

报告编号：WKFHP-25105

核技术利用建设项目

浙江南锅智能科技有限公司

X 射线固定式探伤扩建项目

环境影响报告表

(公示稿)

浙江南锅智能科技有限公司

2026 年 03 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

浙江南锅智能科技有限公司

X 射线固定式探伤扩建项目

## 环境影响报告表

建设单位名称：浙江南锅智能科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：范\*华

通讯地址：浙江省湖州市安吉县天子湖镇共创小微园 350 室

邮政编码：313301

联系人：吴\*

电子邮箱：/

联系电话：139\*\*\*\*7002

**表1 项目基本情况**

建设项目名称		浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式探伤扩建项目			
建设单位		浙江南锅智能科技有限公司			
法人代表	范*华	联系人	吴*	联系电话	139****7002
注册地址		浙江省湖州市安吉县天子湖镇共创小微园 350 室			
项目建设地点		浙江省湖州市安吉县天子湖镇五福村天子湖工业园区			
立项审批部门		安吉县经济和信息化局	批准文号	2601-330523-07-01-449785	
建设项目总投资 (万元)	220	项目环保投资 (万元)	20	投资比例 (环保投资/总投资)	9.1%
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> )	无新增
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	/			
	<b>1.1 建设单位简介</b>				
<p>浙江南锅智能科技有限公司（以下简称“公司”）成立于 2021 年 6 月 18 日，注册地址为浙江省湖州市安吉县天子湖镇共创小微园 350 室，系浙江南方锅炉有限公司下设子公司，主要经营范围包括技术服务、工程和技术研究和试验发展、通用设备制造、特种设备销售等活动。</p> <p>公司于 2023 年与长三角（湖州）产业合作区管理委员会签订项目投资协议（见附件 5），获权可于浙江省湖州市安吉县天子湖镇五福村天子湖工业园区（与长三角（湖州）产业合作区天子湖园区——天子湖 TZH-06-01-23 号-1 地块属于同一个地址）建设年产 5000 台套高端工业用蒸汽发生器项目。公司已委托编制完成《浙江南锅智能科技有限公司年产 5000 台套高端工业用蒸汽发生器项目环境影响报告表》，取得湖州市生态环境局的环境审批，审批文号：湖长合环建（2024）16 号（见附件 9），目前主体工程正处于</p>					

筹建中，尚不具备竣工环保验收条件。

公司 2024 年 11 月委托编制了《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》，建设内容为浙江南锅智能科技有限公司拟购置 6 台 X 射线探伤机（1 台 XXG-2005 型定向机、1 台 XXQ-2505 型定向机、2 台 RD-2505TH 型周向机、1 台 XXG-3005 型定向机、1 台 XXH-3505 型周向机）与 1 台 DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统于浙江省湖州市安吉县长三角（湖州）产业合作区天子湖园区（天子湖 TZH-06-01-23 号-1 地块）联合生产厂房车间内分别开展 X 射线固定式与移动式探伤作业。具体包括：①固定式探伤：于联合生产厂房 C 跨区域新建 1 间探伤室及操作室等辅助用房，使用上述 6 台 X 射线探伤机开展固定式探伤作业，每次探伤作业仅开启 1 台探伤机，不存在两台及两台以上探伤机同时运行的工况；于联合生产厂房 B 跨区域一层拟建设一下嵌区域，于区域内配置 1 台 DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统开展固定式探伤作业。②移动式探伤：使用 1 台 XXQ-2505 型 X 射线探伤机拟分别于联合生产厂房 B 跨~C 跨一层区域与 B 跨二层区域（C 跨区域为单层建筑、B 跨区域为二层建筑）开展移动式探伤作业，其他型号 X 射线探伤机均不涉及移动式探伤作业。③在联合生产厂房车间 C 跨探伤室东侧建设 1 间 X 射线探伤机贮存间用于各 X 射线探伤机不作业时的临时贮存；建设 1 间暗室、评片室用于开展洗片评片工作，并依托主体工程危废间开展危废收集暂存工作。该项目于 2024 年 12 月 10 日取得了湖州市生态环境局的环评审批，审批文号：湖环辐管〔2024〕18 号（见附件 10），该项目现处于建设中，尚不具备竣工环保验收条件。

本项目拟建 1#探伤铅房和 2#探伤铅房分别距离已审批的 DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统约 70m、96m，分别距离移动探伤区域约 58m、71m，分别距离探伤室约 100m、72m。

## 1.2 项目建设目的和任务由来

为提升检测效率、满足生产节奏需求及保障产品质量稳定性，公司拟在厂区内联合生产厂房一层 E 跨和 F 跨各扩建 1 台工业 DR，并在前期已审批过的联合生产厂房 C 跨探伤室内扩建 1 台工业 DR 对自生产的锅筒、集箱、蛇形管和连接管等工件进行无损检测。3 台工业 DR 型号均为 MXR-320HP/11 型，最大管电压均为 320kV，最大管电流均为 15mA。其中联合生产厂房一层 E 跨 1 台工业 DR（以下简称“1#探伤铅房”）和 F 跨 1 台工业 DR 自带铅房（以下简称 2#探伤铅房），铅房为设备原厂集成，防护结构与射线装置一体化设计；探伤室内的配置的工业 DR 利用探伤室原有屏蔽体系实现辐射防护，无自带铅房，采

用探伤室机房内曝光、控制室远程控制的运行模式。浙江南锅智能科技有限公司于 2026 年 1 月 15 日在安吉县经济和信息化局进行了浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式探伤扩建项目企业投资项目备案（赋码），详见附件 4。

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，其中自屏蔽式 X 射线探伤装置的使用活动按Ⅲ类射线装置管理”，结合原环境保护部关于放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复：“自屏蔽式 X 射线探伤装置，应同时具备以下特征：一是屏蔽体应与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；二是屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；三是在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内”。基于上述规定，本项目联合生产厂房一层 E 跨和 F 跨配置的 2 台 MXR-320HP/11 型工业 DR 具备人员进入自带屏蔽体内部的条件，不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置的范围，应归类为Ⅱ类射线装置中“其他工业用 X 射线探伤装置”；探伤室内配置的 1 台 MXR-320HP/11 型工业 DR 归类到“其他工业用 X 射线探伤装置”，属于Ⅱ类射线装置。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。因此，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。

为保护环境，保障公众健康，浙江南锅智能科技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

公司拟在厂区内联合生产厂房 E 跨和 F 跨一层拟建设一下嵌区域，于区域内各配置 1 台工业 DR，并在前期已审批过的联合生产厂房 C 跨探伤室内扩建 1 台工业 DR 对自生产的锅筒、集箱、蛇形管和连接管等工件进行无损检测，探伤室内配置的工业 DR 与前期已审批的 6 台 X 射线探伤机不存在同时运行的情况。本项目采用数字成像，非胶片成像，不涉及显/定影液和胶片的使用，不会产生废显/定影液、洗片废水及废胶片等危险废物，故无需要设置暗室、评片室和危废暂存间，射线装置参数详见下表。

**表 1-1 本次评价内容与规模**

序号	设备名称	类别	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	出束类型	工作场所
1	工业 DR	II类	MXR-320HP/11	1 台	320	15	定向, 有用线束朝向地坪	联合生产厂房 C 跨区域探伤室
2				1 台				联合生产厂房 E 跨一层
3				1 台				联合生产厂房 F 跨一层

根据建设单位提供的管控要求, 探伤作业运行遵循以下规则: ①移动式探伤与固定式探伤作业不同时开展, 且移动式探伤作业位置共 2 处, 均使用同一台 XXQ-2505 型 X 射线探伤机开展作业, 不涉及两处及两处以上场所同时开展移动式探伤的情况; ②固定式探伤作业中, 1#探伤铅房、2#探伤铅房或 DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统与探伤室存在同时运行的情况。公司拟配置 5 名辐射工作人员进行全厂区的移动式探伤与固定式探伤作业, 其中 2 名辐射工作人员同时负责移动式探伤和探伤室内固定式探伤作业, 另外 3 名辐射工作人员各负责位于联合生产厂房一层 B 跨区域、E 跨和 F 跨的 1 台 X 射线实时成像检测系统和 2 台工业 DR 射线装置。

## 1.4 项目选址及周边环境保护目标

### 1.4.1 项目所属厂区地理位置及外环境关系

浙江南锅智能科技有限公司位于浙江省湖州市安吉县天子湖镇五福村天子湖工业园区, 项目地理位置见附图 1。厂区东侧为浙江蔓蒂科技有限公司, 南侧隔天子湖大道为空地(规划为居住用地), 西侧隔兴建路为浙江汉昆科技有限公司, 西北侧为浙江汉宸机械有限公司, 北侧为浙江科扬幕墙有限公司、浙江雄进智能装备有限公司, 东北侧为安吉清源污水处理有限公司, 厂区周围环境关系见附图 2, 周围环境实景见附图 3~附图 5。

浙江南锅智能科技有限公司厂区内主要建筑物包含 1 幢联合生产厂房(不规则建筑, 共有 6 跨车间, 最高为 3 层)、1 幢危化品库与危废间(单层建筑)、1 幢研发厂房(共 4 层), 厂区总平面布置图见附图 6。

### 1.4.2 项目地理位置及外环境关系

本项目拟建的 3 台工业 DR 均位于厂区联合生产厂房车间, 该厂房为不规则建筑, 厂房内分为 A~F 跨, 其中 A/B 跨为二层建筑, C 跨为单层建筑, D/E/F 跨为三层建筑, 各跨区域正下方均无地下室。辐射工作场所所在车间及楼上车间平面布局示意图见附图 7~附图 10。

位于联合生产厂房 C 跨区域的探伤室东侧紧邻操作间和 X 射线机贮存间, 约 9m 为

厂区内道路，21m 为浙江蔓蒂科技有限公司；南侧紧邻过道，约 2m 为仓库，约 11m 为 A 跨与 B 跨生产区，约 43m 为厂区道路；西侧紧邻过道，约 8m 为工件生产区，约 35m 为锅筒集箱制作区等 C 跨其他生产区；北侧紧邻过道，约 5m 为移动式成品油漆房，约 12m 为 D 跨与 E 跨生产区；正上方隔约 14m 开放空间为联合生产厂房 C 跨区域顶棚。

位于联合生产厂房 E 跨一层区域的 1#探伤铅房东侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约 2m 为 E 跨生产线，约 48m 为 2#探伤铅房拟建址；南侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约 1m 为操作台，约 2m 为 E 跨生产线，约 9m 为组装焊接区，约 19m 为 C 跨与 D 跨生产区；西侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约 2m 为 E 跨生产线，约 47m 为厂区道路；北侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约 2m 为 E 跨生产线，约 7m 为 F 跨生产区，约 26m 为厂区内道路，约 50m 为浙江雄进智能装备有限公司；上方约 6.8m 为 E 跨二层生产区（焊接区），约 13.8m 为 E 跨三层生产区。

位于联合生产厂房 F 跨一层区域的 2#探伤铅房东侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约 2m 为 F 跨生产线；南侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约 2m 为 F 跨生产线，约 8m 为 C 跨~E 跨生产区；西侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约 2m 为 F 跨生产线，约 48m 为 1#探伤铅房拟建址；北侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约 1m 为操作台，约 2m 为 F 跨生产线，约 6m 为厂区内道路，约 26m 为浙江雄进智能装备有限公司，约 48m 为浙江科扬幕墙有限公司，上方约 6.8m 为 F 跨二层生产区（装配区），约 13.8m 为 F 跨三层生产区。

### 1.4.3 环境保护目标

本项目固定式探伤环境保护目标主要为探伤室、探伤铅房评价范围 50m 内活动的辐射工作人员及公众成员。

## 1.5 规划符合性分析

### 1.5.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省湖州市安吉县天子湖镇五福村天子湖工业园区，根据建设单位提供的不动产权证（见附件 8），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。

### 1.5.2 区域规划符合性分析

本项目位于长三角（湖州）产业合作区天子湖片区，根据《湖州市际承接产业转移示范区安吉分区（优先发展区块）总体规划环境影响报告书》与《浙江南锅智能科技有限公司年产 5000 台套高端工业用蒸汽发生器项目环境影响报告表》，项目主体工程符合

区域规划环评的要求。本项目为主体工程配套的辐射内容，对自生产的工件进行无损检测以确保产品质量，故亦符合区域规划环评的要求。

### 1.5.3 与《安吉县天子湖镇国土空间总体规划（2021-2035年）》符合性分析

#### 1、规划范围与期限

规划范围为天子湖镇行政辖区全域，总面积 201 平方千米，镇区为高禹村、良朋村部分，面积 12 平方千米。规划期限为 2021-2035 年，基期年为 2020 年，近期为 2021-2025 年，远期为 2026-2035 年，远景展望至 2050 年。

#### 2、规划定位与目标

总体定位为“高铁新城，产业新区”。规划目标是成为接轨上海桥头堡、绿色智造核心区、省际美好小城市。近期（2025 年）初步建成高新技术产业高地；远期（2035 年）稳步推进绿色工业体系建立；远景（2050 年）高质量打造生态宜居的美好城镇。

#### 3、镇域空间格局

构建“一核三片，双廊双轴”的镇域空间格局。“一核”为城镇综合服务核；“三片”分别是中部产城融合片、西部农旅共兴片、东部农业品质片；“双廊”指城镇生活休闲廊道、乡村旅游休闲廊道；“双轴”为“十”字发展轴。

#### 4、生态空间格局

以镇域内山脉河流为主体，湿地水库为补充构建“一屏双廊多点”生态安全格局。“一屏”为天目山生态屏障；“双廊”为浑泥港生态廊道、鄞吴溪生态廊道；“多点”包括天子岗水库、南北湖湿地公园、天子湖省级公益林保护区、石冲水库等。

#### 5、产业发展布局

规划形成北部高新技术产业园与南部产业转型升级示范园并重的产业发展格局，推动绿色工业体系建设，同时结合当地资源发展农旅产业。

#### 6、统筹发展

加强与周边乡镇在生态保护、城镇布局、产业发展、重要基础设施等方面的协调，推进城乡基本公共服务均等化。通过整合村庄资源，引导人口向“高铁新城”集聚，促进土地集约利用。

**符合性分析：**本项目位于浙江省湖州市安吉县天子湖镇五福村天子湖工业园区，属于规划范围内，且本项目为 X 射线工业探伤项目，不涉及新增污染物排放，对周围环境污染较小，因此，项目的实施符合《安吉县天子湖镇国土空间总体规划（2021-2035 年）》的相关要求。

#### 1.5.4 “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”具体指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。

本项目位于浙江省湖州市安吉县天子湖镇五福村天子湖工业园区，根据《安吉县国土空间总体规划（2021-2035年）——三条控制线》（见附图20），本项目属于城镇开发边界，用地及评价范围均不涉及永久基本农田、生态保护红线。因此，本项目建设符合浙江省“三区三线”要求。

#### 1.5.5 与《安吉县生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

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。

##### （1）生态保护红线

根据《安吉县生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于湖州市安吉县天子湖镇产业集聚重点管控单元（ZH33052320007），见附图21。与《安吉县国土空间总体规划（2021-2035年）——三条控制线》（见附图20）对比，本项目所在区域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，本项目拟建场所周围环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率属于正常本底范围。在落实本环评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

本项目营运过程中会消耗一定量的电源和水资源等，主要来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。

##### （4）生态环境准入清单

根据《安吉县生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于湖州市安吉县天子湖镇产业集聚重点管控单元（ZH33052320007），该管控单元生态环境准入清单见下表。

表 1-2 项目与安吉县生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

生态环境管控要求		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	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。加强“两高”项目源头防控。综合条件较好的重点行业率先开展节能降碳技术改造。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、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。土壤污染重点监管单位新（改、扩）建项目用地应当符合国家或地方有关建设用地土壤风险管控标准。重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。	本项目为属于核技术利用建设项目，不属于工业项目。探伤过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体，对环境影响较小，不涉及碳排放，也不产生土壤污染。	符合
污染物排放管控	实施污染物总量控制制度，严格执行地区削减目标。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。推进工业集聚区“零直排区”建设，所有企业实现雨污分流，现有工业集聚区内工业企业废水必须经预处理达到集中处理要求，方可进入污水集中处理设施。	本项目不涉及污染物总量控制，探伤过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体，对环境影响较小，也不产生水污染。	符合
环境风险防控	严格控制石油加工、化学原料和化学制品制造、医药制造、化学纤维制造、有色金属冶炼、纺织印染等项目环境风险。重点管控新污染物环境风险。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，落实防控措施。强化工业集聚区应急预案和风险防控体系建设，防范重点企业环境风险。重点行业企业新、改、扩建项目用地应当符合国家或者地方有关建设用地土壤污染风险管控标准。严格污染地块开发利用和流转审批。	本项目为属于核技术利用建设项目，不属于工业项目，不涉及污染物总量控制。公司拟制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组和应急物资，具备完善的风险防范措施。	符合
资源开发效率要求	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、节水标杆园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。	本项目仅消耗少量水资源和电力资源，不存在高耗水、高耗电、难处理的水污染项目，也不涉及煤炭的消费。	符合

因此，本项目符合生态环境准入清单要求，该建设符合《安吉县生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

### 1.6 选址合理性分析

本项目建设地点用地性质为工业用地，固定式探伤评价范围为实体屏蔽边界外 50m 区域，评价范围内主要为联合生产厂房、厂内道路、浙江蔓蒂科技有限公司、浙江科扬幕墙有限公司和浙江雄进智能装备有限公司，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，本项目的选址基本合理可行。

### 1.7 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）》，本项目工业 DR 不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

## 1.8 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。

## 1.9 原有核技术利用项目许可情况

### 1.9.1 原有核技术利用项目许可、环保手续履行情况

公司 2024 年 11 月委托编制了《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》，于 2024 年 12 月 10 日取得了湖州市生态环境局的环境审批，审批文号：湖环辐管（2024）18 号（见附件 10），该项目现处于建设中，尚未取得《辐射安全许可证》，暂不具备验收条件。公司已环评批复射线装置技术参数基本情况见下表。

表 1-3 已环评批复射线装置技术参数基本情况一览表

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
1	X 射线探伤机	II 类	1 台	XXQ-2505 (定向)	250	5	固定式探伤与车间移动探伤	固定式探伤：联合生产厂房 C 跨区域探伤室； 移动式探伤：联合生产厂房 B 跨~C 跨区域一层、B 跨区域二层
2		II 类	1 台	XXG-2005 (定向)	200	5	固定式探伤	联合生产厂房 C 跨区域探伤室
3		II 类	2 台	RD-2505TH (周向)	250	5		
4		II 类	1 台	XXG-3005 (定向)	300	5		
5		II 类	1 台	XXH-3505 (周向)	350	5		
6	X 射线实时成像检测系统	II 类	1 台	DU105- XRIS-II- 225	225	30	固定式探伤	联合生产厂房 B 跨一层区域

### 1.9.2 辐射安全管理现状

《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目》目前仍在施工阶段，公司暂未申领取得《辐射安全许可证》，尚未开展任何辐射相关的活动，因此，

本小节所涉及到的辐射管理工作公司正在积极安排中，公司承诺会严格按照环境影响报告表、环评批复及国家相关标准要求落实各项辐射安全措施，做好辐射安全管理和应急预案工作，保证辐射活动正常运行。

由《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》中可知：

(1) 公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。

(2) 公司拟制定《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》、《射线装置使用登记和台账管理制度》、《辐射事故应急预案》、《自行检查和年度评估制度》和《危险废物安全处置管理制度》等规章制度。

(3) 公司拟配备 4 名辐射工作人员，辐射工作人员同时负责固定式探伤与移动式探伤，固定式探伤与移动式探伤不同时开展，根据相关法律法规，辐射工作人员须通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，考核合格后方可上岗。公司拟定期组织辐射工作人员进行个人剂量检测和职业健康监护，并建立个人剂量和职业健康体检档案。

(4) 公司每年拟对辐射工作场所的安全与防护状态进行年度评估，并定期委托有资质单位进行年度检测，定期在全国核技术利用辐射安全申报系统上进行辐射安全与防护状况年度报告的申报。

(5) 公司拟制定《辐射事故应急预案》。公司应每年定期开展辐射事故应急预案演练，并加以总结，及时对辐射事件应急处理预案进行完善和修订。

**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								

**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	工业 DR	II类	1 台	MXR-320HP/11	320	15	固定式 探伤	联合生产厂房 C 跨区域探伤室	拟购，本 次评价
2		II类	1 台					联合生产厂房 E 跨一层	
3		II类	1 台					联合生产厂房 F 跨一层	

(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	经机械通风装置排入大气中,臭氧短时间内可自动分解为氧气

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) 《中华人民共和国生态环境法典》，主席令第七十号，2026年3月12日通过；自2026年8月15日起施行；</p> <p>(2) 《建设项目环境保护管理条例》，1998年11月29日国务院令第253号发布，2017年7月16日修订，2017年10月1日起施行；</p> <p>(3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005年9月14日国务院令第449号公布，2005年12月1日起施行，2019年3月2日第二次修订；</p> <p>(4) 《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日原环境保护部令第18号公布，2011年5月1日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006年1月18日原环境保护总局令第31号公布；2006年3月1日起施行；2021年1月4日第四次修正；</p> <p>(6) 《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>(7) 《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>(8) 《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>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部令第16号，2020年11月5日通过；2021年1月1日起施行；</p> <p>(10) 《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>(11) 《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>(12) 《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，2022年9月30日起施行；</p> <p>(13) 关于印发《生态环境分区管控管理暂行规定》的通知，环环评〔2024〕41号，2024年7月6日起施行；</p> <p>(14) 《浙江省生态环境保护条例》，2022年5月27日浙江省第十三届人民代</p>
----------	---

	<p>表大会常务委员会公告第 71 号通过，2022 年 8 月 1 日起施行；</p> <p>(15) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，2011 年 10 月 25 日浙江省人民政府令第 288 号公布；2011 年 12 月 1 日起施行；2021 年 2 月 10 日第三次修正；</p> <p>(16) 《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>(17) 《关于印发浙江省辐射事故应急预案的通知》，浙政办发〔2018〕92 号，浙江省人民政府办公厅，2018 年 9 月 28 日印发；</p> <p>(18) 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，浙江省生态环境厅，2024 年 12 月 31 日发布，2025 年 2 月 2 日起实施；；</p> <p>(19) 关于印发《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》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>(20) 关于印发《安吉县生态环境分区管控动态更新方案》的通知，安吉县人民政府，安吉发〔2024〕7 号，2024 年 5 月 8 日印发。</p>
<p>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》（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 <math>\gamma</math> 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> <p>(8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>(9) 《辐射事故应急监测技术规范》（HJ 1155-2020）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的工程设计图纸及技术参数资料。</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》（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）”，结合本项目的辐射污染特点（II类射线装置），本项目评价范围为探伤室、探伤铅房实体屏蔽外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

### 7.2 保护目标

本项目开展固定式探伤时主要环境保护目标为探伤室、探伤铅房评价范围 50m 内活动的辐射工作人员和公众人员，具体见下表。

表 7-1 本项目固定式探伤辐射工作场所主要环境保护目标

环境保护目标		人员规模	相对探伤室的方位	与探伤室边界最近距离 (m)		剂量约束值
				水平	垂直	
探伤室评价范围内保护目标						
辐射工作人员	操作间	2 人	东侧	相邻	/	≤5mSv/a
	X 射线机贮存间			相邻	/	
	暗室、缓冲间、晾片室与评片室			2	/	
	储片室、资料室与工具间			相邻东侧建筑正上方	/	
公众人员	厂区道路	200 人次/d	东侧	9	/	≤0.25mSv/a
	浙江蔓蒂科技有限公司	300 人		21	/	
	过道	20 人次/d	南侧	相邻	/	
	仓库	5 人/d		2	/	
	A 跨与 B 跨生产区	20 人/d		11	/	
	厂区道路	200 人次/d	西侧	43	/	
	过道	20 人次/d		相邻	/	
	工件生产区	5 人/d		8	/	
	锅筒集箱制作区等 C 跨其他生产区	20 人/d		35	/	
	过道	20 人次/d	北侧	相邻	/	
	移动式成品油漆房	10 人/d		5	/	
D 跨与 E 跨生产区	40 人/d	12		/		
1#探伤铅房（联合生产厂房 E 跨）评价范围内保护目标						
辐射工作人员	操作台	1 人	南侧	1	/	≤5mSv/a
	探伤铅房所处下嵌区域		周围	相邻	/	
公众人员	E 跨生产线	20 人/d	东侧	2	/	≤0.25mSv/a
	2#探伤铅房拟建址	2 人		48	/	
	E 跨生产线	20 人/d	南侧	2	/	
	组装焊接区	15 人/d		9	/	
	C 跨与 D 跨生产区	20 人/d		19	/	

	E 跨生产线	20 人/d	西侧	2	/	
	厂区道路	200 人次/d		47	/	
	E 跨生产线	20 人/d	北侧	2	/	
	F 跨生产区	20 人/d		7	/	
	厂区内道路	200 人次/d		26	/	
	浙江雄进智能装备有限公司	100 人/d		50	/	
	E 跨二层生产区（焊接区）	60 人/d	上方	/	6.8	
	E 跨三层生产区	60 人/d		/	13.8	
2#探伤铅房（联合生产厂房 F 跨）评价范围内保护目标						
辐射工作人员	操作台	1 人	北侧	1	/	≤5mSv/a
	探伤铅房所处下嵌区域		周围	相邻		
公众人员	F 跨生产线	20 人/d	东侧	2	/	≤0.25mSv/a
	F 跨生产线	20 人/d	南侧	2	/	
	C 跨~E 跨生产区	60 人/d		8	/	
	F 跨生产线	20 人/d	西侧	2	/	
	1#探伤铅房拟建址	2 人		48	/	
	F 跨生产线	20 人/d	北侧	2	/	
	厂区内道路	200 人次/d		6	/	
	浙江雄进智能装备有限公司	100 人/d		26	/	
	浙江科扬幕墙有限公司	100 人/d	48	/		
	F 跨二层生产区（装配区）	60 人/d	上方	/	6.8	
	F 跨三层生产区	60 人/d		/	13.8	
备注：①探伤室位于联合生产厂房 C 跨车间，所属建筑共一层，正上方为不上人平台，正下方为土层，无地下室。②1#和 2#探伤铅房分别位于联合生产厂房车间 E 跨和 F 跨一层，所属建筑共 3 层，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

### 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。

(4) 辐射工作场所的分区

## 6.4 辐射工作场所的分区

应将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。

### 7.3.3 《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开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

根据 GBZ 117-2022 第 6.1.3 条款要求，本项目探伤室与探伤铅房的四侧屏蔽体、探伤铅房底部、防护门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。由于本项目探伤室位于联合生产厂房 C 跨车间（单层建筑高 23m），探伤室（外高为 8.7m）东侧相邻探伤辅助用房，探伤辅助用房为二层建筑（总高度为 9.8m），该建筑处于辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内，因此根据 GBZ 117-2022 第 6.1.4 条款要求，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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；同理，本项目探伤铅房位于联合生产厂房 E 跨和 F 跨一层，所属建筑共三层，故探伤铅房顶棚外 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）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，本项目年有效剂量控制水平如下：

职业人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；

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 条款的要求，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

浙江南锅智能科技有限公司位于浙江省湖州市安吉县天子湖镇五福村天子湖工业园区，厂区东侧为浙江蔓蒂科技有限公司，南侧隔天子湖大道为空地（规划为居住用地），西侧隔兴建路为浙江汉昆科技有限公司，西北侧为浙江汉宸机械有限公司，北侧为浙江科扬幕墙有限公司、浙江雄进智能装备有限公司，东北侧为安吉清源污水处理有限公司。

#### 8.1.2 场所位置

本项目拟建的3台工业DR均位于厂区联合生产厂房车间，该厂房为不规则建筑，厂房内分为A~F跨，其中A/B跨为二层建筑，C跨为单层建筑，D/E/F跨为三层建筑，各跨区域正下方均无地下室。

位于联合生产厂房C跨区域的探伤室东侧紧邻操作间和X射线机贮存间，约9m为厂区内道路，21m为浙江蔓蒂科技有限公司；南侧紧邻过道，约2m为仓库，约11m为A跨与B跨生产区，约43m为厂区道路；西侧紧邻过道，约8m为工件生产区，约35m为锅筒集箱制作区等C跨其他生产区；北侧紧邻过道，约5m为移动式成品油漆房，约12m为D跨与E跨生产区；正上方隔约14m开放空间为联合生产厂房C跨区域顶棚。

位于联合生产厂房E跨一层区域的1#探伤铅房东侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约2m为E跨生产线，约48m为2#探伤铅房拟建址；南侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约1m为操作台，约2m为E跨生产线，约9m为组装焊接区，约19m为C跨与D跨生产区；西侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约2m为E跨生产线，约47m为厂区道路；北侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约2m为E跨生产线，约7m为F跨生产区，约26m为厂区内道路，约50m为浙江雄进智能装备有限公司；上方约6.8m为E跨二层生产区（焊接区），约13.8m为E跨三层生产区。

位于联合生产厂房F跨一层区域的2#探伤铅房东侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约2m为F跨生产线；南侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约2m为F跨生产线，约8m为C跨~E跨生产区；西侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约2m为F跨生产线，约48m为1#探伤铅房拟建址；北侧紧邻探伤铅房所处下嵌区域，约1m为操作台，约2m为F跨生产线，约6m为厂区内道路，约26m为浙江雄进智能装备有限公司，约48m为浙

江科扬幕墙有限公司，上方约 6.8m 为 F 跨二层生产区（装配区），约 13.8m 为 F 跨三层生产区。

## 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，评价对象为辐射工作场所拟建址及其周围环境。

## 8.3 辐射环境质量现状

### 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。

### 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。

### 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进行布点监测，主要针对工业 DR 拟建址评价范围内的主要建筑物与人员停留地进行布点，点位分布情况见附图 17~附图 19，检测报告及检测资质证书见附件 11。

### 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：2025 年 12 月 30 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：13℃；室外温度：5℃；相对湿度：62%；

（8）检测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见下表。

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 (外置探头: 6150 AD-b/H 主机: 6150 AD 6/H)
仪器编号	165455+167510
生产厂家	Automess
量 程	外置探头: 10nSv/h~99.99 $\mu$ Sv/h 主机: 0.1 $\mu$ Sv/h~10mSv/h
能量范围	外置探头: 20keV-7MeV 主机: 60keV-1.3MeV
检定证书编号	2025H21-20-5773017001
检定有效期	2025 年 02 月 28 日至 2026 年 02 月 27 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 $C_f$	1.06
探测限	10nSv/h

### 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。

## 6、检测结果及分析

检测结果见下表。

**表 8-2 本项目探伤场所拟建址及周围环境辐射背景检测结果**

点位编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1#	探伤室拟建址	93	2	室内
2#	操作间	94	3	
3#	仓库	104	2	
4#	A 跨生产区	109	4	
5#	工件生产区	97	3	室内
6#	锅筒集箱制作区	100	2	
7#	移动式成品油漆房	94	3	
8#	D 跨生产区	113	3	
9#	1#探伤铅房拟建址	121	2	
10#	操作台 (1#探伤铅房)	130	3	
11#	1#探伤铅房东侧 E 跨生产线	128	1	
12#	组装焊接区	127	2	
13#	1#探伤铅房西侧 E 跨生产线	116	4	
14#	1#探伤铅房北侧 F 跨生产线	119	1	
15#	2#探伤铅房拟建址	109	2	
16#	操作台 (2#探伤铅房)	132	4	
17#	2#探伤铅房东侧 F 跨生产线	120	4	
18#	钣金制作区	113	3	
19#	2#探伤铅房西侧 F 跨生产线	123	4	
20#	南侧厂区内道路	107	3	室外
21#	北侧厂区内道路	96	3	
22#	装配区 (2#探伤铅房正上方二层)	112	4	室内
23#	焊接区 (1#探伤铅房正上方二层)	105	3	
24#	F 跨三层生产车间 (2#探伤铅房正上方)	113	3	
25#	E 跨三层生产车间 (1#探伤铅房正上方)	115	4	室外
26#	东侧厂区内道路	111	2	
27#	浙江蔓蒂科技有限公司	116	3	室内
28#	浙江雄进智能装备有限公司	118	1	
29#	浙江科扬幕墙有限公司	118	2	

备注：①根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)中第 5.4 条款，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根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)中第 5.5 条款，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 25.5nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，1#、2#、6#和 7#点位取 0.9，20#、21#和 26#点位取 1，其余点位取 0.8。

本项目探伤工作场所拟建址及周围环境室内各检测点位的 γ 辐射剂量率范围为 93nGy/h~132nGy/h，室外各检测点位的 γ 辐射剂量率范围为 96nGy/h~111nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，湖州市室内的 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 40nGy/h~170nGy/h，湖州市道路上 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 13nGy/h~139nGy/h，可见本项目拟建设地址 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

## 表9 项目工程分析与源项

### 9.1 施工期工程分析

本项目固定式探伤施工期主要为工业 DR 所在区域的建筑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下图。

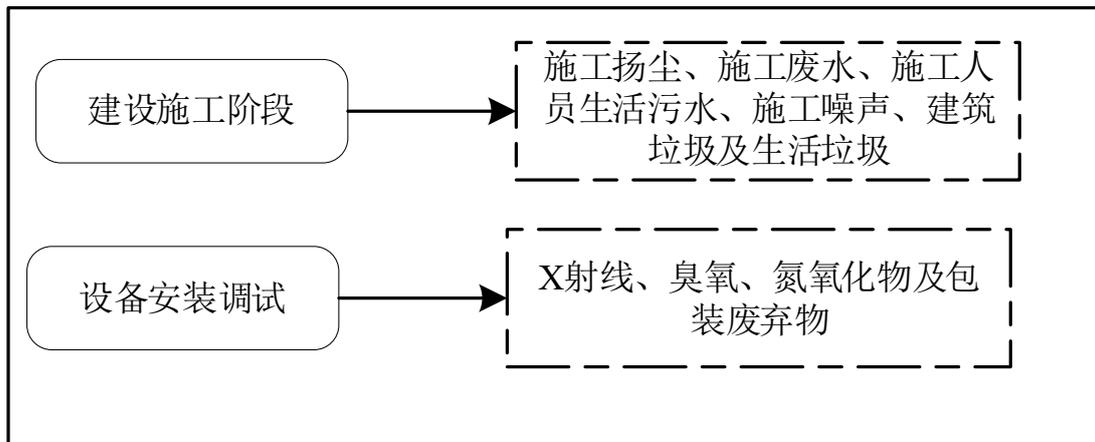


图 9-1 本项目施工期工艺流程及产污环节示意图

### 9.2 工艺设备和工艺分析

#### 9.2.1 设备组成及作业方式

本项目工业 DR 主要由 MXR-320HP/11 型 X 射线管、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元等组成，本项目 MXR-320HP/11 型 X 射线管外观示意图见下图。



图 9-2 MXR-320HP/11 型 X 射线管示意图

### 9.2.2 工作原理

工业 DR 即数字化 X 射线实时成像检测系统，由 X 射线发生器产生高能 X 射线束，穿透被检工件后，射线强度因工件材质、厚度及内部缺陷产生不同衰减，衰减后的射线信号被平板探测器接收，转换为电信号并经数字化处理形成实时数字图像，通过计算机显示、存储与评定，从而实现工件内部缺陷的无损检测。

工业 DR 是二维平面投影成像技术，核心原理为：X 射线管发射的锥形/扇形射线穿透工件后，由平板探测器直接接收射线信号，将其转换为数字电信号，经计算机重建生成工件的二维平面透视图，本质是射线在工件厚度方向的投影叠加，仅能呈现射线穿透路径上的缺陷投影信息。工业 CT 是三维断层成像技术，基于 DR 投影数据的三维重建原理：X 射线源与探测器围绕工件做 360° 旋转扫描，采集不同角度的数百/数千组二维 DR 投影数据，通过计算机断层重建算法，生成工件内部的三维立体结构及逐层断层图像，可精准定位缺陷的三维位置、尺寸、形状，不受投影叠加干扰。

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由于韧致辐射从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构见下图。

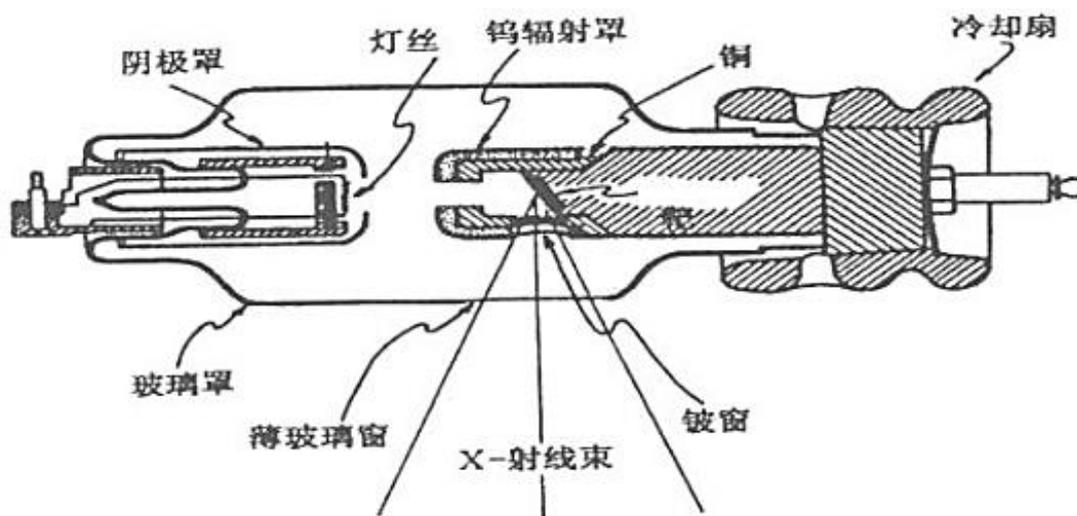


图 9-3 典型的 X 射线管结构

### 9.2.3 探伤工业操作流程及产污环节

本项目位于厂区内联合生产厂房一层 E 跨和 F 跨的 2 台工业 DR 自带探伤铅房，铅房为设备原厂集成，防护结构与射线装置一体化设计，空间小，仅适用于小型工件。探伤室为土建式整体屏蔽，空间大，可容纳大尺寸工件、多台射线装置，配套独立控制室。

### 1、自带探伤铅房的工业 DR

确认探伤设备处于非工作状态下，由辐射工作人员将待检测工件通过管件输送设备传送到探伤铅房内，后调整射线管与图像增强器或工件的位置，使得射线主要部分能够照射在工件上。工件摆放合适后由辐射工作人员手动将延伸防护铅板覆盖工件出、入口处，并确认安全连锁装置、工作指示灯等安全措施均能正常运行，方可开启 X 射线实时成像检测系统开始曝光。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。检测完成后关闭检测装置，关闭电源，由管件输送设备将工件运出。本项目工作流程及产污环节分析图如下图所示。

本项目自带铅房的工业 DR 装置靶点可上下移动约 600mm，可 $\pm 15^\circ$ 的角度摆动，其余方向不可移动；载物台可左右移动约 850mm，其余方向不可移动。

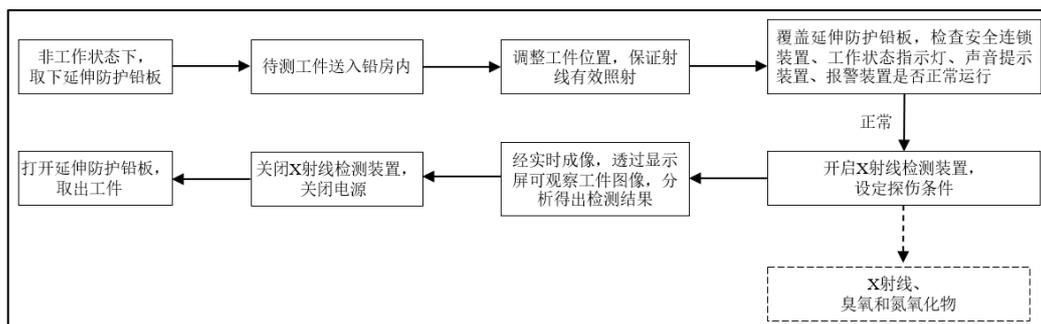


图 9-1 自带探伤铅房的工业 DR 探伤工艺流程及产污环节示意图

### 2、依托探伤室屏蔽的工业 DR

本项目探伤室内拟配置的工业 DR 为固定式定向 X 射线数字成像探伤系统，采用探伤室实体屏蔽+远程控制台分离式布局，仅在探伤室屏蔽体内出束工作。

确认探伤设备处于非工作状态下，由辐射工作人员将待检测工件送至探伤室内（对于小型工件操作人员手动操作，大型工件使用叉车），后调整射线管与图像增强器或工件的位置，使得射线主要部分能够照射在工件上。工件摆放合适位置后，工作人员撤离探伤室，并将工件门关闭，确认安全连锁装置、工作指示灯等安全措施均能正常运行，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，检查无误开启工业 DR 开始曝光。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。检测完成后关闭检测装置，关闭电源，由管件输送设备将工件运出。本项目工作流程及产污环节分析图如下图所示。

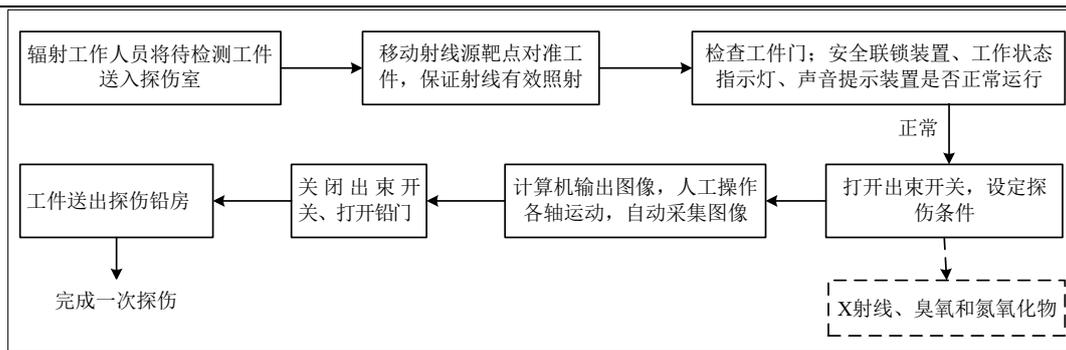


图 9-2 依托探伤室屏蔽的工业 DR 的探伤工艺流程及产污环节示意图

### 9.2.4 人员配备与工作班制

本项目拟配置 3 台工业 DR，分别位于联合生产厂房 E 跨/F 跨一层和联合生产厂房 C 跨区域探伤室。3 台工业 DR 最大管电压均为 320kV、最大管电流均为 15mA，均属于 II 类射线装置，主射线方向均为朝向地坪。1#探伤铅房和 2#探伤铅房分别距离已审批的 DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统约 70m、96m，分别距离移动探伤区域约 58m、71m，分别距离探伤室约 100m、72m。根据建设单位提供的管控要求，探伤作业运行遵循以下规则：①公司移动式探伤与固定式探伤作业不同时开展，且移动式探伤作业位置共 2 处，均使用同一台 XXQ-2505 型 X 射线探伤机开展作业，不涉及两处及两处以上场所同时开展移动式探伤的情况；②固定式探伤作业中，1#探伤铅房、2#探伤铅房或 DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统与探伤室存在同时运行的情况。公司拟配置 5 名辐射工作人员进行全厂区的移动式探伤与固定式探伤作业，其中 2 名辐射工作人员同时负责移动式探伤和探伤室内固定式探伤作业，另外 3 名辐射工作人员各负责位于联合生产厂房一层 B 跨区域、E 跨和 F 跨的 1 台 X 射线实时成像检测系统和 2 台工业 DR 射线装置，各自分工如下表所示。

表 9-1 本项目人员配备与岗位职责一览表

作业类型		人员数量	岗位职责
移动式探伤		2 人	共 1 组，每组 2 人，其中 1 名负责探伤装置操作，另 1 名负责现场巡视及监督检查以确保探伤现场工作场所安全及避免外来人员误入。由当日未从事固定探伤操作的辐射工作人员构成。
固定式探伤	探伤室		2 名辐射工作人员位于操作间，由 1 人轮流负责探伤装置操作
	X 射线实时成像检测系统	1 人	1 名辐射工作人员于操作台处，负责探伤装置操作
	1#探伤铅房（联合生产厂房 E 跨）	1 人	1 名辐射工作人员于操作台处，负责探伤装置操作
	2#探伤铅房（联合生产厂房 F 跨）	1 人	1 名辐射工作人员于操作台处，负责探伤装置操作
合计		5 人	/
备注：其中负责移动式探伤和探伤室内探伤作业的 2 名辐射工作人员，根据检测需求一个工作日内仅从事一种类型探伤工作，不同时从事固定式探伤与移动式探伤。			

本项目探伤工件为公司自生产的锅筒、集箱、蛇形管、连接管，材质为 Q245R/12Cr1MoG/15CrMoG/09CrCuSb，最大尺寸为 1200mm（长）×600mm（宽），最大厚度为 40mm，检测方式为抽检。实行昼间一班制，每班日工作 8 小时，每年工作 300 天（50 周，每周工作 6 天）。本项目每台工业 DR 单次探伤曝光时间均为 2min，日曝光时间约为 2h，则每台周曝光时间约为 12h，年曝光时间约为 600h。探伤室内射线装置总日曝光时间约为 4h，则每台周曝光时间约为 24h，年曝光时间约为 1200h。

### 9.3 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。

##### ①有用线束和散射辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，本项目工业 DR 最大管电压为 320kV，通过内插法可知，320kV 射线在 3mm 铜过滤条件下输出量为  $13.74\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即  $8.24\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

##### ②漏射辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）第 4.2.2 条款表 1，本项目工业 DR 在额定工作条件下，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为  $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

#### （2）臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线固定探伤过程中，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。联合生产厂房 C 跨区域探伤室顶部设有一个通风口，U 型穿墙，Z 型迷道形式，通风口尺寸为 560mm×560mm，装有通风扇，通风量为 7100m<sup>3</sup>/h，并于通风口处包裹 10mm 铅板作为屏蔽补偿。探伤室净体积约 1058m<sup>3</sup>（含迷道），有效通风换气次数不低于 6 次；位于联合生产厂房 E 跨/F 跨一层的两台工业 DR 所配置的探伤铅房顶部均设有一个通风口，U 型穿墙，通风口尺寸均为 200mm×150mm，装有通风扇，通风量均为 90m<sup>3</sup>/h，并于通风口处包裹 24mm 铅板作为屏蔽补偿。探伤铅房净体积约 5.2m<sup>3</sup>，有效通风换气次数不低于 17 次。因此，本项目 3 台工业 DR 均可满足《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

## 9.4 现有核技术利用项目工艺不足及改进情况

### 9.4.1 现有核技术利用项目基本情况

#### 1、现有核技术利用项目基本情况

公司 2024 年 11 月委托编制了《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》，建设内容为浙江南锅智能科技有限公司拟购置 6 台 X 射线探伤机（1 台 XXG-2005 型定向机、1 台 XXQ-2505 型定向机、2 台 RD-2505TH 型周向机、1 台 XXG-3005 型定向机、1 台 XXH-3505 型周向机）与 1 台 DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统于联合生产厂房车间内分别开展 X 射线固定式与移动式探伤作业。该项目于 2024 年 12 月 10 日取得了湖州市生态环境局的环境审批，审批文号：湖环辐管（2024）18 号，该项目现处于建设中，尚不具备竣工环保验收条件，详见表 1 章节。

#### 2、现有 X 射线探伤固定式探伤工艺流程

（1）现有固定式探伤工艺流程及产污环节见下图。

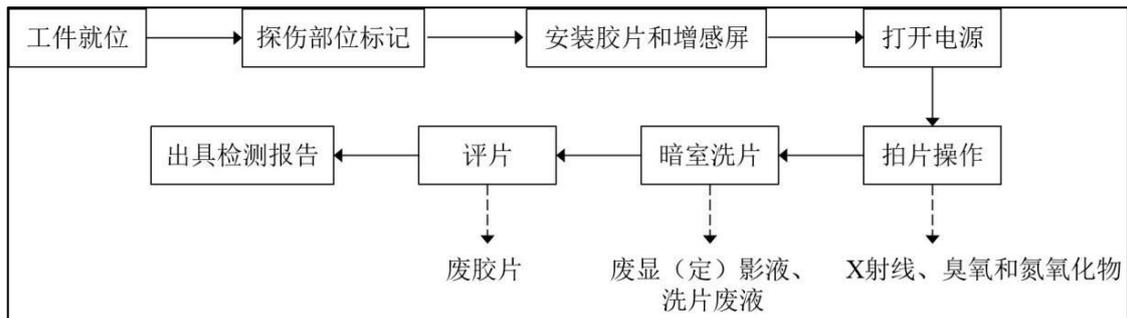


图 9-3 探伤室内 X 射线固定式探伤工艺流程及产污环节示意图

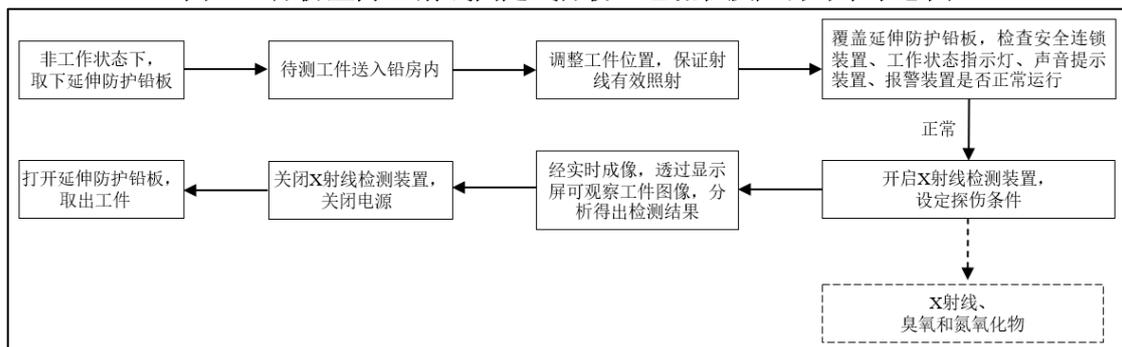


图 9-4 探 X 射线实时成像检测系统探伤工艺流程及产污环节示意图

（3）现有车间移动式探伤工业流程及产污环节见下图。

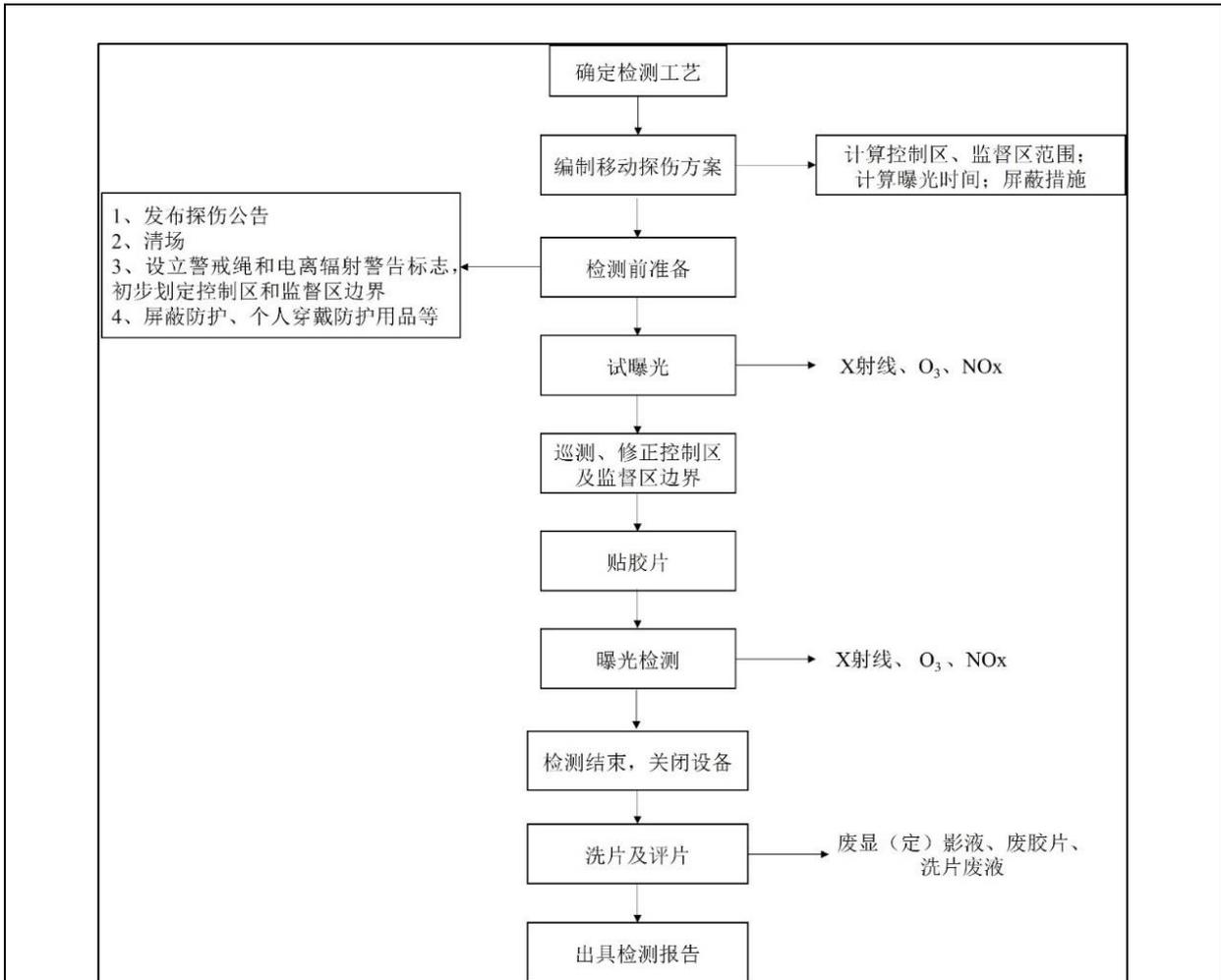


图 9-5 X 射线移动式探伤工艺流程及产污环节示意图

### 3、现有污染物排放达标分析

《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》明确该核技术利用项目运行过程中无放射性废气、放射性废水和放射性固废产生，“三废”污染物主要为探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片、洗片废液及臭氧和氮氧化物等非放射性有害气体。公司拟与有资质的单位签订危废委托处置协议，危废集中收集后统一交由有资质的单位进行处理。探伤室内设有 1 套机械排风系统，臭氧和氮氧化物通过排风管道收集后排放至外环境；X 射线实时成像检测系统所配置探伤铅房未设专用通风口，未进行探伤工作时，铅房内的臭氧与氮氧化物经铅房两侧工件进出口可将气体排至开放车间内以完成通风换气。移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，臭氧在常温常压状态下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

### 4、辐射安全管理现状

《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目》目前仍在施工阶段，公司暂未申领取得《辐射安全许可证》，尚未开展任何辐射相关的活动，所涉

及到的辐射管理工作公司正在积极安排中，公司承诺会严格按照环境影响报告表、环评批复及国家相关标准要求落实各项辐射安全措施，做好辐射安全管理和应急预案工作，保证辐射活动正常运行。由《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》中可知：

（1）公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。

（2）公司拟制定《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》、《射线装置使用登记和台账管理制度》、《辐射事故应急预案》、《自行检查和年度评估制度》和《危险废物安全处置管理制度》等规章制度。

（3）公司拟配备 4 名辐射工作人员，辐射工作人员同时负责固定式探伤与移动式探伤，固定式探伤与移动式探伤不同时开展，根据相关法律法规，辐射工作人员须通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，考核合格后方可上岗。公司拟定期组织辐射工作人员进行个人剂量检测和职业健康监护，并建立个人剂量和职业健康体检档案。

（4）公司每年拟对辐射工作场所的安全与防护状态进行年度评估，并定期委托有资质单位进行年度检测，定期在全国核技术利用辐射安全申报系统上进行辐射安全与防护状况年度报告的申报。

（5）公司拟制定《辐射事故应急预案》。公司应每年定期开展辐射事故应急预案演练，并加以总结，及时对辐射事件应急处理预案进行完善和修订。

#### 5、现有辐射工作场所安全防护措施对标符合性分析

《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》中现有辐射工作场所安全防护措施与 GBZ 117-2022 标准比对分析结果见下表。

表 9-1 现有固定式辐射工作场所安全防护措施与标准符合性分析一览表

序号	标准要求的措施	现有固定式辐射工作场所的拟建情况		符合性分析
		探伤室	探伤铅房	
1	探伤室应设置门-机联锁装置,应在门(包括工作人员防护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。探伤室内有多台探伤装置时,每台装置均应与防护门联锁。	探伤室工件防护门、人员防护门均拟设置门-机联锁装置,在防护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。由于工件防护门与人员防护门均为电动门,故拟设置防夹装置。在探伤过程中,防护门被意外打开时,应能立刻停止出束。本项目探伤室内使用多台探伤装置,每台装置均应与防护门联锁。	探伤铅房维修防护门已设置门-机联锁与灯光警示装置,在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。探伤铅房工件出入口处设有延伸铅板防护,每次开展探伤工作时均由辐射工作人员手动打开或关闭,仅在延伸铅板覆盖工件出入口后才可以进行探伤作业。	符合
2	探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置,并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别,并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	探伤室工件防护门、人员防护门和探伤室内部均拟同时设有显示“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。	本项目所配备的 X 射线数字成像检测系统属于一体化设计和制造的成套设备,设备顶部自带 1 作状态指示灯及声光报警装置,且均与射线源联锁,可起到与有显示“预备”和“照射”状态指示灯一样警示周围公众成员此处正在进行辐射探伤作业的作用。	符合
3	探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置,在操作间的操作台应有专用的监视器,可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	探伤室工件、人员出入口与探伤室内四侧顶角均拟安装监视装置,在操作室的操作台设有专用的监视器,可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	探伤铅房内已装有 1 个视频监控装置。该台 X 射线实时成像检测系统所在车间拟设有监控装置以监视探伤设备周围人员活动情况与探伤设备运行状况。	符合
4	探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	探伤室各防护门上均拟设有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	探伤铅房屏蔽体上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。于探伤铅房防护门上拟贴有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	符合
5	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。	探伤室内南北两侧分别拟安装 2 个紧急停机按钮,东侧墙体与操作台处分别拟安装 1 个紧急停机按钮,共计 6 个紧急停机按钮以确保出现紧急事故时,能立即停止照射。按钮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。按钮应带有标签,标明使用方法。	操作台拟设有 1 个急停按钮,确保出现紧急事故时,按下此按钮,关闭电源,能立即停止照射。	符合

6	探伤室应设置机械通风装置,排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。	探伤室顶部拟设置机械通风装置,排风管道外口避免朝向人员活动密集区,本项目探伤室通风口尺寸为560mm×560mm,通风量为7100m <sup>3</sup> /h,有效通风换气次数不低于6次,并于通风口处包裹10mm铅板作为屏蔽补偿。	X射线实时成像检测系统所配置探伤铅房未设专用通风口,未进行探伤工作时,铅房内的臭氧与氮氧化物经铅房两侧工件进出口可将气体排至开放车间内以完成通风换气。	符合
7	探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	探伤室内北侧拟配置固定式场所辐射探测报警装置。	装置探伤铅房非典型探伤室,体积小,人员无法由工件防护门进入探伤铅房,且正常情况下,维修门是关闭的,设备维护由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行,因此,本装置可不安装固定式场所辐射探测报警装置。	符合

表 9-2 现有移动式辐射工作场所安全防护措施与标准符合性分析一览表

序号	标准要求的措施	现有固定式辐射工作场所的拟建情况	符合性分析
1	在实施移动式探伤工作之前,使用单位应对工作环境进行全面评估,以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响(如烟雾报警器等)	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X射线移动探伤操作规程,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、停车场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。	符合
2	使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。	本项目仅使用1台XXQ-2505型X射线探伤机开展移动探伤工作,拟配备1组辐射人员(每组2名辐射工作人员),可确保开展移动式探伤工作。	符合
3	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。	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。	符合
4	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	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。	符合

	操作，否则应采取专门的防护措施。		
5	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。	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。	符合
6	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。	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，拟采用设备自带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。探伤时工件东南侧 1m 处（面向宿舍侧）拟设 1 块 1m（宽）×3m（高）的 2mmPb 移动式铅屏风，并保证探伤时探伤机位于铅屏风的中心区域，若对某些工件开展移动探伤时无法采取以上措施，则不能开展移动探伤作业。	符合
7	每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X-γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。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。	每次开展移动探伤作业，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。	符合
8	应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/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。	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，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。拟将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/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。	符合
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。	移动探伤作业区域所属车间为不规则多层建筑，移动探伤作业拟于夜间开展，且开展作业期间对厂区内各生产车间进行清场工作，以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。	符合
10	探伤机控制台（X 射线发生器控制面板或 γ 射线绕出盘）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。	探伤机控制台拟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。	符合

#### 9.4.2 改进情况分析

公司承诺会严格按照环境影响报告表、环评批复及国家相关标准要求落实各项辐射安全措施，做好辐射安全管理和应急预案工作，保证辐射活动正常运行，无改进情况。

**表10 辐射安全与防护**

## **10.1 项目安全设施**

### **10.1.1 辐射工作场所布局及合理性**

本项目辐射工作场所均位于联合生产厂房车间，由探伤室、操作间、探伤铅房、操作台、X射线探伤机贮存间、暗室、评片室、晾片室组成，各功能设施完善。

#### **(1) 探伤室**

本项目探伤室净面积为 130.64m<sup>2</sup>，内尺寸为 14200mm(长)×9200mm(宽)×8100mm(高)。探伤室西侧设有一扇工件防护门(电动移门)，门体尺寸为 5600mm(宽)×6400mm(高)，门洞尺寸为 5000mm(宽)×6000mm(高)，防护门上、下、左、右与屏蔽体搭接宽度分别为 250mm(上)、150mm(下)、300mm(左右)，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。探伤室东侧迷道处设有人员防护门(电动单开门)，门体尺寸为 1100mm(宽)×2350mm(高)，门洞尺寸为 800mm(宽)×2000mm(高)，防护门上、下、左、右与屏蔽体搭接宽度分别为 175mm(上下)、150mm(左右)。探伤室东侧隔 L 型迷道为本项目操作间，工业 DR 有用线束固定朝向探伤室底部，因此操作间可避开有用线束直射并经迷道与探伤室分开。探伤室顶棚设有一个通风口，尺寸为 560mm×560mm，装有通风扇，出口处包裹 10mm 铅板，工业 DR 有用线束不朝向顶棚且通风口内部已设置 Z 型迷道。探伤室东侧下方均设有电缆管道铺设，以 U 型方式穿墙，出线口尺寸为 300mm×300mm，出口处包裹 10mm 铅板；探伤室东侧下方设有管线口，以 U 型方式穿墙，出线口尺寸为 200mm×200mm，出口处包裹 10mm 铅板。

#### **(2) 探伤铅房**

本项目 1#和 2#探伤铅房净面积均为 2.88m<sup>2</sup>，内尺寸均为 1696mm(长)×1696mm(宽)×1976mm(高)。开展探伤时，有用线束固定朝向地坪，1#操作台位于 1#探伤铅房南侧，2#操作台位于 2#探伤铅房北侧，故可避开有用线束照射方向。1#和 2#探伤铅房东西两侧分别设有方形工件进出口，内径为 148mm，可满足管径小于 148mm 工件的探伤需求，分别于工件进出口侧设置 725mm(长)×569mm(宽)、厚度为 25mm 的延伸铅板；南侧设有一扇维修防护门(电动开启)，门体尺寸为 916mm(宽)×1570mm(高)，门洞尺寸为 746mm(宽)×1400mm(高)，防护门与屏蔽体搭接宽度上、下、左、右均为 85mm。探伤铅房屏蔽体顶棚设有 1 个电缆口，U 型穿墙，出线口尺寸为

200mm×120mm，出口处设 24mm 铅板防护罩作为屏蔽补偿，屏蔽体顶棚设有通风装置，共 1 个排风口，U 型穿墙，装有排风扇，风量：90m<sup>3</sup>/h，排风口尺寸为 200mm×150mm，出口处设 24mm 铅防护罩。

本项目探伤工件为公司自生产的锅筒、集箱、蛇形管、连接管，材质为 Q245R/12Cr1MoG/15CrMoG/09CrCuSb，最大尺寸为 1200mm（长）×600mm（宽），最大厚度为 40mm，检测方式为抽检。

综上所述，本项目探伤工作场所的功能设计较为完善，可以满足固定式探伤的基本配置需求。探伤室和探伤铅房设计可满足探伤工件进出探伤室和探伤铅房并于探伤室和探伤铅房内进行探伤检测的要求；操作间和操作台均已避开有用线束照射的方向；探伤室和探伤铅房的布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求；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、探伤铅房屏蔽防护及距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。因此，本项目各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，具体划分情况如下：

本项目固定式探伤工作场所分区详见下表，分区管理示意图见附图 11、附图 12。控制区在探伤期间禁止无关人员入内，并在探伤室防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；监督区在探伤期间限制非辐射工作人员入内。

**表 10-1 本项目固定式探伤工作场所分区管理一览表**

固定式探伤工作场所	控制区	监督区
探伤室	探伤室内部	操作间；X 射线机贮存间；探伤室南侧、北侧与西侧 1m 处；探伤室东侧紧邻建筑二层储片室与资料室
探伤铅房	探伤铅房内部	操作台；工业 DR 所处下嵌区域

### 10.1.3 辐射屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目探伤室的屏蔽防护设计方案与 E/F 跨配备的 2 台工业 DR 探伤铅房屏蔽信息见下表。

表 10-2 本项目探伤室与探伤铅房屏蔽防护设计方案

探伤室屏蔽防护设计		
项目	设计情况	
探伤室规格	外尺寸	面积为 165.36m <sup>2</sup> , 15600mm (长)×10600mm (宽)×8700mm (高)
	内尺寸	面积为 130.64m <sup>2</sup> , 14200mm (长)×9200mm (宽)×8100mm (高)
南、西、北侧墙体	700mm 混凝土	
东侧墙体	迷道内墙与外墙均为 700mm 混凝土, 内墙长 3680mm (长)×800mm (宽), 外墙长 mm, 迷道高 3m, 迷道设置形式为“Z”型迷道	
顶棚	600mm 混凝土	
底部	探伤室位于车间一层, 正下方无地下室, 地坪不做特殊防护	
工件防护门	启动方式	电动移门
	门洞尺寸	5000mm (宽)×6000mm (高)
	门体尺寸	5600mm (宽)×6400mm (高)
	屏蔽防护设计	5mm 钢板+35mm 铅板+5mm 钢板
	防护门与墙体搭接宽度	上: 250mm; 下: 150mm; 左右均为 300mm
人员防护门	启动方式	电动单开门
	门洞尺寸	800mm (宽)×2000mm (高)
	门体尺寸	1100mm (宽)×2350mm (高)
	屏蔽防护设计	5mm 钢板+30mm 铅板+5mm 钢板
	防护门与墙体搭接宽度	上下均为 175mm、左右均为 150mm
电缆管道	探伤室东侧设有 1 个电缆口, U 型穿墙, 出线口尺寸为 300mm×300mm, 出口处设 10mm 铅板作为屏蔽补偿; 探伤室东侧设有 1 个管线口, U 型穿墙, 出线口尺寸为 200mm×200mm, 出口处设 10mm 铅板作为屏蔽补偿。	
通风口	探伤室顶棚设有 1 个通风口, U 型穿墙, Z 型迷道形式, 通风口尺寸为 560mm×560mm, 出口处设 10mm 铅板作为屏蔽补偿, 通风量 7100m <sup>3</sup> /h	
1#和 2#探伤铅房屏蔽防护设计		
项目	设计情况	
铅房规格	外尺寸	面积为 6.92m <sup>2</sup> , 3030mm (长)×2284mm (宽)×3056mm (高)
	内尺寸	面积为 2.88m <sup>2</sup> , 1696mm (长)×1696mm (宽)×1976mm (高)
四侧屏蔽体	25mm 铅板+4mm 钢板	
顶棚	24mm 铅板+4mm 钢板	
底部	30mm 铅板+4mm 钢板	
工件出、入口防护	屏蔽形式	分别于工件入口、出口处设延伸铅板
	屏蔽尺寸	725mm (长)×569mm (宽)
	屏蔽厚度	25mm 铅板
维修防护门	启动方式	电动开启
	门洞尺寸	746mm (宽)×1400mm (高)
	门体尺寸	916mm (宽)×1570mm (高)
	屏蔽防护设计	25mm 铅板+4mm 钢板
	防护门与墙体搭接宽度	上、下、左、右均为 85mm
电缆管道	屏蔽体顶棚设有 1 个电缆口, U 型穿墙, 出线口尺寸为 200mm×120mm, 出口处设 24mm 铅板防护罩作为屏蔽补偿	
通风口	屏蔽体顶棚设有通风装置, 共 1 个排风口, U 型穿墙, 装有排风扇, 风量: 90m <sup>3</sup> /h, 排风口尺寸为 200mm×150mm, 出口处设 24mm 铅防护罩	
注: ①混凝土密度不低于 2.35g/cm <sup>3</sup> , 铅的密度不小于 11.3g/cm <sup>3</sup> , 钢的密度为 7.85g/cm <sup>3</sup> 。 ②探伤铅房外轮廓尺寸不等于内尺寸与两侧防护材料厚度之和, 主要因屏蔽体采用槽钢框架作为结构支撑, 整体外尺寸包含槽钢龙骨、防护层及内外衬板等构造厚度。		

本项目探伤室、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，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《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 2.5 $\mu$ Sv/h 的限值要求，职业人员和周围公众年有效剂量均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中剂量限值要求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

##### 一、探伤室辐射安全防护措施

##### 1、现有拟配置的辐射安全防护措施

《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》中对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），本项目探伤室拟具备如下辐射安全防护措施：

（1）探伤室工件防护门、人员防护门均拟设置门-机联锁装置，在防护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。由于工件防护门与人员防护门均为电动门，故拟设置防夹装置。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束。探伤室内使用多台探伤装置，每台装置均应与防护门联锁。

（2）探伤室工件防护门、人员防护门和探伤室内部均拟同时设有显示“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。

（3）探伤室工件、人员出入口与探伤室内四侧顶角均拟安装监视装置，在操作间的操作台设有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

（4）探伤室各防护门上均拟设有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

（5）探伤室内南北两侧分别拟安装 2 个紧急停机按钮，东侧墙体与操作台处分别拟安装 1 个紧急停机按钮，共计 6 个紧急停机按钮以确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮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。按钮应带有标签，标明使用方法。

(6) 探伤室顶部拟设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区，本项目探伤室通风口尺寸为 560mm×560mm，通风量为 7100m<sup>3</sup>/h，有效通风换气次数不低于 6 次，并于通风口处包裹 10mm 铅板作为屏蔽补偿。

## 2、拟补充的辐射安全和防护措施

(1) 拟设置工业 DR 装置与防护门联锁，在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束。

(2) 拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，与工业 DR 联锁。

(3) 拟设置工业 DR 的急停按钮以确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

探伤室辐射安全和防护设施布置方案见附图 11。

## 二、探伤铅房安全防护措施

### 1、出厂前已具备的防护措施

(1) 本项目 1#和 2#探伤铅房维修防护门已设置门-机联锁与灯光警示装置，在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。探伤铅房工件出入口处设有延伸铅板防护，每次开展探伤工作时均由辐射工作人员手动打开或关闭，仅在延伸铅板覆盖工件出入口后才可以进行探伤作业。

(2) 本项目 1#和 2#探伤铅房防护门上已贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。

(3) 本项目所配备的工业 DR 探伤铅房属于一体化设计和制造的成套设备，设备顶部自带 1 工作状态指示灯及声光报警装置，且均与射线源联锁，可起到与有显示“预备”和“照射”状态指示灯一样警示周围公众成员此处正在进行辐射探伤作业的作用。

(4) 本项目 1#和 2#探伤铅房内部东侧和操作台各设有 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，按下此按钮，关闭电源，能立即停止照射。

(5) 本项目 1#和 2#探伤铅房内部西侧屏蔽体上设有 1 个监控探头，在操作台的操作台设有专用的监视器，可监视工业 DR 内的探伤设备运行情况。

(6) 本项目 1#和 2#探伤铅房顶部均设有一个通风口，通风口尺寸均为 200mm×150mm，装有通风扇，通风量均为 90m<sup>3</sup>/h，并于通风口处包裹 24mm 铅板作为屏蔽补偿。探伤铅房净体积约 5.2m<sup>3</sup>，有效通风换气次数不低于 17 次。

### 2、本次拟增加的防护措施

(1) 本项目 1#和 2#探伤铅房所在车间拟设监控装置以监视探伤设备周围人员活

动情况与探伤设备运行状况。

(2) 建设单位拟建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施，并将辐射工作制度张贴在工作现场。

(3) 建设单位拟建立探伤装置使用台账。

(4) 各项辐射安全管理规章制度均上墙。

本项目探伤铅房辐射安全和防护设施布置方案见附图 13。

### 三、固定式探伤操作放射防护要求

(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- $\gamma$  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) 固定式探伤工作人员应定期测量探伤室或探伤铅房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- $\gamma$  剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$  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、探伤铅房维修防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否正常；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。

#### 10.1.5 探伤设施退役

1、本项目射线装置后期如报废，公司应按照《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。参考《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，分别对资质要求、拆解过程安全防护、备案或核销等提出要求如下：拆解射线装置的单位需要具备相应的许可证和资质，确保具备安全防护和处理放射性物质的能力；拆解过程中必须遵循严格的安全防护措施，保障操作人员和周围环境的安全，防止放射性污染和辐射泄漏；对于射线装置的拆解活动，需要向相关部门进行备案或获得审批。

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。

### 10.1.6 初步退役管理方案

1、射线装置达到使用年限或不再使用时，由使用部门提出报废申请，经辐射安全管理部门及单位负责人审批后实施。报废时须对设备进行断电、拆除关键部件等无害化处理，使其永久丧失辐射发生功能；按生态环境部门要求规范处置，完整记录报废时间、型号、去向等台账信息，严禁擅自转让、丢弃。

2、公司探伤室/探伤铅房永久停用需拆解屏蔽墙体、防护门等屏蔽设施时，应编制简易拆解方案。拆解前委托有资质单位开展辐射环境监测，确认无辐射污染风险后方可施工；拆解过程做好现场安全管控，产生的废弃物按相关环保要求处置，全过程留存监测数据与现场记录。

3、公司全部射线装置报废、探伤室永久停用且不再开展任何辐射活动时，及时向生态环境主管部门申请办理辐射安全许可证注销手续。注销前完成设备处置、屏蔽体清理、辐射环境监测等工作，整理设备档案、运行记录、监测报告、退役资料等，按监管要求提交材料并完成审批流程。

4、设备报废、屏蔽体拆解、许可注销等全过程文件、记录、监测报告统一归档留存，满足监管追溯要求。

### 10.1.7 辐射监测仪器与防护用品配置

根据建设提供资料可知，公司拟配置 5 名辐射工作人员进行全厂区的移动式探伤与固定式探伤作业，各自分工如下表所示。

表 10-3 本项目人员配备与岗位职责一览表

作业类型		人员数量	岗位职责
移动式探伤		2 人	共 1 组，每组 2 人，其中 1 名负责探伤装置操作，另 1 名负责现场巡视及监督检查以确保探伤现场工作场所安全及避免外来人员误入。由当日未从事固定探伤操作的辐射工作人员构成。
固定式探伤	探伤室		2 名辐射工作人员位于操作间，由 1 人轮流负责探伤装置操作
	X 射线实时成像检测系统	1 人	1 名辐射工作人员于操作台处，负责探伤装置操作
	1#探伤铅房（联合生产厂房 E 跨）	1 人	1 名辐射工作人员于操作台处，负责探伤装置操作
	2#探伤铅房（联合生产厂房 F 跨）	1 人	1 名辐射工作人员于操作台处，负责探伤装置操作
合计		5 人	/

备注：其中负责移动式探伤和探伤室内探伤作业的 2 名辐射工作人员，根据检测需求一个工作日内仅从事一种类型探伤工作，不同时从事固定式探伤与移动式探伤。

《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》中已要求建设单位需配备 4 枚个人剂量计，4 台个人剂量报警仪、2 台便携式 X-γ 剂量率仪与 1 台固定式场所辐射探测报警装置，因此，还需配置 1 枚个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪，方能够满足本项目的仪器配备要求。

本项目用于探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定/校准，并取得相应证书。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。

## 10.2 三废的治理

### (1) 臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线作业状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。本项目 X 射线固定探伤作业开展时，探伤室内拟设有机械通风系统，该通风口尺寸为 560mm×560mm，通风量为 7100m<sup>3</sup>/h，探伤室净体积约 1058m<sup>3</sup>，有效通风换气次数不低于 6 次，该部分废气通过排风管道排至探伤室外，再通过联合生产厂房排风扇引至厂房外环境中，对环境影响较小。工业 DR 所自带的探伤铅房顶部均设有一个通风口，通风口尺寸均为 200mm×150mm，装有通风扇，通风量均为 90m<sup>3</sup>/h，并于通风口处包裹 24mm 铅板作为屏蔽补偿。探伤铅房净体积约 5.2m<sup>3</sup>，有效通风换气次数不低于 17 次，该部分废气通过排风管道排至探伤铅房外，再通过联合生产厂房排风扇引至厂房外环境中对周围环境影响较小。

## 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

本项目联合生产厂房 C 跨区域的探伤室施工阶段的环境影响，已在《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》（审批文号：湖环辐管〔2024〕18 号）中进行了全面评价，包括施工期扬尘、噪声、固体废物、废水等污染因素的源强分析、防治措施及环境影响结论。本次环评不再对探伤室施工阶段的环境影响进行重复评价，施工阶段需严格按照原环评报告及批复要求落实各项污染防治措施，确保施工期环境影响可控。本项目联合生产厂房 E 跨/F 跨一层配备的工业 DR 为一体化设备，无土建施工阶段。

#### 11.1.2 设备安装调试阶段

本项目工业 DR 安装调试阶段对于环境主要影响为 X 射线、臭氧和氮氧化物以及包装材料等固废。本项目探伤设备的安装与调试均由专业人员在探伤室内进行，经过墙体/探伤铅房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。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其他固体废物进行处置，不得随意丢弃。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

为分析预测本项目辐射设备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。

根据《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》探伤室内前期拟配置 6 台 X 射线探伤机，本项目探伤室拟配置 1 台工业 DR，最大管电压为 320kV，最大管电流为 15mA，有用线束朝向底部。探伤室内每次仅开启 1 台探伤机进行探伤作业，不存在 2 台及 2 台以上探伤机同时运行的工况。本项目联合生产厂房 E 跨/F 跨一层的 2 台工业 DR，2 台射线装置最大管电压均为 320kV，最大管电流均为 15mA，有用线束均朝向探伤铅房地坪，工件防护门均位于东侧，各侧屏蔽体的防护均一致，且均位于各跨下嵌区域，周围环境一致，因此本次预测分析仅进行一次，不重复分析每台工业 DR。

综上所述，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，本次评价将探伤室和探伤铅房四侧屏蔽体、顶棚及防护门均按非有用线束进行考虑，由于探伤室与探伤铅房正下方均为土层，无地下室，故辐射环境影响分析不考虑朝向地坪的辐射。

探伤室所在联合生产厂房 C 跨车间为单层建筑，工业 DR 有用线束不朝顶棚照射，且根据表 11-1 预测分析可知，本项目工业 DR 对探伤室顶棚处泄漏辐射、散射辐射的剂量率贡献值远远低于剂量率限值，故本项目不考虑天空反散射对周围环境的影响。

### 11.2.1 预测点位选取

《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》中探伤室内拟购置 6 台 X 射线探伤机（1 台 XXG-2005 型定向机、1 台 XXQ-2505 型定向机、2 台 RD-2505TH 型周向机、1 台 XXG-3005 型定向机、1 台 XXH-3505 型周向机），最大管电压为 350kV、最大管电流为 5mA。本次探伤室内拟配置的 MXR-320HP/11 型工业 DR 最大管电压为 320kV、最大管电流为 15mA，且有用线束朝底部，该射线装置电压低于前期已配置的 X 射线探伤机最大管电压，本项目为了进一步的验证工业 DR 运行产生的辐射环境影响，本次评价将其纳入探伤室辐射影响预测分析。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的要求，关注点通常为距探伤室外表面 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分别选取探伤室、探伤铅房实体屏蔽体外 30cm 处作为关注点，由于探伤室与探伤铅房正下方为土层，无地下室，故不对地坪外 30cm 设关注点预测其辐射水平。关注点详情见表 11-2，关注点位分布见图 11-1、图 11-2、图 11-3。

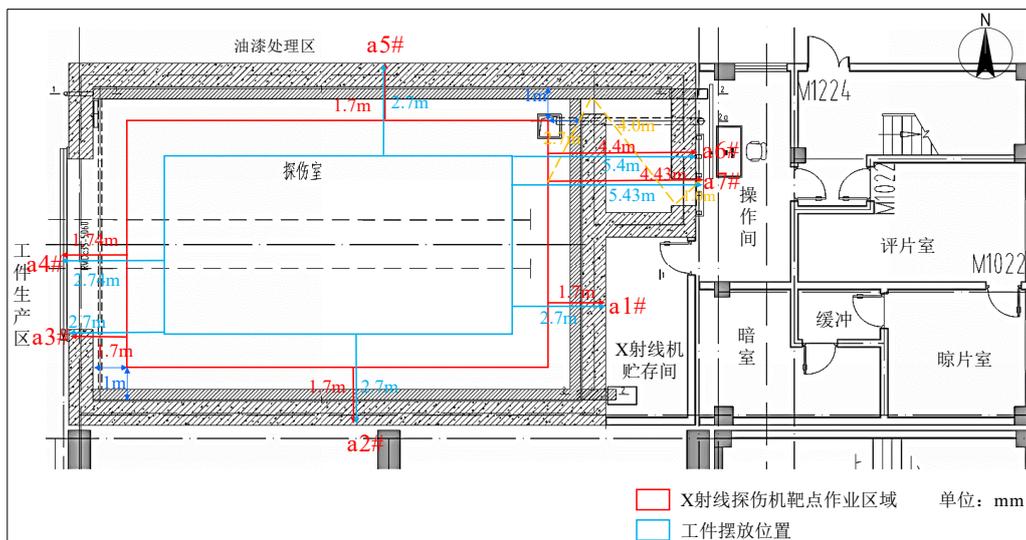


图 11-1 本项目探伤室平面预测点位示意图

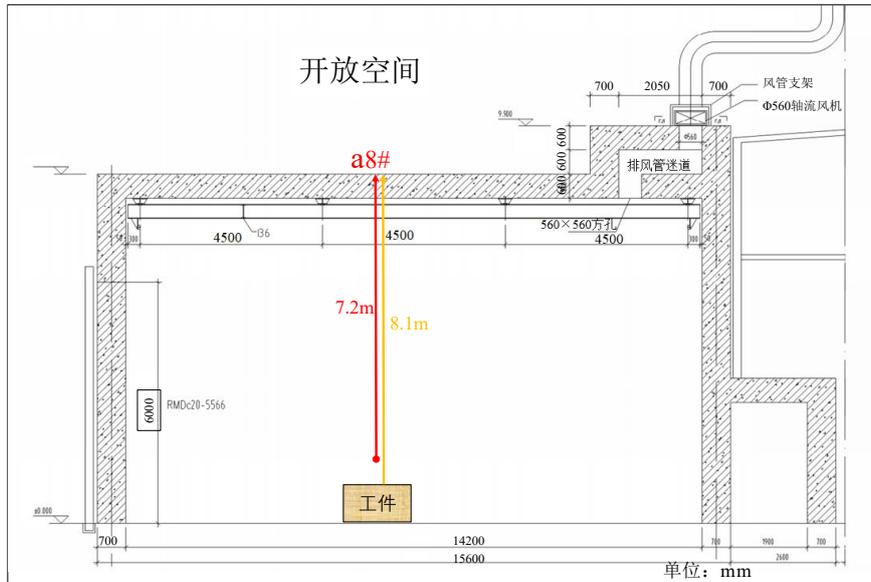


图 11-2 本项目探伤室剖面预测点位示意图

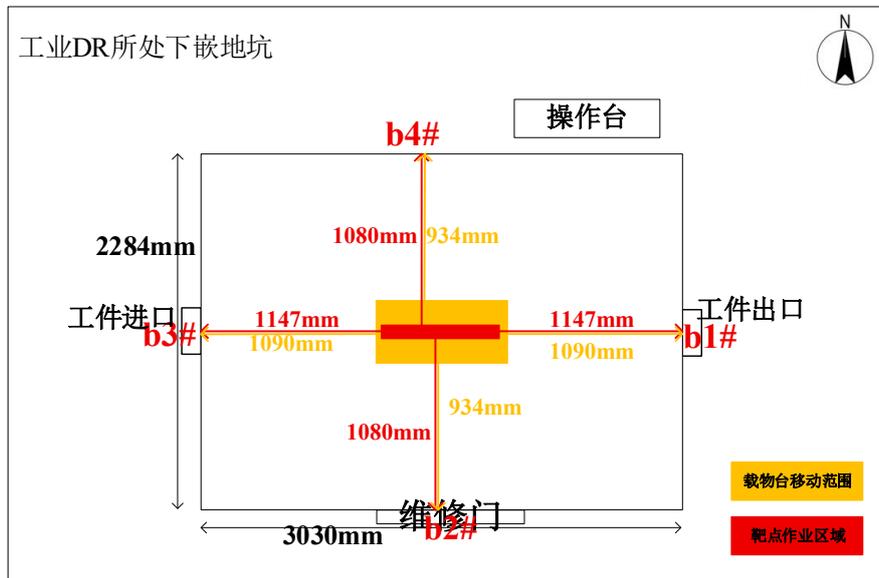


图 11-3 本项目探伤铅房预测点位平面示意图

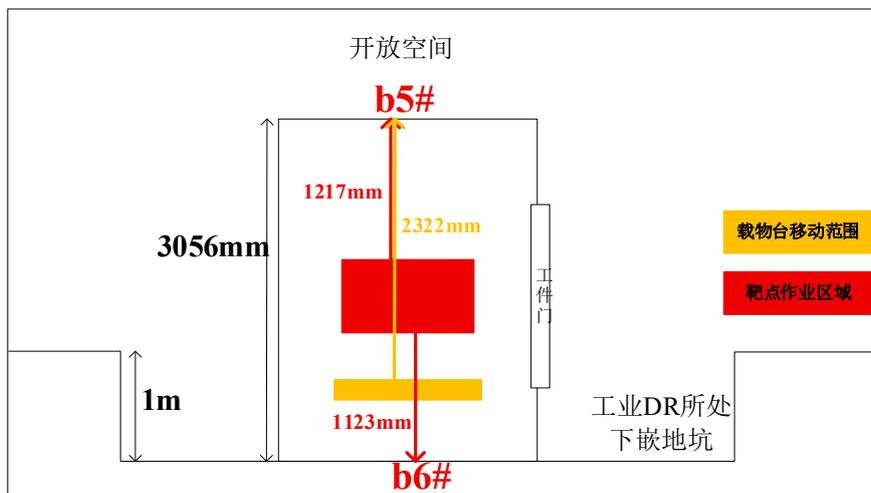


图 11-4 本项目探伤铅房预测点位剖面示意图

表 11-1 本项目固定式探伤场所关注点位一览表

探伤室关注点位信息一览表				
关注点位	点位描述	源点与关注点距离 R (m)	散射体至关注点距离 Rs (m)	需屏蔽的辐射类型
a1# 东墙外 30cm 处	X 射线机贮存间	2.0	3.0	泄漏辐射 散射辐射
a2# 南墙外 30cm 处	车间过道	2.0	3.0	
a3# 西墙外 30cm 处	工件生产区	2.0	3.0	
a4# 工件防护门外 30cm 处	工件生产区	2.0	3.0	
a5#北墙外 30cm 处	油漆处理区	2.0	3.0	
a6# 东墙外 30m 处	控制台	4.7	5.7	
a7#人员防护门外 30cm 处	操作间	4.7	5.7	泄漏辐射 散射辐射 迷道散射
a8#顶棚外 30cm 处	开放空间	7.2	8.1	泄漏辐射 散射辐射
探伤铅房关注点位信息一览表				
关注点位	点位描述	源点与关注点距离 R (m)	散射体至关注点距离 Rs (m)	需屏蔽的辐射类型
b1# 东侧屏蔽体外 30cm 处	工业 DR 所处下嵌地坑	1.4	1.4	泄漏辐射 散射辐射
b2# 南侧屏蔽体外 30cm 处		1.4	1.2	
b3# 西侧屏蔽体外 30cm 处		1.4	1.4	
b4# 北侧屏蔽体外 30cm 处		1.4	1.2	
b5# 顶棚屏蔽体外 30cm 处	车间一层开放空间	1.5	2.6	
B6# 底部屏蔽体外 30cm 处	工业 DR 所处下嵌地坑	1.4	/	有用线束
备注：①本项目探伤室正下方为土层，无地下室，属于无人员可达区域，故辐射环境影响分析未对地坪外 30cm 处设关注点预测；②工业 DR 南侧维修门、西侧工件进口和东侧工件出口与同侧屏蔽体的防护水平相同，且同侧屏蔽体相对于维修门和工件进出口距离射线源更近，故本次以南侧、东侧和西侧屏蔽体为例进行预测分析。				

### 3、计算公式

#### (1) 有用线束计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的有用线束辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-1）计算，然后由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽物质厚度：

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

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 15mA；

$H_0$ ——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《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，本项目工业 DR 最大管电压为 320kV，通过内插法可知，320kV 射线在 3mm 铜过滤条件下输出量为  $13.74 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即  $8.24 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.1，通过做趋势线公式计算可得 300kV X 射线穿过 30mm 铅时的透射因子取  $1.2 \times 10^{-7}$ ，通过内插法可知 400kV X 射线穿过 30mm 铅时的透射因子取  $1.3 \times 10^{-6}$ ，因此通过内插法可知 320kV X 射线穿过 30mm 铅时的透射因子取  $3.5 \times 10^{-7}$ ；

R——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

#### （1）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 (11-1) 计算：

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad (11-1)$$

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《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2，当管电压为 320kV 时，可知混凝土相应的 TVL 值为 100mm，采用内插法得铅相应的 TVL 值为 6.2mm。

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1；

$H_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时 ( $\mu\text{Sv/h}$ )，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）第 4.2.2 条款表 1，当管电压  $>200\text{kV}$  时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为  $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

#### （2）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：

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

式中：

I——X 射线探伤装置在在高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），根据企业提供的资料，本项目取 15mA；

$H_0$ ——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《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，本项目工业 DR 最大管电压为 320kV，通过内插法可知，320kV 射线在 3mm 铜过滤条件下输出量为  $13.74 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即  $8.24 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

$B$ ——屏蔽透射因子，根据公式  $B=10^{-X/TVL}$ ， $X$  为屏蔽层厚度， $TVL$  为什值层厚度。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，本项目原始 X 射线为 320kV，则 X 射线 90° 散射辐射最高能量为 250kV，经查附录 B 表 B.2，此时对应的什值层厚度  $TVL$  为：混凝土 90mm，铅 2.9mm。

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

$R_0$ ——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《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（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° 时，其值为：60（150kV）和 50（200~400kV），本项目最大管电压为 320kV，属于 200kV~400kV 区间，因此  $\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$  因子取值为 50。

$R_s$ ——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（11-3）计算

$$\dot{H}_{L,h} = \eta_{\gamma S} \cdot \frac{F_{j0} \cdot \alpha_{\gamma 1} \cdot \alpha_{\gamma 2} \cdot a_1 \cdot a_2}{r_1^2 \cdot r_{R1}^2 \cdot r_{R2}^2} \quad (11-3)$$

式中：

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

$F_{j0}$ ——辐射源处辐射水平， $\mu Sv \cdot m^2/h$ ；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， $Gy \cdot m^2 / (mA \cdot min)$ ；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1，通过内插法可知，320kV 射线在 3mm 铜过滤条件下输出量为  $13.74 mGy \cdot m^2 / (mA \cdot min)$ ，即  $8.24 \times 10^5 \mu Sv \cdot m^2 / (mA \cdot h)$ ，则  $F_{j0}$  取值为  $1.24E+07 \mu Sv \cdot m^2/h$ 。

$a$ ——射线束在反射物上的投照面积， $m^2$ ；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即为 0.8m，迷道高度为 3m，则  $a_1 = a_2 = 2.4 m^2$ 。

$r_l$ ——辐射源同反射点之间的距离， $m$ ，本项目取值为 2.7m；

$r_R$ ——反射点到参考点的距离， $m$ ，本项目  $r_{R1} = 4.0m$ ， $r_{R2} = 1.0m$ ；

光子散射后的能量  $E$  按式（11-4）计算

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1 - \cos \theta)}{0.511}} \quad (11-4)$$

式中：

$E_0$ ——入射光子能量，MeV；

$\theta$ ——散射角，°；

$\alpha_\gamma$ ——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；第一次反射的入射光子能量取 0.32MeV，散射角  $\theta$  取 60°，则  $\alpha_{\gamma 1}$  为 0.023；第二次反射的入射光子能量根据式(11-4)计算得 0.24MeV，散射角  $\theta$  取 60°，则  $\alpha_{\gamma 2}$  为 0.024；散射后能量根据式(11-4)计算得 0.19MeV。

$\eta_{\gamma S}$ ——辐射减弱的透射比，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 B 表 B.2，由内插法可知 190kV X 射线在铅中的什值层 TVL 为 1.3mm，则  $\eta_{\gamma S}$  为 8.38E-24。

### 3、预测结果

根据公式(11-1)~(11-4)，代入相关参数，本项目探伤室运行时周围环境辐射水平预测结果见表 11~2 至表 11~3。

表 11-2 探伤室各关注点位辐射剂量率预测结果一览表

关注点位	射线类型	屏蔽材料 X	I(mA)	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$ $/H_L(\mu\text{Sv/h})/F_{j0}(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h})$	X/TVL	$B/\eta_{\gamma S}$	$R/R_S^{\text{①}}$ (m)	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a1# (东墙)	泄漏辐射	700mm 混凝土	/	5.00E+03	700/100	1.00E-07	2.0	1.25E-04	5.83E-04
	散射辐射		15	8.24E+05	700/90	1.67E-08	3.0	4.58E-04	
a2# (南墙)	泄漏辐射	700mm 混凝土	/	5.00E+03	700/100	1.00E-07	2.0	1.25E-04	5.83E-04
	散射辐射		15	8.24E+05	700/90	1.67E-08	3.0	4.58E-04	
a3# (西墙)	泄漏辐射	700mm 混凝土	/	5.00E+03	700/100	1.00E-07	2.0	1.25E-04	5.83E-04
	散射辐射		15	8.24E+05	700/90	1.67E-08	3.0	4.58E-04	
a4#(工件门)	泄漏辐射	35mm 铅板	/	5.00E+03	35/6.2	2.26E-06	2.0	2.83E-03	2.83E-03
	散射辐射		15	8.24E+05	35/2.9	8.53E-13	3.0	2.34E-08	
a5# (北墙)	泄漏辐射	700mm 混凝土	/	5.00E+03	700/100	1.00E-07	2.0	1.25E-04	5.83E-04
	散射辐射		15	8.24E+05	700/90	1.67E-08	3.0	4.58E-04	
a6# (东墙)	泄漏辐射	1400mm 混凝土	/	5.00E+03	1400/100	1.00E-14	4.7	2.26E-12	4.38E-12
	散射辐射		15	8.24E+05	1400/90	2.78E-16	5.7	2.12E-12	
a7#(人员门)	泄漏辐射	700mm 混凝土	/	5.00E+03	700/100	1.00E-07	4.7	2.26E-05	1.50E-04
	散射辐射		15	8.24E+05	700/90	1.67E-08	5.7	1.27E-04	
	迷道散射	30mm 铅板	15	4.12E+06	30/1.3	8.38E-24	$r_1=2.7$ $r_{R1}=4.0$ $r_{R2}=1.0$	2.82E-21	
a8# (顶棚)	泄漏辐射	600mm 混凝土	/	5.00E+03	600/100	1.00E-06	7.5	8.89E-05	8.44E-04
	散射辐射		15	8.24E+05	600/90	2.15E-07	8.4	7.55E-04	

注：① $R/R_S$ =源点作业区域/散射体移动区域与屏蔽体外侧的距离+外表面 30cm，结果向下保留 1 位小数。

表 11-3 探伤铅房各关注点位辐射剂量率预测结果一览表

关注点位	射线类型	屏蔽材料 X	I(mA)	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$ $/H_L(\mu\text{Sv/h})/F_{j0}(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h})$	X/TVL	B	$R/R_s^{①}$ (m)	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
b1# (东侧)	泄漏辐射	25mm 铅板	/	5.00E+03	25/6.2	9.28E-05	1.4	2.37E-01	2.37E-01
	散射辐射		15	8.24E+05	25/2.9	2.40E-09	1.4	3.02E-04	
b2# (南侧)	泄漏辐射	25mm 铅板	/	5.00E+03	25/6.2	9.28E-05	1.4	2.37E-01	2.37E-01
	散射辐射		15	8.24E+05	25/2.9	2.40E-09	1.2	4.11E-04	
b3# (西侧)	泄漏辐射	25mm 铅板	/	5.00E+03	25/6.2	9.28E-05	1.4	2.37E-01	2.37E-01
	散射辐射		15	8.24E+05	25/2.9	2.40E-09	1.4	3.02E-04	
b4#(北侧)	泄漏辐射	25mm 铅板	/	5.00E+03	25/6.2	9.28E-05	1.4	2.37E-01	2.37E-01
	散射辐射		15	8.24E+05	25/2.9	2.40E-09	1.2	4.11E-04	
b5# (顶棚)	泄漏辐射	24mm 铅板	/	5.00E+03	24/6.2	1.35E-04	1.5	2.99E-01	2.99E-01
	散射辐射		15	8.24E+05	24/2.9	5.30E-09	2.6	1.94E-04	
B6# (底部)	有用线束	30mm 铅板	15	8.24E+05	/	3.50E-07	1.4	2.33E+00	2.21E+00

注：① $R/R_s$ =源点作业区域/散射体移动区域与屏蔽体外侧的距离+外表面 30cm，结果向下保留 1 位小数。

②射线装置采用铅板+钢板作为屏蔽材料，本项目仅考虑铅板的防护进行预测分析。

由表 11-2 和表 11-3 预测结果可知，本项目工业 DR 在最大工况运行时，探伤室各关注点处辐射剂量率最大值为  $2.83 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，探伤铅房各关注点处辐射剂量率最大值为  $2.21 \text{Sv/h}$ ，探伤铅房最大值位于探伤铅房底部，由于探伤铅房正下方为土层，无地下室，属于无人员可达区域，均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  的要求。

1#探伤铅房和 2#探伤铅房分别距离已审批的 DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统约 70m、96m，分别距离移动探伤区域约 58m、71m，分别距离探伤室约 100m、72m。根据建设单位提供的管控要求，探伤作业运行遵循以下规则：①公司移动式探伤与固定式探伤作业不同时开展，且移动式探伤作业位置共 2 处，均使用同一台 XXQ-2505 型 X 射线探伤机开展作业，不涉及两处及两处以上场所同时开展移动式探伤的情况；②固定式探伤作业中，1#探伤铅房、2#探伤铅房、DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统与探伤室存在同时运行的情况。因此，本项目需考虑 1#探伤铅房、2#探伤铅房、DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统与探伤室同时运行的叠加影响。D 跨生产区点位均在 1#探伤铅房、2#探伤铅房、DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测

系统与探伤室 50m 评价范围内，故本报告以 D 跨生产区点位为例分析四个固定式探伤工作场所的叠加影响。

表 11-4 四个固定式探伤工作场所同时运行产生的叠加影响

场所描述	贡献剂量射线装置/探伤工作场所	贡献值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	叠加影响 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
D 跨生产区	1#探伤铅房	2.37E-01 (b1#点位)	7.00E-01
	2#探伤铅房	2.37E-01 (b2#点位)	
	DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统	1.07E-02*	
	探伤室	2.15E-01*	

注：①D 跨生产区距离几个探伤工作场所最近距离为 32m，根据周围剂量当量率与距离平方成反比的特性，距离越远，周围剂量当量率越小，本项目保守按照关注点处的剂量进行叠加。

②\*取值为《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》中 X 射线实时成像检测系统东侧屏蔽体外 30cm 处和探伤室西墙外 30cm 处关注点剂量预测值。

综上，四个固定式探伤辐射工作场所同时运行时各关注点位辐射剂量率仍小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的限值要求。

### 11.2.2 局部贯穿分析

本项目探伤室东侧设有 1 个电缆口，U 型穿墙，出线口尺寸为  $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ ，管道埋深为 700mm；设有 1 个管线口，U 型穿墙，出线口尺寸为  $200\text{mm}\times 200\text{mm}$ ，出口处均设 10mm 铅板作为屏蔽补偿，管道埋深为 600mm。探伤室顶棚设有 1 个通风口，U 型穿墙，Z 型迷道形式，通风口尺寸为  $560\text{mm}\times 560\text{mm}$ ，出口处设 10mm 铅板作为屏蔽补偿。有用线束通过通风口后，经顶棚 600mm 混凝土+10mm 铅板屏蔽，根据表 11-2 可知顶棚屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率为  $8.44\times 10^{-4}\mu\text{Sv/h}$ ，故加上铅板的屏蔽时也能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关标准要求，同时根据《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铅房墙外，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。综上，本项目探伤电缆、管线及排风等各类管道的布置方式不会破坏屏蔽体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

本项目工业 DR 铅房屏蔽体顶部设有 1 个电缆口，U 型穿墙，出线口尺寸为  $200\text{mm}\times 120\text{mm}$ ，出口处设 24mm 铅板防护罩作为屏蔽补偿；排风口设于顶棚，共 1 个排风口，U 型穿墙，装有排风扇，风量： $90\text{m}^3/\text{h}$ ，排风口尺寸为  $200\text{mm}\times 150\text{mm}$ ，出口处设 24mm 铅防护罩。根据表 11-3 预测结果可知，顶棚屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率为  $0.299\mu\text{Sv/h}$ ，本项目电缆孔和排风口处铅板和同一侧屏蔽体的防护性能相同，因此，可以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关标准要求。

### 11.2.3 人员受照剂量

#### 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：

$$E = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (11-5)$$

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，具体数值见下表。

表 11-5 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、估算结果

由于射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系，同方向人员受照剂量仅需考虑与源点距离最近且居留因子最大的保护目标。利用表 11-2 和 11-3 的相关数据，本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见下表。

表 11-6 本项目人员受照剂量计算参数及计算结果一览表

人员属性			居留因子	源点散射体与关注点距离(m)	源点散射体与保护目标距离(m)	关注点处辐射剂量率取值(μSv/h)	保护目标处辐射剂量率取值(μSv/h)	周受照时间(h/周)	周受照总剂量(μSv/周)	年受照时间(h/a)	年受照总剂量(mSv/a)	
探伤室评价范围内保护目标人员受照预测结果												
职业	操作间	东侧	1	2.0	2	3.24E-04 (a1#关注点)	3.24E-04	24	7.78E-03	1200	3.89E-04	
	X 射线机贮存间		1	2.0	2		3.24E-04		7.78E-03		3.89E-04	
	暗室、缓冲间、晾片室与评片室		1	2.0	4		8.10E-05		1.94E-03		9.72E-05	
	储片室、资料室与工具间		1	2.0	2		3.24E-04		7.78E-03		3.89E-04	
公众	厂区道路	东侧	1/8	2.0	11	3.24E-04 (a2#关注点)	1.07E-05	24	3.21E-05	1200	1.61E-06	
	浙江蔓蒂科技有限公司		1	2.0	23		2.45E-06		5.88E-05		2.94E-06	
	过道	南侧	1/8	2.0	2	3.24E-04 (a2#关注点)	3.24E-04		4.86E-04		2.43E-05	1.22E-05
	仓库		1/8	2.0	4		8.10E-05		2.43E-04		1.22E-05	
	A 跨与 B 跨生产区		1	2.0	13		7.67E-06		4.60E-05		2.30E-06	
	厂区道路	西侧	1/8	2.0	45	2.83E-03 (a4#关注点)	6.40E-07		1.92E-06		9.60E-08	2.12E-04
	过道		1/8	2.0	2		2.83E-03		4.25E-03		2.12E-04	
	工件生产区		1	2.0	10		1.13E-04		6.79E-04		3.40E-05	
	锅筒集箱制作区等 C 跨其他生产区		1	2.0	37		8.27E-06		4.96E-05		2.48E-06	
	过道	北侧	1/8	2.0	2	4.68E-03 (a7#关注点)	4.68E-03		7.02E-03		3.51E-04	
	移动式成品油漆房		1/4	2.0	7		3.82E-04		2.29E-03		1.15E-04	
	D 跨与 E 跨生产区		1	2.0	14		9.55E-05		5.73E-04		2.87E-05	
1#探伤铅房（联合生产厂房 E 跨）评价范围内保护目标人员受照预测结果												
职业	操作台	南侧	1	1.2	2.2	2.37E-01 (b1#关注点)	2.37E-01	12	8.46E-01	600	4.23E-02	
	探伤铅房所处下嵌区域	周围	1	1.2	1.2		2.37E-01		2.84E+00		1.42E-01	
公众	E 跨生产线	东侧	1	1.4	3.4	2.37E-01 (b1#关注点)	4.02E-02	12	4.82E-01	600	2.41E-02	
	2#探伤铅房拟建址		1/4	1.4	49.4		1.90E-04		5.71E-04		2.86E-05	
	E 跨生产线	南侧	1	1.2	3.2		3.33E-02		4.00E-01		2.00E-02	
	组装焊接区		1/4	1.2	10.2		3.33E-02		9.84E-03		4.92E-04	
	C 跨与 D 跨生产区		1	1.2	20.2		8.36E-04		1.00E-02		5.02E-04	
	E 跨生产线	西侧	1	1.4	3.4		4.02E-02		4.82E-01		2.41E-02	
厂区道路	1/8		1.4	48.4	1.98E-04	2.97E-04	1.49E-05					

	E 跨生产线	北侧	1	1.2	3.2		3.33E-02		4.00E-01		2.00E-02	
	F 跨生产区		1	1.2	8.2		5.08E-03		6.09E-02		3.05E-03	
	厂区内道路		1/8	1.2	27.2		4.61E-04		6.92E-04		3.46E-05	
	浙江雄进智能装备有限公司		1	1.2	51.2		1.30E-04		1.56E-03		7.81E-05	
	E 跨二层生产区（焊接区）	上方	1	1.5	8.3	2.99E-01 (b5#关注点)	9.77E-03	1.17E-01	5.86E-03			
	E 跨三层生产区		1	1.5	15.3		2.87E-03	3.45E-02	1.72E-03			
2#探伤铅房（联合生产厂房 F 跨）评价范围内保护目标人员受照预测结果												
职业	操作台	北侧	1	1.2	2.2		2.37E-01		8.46E-01		4.23E-02	
	探伤铅房所处下嵌区域	周围	1	1.2	1.2		2.37E-01		2.84E+00		1.42E-01	
公众	F 跨生产线	东侧	1	1.4	3.4	2.37E-01 (b1#关注点)	4.02E-02	12	4.82E-01	600	2.41E-02	
	F 跨生产线	南侧	1	1.4	3.4		4.02E-02		4.82E-01		2.41E-02	
	C 跨~E 跨生产区		1	1.4	9.4		5.26E-03		6.31E-02		3.15E-03	
	F 跨生产线	西侧	1	1.4	3.4		4.02E-02		4.82E-01		2.41E-02	
	1#探伤铅房拟建址		1/4	1.4	49.4		1.90E-04		5.71E-04		2.86E-05	
	F 跨生产线	北侧	1	1.2	3.2		3.33E-02		1.00E-01		5.00E-03	
	厂区内道路		1/8	1.2	7.2		6.58E-03		9.88E-03		4.94E-04	
	浙江雄进智能装备有限公司		1	1.2	27.2		4.61E-04		5.54E-03		2.77E-04	
	浙江科扬幕墙有限公司		1	1.2	49.2		1.41E-04		1.69E-03		8.46E-05	
	F 跨二层生产区（装配区）	上方	1	1.5	8.3		2.99E-01 (b5#关注点)		9.77E-03		1.17E-01	5.86E-03
	F 跨三层生产区		1	1.5	15.3				2.87E-03		3.45E-02	1.72E-03

根据上表计算可知，本项目建设后当射线装置处于最大运行工况下，所致辐射工作人员最大受照周有效剂量为 2.84 $\mu$ Sv，年有效剂量为 0.142mSv；所致公众最大受照周有效剂量为 0.482 $\mu$ Sv，年有效剂量为 2.41 $\times 10^{-2}$ mSv。考虑已审批辐射工作场所与本项目辐射工作场所叠加影响分析，根据《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》表 11 预测章节可知，探伤室和 DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统开展固定式探伤作业时，所致辐射工作人员最大受照周有效剂量为 0.256 $\mu$ Sv，年有效剂量为 1.28 $\times 10^{-2}$ mSv；所致公众最大受照周有效剂量为 0.829 $\mu$ Sv，年有效剂量为 4.14 $\times 10^{-2}$ mSv，叠加后所致辐射工作人员最大受照周有效剂量为 3.10 $\mu$ Sv，年有效剂量为 0.155mSv；所致公众最大受照周有效剂量为 1.31 $\mu$ Sv，年有效剂量为 6.55 $\times 10^{-2}$ mSv。综上，辐射工作人员和公众年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5$ mSv/a；公众成员 $\leq 0.25$ mSv/a），也满足

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中规定的剂量限值要求(职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ ; 公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ); 周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“对放射工作场所, 其值应不大于  $100\mu\text{Sv/周}$ , 对公众场所, 其值应不大于  $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求。

由于 1#探伤铅房、2#探伤铅房、DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统与探伤室存在同时运行的工况, 50m 评价范围内存在受照共同点, D 跨生产区点位在四个固定式探伤工作场所评价范围内, 故以 D 跨生产区带我内考虑公众年有效剂量叠加影响分析。

**表 11-7 四个固定式探伤工作场所同时运行时关注点位公众年有效剂量叠加影响一览表**

关注点	贡献场所	贡献值 (mSv/a)	叠加影响 (mSv/a)
D 跨生产区	1#探伤铅房	2.41E-02	8.36E-02
	2#探伤铅房	2.41E-02	
	DU105-XRIS-II-225 型 X 射线实时成像检测系统	8.96E-03*	
	探伤室	2.64E-02*	

注: \*取值为《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》中 X 射线实时成像检测系统东侧和探伤室西侧生产区点位的公众年有效剂量预测值。

由上表可知, 四个固定式探伤工作场所同时运行时, 评价范围内受照共同点 D 跨生产区公众年有效剂量为  $8.36 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$ , 满足本项目的剂量约束值  $0.25\text{mSv/a}$  的要求。

## 11.3 事故影响分析

### 11.3.1 事故风险分析

建设单位使用的射线装置属II类射线装置, 可能的事故工况主要有以下几种情况:

(1) 检测过程中, 门-机联锁装置、紧急停机按钮等失效使工作人员和公众误闯或误留, 引发辐射事故。

(2) 操作人员违规操作, 造成周围人员的不必要照射, 引发辐射事故。

(3) 2台自带铅房且安装于下嵌区域工业DR, 地坑上部防护设施缺失、警示标识不清, 无关人员误入地坑区域, 在装置出束时受到照射。

(4) 下嵌区域工件辊道卡滞, 人员违规进入地坑排查, 未确认停机状态导致误照射。

### 11.3.2 事故防范措施

(1) 从事X射线探伤的辐射工作人员必须经过有关部门的专业培训, 具备上岗资格证, 业务熟练; 严格遵守射线装置的使用管理规定和操作规程, 禁止违章操作、野蛮

作业；作好装置的日常维护保养，定期检查，保证设备始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

（2）定期检查维护，确保门机联锁装置、紧急停机按钮、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等安全措施正常运转，保持完好；定期对射线装置进行检修维护，定期对周围辐射水平进行检测，发现异常，及时切断电源，请厂家对设备进行维护维修。

（3）射线装置在调试和使用时，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施，调试和维修工作由厂家专业人员承担。

（4）每次曝光前，操作人员须在控制台逐项确认：铅房门关闭锁紧、地坑盖板到位、下嵌区域无人、警示装置正常、联锁信号正常，双人签字确认后，方可启动曝光；曝光期间全程监控设备运行状态，严禁离岗。

（5）每日作业前，对铅房屏蔽体、防护门、地坑盖板、防护围栏、联锁装置、急停按钮进行全面检查，记录检查结果；每周对下嵌地坑内屏蔽封堵、电缆穿线孔防护情况进行专项巡检，发现破损、移位立即整改。

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》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。对于射线装置被盗事故，还应向公安部门报告。

**表12 辐射安全管理**

## **12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置**

### **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》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。

根据相关法律法规，公司拟应成立辐射安全管理领导小组，由于《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》中根据相关标准，要求公司拟应成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。该辐射安全管理领导小组成立后可满足本次项目环保管理工作的需求，因此，本次评价不额外要求成立辐射安全管理领导小组。

### **12.1.2 辐射工作人员管理**

#### **(1) 辐射工作人员培训**

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《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）精神，所有辐射工作人员必须通过生态环境部举办的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，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）自主培训并参加考核取得成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

根据《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录（2021 年版）》，本项目操作人员辐射安全考核专业类别为 X 射线探伤。

#### **(2) 个人剂量检测**

建设单位拟为新增辐射工作人员进行个人剂量检测。个人剂量计检测周期一般为一个月，最长不超过 3 个月，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应终生保存。

#### **(3) 职业健康体检**

新增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，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查，并建立个人健康档案。建设单位拟组织新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，建立个人健康档案，并长期保存，并每 2 年进行在岗期间体检，离岗前进行离岗体检。

本项目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的人员信息均需保持一致。

## 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和防护管理办法》等有关要求，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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并制定完善的辐射事故应急措施。

《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目》目前仍在施工阶段，医院暂未申领取得《辐射安全许可证》，尚未开展任何辐射相关的活动，因此，本小节所涉及到的辐射管理工作公司正在积极安排中，公司承诺会严格按照环境影响报告表、环评批复及国家相关标准要求落实各项辐射安全措施，做好辐射安全管理和应急预案工作，保证辐射活动正常运行。《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》中已要求公司根据相关标准制定《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和台账管理制度》、《辐射事故应急预案》、《自行检查和年度评估制度》、《危险废物安全处置管理制度》等规章制度。

结合考虑到公司本次配备的工业 DR 设备，本次评价建议贵公司结合本项目开展特点，对相关辐射安全管理制度进行针对性的补充、完善，重新制定相关规章制度后张贴于工业 DR 相关辐射工作现场，使之切实可行又符合相关管理规定，并付诸严格执行。拟补充、完善的内容如下：

- (1) 工业 DR 操作规程；
- (2) 射线装置报废管理制度；
- (3) 辐射安全档案管理制度；
- (4) 工业 DR 辐射工作场所的监测方案纳入监测制度；
- (5) 结合工业 DR 运行时的辐射风险，完善辐射事故应急预案。

综上所述，贵公司在落实上述制度后，能够确保本项目工业 DR 装置的安全使用，满足国家相关的辐射安全管理及技术层面要求。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，并严格按照制度进行。

### **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。根据实际情况，建设单位需制定辐射监测方案，包括个人剂量监测、探伤机检测、辐射环境监测。

#### **12.3.1 监测仪器**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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。

根据建设提供资料可知，公司拟配置 5 名辐射工作人员进行全厂区的移动式探伤与固定式探伤作业，其中 2 名辐射工作人员同时负责移动式探伤和探伤室内固定式探伤作业，另外 3 名辐射工作人员各负责位于联合生产厂房一层 B 跨区域、E 跨和 F 跨的 1 台 X 射线实时成像检测系统和 2 台工业 DR 射线装置。《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》中已要求建设单位需配备 4 枚个人剂量计，4 台个人剂量报警仪、2 台便携式 X-γ 剂量率仪与 1 台固定式场所辐射探测报警装置。因此，还需配置 1 枚个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪，方能够满足本项目的仪器配备要求。

#### **12.3.2 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。建设单位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，建设单位应跟踪分析原因，优化实践行为。

#### **12.3.3 场所环境监测**

本项目正式投入使用后，建设单位须定期对探伤室、工业 DR 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) 年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量当量率进行监测，监测周期为 1 次/年；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。

(2) 日常自我监测

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），制定辐射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，本项目射线装置投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。

(3) 监测内容和要求

A、监测内容：周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-1 场所监测计划

工作场所	监测项目	监测点位	监测依据	监测周期
探伤室、1#和 2#探伤铅房	年度监测	(1) 探伤室及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、电缆管孔、通风口表面 30cm 处； (3) 操作台、操作位及人员常驻留位置。	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	1 次/年
	自主监测			1 次/年
	验收监测			竣工验收
	个人剂量当量	所有辐射工作人员	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）	常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月

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

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。”辐射事故应急预案主要包括以下内容：

- (1) 应急机构和职责分工（明确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，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取应急措施，明确事故类型，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。事故处理完毕后，单位须分析事故原因，吸取经验教训，采取相关措施以防类似事故重复发生。

《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目》现阶段处于建设中，暂未有辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，本次评价建议公司在《《浙江南锅智能科技有限公司 X 射线固定式与移动式探伤建设项目环境影响报告表》要求制定的《辐射事故应急预案》中补充完善工业 DR 设备相关应急内容，并应每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，以验证该预案的有效性。为降低事故发生概率，公司必须加强管理力度，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

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目工程概况

公司拟在厂区内联合生产厂房 E 跨和 F 跨一层拟建设一下嵌区域，于区域内各配置 1 台工业 DR，并在前期已审批过的联合生产厂房 C 跨探伤室内扩建 1 台工业 DR 对自生产的锅筒、集箱、蛇形管和连接管等工件进行无损检测。本项目采用数字成像，非胶片成像，不涉及显/定影液和胶片的使用，不会产生废显/定影液、洗片废水及废胶片等危险废物，故无需要设置暗室、评片室和危废暂存间。

#### 13.1.2 辐射安全与防护结论

(1) 本项目探伤室、探伤铅房屏蔽防护性能符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的相关要求。

(2) 本项目为 X 射线固定式探伤作业的开展配备符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)要求的相关辐射检测防护用品。

#### 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

本项目工业 DR 在最大工况运行时，探伤室、探伤铅房外各关注点处辐射剂量率均不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的要求。

##### (3) 个人剂量影响预测结论

经剂量估算，本项目所致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 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ )；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“对放射工作场所，其值应不大于  $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于  $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求。

##### (4) “三废”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固废产生。

本项目 X 射线固定探伤作业开展时，探伤室、探伤铅房内设有机械通风系统，该

部分废气通过排风管道排至探伤室、探伤铅房外，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对环境影响较小。

#### **13.1.4 辐射安全管理结论**

(1) 建设单位拟按规定成立辐射安全与环境保护管理机构，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拟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体检，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) 建设单位拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，制定相关辐射安全管理规章制度，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**

本项目位于浙江省湖州市安吉县长三角（湖州）产业合作区天子湖园区（天子湖TZH-06-01-23号-1地块），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，符合区域规划环评要求。本项目符合《安吉县生态环境分区管控动态更新方案》和三区三线的要求，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。本项目固定式探伤评价范围内无居民点和学校等环境敏感点。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**

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。

##### **(3) 实践正当性分析结论**

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。

#### （4）环保可行性结论

综上所述，本项目选址具有合理性，符合土地利用规划要求、符合区域规划环评要求、符合《安吉县天子湖镇国土空间总体规划（2021-2035年）》要求、符合《安吉县生态环境分区管控动态更新方案》和三区三线要求，符合产业政策要求、符合实践正当性原则，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，建设单位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，严格执行相关法律法规，落实有关规定并及时更新完善。

（3）建设单位在项目实施过程中，严格落实各项辐射防护措施和环境管理要求，加强对辐射工作人员的培训和管理，确保项目的辐射安全和环境安全。同时，应加强与周边居民的沟通和协调，及时解决公众关心的问题，营造良好的社会环境。

#### 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）环评报批后，建设单位需及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

（3）建设项目竣工后，建设单位应当按照《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，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报

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