蔽体、防护门和顶棚外 30cm 处的周围剂量当量率均满足 GBZ 117-2022 中 2.5μSv/h 的剂量限值要求，职业人员和周围公众年有效剂量均满足 GB 18871-2002 中剂量限值和本项目剂量约束值的要求。因此，本项目探伤室、探伤铅房的辐射屏蔽防护设计方案合理可行。

#### 10.1.4 辐射安全和防护措施

##### 10.1.4.1 探伤工作场所辐射防护措施

本项目 X 射线实时成像检测系统均拟购置于正规生产厂家，已具备一定的辐射安全措施。本次评价根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），并综合考虑辐射工作场所实际情况，对 2 台 X 射线实时成像检测系统及其应用场所辐射安全和防护措施加以总结，详见下表。

表 10-3 本项目 X 射线实时成像检测系统探伤工作场所辐射安全措施一览

设备名称	RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统	PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统
是否具有自屏蔽	否，具有探伤铅房	该台设备于混凝土探伤室内使用，无自屏蔽防护措施
设备自带辐射防护措施	<p>①探伤铅房维修防护门已设置门-机联锁装置，在防护门关闭后才能进行探伤作业。在探伤过程中，防护门被意外打开时，能立刻停止出束。</p> <p>②探伤铅房外部顶棚处设有三色警示灯与声音提示装置。</p> <p>③探伤铅房内设有 1 处监视装置，在操作台处设有专用的监视器，可监视探伤铅房内人员活动与探伤设备的运行情况。</p> <p>④探伤铅房内安装 1 处紧急停机按钮，操作台处已设置 1 处紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。由于本项目探伤铅房空间体积较小，探伤期间无人员停留于探伤铅房内且日常非必要无人员位于铅房内，故现有紧急停机按钮的安装可使人员处在探伤铅房内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。</p> <p>⑤探伤铅房屏蔽体外已设 1 处固定式辐射监测仪，与探伤铅房内部相连，可对铅房内辐射剂量进行监测。</p>	<p>控制台处已设有电源指示、运行指示、故障指示灯、急停按钮、电源开关钥匙等功能按钮，便于辐射工作人员根据设备运行情况及时调整。</p>
本项目新增辐射防护措施	<p>①探伤铅房防护门上拟张贴符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p> <p>②紧急停机按钮旁拟贴有标签，标明使用方法。</p>	<p>①探伤室拟设置门-机联锁装置，在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，能立刻停止出束。</p> <p>②探伤室门口和内部拟同时设有显示“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。</p> <p>③探伤室内和探伤室出入口拟安装监视装置，在控制室的操作台拟设有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p>

		<p>④探伤室防护门上拟设有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p> <p>⑤探伤室内东侧与西侧墙体共拟安装 15 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。东西侧按钮交叉安装且基本覆盖探伤室内各处，可使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用；急停按钮拟带有标签，标明使用方法。</p> <p>⑥探伤室内拟设置机械通风装置，通风量为 1000m<sup>3</sup>/h，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 4 次。</p> <p>⑦探伤室内拟配置固定式场所辐射探测报警装置。</p>
备注	<p>①该台 X 射线实时成像检测系统位于车间内，建设单位拟于其工作场所架设黄色警戒线，设备使用由专人管理，严禁无证人员操作，并告诫无关人员不得靠近。</p> <p>②设备东侧设有车间监控装置，监控面可覆盖 X 射线实时成像检测系统工作区域，利于加强设备与人员管理。</p> <p>③探伤铅房内部未设置通风装置，考虑该设备铅房体积较小，所处车间设有自然通风，非工作期间可通过开放防护门、工件进出口进行有效的通风换气，对周围环境影响较小。</p>	/

#### 10.1.4.2 固定式探伤操作放射防护措施

本项目 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统于探伤室内使用，应落实如下措施：

(1) 工作人员进入探伤室时，须佩戴个人剂量计、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。

(2) 探伤室工作人员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。测量结果超标或异常应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

(3) 交接班或当班使用便携式 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。

(4) 探伤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。

(5) 在每一次照射前，操作人员都应检查探伤室防护门-机连锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施是否正常；确认探伤铅房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。

#### 10.1.4.3 移动式探伤操作辐射安全和防护措施

本项目 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统于车间内使用，且考虑设备应用期间探伤铅房南北两侧工件进出口位置无实体屏蔽，故参照移动探伤作业操作防护措施：

##### 1、移动式探伤作业前准备

(1) 实施移动式探伤工作之前，建设单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。建设单位拟制定并规范探伤操作规程，明确规定：①辐射工作人员接收车间移动探伤需求委托单后，需负责对作业现场进行勘查，制定移动探伤作业与防护方案；②作业与防护方案经审批同意后，开展移动式探伤作业前 1~3 个工作日需于公司公告栏处、车间等涉及敏感保护目标位置处进行公告，公告内容包括：探伤作业的性质、时间、地点、控制区与监督区范围、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容；且需明确届时进行清场工作，若无法清场则不可开展移动探伤作业；③开展移动探伤作业时，辐射工作人员需确保各项防护措施落实后，并在审批同意作业时间段内方可实施作业。对于开展移动探伤的安全防护工作，需各部门相互配合，确保非作业人员疏散至安全区域。

##### 2、分区设置

(1) 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

(2) 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

(3) 控制区的边界尽可能设定实体屏障，在车间内部进行探伤作业时，拟利用警戒线（绳）作为控制区与监督区的边界。

(4) 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，探伤铅房除南北两侧工件进出口处其余各侧均设有实体屏蔽，屏蔽厚度详见表 10-2。

(5) 每次开展作业，一组辐射工作人员拟配备一台便携式 X-γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作；拟配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警

仪。

(6) 探伤作业期间应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，适时调整控制区的边界。

(7) 拟将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

(8) 本项目移动探伤作业区域所属车间为单层建筑，正上方为不上人平台，正下方为土层无地下室。开展作业期间对生产车间进行清场工作，以防止非辐射工作人员进入控制区。

### 3、安全警示

(1) 公司应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。

(2) 探伤铅房顶棚处已设有三色警示灯与声音提示装置。

(3) 拟在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

### 4、边界巡查与检测

(1) 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

(2) 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

(3) 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

(4) 开始移动式探伤工作之前，拟对便携式 X- $\gamma$  剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X- $\gamma$  剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。

(5) 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- $\gamma$  剂量率仪，两者均应使用。

#### 10.1.4.4 探伤装置检查与维护

本项目探伤工作开始前的检查内容与维护要求见下表。

表 10-4 探伤工作检查与维护项目一览表

装置类型	类别	项目内容
X 射线探伤装置	工作前检查	(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) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。
	维护	(1) 使用单位应对探伤装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应有受过专业培训的工作人员或设备制造商进行； (2) 设备维护包括探伤装置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要更换零部件时，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。

#### 10.1.4.5 探伤设施退役

(1) 本项目 X 射线实时成像检测系统后期如报废，建设单位应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

(2) 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。

(3) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

#### 10.1.4.6 辐射防护监测用品清单

本项目拟配置辐射防护监测用品清单见下表。

表 10-5 本项目拟配置辐射防护监测用品一览表

编号	名称	四厂区现有数量	拟新增数量
1	个人剂量计	四厂区尚未开展辐射活动，故无现有辐射用品	4 枚
2	个人剂量报警仪		2 台
3	便携式 X-γ 剂量率仪		1 台
4	固定式场所辐射探测报警装置		2 台
5	电离辐射警告标志和中文警示说明		若干
6	“禁止进入射线工作区”警告牌		4 个
7	“无关人员禁止入内”警告牌		4 个
8	警戒绳		1 盘

## 10.2 三废的治理

本项目 X 射线实时成像检测系统在开机过程中不产生放射性废气、放射性废水、放射性固废。X 射线探伤装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物，PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统可通过探伤室内机械通风装置将气体引至室外；RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统所具备探伤铅房体积较小，所处车间设有自然通风，非工作期间可通过开放防护门、工件进出口进行有效的通风换气。臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

#### 11.1.1 土建施工阶段

本项目施工涉及到探伤室及控制室的建造，项目施工量较小，施工期较短，本次评价仅作简要分析：

(1) 大气：本项目由于新建探伤室，施工期间产生少量地面扬尘，由于工程量较小，施工作业范围较小，因此只要采取一定措施即可较大程度降低施工期的废气污染。

(2) 废水：施工期间会有施工人员生活污水产生，经化粪池预处理后排入市政污水管网。

(3) 噪声：施工期间会有噪声产生，但由于施工量小，对周围环境影响较小。

(4) 固体废物：施工期间会有少量建筑垃圾，建设单位应妥善收集后将其运至住建部指定地点统一处置。施工人员生活垃圾经收集后交由环卫部门清运。

#### 11.1.2 设备安装调试阶段

本项目 X 射线实时成像检测系统的安装与调试均由专业人员在探伤室或探伤铅房内进行。经探伤室、探伤铅房与防护门的屏蔽与距离衰减后，设备产生的辐射对环境的影响是可接受的。因此，在设备安装阶段，无放射性废气、放射性废水以及放射性固废产生，建设单位需及时回收包装材料进行处置，不得随意丢弃。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

为分析预测本项目 X 射线实时成像检测系统投入运行所引起的辐射环境影响，本项目依据《工业 X 射线探伤辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中的计算方法进行理论计算。

#### 11.2.1 预测工况

根据 GBZ/T 250-2014 第 3.2.1 条款“相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射”，因此本项目两台 X 射线实时成像检测系统各侧屏蔽体防护性能所考虑的辐射类型见表 11-1。

表 11-1 本项目拟配置 X 射线实时成像检测系统辐射类型一览表

X 射线实时成像检测系统	有用线束朝向	泄漏辐射、散射辐射朝向
RG.SYSTEM-TUBE	顶棚	四侧屏蔽体、地坪
PDS-104/225kv	顶棚	四侧屏蔽体、地坪

备注：①本项目拟配置的 2 台 X 射线实时成像检测系统所属车间均为一层建筑且有用线束均朝向顶棚，



故还需考虑天空反散射影响。

②由于 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统开展探伤期间工件出入口管径处无实体屏蔽，故按照移动探伤进行管理，并划分控制区和监督区范围。

经核实，两台 X 射线实时成像检测系统相距约 30m，两台设备不存在同时开机运行的工况，故本次评价不考虑剂量叠加影响。

### 11.2.2 场所辐射水平

#### 1、关注点位选取

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的要求，关注点通常为距探室外表面 30cm 处人员可能受照剂量最大的位置。在距探伤室一定距离处，公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置也应作为关注点。本项目场所辐射水平估算选取探伤室、探伤铅房屏蔽体外 30cm 处作为关注点，各设备关注点位分布见图 11-1 至图 11-3，关注点详情见表 11-2 至表 11-3。对于探伤铅房，本次评价保守仅考虑铅板的屏蔽防护作用。

表 11-2 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统关注点位详情一览

编号	关注点位描述	源点与关注点的距离 (m) <sup>①</sup>	散射体至关注点的距离 (m) <sup>①</sup>	需屏蔽的辐射类型
1#	东侧外表面 30cm 处	0.75	0.75	泄漏辐射、 散射辐射
2#	南侧外表面 30cm 处	1.30	1.30	
3#	西侧外表面 30cm 处	0.75	0.75	
4#	北侧外表面 30cm 处	0.60	0.60	
5#	顶棚外表面 30cm 处	1.50	1.37	有用线束
6#	维修防护门外表面 30cm 处	0.75	0.75	泄漏辐射、 散射辐射
7#	工件出口箱体外表面 30cm	1.83	1.83	
8#	工件入口箱体外表面 30cm	1.13	1.13	
9#	天空反散射点	/	/	散射辐射
10#	地坪外表面 30cm 处	0.39	0.58	泄漏辐射、散射辐射

备注：①源点与关注点的距离=源点与内屏蔽体距离+屏蔽体厚度+屏蔽体外 30cm

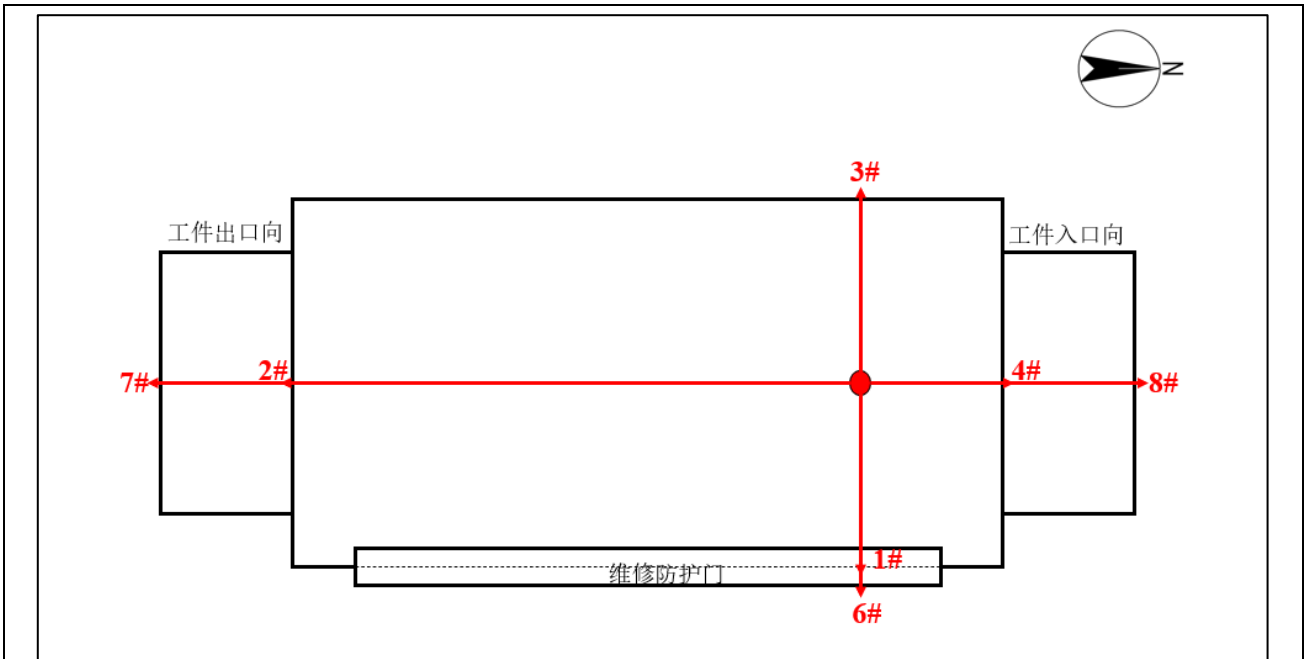


图 11-1 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统关注点位平面示意图（源点固定不动）

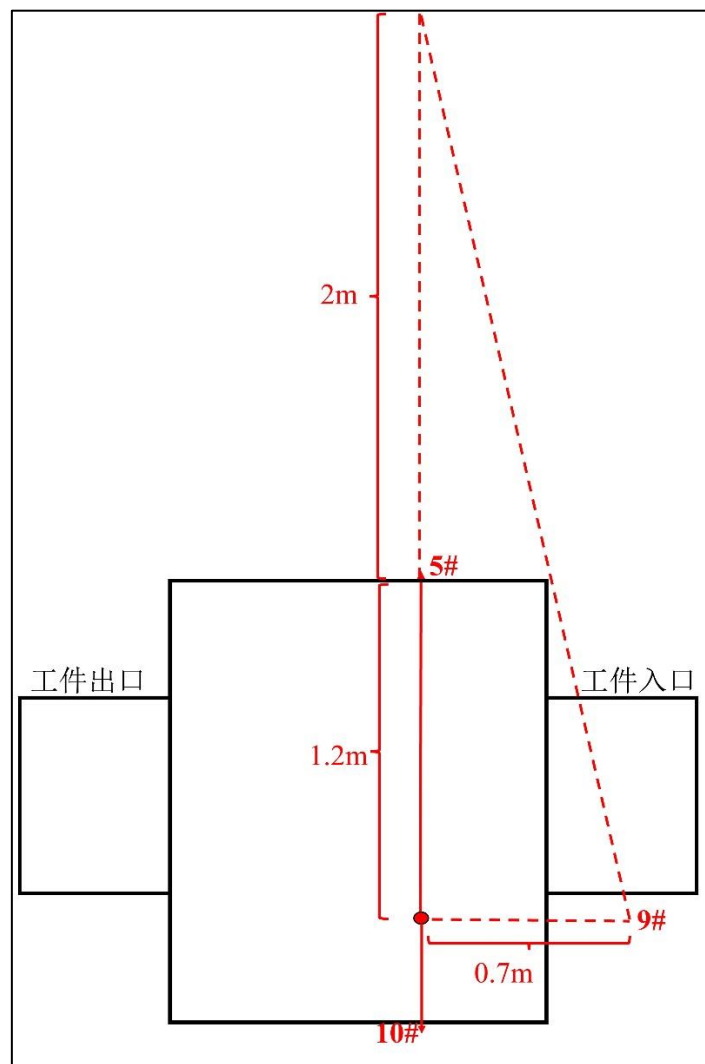


图 11-2 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统关注点位剖面示意图（源点固定不动）

表 11-3 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统所在探伤室关注点位选取详情

编号	关注点位描述	源点与关注点的距离 (m) ①	散射体至关注点的距离 (m) ①	需屏蔽的辐射类型
1#	东墙外表面 30cm 处	2.06	1.74	泄漏辐射、 散射辐射
2#	南墙外表面 30cm 处	17.80	17.80	
3#	西墙外表面 30cm 处	2.30	1.98	
4#	北墙外表面 30cm 处	14.00	14.00	
5#	顶棚外表面 30cm 处	2.55	2.23	有用线束
6#	工件门外表面 30cm 处	17.21	17.21	泄漏辐射、 散射辐射
7#	人员防护门外表面 30cm 处	r <sub>1</sub> =5.52; r <sub>R1</sub> =1.90; r <sub>R2</sub> =1.02		迷道散射
8#	天空反散射	/		散射辐射

备注：①源点与关注点的距离=源点与内屏蔽体距离+屏蔽体厚度+屏蔽体外 30cm；

②以保守情况考虑距离取值以核算探伤室周围剂量当量率。

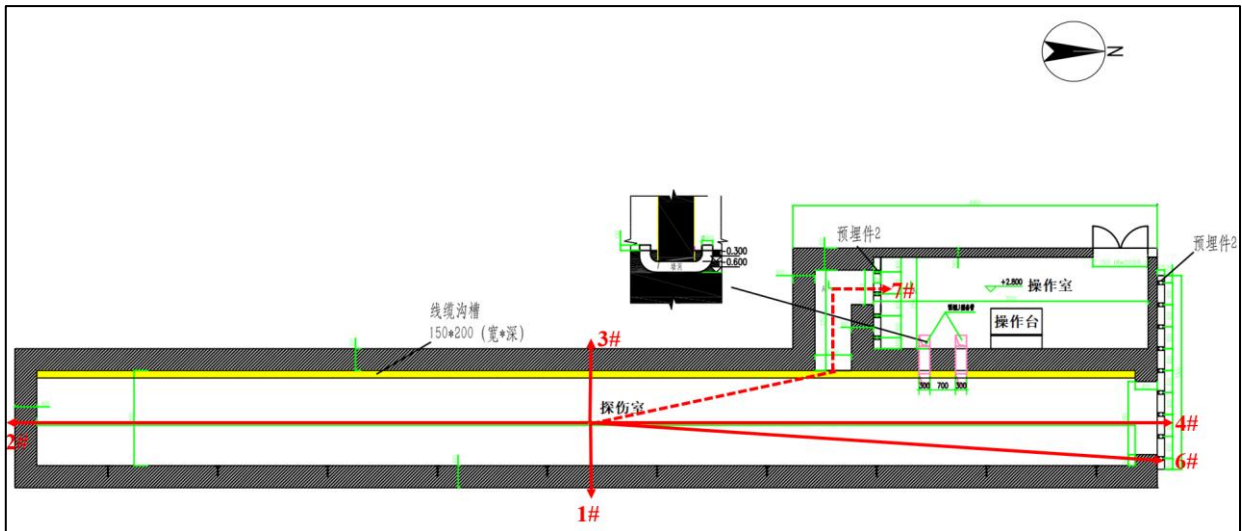


图 11-3 PDS-104/225kvX 射线实时成像检测点位平面示意图（源点固定不动）

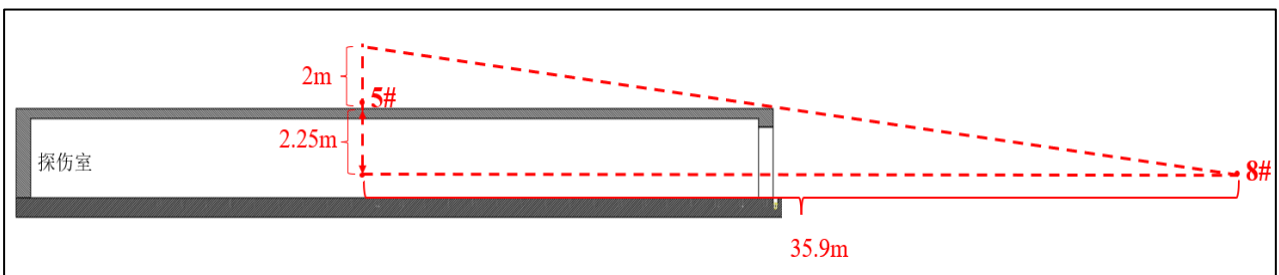


图 11-4 PDS-104/225kvX 射线实时成像检测点位剖面示意图（源点固定不动）

## 2、计算公式

### (1) 有用线束

在给定屏蔽物质厚度  $X$  时，屏蔽体外关注点的剂量率  $\dot{H}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 按照公式 (11-1) 计算：

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

式中：

$I$ ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），依据设备厂家资料，本项目取值分别为 3mA、8mA；

$H_0$ ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以  $\text{mSv}\cdot\text{m}^2(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ 。根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1，本项目 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统最大管电压为 300kV，可得以 3mm 铝为过滤条件时的 X 射线输出量  $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ ，即  $H_0=1.25\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统最大管电压为 225kV，保守以最大管电压为 250kV，滤过条件为 0.5mm 铜时取值，为  $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即  $9.90\text{E}+05\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

$B$ ——屏蔽透射因子，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.1 曲线，300kV 有用线束穿过 30mm 铅时的透射因子为  $1.3\times 10^{-7}$ ；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.2 曲线，225kV 有用线束穿过 600mm 混凝土时的透射因子为  $1.2\times 10^{-7}$ 。

$R$ ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-2、表 11-3。

### （2）泄漏辐射

在给定屏蔽物质厚度  $X$  时，屏蔽体外关注点的剂量率  $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按照公式（11-2）计算：

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

式中：

$B$ ——屏蔽透射因子，根据公式  $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，其中  $X$  为屏蔽层厚度，TVL 为什值层厚度，依据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，可得管电压为 300kV 时，则 X 射线在铅中的什值层 TVL 为 5.7mm；采用内插法可得管电压为 225kV 时，则 X 射线在混凝土中的什值层 TVL 为 88mm；在铅中的什值层 TVL 为 2.15mm。

$R$ ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-2、表 11-3。

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ ，根据 GBZ/T250-2014 表 1，本项目设备最大管电压均大于 200kV，因此  $\dot{H}_L$  取  $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

### （3）散射辐射

在给定屏蔽物质厚度  $X$  时，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率  $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按照公式（11-3）计算：

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

式中：

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目取值分别为 3mA、8mA；

$H_0$ ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以  $\text{mSv}\cdot\text{m}^2(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ 。根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1，本项目 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统最大管电压为 300kV，可得 3mm 铝为过滤条件时的 X 射线输出量  $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ ，即  $H_0=1.25\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统最大管电压为 225kV，保守以最大管电压为 250kV，滤过条件为 0.5mm 铜时取值，为  $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，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，根据公式  $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，X 为屏蔽层厚度，TVL 为什值层厚度。根据 GBZ/T 250-2014 表 2，本项目原始 X 射线为分别为 300kV、225kV，则 X 射线  $90^\circ$  散射辐射最高能量为 200kV，经查附录 B 表 B.2，此时 200kV 的 X 射线在铅中的什值层厚度 TVL 为 1.4mm；在混凝土中的什值层厚度 TVL 为 86mm。

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

$\alpha$ ——散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的  $\alpha$  值时，可以水的  $\alpha$  值保守估计，见附录 B 表 B.3；

$R_0$ ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ ——根据 GBZ/T 250-2014 中 B.4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为  $20^\circ$  时， $\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$  因子取值为 50（本项目两台设备最大管电压分别为 300kV，225kV）。

$R_s$ ——散射体至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-2、表 11-3。

#### （4）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（11-4）计算

$$\dot{H}_{L,h} = \eta_{YS} \cdot \frac{F_{j0} \cdot \alpha_{\gamma 1} \cdot \alpha_{\gamma 2} \cdot a_1 \cdot a_2}{r_1^2 \cdot r_{R1}^2 \cdot r_{R2}^2} \dots\dots\dots (\text{式 } 11-4)$$

式中：

$\dot{H}_{L,h}$ ——参考点相应的剂量当量率， $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

$\eta_{\gamma S}$ ——辐射减弱的透射比；根据公式 $\eta_{\gamma S} = 10^{-X/TVL}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度 (mm)，本项目取值为 6mm 铅；

$F_{j0}$ ——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，mA； $\delta_{\alpha}$ 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，最大管电压为 225kV，保守以最大管电压为 250kV，滤过条件为 0.5mm 铜时取值，即  $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

$\alpha_{\gamma}$ ——反射物的反射系数；根据光子散射后的能量 E 和散射角  $\theta$ ，对照《辐射防护导论》图 6.4 取值；

a——射线束在反射物上的投照面积， $\text{m}^2$ ；根据 $a = \text{散射宽度} \times \text{迷道高度}$ 计算，散射宽度按迷道宽度计分别为 1m、0.95m，迷道高度为 2.8m，则 $a_1 = 2.8\text{m}^2$ ； $a_2 = 2.66\text{m}^2$ 。

$r_I$ ——辐射源同反射点之间的距离，m，本项目取值为 5.52m；

$r_R$ ——反射点到参考点的距离，m，本项目 $r_{R1} = 1.90\text{m}$ ， $r_{R2} = 1.02\text{m}$ ；

光子散射后的能量 E 按式 (11-5) 计算

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1 - \cos \theta)}{0.511}} \dots\dots\dots \text{(式 11-5)}$$

式中：

$E_0$ ——入射光子能量，MeV；

$\theta$ ——散射角，°；

第一次反射的入射光子能量取 0.25MeV，散射角  $\theta$  取  $60^\circ$ ，则 $\alpha_{\gamma 1}$ 为 0.022；第二次反射的入射光子能量根据式 (11-5) 计算得 0.20MeV，散射角  $\theta$  取  $60^\circ$ ，则 $\alpha_{\gamma 2}$ 为 0.021；散射后能量根据式 (11-5) 计算得 0.17MeV。根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，可知 170kVX 射线在铅中的什值层 TVL 为 1.17mm，则 $\eta_{\gamma S}$ 为  $7.5\text{E}-06$ 。

### (5) 天空反散射

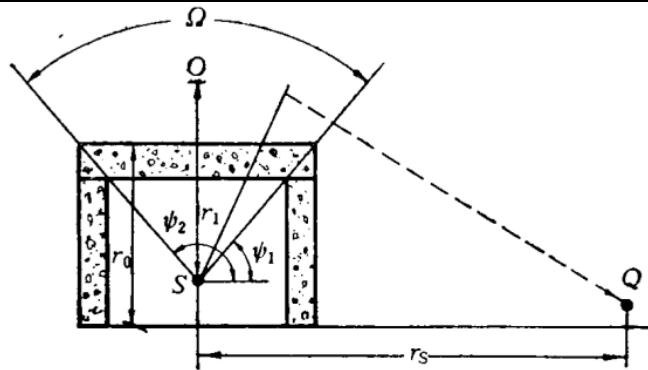


图 11-5 天空反散射示意图

天空反散射剂量率计算公式如下：

$$H = \frac{(2.5 \times 10^{-2} D_0 \cdot \Omega^{1.3})}{(d_i \cdot d_s)^2} B_x \dots\dots\dots (11 - 6)$$

式中：H——关注点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$d_i$ ——源到屋顶外表面 2m 高处的垂直距离，m；本项目 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统靶点距离探伤室顶棚最近距离为 2.25m，则  $d_i$  取值 4.25m；RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统靶点距离探伤铅房顶棚最近距离为 1.2m，则  $d_i$  取值 3.2m。

$d_s$ ——源到关注点处的最小水平距离，m；本项目 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统取值 35.9m；RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统取值 0.7m。

$D_0$ ——距靶 1m 处 X 射线的空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；本项目 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统距靶点 1m 处 X 射线输出量为  $16.5\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{min}$ ，即  $9.90\text{E}+05\mu\text{Gy/h}$ ；RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统距靶点 1m 处 X 射线输出量为  $20.9\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{min}$ ，即  $1.25\text{E}+06\mu\text{Gy/h}$ ；

$B_x$ ——屋顶的屏蔽透射比； $B_x=10^{-X/\text{TVL}}$ ，根据 GBZ/T 250-2014 表 2，本项目原始 X 射线为分别为 300kV、225kV，则 X 射线  $90^\circ$  散射辐射最高能量为 200kV，经查附录 B 表 B.2，此时 200kV 的 X 射线在铅中的半值层厚度 TVL 为 1.4mm；在混凝土中的半值层厚度 TVL 为 86mm。本项目 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统所在探伤室顶棚厚度为 600mm 混凝土，故  $B_x$ （探伤室）= $1.1\text{E}-07$ ；RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统探伤铅房顶棚厚度为 30mm 铅板，故  $B_x$ （探伤铅房）= $3.7\text{E}-22$ 。

$\Omega$ ——X 射线源到屋顶的立体角， $S_r$ ；设辐射源位于探伤室的作业位置。根据《辐射防护导论》（方杰主编）P182 页公式（6.2），立体角  $\Omega$  计算公式如下：

$$\Omega = 4 \tan^{-1} \frac{a \cdot b}{c \cdot d} \dots\dots\dots (11 - 7)$$

式中：a——屋顶长度之半，m，本项目探伤室屋顶长为 31.2m，则 a=15.6m；探伤铅房屋顶长为 2.5m，则 a=1.25m。

b——屋顶宽度之半，m；本项目探伤室屋顶宽为 3.8m，则 b=1.9m；探伤铅房屋顶宽为 0.9m，则 b=0.45m。

c——源到屋顶表面中心的距离，m；本项目 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统靶点距离探伤室顶棚最近距离为 2.25m；RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统靶点距离探伤铅房顶棚最近距离为 1.2m。

d——源到屋顶边缘的距离，且  $d=\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ ，m；本项目 d（探伤室）=15.9m；d（探伤铅房）=1.8m。

则可计算出： $\Omega$ （探伤室）=2.77Sr， $\Omega$ （探伤铅房）=1.02Sr。

### （6）X 射线移动式探伤控制区和监督区的理论划分

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 8.4.2 条款，在探伤机处于照射状态时，建设单位用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，参照 GBZ 117-2022 第 7.2.2 条确定的剂量率值确定控制区边界；以 2.5 $\mu$ Sv/h 为监督区边界。本项目周探伤时间为 24h，大于 7h，故可判定出本项目移动探伤控制区边界周围剂量当量率限值为 4.2 $\mu$ Sv/h。

本项目 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统开展探伤时，有用线束固定朝上，因此对于探伤铅房南北两侧工件进出口处均仅考虑泄漏辐射、散射辐射。根据公式（11-2）和（11-3）反向推导，其它参数取值不变，则可得控制区、监督区边界 R 的取值。

## 3、预测结果

### （1）RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统预测结果

表 11-4 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	I (mA)	$H_0$ ( $\mu$ Sv·m <sup>2</sup> / (mA·h))	B	$\dot{H}$ ( $\mu$ Sv/h)
5   顶棚外表面 30cm 处	3	1.25E+06	1.3E-07	2.15E-01

表 11-5 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	X (mm)	TVL (mm)	B	$H_L$ ( $\mu$ Sv/h)	$\dot{H}$ ( $\mu$ Sv/h)
1   东侧外表面 30cm 处	25	5.7	4.1E-05	5000	3.65E-01
2   南侧外表面 30cm 处					1.22E-01
3   西侧外表面 30cm 处					3.65E-01
4   北侧外表面 30cm 处					5.71E-01
6   维修防护门外表面					3.65E-01



	30cm 处					
7	工件出口箱体外表面 30cm					6.14E-02
8	工件入口箱体外表面 30cm					1.61E-01
10	地坪外表面 30cm					1.35E+00

表 11-6 散射辐射剂量率预测结果

关注点位		X (mm)	TVL (mm)	B	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ )	$\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	东侧外表面 30cm 处	25	1.4	1.4E-18	1.25E+06	50	1.86E-13
2	南侧外表面 30cm 处						6.19E-14
3	西侧外表面 30cm 处						1.86E-13
4	北侧外表面 30cm 处						2.90E-13
6	维修防护门外表面 30cm 处						1.86E-13
7	工件出口箱体外表面 30cm						3.12E-14
8	工件入口箱体外表面 30cm						8.19E-14
9	天空反散射						30
10	地坪外表面 30cm	25	1.4	1.4E-18	1.25E+06	50	3.18E-19

表 11-7 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

关注点位	有用线束 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄漏辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率参考 控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	是否 达标
1 东侧外表面 30cm 处	/	3.65E-01	1.86E-13	3.65E-01	2.5	达标
2 南侧外表面 30cm 处		1.22E-01	6.19E-14	1.22E-01		
3 西侧外表面 30cm 处		3.65E-01	1.86E-13	3.65E-01		
4 北侧外表面 30cm 处		5.71E-01	2.90E-13	5.71E-01		
5 顶棚外表面 30cm 处	2.15E-01	/	/	2.15E-01		
6 维修防护门外表面 30cm 处	/	3.65E-01	1.86E-13	3.65E-01		
7 工件出口箱体外表面 30cm		6.14E-02	3.12E-14	6.14E-02		
8 工件入口箱体外表面 30cm		1.61E-01	8.19E-14	1.61E-01		

9	天空反散射	/	/	2.39E-18	2.39E-18		
10	地坪外表面 30cm	/	1.35E+00	3.18E-19	1.35E+00		

(2) PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统预测结果

表 11-8 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	I (mA)	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ )	B	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
5 顶棚外表面 30cm 处	8	9.90E+05	1.2E-07	1.48E-01

表 11-9 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	X (mm)	TVL (mm)	B	$H_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1 东墙外表面 30cm 处	600	87.6	1.5E-07	5000	1.79E-04
2 南墙外表面 30cm 处	600	87.6	1.5E-07	5000	2.40E-06
3 西墙外表面 30cm 处	600	87.6	1.5E-07	5000	1.44E-04
4 北墙外表面 30cm 处	600	87.6	1.5E-07	5000	3.88E-06
6 工件门外表面 30cm 处	600	87.6	2.6E-06	5000	4.42E-05

表 11-10 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	X (mm)	TVL (mm)	B	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ )	$\frac{R_0^2}{F\cdot\alpha}$	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1 东墙外表面 30cm 处	600	86	1.06E-07	9.90E+05	50	5.52E-03
2 南墙外表面 30cm 处	600	86	1.06E-07	9.90E+05	50	5.27E-05
3 西墙外表面 30cm 处	600	86	1.06E-07	9.90E+05	50	4.26E-03
4 北墙外表面 30cm 处	600	86	1.06E-07	9.90E+05	50	8.53E-05
6 工件门外表面 30cm 处	12	1.4	2.68E-09	9.90E+05	50	1.43E-06
7 人员防护门外表面 30cm 处 (迷道散射)	6	1.17	7.5E-06	9.90E+05	/	1.62E-04
8 天空反散射	600	86	1.06E-07	9.90E+05	/	1.50E-06

表 11-11 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

关注点位	有用线束 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄漏辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率参考 控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	是否 达标
1 东侧外表面 30cm 处	/	1.79E-04	5.52E-03	5.70E-03	2.5	达标
2 南侧外表面 30cm 处	/	2.40E-06	5.27E-05	5.51E-05		
3 西侧外表面 30cm 处	/	1.44E-04	4.26E-03	4.41E-03		
4 北侧外表面 30cm 处	/	3.88E-06	8.53E-05	8.91E-05		

5	顶棚外表面 30cm 处	1.48E-01	/	/	1.48E-01		
6	工件门外表面 30cm 处	/	4.42E-05	1.43E-06	4.57E-05		
7	人员防护门外表面 30cm 处	/	/	1.62E-04	1.62E-04		
8	天空反散射	/	/	1.50E-06	1.50E-06		

根据上述预测结果可知，本项目 PDS-104/225kv 型、RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统在最大工况运行时，各关注点处辐射剂量率均不大于 2.5 $\mu$ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h”的要求。

### （3）两区划分

由于 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统探伤期间，工件输送的同时对已进入铅房内部的工件进行探伤工作，铅房南北两侧内外工件进出口处均设有 0.5mmPb 的铅帘进行防护，故单侧工件进出口铅帘防护当量为 1mmPb 进行考虑。因此，本评价对探伤铅房南北两侧工件进出口处按照移动探伤管理，并划分控制区和监督区范围，估算结果见下表。

**表 11-12 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统控制区与监督区估算结果**

探伤设备	射线方向	射线类型	B	控制区 (m)	监督区 (m)
RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统	探伤铅房南 北两侧工件 进出口	泄漏辐射	6.68E-01	29	37
		散射辐射	1.9E-01	59	77

因此，本项目 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统探伤期间南北两侧工件进出口处非有用线束方向最大控制区范围为 59m，最大监督区范围为 77m。实际探伤工作开展中，建设单位应采取本报告关于 X 射线移动探伤的控制区和监督区理论计算结果进行初步的控制区与监督区划分，然后采用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪通过巡测的方式进行实测验证和调整。

## 4、局部贯穿辐射影响分析

本项目两台 X 射线实时成像检测系统有用线束均朝向顶棚，探伤室、探伤铅房内各类穿墙管道均已避开了有用线束的照射方向，且出口处均设置与同侧屏蔽体防护当量相当的屏蔽防护措施。因此，本项目局部贯穿的方式不会破坏探伤室或探伤铅房的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

### 11.2.2 人员受照剂量估算

#### 1、计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）条款 3.1.1 中公式（1），

人员受照剂量计算公式如下：

$$E = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中：

$E$ ——年有效剂量，mSv/a；

$\dot{H}$ ——关注点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$t$ ——探伤装置年照射时间，h/a；

$U$ ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本项目均取 1；

$T$ ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1，具体数值见表 11-12。

**表 11-13 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	操作台、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	通道、休息区、仓库
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

注：取自NCRP144。

## 2、辐射工作人员和公众剂量的估算结果

根据 11.2.1 对场所辐射水平的预测与本项目探伤设备的曝光时间，并考虑相关的居留因子计算了辐射工作人员和公众人员的年有效剂量与周有效剂量。

### (1) 辐射工作人员的有效剂量估算结果

**表 11-14 辐射工作人员的有效剂量估算**

所属设备	关注点/保护目标	周围剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留因子	年曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周曝光时间 (h)	周有效剂量 ( $\mu\text{Sv/周}$ )
RG.SYSTEM-TUBE	操作位辐射工作人员	4.2	1	600	2.52	24	5.04E+01
PDS-104/225kv	7#人员防护门外表面 30cm 处	1.62E-04	1	600	9.73E-05	24	1.95E-03

备注：①建设单位根据生产需要对两台设备错班运行，故不存在两台设备同时运行的工况；且有 2 组辐射工作人员（2 人/组）分别负责两台设备运行，每组人员轮流进行辐射操作，故单名辐射工作人员受照时间为设备年曝光时间的 1/2。②对于 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统，考虑操作位辐射工作人员位于控制区边界进行操作，故保守以控制区边界周围剂量当量率进行考虑。对于 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统，操作人员位于操作室内，故以 7#人员防护门外表面 30cm 处作为关注点。

同时，根据辐射剂量率与距离的平方成反比的关系式，对本项目各厂区评价范围内其他环境保护目标年有效剂量与周有效剂量进行了估算。

(2) 环境保护目标公众成员有效剂量估算结果

由于两台设备不同时运行，且单台设备日最长曝光时间均为 4h，年工作 300 天，则年曝光时间均为 1200h。

①RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统

表 11-15 评价范围内公众人员年有效剂量估算

编号	保护目标	计算点至源点距离 (m)	计算点处周围剂量当量率 (μSv/h)	居留因子	年曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周曝光时间 (h)	周有效剂量 (μSv/周)
1	焊管堆放区	15.75	8.29E-04	1/8	1200	1.24E-04	24	2.49E-03
2	厂区道路	24.75	3.36E-04	1/16		2.52E-05		5.03E-04
3	西侧生产加工区	1.75	6.71E-02	1		8.06E-02		1.61E+00
4	南侧/北侧监督区外公众	/	2.1 <sup>②</sup>	1/16 <sup>②</sup>		1.58E-01		3.15E+00

备注：①未考虑天空反散射剂量率对周围公众成员的年有效剂量估算结果的影响。

②该设备探伤铅房南北侧工件进出口处以移动探伤作业管理，且设备使用前已进行清场工作，故设备探伤期间，其所在车间无公众人员停留。结合表 7-1，通过关注点剂量率与距离平方成反比估算厂区道路处公众受照剂量。参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 A.1，厂区道路以偶然居留考虑，居留因子取值为 1/16。

②PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统

表 11-16 评价范围内公众人员年有效剂量估算

编号	保护目标	计算点至源点距离 (m)	计算点处周围剂量当量率 (μSv/h)	居留因子	年曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	周曝光时间 (h)	周有效剂量 (μSv/周)
1	成品摆放区	17.80	3.36E-05	1/4 <sup>①</sup>	1200	1.01E-05	24	2.02E-04
2	生产加工区	2.30	1.01E-03	1		1.21E-03		2.43E-02
3	厂区道路	2.30	3.95E-05	1/16		2.96E-06		5.92E-05
4	嘉兴世龙运输设备	2.30	2.23E-05	1		2.68E-05		5.36E-04
5	生产加工区	14.00	2.80E-05	1		3.35E-05		6.71E-04

备注：①此处成品堆放区仍有工作人员对工件进行处理，故仍以部分居留进行考虑。

②未考虑天空反散射剂量率对周围公众成员的年有效剂量估算结果的影响。

由于本项目所配置 2 台 X 射线实时成像检测系统评价范围存在环境保护目标重叠，故根据表 11-14 与表 11-15 叠加考虑公众人员年有效剂量最大值为 1.59E-01mSv/a。因此，本项目 RG.SYSTEM-TUBE 型、PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统设备运行后，辐射工

作人员与公众人员的周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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”的要求；均满足本项目对辐射工作人员、公众成员的年剂量约束值（职业人员 $\leq$ 5mSv/a、公众成员 $\leq$ 0.25mSv/a）的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员、公众成员“剂量限值”（职业人员 $\leq$ 20mSv/a、公众成员 $\leq$ 1.0mSv/a）的要求。

### 11.2.3 “三废”影响分析

本项目 X 射线实时成像检测系统只有在工作状态下会产生辐射，使得探伤室或探伤铅房内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。本项目探伤室内废气可由机械通风装置排出室内，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“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。探伤铅房体积较小，所处车间设有自然通风，非工作期间可通过开放防护门、工件进出口进行有效的通风换气。臭氧在短时间内可自动分解成氧气，对大气环境基本没有影响。本项目为 X 射线实时成像系统，不涉及洗片工作，因此没有废显（定）影液、废胶片等危险废物产生。

## 11.3 事故影响分析

### 11.3.1 辐射风险识别

本项目拟建 X 射线实时成像检测系统属于 II 类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

（1）X 射线实时成像检测系统在对工件进行成像的工况下，门-机联锁失效，致使铅防护门未完全关闭，X 射线泄漏到屏蔽体外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或工作人员误入探伤铅房，使其受到额外的照射。

（2）辐射工作人员或公众还未全部撤出探伤室，外面人员启动 X 射线实时成像检测系统进行探伤，造成有关人员被误照，引发辐射事故。

（3）操作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

（4）探伤室或探伤铅房四侧屏蔽体破损导致屏蔽防护水平达不到预设屏蔽水平，导致探伤铅房屏蔽体外剂量率超标而导致人员受照。

### 11.3.2 风险防范措施

(1) 建设单位应定期对探伤室及探伤铅房屏蔽防护设计进行检查。探伤工作开始前，应检查探伤机外观是否完好，螺栓等连接件是否连接良好，安全联锁装置、照射信号指示灯、声音提示装置与报警装置等防护安全措施是否正常运行。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) 凡涉及对 X 射线实时成像检测系统进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(3) 操作人员进行专业培训，加强管理，禁止未经培训的操作人员操作 X 射线实时成像检测系统。

### **11.3.3 应急处置预案**

(1) 发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。

(2) 对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。人为故意引起的或失窃而引起的辐射照射，还应该及时向公安部门报告。

(3) 对在事故中受到照射的人员及时送到医院进行及时的医学检查和治疗。

(4) 分析确定发生事故的原因，记录发生事故时射线装置的工作状态（如工作电压、电流等参数）、事故延续时间，以便及时确定事故时受到照射个体所接受的剂量。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类射线装置的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；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。

#### 12.1.1 机构设置情况

浙江亚达绿能科技股份有限公司对 X 射线实时成像检测系统放射防护安全负主体责任，建设单位已按照相关规定成立了辐射安全与防护管理小组（见附件 10），并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作，明确规定各成员岗位职责。考虑本次核技术利用项目位于四厂区，该厂区未曾开展过辐射活动，故本评价建议建设单位针对本项目完善辐射安全与防护管理小组人员配置，以便于落实辐射活动管理。

#### 12.1.2 辐射工作人员管理

本项目所需辐射工作人员分别源自现有辐射工作人员与拟新增辐射工作人员，现有辐射工作人员的辐射安全管理现状见前文表 1 章节中 1.7.2 章节，对于拟新增辐射工作人员，建设单位应做好以下管理工作：

（1）所有辐射工作人员应根据《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）的要求参加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，经 X 射线探伤辐射安全考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训；应配备个人剂量计，定期送检有资质单位（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），并建立个人剂量档案；应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。

（2）所有辐射工作人员的辐射安全和防护考核成绩报告单、个人剂量检测档案、职业健康档案记录三个文件上的人员信息应统一。同时，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定，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；按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修改）》第四十一条规定，职业健康监护档案应长期保存。



## 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》规定，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、射线装置使用登记制度等。

公司现有辐射安全规章制度制定情况见表 1 中 1.7.2 章节，内容健全完善且规范，基本满足现有核技术利用项目的管理需要。

本次评价建议建设单位根据本项目 X 射线实时成像检测系统的设备运行特点补充优化已有相关制度。在日后的工作实践中，公司应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，严格按照制度进行。

## 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。

### 12.3.1 现有辐射监测开展情况

公司已制定《监测方案》（见附件11），已于规定期限内完成验收监测，并定期委托有资质的单位进行辐射工作场所监测与个人剂量监测，满足《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关要求。公司现有辐射监测仪器与防护用品见表1-6。

### 12.3.2 本项目辐射监测要求

#### 12.3.2.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。

本项目相关辐射监测仪器配置计划见表10-5。监测仪器按要求配备齐全后，本次评价认为能满足本项目的仪器配备要求。根据GBZ 117-2022条款8.1.2的要求，公司应按规定对监测仪器进行定期检定/校准，使用前应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

#### 12.3.2.2 个人剂量监测

建设单位应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理规定，为辐射工作人员配备个人

剂量计，并根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。公司应落实个人剂量监测（常规监测周期一般为1个月，最长不超过3个月）和职业健康检查（不少于1次/2年），建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案交由专人保管。对于监测结果异常，公司应跟踪分析原因，优化实践行为。

### 12.3.2.3 探伤机检测

根据GBZ 117-2022条款8.2的要求，本项目投入使用后对探伤机的检测要求如下：

**表 12-1 探伤机检测要求一览表**

检测设备	X射线探伤机
检测内容	防护性能检测
检测方法	X射线探伤机防护性能检测方法按GB/T 26837的要求进行
检测周期	使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后，应进行安全装置的性能检测。

### 12.3.2.4 场所环境监测

本项目正式投入使用后，公司须定期对探伤室、探伤铅房周围环境进行自主监测与年度监测，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

(1) 验收监测：委托有相关监测资质的监测单位对 X 射线实时成像检测系统应用场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

(2) 常规监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)第 8.3.4 条款，本项目探伤室、探伤铅房投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。

(3) 年度监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。参考《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条款规定，年度监测周期为 1 次/年。

**表 12-1 场所监测计划**

监测类型	监测因子	监测频次	监测方式	监测布点	监测依据
验收监测	周围剂量当量率	验收期间，监测 1 次	委托监测	(1) 探伤室、探伤铅房四侧屏蔽体、防护门及顶棚外 30cm 处； (2) 防护门门缝四周、电缆管道、通风口表面 30cm 处； (3) 操作台及人员常驻留位置； (4) 每次使用探伤铅房时，应对探伤铅房工件	《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)及《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)
常规监测		1 次/年	自行监测		
年度监测		1 次/年	委托监测		

				进出口控制区和监督区边界进行监测。	
--	--	--	--	-------------------	--

## 12.4 年度安全状况评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定，建设单位应对本单位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。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- (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。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

## 12.5 辐射事故应急

### 12.5.1 应急预案制定要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》第四十一条规定，“使用射线装置的单位，应当根据可能产生的辐射事故风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备。”主要包括如下内容：

- (1) 应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）；
- (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；
- (5) 生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。
- (6) 编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

发生辐射事故时，建设单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范

措施并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，应同时向当地卫生行政部门报告，当发生人为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

### **12.5.2 现有应急预案制定及完善情况**

建设单位已制定《辐射事故应急预案》，包含如下内容：（1）应急机构和职责分工；（2）应急处理程序；（3）应急预案演练；（4）生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话；（5）辐射事故调查程序。

本次评价建议补充应急和救助的装备、资金、物资准备；本项目投入运行后，建设单位应根据实际情况定期组织修订放射事故应急预案，使其不断完善健全。同时，为降低事故发生概率，必须加强管理力度，提高辐射工作人员技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，加强设备检查维修，提高单位应急能力。

## **12.6 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。

**表 13 结论与建议**

**13.1 结论**

**13.1.1 项目工程概况**

浙江亚达绿能科技股份有限公司拟于四厂区（浙江省嘉兴市南湖区新丰镇新大路 150 号）0001 幢厂房内新增两台 X 射线实时成像检测系统以对自生产的焊管等产品进行无损检测，建设内容包括：①拟配置一台 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 300kV，最大管电流为 3mA，该系统具有探伤铅房。经核实，该设备用于检测焊管过长，故使用期间铅房顶棚、地坪与东西两侧均采用实体铅板屏蔽，南北两侧工件输送口处采用铅帘屏蔽，故以移动探伤作业类型考虑）；②拟建设一间探伤室及控制室，并配置一台 PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统（最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA，该系统不具备自屏蔽探伤铅房）实施固定式探伤。探伤室与探伤铅房屏蔽体外评价范围内均无居民点和学校等环境敏感点。

**13.1.2 辐射安全与防护结论**

（1）本项目 X 射线实时成像检测系统有用线束均已避开操作台方向；探伤室、探伤铅房的屏蔽体厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素，其屏蔽防护性能可以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

（2）探伤工作场所实行分区管理，划分监督区与控制区。探伤室设有门-机联锁装置、显示“预备”和“照射”状态的指示灯与声音提示装置、监视装置、急停按钮、固定式场所辐射探测报警装置；探伤铅房设有三色警示灯、急停按钮、固定式场所辐射探测报警装置等措施；各防护门上均拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明；以上措施可满足辐射安全和防护要求。

**13.1.3 环境影响分析结论**

（1）主要污染因子

本项目主要污染因子为 X 射线、臭氧和氮氧化物。

（2）辐射剂量率影响预测结论

本项目 X 射线实时成像检测系统在最大工况运行时，各关注点周围剂量当量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h”的要求。

### (3) 移动探伤控制区和监督区的划分

经理论预测，本项目 RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统满功率开机条件下开展探伤工作时主射方向朝上，工件进出口处无实体屏蔽，其余各侧均有铅房实体屏蔽，故对工件进出口方向划定控制区和监督区。非有用线束方向最大控制区范围约 59m，监督区范围约 77m。建设单位应采取本报告关于 X 射线移动探伤的控制区和监督区理论计算结果进行初步的控制区与监督区划分，然后采用便携式 X-γ 剂量率仪通过巡测的方式进行实测验证和调整。

### (4) 个人剂量影响预测结论

经剂量估算，本项目辐射工作人员与公众成员的年有效剂量低于本项目剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）。

### (5) “三废”影响分析结论

本项目 X 射线实时成像检测系统运行过程中无放射性废气、废水、固废产生。PDS-104/225kv 型 X 射线实时成像检测系统可通过探伤室内机械通风装置将气体引至室外；RG.SYSTEM-TUBE 型 X 射线实时成像检测系统所具备探伤铅房体积较小，作业期间工件进出口处无实体屏蔽，依托车间自然通风将气体排至室外。臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

## 13.1.4 辐射安全管理结论

(1) 建设单位已按规定成立辐射安全与防护管理小组，并拟结合本项目情况完善小组设立，该小组负责辐射安全与环境保护管理工作，明确规定成员职责，切实保证各项规章制度的制定与落实。

(2) 本项目所有辐射工作人员均参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方具备上岗条件，并定期委托有资质单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量检测与职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

(3) 建设单位已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，制定了相关辐射安全管理规章制度，拟张贴于探伤工作场所现场处，并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

## 13.1.5 可行性分析结论

#### (1) 规划符合性与选址合理性分析结论

本项目位于浙江省嘉兴市南湖区新丰镇新大路 150 号 0001 幢厂房，用地性质为工业用地，符合土地利用规划要求，项目符合嘉兴市生态环境分区管控动态更新方案的要求，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求。同时，本项目探伤室、探伤铅房评价范围内无居民和学校等环境敏感点。经辐射环境影响预测，采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的建设符合相关规划要求，且选址合理可行。

#### (2) 产业政策符合性分析结论

本项目属于核技术利用建设项目，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目不属于淘汰类和限制类，符合国家产业政策。

#### (3) 实践正当性分析结论

本项目实施的目的是为了对公司自生产的焊管进行无损检测，从而提高产品质量和生产水平，其产生的经济利益和社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的年有效剂量符合本项目剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，按照规范正当操作，该公司探伤装置的使用是符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则的。

#### (4) 环保可行性结论

综上所述，本项目在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射管理计划后，该公司将具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施，本项目投入运行后对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

## 13.2 建议和承诺

### 13.2.1 建议

(1) 建设单位应加强对探伤工作场所内人员进出的管理，健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护与操作的理解和执行水平，杜绝辐射事故的发生。

(2) 辐射工作人员应规范运行设备并有效使用个人剂量计、个人剂量报警仪等监测用

品；建设单位应定期对探伤设备、防护设施进行检查与维修。

(3) 建设单位应严格执行相关法律法规，落实有关规定，并及时更新完善，提高制度可操作性。

### **13.2.2 承诺**

(1) 建设单位承诺将根据报告表的要求和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

(2) 建设单位应及时重新申领《辐射安全许可证》。

(3) 建设单位承诺在本项目 X 射线实时成像检测系统正式运行前根据《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），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，编制竣工验收报告。公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。



## 表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

