

编号：WKFHP-23005

核技术利用建设项目

浙江上能锅炉有限公司  
X 射线探伤室改扩建项目  
环境影响报告表  
(公示稿)

浙江上能锅炉有限公司

2023 年 4 月

生态环境部制

核技术利用建设项目

浙江上能锅炉有限公司  
X 射线探伤室改扩建项目  
环境影响报告表

建设单位名称：浙江上能锅炉有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省绍兴市上虞区章镇工业区

邮政编码：

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.....	10
表 3 非密封放射性物质.....	10
表 4 射线装置.....	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6 评价依据.....	13
表 7 保护目标与评价标准.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	20
表 9 项目工程分析与源项.....	23
表 10 辐射安全与防护.....	31
表 11 环境影响分析.....	38
表 12 辐射安全管理.....	51
表 13 结论与建议.....	55

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		浙江上能锅炉有限公司 X 射线探伤室改扩建项目			
建设单位		浙江上能锅炉有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省绍兴市上虞区章镇工业区			
项目建设地点		浙江省绍兴市上虞区章镇工业区制造车间			
立项审批部门		---	批准文号	---	
建设项目总投资 (万元)		300	项目环保投资 (万元)	10	投资比例(环保投资/总投资) 3.3%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	约 137
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	/				
<p><b>1.1 项目概述</b></p> <p><b>1.1.1 建设单位简介</b></p> <p>浙江上能锅炉有限公司（以下简称公司）成立于 2007 年 05 月 29 日，位于浙江省绍兴市上虞区章镇工业区，经营范围为：锅炉制造、加工、安装、改造、维修；其他压力容器、暖通设备、制冷设备、通风设备、环保设备、机电制造、加工；进出口业务贸易。公司已委托编制《浙江上能锅炉有限公司年产 500 台 SNZG-ZWNS 型智能型高效热水机组建设项目环境影响报告表》，于 2013 年 04 月 24 日取得原上虞区环境保护局的批复，批复文号：虞环审[2013]44 号（见附件 4），并于 2015 年 02 月 10 日取得原绍兴市上虞区环境保护局的竣工环保验收意见，文号：虞环建验（2015）10 号（见附</p>					

件4)。

公司目前在制造车间西南侧建有一间X射线探伤室，并配置2台X射线探伤机（1台定向探伤机型号为XXQ2505；1台周向探伤机型号为XXH2505）从事X射线室内探伤项目。该项目已于2013年07月26日取得原绍兴市环境保护局的批复，批复文号：绍市环审[2013]113号（见附件4），并于2016年04月21日取得原绍兴市上虞区环境保护局的竣工环保验收意见，文号：虞环建验（2016）49号（见附件4）。

公司于2019年09月26日延续辐射安全许可证，证书编号：浙环辐证[D2191]，种类和范围：使用II类射线装置。有效期至2024年09月25日（见附件3）。

### 1.1.2 项目建设目的和任务由来

由于市场需求，公司需探伤的工件尺寸和厚度变大，现有探伤室防护门及探伤室尺寸已不能满足现有产品探伤需求，公司拟拆除现有探伤室及辅助用房，在原址上改扩建一间X射线探伤室，并配套建设操作室、暗室、评片室等辅助用房，本项目危废暂存间依托原有危废间。并在原有2台X射线探伤机的基础上，新增3台X射线探伤机，在探伤室对企业生产的压力容器等进行无损检测。本次环评所涉及的探伤工作仅限于探伤室内。

现有探伤室的2名辐射工作人员及2枚个人剂量计、1台便携式巡测仪、2台X射线探伤机（1台定向探伤机型号为XXQ2505；1台周向探伤机型号为XXH2505）移交本项目使用。待本项目实施后，公司最终的辐射活动规模为5台X射线探伤机。根据探伤工件的规格、尺寸、厚度的不同，需要不同型号以及不同出束方式的探伤机进行探伤。公司不同规格探伤工件所对应探伤机型号选取见下表。

表1-1 X射线探伤机的适用范围

序号	设备名称	类别	规格型号	最大管电压/管电流	适用范围
1	X射线探伤机 (定向)	II类	XXQ2505	250kV, 5mA	最大工件厚度40mm, 探伤工件局部
2	X射线探伤机 (周向)	II类	XXH2505	250kV, 5mA	最大工件厚度30mm, 探伤工件内部360°
3	X射线探伤机 (周向)	II类	XXGH3005Z	300kV, 5mA	工件厚度30mm~50mm, 探伤工件内部360°
4	X射线探伤机 (定向)	II类	XXG3505	350kV, 5mA	工件厚度40mm~55mm, 探伤工件局部
5	X射线探伤机 (周向)	II类	XXGH3505Z	350kV, 5mA	工件厚度50mm~55mm, 探伤工件内部360°

对照《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），项目使用 X 射线探伤机属于 II 类射线装置；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版，生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目使用 II 类射线装置的”，因此项目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，浙江上能锅炉有限公司正式委托卫康环保科技（浙江）有限公司（原杭州卫康环保科技有限公司）对本项目进行辐射环境影响评价（见附件 1）。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、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。

### 1.1.3 项目建设内容与规模

**拆除重建：**公司拟拆除制造车间西南侧的 1 间探伤室、1 间操作室、1 间暗室、1 间评片室等辅助用房，拟在原址改扩建 1 间探伤室、1 间操作室、1 间暗室、1 间评片室等辅助用房。探伤室内拟新增 3 台 X 射线探伤机，拟将现有探伤室的 2 台 X 射线探伤机移交至改扩建探伤室。X 射线机技术参数详见表 1-2。

**现有保留：**本项目危废暂存间依托原有危废间。

表 1-2 X 射线机技术参数

序号	设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压/管电流	用途	备注
1	X 射线探伤机 (定向)	II 类	XXQ2505	1 台	250kV, 5mA	室内探伤	现有
2	X 射线探伤机 (周向)	II 类	XXH2505	1 台	250kV, 5mA	室内探伤	现有
3	X 射线探伤机 (周向)	II 类	XXGH3005Z	1 台	300kV, 5mA	室内探伤	拟购
4	X 射线探伤机 (定向)	II 类	XXG3505	1 台	350kV, 5mA	室内探伤	拟购
5	X 射线探伤机 (周向)	II 类	XXGH3505Z	1 台	350kV, 5mA	室内探伤	拟购

注：1、X 射线探伤机只在探伤室内使用，探伤室内不存在 2 台或 2 台以上探伤机同时开机的工况；  
2、周向机射线主射方向为北、南、顶棚和地坪垂直周向；定向机主射方向为北。

## 1.2 项目选址与环境保护目标

### 1.2.1 公司地理位置及外环境

浙江上能锅炉有限公司位于浙江省绍兴市上虞区章镇工业区。厂区东侧为浙江天竺纺机有限公司；南侧为高速路政办公楼、临时性仓库、章镇互通高速；西侧为浙江明机风机有限公司；北侧为发展路，隔路为浙江创城汽车零部件有限公司。其地理位置详情见附图1，周围环境关系见附图2。

### 1.2.2 项目地理位置及周围环境概况

项目改扩建探伤室位于制造车间西南侧（车间为单层建筑，且无地下层），东侧距离探伤室 2m 为成品区；南侧距离探伤室约 17m、36m、48m 分别为厂区道路、临时性仓库、高速路政办公楼；西侧紧邻操作室、暗室和评片室，距离探伤室约 3m 为办公室；北侧距离探伤室 1m 为外购件库；无地下层，探伤室为单层建筑，探伤室顶为不上人屋顶。厂区总平面布置图见附图 3，制造车间平面布置见附图 4，本项目探伤工作场所周边环境实景图见附图 9。

### 1.2.3 项目周围保护目标

参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）评价范围的相关规定，本项目射线装置为II类射线装置，并且设置了专门的探伤室作为射线装置的实体屏蔽。因此，本次评价从偏安全的角度考虑，以探伤室墙体外 50m 的区域作为评价范围。评价范围示意图见附图 2。

探伤室墙体外 50m 范围内主要为浙江上能锅炉有限公司内部区域、高速路政办公楼、临时性仓库。因此，本项目环境保护目标主要为从事 X 射线探伤机操作的辐射工作人员、辐射工作场所周围其他非辐射工作人员和公众成员。

### 1.2.4 选址合理性分析

本项目位于浙江上能锅炉有限公司制造车间西南侧，不新增土地。同时，本项目用地性质属于工业用地（见附件 5），周围无环境制约因素。项目探伤室周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营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公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

### 1.2.5 布局合理性分析

本项目改扩建探伤工作场所由探伤室、操作室、暗室和评片室组成。本项目探伤机有用线束照射方向为北、南、顶棚和地坪。操作室、人员防护门及电缆口位于探伤室西侧，均避开探伤机有用线束照射范围。工件防护门位于探伤室东侧，在此设置工件车间

轨道，方便工件的出入。探伤室布局在公众相对较少区域，辅助用房集中建设，布局相对合理。探伤工作场所分区及布局情况详见附图 6。

### 1.3 相关规划符合性分析

#### 1、国土空间规划符合性

本项目位于浙江省绍兴市上虞区章镇工业区，用地性质为工业用地（见附件5），项目建设符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

#### 2、“三线一单”符合性

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》（环环评〔2021〕108号），“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”，项目建设应强化“三线一单”约束作用。

##### （1）生态保护红线

根据《绍兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于“ZH33060420005上虞区章镇镇工业小区产业集聚重点管控单元”，属于重点管控单元。与绍兴市生态保护红线分布图对比，此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，本项目改扩建场所周围环境 $\gamma$ 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

本项目主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网，且利用效率高。总体而言，本项目符合资源利用上线的要求。

##### （4）生态环境准入清单

根据《绍兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于“ZH33060420005上虞区章镇镇工业小区产业集聚重点管控单元”，属于重点管控单元，该管控单元生态环境准入清单见表 1-3。



表 1-3 本项所在管控单元生态环境准入清单

生态环境管控要求		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	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、禁止新建三类工业项目，现有三类工业项目扩建、改建不得增加污染物排放总量，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。3、合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生态绿地等隔离带。4、严格执行畜禽养殖禁养区规定。	本项目为 X 射线工业探伤项目，不属于三类工业项目和畜禽养殖。项目建设地点位于浙江上能锅炉有限公司制造车间内，厂房与居民区、工业企业之间设绿化带。	符合
污染物排放管控	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、新建二类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。3、加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。4、加强土壤和地下水污染防治与修复。	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。危废在厂区内暂存，委托有资质单位处置。要求公司落实雨污分流。	符合
环境风险防控	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；加强风险防控体系建设。	要求公司制定相关应急预案，并向所在生态环境主管部门备案。	符合
资源开发率要求	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。	项目使用清洁能源，运行过程推进清洁生产理念，节约资源，提高能源有效利用。	/

综上，本项目建设能够符合“三线一单”的管控要求。

#### 1.4 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第29号令《产业结构调整指导目录（2019年本）》及中华人民共和国国家发展和改革委员会第49号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

#### 1.5 实践正当性分析

X射线探伤在工业上的应用在我国是一门成熟的核技术应用实践，对保证产品质量方面有十分重要的作用。项目改扩建一间X射线探伤室，并配备5台X射线探伤机，目的是实现对压力容器的无损检测，将有效的提升企业的产品质量和产品的合格率。本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，同时对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。因此，该项目使用探伤机的目的是正当可行的。

## 1.6 劳动定员及工作制度

1、劳动定员：本项目拟配备2名辐射工作人员，为公司现有辐射工作人员；

2、工作时间：辐射工作人员每天共工作8小时，每年工作300天（50周）。根据建设单位提供的资料，本项目X射线探伤机单次拍片曝光时间最大为3min，年最大拍片500次；X射线年出束时间为25h，周出束时间约为0.5h。

## 1.7 原有核技术利用项目许可情况

### 1.7.1 原辐射安全许可证许可射线装置

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，证书编号：浙环辐证[D2191]（见附件3），有效期为2019年09月26日至2024年09月25日；许可种类和范围：使用II类射线装置。

### 1.7.2 已批复环评和验收的射线装置

公司已许可的现有设备为：2台II类射线装置，详见表1-4。

表 1-4 公司现有核技术利用项目情况一览表

装置名称	规格型号	类别	数量	最大管电压/ 管电流	使用场所	环评批复	验收情况
定向工业 X射线探 伤机	XXQ2505	II类	1台	250kV, 5mA	探伤室	绍市环审 [2013]113 号	虞环建验 (2016) 49号
周向工业 X射线探 伤机	XXH2505	II类	1台	250kV, 5mA	探伤室		

### 1.7.3 辐射安全管理现状

(1) 公司已成立以符海忠为组长的辐射安全防护小组，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作。明确了相关负责人和各成员及其职责，内容较为完善，见附件9。

(2) 公司已制定一系列的辐射安全管理制度，具体制度有《辐射安全管理制度》、

《辐射防护和安全保卫制度》、《使用场所安全措施》、《岗位职责》、《射线装置操作规程》、《使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《辐射事故应急预案》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、检测工作良好，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) 公司现有辐射工作人员 2 名。所有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。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，单名辐射工作人员的年有效剂量最大为 0.15mSv，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，也未超过剂量管理约束值。根据公司提供的职业健康体检报告（2019 年度），张金树可继续从事放射性工作，健康无异常。企业应尽快安排未体检人员进行职业健康检查，并建立职业健康档案。公司现有辐射工作人员信息一览表见表 1-5。

表 1-5 公司现有辐射工作人员信息一览表

序号	姓名	辐射安全与防护 培训证书编号/发 证时间	2022 年个人剂量监测结果 (mSv)					职业健康体 检时间/结论
			1季度	2季度	3季度	4季度	合计	
1	曹建江	FA23ZJ1200272/ 2023.03.08	0.03	M	0.05	M	0.09	/
2	张金树	FA23ZJ1200258/ 2023.03.08	0.04	M	0.10	M	0.15	2019.07.09/ 可继续原放 射工作

注：上述个人剂量检测数据均已扣除本底值；最低探测水平 MDL：0.01mSv，个人剂量统计按 MDL 值一半计。

(4) 公司现有核技术利用项目运行过程中无放射性废气、放射性废水产生，“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、废胶片及臭氧和氮氧化物等。目前公司已与杭州立佳环境服务有限公司签订了危废委托处置合同（见附件 7），危废集中收集后统一交由杭州立佳环境服务有限公司进行处置。现有探伤室已设置机械排风系统，少量的臭氧和氮氧化物通过通风管引至室外，影响较小。

(5) 现有防护用品与辐射监测仪器

公司现有防护用品与辐射监测仪器与统计清单见表1-6，可以满足现有探伤室室内探伤工作要求。

表1-6 现有防护用品与辐射监测仪器清单

序号	名称	数量
1	便携式巡测仪	1台
2	个人剂量计	2个
3	电离辐射警示标志	2个
4	工作状态警示灯	2个
5	紧急停机按钮	5个
6	声音提示装置	2个

(6) 辐射事故应急公司已制定《辐射事故应急预案》，见附件 10。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。

### 1.8 项目公示情况

项目在环评期间（公示地点：项目地、上虞区章镇镇新区村村民委员会。公示时间：2023 年 03 月 10 日 2023 年 03 月 23 日，公示内容详见附件 16）未收到群众的来电、来信及来访，没有收到反对意见。

**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)	年最大操作量 (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》(GB18871-2002)。

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
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射线探伤机 (定向)	II类	1台	XXQ2505	250	5	室内探伤	探伤室	现有
2	X射线探伤机 (周向)	II类	1台	XXH2505	250	5	室内探伤	探伤室	现有
3	X射线探伤机 (周向)	II类	1台	XXGH3005Z	300	5	室内探伤	探伤室	拟购
4	X射线探伤机 (定向)	II类	1台	XXG3505	350	5	室内探伤	探伤室	拟购
5	X射线探伤机 (周向)	II类	1台	XXGH3505Z	350	5	室内探伤	探伤室	拟购

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氙靶情况			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	排放口活度	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	臭氧半衰期一般为20~30分钟,经排风系统排入大气
废显（定）影液	液态	—	—	约 0.833kg	约 10kg	—	专用容器收集后暂存于危废暂存间	委托有资质的单位处理
废胶片	固态	—	—	约 0.0125kg	约 0.15kg	—		

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>；年排放总量为 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>）或活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（2014 年修订）》（中华人民共和国主席令第 9 号），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（2018 年修订）》（中华人民共和国主席令第 24 号），2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号），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，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（2019 年修改）》，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修正本）》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(7) 《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 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部 国家卫生计生委公告 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) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录》（2021 年版），生态环境部令第 15 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 关于发布《建设项目危险废物环境影响评价指南》的公告，原环境保护部公告 2017 年第 43 号，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2015 年本）》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015 年本）》的通知，原浙江省环境保护厅浙环发（2015）38 号，2015 年 10 月 23 日起施行；</p> <p>(14) 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（2019 年本）》的通知，浙环发〔2019〕22 号，浙江省生态环境厅，2019 年 12 月 20</p>
------	---



	<p>日起施行；</p> <p>(15) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》(2021年省政府令第388号)，2021年2月10日修订；</p> <p>(16) 《浙江省辐射环境管理办法》(2021年省政府令第388号)，2021年2月10日修订；</p> <p>(17) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》，生态环境部公告2019年第38号，2019年10月24日施行；</p> <p>(18) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告2019年第39号，2019年10月25日施行；</p> <p>(19) 《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日施行；</p> <p>(20) 《危险废物转移管理办法》，生态环境部令第23号，2022年1月1日起施行；</p> <p>(21) 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省人民代表大会常务委员会第71号公告，自2022年8月1日施行；</p> <p>(22) 《绍兴市生态环境局关于授权各分局办理部分行政许可事项的通知》，绍市环函〔2020〕10号。</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γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(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>(10) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2001) 及 2013 年修改单。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1) 环评委托书，见附件1；</p> <p>(2) 建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。</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），确定评价范围为 X 射线探伤室边界 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

### 7.2 保护目标

结合厂区总平面布局及现场勘查情况，本项目探伤室评价范围 50m 内主要为浙江上能锅炉有限公司内部区域、高速路政办公楼、临时性仓库，无医院、幼儿园等敏感建筑，不涉及生态保护红线。因此，本项目环境保护目标为评价范围 50m 内从事 X 射线探伤机操作的辐射工作人员、辐射工作场所周围其他非辐射工作人员和公众成员。

表 7-1 本项目环境保护目标基本情况

场所位置	环境保护目标		方位	关注点名称	与探伤室边界最近距离 (m)	人数	受照类型	年剂量约束值 (mSv)
制造车间探伤室	职业	探伤场所操作人员	西侧	操作室、暗室、评片室	紧邻	2 人	职业照射	5.0
	公众	非辐射工作人员	东侧	成品区	2	3 人	公众照射	0.25
			南侧	厂区道路	17	约 10 人次/天		
			西侧	办公室	3	4 人		
			北侧	外购件库	1	2 人		
		普通公众	南侧	临时性仓库	36	约 2 人		
高速路政办公楼	48	约 2 人						

注：本项目探伤室无地下室，因此本项目探伤室地面不列为环境保护目标。

### 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的潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

## （2）辐射工作场所的分区

### 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。

## （3）剂量限值

### B1.1 职业照射

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

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;

## （4）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）中11.4.3.2条款：“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”，遵循辐射防护最优化原则，结合项目实际情况，本次评价取职业照射剂量限值的25%、公众照射剂量限值的25%分别作为本项目剂量约束值管理目标，具体见表7-2。

表7-2 剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业照射有效剂量	5.0mSv/a
公众照射有效剂量	0.25mSv/a

### 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。本标准适用于使用 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。本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

## 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/T250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 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 GB18871 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。

### 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 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

#### 3.2 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 探伤装置的操作室应置于探伤室外，操作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）等评价标准，确定本项目的管理目标。

①工作场所剂量率控制水平：探伤室四侧墙体及防护门表面外 30cm 处剂量率不超过

2.5 $\mu$ Sv/h；探伤室上方无已建、拟建建筑物，探伤室旁邻近建筑物不在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内，探伤室顶棚为不上人顶棚，因此探伤室顶棚外表面30cm处的剂量率参考控制水平取100 $\mu$ Sv/h。

②剂量约束限值：职业人员年有效剂量不超过5mSv；

公众年有效剂量不超过0.25mSv。

③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。

④固体废物

固体废物的处理、处置均应满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中的有关规定要求。危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及修改单中的相关要求。危险废物还应按《危险废物转移管理办法》、《危险废物污染防治技术政策》（环发[2001]199号）的规定进行分类管理、存放、运输和处理处置。

**表 8 环境质量和辐射现状**

## **8.1 项目地理和场所位置**

### **8.1.1 项目地理位置**

浙江上能锅炉有限公司位于浙江省绍兴市上虞区章镇工业区，其地理位置见附图 1。改扩建探伤室所在制造车间东侧为厂区道路、浙江天竺纺机有限公司，南侧为厂区道路、办公楼、临时性仓库、高速路政办公楼，西侧为厂区道路、浙江明机风机有限公司，北侧为厂区道路、发展路、浙江创城汽车零部件有限公司。本项目周围环境情况见附图 2。

### **8.1.2 项目场所位置**

本项目探伤工作场所位于制造车间西南侧（车间为单层建筑，且无地下层），由探伤室、操作室、暗室、评片室组成，危废暂存间位于探伤室西侧约 10m 处。探伤工作场所东侧为成品区，南侧为厂区道路，西侧为办公室，北侧为外购件库，无地下层。本项目探伤室所在车间平面布局见附图 4，探伤工作场所周围实景图见附图 9。

## **8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位**

### **8.2.1 环境现状评价对象**

本项目探伤工作场所及周边环境。

### **8.2.2 监测因子**

$\gamma$ 辐射空气吸收剂量率

### **8.2.3 监测点位**

根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）要求，结合现场条件，对本项目探伤室拟建址及周围进行监测布点，共布设 9 个监测点位，布点情况见附图 5，监测报告见附件 6。

## **8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果**

### **8.3.1 监测方案**

- (1) 监测单位：浙江环安检测有限公司
- (2) 监测时间：2023 年 02 月 27 日
- (3) 监测方式：现场检测
- (4) 监测依据：《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）等

（5）监测频次：依据 HJ 1157-2021 标准予以确定

（6）监测工况：本项目为改扩建项目，无现有核技术利用项目运行状态下进行辐射环境本底监测

（7）天气环境条件：天气：晴；环境温度：9℃；相对湿度：58%

（8）监测报告编号：HAJC23-02-0077

（9）监测仪器

表 8-1 监测仪器的参数

检测仪器	环境监测 X、 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率仪
仪器型号	RM-2030
仪器编号	2019016
有效量程	0.01 $\mu$ Gy/h~200 $\mu$ Gy/h、0.1 $\mu$ Gy/h~500.0mGy/h
能量响应	35keV~3MeV
检定/校准有效期	2022 年 12 月 13 日至 2023 年 12 月 12 日

### 8.3.2 质量保证措施

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

（2）监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持合格证书上岗。

（3）监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

（4）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

（5）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

（6）监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。



### 8.3.3 监测结果

监测结果见表8-2。

表8-2 探伤工作场所拟建址及周围环境辐射背景监测结果

监测点号	监测点位置	γ辐射空气吸收剂量率 (μGy/h)		位置
		校正值	标准差	
#1	探伤工作场所拟建址中部	0.11	0.01	室内
#2	探伤工作场所拟建址东侧	0.10	0.01	室内
#3	探伤工作场所拟建址南侧	0.11	0.01	室内
#4	探伤工作场所拟建址西侧	0.10	0.01	室内
#5	探伤工作场所拟建址北侧	0.10	0.01	室内
#6	办公室	0.11	0.01	室内
#7	厂区道路	0.10	0.01	室外
#8	高速路政办公楼	0.09	0.01	室外
#9	临时性仓库	0.10	0.01	室外

注：1、本次测量时，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、依据HJ 1157-2021标准：测量值=读数平均值×校准因子k1×仪器检验源效率因子k2÷空气比释动能和周围剂量当量的换算系数；校准因子k1为1.05，效率因子k2取1，本项目监测仪器读数为空气比释动能率μGy/h，无需再转换；  
3、以上监测结果均已对宇宙射线的响应值修正，环境γ辐射空气吸收剂量率=测量值-屏蔽修正因子k3×测量点宇宙射线响应值Dc，k3楼房取0.8、平房取0.9、原野和道路取1，仪器对宇宙射线的响应值为0.03μGy/h。

### 8.4 环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，本项目拟建探伤工作场所及周围环境室内γ辐射空气吸收剂量率范围为0.10μGy/h~0.11μGy/h，室外γ辐射空气吸收剂量率为0.09μGy/h~0.10μGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，绍兴市室内的γ辐射剂量率在0.061μGy/h~0.335μGy/h之间，道路的γ辐射剂量率在0.051μGy/h~0.154μGy/h之间，可见本项目探伤工作场所拟建址及周围环境的γ辐射剂量率处于正常本底水平范围内，未见异常。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 建设阶段工程分析

#### 9.1.1 建设阶段工艺流程

本项目拟在制造车间内拆除现有一间探伤室及配套用房，在原址上改扩建一间探伤室及配套用房，故本环评对建设阶段污染源强进行简要分析。

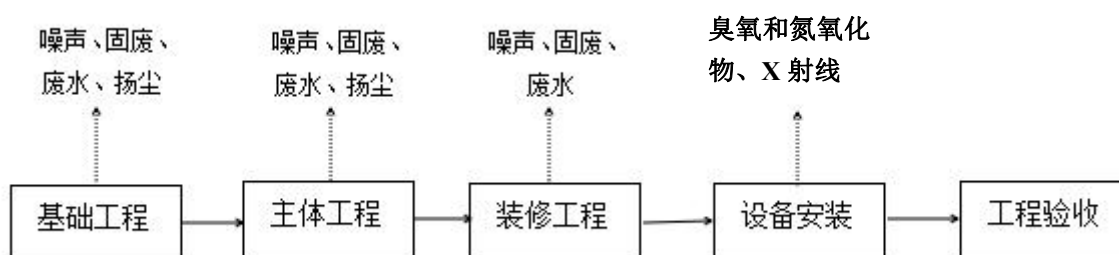


图 9-1 建设阶段工艺流程及污染物产生环节图

项目建设阶段产生的污染物主要包括：

#### (1) 扬尘

施工过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

#### (2) 噪声

施工期噪声包括各类机械和运输车辆的噪声以及装修改造产生的噪声，由于施工范围小，工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。

#### (3) 固体废物

施工中产生的废弃物（如废材料、建筑垃圾等）以及施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。

#### (4) 废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，依托企业现有的生活污水处理设施处理。

#### (5) 废气

设备调试阶段产生的废气主要为少量臭氧、氮氧化物。因设备调试时间短，并仅在探伤室内进行，对周围环境空气质量影响较小。

#### (6) X 射线

设备调试阶段产生的 X 射线。由于设备的安装和调试均在探伤室内进行，经过墙体

的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。

### 9.1.2 建设阶段污染源项

本项目建设阶段污染源项主要为扬尘、噪声、固废、废水、X射线、臭氧和氮氧化物。

## 9.2 运营期工程分析

### 9.2.1 探伤机的特点及作业方式

工业X射线探伤机，包括X射线管头组装体、控制箱及连接电缆在内的对物体内部结构进行X射线摄影或断层检查的设备总称。浙江上能锅炉有限公司配置的X射线探伤机具有体积小、重量轻、操作简单、自动化程度高等特点。为延长X射线探伤机使用寿命，探伤机按工作时间和休息时间以1：1方式工作和休息，确保X射线管充分冷却，防止过热。



图 9-2 典型 X 射线探伤机外观图

### 9.2.2 探伤机工作原理

X射线探伤机是利用X射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过X射线管产生的X射线对受检工件焊缝处所贴的感光片进行照射，当X射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X射线探伤机就据此实现探伤目的。

X射线探伤机主要由X射线管头组装体、控制箱和连接线缆组成。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熔金属（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。

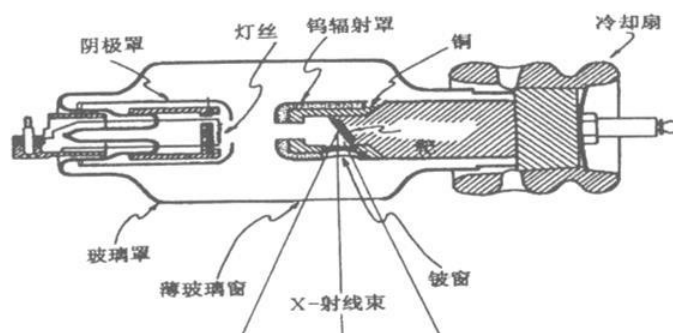


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

### 9.2.3 探伤过程及产污环节

该公司X射线探伤工作在固定的探伤室内，X射线定向探伤装置拟放置在探伤室中部位置，X射线周向探伤机拟放置在探伤室轨道中心的位置放置，探伤室与车间相通，将需要进行射线探伤的工件用车间轨道送入探伤室内，探伤机位置根据工件位置调整（探伤机位置详见图11-1）。将探伤工件送入探伤室且调整好探伤机位置后，工作人员在工件待检部位布设X射线胶片并加以编号。检查无误后，工作人员撤离探伤室，并将探伤室防护门关闭，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，检查无误即进行曝光。当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入探伤室，打开探伤室门将探伤工件送出探伤室外，从探伤工件上取下已经探伤的X片，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。探伤工艺流程及产

污环节见图9-4。

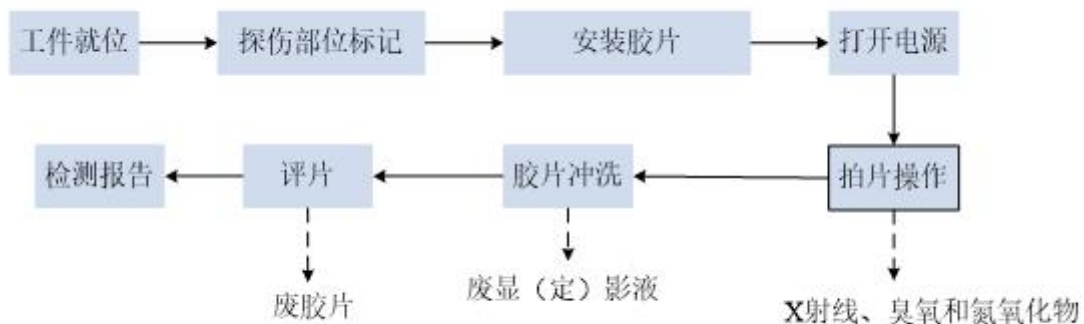


图 9-4 X 射线探伤机探伤工艺流程及产污环节示意图

#### 9.2.4 运行工况和人员配置计划

本项目拟配置5台X射线探伤机（1台定向探伤机型号为XXQ2505，1台定向探伤机型号为XXG3505，1台周向探伤机型号为XXH2505，1台周向探伤机型号为XXGH3005Z，1台周向探伤机型号为XXGH3505。5台设备均属于II类射线装置），探伤室人员防护门设于探伤室西侧，并设计了迷道，工件是由车间轨道放入探伤室内。XXQ2505定向探伤机和XXG3505定向探伤机射线主射方向为北侧，XXH2505周向探伤机、XXGH3005Z周向探伤机和XXGH3505周向探伤机射线主射方向为北侧、南侧、顶棚和地坪。5台探伤机在探伤室仅1台开机，5台设备设有联锁，不存在2台或2台以上设备同时探伤出束的情况。

探伤工件为压力容器等，最大尺寸： $\Phi 3600\text{mm}$ ，长度5000mm，探伤厚度最大为32mm。本项目X射线探伤机只在探伤室内使用，不在探伤室外使用。根据公司介绍，探伤室最大探伤工况为：单次拍片曝光时间最大为3min，年拍片量约500张，年工作按50周计，则年探伤时间25h，周探伤时间为0.5h。本项目拟配2个辐射工作人员，轮流进行探伤机的辐射操作。

### 9.3 现有探伤室工程分析

#### 9.3.1 现有探伤室平面布局图

现有探伤室位于浙江上能锅炉有限公司制造车间西南侧，使用X射线探伤机进行无损探伤。现有探伤室平面布局见图9-5。

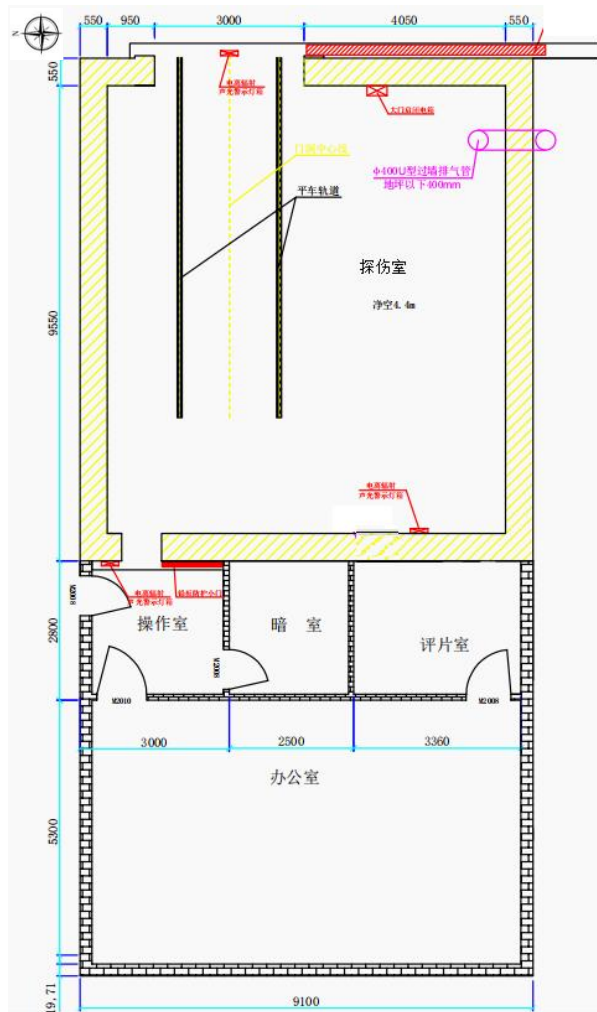


图 9-5 现有探伤室的平面布局图（单位：mm）

### 9.3.2 现有探伤室 X 射线探伤机使用情况

现有探伤室 X 射线探伤机使用情况见表 9-1。

表 9-1 现有探伤室 X 射线探伤机使用情况

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压/管电流	用途	工作场所
1	X射线探伤机（定向）	II类	1台	XXQ2505	250kV, 5mA	室内探伤	现有探伤室
2	X射线探伤机（周向）	II类	1台	XXH2505	250kV, 5mA	室内探伤	

### 9.3.3 现有探伤室工艺流程

现有探伤室的工艺流程见图 9-4。

### 9.3.4 现有探伤室人员管理情况及工作班制

现有探伤室共配置 2 名辐射工作人员，所有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。每名辐射工作人员均配有个人剂量计，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，单名辐射工作人员的年有效剂量最大为 0.15mSv，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，也未超过剂量管理约束值。根据公司提供的职业健康体检报告（2019 年度），张金树可继续原放射性工作，健康无异常。企业应尽快安排未体检人员进行职业健康检查，并建立职业健康档案。

现有探伤室工作人员年工作 300 天，每天工作 8h。

### 9.3.5 现有探伤室辐射防护及“三废”治理措施

现有探伤室辐射防护及“三废”治理措施情况见表 9-2。

表 9-2 现有探伤室辐射防护及“三废”治理措施情况

探伤室面积	72m <sup>2</sup>
探伤室四侧墙体屏蔽厚度	550mm 混凝土
探伤室顶棚厚度	300mm 混凝土
工件出入门屏蔽情况	门洞宽 3.0m×高 3.5m，门宽 3.4m×高 3.8mm，厚度：12mm 铅板，两侧门与墙体的搭接按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则
工作人员出入门屏蔽情况	门洞宽 0.8m×高 1.9m，门宽 1.2m×高 2.2m，敷设 12mm 铅板，两侧门与墙体的搭接按照搭接长度须大于等于 10 倍间隙的原则
通风设施	地下 U 型通风口，直径 250mm，位于探伤室南侧
电缆管线	地下 U 型电缆穿线孔，直径 110mm，位于探伤室西侧
“三废”处理措施	公司已与杭州立佳环境服务有限公司签订了危废委托处置协议（见附件 7），危废集中收集后统一交由有资质单位进行处理。现有探伤室已设置机械排风系统，少量的臭氧和氮氧化物通过风管引至室外，影响较小。

### 9.3.6 现有探伤室达标排放情况

根据2019年06月21日对现有探伤室的辐射质量现状监测结果，已建探伤室内1台X射线探伤机运行时，已建探伤室周围辐射剂量率为（0.145~0.439）μSv/h范围内，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2.5μSv/h”的要求。

### 9.3.7 现有探伤室的主要环境问题及“以新带老”措施

本项目实施后，现有辐射工作场所不再实施，无环境问题及“以新带老”措施。

## 9.4 污染源项描述

### 9.4.1 运行期正常工况污染源项

### (1) X射线

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

项目X射线探伤机源项分析汇总表见表9-3。

表 9-3 项目 X 射线探伤机源项分析结果汇总表

序号	名称	工作场所	最大管电压/电流	主射线或散射线源项(距辐射源点1m处输出量)	漏射线源项(辐射源点1m处泄漏辐射剂量率)	数据来源
1	X射线探伤机(定向)	探伤室内	250kV/5mA	16.5mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)	5000μSv/h	主射线或散射线源项根据《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;漏射线源项根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)表1。
2	X射线探伤机(周向)		250kV/5mA	16.5mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)	5000μSv/h	
3	X射线探伤机(周向)		300kV/5mA	20.9mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)	5000μSv/h	
4	X射线探伤机(定向)		350kV/5mA <sup>①</sup>	23.5mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)	5000μSv/h	
5	X射线探伤机(周向)		350kV/5mA <sup>①</sup>	23.5mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min)	5000μSv/h	

注：①保守取 400kV 管电压 3mmCu 过滤条件下输出量 23.5mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min)。

### (2) 臭氧和氮氧化物

X射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。

### (3) 废显(定)影液与废胶片

探伤作业完成后，需对拍摄的底片进行显(定)影，在此过程产生的一定数量的废显(定)影液与废胶片，属于《国家危险废物名录(2021年版)》中感光材料废物，危废代码为HW16: 900-019-16，并无放射性。根据建设单位提供的资料，本项目年拍片约500张，按洗500张片用10L显(定)影液，经估算项目工作过程中每年产生的废显(定)影液约10L(密度按1g/cm<sup>3</sup>计算，约0.01t)，每年产生废胶片约15张(废片率按3%计算。一张废胶片10g，共约0.15kg)，该部分危险废物定期委托杭州立佳环境服务有限公司处理，完好的胶片由公司定期建档备查(存档过期后的胶片作为危险废物委托杭州立佳环境服务有限公司处理)。

项目危险固体废物分析汇总表见表 9-4。



表 9-4 项目危险废物分析结果汇总表

序号	危废名称	危废类别	危险废物代码	产生量 (t/a)	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废显(定)影液	HW16	900-019-16	0.01	胶片冲洗	液态	卤化银、硼砂、对苯二酚	卤化银、对苯二酚	每天	T	<b>贮存:</b> 密闭置于包装桶内, 分类、分区存放在制造车间西南角危废暂存库内 <b>处置:</b> 委托杭州立佳环境服务有限公司处置
2	废胶片	HW16	900-019-16	0.00015	阅片	固态	卤化银	卤化银	每天	T	

#### 9.4.2 运行期事故工况污染源项

本项目运行期间存在着风险和潜在危害以及事故隐患, 可能出现概率较大或后果较严重的误照射辐射事故如下:

(1) X 射线探伤机在对工件进行出束的工况下, 门-机联锁失效, 至使防护门未完全关闭, X 射线泄漏到探伤室外面, 给周围活动的人员造成不必要的照射; 或在门-机联锁失效、探伤期间, 工作人员误打开防护门, 使其受到额外的照射。

(2) 人为故意引起的辐射照射或因失窃而造成的辐射照射。

(3) 维修设备时误出束, 导致人员受照。

探伤机事故状态下污染源项同正常工况。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 辐射工作场所布局

本项目探伤工作场所位于浙江上能锅炉有限公司制造车间西南侧（车间为单层建筑，且无地下层）。探伤工作场所东侧为成品区，南侧为厂区道路，西侧为办公室，北侧为外购件库，无地下层。

本项目改扩建探伤工作场所由探伤室、操作室、暗室和评片室组成。操作室、暗室和评片室由南向北依次位于探伤室西侧。探伤室人员防护门位于探伤室西侧，采用迷道形式。探伤室工件门位于探伤室东侧，在此设置工件车间轨道，方便工件的出入，探伤工件东西向移动。

本项目工件防护门门洞尺寸为 4200mm（宽）×5300mm（高），人员防护门洞尺寸为 800mm（宽）×2000mm（高）。探伤工件最大尺寸小于探伤室工件门洞尺寸，且探伤室门外接制造车间内部，由车间轨道直接将探伤工件送入探伤室内，探伤工件可方便出入，轨道高出地面保守取 100mm。

本项目探伤工作场所与其他非辐射工作人员活动区相隔一定距离，辐射工作区相对独立；探伤室门设计时已考虑尽量减小与墙体间的门缝，门洞周边做搭接设计：工件防护门门洞左、右各搭接400mm，上、下各搭接150mm；人员防护门门洞左右搭接200mm，上、下各搭接150mm。根据表11-3计算结果可知，无损检测过程中产生的X射线经探伤室屏蔽防护并通过距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的；本项目探伤工作场所的平面布置便于工件运输，能满足安全生产的需要；探伤室内尺寸及探伤室门洞尺寸满足工件进出要求，又便于进行分区管理和辐射防护，且射线朝向人员较少区域，从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是相对合理可行的。

#### 10.1.2 分区原则和两区划分

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。

根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将探伤室（探伤室墙壁围成的内部区域）划为控制区，在探伤室防护门显著位置设置电离辐射警告标识和中文警示说明；将探伤室东侧、南侧、北侧墙体外1m、操作室、暗室、评片室等区域划为监督区，墙外1m处划黄色警戒线，禁止无关人员靠近。分区管理见附图6。

### 10.1.3 辐射防护屏蔽设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目探伤室设计图见附图 7，各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 10-1。

表 10-1 新建混凝土结构探伤室屏蔽情况一览表

项目		设计情况
探伤室	外尺寸	面积为 111.93m <sup>2</sup> ，尺寸为 12.3m（长）×9.1m（宽）×6.0m（高）
	内尺寸	面积为 83.6m <sup>2</sup> ，尺寸为 11.0m（长）×7.6m（宽）×5.5m（高）
迷道内尺寸（L 型）		2.75m（长）×0.8m（宽）×5.5m（高）
南侧、西侧、北侧防护墙、及迷道内墙		750mm 混凝土
东侧防护墙		550mm 混凝土
顶棚		550mm 混凝土
工件防护门（设于东墙上）		电动单开平移门，门洞的尺寸为 4.2m（宽）×5.3m（高），门的尺寸为 5.0m（宽）×5.6m（高），敷设 41mm 铅板（门与墙体左、右各搭接 400mm，上、下各搭接 150mm）
人员防护门（设于西墙上）		电动单开平移门，门洞的尺寸为 0.8m（宽）×2.0m（高），门的尺寸为 1.2m（宽）×2.3m（高），敷设 15mm 铅板（门与墙体左、右各搭接 200mm，上、下各搭接 150mm）
电缆口（U 型管）		Φ160mm，地下 U 型（地坪以下 400mm），位于探伤室西侧
通风管道（U 型管）		Φ400mm，地下 U 型（地坪以下 400mm），位于探伤室东侧，排风通向探伤室外，风机设计风量 2000m <sup>3</sup> /h
注：混凝土密度不低于 2.35g/cm <sup>3</sup> ，铅的密度不低于 11.3g/cm <sup>3</sup> 。		

### 10.1.4 辐射安全和防护及环保措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）以及辐射管理的相关制度，本项目探伤室投入使用前，拟具备以下辐射安全和防护措施：

#### 1、探伤装置固有安全属性

##### （1）X 射线管头组装体

探伤装置固有安全属性的要求见表 10-2。

表 10-2 探伤装置固有安全属性基本要求

装置名称	设备技术要求	
X 射线探伤机	X 射线管头组装体	X 射线探伤机在额定工作条件下, 距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 5.1.1 款表 1 的要求, 在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。
	操作室控制台	a) 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。b) 应设置紧急停机开关。c) 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。

## 2、探伤工作场所安全防护措施

(1) 本项目改扩建探伤室操作室均拟避开有用线束照射的方向且与探伤室分开。改扩建探伤室的屏蔽墙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。探伤室门的防护性能优于同侧墙的防护性能。屏蔽设计方案见表10-1。

(2) 本项目新建探伤室拟按GB18871的管理要求进行两区划分与两区管理。

(3) 探伤室的2扇防护门拟安装门-机联锁装置, 每台探伤机与防护门实现联锁, 且只有在防护门关闭后X射线装置才能进行探伤作业。防护门打开时立即停止X射线照射, 关上门不能自动开始X射线照射。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。

(4) 探伤室门口和内部醒目位置同时拟设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置, 并与每台探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间, 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, 醒目处拟设对“照射”和“预备”信号意义的说明。

(5) 探伤室内和探伤室出入口拟安装监视装置, 在操作室的操作台拟设专用的监视器, 可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(6) 探伤室防护门上拟设置符合GB18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

(7) 探伤室内拟设置紧急停机按钮(探伤室东侧、南侧、西侧、北侧及操作室各设1个, 共设5个), 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。按钮安装, 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。按钮拟设置标签, 标明使用方法。

(8) 探伤室拟设置机械通风装置, 且通风管外口应避免朝向人员活动密集区。通风管道为地下U型式, 不需要额外敷设屏蔽防护材料。排风通向探伤室外。本项目排气风机风量为2000m<sup>3</sup>/h, 探伤室容积约为460m<sup>3</sup>, 则每小时有效通风换气次数为4次, 满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“每小时有效通风换气次数应不小于3次”的要求。

(9) 探伤室拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

(10) 探伤室东侧、南侧、北侧屏蔽体外1m区域拟划定黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。各项辐射环境管理规章制度应张贴于操作室。

(11) 探伤工作场所内拟设置灭火器材，作为应急物资使用。

探伤室辐射安全和防护设施布置方案见附图6。

### 3、安全操作放射防护措施

本项目探伤场所的安全操作防护措施要求见表10-3。

表10-3 本项目的安全操作放射防护措施

措施类别	措施内容	备注
建设单位放射防护措施	a、建设单位对探伤室放射防护安全应负主体责任； b、建设单位已建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，已建立和实施放射防护管理制度和措施，并制定辐射事故应急预案。 c、为辐射工作人员配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪，按GBZ 128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护；已组织辐射工作人员参加辐射防护培训并获得符合GB/T 9445要求的无损探伤人员资格方可上岗。	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的第4款：使用单位放射防护要求。
探伤前检查项目	a、探伤机外观是否完好；电缆是否有断裂、扭曲以及破损；螺栓等连接件是否连接良好。 b、安全连锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行。 c、机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的第5.1.2款要求。
探伤室操作	a、探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式巡测仪。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。 b、应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。 c、交接班或当班使用个人剂量报警仪前，应检查个人剂量报警仪是否正常工作。如在检查过程中发现个人剂量报警仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。 d、探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器等，把潜在的辐射降到最低。 e、在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的第6.2款要求。

探伤机维护	<p>a、公司拟对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。</p> <p>b、设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测。</p> <p>c、当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；</p> <p>d、公司拟做好设备维护记录。</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的第 5.1.3款要求。</p>
-------	--	---

#### 4、射线装置退役辐射安全管理要求

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的第 6.3 条款要求，本项目后期投入使用后，对拟报废的 X 射线探伤机，企业将射线装置内的 X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

### 10.2 三废的治理

#### (1) 非放射性废气

X射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。通过机械排风系统，少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风设施排出探伤室，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。

#### (2) 危险废物

该公司年拍片量约 500 张，产生一定量的废显(定)影液及废胶片，属于危险废物，本次环评要求将其桶装收集后存放在危废暂存间，并由专人保管，公司已委托杭州立佳环境服务有限公司处理处置(见附件 7)，建立相关台账。

本项目危废暂存间依托厂区现有危废暂存间，面积约为 10m<sup>2</sup>，位于制造车间西南侧，该场所满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”的要求，由专人管理。危废暂存库门上设有显著的危废标识，地面已作水泥硬化并防渗防腐处理，满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2001)及 2013 年修改单的基本要求。本项目废(显)定影液年产生量为 0.01t，废胶片年产生量为 0.00015t，产生量较小，贮存期限一般不超过 1 年，可以满足贮存的容积要求。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求，本次评价明确危险废物贮存场所(设施)的名称、位置、占地面积、贮存方式、贮存容积、贮存周期等内容，见表 10-4。

表 10-4 危险废物贮存场所（设施）基本情况表

序号	贮存场所（设施）名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积	贮存方式	贮存能力	贮存周期
1	危废暂存间	废显（定）影液	HW16	900-019-16	制造车间西南侧	10m <sup>2</sup>	专用防渗容器	1t	一年
2		废胶片	HW16	900-019-16			袋装堆放		一年

公司应注重对危险废物暂存场所的日常管理，具体要求如下：

①危废仓库必须派专人管理，其他人员未经允许不得进入内。

②危废贮存间不得贮存除危险废物以外的其他废弃物。

③当危险废物贮存到一定数量时，管理人员应及时通知公司安全环保部办理相关手续联系有资质单位上门回收处理。

④危险废物贮存前应做好统一包装（液体桶装、固体袋装），防止渗漏，同时配备计量称重设备进行称重，危废包装容器应粘贴符合规定的标签，注明危险废物名称、来源、数量、主要成分和性质。

⑤危险废物贮存前应进行检验，确保同预定接收的危险废物一致，并登记注册。

⑥危险废物必须分类分区贮存，不同类危险废物间应有明显间隔，严禁不相容、具有反应性的危险废物混合贮存。

⑦危废暂存库管理人员须作好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称；每转移一车次同类危险废物，应当填写、运行一份危险废物转移联单，危险废物电子转移联单数据应当在信息系统中至少保存十年。

⑧危废仓库管理人员必须定期对所贮存危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换。

根据生态环境部环办固体〔2021〕20号“关于印发《“十四五”全国危险废物规范化环境管理评估工作方案》的通知”，对危险废物规范化环境管理补充要求如下：

①建立涵盖全过程的责任制度，负责人明确，各项责任分解清晰；负责人熟悉危险废物环境管理相关法规、制度、标准、规范；制定防治工业固体废物污染环境的措施，并得以落实；

②执行危险废物污染防治责任信息公开制度，在显著位置张贴危险废物污染防治责任信息；

③制定危险废物管理计划；内容齐全，危险废物的产生环节、种类、危害特性、产生量、利用处置方式描述清晰；

④通过国家危险废物信息管理系统报所在地生态环境主管部门备案；内容发生变更时及时变更相关备案内容；

⑤按照实际转移的危险废物，如实填写、运行危险废物转移联单；

⑥制定意外事故应急预案（综合性应急预案有危险废物相关篇章或有危险废物专门应急预案），并按照预案要求定期组织环境应急演练；

⑦及时组织“三同时”验收。

### 10.3 建设项目环保投资

本项目总投资约 300 万元，其中环保投资约 10 万元，占本项目总投资的 3.3%。具体环保设施（措施）及投资估算一览表如下：

表 10-5 本项目环保设施与投资概算一览表

项目	环保措施主要内容		费用（万元）
废气	排风扇、风机、排风管道		2
电离辐射	监测仪器	1 台便携式巡测仪（依托现有）	/
	辐射安全措施和设施	电离辐射警示标志、工作指示灯、紧急停机按钮、声音提示装置（依托现有）	/
		门-机联锁装置、灯-机联锁装置、监视装置、固定式场所辐射探测报警装置等	7.9
	个人防护用品	个人剂量报警仪	0.1
个人剂量计（依托现有）		/	
固废	危废暂存库（依托现有）		/
合计			10



## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目建设期涉及少量土建工程施工，建设期污染物主要包括：

#### (1) 扬尘

由于本项目施工期工程量较小，产生扬尘量较小。建设单位应加强施工场地管理，施工采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响，现场堆积建筑垃圾应采取一定的遮盖措施，避免风力扬尘。

#### (2) 噪声

施工设备应考虑选择低噪音设备，施工过程中防止机械噪声的超标。

#### (3) 废水

施工期产生的废水主要为施工人员的生活污水，生活污水产量较小，可依托建设单位化粪池等生活污水处理设施处理后纳入市政污水管网，不得随意排放。

#### (4) 固体废物

建设过程中产生的装修垃圾堆放在住建部门指定的地点，严禁随意堆放和倾倒。施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。

#### (5) 废气

设备调试阶段产生的废气主要为少量臭氧、氮氧化物。因设备调试时间短，并仅在探伤室内进行，探伤室设有机械排风系统。

#### (6) X 射线

本项目探伤机的安装与调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备；在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在探伤室外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，防止辐射事故的发生。

由于设备的安装和调试均在探伤室内进行，经过墙体和防护门的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

### 11.2 运行阶段辐射环境影响分析

为分析预测 X 射线探伤室投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X

射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)及第 1 号修改清单中计算方法进行理论计算,预测背景为单台 X 射线探伤机在探伤室内运行。

本项目探伤室配置 5 台 X 射线探伤机(2 台定向机、3 台周向机)。依据建设单位提供资料,5 台探伤机在探伤室仅 1 台开机,5 台设备设有联锁,并不存在 2 台或 2 台以上探伤机同时运行的工况。定向机位于探伤室中部位置放置,照射方向固定朝北,在实际探伤过程中探伤室北侧屏蔽墙位于主射线范围内;周向机位于探伤室轨道中心的位置放置,照射平面为南北向垂直周转,在实际探伤过程中,探伤室南侧和北侧屏蔽墙及顶棚、地坪位于主射线范围内。

本次评价以最不利保守考虑,以 XXG3505 型定向机和 XXGH3505 型周向机分别运行时最大额定工况运行时进行辐射影响预测,最大管电压为 350kV,最大管电流为 5mA。本项目探伤机年探伤时间为 25h。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)“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”。对于定向机,探伤室西侧屏蔽墙、东侧屏蔽墙、人员防护门考虑其泄漏辐射和散射辐射。对于周向机,探伤室北侧和南侧屏蔽墙及顶棚等屏蔽性能均需按有用线束进行考虑(无地下层,故不考虑地坪),工件防护门考虑其泄漏辐射和散射辐射。周向机有用线束向顶棚经顶棚混凝土屏蔽后,穿过顶棚,与顶棚上方的空气作用发生散射,故还需考虑本项目天空反散射对周围环境的影响。

### 11.2.1 计算公式的选取

#### 1、有用线束

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透射因子  $B$ :

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

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),本项目取值 5mA;

$H_0$ ——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  $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$  ( $1\text{Gy}=1\text{Sv}$ );

$B$ ——屏蔽透射因子；

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

## 2、泄漏辐射和散射辐射

### ①泄漏辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度  $X$  时，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率  $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式 11-2 计算：

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

式中：

$B$ ——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.2 的相应值，确定泄漏辐射的 TVL，然后按式 11-3 计算；

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

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

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ），根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，当 X 射线管电压  $>200\text{kV}$  时， $\dot{H}_L$  取值  $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

### ②散射辐射屏蔽

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  $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按照式（11-4）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-4）}$$

式中：

$I$ ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目取值 5mA；

$H_0$ ——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  $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ （ $1\text{Gy}=1\text{Sv}$ ）；

$B$ ——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值，确定  $90^\circ$  散射的 TVL，然后按式 11-3 计算；

$F$ —— $R_0$  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（ $1\text{m}^2$ ）散射体散射在距其 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《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014） 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，其值为：60（150kV）和 50（200~400kV）。本项目保守取值 50；

$R_S$ ——散射体至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-2；

### 3、天空反散射屏蔽

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{\eta_{\gamma S} \cdot \dot{D}_{10} \cdot \Omega^{1.3} \cdot 10^6}{0.67 \cdot r_1^2 \cdot r_s^2} \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

$$\Omega = 4 \text{tg}^{-1} \frac{a \cdot b}{c \cdot d} \dots\dots\dots \text{（式 11-6）}$$

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；

$\dot{D}_{10}$  ——离源上方 1m 处的吸收剂量指数率， $\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

$\Omega$  ——辐射源对屋顶张的立体角，sr。本项目  $\Omega$  根据式 11-6 进行计算，其中  $a$  为屋顶长度之半，本项目  $a$  取 6.15m； $b$  为屋顶宽度之半，本项目  $b$  取 4.55m； $c$  为源到屋顶表面中心的距离，源到地面距离为 0.5m-1.8m，工件轨道到地面距离为 0.1m，本项目  $c$  保守取 4.15m； $d$  为源到屋顶边缘的距离，且  $d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ ，本项目  $d$  取 8.7m，代入式 11-6，计算得  $\Omega$  约为 2.64sr；

$r_1$  ——辐射源到屋顶上方 2m 处的距离，m；

$r_s$  ——室外参考点 Q 到源的水平距离，m。本项目取 13.9m。

式中 0.67 是单位换算系数。

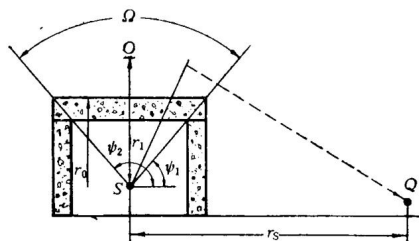


图 11-1 计算屋顶屏蔽厚度的示意图

### 11.2.2 参数选取

本项目不存在两台或两台以上探伤机同时出束的情况，故不考虑辐射叠加，本项目探伤工作场所无地下室，因此不考虑地下关注点。辐射屏蔽计算相关参数见表 11-1、表 11-2，预测点位图见图 11-2、图 11-3。

表 11-1 屏蔽计算相关公式参数选取一览表

物理量	距辐射源点 1m 处输出量 $H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ )		什值层厚度 $TVL$ (mm)			
			泄漏辐射 <sup>②</sup>		散射辐射 <sup>③</sup>	
			Pb	混凝土	Pb	混凝土
数据	$1.41 \times 10^{6①}$		8.2	100	2.9	90
物理量	屋顶长度之半 $a$ (m)	屋顶宽度之半 $b$ (m)	源到屋顶表面中心距离 $c$ (m)	源到屋顶边缘的距离 $d$ (m)	辐射源对屋顶张的立体角 $\Omega$ (sr)	
数据	6.15	4.55	4.15	8.7	2.64	
物理量	辐射减弱的透射比 $\eta_{\gamma S}$		离源上方 1m 处的吸收剂量指数率 $\dot{D}_{10}$ ( $\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{min}^{-1}$ )	辐射源到屋顶上方 2m 处的距离 $r_l$ (m)	室外参考点 Q 到源的水平距离 $r_s$ (m)	
数据	$3.16 \times 10^{-6⑤}$		$1.175 \times 10^{-1④}$	6.15	13.9	

注：本项目定向机、周向机保守取 400kV、3mmCu 工况下 X 射线的相关数据进行计算；

①：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，保守按 400kV X 射线在 3mm 铜过滤条件下输出量为  $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  (根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)，以等量值的  $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  进行屏蔽计算)，即取  $1.41 \times 10^6 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

②：查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录 B 表 B.2 中 400kV 管电压下的相应 TVL 值为：铅 8.2mm，混凝土 100mm；

③：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表 2，查得 X 射线管电压在  $>300\text{kV}$  且  $\leq 400\text{kV}$  范围内，X 射线  $90^\circ$  散射辐射最高能量为 250kV，并由此查附录 B 表 B.2 的相应值，确定  $90^\circ$  散射的 TVL 为：铅 2.9mm，混凝土 90mm；

④：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录 B 表 B.1，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计算，即 400kV 管电压下输出量为  $23.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，本项目最大管电流为 5mA，则本项目取  $1.175 \times 10^{-1}\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{min}^{-1}$ ；

⑤：查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录 B 表 B.2 中 400kV 管电压下的相应 TVL 值为：混凝土 100mm；顶棚混凝土厚度为 550mm，根据式 11-3 计算得到。





### 11.2.3 估算结果

辐射屏蔽影响预测结果见表 11-3。

表 11-3 辐射屏蔽理论计算结果一览表

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 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	GBZ117-2022 标准限值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
a	东墙外 30cm 处	——	$1.09 \times 10^{-3}$	$7.56 \times 10^{-3}$	$8.65 \times 10^{-3}$	2.5
b	南墙外 30cm 处	$1.57 \times 10^{-1}$	——	——	$1.57 \times 10^{-1}$	2.5
c	西墙外 30cm 处	——	$9.88 \times 10^{-6}$	$4.09 \times 10^{-5}$	$5.08 \times 10^{-5}$	2.5
d	北墙外 30cm 处	$3.48 \times 10^{-1}$	——	——	$3.48 \times 10^{-1}$	2.5
e	顶棚外 30cm 处	3.56	——	——	3.56	100
f	工件防护门外 30cm 处 (东侧)	——	$3.46 \times 10^{-3}$	$5.11 \times 10^{-3}$	$8.57 \times 10^{-3}$	2.5
g	人员防护门外 30cm 处 (西侧)	——	1.35	$1.73 \times 10^{-2}$	1.37	2.5
h	天空反散射点位 (探伤室外)	$2.68 \times 10^{-4}$				10
i	南墙外 30cm 处	——	$1.29 \times 10^{-5}$	$5.34 \times 10^{-5}$	$6.63 \times 10^{-5}$	2.5

注：天空反散射关注点剂量率控制水平为  $0.25\text{mSv}/25\text{h}/1$  (居留因子)  $\times 1000 = 10\mu\text{Sv/h}$ 。

根据表 11-3 计算结果可知，X 射线探伤机在最大工况运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为  $1.37\mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外辐射剂量率最大值为  $3.56\mu\text{Sv/h}$ ，且探伤室顶棚为不上人顶棚，且探伤室上方自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内无建筑物，则满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“X 射线探伤室墙和入口门关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为  $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

### 11.2.4 人员受照剂量估算

根据《辐射防护导论》(方杰主编)，X- $\gamma$ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$H_{E-r} = D_r \times t \times T \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式 11-7)}$$

式中：

$H_{E-r}$ ——年受照剂量，mSv/a；

$D_r$ ——关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$T$ ——居留因子；



$t$ ——年受照时间，h/a。

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 11-4 不同场所的居留因子

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

考虑射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系，本项目保守选取相关最近关注点附近最大剂量率计算人员年受照剂量，则本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见下表。

表 11-5 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	关注点辐射剂量率取值 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) <sup>①</sup>	关注点与源点距离 (m) <sup>②</sup>	保护目标与源点距离 (m) <sup>③</sup>	保护目标处辐射剂量率估算值 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) <sup>④</sup>	年受照时间 (h/a)	年受照总剂量 (mSv/a)
职业	西侧操作室辐射工作人员	1	$5.08 \times 10^{-5}$	4	4	$5.08 \times 10^{-5}$	25	$1.26 \times 10^{-6}$
公众	东侧成品区	1/5	$8.65 \times 10^{-3}$	3.8	5.5	$4.13 \times 10^{-3}$	25	$2.06 \times 10^{-5}$
	南侧厂区道路	1/8	$1.57 \times 10^{-1}$	5.8	22.5	$1.04 \times 10^{-2}$	25	$3.26 \times 10^{-5}$
	西侧办公室	1	$5.08 \times 10^{-5}$	4	6.5	$1.92 \times 10^{-5}$	25	$4.81 \times 10^{-7}$
	北侧外购件库	1/5	$3.48 \times 10^{-1}$	3.9	4.6	$2.50 \times 10^{-1}$	25	$1.25 \times 10^{-3}$
	南侧临时性仓库	1/5	$1.57 \times 10^{-1}$	5.8	41.5	$3.07 \times 10^{-3}$	25	$1.53 \times 10^{-5}$
	南侧高速公路政办公楼	1	$1.57 \times 10^{-1}$	5.8	53.5	$1.85 \times 10^{-3}$	25	$4.61 \times 10^{-5}$

注：①根据表 11-3 中对应关注点取值；

②根据表 11-2 中保守取值；

③根据表 7-1 中对应距离保守取值；

④利用剂量率与距离平方成反比的关系求得保护目标处辐射剂量率，即④=①×②<sup>2</sup>/③<sup>2</sup>。

根据表11-5计算可知，本项目X射线探伤机运行后所致辐射工作人员受照年有效剂量为 $1.26 \times 10^{-6} \text{mSv}$ ，满足本项目职业人员年剂量约束不超过5mSv的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过20mSv/a的剂量限值要求；受照周有效剂量最大为 $2.54 \times 10^{-5} \mu\text{Sv}$ ，满足《工业探

伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对职业工作人员不大 $100\mu\text{Sv}$ /周的要求。

本项目所致公众最大受照周有效剂量最大为  $2.50 \times 10^{-2}\mu\text{Sv}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对公众不大于  $5\mu\text{Sv}$ /周的要求；受照年有效剂量为  $2.08 \times 10^{-3}\text{mSv}$ ，满足本项目公众人员年剂量约束值不超过  $0.25\text{mSv}$  的要求，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过  $1\text{mSv/a}$ ”的剂量限值要求。

### 11.2.6 非放射性污染环境的影响分析

#### （1）臭氧和氮氧化物

X 射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。探伤室内设机械排风系统，风机风量  $2000\text{m}^3/\text{h}$ 。由于探伤室总容积约为  $460\text{m}^3$ ，可估算出探伤室每小时通风换气为 4 次，则满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，不会形成局部聚集，且臭氧在短时间内会自动分解为氧气，对大气环境基本没有影响。

#### （2）废显（定）影液与废胶片

探伤作业完成后产生的废显（定）影液与废胶片，必须按规定进行合理的处置，送交有资质的危险废物处置单位集中收集与处置，不得随意排放或废弃，采取该措施后不会对周围环境或人类健康造成危害。危废暂存间的建设须满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单的要求，做好“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”工作。同时，公司应建立危险废物管理台账，严格执行转移联单管理制度。

## 11.3 探伤室屏蔽防护能力分析

根据《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）的规定，结合该公司探伤室屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的探伤室的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

（1）设计中，该探伤室的设置已充分考虑周围的放射安全，且探伤室与操作室分开；结合理论计算结果可知：探伤室工件防护门防护性能（敷设有  $41\text{mm}$  的铅板）、探伤室人员防护门防护性能（敷设有  $15\text{mm}$  的铅板）、各侧墙的防护性能及顶棚的防护性能，均能满足辐射防护。

（2）由辐射环境影响预测分析可知，辐射工作人员和公众成员所受有效剂量能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

(3) 该公司使用的探伤机在探伤过程中产生的 X 射线，使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，探伤室通过机械排风系统将臭氧和氮氧化物排出探伤室外，不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此，该公司探伤室屏蔽能力能达到管电压不大于 350kV、管电流不大于 5mA 的 X 射线探伤机（工作方向为南北两侧及顶棚和地坪）和管电压不大于 350kV、管电流不大于 5mA 的 X 射线探伤机（工作方向北侧）正常工作时的辐射防护要求。

## 11.4 事故影响分析

### 11.4.1 事故风险分析

公司拟购的 X 射线探伤机属于 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 射线探伤机在对工件进行出束的工况下，门-机联锁失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或在门-机联锁失效、探伤期间，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

(2) 人为故意引起的辐射照射或因失窃而造成的辐射照射。

(3) 维修设备时误出束，导致人员受照。

为了杜绝事故发生，公司必须进行门-机联锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。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》。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。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。

### 11.4.2 事故后果分析

当射线装置处于工作状态时，门-机联锁失效情况下，当人员与射线装置处于不同距离时，可根据以下公式进行计算：

$$X = \frac{I \times X_0}{R^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-8)}$$

式中：

X——人员所受有效剂量，mSv/min；

X<sub>0</sub>——X 射线装置 1m 米处的输出量，mSv·m<sup>2</sup>/（mA·min）；

$R$ ——计算点距 X 射线装置辐射源的距离，m；

$I$ ——X 射线装置最大管电流，mA；

考虑工业 X 射线探伤机产生 X 射线能量与管电压的关系，从保守角度，本次主要估算工业 X 射线探伤机在无屏蔽设施情况下，管电压为 350kV、管电流为 5mA 不同距离、不同接触时间下的有效剂量。其中，工业 X 射线探伤机管电压为 350kV 的 X 射线机距靶 1m 处输出量保守取  $23.5\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，代入相关公式进行估算，估算结果见表 11-6。

表 11-6 工业 X 射线探伤机不同距离、不同接触时间的有效剂量 (mSv)

距离 (m) \ 时间 (min)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
0.5	58.75	26.11	14.69	9.40	6.53	4.80	3.67
1	117.5	52.22	29.38	18.80	13.06	9.59	7.34
2	235.0	104.4	58.75	37.60	26.11	19.18	14.69
3	352.5	156.7	88.13	56.40	39.17	28.78	22.03
4	470.0	208.9	117.5	75.20	52.22	38.37	29.38

由表 11-6 所接受的剂量估算结果可以看出，当工业 X 射线探伤机处于工作状态，门-机联锁失效情况下，距离 X 射线机出束口较近人员将会接受大剂量辐射照射。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于辐射事故的分级可知，本项目可能会发生射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。在射线装置工作期间，应加强射线装置的安全维护，保证门-机联锁处于良好的工作状态，杜绝辐射事故的发生。

### 11.4.3 辐射事故应急

#### 1、事故风险防范措施

(1) 公司配备 1 台便携式巡测仪、2 支个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行检测，并建立个人剂量档案，确保工作人员的照射剂量控制在剂量管理限值范围内。个人剂量报警仪在工作期间，随身携带，并设定安全阈值和报警。

(2) 改扩建探伤室的防护门应与射线装置设置门-机联锁装置，当防护门没有关闭到位时，X 射线机无法启动产生 X 射线，提醒辐射工作人员检查防护门的关闭状况。探伤

室内设置紧急开关，当人员被误关在探伤室时，可使用紧急开关，切断主机电源，防止人员受到辐射影响。控制台上设有紧急开关，工作中辐射工作人员发现异常，可立即使用。探伤室防护门上方设置指示灯和声音提醒装置，可以避免检测装置工作时其他人员误入探伤室而发生事故。

(3) 定期对工业 X 射线探伤工作场所的安全和防护措施、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、事故应急措施

对于工业 X 射线探伤机发生事故处理应采取的措施：

(1) 当发生辐射事故时，应在第一时间切断电源，并将事故情况通报有关（生态环境、公安、卫生）等主管部门。

(2) 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。

(3) 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

#### 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，浙江上能锅炉有限公司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，并以文件形式明确管理人员职责。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。

浙江上能锅炉有限公司已成立以符海忠为组长的辐射防护安全管理机构，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作。小组人员组成上涵盖了现有核技术利用项目涉及的部门，在框架上基本符合要求；明确了相关负责人和各成员及其职责，内容较为完善，见附件9。

#### 12.1.2 辐射人员管理

本项目拟配备辐射工作人员2人，均为原探伤室辐射工作人员。

##### (1) 个人剂量检测

建设单位已为辐射工作人员配置2支个人剂量计，拟配备1台个人剂量报警仪。使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。个人剂量监测周期不超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。

##### (2) 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>）报名培训考核并取得成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

建设单位2名辐射工作人员，已参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后上岗，并按时每五年进行复训。

### (3) 辐射工作人员职业健康体检

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。

建设单位已组织2名辐射工作人员到有资质的医院进行在岗期间体检，建立个人健康档案，并长期保存。

#### 12.1.3 年度评估报告

建设单位核技术利用项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射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辐射安全与防护状况年度评估报告。辐射安全与防护状况年度评估报告应包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；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；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。

公司已制定一系列的辐射安全管理制度，具体制度有《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《使用场所安全措施》、《岗位职责》、《射线装置操作规程》、《使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《辐射事故应急预案》等，公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。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。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 现有监测情况

企业现有辐射工作人员 2 名，已为每名辐射工作人员各配备 1 支个人剂量计，并配备 1 台便携式巡测仪。企业已委托杭州市环境检测科技有限公司对现有辐射工作场所进行监测，监测报告详见附件 14。

根据建设单位提供的监测报告，现有辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，企业现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求。

### 12.3.2 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。本项目个人剂量报警仪、个人剂量计、X- $\gamma$ 剂量率巡测仪依托现有设备。

### 12.3.3 个人剂量监测

探伤工作人员工作时应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量计须定期（一般为一个月，最长不得超过三个月）送检。公司应建立剂量管理限值和剂量评价制度，对受到超剂量限值的应进行评价，跟踪分析高剂量的原因，优化实践行为，并指定专职辐射管理人员负责对个人剂量检测结果（检测报告）统一管理，建立档案，个人剂量档案应当长期保存。

### 12.3.4 探伤工作场所辐射监测

本项目正式投入使用后，公司须定期（每年1次）委托有资质的单位对探伤室周围环境进行监测，并建立监测档案，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，监测周期建议每季1次。

#### 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 监测场所及监测项目建议

场所名称	监测内容	监测项目	监测点位	监测依据	监测周期
本项目探伤工作场所	周围剂量当量率	年度监测	探伤室四侧墙体及防护门外30cm离地面高度1m处，操作台，各电缆管道口、排风孔及人员常驻留位置	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）	1次/年
		自主监测			1次/季
		验收监测			竣工验收
	个人剂量检测	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）	一般为一个月，最长不得超过三个月

### 12.3.5 环保竣工验收

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验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）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。

### 12.4 辐射事故应急

本项目X射线探伤机属于II类射线装置，公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，制定了《辐射事故应急预案》。经与企业核实，自核技术利用项目开展以来，未发生过辐射事故。

与《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，公司的《辐射事故应急预案》较为全面，符合相关要求。

**表 13 结论与建议**

## **13.1 结论**

### **13.1.1 辐射安全与防护分析结论**

#### **(1) 项目概况**

公司目前在制造车间西南侧建有一间X射线探伤室，并配置2台X射线探伤机从事X射线室内探伤项目。现因市场需求及业务发展需要，公司拟拆除现有探伤室及辅助用房，在原址上改扩建一间X射线探伤室，并配套建设操作室、暗室、评片室等辅助用房。拟新增3台X射线探伤机，拟将现有探伤室的2台X射线探伤机移交至改扩建探伤室，在探伤室对企业生产的压力容器等进行无损检测。待本项目实施后，公司最终的辐射活动规模为5台X射线探伤机。本次环评所涉及的探伤工作仅限于探伤室内。

#### **(2) 项目位置**

浙江上能锅炉有限公司位于浙江省绍兴市上虞区章镇工业区。厂区东侧为浙江天竺纺机有限公司；南侧为高速路政办公楼、临时性仓库、章镇互通高速；西侧为浙江明机风机有限公司；北侧为发展路，隔路为浙江创城汽车零部件有限公司。

项目改扩建探伤室位于制造车间西南侧（车间为单层建筑，且无地下层），东侧距离探伤室 2m 为成品区；南侧距离探伤室约 17m、36m、48m 分别为厂区道路、临时性仓库、高速路政办公楼；西侧紧邻操作室、暗室和评片室，距离探伤室约 3m 为办公室；北侧距离探伤室 1m 为外购件库；无地下层。

#### **(3) 项目布局及分区**

本项目改扩建探伤工作场所由探伤室、操作室、暗室和评片室组成。操作室、暗室和评片室由南向北依次位于探伤室西侧。探伤室人员防护门位于探伤室西侧，采用迷道形式。探伤室工件门位于探伤室东侧，在此设置工件车间轨道，方便工件的出入，探伤工件东西向移动。拟将探伤室（探伤室墙壁围成的内部区域）划为控制区，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入。将探伤室探伤室东侧、南侧、北侧墙体外1m、操作室、暗室、评片室等区域划为监督区，对该区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。由上述可知，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定。

#### (4) 辐射安全防护措施结论

本项目探伤室墙体、顶棚以混凝土作为屏蔽材料、防护门采用铅板作为屏蔽材料，根据表11的预测结果，探伤室的屏蔽设计合理，符合规范要求。对探伤室工作场所进行分区管理，划分为监督区和控制区，控制区设置相应的警示标志，限制无关人员进入；探伤室拟设置门-机联锁装置、工作状态指示灯、声音提示装置、紧急停机按钮、机械排风设施、监视装置、固定式场所辐射探测报警装置等辐射安全防护措施；探伤室工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪，各项辐射环境管理制度拟张贴于操作台处（探伤室墙上），符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

#### (5) 辐射安全管理结论

建设单位已成立辐射安全与环境保护管理机构和建立健全相应的辐射管理制度和操作规程；建设单位已对辐射工作人员进行辐射防护培训、职业健康检查和个人剂量监测，并建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。因此，公司已具备从事辐射活动的的能力。

### 13.1.2 环境影响分析结论

#### (1) 辐射剂量率影响预测结论

本项目X射线探伤机在最大工况运行时，四周屏蔽墙及防护门外关注点辐射剂量率最大值为 $1.37\mu\text{Sv/h}$ ，顶棚外辐射剂量率最大值为 $3.56\mu\text{Sv/h}$ ，且探伤室顶棚为不上人顶棚，且探伤室上方自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内无建筑物，则满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“X射线探伤室墙和入口门关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

#### (2) 个人剂量影响预测结论

本项目所致辐射工作人员受照周有效剂量最大为 $2.54 \times 10^{-5}\mu\text{Sv}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对职业工作人员不大 $100\mu\text{Sv/周}$ 的要求；受照年有效剂量为 $1.26 \times 10^{-6}\text{mSv}$ ，满足本项目职业人员年剂量约束不超过 $5\text{mSv}$ 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 $20\text{mSv/a}$ 的剂量限值要求。

本项目所致公众最大受照周有效剂量最大为 $2.50 \times 10^{-2}\mu\text{Sv}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对公众不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ 的要求；受照年有效剂量为 $2.08 \times$

10<sup>-3</sup>mSv，满足本项目公众人员年剂量约束值不超过0.25mSv的要求，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过1mSv/a”的剂量限值要求。

### （3）非辐射环境影响分析结论

少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风系统排出探伤室，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。探伤产生的废显（定）影液及废胶片按要求集中存放，由有资质的单位回收处理，不得随意排放或废弃，对环境影响较小。

## 13.1.3 可行性分析结论

### （1）产业政策符合性分析结论

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第29号令《产业结构调整指导目录（2019年本）》及中华人民共和国国家发展和改革委员会第49号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

### （2）实践正当性分析结论

本项目的建设是为了保证产品质量和生产的安全需要，因此，该项目的实践是必要的。本项目运行过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

### （3）选址合理性分析

本项目位于浙江上能锅炉有限公司制造车间西南侧，不新增土地。同时，本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。项目探伤室周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营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公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址是合理可行。

### （4）项目可行性

综上所述，本项目选址合理，符合“三线一单”相关要求，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，建设单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的

技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

## **13.2 建议与承诺**

### **13.2.1 建议**

(1) 建设单位应加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。不得在室外开展探伤工作。

(2) 辐射安全许可证中射线装置规格型号和实际不符，建议建设单位及时更新辐射安全许可证中射线装置规格型号。

(3) 建设单位需落实辐射工作人员职业健康检查，并建立职业健康档案。

### **13.2.2 承诺**

(1) 建设单位在本项目报批后，承诺及时向生态环境部门重新申领辐射安全许可证。

(2) 建设单位承诺在本项目探伤机正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），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，编制竣工环境保护验收监测报告表。