

报告编号：WKFHP-23065

核技术利用建设项目

嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司

X 射线移动式探伤迁建项目

环境影响报告表

(报批稿)

嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司

2023 年 12 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司

X 射线移动式探伤迁建项目

环境影响报告表

建设单位名称：嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾（禾东船业 2#车间）

邮政编码：314000

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	15
表 8 环境质量和辐射现状	19
表 9 项目工程分析与源项	20
表 10 辐射安全与防护	26
表 11 环境影响分析	33
表 12 辐射安全管理	39
表 13 结论与建议	46
表 14 审批	49

附图

- 附图1 项目地理位置图
- 附图2 项目周围环境关系图
- 附图3 项目周围环境实景图
- 附图4 项目所在厂区总平面布置示意图
- 附图5 厂区2号楼1层平面布置示意图（暗室位置）
- 附图6 厂区2号楼2层平面布置示意图（X射线探伤机贮存间位置）
- 附图7 厂区2号楼3层平面布置示意图（X射线探伤机贮存间正上方）
- 附图8 厂区1号楼2层平面布置示意图（评片室位置）
- 附图9 厂区西北侧危废仓库局部布置示意图（危废暂存间位置，所属建筑共一层）
- 附图10 嘉兴市秀洲区环境管控单元分类图
- 附图11 嘉兴市秀洲区三区三线图
- 附图12 移动探伤两区划分示意图
- 附图13 环评文件编制主持人现场勘查证明材料

附件

- 附件1 环评委托书
- 附件2 营业执照
- 附件3 租赁协议
- 附件4 不动产权证书
- 附件5 原辐射环评批复及验收意见
- 附件6 辐射安全规章制度
- 附件7 辐射事故应急预案（节选）
- 附件8 危险废物委托收集处理协议及资质证书
- 附件9 放射防护培训证书、个人剂量检测报告、职业健康体检报告
- 附件10 2022年度场所环境检测报告
- 附件11 项目备案文件
- 附件12 专家函审意见及修改清单

表 1 项目基本情况

建设项目名称	嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司 X 射线移动式探伤迁建项目				
建设单位	嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司				
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址	浙江省嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾（禾东船业 2#车间）				
项目建设地点	X 射线探伤机贮存间及配套用房建设地点：浙江省嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾；移动探伤作业地点：全国各探伤施工现场，作业地点不固定。				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	10	项目环保投资（万元）	0.2	投资比例（环保投资/总投资）	2%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建（迁建） <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	无新增
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				

1.1 项目建设单位情况

嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司（以下简称“公司”）成立于 2006 年，注册地址为浙江省嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾（禾东船业 2#车间），专业从事无损检测技术，主要对外开展船舶船体检测等服务。

公司 2015 年于浙江省嘉兴市南洋职业技术学院实验楼 1 层无损检测室（原建设地点）实施嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司 X 射线现场探伤项目，于 2015 年 8 月取得原嘉兴市环境保护局环评批复，文号：嘉环辐[2015]21 号，于 2021 完成自主验收。公司现持有有效的《辐射安全许可证》（浙环辐证[F2373]），已许可 3 台 X 射线定向探伤机（XXQ-2005 型、XXG-2005 型、RT-2005T 型各 1 台）用于对外承接的各项船舶检测业务，作业范围为全国各地。

1.2 项目建设目的和任务由来

考虑发展规划需求，嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司拟实施 X 射线移动式探伤迁建项

目，将原建设地点的 X 射线移动式探伤配套用房（X 射线探伤机贮存间、暗室、评片室、危废暂存间）迁建至浙江省嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾（现建设地点），并租赁嘉兴市禾东船业有限责任公司的闲置房屋（租赁协议见附件 3）建设配套用房，继续对外开展 X 射线移动式探伤工作。本项目迁建后 X 射线探伤机的数量、型号和性能参数均维持不变，仍然为 3 台 X 射线定向探伤机。

根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号《关于发布射线装置分类的公告》，本项目 X 射线探伤机归类到“工业用 X 射线探伤装置”，属于 II 类射线装置。对照生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目。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，嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行环境影响评价，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘和收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

1.3 项目建设内容和规模

公司拟将 X 射线移动式探伤配套用房（位于嘉兴市南洋职业技术学院实验楼 1 层无损检测室）迁建至嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾，并租赁嘉兴市禾东船业有限责任公司的闲置房屋建设配套用房，继续对外开展 X 射线移动式探伤工作。迁建后 X 射线探伤机的数量、型号和性能参数均维持不变，仍然为 3 台 X 射线定向探伤机；原辐射工作人员继续从事辐射工作，并拟新增辐射工作人员；原辐射监测仪器与防护用品仍继续使用；服务范围仍为全国区域。射线装置应用情况见表 1-1。

表 1-1 本次评价内容与规模

序号	设备名称	类别	型号	数量	最大管电压	最大管电流	工作场所	出束类型
1	X 射线探伤机	II 类	XXQ-2005	1	200kV	5mA	各客户工作场所	定向
2	X 射线探伤机	II 类	XXG-2005	1	200kV	5mA		定向
3	X 射线探伤机	II 类	RT-2005T	1	200kV	5mA		定向

注：本项目移动式探伤过程中，同一项目作业地点不存在两台及两台以上 X 射线探伤机同时探伤的情况。

1.4 项目选址及周邊环境保护目标

1.4.1 项目地理位置及外环境关系

嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司 X 射线移动式探伤配套用房迁建后位于浙江省嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾，租赁嘉兴市禾东船业有限责任公司的闲置房屋 4 间，实施 X 射线探伤机贮存间、暗室、评片室与危废暂存间的建设，地理位置见附图 1。项目所在厂区北侧及东北侧隔芦花荡水上综合服务区为京杭大运河；东南侧为嘉兴市城郊地方海事处塘汇海事所；西南侧和西北侧均为农田，周围环境见附图 2，周围环境实景见附图 3。

1.4.2 X 射线探伤机贮存间位置及外环境关系

本项目 X 射线探伤机不作业时，全部贮存于 X 射线探伤机贮存间内，实行双人双锁并交由专人管理。该贮存间位于厂区 2 号楼 2 层，所属建筑共 6 层。贮存间建筑面积约 2.5m²，其东南侧与西南侧隔走廊均为嘉兴市汇通水运服务有限公司的教室，东北侧为洗手间，西北侧隔走廊为培训室，正上方为临时休息室，正下方为配电间，所在楼层平面布置图见附图 6。

根据建设单位提供的场所证明文件（产权证见附件 4），项目用地性质为工业用地，周围无环境制约因素。该贮存间仅作为设备的临时贮存，不涉及射线装置的使用、调试及检修工作；同时，X 射线探伤机不开机状态下，对周围环境不会产生辐射影响。因此，本项目 X 射线探伤机贮存间位置合理可行。

1.4.3 暗室、评片室及危废暂存间场所位置

本项目暗室位于厂区内 2 号楼 1 层，由干湿两间组成，建筑面积约 8m²；评片室位于 1 号楼 2 层，建筑面积约 12m²；危废暂存间位于厂区西北侧危废仓库 8 号室，为 1 层建筑，建筑面积约 1m²，东北侧相邻禾东船业危废仓库，东南侧为院内道路，西南侧为农田，西北侧为农田，各配套用房具体位置见附图 5、附图 8-9。

本项目移动式探伤项目均固定在厂区的暗室与评片室完成洗片和评片工作，废显（定）影液、废胶片及洗片废液等危险废物集中收集后及时转移至危废暂存间进行暂存，最终委托有资质单位处理处置。

1.4.4 移动式探伤作业地点

本公司移动式探伤作业范围为全国各地，无确定的作业地点，根据承接项目的需要，在各客户工作场所进行，具体操作地点的选择严格按照公司管理制度进行。

1.4.5 周边环境保护目标

本项目作业地点不固定，故环境保护目标为 X 射线探伤机工作现场处的辐射工作人员以及公众成员。

1.4.6 规划符合性分析

1、用地规划符合性分析

本项目位于浙江省嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾，根据建设单位提供的租赁协议及出租方房产证（见附件4），本项目用地性质为工业用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求。

2、区域规划符合性分析

根据《浙江省大运河文化保护传承利用实施规划》、《大运河（嘉兴段）遗产保护规划》与《嘉兴市大运河核心监控区国土空间管控细则》，京杭大运河（嘉兴段）世界文化遗产河道两岸起始线至同岸终止线距离2000米内的范围划为核心监控区。

根据《嘉兴市大运河核心监控区国土空间管控细则》，核心监控区总体要求指出“除符合国土空间规划的村民宅基地、乡村公共设施、教育文化设施和符合保护利用要求的休闲农业、乡村旅游、乡村康养、休闲体育用途以及以划拨方式取得土地使用权的用途外，滨河生态空间严控新增非公益用途的用地”。本项目选址距离京杭大运河（嘉兴段）世界文化遗产河道苏州塘约220m，属于核心监控区，项目依托已建厂房，不涉及新增建设用地。

根据《浙江省大运河核心监控区建设项目准入负面清单》（浙发改社会〔2023〕100号），本项目建设符合性分析见表1-2。

表 1-2 本项目与《浙江省大运河核心监控区建设项目准入负面清单》符合性分析

编号	内容	符合性分析
1	核心监控区内禁止建设不符合设区市及以上港航相关规划的航道及码头项目。	本项目不属于航道及码头项目。
2	禁止向落后产能项目和严重过剩产能行业项目供应土地。	本项目不属于落后产能项目与严重过剩产能行业项目。
3	禁止企业扩建《产业结构调整指导目录（2019年本）》中的限制类项目。	本项目属于核技术利用建设项目，不属于限制类项目。
4	核心监控区内一律不得新建、扩建不符合《浙江省工业等项目建设用地控制指标（2014）》的项目。	本项目建设依托已建厂房，不涉及新增建设用地，符合相关要求。
5	核心监控区内禁止新建、扩建高风险、高污染、高耗水的建设项目	本项目运行过程中污染物排放量较小，“三废”污染物委托有资质单位处理处置，不会对周围环境产生较大影响。

因此，本项目的建设符合相关规划要求。

3、“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”。本项

目“三线一单”符合性判定情况见表 1-3。

表 1-3 本项目“三线一单”符合性分析

内容	符合性分析
生态保护红线	根据《秀洲区三区三线图》（见附图 11），本项目位于嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾，不涉及生态保护红线。
环境质量底线	经辐射环境影响预测，本项目运行过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与工作人员及公众成员的辐射影响是可接受的。“三废”污染物均采取了合理、有效、可行的处理措施，可以做到达标排放，符合环境质量底线要求。
资源利用上线	本项目运行过程会消耗一定量的电力、水资源等，主要源自工作人员的日常办公和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。
生态环境准入清单	<p>根据《嘉兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于秀洲区王江泾镇产业集聚重点管控单元（编码：ZH3304120002），该管控单元生态环境准入清单内容要求如下：</p> <p>一、空间布局约束</p> <p>优化产业布局和结构,实施分区差别化的产业准入条件。合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，对不符合秀洲区重点支持产业导向的三类工业项目禁止准入，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升。提高电力、化工、印染、造纸、化纤等重点行业环保准入门槛，控制新增污染物排放量。严格限制新、扩建医药、印染、化纤、合成革、工业涂装、包装印刷、塑料和橡胶等涉 VOCs 重污染项目，新建涉 VOCs 排放的工业企业全部进入工业功能区，严格执行相关污染物排放量削减替代管理要求。除热电行业外，禁止新建、改建、扩建使用高污染燃料的项目。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。</p> <p>二、污染物排放管控</p> <p>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。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，推进工业元文(工业企业)“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。加强土壤和地下水污染防治与修复。</p> <p>三、环境风险管控</p> <p>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。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,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。</p> <p>四、资源开发效率要求</p> <p>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。</p> <p>综上所述，本项目为核技术利用建设项目，主要对外提供无损检测服务，不属于秀洲区禁止准入工业项目。本项目运行过程中污染物排放量较小，“三废”污染物均可控制与处理，不会对周围环境产生较大影响。同时，公司已制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组，明确各成员职责，具备辐射事故应急能力与防范措施。因此，本项目的实施符合《嘉兴市“三线一单”生态环境</p>

分区分管方案》中生态环境准入清单的要求。

综上所述，本项目建设符合“三线一单”的要求。

1.4.7 选址合理性分析

本项目用地性质为工业用地，周围无环境制约因素，且 X 射线探伤机不开机状态下，对周围环境不会产生辐射影响。因此，本项目的选址基本合理可行。

1.5 产业政策符合性分析

结合中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及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。

1.6 实践正当性分析

本项目实施的目的是为了对外开展无损检测服务，其产生的经济利益和社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害，经辐射屏蔽防护和安全管理后，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的年有效剂量符合剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因而，按照规范正当操作，本项目是符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“实践的正当性”原则的。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

1.7.1 原有核技术利用项目环保手续履行情况

建设单位已取得浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，有效期至 2025 年 9 月 29 日，证书编号：浙环辐证[F2373]，种类和范围：使用 II 类射线装置。

建设单位已经许可的现有设备为：3 台 II 类射线装置，详见表 1-4。

表 1-4 现有核技术利用项目情况一览表

序号	设备名称	类别	型号	数量	最大管电压	最大管电流	工作场所	环评批复	验收情况
1	X 射线探伤机	II 类	XXQ-2005	1	200kV	5mA	各客户工作场所	嘉环辐[2015]21号	于 2021 年 4 月 22 日完成自主验收
2	X 射线探伤机	II 类	XXG-2005	1	200kV	5mA			
3	X 射线探伤机	II 类	RT-2005T	1	200kV	5mA			

1.7.2 辐射安全管理现状

1、现有辐射安全管理领导小组成立情况

公司已成立以徐乃中为组长、徐建琴为副组长的辐射安全与环境保护管理小组，负责全单

位的放射防护安全管理工作，督促放射防护管理制度实施，明确了各岗位具体职责，见附件 6。

2、现有辐射安全规章制度制定与执行情况

公司已制定一系列的辐射安全管理制度，具体制度有《辐射事故应急处理制度》、《辐射事故应急预案》、《放射工作人员岗位职责》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《订购运输和退役处理制度》、《工作人员培训、体检及保健制度》、《监测计划》、《安全操作规程》、《转让变更及注销制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置使用登记制度》等，公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

3、现有辐射工作人员管理情况

公司现有 2 名辐射工作人员，均持有有效的辐射安全与防护证书（见附件 9），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（见附件 9），单名辐射工作人员的年有效剂量最大为 0.08mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员“剂量限值”的要求，也符合剂量约束值的要求。根据建设单位提供的 2022 年度职业健康体检报告（见附件 9），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 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	个人剂量检测结果（mSv）				职业健康体检结论/时间
			2022 年 10 月~次年 1 月	2023 年 1 月~4 月	2023 年 4 月~7 月	2023 年 7 月~10 月	
1	徐剑琴	FS23ZJ1200453/2023 年 4 月 6 日	0.013	0.013	0.013	0.041	可继续原放射工作/2022 年 8 月 8 日
2	陈剑鸣	FS20ZJ1200113/2020 年 6 月	0.013	0.013	0.013	0.016	可继续原放射工作/2022 年 12 月 1 日

4、现有辐射监测仪器与防护用品配置情况

公司现有辐射监测仪器与防护用品统计清单见表 1-6。

表 1-6 现有辐射监测仪器与防护用品一览表

序号	名称	数量
1	个人剂量计	2 支
2	个人剂量报警仪	2 台

3	便携式 X-γ 剂量率仪	1 台
4	铅衣、铅防护眼镜、铅颈套	各 1 套
5	电离辐射警告标志和警示语	4 个
6	“禁止进入射线工作区”警告牌	4 个
7	“无关人员禁止入内”警告牌	4 个
8	警示灯	1 个
9	警戒绳	2 盘
10	运输专用车	1 辆

5、现有“三废”处理情况

公司现有核技术利用项目运行过程中无放射性废气、放射性废水和放射性固废产生，“三废”污染物主要为探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片、洗片废液。目前，公司已委托嘉兴市云景环保科技有限公司负责收集所产生的的危险废物，嘉兴市云景环保科技有限公司委托嘉兴市固体废物处置有限责任公司进行危险废物处置，三方公司已达成一致意见，并签订工业企业危险废物收集贮存服务合同（见附件 8）。移动式探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量较小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

6、场所检测与年度评估情况

公司每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所进行年度检测，经与建设单位核实，公司已对移动式探伤工作场所开展了 2022 年度放射防护检测（检测报告见附件 10），三台 X 射线探伤机检测工况均为管电压 170kV，管电流 5mA，结论显示“建设单位的 X 射线探伤机在工作状态下控制区边界线为 8m，其周围剂量当量率为 14.95 μ Sv/h；监督区边界线为 15.5m，其周围剂量当量率为 2.49 μ Sv/h”，检测结果符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。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。

7、现有辐射事故应急预案执行情况

公司已制定《辐射事故应急预案》，见附件 7。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	适用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (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》（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 (定向)	II类	1	XXQ-2005	200	5	移动式探伤	各客户工作场所	迁建，本次 评价
2	X 射线探伤机 (定向)	II类	1	XXG-2005	200	5	移动式探伤		
3	X 射线探伤机 (定向)	II类	1	RT-2005T	200	5	移动式探伤		

(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 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	直接进入大气， 臭氧在常温常压 下可自行分解为 氧气
废显（定）影液	液态	/	/	约 5kg	约 60kg	/	集中存放于 危废暂存间	定期委托有资质 单位处理处置
废胶片	固态	/	/	约 2.6kg	约 30.9kg	/		
洗片废液	液态	/	/	约 12.5kg	约 150kg	/		

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

<p>法规文件</p>	<p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(5) 《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>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例(2019年修改)》，国务院令第709号，2019年3月2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) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(2021年修改)》，生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(9) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(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》，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>(11) 《关于修改〈产业结构调整指导目录(2019年本)〉的决定》，国家发展和改革委员会令49号，2021年12月30日起施行；</p> <p>(12) 《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，生态环境部办公厅，2021年11月19日印发；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》，生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(14) 《国家危险废物名录(2021年版)》，生态环境部令第15号，2021</p>
-------------	---

年1月1日起施行；

(15) 《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；

(16) 《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；

(17) 《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；

(18) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，2019年11月1日起施行；

(19) 《自然资源部关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》，自然资办函〔2022〕2072号，2022年9月28日印发；

(20) 《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资办函〔2022〕2080号，2022年9月30日起施行；

(21) 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第71号，2022年8月1日起施行；

(22) 《浙江省固体废物污染环境防治条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第80号，2023年1月1日起施行；

(23) 《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4月1日起施行；

(24) 《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4月1日起施行；

(25) 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（2023年本）》的通知，浙环发〔2023〕33号，浙江省生态环境厅，2023年9月9日起施行；

(26) 关于《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》的批复，浙政函〔2020〕41号，浙江省人民政府，2020年5月14日起施行；

(27) 关于印发《嘉兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知，嘉环发〔2020〕66号，嘉兴市生态环境局，2020年8月28日印发。

<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), 2016年4月1日实施;</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002), 2003年4月1日实施;</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022), 2023年03月01日实施;</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, 2017年10月27日实施;</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019), 2020年4月1日实施;</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021), 2021年5月1日实施;</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021), 2021年5月1日实施;</p> <p>(8) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023), 2023年7月1日实施;</p> <p>(9) 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022), 2023年7月1日实施。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环评委托书;</p> <p>(2) 建设单位提供的工程设计图纸及技术参数资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，并结合本项目的实际情况，XXQ-2005 型、XXG-2005 型、RT-2005T 型 X 射线探伤机移动式探伤时监督区理论估算结果均低于 100m，因此确定本项目各探伤设备移动式探伤的评价范围均为 100m。

7.2 保护目标

由于本项目为移动式探伤，探伤作业地点不固定。因此，X 射线探伤机在工作条件下的环境目标是不固定的。本项目环境保护目标为 X 射线探伤机工作现场处的辐射工作人员以及周围其他公众成员，具体见表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

保护目标	相对方位	与探伤机的距离（m）	人数（个）	剂量约束值（mSv/a）
辐射工作人员	非主射方向	控制区外、监督区内	5	5
公众成员	不定	监督区外、评价范围内	不定	0.25

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

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

（1）防护与安全的最优化

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

（2）剂量限值

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

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

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

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

(3) 剂量约束值

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

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

(4) 辐射工作场所的分区

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

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

7.2 分区设置

7.2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并

在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

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

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

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

式中:

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

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

τ ——每周实际开机时间, 单位为小时 (h)。

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

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

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

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

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

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

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

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

7.3.3 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），确定本项目的管理目标如下：

（1）周围剂量当量率

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）条款 7.2 的要求，本项目开展移动探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，考虑到本项目运行时每周实际开机时间低于 7h，因此两区边界周围剂量当量率控制水平如下：

A. 控制区边界周围剂量当量率 $\leq 15\mu\text{Sv/h}$ ；

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

（2）个人剂量约束值

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

A. 职业人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；

B. 公众成员年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

8.1.1 地理位置

嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司 X 射线移动式探伤配套用房迁建后位于浙江省嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾，租赁嘉兴市禾东船业有限责任公司的闲置房屋 4 间实施 X 射线探伤机贮存间、暗室、评片室与危废暂存间的建设，地理位置见附图 1。项目所在厂区北侧及东北侧隔芦花荡水上综合服务区为京杭大运河；东南侧为嘉兴市城郊地方海事处塘汇海事所；西南侧和西北侧均为农田，周围环境见附图 2，周围环境实景见附图 3。

8.1.2 场所位置

本项目 X 射线探伤机不作业时，全部贮存于 X 射线探伤机贮存间内，实行双人双锁并交由专人管理。该贮存间位于厂区 2 号楼 2 层，所属建筑共 6 层。贮存间建筑面积约 2.5m²，其东南侧与西南侧隔走廊均为嘉兴市汇通水运服务有限公司的教室，东北侧为洗手间，西北侧隔走廊为培训室，正上方为临时休息室，正下方为配电间，所在楼层平面布置图见附图 6。

8.2 辐射环境质量现状监测与评价

本项目使用 X 射线探伤机进行移动探伤，由于其涉及的待检测项目具体地点不固定，故本次评价未对其进行环境现状监测。

本项目移动探伤作业区域为全国各地。参考《2022 年中国生态环境状况公报》，2022 年，全国环境电离辐射水平处于本底涨落范围内。环境 γ 辐射剂量率处于当地天然本底涨落范围内。参考《2022 年浙江省生态环境状况公报》，全省环境电离辐射水平处于本底涨落范围内。环境 γ 辐射剂量率处于当地天然本底涨落范围内。同时参考《2022 年嘉兴市生态环境公报》，2022 年嘉兴市电离辐射本底水平未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

本项目为移动式探伤项目，探伤设备可直接使用，无需安装。同时，X 射线探伤机贮存间及配套用房均租赁现有场所，危废暂存间存在少量改造施工，工期较短，对周围环境影响较小。因此，本次评价对施工期不予评价，仅重点关注工艺设备和工艺分析。

9.1 工艺设备和工艺分析

9.1.1 设备组成及作业方式

本项目 X 射线探伤机主要由 X 射线管头组装体、控制箱及连接电缆组成，具有体积小、重量轻、携带方便、自动化程度高等特点，曝光时间最长为 3min。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。本项目 X 射线探伤机外观情况见图 9-1。



图 9-1 本项目 X 射线探伤机外观图

9.1.2 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、钽等）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 9-2。

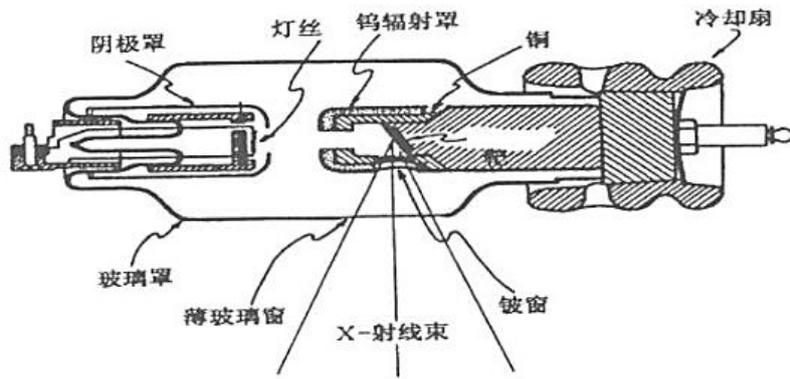


图 9-2 典型的 X 射线管结构

9.1.3 移动探伤工艺流程及产污环节

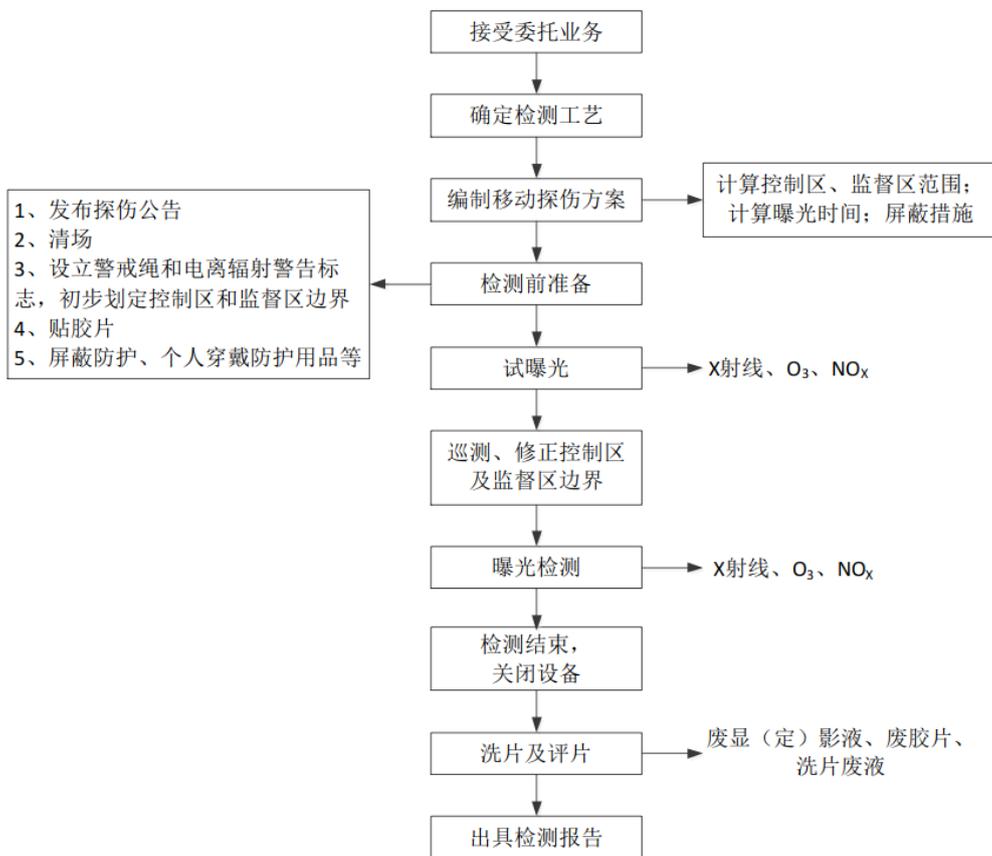


图 9-3 X 射线移动探伤流程及产污环节示意图

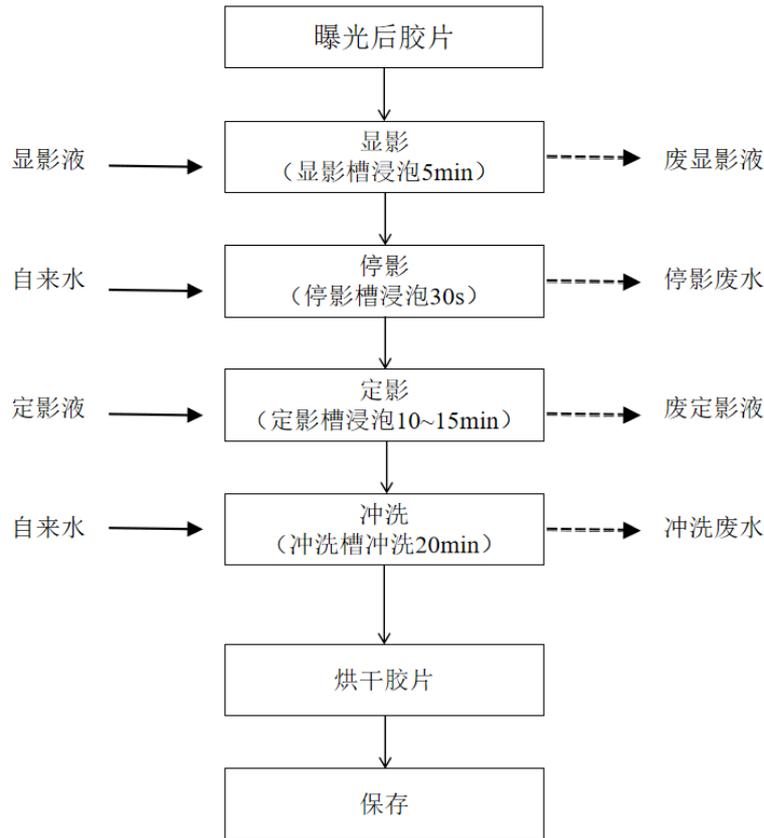


图 9-4 暗室洗片工艺流程及产污环节示意图

(1) 设备出入库

本项目 X 射线探伤机不工作时，存放于专门的 X 射线探伤机贮存间，双人双锁并专人管理。移动探伤前，由辐射工作人员到该贮存间领取 X 射线探伤机，领用须填写《射线装置领用登记表》。探伤工作结束后，X 射线探伤机返回 X 射线探伤机贮存间，填写《射线装置归还登记表》，详细记录工程名称（地点），归还人、归还日期及时间，并建立计算机管理档案。

(2) 设备运输

探伤装置使用专用的机动车辆运输，由专人押运，做好 X 射线探伤机的人员看管和防盗工作。

(3) X 射线移动探伤

① 公司接到探伤检测委托业务后，在探伤之前，根据被探伤产品的规格选用 X 射线探伤机。根据设备的最大管电压和最大管电流等参数估算出控制区及监督区的边界距离，通过委托方(或探伤实施单位)以张贴公告的方式进行探伤作业前公告，公告内容包括：探伤作业的性质、时间、地点、控制区和监督区范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容。

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

③ 试曝光。现场作业人员均佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，监护人员确认场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，开始铺设电缆，在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号，检查无误，设备操作人员开机进行试曝光，现场监护人员使用便携式 X- γ 剂量率仪从探伤机位置四周由远及近进行巡测，一旦发现辐射水平异常、分区不合理，应立即停止射线出束，调整分区。对划定的控制区和监督区进行修正，保障工作人员操作现场的周围剂量当量率小于 15 μ Sv/h，公众位于周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h 的区域之外。在移动式探伤工作期间，便携式 X- γ 剂量率仪应一直处于开机状态。

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

⑤ 探伤结束，关闭机器。清理完现场后解除警戒，工作人员离场。

⑥ 从检测工件上取下已曝光的底片，并将胶片统一运回公司暗室。待暗室冲洗处理后阅片，完成一次探伤任务。本项目所有移动探伤项目根据与作业地点距离的远近选择将胶片运回或寄送至公司内部所设暗室进行洗片，不涉及在外洗片。

⑦ 后续胶片冲洗在洗片暗室内完成，主要流程:先把胶片放到显影槽内使用显影液浸泡 5min，然后放入停影槽内使用清水浸泡约 30s，接着放入定影槽内使用定影液里浸泡 10-15min，再进入冲洗槽采用清水冲洗约 20min，最后由烘箱烘干后保存。

9.1.4 工作负荷

建设单位专业从事无损检测技术，主要开展船舶检测业务，本项目作业范围为全国各地，探伤对象主要为各类船舶船体焊缝，材质主要为钢，厚度为（4~12）mm。现场探伤作业时，根据待检产品参数选择适用型号的探伤机，同一作业地点不存在两台及两台以上 X 射线探伤机同时现场探伤的情况。

经与建设单位核实，本项目迁建后预计年拍片量总计为 3000 张，单次探伤曝光时间最长约 3min，则年探伤时间为 150h，以 50 周计，则周探伤时间为 3h，遇高峰期时，周拍片量约

70~80 张，则高峰期周探伤时间为 3.5h~4h。

9.1.5 人员配备与工作班制

本项目拟配置 5 个辐射工作人员，其中 3 名为新增人员，分为 2 个移动式探伤小组，小组人员不固定。每个探伤小组由 2 名辐射工作人员组成，其中 1 名负责探伤装置操作，另 1 名负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及避免外来人员勿入，年工作 300 天。

9.2 污染源项描述

1、X 射线

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

辐射场所中的 X 射线主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射，主要辐射源强见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机辐射源强一览表

型号	有用线束/散射辐射的 X 射线距靶点 1m 输出量 ^① mGy·m ² /（mA·min）	距 X 射线管焦点 100cm 处漏射线所致周围剂量当量率控制值 ^② （mSv/h）
XXQ-2005	28.7	2.5
XXG-2005		
RT-2005T		

注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.1，有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量；在未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计。本项目三台探伤机最大管电压均为 200kV，则有用线束与散射辐射的 X 射线输出量均保守取以 0.2mm 铝为滤过条件时的 X 射线输出量。

②根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 5.1.1 条款表 1，管电压为（150~200）kV 时，漏射线所致周围剂量当量率控制值为 2.5mSv/h。

2、臭氧和氮氧化物

X 射线移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，臭氧在常温常压状态下可自行分解为氧气，氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3，且毒性低于臭氧，对周围环境影响较小。

3、废显（定）影液、废胶片和洗片废液

本项目 X 射线移动探伤洗片与评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（2021 年版）》中感光材料废物，危废代码为 HW16：900-019-16，并无放射性。

本项目年拍片量为 3000 张，按洗 1000 张片用 20L 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 60L，密度保守按照 1g/cm³，折算重量为 60kg。废片率按 3%

计算，则每年产生废胶片约 90 张，单张胶片平均重量约 10g，折算重量为 0.9kg。该部分危险废物定期委托有资质的单位处理，完好的胶片由公司定期建档备查。

经与建设单位核实，公司对船体的无损检测记录保存期限为 5 年，5 年后若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。经与建设单位核实，本项目完好的胶片约 3000 张，存档期限为 5 年。存档满 5 年后的胶片全部作为危废交有资质单位处理处置。基于本项目运行后的第 6 年开始，同一年既有探伤洗片产生的废胶片，又有存档期满后产生的废胶片，本次评价保守考虑来核算废胶片年产生量，即 3090 张，单张胶片平均重量约 10g，折算重量为 30.9kg。

本项目暗室洗片过程中会产生少量的洗片废液，参考同类无损检测企业的实际产污经验值，本项目洗片废液年产生量约 150kg。该部分废液含较高浓度的 AgBr、显（定）影剂及强氧化物，需做危险废物处理，定期委托有资质的单位处理处置。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》（原环境保护部公告 2017 年第 43 号）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一览表

序号	危废名称	危废类别	危废代码	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	900-019-16	60kg	洗片	液态	显（定）影液	显（定）影液	每次移动探伤	T	收集于危废暂存间，定期委托有资质单位处理处置
2	废胶片	HW16	900-019-16	30.9kg	评片、胶片存档	固态	废胶片	废胶片	每次移动探伤，存档期满	T	
3	洗片废液	HW16	900-019-16	150kg	洗片	液态	AgBr、显（定）影剂及强氧化物	AgBr、显（定）影剂及强氧化物	每次移动探伤	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

本项目 X 射线探伤机贮存间位于厂区 2 号楼 2 层，同时配套建设暗室、评片室和危废暂存间，用于探伤洗片、评片及各类危废暂存。因此，本项目的功能设施完善，可以满足 X 射线移动探伤的工作需求，布局基本合理。

10.1.2 辐射工作场所分区

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中条款 7.2“分区设置”，公司开展 X 射线移动探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。根据现场具体情况，公司利用便携式 X-γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，参照 GBZ 117-2022 条款 7.2.2 确定的剂量率值确定控制区边界。控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

本项目拟采取的布局与分区措施基本满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)关于“移动探伤”的要求。

10.1.3 辐射安全和防护措施

10.1.3.1 X 射线探伤机固有安全属性

(1) X 射线探伤机在额定工件条件下，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 GBZ 117—2022 中表 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。

本项目三台 X 射线探伤机最大管电压均为 200kV，X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值均为 2.5mSv/h。

(2) X 射线探伤机控制台设有延时开机装置，以尽可能降低操作人员的受照剂量。

(3) 本项目各型号 X 射线探伤机的控制线缆长度均为 25m，满足移动探伤作业需求。

10.1.3.2 X 射线探伤机贮存间的辐射安全防护措施

本项目 X 射线探伤机不开展移动探伤作业时，全部存放于专门的 X 射线探伤机贮存间内，

该场所的建设和管理要求如下:

(1) X 射线探伤机贮存间仅存放 X 射线探伤机, 不涉及射线装置的使用、调试及检修工作。探伤机检修均由设备生产厂家承担, 建设单位工作人员不承担检修工作。

(2) X 射线探伤机贮存间实行双人双锁, 由专职工作人员负责, 采用防盗门, 门上应设有电离辐射警告标志, 其入口处应安装视频监控系统。

(3) X 射线探伤机贮存间应满足“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。

(4) 公司拟制定射线装置的领取、归还和登记制度, 并建立设备管理台账。

(5) X 射线探伤机无法当天返回公司 X 射线探伤机贮存间时, X 射线探伤机应由工作人员负责看管, 并派人 24h 值班, 临时存放场所须满足“防盗、防火、防潮、防爆”要求。

10.1.3.3 X 射线探伤机运输过程中的辐射安全和防护

(1) 本项目 X 射线探伤机的运输工作由公司自行承担, 拟配专用运输车, 设有防盗锁。

(2) 运输全程由经过培训的辐射工作人员负责, 如人员需要离开车辆, 应至少保留 1 名工作人员负责 X 射线探伤机的看管。

(3) 公司拟制定 X 射线探伤机运输管理规定, 工作人员严格按照规定进行规范运输。

10.1.3.4 X 射线探伤机移动探伤过程中的辐射安全和防护措施

1、移动式探伤作业前准备

(1) 在实施移动式探伤工作之前, 公司将对工作环境进行全面评估, 以保证实现安全操作。评估内容至少包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。同时, 考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响(如烟雾报警器等)。

(2) 本项目共 3 台探伤机, 每次仅使用 1 台探伤机, 公司拟配备 5 名专职工作人员, 可确保开展移动式探伤工作。

(3) 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划, 公司将与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等, 避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

2、分区设置

(1) 探伤作业时, 应对工作场所实行分区管理, 将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。每次探伤时只开启 1 台 X 射线探伤机进行作业, 且确定主束方向时确保有工件的屏蔽和船舶其他部件的

屏蔽方可开展探伤作业。

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

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

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

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

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

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

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

(9) 探伤机控制台拟设置在合适位置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

3、安全警示

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

(2) 现场应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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，在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。

(3) X 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

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

4、边界巡查与检测

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

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

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

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

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

5、操作要求

应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

10.1.3.5 X 射线探伤机的检查与维护

本项目探伤工作开始前的检查内容与维护要求见表 10-1。

表 10-1 X 射线探伤机检查与维护内容一览表

装置类型	类别	项目内容
X 射线探伤机	工作前检查	(1) 探伤机外观是否完好； (2) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； (3) 安全连锁是否正常工作； (4) 报警设备和警示灯是否正常运行； (5) 螺栓等连接件是否连接良好；
	维护	(1) 使用单位应对探伤装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应有受过专业培训的工作人员或设备制造商进行； (2) 设备维护包括探伤装置的彻底检查和所有零部件的详细检测； (3) 当设备有故障或损坏需要更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品； (4) 应做好设备维护记录。

10.1.3.6 探伤设施退役

1、本项目 X 射线探伤机后期如报废，公司应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

- 2、X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。
- 3、清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

10.1.3.7 辐射监测仪器与防护用品配置

本项目拟配置 5 个辐射工作人员，其中 3 名为新增人员，分为 2 个移动式探伤小组，小组人员不固定。每个探伤小组由 2 名辐射工作人员组成，其中 1 名负责探伤装置操作，另 1 名负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及外来人员误入。本项目辐射防护设施配置计划见表 10-2，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

表 10-2 本项目辐射监测防护用品一览表

编号	名称	单组拟配置数量	本项目拟配置总量	备注
1	个人剂量计	2 支	5 支	拟新增 3 支
2	个人剂量报警仪	2 台	5 台	拟新增 3 台
3	便携式 X-γ 剂量率仪	1 台	2 台	拟新增 1 台
4	铅衣、铅防护眼镜、铅颈套	各 1 套	各 2 套	拟各新增 1 套
5	电离辐射警告标志和警示语	4 个	8 个	拟新增 4 个
6	“禁止进入射线工作区”警告牌	4 个	8 个	拟新增 4 个
7	“无关人员禁止入内”警告牌	4 个	8 个	拟新增 4 个
8	“预备”和“照射”状态指示灯与安全连锁	4 个	8 个	拟新增 8 个
9	声音提示装置	4 个	8 个	拟新增 8 个
10	警示灯	4 个	8 个	拟新增 7 个
11	警戒绳	1 套	2 套	依托现有
12	运输专用车	1 辆	2 辆	拟新增 1 辆

本项目用于探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定/校准，并取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

10.1.3.8 危险废物环境管理要求

本项目危险废物主要为探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废液，根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）和《危险废物转移管理办法》（生态环境部令第 23 号）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区西北侧危废仓库 8 号室，建筑面积约 1m²，具体位置见附图 9。该场所的建设应满足“防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐”的要求，墙体采用坚固的材料

建造，表面无裂缝，地面与裙角采取防渗措施。本项目危险废物产生量较小（约 0.24t），危废间贮存能力为 0.3t，贮存期一般 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，具体见表 10-3。

表 10-3 本项目危废暂存间信息一览表

编号	贮存场所名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积(m ²)	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	西北侧危废仓库 8 号室	1	专用防渗容器	0.3t	一年
2		废胶片	HW16	900-019-16			袋装堆放		一年
3		洗片废液	HW16	900-019-16			专用防渗容器		一年

本项目危废暂存间管理拟满足如下要求：

① 拟根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，不同分区之间应采取隔离措施，避免不相容的危险废物接触、混合。

② 危废暂存间、容器和包装物拟按 HJ 1276 要求设置危险废物贮存设施或场所标志、危险废物贮存分区标志和危险废物标签等危险废物识别标志。

③ 危废暂存间拟设专人管理，其他人员未经允许不得入内。

④ 危险废物存入贮存设施前拟对危险废物类别和特性与危险废物标签等危险废物识别标志的一致性进行核验，不一致的或类别、特性不明的不应存入。

⑤ 拟定期检查危险废物的贮存状况，及时清理贮存设施地面，更换破损泄露的危险废物贮存容器和包装物，保证堆存危险废物的防雨、防风、防扬尘等设施功能完好。

⑥ 拟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。

(2) 危废的转移

本项目危废委托有资质的单位定期到公司收集并运输转移，危废转移过程中严格执行转移联单管理制度，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。

(3) 危废的委托处置

公司已委托嘉兴市云景环保科技有限公司负责收集所产生的的危险废物，嘉兴市云景环保

科技有限公司委托嘉兴市固体废物处置有限责任公司进行危险废物处置，三方公司已达成一致意见，并签订工业企业危险废物收集贮存服务合同（见附件 8）。因此，本项目危废处置方案基本可行。

10.2 三废的治理

（1）臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线移动探伤作业状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。由于产生量较小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。

（2）废显（定）影液、废胶片及洗片废液

本项目探伤洗片和评片过程中会产生一定量的废显（定）影液、废胶片及洗片废液，属于危险废物。本次评价要求将其集中收集后存放在危废暂存间，并由专人保管，委托有资质的单位处理处置，建立相关危废台账。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

由于 X 射线探伤机只有在开展移动探伤作业过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开关而产生、消失。在建设过程中 X 射线探伤机未通电运行，在贮存过程中也不进行探伤操作，故建设期或贮存期不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 移动探伤控制区和监督区的理论划分

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 8.4.2 条款，在探伤机处于照射状态，公司用便携式 X-γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，参照 GBZ 117-2022 第 7.2.2 条确定的剂量率值确定控制区边界；以 2.5μSv/h 为监督区边界。本项目周探伤时间高峰期为 4h，小于 7h，故可判定出本项目移动探伤控制区边界周围剂量当量率限值为 15μSv/h。

1、有用线束

根据《辐射防护导论》（方杰主编）中 P69 页的式（3.1）和 P96 页的式（3.45），在距离靶 r（m）处由 X 射线探伤机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率计算公式如下：

$$K = \frac{I \delta_x (r_0/r)^2}{10^{(d_1/d_2)}} \dots \dots \dots (11-1)$$

式中：

K——经工件屏蔽后的空气比释动能率，mGy·min⁻¹；对于控制区边界取 15μSv/h，即 2.5×10⁻⁴mSv·min⁻¹，对于监督区边界取 2.5μSv/h，即 4.2×10⁻⁵mSv·min⁻¹；

I——X 射线机管电流，mA；本项目 X 射线探伤机的管电流均为 5mA；

δ_x——X 射线探伤机的发射率常数，mGy·m²·mA⁻¹·min⁻¹；根据表 9-1 可知，δ_x（200kV）=28.7mGy·m²/（mA·min）；

r₀——X 射线管钨靶离焦点的距离，本项目均取 1m；

r——参考点到 X 射线机靶的距离，m；

d₁——被检工件厚度，mm；实际探伤过程中，射线能量是根据被检工件的厚度进行调节。

根据建设单位提供的资料，本项目三台 X 射线探伤机处于最大开机工况时，探伤常用工件厚

度为（4-12）mm，材质均为钢，此外每次探伤时只开启1台X射线探伤机进行作业，且确定主束方向时确保有工件的屏蔽和船舶其他部件的屏蔽，船舶其他部件的屏蔽厚度保守统一取20mm钢，因此，理论预测时被检工件厚度取值综合考虑探伤钢板最小厚度与船舶等部件屏蔽厚度，即24mm。

d_2 ——钢的什值层厚度，mm；根据NCRP REPORT No.151 P158页Fig.A.1a，200kV探伤机产生的X射线束在钢中的什值层厚度取值为9mm。

2、漏射线

根据周围剂量当量率与距离的平方成反比的关系式，可以估算出探伤过程中泄漏射线的辐射影响范围，见公式（11-2）：

$$K_1 = k_0 \cdot \frac{R_0^2}{R_1^2} \cdot B \dots\dots\dots (11-2)$$

式中：

K_1 ——距探伤机表面R处的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，对于控制区边界取 $15\mu\text{Sv/h}$ ，对于监督区边界取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

K_0 ——距离探伤机表面1m处的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）标准中规定：X射线探伤装置在额定工作条件下，当X射线管电压 $>200\text{kV}$ 时，X射线管焦点1m处的漏射线所致周围剂量当量率 $<5\text{mSv/h}$ ；当X射线机管电压处于 $150\text{kV}\sim 200\text{kV}$ 时，X射线管焦点1m处的漏射线所致周围剂量当量率 $<2.5\text{mSv/h}$ 。本项目三台X射线探伤机最大管电压均为 200kV ，因此， $K_0=2500\mu\text{Sv/h}$ 。

R_0 ——探伤机表面外，1m；

R_1 ——参考点距探伤机表面的距离，m。

B——屏蔽透射因子，不考虑屏蔽阻挡时，B取值为1。

3、散射线

本项目探伤机工作时，X射线一般只有经1次散射后到达工件外面时才对周围环境影响较大。假设主射线束经一次散射后到达工件外，散射线可根据《辐射防护导论》（方杰主编）P185页公式（6.6）计算：

$$\eta_{rR} \leq k \frac{\dot{H}_{L,h} \cdot \gamma_i^2 \cdot r_R^2}{F_{j0} \cdot a_r \cdot a \cdot q} \dots\dots\dots (11-3)$$

由上式可以导出：

$$\dot{H}_{L,h} = \frac{F_{j0} \cdot a_r \cdot a}{\gamma_i^2 \cdot r_R^2} \cdot \frac{1}{k} \cdot \eta_{rR} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中： $\dot{H}_{L,h}$ ——参考点处 X 辐射计量率（Sv/h）；

$\dot{H}_{L,h}$ （控制区） $=1.5 \times 10^{-5}$ Sv/h， $\dot{H}_{L,h}$ （监督区） $=2.5 \times 10^{-6}$ Sv/h；

F_{j0} ——辐射源处辐射水平（Gy·m²·min⁻¹），由 $I \cdot \delta_x$ 确定， δ_x 取值情况同上，则 F_{j0}

取值如下：

F_{j0} （200kV） $=I \cdot \delta_x = 28.7 \text{mA} \cdot \text{min}^{-1} \times 5 \text{mA} = 0.144 \text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

a_r ——反射物的反射系数，依据《辐射防护导论》图 6.4，单能光子在铁上的反射系数保守取 0.007；

a ——X 射线束在反射物上的投照面积（m²）， $a = \pi (r_i \times \tan(\theta/2))^2$ ， θ 为辐射角，本项目取 40°，则 $a = 0.1$ ；

r_i ——辐射源同反射点之间的距离（m），取 0.5m；

r_R ——反射点到参考点的距离（m）；

k ——单位换算系数，对于 X 射线源为 1.67×10^{-2} ；

q ——参考点所在位置相应的居留因子，取 1。

η_{rR} ——屏蔽透射因子，不考虑屏蔽阻挡时取 1。

4、理论计算结果

将相关参数分别代入公式（11-1）、（11-2）、（11-4），可以分别估算出本项目 X 射线移动探伤控制区与监督区的边界范围，估算结果见表 11-1。

表 11-1 X 射线移动探伤控制区与监督区估算结果

探伤机型号	射线类型		控制区范围（m）	监督区范围（m）
XXQ-2005 XXG-2005	有用线束	探伤钢板厚度 4mm +船舶等部件屏蔽厚度 20mm	36	86
RT-2005T	泄漏辐射		13	32
	散射辐射		41	99

因此，本项目三台 X 射线探伤机满功率开机条件下对 4mm 钢板进行移动探伤并辅以 20mm 厚船舶等部件屏蔽时，有用线束方向最大控制区范围约 36m，最大监督区范围约 86m；非有用线束方向最大控制区范围约 41m，最大监督区范围约 99m。实际移动探伤时，公司应采取本报告关于 X 射线移动探伤的控制区和监督区理论计算结果进行初步的控制区与监督区划分，然后采用便携式 X-γ 剂量率仪通过巡测的方式进行实测验证和调整。

11.2.2 人员受照剂量

1、计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）条款 3.1.1 中公式（1），人员受照剂量计算公式如下：

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

式中：

H ——年有效剂量，mSv/a；

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

t ——探伤装置年照射时间，h/a；

U ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本项目均取 1；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 A.1，具体数值见表 11-2。

表 11-2 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 (T)	示例
全居留	1	操作台、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	通道、休息区、仓库
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

注：取自NCRP144。

2、估算结果

根据操作规范，在每次移动探伤作业前，公司须将探伤计划(包括探伤时间、地点等)告知探伤作业所涉及区域内及周边的相关部门及相关人员，严格执行清场工作。探伤作业一般均在晚上等现场其他非辐射工作人员下班后进行，或者提前一天通知周围的非辐射工作人员在探伤作业时间回避现场。鉴于移动探伤的工作场所各不相同，因此本次评价采用边界控制限值进行剂量估算。

本项目做保守假设如下：

(1) 本项目年探伤时间为 150h；

(2) 移动探伤作业工作人员共 5 人，探伤小组共 2 组，每组由 2 名辐射工作人员组成，小组人员不固定，其中 1 名负责探伤装置操作，另 1 名负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及外来人员误入。

(3) X 射线探伤机有延时开机功能，操作人员开机后马上退至控制区边界处(控制区的边界周围剂量当量率 $\leq 15\mu\text{Sv/h}$ ，保守以 $15\mu\text{Sv/h}$ 计算)；巡界人员主要在监督区边界处进行安全

警戒（监督区的边界周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ，保守以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 计算）；公众人员不得进入监督区区域（监督区边界的周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ，保守以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 计算）。

（4）辐射工作人员居留因子按全居留考虑，保守取 1；公众人员居留因子按偶然居留考虑，保守取 1/8。

根据式（11-5）计算，本项目辐射工作人员与公众人员年附加有效剂量估算结果见表 11-3。

表 11-3 人员年附加有效剂量估算结果

辐射工作人员	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	t (h/a)	T	H (mSv/a)
操作人员	15	100	1	1.5
巡界人员	2.5	100	1	0.25
公众人员	2.5	150	1/8	4.69×10^{-2}

备注：本项目年探伤时间为 150h，辐射工作人员共 5 名，考虑到分组具有随机性，存在单名辐射工作人员探伤工作时间占年探伤时间 2/3 的可能性，即探伤工作时长为 100h 的可能性。

上述估算是在特定条件下的计算结果，没有采取任何屏蔽措施。在实际探伤工作中工作人员采取了必要的防护措施，如利用现场的地形、铅服、建筑屏蔽物等防护措施，因此，辐射剂量要小于理论计算结果。此外，通过培训与演练，增强探伤工作人员的操作熟练程度，提高防护意识，深入贯彻安全、文明生产理念，接收的辐射剂量率将会进一步降低。

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。X 射线移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，对周围环境影响较小。X 射线移动探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废液均属于危险废物，须定期委托有资质的单位处理处置，危废暂存间按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗，对周围环境几乎不会造成影响。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射风险识别

本项目拟使用的 X 射线探伤机属于 II 类射线装置，可能的事故工况主要有以下几种情况：

（1）仪器故障：探伤机故障以及控制失灵，出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

（2）未分区管理：X 射线探伤机在照射状态，作业现场未标划安全防护区、未设置警戒线或者曝光前未清查现场，使人员误入或者误留辐射区，可导致较大剂量照射，可能造成辐射损伤，或探伤作业人员未按规定撤离到安全区域。

（3）误照射：在探伤现场没有做好警戒工作，工作人员和公众误留在警戒区内，使工作

人员或公众造成不必要照射；在未确定安装探伤机的工作人员远离 X 射线探伤机的情况下，操作控制台的工作人员开机照射，X 射线探伤机摆置不当，机头未投射于探伤物件，而直接照向人群居留位置，而导致误照射，往往会造成大剂量的误照。

(4) 在不适合探伤的场地实施移动探伤，造成人员不必要照射。

(5) X 射线探伤机被盗，使不了解探伤机性能的人员开机造成周围人员不必要的照射。

11.3.2 风险防范措施

(1) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程进行作业。每次移动探伤工作前，配备警戒绳、工作状态指示灯、声音提示装置及警示灯，在监督区四周可设置醒目的警示指示和提醒。

(2) 配置必要的辐射监测仪器对工作场所实施必要的监测，及时发现使用过程中的射线泄漏。为辐射工作场所配置个人剂量报警仪，探伤工作人员可根据个人剂量报警仪是否报警而正确判断是否安全。

(3) 对 X 射线移动式探伤制定操作规程，明确 X 射线探伤机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，规定必须进行清场和巡逻的工作程序，在探伤现场做好警戒工作，严防工作人员和公众误留在警戒区内。

(4) 加强对探伤装置使用现场的管理，防止射线装置被盗、丢失。

(5) 制定《射线装置使用登记制度》，规定设备的使用登记情况，加强对射线装置的监管和维护。

(6) 加强工作人员的教育与培训，正确佩戴个人剂量计，并定期检测。如发现超剂量，应进行调查，或改善防护条件或措施。

11.3.3 应急处置预案

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

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

(3) 对在事故中受到照射的人员及时送到医院进行及时的医学检查和治疗。

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

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类射线装置的单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

12.1.1 机构设置情况

嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司已成立以徐乃中为组长、以徐剑琴为副组长的辐射安全与环境保护管理小组，并明确规定各成员职责。本次迁建项目与现有从事的辐射活动内容完全相同，因此现有机构可以满足本项目迁建后的辐射安全管理需要。

12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 本项目现有辐射工作人员辐射安全管理现状情况见前文表 1 章节的 1.7.2，此处不重复表述。

(2) 本项目拟配置 5 名辐射工作人员，分别源自现有人员及后续拟新增人员。对于拟新增的辐射工作人员，公司应做好以下管理工作：

①所有辐射工作人员应根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告 2019 年第 57 号)的要求参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台(网址: <http://fushe.mee.gov.cn/>)学习相关知识，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训；应配备个人剂量计，定期送检有资质单位(常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月)，并建立个人剂量档案；应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。

②所有辐射工作人员的辐射安全和防护考核成绩报告单、个人剂量检测档案、职业健康档案记录三个文件上的人员信息应统一。同时，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年；按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(2021 年修改)》第四十一条规定，职业健康监护档案应长期保存。

12.2 辐射安全管理规章制度

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

公司现有辐射安全规章制度制定情况见表 1 中 1.7.2 章节，内容健全完善且规范，基本满足现有核技术利用项目的管理需要。本次迁建的内容与现有已许可的辐射活动相同，故现有规章制度基本可以满足本项目实施后的辐射安全管理需要。为进一步优化管理制度，本次评价建议建设单位完善、补充如下内容：

(1) 操作规程：补充明确个人剂量计的佩戴规范，根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）条款 5.3.1，对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

(2) 危险废物环境管理制度：明确专人管理危险废物，建立危险废物台账，如实记载产生危险废物的种类、数量、利用、贮存、处置、流向等信息，并定期委托有资质的单位处理处置。

(3) 辐射安全档案管理制度：应建立辐射安全工作档案，并专人负责保管，妥善保存下列资料：

① 辐射环评、辐射安全许可证及相关审批文件档案：历次核技术利用项目环境影响评价文件及环评批复文件、历次辐射安全许可证申请和变更、延续等办理手续的材料、辐射安全许可证正副本、历次核技术利用项目验收文件和批复等。

② 辐射安全管理制度：射线装置台账、射线装置购买和报废相关材料、辐射安全管理制度文件资料、射线装置使用登记和维修维护记录、历次辐射管理培训和辐射应急演练记录、历次生态环境部门监督检查的检查表及整改报告、历次辐射安全和防护年度评估报告、辐射事故（事件）处理情况相关材料等。

③ 辐射工作人员档案：辐射工作人员名单、辐射工作人员辐射岗位培训合格证、历次辐射工作人员个人剂量监测报告和个人剂量监测台账、历次放射性工作场所监测报告、辐射防护仪器设备和用品台账等。

④ 危废档案：危废管理计划、危废产生和贮存台账，危废申报登记材料、危废转移审批材料、危废转移联单及危废委托处置合同等。

综上所述，公司在落实上述制度后，能够确保本项目 X 射线移动探伤的安全使用，满足

国家相关的辐射安全管理及技术层面要求。

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，公司需制定辐射监测方案，包括个人剂量监测和辐射环境监测。

12.3.1 现有辐射监测开展情况

公司已制定《监测计划》，并定期委托有资质的单位进行辐射工作场所监测，2022年度场所放射防护检测报告见附件10。公司现有辐射仪器与防护用品清单见表1-5。

12.3.2 本项目辐射监测要求

12.3.2.1 监测仪器

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

本项目相关辐射监测仪器配置计划见表10-2。监测仪器按要求配备齐全后，本次评价认为能满足本项目的仪器配备要求。根据GBZ 117-2022条款8.1.2的要求，公司应按规定对监测仪器进行定期检定/校准，使用前应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

12.3.2 探伤机检测

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

表 12-1 探伤机检测要求一览表

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

12.3.3 个人剂量监测

公司应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理规定，为辐射工作人员配备个人剂量计，并根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。公司应落实个人剂量监测（常规监测周期一般为1个月，最长不超过3个月）和职业健康检查（不少于1次/2年），建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案交由专人保管。对于监测结果异常，公司应跟踪分析原因，优化实践行

为。

12.3.4 场所环境监测

根据辐射管理要求，公司应针对本项目具体情况制定如下监测方案：

(1) 验收监测：委托有相关监测资质的监测单位对辐射工作场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

(2) 常规监测：根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 8.4.1.1 条款要求，进行移动式探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。第 8.4.3 条款要求：每次移动式探伤作业时，运营单位均要开展此项监测。凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：a) 新开展现场射线探伤的单位；b) 每年抽检一次；c) 在居民区进行的移动式探伤；d) 发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv。

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

本项目辐射场所监测计划建议如下：

表 12-2 辐射场所监测计划

监测类型	监测因子	监测方式	监测点位	监测频率
验收监测	周围剂量当量率	委托监测	①巡测：在 X、 γ 射线探伤机处于照射状态，用便携式 X- γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量，参照 GBZ 117-2022 第 7.2.2 条确定的剂量率值确定控制区边界，以 2.5 μ Sv/h 为监督区边界。 ②操作位：在工作状态下和探伤机停止工作时分别检测操作位置的辐射水平。	验收期间，监测 1 次
常规监测		自行监测		每次移动式探伤作业时
年度监测		委托监测		1 次/年

12.4 年度安全状况评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定，公司应对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- (1) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- (2) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- (3) 辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- (4) 射线装置台账；
- (5) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- (6) 辐射事故及应急响应情况；
- (7) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- (8) 存在的安全隐患及其整改情况；
- (9) 其他有关法律、法规规定的落实情况。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

12.5 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019年修改）》第四十一条规定，“使用射线装置的单位，应当根据可能产生的辐射事故风险，制定本单位的应急预案，做好应急准备。”发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取应急措施，明确事故类型，在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。事故处理完毕后，单位须分析事故原因，吸取经验教训，采取相关措施以防类似事故重复发生。

目前公司已制定《辐射事故应急预案》，见附件7。该预案确定了应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）；应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；辐射事故分级与应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序；生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话等内容，可以满足本项目实施后的相关要求。

本项目投入运行后，公司应做好以下工作：

- (1) 制定辐射事故应急培训计划方案，每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，以验证该预案的有效性。演练内容包括放射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，演习报告存盘。可提出将每年用于辐射应急工作的（包括应急装备、应急技术支持、培训及演习等）支出，纳入部门预算。

- (2) 公司应根据实际情况定期组织修订放射事故应急预案，使其不断完善健全。

- (3) 公司应将本单位的应急预案报所在地生态环境主管部门备案，开展隐患排查并及时

消除隐患，防止发生事故。

为降低事故发生概率，公司必须加强管理力度，提高辐射工作人员技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，加强设备检查维修，提高单位应急能力。

12.6 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用放射性同位素、射线装置的单位应具备相应的条件，本项目从事辐射活动能力评价详见表 12-3。

表 12-3 本项目从事辐射活动能力评价一览表

应具备条件	情况分析
(一) 使用Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	建设单位已成立辐射安全防护小组并明确规定各成员职责。
(二) 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目现有辐射工作人员均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，后续拟新增辐射工作人员经考核合格后方可上岗。
(三) 放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	本项目为移动探伤，作业场所为探伤施工现场，建设单位严格遵守移动探伤的作业流程，落实分区设置、安全警示、边界巡查与检测及操作要求，避免工作人员和公众受到意外照射。
(四) 配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	本项目拟配置的辐射监测防护用品见表 10-2，依托原有设备并拟新增相应设备。
(五) 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位已制定一系列的辐射安全管理制度，详见章节 12.2，可结合本项目实际情况加以完善。
(六) 有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已制定《辐射事故应急预案》，可结合本项目实际情况加以完善。
(七) 产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目运行产生的臭氧和氮氧化物由于产生量小且作业场地为开放式场所，臭氧在常温常压状态下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。探伤洗片评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废液按要求集中存放，并定期委托有资质单位处理处置。

综上所述，本项目从事辐射活动能力符合相关规定要求。

12.7 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。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目工程概况

嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司拟实施 X 射线移动式探伤迁建项目,将原建设地点的 X 射线移动式探伤配套用房 (X 射线探伤机贮存间、暗室、评片室、危废暂存间) 迁建至浙江省嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾,并租赁嘉兴市禾东船业有限责任公司的闲置房屋建设配套用房,并配备 3 台 X 射线定向探伤机 (XXQ-2005 型、XXG-2005 型、RT-2005T 型各 1 台) 用于对外承接的各项船舶检测业务,作业范围为全国各地。

13.1.2 辐射安全与防护结论

本项目在进行 X 射线移动探伤时,严格按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求划定控制区和监督区,在控制区边界上合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌,在监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌,必要时设专人警戒。项目辐射安全防护设施见本报告 10.1.3 章节。

13.1.3 环境影响分析结论

(1) 主要污染因子

本项目主要污染因子为 X 射线、臭氧和氮氧化物、废显(定)影液、废胶片及洗片废液。

(2) 移动探伤控制区和监督区的划分

经理论预测,本项目 XXQ-2005 型、XXG-2005 型、RT-2005T 型 X 射线探伤机满功率开机条件下开展移动探伤工作时,有用线束方向最大控制区范围约 36m,最大监督区范围约 86m;非有用线束方向最大控制区范围约 41m,最大监督区范围约 99m。在实际开展 X 射线移动探伤作业时,应采用便携式 X-γ 剂量率仪通过巡测的方式进行控制区和监督区的严格划分。

(3) 个人剂量影响预测结论

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

(4) “三废”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固废产生。

X 射线移动探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物,由于产生量小且作业场地为开放式场所,

臭氧在常温常压状态下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。X 射线移动探伤洗片和评片过程中产生的废显(定)影液、废胶片及洗片废液均属于危险废物，须定期委托有资质的单位处理处置，危废暂存间按照要求进行地面硬化，做到防腐防渗，对周围环境几乎不会造成影响。

13.1.4 辐射安全管理结论

(1) 公司已成立辐射安全防护小组，负责辐射安全与环境保护管理工作。同时应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

(2) 公司已组织现有辐射工作人员参加生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训。

(3) 公司应为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检有资质的单位检测（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），并建立个人剂量档案。辐射工作人员在上岗前和离职后都须在有资质的单位进行职业病健康体检，且须在岗期间每一年或两年进行一次职业病健康体检，并建立完整的职业健康档案。同时，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年；职业健康监护档案应长期保存。

(4) 公司应按本报告提出的要求更新完善辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.1.5 可行性分析结论

(1) 规划符合性与选址合理性分析结论

本项目 X 射线移动式探伤配套用房建设位于浙江省嘉兴市秀洲区王江泾镇收藏村芦荡湾，用地性质为工业用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求，符合大运河相关规划要求。本项目符合嘉兴市“三线一单”的要求，符合秀洲区三区三线要求，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求。X 射线移动探伤作业不固定，只要严格按照操作规程，做好作业时的安全管理工作，确保周围无相关人员，严格按照控制区边界周围剂量当量率不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求执行，探伤期间通过便携式 X- γ 剂量率仪巡测，则其操作是可行的。

(2) 产业政策符合性分析结论

本项目属于核技术利用建设项目，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及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，本项目不属于淘汰类和限制类，符合国家产业政策。

(3) 实践正当性分析结论

本项目实施的目的是为了对外开展无损检测服务,其产生的经济利益和社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害。经辐射屏蔽防护和安全管理后,其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的年有效剂量符合剂量约束值的要求,也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中关于“剂量限值”的要求。因而,按照规范正当操作,本项目是符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中“实践的正当性”原则的。

(4) 环保可行性结论

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

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

- (1) 加强对辐射工作人员的教育培训以及再培训,避免辐射事故的发生。
- (2) 完善并落实操作规程、各项管理制度以及辐射事故应急预案,定期演练。

13.2.2 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) 环评报批后,公司需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,公司应当按照《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

建设单位意见：

《嘉兴市飞龙船舶技术服务有限公司 X 射线移动式探伤迁建项目环境影响报告表》已认真阅读，报告中有关建设项目内容，已经本单位（本人）核实，均符合本单位实际情况。我单位同意报告提出的各项污染防治措施，并能按环评报告要求落实，严格执行“三同时”制度，做到达标排放。如存在虚报、瞒报或未能按环评报告要求落实相关措施而导致一切后果，均由本单位负责。

公章

法定代表人（签字）：

年 月 日

当地政府意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日