

核技术利用建设项目

浙江旺盛动力机电有限公司

X 射线室内探伤扩建项目

环境影响报告表

（公示稿）

浙江旺盛动力机电有限公司

2022 年 12 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江旺盛动力机电有限公司

X 射线室内探伤扩建项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江旺盛动力机电有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省玉环市大麦屿经济开发区五一村

邮政编码：317604

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	9
表 3	非密封放射性物质	9
表 4	射线装置	10
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6	评价依据	12
表 7	保护目标与评价标准	14
表 8	环境质量和辐射现状	19
表 9	项目工程分析与源项	22
表 10	辐射安全与防护	27
表 11	环境影响分析.....	34
表 12	辐射安全管理	44
表 13	结论与建议	48
表 14	审批	52

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浙江旺盛动力机电有限公司 X 射线室内探伤扩建项目			
建设单位		浙江旺盛动力机电有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		浙江省玉环市大麦屿经济开发区五一村			
项目建设地点		浙江省玉环市坎门街道榴岛大道(坎门) 358号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		700	项目环保投资 (万元)	150	投资比例 (环保投资/总投资)
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积 (m ²)
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类 (医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位简介

浙江旺盛动力机电有限公司（以下简称“公司”，统一信用代码为：91331021732391975E）成立于 2001 年 9 月 27 日，注册地址位于浙江省玉环市大麦屿经济开发区五一村，主要从事液压动力机械及元件、航空航天器配件、机械零部件、电力电子元器件、电子元件等生产与销售。

公司现有两个厂区，1 号厂区位于浙江省玉环市大麦屿经济开发区五一村，2 号厂区位于玉环市坎门街道榴岛大道(坎门) 358 号。经统计，公司 2 个厂区现有辐射项目的环保审批及竣工验收情况汇总如下：

表 1-1 公司现有辐射项目环保审批及竣工验收情况

厂区	项目名称	环评批复	领证情况	验收情况	现状情况
1 号 厂区	浙江旺盛动力机电有限公司X射线实时成像系统检测项目环境影响报告表	台环辐 [2016]18号	2019年2月26日申领 辐射安全许可证：浙 环辐证[J2413])	2020年11月 自主验收	拟停止运行，X 射 线装置管头组 装体拟迁往 2 号厂 区新建项目
2 号 厂区	浙江旺盛动力机电有限公司X射线探伤扩建项目环境影响报告表	台环辐 [2021]7号	2021 年 12 月 16 日重 新申领辐射安全许可 证：浙环辐证[J2413])	2022 年 6 月 完成自主验 收。	正常运行

1.1.2 项目任务由来

现因市场需求及业务发展需要，公司2号厂区的环评项目《浙江旺盛动力机电有限公司年产1500吨优质铝合金舱体生产线技改项目环境影响报告表》在2020年获得台州市生态环境局的环评批复（台环建(玉)[2020] 118号）、2022年6月完成自主验收后，其铸件生产销售量急剧上升，且公司生产的铸件质量要求提高，全部产品需进行无损检测，现有1间探伤室远远无法满足无损检测的需求。企业拟在2号厂区东侧新增4间探伤室（为铅房屏蔽，标号为1号~4号探伤室），1号~3号探伤室探伤室拟各新增1台X射线探伤机，拟将1号厂区原X射线实时成像系统的X射线装置管头组合体迁移至4号探伤室。主要利用X射线探伤装置对公司所生产的铸件进行无损检测工作，从而保证产品的质量与生产的安全，本项目所有的探伤工作仅限于探伤室内。

1号厂区原X射线实时成像系统拟停止运行，X射线实时成像系统中的X射线装置管头组合体拟迁移至2号厂区4号探伤室，其铅房、探测器等其他配件不迁移，拟交生产厂家回收利用。原X射线实时成像系统1名辐射工作人员及个人剂量计、1台个人剂量报警仪、1台X-γ 辐射剂量率巡测仪移交本项目使用，建设单位应及时向有权限的生态环境主管部门申请注销该射线装置。

根据原环境保护部、国家卫生计生委公告2017年第66号《关于发布射线装置分类的公告》，本项目X射线探伤机归入到“工业用X射线探伤装置”的范畴，属于II类射线装置。对照中华人民共和国生态环境部令第16号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目。本次评价内容为使用II类射线装置，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，浙江旺盛动力机电有限公司委托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，环评委托书见附件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环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容与规模

企业拟在2号厂区内东侧新增X射线室内探伤工作场所,含4间探伤室及等配套房间,1号~3号探伤室探伤室拟各新增1台X射线探伤机,拟将1号厂区原X射线实时成像系统的X射线装置管头组合体迁移至4号探伤室。本项目探伤室射线装置配置一览表见表1-1。

表1-1 本项目探伤室射线装置配置一览表

工作场所	设备名称	类别	规格型号	数量	最大管电压/管电流	无损探伤 工件类型
1号探伤室	X射线探伤机(周向)	II类	未定	1台	160kV, 5mA	自生产铸件
2号探伤室	X射线探伤机(周向)	II类	未定	1台	160kV, 5mA	
3号探伤室	X射线探伤机(定向)	II类	未定	1台	225kV, 8mA	
4号探伤室	X射线探伤机(定向)	II类	XYG-22508/3	1台	225kV, 8mA	

注:1、4号探伤室的X射线探伤装置为迁建,其他3台射线探伤机拟购买。

2、周向机射线主射方向为东(为便于描述,以东偏向北为正东方向)、西、顶棚和地坪垂直周向;定向机主射方向为东。

3、本项目每间探伤室均各有1台X射线探伤机,探伤室独立运行,存在两个及以上探伤室同时工作的情形。

待本项目实施后,公司的实际辐射活动规模为2号厂区的5台X射线探伤机,分别在5个探伤室内进行室内探伤作业。1号厂区不再开展辐射活动。

1.1.4 劳动定员及工作负荷

(1) 劳动定员

本项目拟配备辐射工作人员8人(每间探伤室配备2人),除原数字成像系统的1名辐射工作人员外,其余7名辐射工作人员为新增辐射工作人员。公司辐射工作人员不承担检修工作,且不兼职其他辐射工作岗位;设备检修均由设备生产厂家承担。

(2) 工作负荷

本项目辐射工作场所的工作负荷情况见表1-2。

表1-2 本项目辐射工作场所的工作负荷情况

工作场所	工作时间	年拍片张数	单次拍片 出束时间	工作场所周 出束总时间	工作场所年 出束总时间
1号探伤室	每天工作8小时, 每年工作350天 (50周)	3000张	3min	3.0h	150h
2号探伤室		3000张	3min	3.0h	150h
3号探伤室		3000张	3min	3.0h	150h
4号探伤室		3000张	3min	3.0h	150h

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 公司地理位置及外环境

浙江旺盛动力机电有限公司 X 射线室内探伤扩建项目位于浙江省玉环市坎门街道榴岛大道(坎门) 358 号, 地理位置详见附图 1。公司厂区东侧为城坎河, 南侧为浙江华邦机械有限公司, 西侧为榴岛大道及城坎河, 北侧为浙江红箭橡塑股份有限公司。厂区总平面布置示意图详见附图 2, 项目周围环境关系示意图详见附图 3。

1.2.2 项目地理位置及周边环境

本项目 4 间探伤室位于公司东侧, 探伤室工作场所其东侧 1m 为暗室、评片室等辅助房间, 东侧 6m、9m 分别为应急通道与办公室、砂造型区域, 南侧紧邻为操作台与安全通道, 南侧 6m 为浙江华邦机械有限公司, 西侧紧邻为锯床加工区及车间其他区域, 北侧紧邻为安全通道, 北侧 3m 为加工中心车间, 探伤室北侧拟设防护门, 探伤室的平面布局详见附图 5。

1.2.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为本项目辐射工作人员、公司其他工作人员和公众人员。

1.2.4 选址合理性分析

本项目 50m 评价范围主要为公司生产车间内部与浙江华邦机械有限公司(评价范围内为厂房)等, 无居民和学校等其他环境敏感点。经辐射环境影响预测, 本项目运营过程中产生的电离辐射, 经采取辐射防护屏蔽和安全管理措施后, 对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地(见附件 3), 周围无环境制约因素。因此, 本项目选址是合理可行的。

1.3 相关规划符合性分析

1.3.1 用地规划符合性分析

本项目位于玉环市坎门街道榴岛大道(坎门) 358 号自有厂区内东侧, 根据建设单位提供的场所证明文件(房屋所有权证见附件 3), 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。

1.3.2 “三线一单”符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见(试行)》(环环评〔2021〕108 号), “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《台州市玉环市“三线一单”生态环境分区管控方案》, 本项目属于台州市玉环市玉环玉城-坎门街道产业集聚重点管控单元重点管控单元(ZH33108320104)。与台州市优先保护

单元分类图对比，本项目所在区域不涉及台州市优先保护单元。因此，本项目不涉及生态保护红线。

（2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场所周围环境 γ 辐射剂量属于正常本底范围。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《台州市玉环市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目属于台州市玉环市玉环玉城-坎门街道产业集聚重点管控单元重点管控单元（ZH33108320104），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	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升级改造，进一步调整和优化产业结构，逐步提高区域产业准入条件。重点加快园区整合提升，完善园区的基础设施配套，不断推进产业集聚和产业链延伸。改造提升现有汽摩配产业，建立特色汽摩配产业集群区。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、生活绿地等隔离带。	本项目为工业 X 射线工业探伤项目，不属于三类工业项目。厂区内及厂区围墙外设置绿地和绿化带，且厂区周围并无居住区，不存在影响人居环境安全的情况。	符合
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。加强污水处理厂建设及升级改造，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。实施工业企业废水深度处理，严格重污染行业重金属和高浓度难降解废水预处理和分质处理，加强对纳管企业总氮、盐分、重金属和其他有毒有害污染物的管控，强化企业污染治理设施运行维护管理。全面推进汽摩配重点行业 VOCs 治理和工业废气清洁	本项目为核技术利用项目，不属于二类、三类工业，也不涉及污染物总量控制，不产生污染土壤与地下水的污染物。	符合

	排放改造，强化工业企业无组织排放管控。二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物全面执行国家排放标准大气污染物特别排放限值，深入推进工业燃煤锅炉烟气清洁排放改造。加强土壤和地下水污染防治与修复。		
环境风险防控	定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境与健康风险，落实防控措施。相关企业按规定编制环境突发事件应急预案，重点加强事故废水应急池建设，以及应急物资的储备和应急演练。强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，落实产业园区应急预案，加强风险防控体系建设，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制。	公司已制定《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
资源开发率要求	/	本项目消耗少量电能，不涉及水资源的消耗。	/

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》，本项目不属于其限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策的要求。

1.5 实践正当性分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中4.3“辐射防护要求”，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目实施的目的是为了对自生产的产品进行质检服务，以提高公司生产水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其探伤装置运行所致辐射工作人员和周围公众成员的辐射剂量符合年剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤装置是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。因此，本项目使用X射线探伤机是正当可行的。

1.6 原有核技术利用项目许可情况

（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[J2413]

（见附件4），有效期为 2021年12月16日至2024年02月25日；许可种类和范围：使用Ⅱ类射线装置。

（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（已许可，辐射安全许可证[J2413]）

射线装置名称	型号	设备参数	数量	类别	使用场所	环评批复	验收情况
X 射线实时成像系统	XYG-2250 8/3	225kV，8mA	1 台	Ⅱ类	玉环市大卖屿经济开发区五一村自有厂区内	台环辐[2016]18 号	2020 年 11 月 30 日自主验收
X 射线探伤机	ISOVOLT 320M2	320kV，5mA	1 台	Ⅱ类	玉环市坎门街道双龙村自有厂区内	台环辐[2021] 7 号	2022 年 06 月 29 日自主验收

（3）辐射安全管理现状

①公司已成立以李祥文为组长的辐射安全领导小组，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。

②公司已制定一系列的辐射安全管理制度，具体制度有《设备台帐管理制度》、《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《探伤机操作规程》、《辐射安全检查制度》、《辐射环境监测制度》、《探伤装置检查维护制度》、《作业人员辐射安全培训制度》、《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0.07mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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。辐射工作人员均已开展职业健康体检，并建立了职业健康监护档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检，在岗期间体检周期不超过2年。根据公司提供的职业健康体检报告（2021-2022年度），在岗辐射工作人员均可继续从事放射性工作，健康无异常。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	2021年个人剂量监测结果 (mSv)		2022年个人剂量监测结果 (mSv)		职业健康检查时间/结论
			第3季度	第4季度	第1季度	第2季度	
1	张明强	FS21ZJ1201348	0.01	M	0.02	M	2022年10月14日/ 可继续原放射工作
2	汪祝红	FS21ZJ1200799	0.07	M	0.02	M	2022年10月14日/ 可继续原放射工作

注：上述个人剂量监测数据均已扣除本底值。

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。目前公司已与兰溪自立环保科技有限公司签订了危废处置协议（见附件7），危废集中收集后统一交由兰溪自立环保科技有限公司进行处置。现有探伤室或铅房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公司每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，经与建设单位核实，公司已对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。

⑥辐射事故应急

公司已制定《辐射事故应急预案》，见附件10。公司每年均定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机（周向机）	II类	1 台	未定	160	5	无损探伤	1号探伤室	拟购，本次评价
2	X 射线探伤机（周向机）	II类	1 台	未定	160	5	无损探伤	2号探伤室	拟购，本次评价
3	X 射线探伤机（定向机）	II类	1 台	未定	225	8	无损探伤	3号探伤室	拟购，本次评价
4	X 射线探伤机（定向机）	II类	1 台	XYG-22508/3	225	8	无损探伤	4号探伤室	拟购，本次评价

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作 场所	氚靶情况			备注
										活度(Bq)	贮存方式	数量	
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
臭氧和臭氧化物	气态	/	/	/	少量	少量	不暂存	直接排入大气，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气
废显（定）影液	液态	/	/	/	约 240kg	/	集中存放于 危废暂存间	定期委托有资质的单位处理处置
废胶片	固态	/	/	/	约 3.6kg	/		

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。
2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度，年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法律文件	(1)《中华人民共和国环境保护法（2014 年修订）》，主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起施行； (2)《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》，主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行； (3)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（2020 年修订）》，主席令第四十三号，2020 年 9 月 1 日起施行； (4)《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行； (5)《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； (6)《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 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行； (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 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行； (8)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修改）》，生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (9)《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； (10)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发〔2006〕145 号，原国家环境保护总局，2006 年 9 月 26 日起施行； (11)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 日印发； (12)《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 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (13)《国家危险废物名录（2021 年版）》，生态环境部令 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (14)《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 9 月 1 日印发； (15)《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 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行；
------	--

	(16)《浙江省建设项目环境保护管理办法(2021 年修正)》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日起施行； (17)《浙江省辐射环境管理办法(2021 年修正)》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日起施行； (18)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，浙环发〔2015〕38 号，原浙江省环境保护厅，2015 年 10 月 23 日起施行； (19)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 日起施行。
技术标准	(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)； (2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)； (3)《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)； (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； (5)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)； (6)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； (7)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)； (8)《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)； (9)《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020)； (10)《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2001) 及2013年修改单； (11)《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》(GBZ 2.1-2019) 及第1号修改单。
其他	(1)《辐射防护导论》，方杰主编； (2)公司提供的其他与工程建设有关的技术资料。

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，并结合本项目的实际情况，本项目评价范围为：1 号~4 号探伤室实体边界 50m 区域。

7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为本项目辐射工作人员、公司其他工作人员和公众人员，具体见表7-1。

表7-1 本项目辐射工作场所主要环境保护目标

保护目标	所在位置	相对方位	与探伤室边界最近距离	人员规模
辐射工作人员	操作台	北侧	紧邻	8人
	暗室与评片室	东侧	1m	
公众人员	应急通道	东侧	6m	约20人/天
	办公室、砂造型区域	东侧	9m	约10人
	安全通道	南侧	紧邻	约20人/天
	浙江华邦机械有限公司	南侧	6m	约50人
	锯床加工区及车间其他区域	西侧	紧邻	约10人
	安全通道	北侧	紧邻	约20人/天
	加工中心车间	北侧	3m	约10人

注：本项目1号~4号探伤室顶棚无人到达，无地下层，故顶棚与地面均不设为环境保护目标。

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）

一、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）。

二、剂量限值

1) 职业照射

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。

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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

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；

三、辐射工作场所的分区

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

7.3.2 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）

本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置进行探伤的工作。

3.1.1.5 X 射线装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合表 1 的要求。

表 1 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率

管电压 kV	漏射线空气比释动能率（mGy/h）
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束，钥匙只有停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

3.1.3 连接电缆

对于移动式 X 射线装置，控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆不应短于 20m。

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入门口的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 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 4.1.3；

b) 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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 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。“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。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 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。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 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。

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

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° 入射探伤工件的 90° 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 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及 2013 年修改单

本标准规定了对危险废物贮存的一般要求，对危险废物包装、贮存设施的选址、设计、运行、安全防护、监测和关闭等要求。

7.2 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。

7.3 不得接收未粘贴符合 4.9 规定的标签或标签未按规定填写的危险废物。

7.4 盛装在容器内的同类危险废物可以堆叠存放。

7.5 每个堆间应留有搬运通道。

7.6 不得将不相容的废物混合或合并存放。

7.7 危险废物产生者和危险废物贮存设施经营者均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、存放库位、废物出库日期及接收单位名称。危险废物的记录和货单在危险废物回取后应继续保留三年。

7.8 必须定期对所贮存的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。

7.3.5 本项目管理目标

(1) 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的原则，结合项目实际情况，本次评价取相应剂量限值的四分之一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	5mSv/a
公众照射有效剂量	0.25mSv/a

(2) 辐射剂量率控制值

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015），本项目各辐射工作场所的辐射剂量率控制值如表 7-3 所示。

表 7-3 本项目各辐射工作场所的辐射剂量率控制值

工作场所	关注点	辐射剂量率控制值 ($\mu\text{Sv/h}$)
1 号~4 号探伤室工作场所	探伤室四周墙外、防护门外 30cm 处	2.5
	探伤室顶棚 30 cm 处	2.5

注：本项目探伤室顶棚外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平保守取为 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

浙江旺盛动力机电有限公司 X 射线室内探伤扩建项目位于玉环市坎门街道榴岛大道(坎门) 358 号厂房东侧，地理位置详见附图 1。公司厂区东侧为城坎河，南侧为浙江华邦机械有限公司，西侧为榴岛大道及城坎河，北侧为浙江红箭橡塑股份有限公司。厂区总平面布置示意图详见附图 2，项目周围环境关系示意图详见附图 3。本项目 4 间探伤室位于公司东侧，探伤室工作场所其东侧 1m 为暗室、评片室等辅助房间，东侧 6m、9m 分别为应急通道与办公室、砂造型区域，南侧紧邻为操作台与安全通道，南侧 6m 为浙江华邦机械有限公司，西侧紧邻为锯床加工区及车间其他区域，北侧紧邻为安全通道，北侧 3m 为加工中心车间，探伤室北侧拟设防护门，探伤室的平面布局详见附图 5。

8.2 辐射环境质量现状

8.2.1 检测目的

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

8.2.2 检测因子

根据项目污染因子特征，环境检测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

8.2.3 检测点位

根据《环境 γ 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）等要求，结合现场条件，对本项目各辐射工作场所及周围环境进行检测布点。本项目共布设 13 个检测点位，布点情况见图 8-1，检测报告及检测资质见附件 8。

8.3.4 检测方案

- （1）检测单位：浙江亿达检测技术有限公司（资质证书编号：211112051235）；
- （2）检测时间：2022 年 8 月 26 日；
- （3）检测方式：现场检测；
- （4）检测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）等；
- （5）检测频次：即时测量，每个监测点在仪器读数稳定后以 10 秒的间隔读取 10 个数据；
- （6）检测工况：辐射环境本底；
- （7）天气环境条件：天气：晴；温度：33℃；相对湿度：62%；
- （8）检测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 检测仪器设备参数

仪器名称	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H（内置探头：6150AD-b/H；外置探头：6150AD 6/H）
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h；外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ ；外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$
检定证书编号	2022H21-20-3813605002
检定有效期	2022 年 02 月 16 日至 2023 年 02 月 17 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

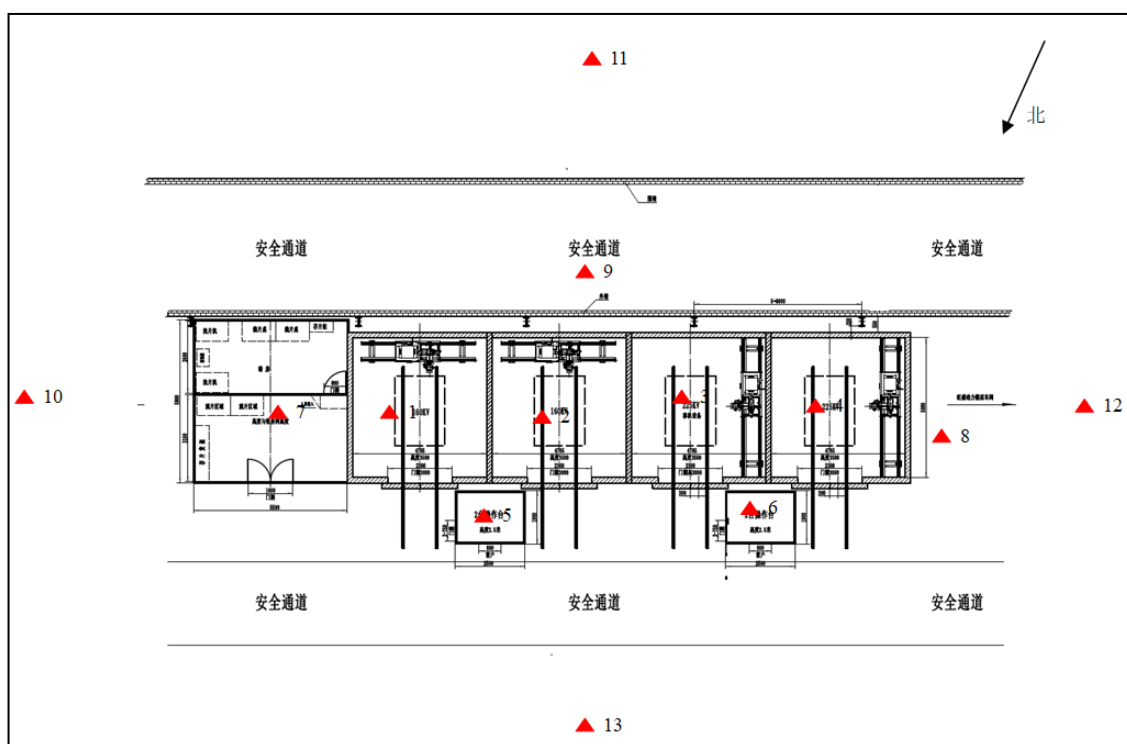


图 8-1 本项目辐射环境本底监测布点示意图

8.3.5 质量保证措施

- (1) 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，同时满足标准要求。
- (2) 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合格证书上岗。
- (3) 检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) 检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。

8.3.6检测结果及评价

检测结果见表8-2。

表8-2 本项目拟建场所及周围环境环境辐射本底检测结果

测点号	点位描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	拟建 1 号探伤室	40	室内
2	拟建 2 号探伤室	46	室内
3	拟建 3 号探伤室	44	室内
4	拟建 4 号探伤室	42	室内
5	操作台 1	57	室内
6	操作台 2	62	室内
7	辅助房间	83	室内
8	西侧过道	63	室内
9	南侧安全通道	63	室内
10	东侧办公室及砂造型区域	80	室内
11	南侧浙江华邦机械有限公司	94	室外
12	西侧锯床加工区	72	室内
13	北侧加工中心车间	78	室内

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

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

3、 γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除宇宙射线响应值 30nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，11#点位取 1，其余监测点位取 0.9。

由表8-2可知：本项目各检测点位室内的 γ 辐射剂量率在（40~83）nGy/h之间，室外的 γ 辐射剂量率为94nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，台州室内的 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为（59~200）nGy/h，台州市道路上 γ 辐射（空气吸收）剂量率为（50~142）nGy/h。因此，本项目工作场所拟建场所及周围环境的 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

本项目拟新建 4 间探伤室及配套用房，本项目施工期工艺流程及污染物产生环节图如图 9-1 所示。

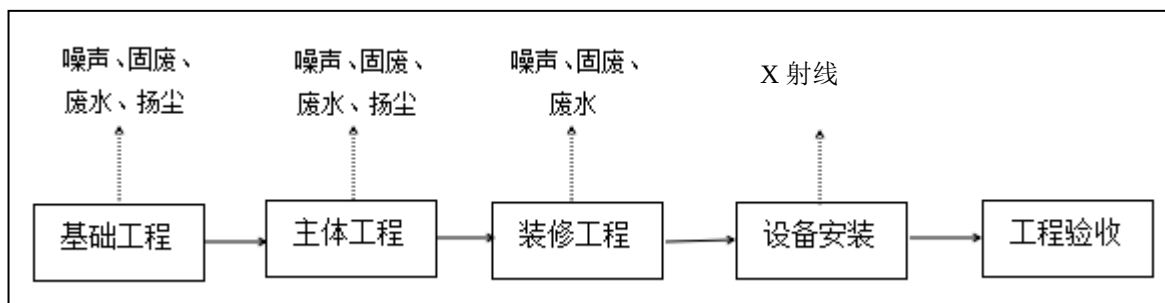


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

项目施工期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）X 射线

本项目设备需要调试（该调试由生产厂家负责），调试阶段 X 射线机会产生 X 射线，同时设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。调试阶段在已经做好辐射防护的探伤室内进行，张贴辐射警示标识，避免无关人员靠近，经墙体的屏蔽及距离衰减后对环境的影响可以接受的。

9.2 工艺设备和工艺分析

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本项目配置的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。

（1）设备组成

X射线探伤机是由X射线管头组装体、控制箱及连接电缆及附件组成，具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点，探伤机设备外观及主要功能特点见图9-1。



图9-1 X射线探伤机外观图

（2）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X线感光片进行照射，当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射线管和高压电源组成。X射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生X射线。

典型的X射线管结构见图9-2。

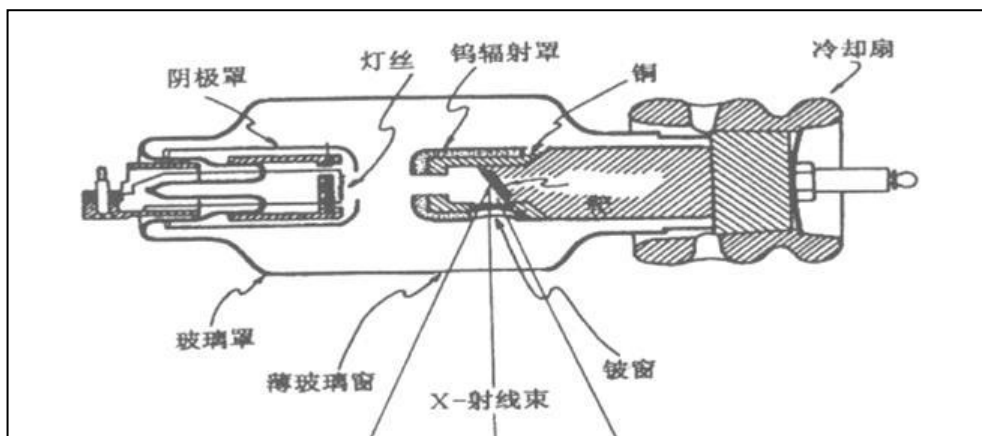


图9-2 典型X射线管结构图

(3) 探伤过程及产污环节

本项目铸件产品的无损探伤均在固定的探伤室内，工作人员通过探伤室北侧的防护门由叉车将工件送入探伤室内，设置适当位置，在工件待检部位布设X射线胶片并加以编号，检查无误，工作人员撤离探伤室，并将工件门关闭，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，从探伤工件上取下已经曝光的X片，打开工件门将探伤工件送出探伤室外，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9-3。

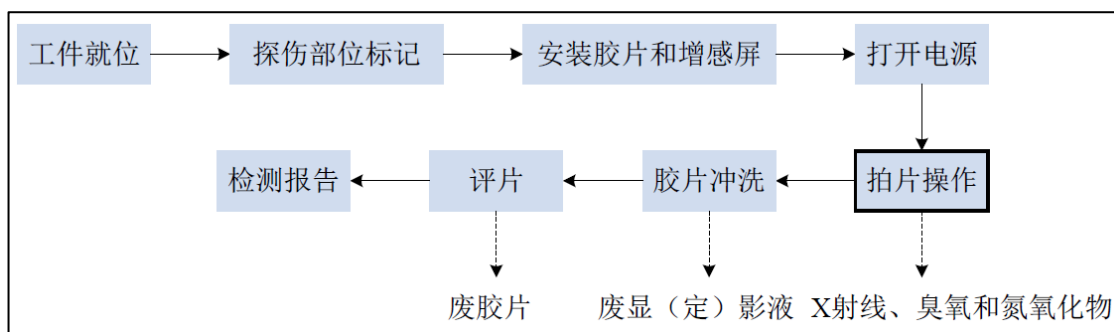


图9-3探伤工艺流程及产污环节示意图

(4) 人员配备与工作负荷

本项目探伤机仅在固定式探伤室内使用，不在探伤室外使用。探伤工件为自生产铸件（最大尺寸为长3m×宽2m×厚40mm），材质为钢。每间探伤室计划配置2个辐射工作人员，每天共工作8小时，每年工作300天（每周工作6天，共50周）。每间探伤室年最大拍片均为3000张，单次拍片曝光时间最大为3min，每间探伤室周最大出束时间为3h，年最大出束时间为150h。

9.2 现有核技术利用项目工程分析

9.2.1 X 射线实时成像系统

公司 X 射线实时成像系统项目位于玉环市大卖屿经济开发区五一村自有厂区内，2016 年 12 月 22 日获得原台州市环境保护局出具的环评批复（台环辐[2016]18 号），2020 年 11 月完成自主验收。公司拟将 X 射线实时成像系统项目停止运营（原 X 射线实时成像系统无损检测为实时成像，只迁移 X 射线实时成像系统的 X 射线装置管头组合体，其铅房与探测器等其他配件不迁移；原 X 射线实时成像系统停止运行，要及时向有权限的生态环境主管部门申请注销该射线装置，原 X 射线实时成像系统辐射工作人员及个人剂量计、个人剂量报警仪、X-γ 辐射剂量率巡测仪移交本项目使用，铅房与探测器等其他部件交生产厂家回收）。根据公司的验收监测报告和年度监测报告，X 射线实时成像系统铅房周围的辐射剂量率满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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 2.5μSv/h 的要求。

X 射线实时成像系统项目运行时不产生放射性“三废”和废（显）定影液、废胶片等危险废物，产生少量的臭氧和氮氧化物经排风系统排至车间外环境。公司停止运营 X 射线实时成像系统项目应及时向有权限的生态环境主管部门申请注销该射线装置。

9.2.2 现有探伤室项目

公司现有探伤室项目（根据建设单位提供的信息，本项目新建 4 间探伤室，标号为 1 号~4 号探伤室，现有探伤室拟将标号为 5 号探伤室）位于玉环市坎门街道榴岛大道(坎门) 358 号自有厂区内，2021 年 9 月 1 日获得台州市生态环境局出具的环评批复（台环辐[2021]7 号），2022 年 6 月完成自主验收。根据该项目的验收监测报告，现有探伤室周围的辐射剂量率满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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 2.5μSv/h 的要求。

探伤室产生少量的臭氧和氮氧化物经排风系统排至车间外环境，废（显）定影液、废胶片等危险废物暂存于暗室（本项目“以新带老”新建危废暂存间用于暂存现有探伤室与新建探伤室运行中产生的危险废物），委托兰溪自立环保科技有限公司处置。

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 射线是随机器的开、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线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子，污染途径是 X 射线外照射。本项目 X 射线

探伤机或 X 射线机的源项数据见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机的源项数据

工作场所	X 射线探伤机 或 X 射线机	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 号~2 号 探伤室	160kV X 射线机	20.38 mGy m ² / (mA min) ①	2500μSv/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。
3 号~4 号 探伤室	225kV X 射线探伤机 ②	16.5mGy m ² / (mA min)	5000μSv/h	

注：①160kV X 射线机输出量根据 150kV 管电压 2mm 铝过滤条件下输出量 18.3 mGy m²/ (mA min) 与 200kV 管电压 2mm 铝过滤条件下输出量 28.7mGy m²/ (mA min) 用插入法求得。

②225kV X 射线机输出量保守取 250kV 管电压 0.5mm 铜过滤条件下输出量 16.5mSv m²/ (mA min)。

（2）臭氧和氮氧化物

X射线探伤机或X射线机工作时产生射线，会造成空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。探伤室产生的少量臭氧和氮氧化物通过南侧U型埋地通风管道排入生产厂房外部环境，探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产量小对周围环境影响较小。

（3）废显（定）影液、废胶片

本项目 X 射线探伤室探伤作业与现场探伤作业在洗片与阅片过程中产生的废显（定）影液、废胶片属于《国家危险废物名录》中感光材料废物，危废代码为 HW16（900-019-16），并无放射性。本项目 4 间探伤室探伤作业年拍片量共 12000 张，按洗 1000 张片用 20L 显（定）影液，经估算项目工作过程中废显（定）影液年产生量约 240L（约 240kg），废胶片年产生量约 360 张（废片率按 3%计算，约 3.6kg）。该部分危险废物定期委有资质的单位处理，完好的胶片由公司定期建档备查。根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求，本次评价明确危险废物的名称、数量、类别、形态、危险特性和污染防治措施等内容，具体见表 9-2。

表 9-2 本项目危险废物基本情况汇总表

序号	危废名称	危废类别	危废代码	年产生量	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	900-01 9-16	240kg	洗片	液态	显（定）影液	显（定）影液	每次室内探伤	T	收集于危废暂存间，定期委托有资质单位处置
2	废胶片	HW16	900-01 9-16	3.6kg	阅片	固态	废胶片	废胶片	每次室内探伤	T	

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分析

本项目 1 号~4 号探伤室辐射工作场所的六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 1 号~4 号辐射工作场布局一览表

辐射工作场所	东侧	南侧	西侧	北侧	上层	下层
1 号~4 号探伤室	暗室、评片室	安全通道	锯床加工区	操作台、安全通道	无人可到达平台	土层

本项目 1 号~4 号探伤室辐射工作场所位于公司自有厂区内东侧，本项目操作台与探伤室分开。本项目探伤室防护门位于北侧，探伤室内 X 射线定向探伤机，主射方向朝东，周向探伤机主射方向为东、西、顶棚和地坪垂直周向，避免了主射线照射到操作台、防护门等区域，布局合理。

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。

本项目 1 号~4 号探伤室辐射工作场所分区情况详见表 10-2。

表 10-2 本项目 1 号~4 号探伤室辐射工作场所分区表

工作场所	控制区	监督区
1 号~4 号探伤室辐射工作场所	1 号~4 号探伤室内部	操作台、探伤室四周屏蔽体外 1m 区域、安全通道

本项目以探伤室为控制区边界，在探伤室防护门表面设置电离辐射警告标志及中文警示说明；监督区地面划黄色警戒线作为标识，禁止无关人员靠近。本项目两区划分图见附图5。

10.1.3 辐射工作场所屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目 1 号~4 号探伤室辐射工作场所的屏蔽防护设计方案见表 10-3。

表 10-3 本项目 1 号~4 号探伤室辐射工作场所屏蔽防护设计方案

项目	屏蔽防护设计方案
探伤室净尺寸	每间探伤室有效使用面积约为 23.9m^2 ，5m（长） $\times$ 4.78m（宽） $\times$ 3.5m（高）
四侧墙体	每间探伤室四侧墙体均为 14mm 铅板
顶棚	14mm 铅板
地坪	探伤室正下方为土层，无地下室，不做特殊防护
1 号~2 号探伤室防护门	双扇电动对开门（中间门缝设计为凹凸槽对接无缝隙，凹凸深高尺寸各为 100mm），门洞的尺寸为 2.3m（宽） $\times$ 3.2m（高）；门体的尺寸为 2.5m（2 扇 1.25m 宽） $\times$ 3.4m（高），采用 10mm 铅板（门与墙体左、右搭接各为 100mm，上、下搭接各为 100mm）。
3 号~4 号探伤室防护门	双扇电动对开门（中间门缝设计为凹凸槽对接无缝隙，凹凸深高尺寸各为 100mm），门洞的尺寸为 2.3m（宽） $\times$ 3.2m（高）；门体的尺寸为 2.5m（1 扇 0.95m 宽，1 扇 1.55m 宽） $\times$ 3.4m（高），采用 14mm 铅板（门与墙体左、右搭接各为 100mm，上、下搭接各为 100mm）。
普通高压电缆、X 射线探伤机控制线缆	每间探伤室敷设 1 根预埋管道，管径为 100mm，埋深约为 400mm，以“U”型地埋管道穿越探伤室的北墙，连接至操作台。
排风设施	4 间探伤室设 1 套机械排风设施，设计风机风量为 $2500\text{m}^3/\text{h}$ ；室内排风口位于探伤室南侧，排风管道管径为 200mm，以“U”型地埋管道穿越探伤室的南墙连至室外。
注：表中铅的密度不小于 $11.34\text{g}/\text{cm}^3$ 。	

经表 11 辐射影响预测，在探伤室四周屏蔽墙、顶棚及防护门外关注点辐射剂量率最大值为 $9.03 \times 10^{-4} \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 的要求；探伤室的天空反散射剂量率满足推导出的剂量率控制水平；职业人员和周围公众年有效剂量均满足 GB18871-2002 中剂量限值和本项目年剂量约束值的要求。因此，本项目 1 号~4 号探伤室屏蔽防护设计方案合理可行。

10.1.4 辐射安全和防护措施

（1）X 射线探伤机的固有安全属性

- ① X 射线装置管头组装体能固定在任何需要的位置上并加以锁紧。
- ② X 射线管头设有限束装置。
- ③ X 射线管头窗口孔径不大于额定最大有用线束射出所需尺寸。
- ④ X 射线管头具有如下标志：a、制造厂名称或商标；b、型号及出厂编号；c、X 射线管的额定管电压、额定管电流；d、焦点的位置；e、出厂日期；f、电离辐射标志。

（2）操作台安全防护措施

- ① 拟设置 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选

取及设定值显示装置；

②拟设置高压接通时的外部报警或指示装置；

③操作台或X射线管头组装体上拟设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通X射线管管电压；已接通的X射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断；

④拟设钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出；

⑤拟设置紧急停机开关；

⑥拟设置电离辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

(3) 探伤室安全防护措施

①本项目探伤室的设置充分考虑周围的辐射安全，操作台与探伤室分开并避开有用线束照射的方向。

②拟对探伤室工作场所实行分区管理。将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，操作台与墙壁外部相邻区域划为监督区。

③每间探伤室的双扇对开防护门安装时应尽量减小与墙体间的门缝，搭接的长度须大于等于 10 倍的间隙，防止射线外泄。

④每间探伤室均拟设置门-机联锁装置，并保证在防护门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。防护门打开时应立即停止 X 射线照射，关上防护门不能自动开始 X 射线照射。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。

⑤每间探伤室防护门和内部醒目位置拟同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。

⑥每间探伤室的照射状态指示装置均拟与 X 射线探伤装置联锁，探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明，每间探伤室防护门上拟设电离辐射警告标志和中文警示说明。

⑦每间探伤室内均拟设置紧急停机按钮（每间探伤室四侧墙体及控制室各设 1 个，4 间探伤室共设 20 个），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 X 射线探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮应当带有标签，标明使用方法。

⑧4 间探伤室设 1 套机械排风设施，设计风机风量为 $2500\text{m}^3/\text{h}$ ，4 间探伤室总容积约为 335m^3 ，每小时有效通风换气次数不小于 7 次。室内排风口位于探伤室南侧，排风管道管径为 200mm，埋深约为 400mm，以“U”型地埋管道穿越探伤室的南墙连至室外。本项目探伤室的通风管道穿墙示意图见图 10-1，通风管道走向示意图见附图 5。

⑨4 间探伤室线缆管道以“U”型地埋管道穿越探伤室的北墙，均连接至操作台，管径为 100mm，埋深约为 400mm。本项目探伤室的线缆管道穿墙示意图见图 10-1，线缆管道走向示意图见附图 5。

⑩4 间探伤室内均拟设置视频监控系统，显示屏设置在操作台上，视频探头设置在探伤室内。保证监控无死角，实现全方位监控探伤室内全部情况。如有人员滞留于探伤室内，工作人员可以在操作台及时观察发现。

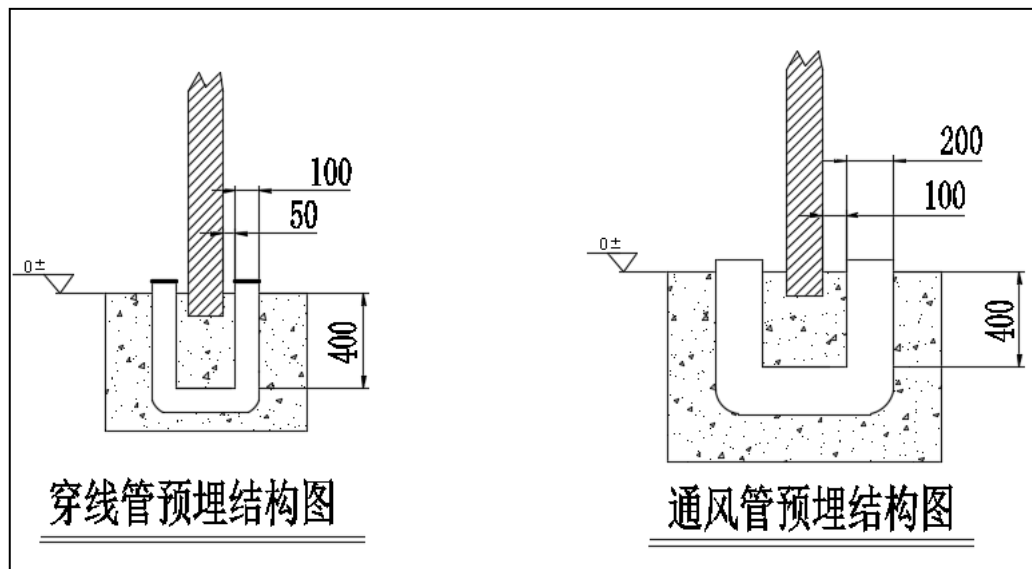


图 10-1 本项目探伤室埋地管道穿墙示意图

(3) 安全操作管理措施

①探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪；当辐射水平达到设定的报警水平时，个人剂量报警仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告；

②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；

③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；

④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；

⑤探伤工作场所内拟设置灭火器材，作为应急物资使用；

⑥各项辐射环境管理规章制度拟张贴于操作台处（探伤室墙上）；

⑦本项目危险废物暂存间的建设须满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”等基本要求；

⑧拟建立X射线探伤机使用台账及相关危险废物管理台账。

（4）探伤机的检查和维护

①每次工作开始前应进行检查的项目

- a) 探伤机外观是否存在可见的损坏；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；
- c) 各安全联锁是否正常工作；
- d) 报警设备和工作指示灯是否正常运行；
- e) 螺栓等连接件是否连接良好。

②运营单位定期检查项目

- a) 电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；
- b) 所有的联锁和紧急停机开关的检查；
- c) 制造商推荐的其他常规检测项目。

③设备维护

运营单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。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。当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。应做好设备维护记录。

本项目辐射工作场所的辐射安全防护设施布置示意图见附图 6。

10.1.5 射线装置报废辐射安全管理要求

本项目投入使用后，对于拟报废的 X 射线探伤机，公司将按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》中第十八条要求，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，不随意处置或丢弃。

10.1.6 危险废物环境管理措施

本项目 4 间探伤室探伤作业产生的所有胶片均在 1 号探伤室东侧暗室进行洗片，暗室产生的危险废物贮存于公司厂房内合箱区域南侧的危废暂存间。根据《危险废物贮存污染控制

标准》(GB 18597-2001)及 2013 年修改单与《危险废物转移管理办法》等规定,为降低危险废物对环境的影响程度,建设单位针对危险废物的贮存、转移和处置等环节拟采取如下环境管理措施:

(1) 危废的贮存

本项目危废暂存间位于厂房内合箱区域南侧,建筑面积约 9m²,具体位置见附图 2,该场所的装修应满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”的要求,地面硬化拟防渗处理,你采用防盗门窗,拟设置危废标识,墙体内侧四周拟设围堰。同时,本项目危险废物与现有探伤室危险废物产生量(废显影液、定影液约 80L/年,废胶片约 40 张/年)较小,贮存期限一般不超过半年,半年的危险废物储存约占地 4m²,可以满足贮存的容积要求。

危废暂存间的日常管理要求:①专人管理,其他人员未经允许不得入内。②危险废物贮存前做好统一包装(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。③危险废物将分类分区贮存,不同类危险废物间有明显间隔,严禁将不相容、具有反应性的危险废物混合贮存。④建立危险废物管理台账,管理人员做好危险废物情况的记录,记录上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。危险废物的记录和货单在危险废物回取后继续保留十年。

(2) 危废的转移

本项目危废委托有资质单位定期到公司收集并运输转移,危废转移过程中应严格执行转移联单管理制度,并加强转移联单的保管,联单保存期限为十年。

(3) 危废的委托处置

建设单位已与兰溪自立环保科技有限公司签订危废处置合同,危废处置合同及处置单位资质见附件 7。

10.2 三废的治理

本项目的运行无放射性废水、放射性废气与放射性固废产生。

(1) 本项目辐射工作场所探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物,由于产生量小且均设有通风措施排至车间外环境,辐射工作场所探伤室换气次数大于 7 次/h,满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 4.1.11 款的管理要求。

(2) 本项目探伤室探伤过程中产生的废显(定)影液及废胶片属于危险废物,企业拟定期委托兰溪自立环保科技有限公司处理。

10.3 环保投资估算一览表

本项目总投资预计为 700 万元，其中辐射环保投资 150 万元，占总投资的 21.43%。本项目环保投资一览表详见表 10-4。

表 10-4 环保投资估算一览表

项目		设施（措施）	金额（万元）
本项目 1 号~4 号探伤室	辐射屏蔽措施	探伤室 4 间（含防护门）	100.0
	辐射安全措施	工作状态指示灯 4 套	1.0
		门-机联锁 4 套	1.0
		视频监控系统 4 套	2.0
		急停按钮 20 个	1.0
	废气处理设施	通排风系统 1 套（含轴流风机、通风埋地管道）	22.0
	电缆管线	线缆管道预埋	1.0
	监测仪器及警示装置	辐射检测仪 1 台（利旧）	/
		个人剂量计 7 支，个人剂量报警仪 7 台	2.0
		电离辐射警告标志、监督区、控制区标识若干	0.5
其他	制度上墙	操作规程，辐射安全防护与保卫制度，辐射事故应急制度，岗位职责等	0.5
	人员管理	辐射工作人员辐射安全防护培训、职业健康检查与个人剂量监测	2.0
	环境监测	委托有资质单位开展各辐射工作场所辐射环境年度监测。	1.0
	运行维护	监测仪器的维护、校准，安全设施的维护等	2.0
	环境风险投资	购买应急物资，开展辐射事件应急演练等	2.0
	环评与验收	环评与验收	12
合计			150

表 11 环境影响分析

11.1建设阶段对环境的影响

本项目主要涉及 4 间探伤室的墙体与防护门施工、辅助房间建设、场地清理与装修、设备安装与调试，对环境的影响主要表现为扬尘、噪声、固体废物和废水。

(1) 扬尘

在整个施工期，扬尘来自于材料运输、基础建设等施工活动，由于扬尘源多且分散，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大。但土建工程结束后即可恢复。

(2) 噪声

该评价项目施工期的噪声主要来自场地基础建设、相关设施的安装调试等几个阶段中，但该评价项目的建设工期短，影响期短暂，影响范围小，随施工结束而消除，因此，在合理安排施工时间后，对周围的影响不大。

(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

建设过程中产生的建筑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) 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，在探伤室门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。

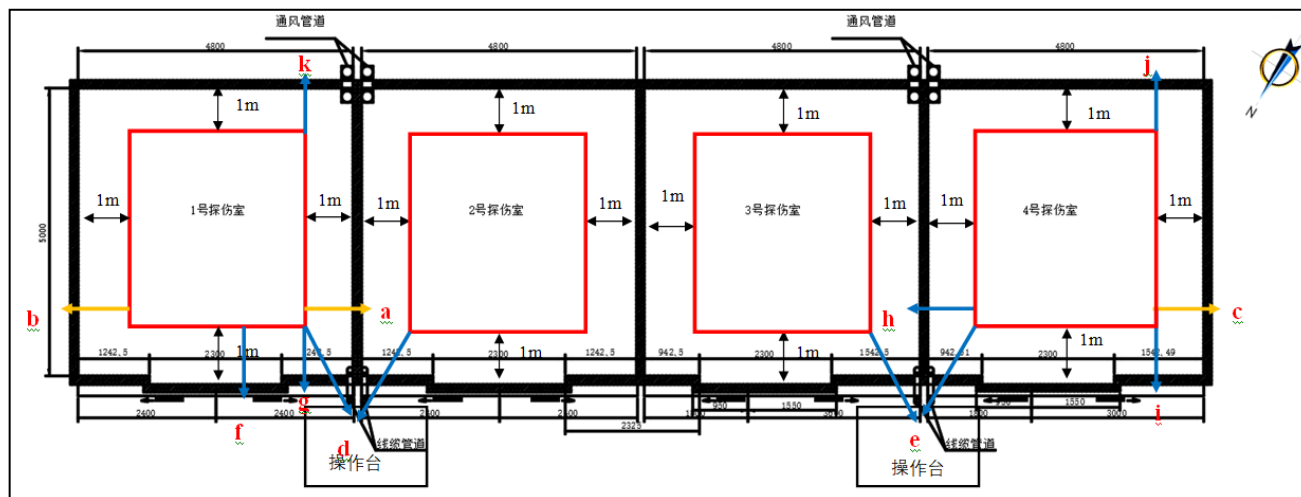
11.2运行阶段对环境的影响

目前项目处于筹建阶段，本次评价采用理论计算的方法来预测本项目辐射工作场所运行过程中对周围环境的辐射影响。

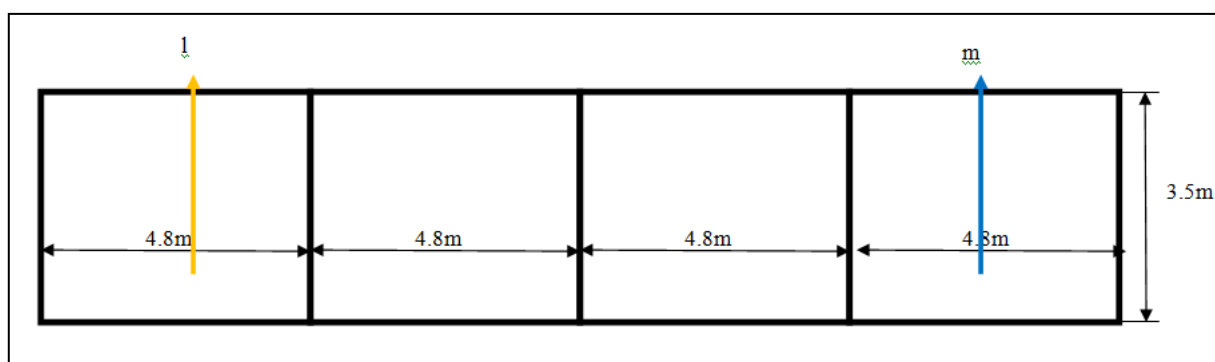
11.2.1关注点的设置

本项目 1 号~2 号探伤室各配置 1 台 160kV 的 X 射线周向探伤机，主射方向朝东、西、顶棚与地面；本项目 3 号~4 号探伤室各配置 1 台 225kV 的 X 射线定向探伤机，主射方向朝东；4 台 X 射线机安装在驾车上上面，X 射线机可以东西、南北与上下移动，X 射线机移动极限范围如图 11-1 所示。

本项目探伤室的关注点位图见图 11-1。



a 探伤室平面布置关注点位图



b 探伤室剖面关注点位图

□ 探伤机运行区域 → 有用线束 → 漏射或散射线束

图 11-1 探伤室关注点位图

11.2.1.2 计算公式的选取

(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），本项目 160kV X 射线探伤机取值 5mA，225 kV X 射线探伤机取值 8mA。

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；本项目 160kVX 射线探伤机距辐射源点 1m 处输出量取 $20.38\text{mGy m}^2/(\text{mA min})$ ，225kVX 射线探伤机距辐射源点 1m 处输出量取 $16.5\text{mGy m}^2/(\text{mA min})$ 。

B ：屏蔽透射因子； B 取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的附录 B 中图 B.1 与图 B.2，本项目探伤室主射束屏蔽透射因子取值见表 11-1。

R ：距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1。

（2）泄漏辐射计算公式

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：

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

式中：

$\dot{H}_L$ ：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（ $\mu\text{Sv/h}$ ），本项目 160kVX 射线探伤机 $\dot{H}_L$ 取 $2500\mu\text{Sv/h}$ ，225kVX 射线探伤机 $\dot{H}_L$ 取 $5000\mu\text{Sv/h}$ 。

B ：屏蔽透射因子，取值见表 11-1；

R ：距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1；

（3）散射辐射计算公式

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，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-3）计算。

$$\dot{H} = \frac{I \cdot \dot{H}_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{式（11-3）}$$

式中：

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目 160kV X 射线探伤机取值 5mA，225 kV X 射线探伤机取值 8mA。

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，同主射公式；

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° 散射的 TVL，然后按式（11-4）计算；

F ： R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α : 散射因子, 入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体散射在距其 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 α 值时, 可以水的 α 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° 时, 其值为: 60 (150kV) 和 50 (200~400kV)。本项目保守均取值 50;

R_S : 散射体至关注点的距离, 单位为米 (m), 取值见表 11-1;

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

式中:

X : 屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL : X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度, mm, 取值见表 11-1。

(4) 天空反散射计算公式

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

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

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

B : 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, $\text{Gy m}^2 \text{min}^{-1}$; 本项目 160kVX 射线探伤机距辐射源点 1m 处输出量取 $20.38 \text{ mSv m}^2 / (\text{mA min})$, 本项目 X 射线探伤机最大管电流为 5mA, 则本项目取 $1.02 \times 10^{-1} \text{ Gy m}^2 \text{min}^{-1}$ (保守 $1\text{Sv}=1\text{Gy}$)。

Ω : 辐射源对屋顶张的立体角, sr。本项目 Ω 根据式 11-6 进行计算; 其中 a 为屋顶长度之半, b 为屋顶宽度之半, c 为源到屋顶表面中心的距离, d 为源到屋顶边缘的距离, 且 $d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ 。本项目探伤室 a 取 2.5m, b 取 2.4m, 源到地面距离为 0.5m-1.5m, 本项目 c 取 2m, d 取 4m, 代入式 11-6, 计算得 Ω 约为 2.57sr。

r_1 : 辐射源到屋顶上方 2m 处的距离, m。本项目探伤室取 4m。

r_s : 室外参考点 Q 到源的水平距离, m。本项目探伤室取 9m。

式中 0.67 是单位换算系数。

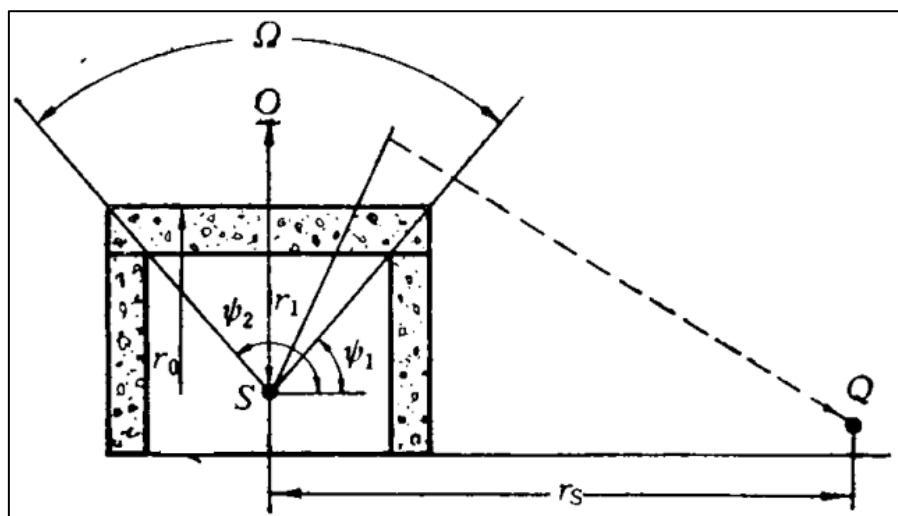


图 11-4 天空散射计算示意图

(5) 年有效剂量计算公式

根据《辐射防护导论》(方杰主编), X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列式 11-7 计算。

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

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; 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。

t : 年受照时间, h/a。

11.2.1.3 计算参数的选取

本项目室内探伤的辐射剂量率计算相关参数一览表见表 11-1。

表 11-1 辐射剂量率计算相关参数一览表

关注点位			源与关注点的距离（m） /TVL（mm）			屏蔽参数	透射因子 <i>B</i>	需考虑的 屏蔽辐射 类型
			有用 线束	泄漏 辐射	散射 辐射			
探伤室工作场所								
a	1 号探伤室西墙外 30cm 处		1.31/1.05	——	——	14mm 铅板	4.64×10 ⁻¹⁴	有用线束
b	1 号探伤室东墙外 30cm 处		1.31/1.05	——	——	14mm 铅板	4.64×10 ⁻¹⁴	有用线束
c	1 号探伤室西墙外 30cm 处		1.31/1.05	——	——	14mm 铅板	4.64×10 ⁻¹⁴	有用线束
d	1 号~2 号探 伤室操作台	1 号探伤室 影响	——	1.9/1.05	——	14mm 铅板	4.64×10 ⁻¹⁴	泄漏辐射
			——	——	1.9/0.96		2.61×10 ⁻¹⁵	散射辐射
		2 号探伤室 影响	——	1.9/1.05	——	14mm 铅板	4.64×10 ⁻¹⁴	泄漏辐射
			——	——	1.9/0.96		2.61×10 ⁻¹⁵	散射辐射
e	3 号~4 号探 伤室操作台	3 号探伤室 影响	——	1.9/2.15	——	14mm 铅板	3.08×10 ⁻⁷	泄漏辐射
			——	——	1.9/1.4		1.00×10 ⁻¹⁰	散射辐射
		4 号探伤室 影响	——	1.9/2.15	——	14mm 铅板	3.08×10 ⁻⁷	泄漏辐射
			——	——	1.9/1.4		1.00×10 ⁻¹⁰	散射辐射
f	1 号探伤室北侧防护门外 30cm 处		——	1.31/1.05	——	10mm 铅板	2.99×10 ⁻¹⁰	泄漏辐射
			——	——	1.31/0.96		3.80×10 ⁻¹¹	散射辐射
g	1 号探伤室北侧墙外 30cm 处		——	1.31/1.05	——	14mm 铅板	4.64×10 ⁻¹⁴	泄漏辐射
			——	——	1.31/0.96		2.61×10 ⁻¹⁵	散射辐射
h	4 号探伤室东侧墙外 30cm 处		——	1.31/2.15	——	14mm 铅板	3.08×10 ⁻⁷	泄漏辐射
			——	——	1.31/1.4		1.00×10 ⁻¹⁰	散射辐射
i	4 号探伤室北侧墙外 30cm 处（防护门与墙体防 护一致）		——	1.31/2.15	——	14mm 铅板	3.08×10 ⁻⁷	泄漏辐射
			——	——	1.31/1.4		1.00×10 ⁻¹⁰	散射辐射
j	4 号探伤室南侧墙外 30cm 处		——	1.31/2.15	——	14mm 铅板	3.08×10 ⁻⁷	泄漏辐射
			——	——	1.31/1.4		1.00×10 ⁻¹⁰	散射辐射
k	1 号探伤室南侧墙外 30cm 处		——	1.31/1.05	——	14mm 铅板	4.64×10 ⁻¹⁴	泄漏辐射
			——	——	1.31/0.96		2.61×10 ⁻¹⁵	散射辐射
l	1 号探伤室顶棚 30cm 处		1.81/1.05	——	——	14mm 铅板	4.64×10 ⁻¹⁴	有用线束
m	4 号探伤室顶棚 30cm 处		——	1.81/2.15	——	14mm 铅板	3.08×10 ⁻⁷	泄漏辐射
			——	——	1.81/1.4		1.00×10 ⁻¹⁰	散射辐射
1 号、2 号探伤室 天空反散射点位			距离 9m/TVL1.05mm			14mm 铅板	4.64×10 ⁻¹⁴	天空 反散射

注：1、TVL 值根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 B.2 直接取得或用内插法计

算取得；

2、各探伤室方位相同、防护相同的关注点位只计算一个代表点位；

3、所有关注点位保守均按 0° 进行计算；

4、主射方向的屏蔽透射因子因《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）图 B.1 上没有精确的点对应，故采用计算得出屏蔽透射因子；

4、因 3 号、4 号探伤室主射不射向顶棚，故不考虑天空反散射。

11.2.1.3 辐射剂量率与有效剂量的计算

（1）辐射剂量率的计算

辐射屏蔽影响预测结果见表 11-2。

表 11-2 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ117-2015 标准限值 ($\mu\text{Sv/h}$)
探伤室工作场所						
a	1 号探伤室西墙外 30cm 处	1.65×10^{-7}	——	——	1.65×10^{-7}	2.5
b	1 号探伤室东墙外 30cm 处	1.65×10^{-7}	——	——	1.65×10^{-7}	2.5
c	1 号探伤室西墙外 30cm 处	2.64×10^{-7}	——	——	2.64×10^{-7}	2.5
d	1 号~2 号探伤室操作台	——	6.42×10^{-11}	1.77×10^{-10}	2.41×10^{-10}	2.5
e	3 号~4 号探伤室操作台	——	8.53×10^{-4}	8.77×10^{-6}	8.62×10^{-4}	2.5
f	1 号探伤室北侧防护门外 30cm 处	——	4.36×10^{-7}	2.71×10^{-6}	3.14×10^{-6}	2.5
g	1 号探伤室北侧墙外 30cm 处	——	6.76×10^{-11}	1.86×10^{-10}	2.54×10^{-10}	2.5
h	4 号探伤室东侧墙外 30cm 处	——	8.97×10^{-4}	9.23×10^{-6}	9.06×10^{-4}	2.5
i	4 号探伤室北侧墙外 30cm 处	——	8.97×10^{-4}	9.23×10^{-6}	9.06×10^{-4}	2.5
j	4 号探伤室南侧墙外 30cm 处	——	8.97×10^{-4}	9.23×10^{-6}	9.06×10^{-4}	2.5
k	1 号探伤室南侧墙外 30cm 处	——	6.76×10^{-11}	1.86×10^{-10}	2.54×10^{-10}	2.5
l	1 号探伤室顶棚 30cm 处	8.66×10^{-8}	——	——	8.66×10^{-8}	2.5
m	4 号探伤室顶棚 30cm 处	——	4.70×10^{-4}	4.83×10^{-6}	4.75×10^{-4}	2.5
1 号探伤室天空反散射点位		1.86×10^{-11}			3.72×10^{-11}	1.67
2 号探伤室天空反散射点位		1.86×10^{-11}				
注：天空反散射关注点剂量率控制水平为 0.25mSv/150h/1（居留因子）*1000=1.67 $\mu\text{Sv/h}$ 。						

注：天空反散射关注点剂量率控制水平为 $0.25\text{mSv}/150\text{h}/1$ （居留因子） $\times 1000 = 1.67\mu\text{Sv/h}$ 。

探伤室四周屏蔽墙、顶棚及防护门外关注点辐射剂量率最大值为 $9.06 \times 10^{-4}\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求；探伤室的天空反散射剂量率满足推导出的剂量率控制水平。

（2）年有效剂量的计算

本项目各探伤室每天共工作 8 小时，每年工作 350 天（50 周）。根据建设单位提供的资料，本项目每间探伤室年最大拍片均为 3000 张，单次拍片曝光时间最大为 3min，每间探伤室周出束总时间为 3.0h，年出束总时间为 150h。

由于现有探伤室距离本项目约40m，距离较远，因此不考虑现有探伤室的年有效剂量的叠加影响。根据公式11-6与表11-2的辐射剂量率数据，以及各辐射工作场所的工作负荷，本项目室内探伤相关人员年有效剂量计算结果如表11-3所示。

表 11-3 本项目相关人员年有效剂量计算结果一览表

人员属性		居留因子	对应关注点位	辐射剂量率 D_r ($\mu\text{Sv/h}$)	周/年受照时间 t (h)	周/年受照总剂量 H_{E-T} (mSv)
探伤室工作场所						
职业人员	1号~2号探伤室辐射工作人员(含操作台、暗室与评片室)	1	取 b、d 较大者	1.65×10^{-7}	3.0/750	$4.95 \times 10^{-10}/1.24 \times 10^{-7}$
	3号~4号探伤室辐射工作人员(含操作台、暗室与评片室)	1	取 b、e 较大者	8.58×10^{-4}	3.0/750	$2.57 \times 10^{-6}/6.44 \times 10^{-4}$
公众人员	探伤室东侧应急通道公众人员	1/5	b	1.65×10^{-7}	3.0/750	$9.90 \times 10^{-12}/2.48 \times 10^{-8}$
	探伤室东侧办公室、砂造型区域公众人员	1	b	1.65×10^{-7}	3.0/750	$4.95 \times 10^{-11}/1.24 \times 10^{-7}$
	探伤室南侧安全通道公众人员	1/5	k+j	$2.54 \times 10^{-10} + 9.06 \times 10^{-4}$	3.0/750	$5.44 \times 10^{-7}/1.36 \times 10^{-4}$
	探伤室南侧浙江华邦机械有限公司公众	1	k+j	$2.54 \times 10^{-10} + 9.06 \times 10^{-4}$	3.0/750	$2.72 \times 10^{-6}/6.80 \times 10^{-4}$
	探伤室西侧锯床加工区工作人员	1	c	2.64×10^{-7}	3.0/750	$7.92 \times 10^{-10}/1.98 \times 10^{-7}$
	探伤室北侧安全通道公众人员	1/5	i+g	$2.54 \times 10^{-10} + 9.06 \times 10^{-4}$	3.0/750	$5.44 \times 10^{-7}/1.36 \times 10^{-4}$
	探伤室北侧加工中心车间公众人员	1	i+g	$2.54 \times 10^{-10} + 9.06 \times 10^{-4}$	3.0/750	$2.72 \times 10^{-6}/6.80 \times 10^{-4}$

本项目探伤室工作场所所致辐射工作人员受照周有效剂量最大为 2.57×10^{-6} mSv、年有效剂量最大为 6.44×10^{-4} mSv，满足《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)中“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求，同时满足本项目职业人员剂量约束值不超过 $5 \text{mSv}/\text{a}$ 的要求，也满足《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 $20 \text{mSv}/\text{a}$ 的剂量限值要求。

本项目探伤室工作场所所致公众受照周有效剂量最大为 2.72×10^{-6} mSv、年有效剂量最大为 6.80×10^{-4} mSv，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)中“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求，同时满足本项目公众人员剂量约束值不超过 $0.25 \text{mSv}/\text{a}$ 的要求，也满足《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 $1 \text{mSv}/\text{a}$ ”的剂量限值要求。

11.2.3“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体废物产生。

(1) 臭氧和氮氧化物

X射线室内探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，通过机械排风系统排至车间外环境，对周围大气环境影响较小。

(2) 固废

探伤室工作场所洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于危险废物，拟定期委托兰溪自立环保科技有限公司处置，危废暂存间拟按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗，对周围环境基本不会造成影响。

11.3辐射事故影响分析

11.3.1辐射事故风险识别

(1) X射线探伤机在对工件进行照射的工况下，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) 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) X射线探伤机被盗，使不了解探伤机性能的人员开机引发辐射事故。

11.3.2辐射事故后果计算

11.3.2.1事故背景假设

(1) 探伤室人员误入误留、或者操作人员误操作、或者探伤机被盗误开机、或者维修人员误出束，人员位于X射线主射方向1m处；

(2) 探伤室安装有摄像头和急停按钮，从发生辐射事故到按下急停按钮的时间约为15s。

11.3.2.2事故后果计算

本项目辐射事故下事故后果计算结果见表11-4。

表11-4 本项目辐射事故下事故后果计算结果

工作场所	辐射事故类型	X射线管主射方向 1m处剂量率① ($\mu\text{Sv/h}$)	受照时间 (h)	受照剂量 (mSv)	事故类型②
探伤室 工作场所	人员误入误留、违规操作、 探伤机被盗误开机	6.14×10^6	0.0042	25.79	一般事故

注：①根据式11-1中的 H_0 乘以最大管电流得出；

②有效剂量超过辐射工作人员年剂量限值（20mSv）或公众人员年剂量限值（1mSv），为一般辐射事故。

11.3.3辐射事故防范措施

(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；严格遵守探伤机的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；作好探伤机的日常维护保养，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。

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方案，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许可管理办法》的相关规定，使用Ⅱ类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，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。

公司已成立以李祥文为组长的辐射安全领导小组，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 8 人（每间探伤室配备 2 人），除原数字成像系统的 1 名辐射工作人员外，其余 7 名辐射工作人员为新增辐射工作人员。

（1）个人剂量检测

建设单位拟为新增辐射工作人员配置个人剂量计，个人剂量计监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。

（2）辐射工作人员培训

本项目所有新增的辐射工作人员，需要及时组织参加生态环境部培训平台的辐射防护与安全培训，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

（3）辐射工作人员职业健康体检

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。

12.1.3 辐射安全和防护状况年度评估报告

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和防护状况年度评估报告。

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《设备台帐管理制度》、《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《探伤机操作规程》、《辐射安全检查制度》、《辐射环境监测制度》、《探伤装置检查维护制度》、《作业人员辐射安全培训制度》、《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，另建议公司补充危险废物处理相关制度。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

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，建设单位需建立辐射工作监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

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》，本项目便携式剂量仪依托现有的设备，所有新增辐射工作人员均拟配备 1 台个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。

12.3.2 监测计划

(1) 个人剂量监测和职业健康检查

本项目新增辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期一般为一个月，最长不超过三个月。辐射工作人员职业健康检查应至少每 2 年进行 1 次，并建立职业健康监护档案且终生保存。

(2) 辐射工作场所及周围环境监测

A、年度监测

建设单位应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

B、日常自行监测

建设单位应定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档

备案，监测周期为每季度一次。

C、监测内容和要求

监测内容：周围剂量当量率。

监测布点及数据管理：监测布点应参考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 辐射监测计划

场所名称	监测内容	监测类型	监测点位	监测依据	监测周期
1号~4号探伤室工作场所	周围剂量当量率	年度监测	各探伤室四侧墙体及防护门外30cm离地面高度1m处，控制室，各电缆管道口、通风口以及四周环境保护目标	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）	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

12.4 辐射事故应急预案

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》第四十一和四十二条之规定相比对，公司的《辐射事故应急预案》还需完善以下内容：

- （1）完善辐射事故应急小组组织机构。
- （2）补充辐射事故分级内容。

12.5 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。“三同时”验收一览表见表12-2。

表 12-2 “三同时”验收一览表

项目	“三同时”措施	验收要求
辐射安全管理机构	公司已成立以李祥文为组长的辐射安全领导小组，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求。
工作场所机房屏蔽防护设计	1 号~4 号探伤室的屏蔽防护设计详见本报告表 10-3。	探伤室周围满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。”的要求。
工作场所辐射防护措施	各 1 号~4 号探伤室的辐射安全和防护措施详见本报告 10.1.4。	满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求。
辅助房间建设	危废暂存间和暗室地面须硬化防渗处理，其中危废暂存库墙体内侧四周拟设围堰，并设危废标识，采用防盗门窗。	满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及 2013 年修改单中的相关要求。
人员配备	本项目 7 名新增辐射工作人员均应参加辐射防护培训，取得成绩合格单，方可上岗。	满足《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）的要求。
	本项目 7 名新增辐射工作人员拟配置个人剂量计，个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过三个月，并建立个人剂量监测档案。	满足《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求。
	本项目 7 名新增辐射工作人员拟进行岗前、在岗或离岗职业健康检查，拟建立个人健康档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求。
辐射安全管理制度	公司已制定一系列的辐射安全管理制度，具体制度有《设备台帐管理制度》、《辐射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《探伤机操作规程》、《辐射安全检查制度》、《辐射环境监测制度》、《探伤装置检查维护制度》、《作业人员辐射安全培训制度》、《辐射事故应急预案》等；建议补充危险废物处理相关制度，完善《辐射事故应急预案》。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。

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

企业拟在位于浙江省玉环市坎门街道榴岛大道(坎门) 358号自有厂区内东侧新增4间探伤室（为铅房屏蔽），1号~3号探伤室拟各新增1台X射线探伤机，拟将1号厂区原X射线实时成像系统的X射线装置管头组合体迁移至4号探伤室，原X射线实时成像系统停止运行。主要利用X射线探伤机对公司所生产的铸件进行无损检测工作，从而保证产品的质量与生产的安全，本项目所有的探伤工作仅限于探伤室内。

(2) 项目位置

浙江旺盛动力机电有限公司 X 射线室内探伤扩建项目位于浙江省玉环市坎门街道榴岛大道(坎门) 358 号，地理位置详见附图 1。公司厂区东侧为城坎河，南侧为浙江华邦机械有限公司，西侧为榴岛大道及城坎河，北侧为浙江红箭橡塑股份有限公司。厂区总平面布置示意图详见附图 2，项目周围环境关系示意图详见附图 3。

(3) 选址合理性分析

本项目评价范围主要为公司生产车间内部与浙江华邦机械有限公司等，无居民和学校等环境敏感点。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取辐射防护屏蔽和安全管理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地（见附件3），周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行的。

(4) 项目布局合理性分析

本项目 1 号~4 号探伤室辐射工作场所位于公司自有厂区内东侧，本项目操作台与探伤室分开。本项目探伤室防护门位于北侧，探伤室内 X 射线定向探伤机，主射方向朝东，周向探伤机主射方向为东、西、顶棚和地坪垂直周向，避免了主射线照射到操作台、防护门等区域，布局合理。

(5) 项目所在地区环境质量现状

由监测结果可知，本项目工作场所拟建场所及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

(6) 辐射安全防护措施结论

1号~4号探伤室四侧墙体、顶棚与防护门均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，各项辐射环境管理规章制度拟张贴于操作台处（探伤室墙上），拟建立X射线探伤机使用台账及相关危险废物管理台账等，符合《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求。

（7）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；建设单位拟对新增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能力。

13.1.2 辐射环境影响分析结论

（1）污染因子

本项目探伤室工作场所的主要污染因子为X射线、臭氧、氮氧化物、废显（定）影液和废胶片。

（2）辐射剂量率结论

探伤室四周屏蔽墙、顶棚及防护门外关注点辐射剂量率最大值为 $9.06 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求；探伤室的天空反散射剂量率满足推导出的剂量率控制水平。

（3）保护目标有效剂量

本项目探伤室工作场所所致辐射工作人员受照周有效剂量最大为 $2.15 \times 10^{-6} \text{mSv}$ 、年有效剂量最大为 $6.44 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ，满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100 \mu\text{Sv/周}$ ，对公众不大于 $5 \mu\text{Sv/周}$ ”的要求，同时满足本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求，也满足《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。

本项目探伤室工作场所所致公众受照周有效剂量最大为 $2.27 \times 10^{-6} \text{mSv}$ 、年有效剂量最大为 $6.80 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100 \mu\text{Sv/周}$ ，对公众不大于 $5 \mu\text{Sv/周}$ ”的要求，同时

满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求，也满足《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。

（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体废物产生。

①臭氧和氮氧化物

X 射线室内探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，通过机械排风系统排至车间外环境，对周围大气环境影响较小。

②固废

探伤室工作场所洗片和阅片过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于危险废物，拟定期委托有资质的单位处置，危废暂存间拟按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗，对周围环境基本不会造成影响。

13.1.3 可行性结论

（1）产业政策符合性

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据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》，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。

（2）实践正当性

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中4.3“辐射防护要求”，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目实施的目的是为了对自生产的产品进行质检服务，以提高公司生产水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其探伤装置运行所致辐射工作人员和周围公众成员的辐射剂量符合年剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤装置是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。因此，本项目使用探伤装置是正当可行的。

13.1.4 环保可行性结论

综上所述，浙江旺盛动力机电有限公司 X 射线室内探伤扩建项目，符合国家产业政策，

符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“实践的正当性”的原则。建设单位在落实本报告提出的各项污染防治措施后,其辐射工作场所辐射安全措施及安全管理措施满足从事相应辐射活动的要求,辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求,营运期对周围环境产生的辐射影响在可接受范围内,因此本项目运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求,故从辐射环境保护角度论证,该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议和承诺

(1) 公司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) 获得环评批复后,公司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》。

(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)规定的程序和标准,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