核技术利用建设项目

X 射线探伤机移动探伤应用项目

生态环境影响报告表

建设项目单位名称：威海东海船舶修造有限公司

建设项目单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：山东省威海市经济技术开发区崮山镇皂埠村

2026 年 11 月

生态环境部监制

目　录

表 1 项目基本情况 1
表 2 射线装置 X 射线机（包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途） 9
表 3 废弃物（重点是放射性废弃物） 9
表 4 评价依据 10
表 5 保护目标与评价标准 12
表 6 辐射现状调查与评价 16
表 7 工程分析与源项 21
表 8 辐射安全与防护 26
表 9 生态环境影响分析 32
表 10 辐射安全技术能力 44
表 11 结论与建议 49
表 12 审　批 52

附件
附件一 委托书 53
附件二 承诺函 54
附件三 不动产权证书 55
附件四 检测报告 56

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">X 射线探伤机移动探伤应用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">威海东海船舶修造有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td></td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">威海市经济技术开发区崮山镇皂埠村</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">X 射线探伤机设备库位于公司厂区西南侧；
探伤现场位于公司厂区南造船平台。</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">——</td><td>批准文号</td><td colspan="3">——</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>10</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>5</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">50%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 □改建 □扩建 □其他</td><td>建筑面积（m^2）</td><td colspan="2">约 24m^2</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□Ⅰ类(医疗使用) □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□放射性同位素 □医用放射性同位素</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑Ⅱ类 □Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

1.1 公司概况

威海东海船舶修造有限公司成立于 2002 年，位于威海市经济技术开发区崮山镇皂埠村，经营范围为修造船舶、铸造、机械加工、船舶配件；船舶设计；备案范围内的货物和技术进出口。

企业厂区占地面积 11.7 万 m^2，主要包括生产车间、宿舍、办公楼等。注册资本 1 亿元，年可产造船 7 艘，修船 10 艘。公司现有项目包括“船体零部件加工项目”“金属制品加工项目”，均正常运行。

公司所在地理位置见图 1-1，项目周边关系影像图见图 1-2，项目周边关系影像图（局部）见图 1-3，公司厂区总平面布置见图 1-4，公司厂区总平面布置（局部）见图 1-5。

1.2 本项目建设规模

因业务发展需要，建设单位拟购置 1 台 XXG-2005 型定向 X 射线探伤机，在厂区南部造船平台划定的固定区域开展探伤检测作业。该造船平台西北—东南向长约 130m，东北—西南向宽约 30m，平台不设置实体屏蔽设施。探伤作业时，射线仅允许朝东北、西南或向下照射，严禁朝西北、东南方向以及向上照射。

本项目探伤服务仅用于本厂生产，不对外承接探伤业务，同时不在该固定区域以外开展探伤作业。建设单位拟将厂区西南侧现有安全员休息室改造为 X 射线探伤机设备库、评片室、暗室，项目产生的危险废物依托厂区现有危废库暂存。

依据《关于发布〈射线装置分类办法〉的公告》，本项目所用 X 射线探伤机属于Ⅱ类射线装置。本项目为威海东海船舶修造有限公司首次实施的核技术利用建设项目。

本次评价涉及的射线装置见表 1-1。

表 1-1 本次评价涉及的射线装置一览表

设备名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	分类	备注
X 射线探伤机	XXG-2005	1 台	200kV	5mA	Ⅱ类	定向

1.3 选址合理性

根据公司厂区不动产权证书[编号为鲁（2024）威海市不动产权第 0042981 号]，厂区土地性质为工业用地（不动产权证书见附件三）。本项目拟建设备库、暗室、评片室及探伤现场均位于公司厂区内部，无新增用地。本项目仅用于对公司内产品探伤服务，移动探伤现场位于公司厂区南造船平台固定区域，不用于其他移动探伤作业，无新增用地，符合相关规划要求。

根据下文“辐射环境影响分析”计算，本项目周围无敏感建筑物，保护目标为评价范围内偶然经过的公司员工及其他公众人员。根据现场调查及建设单位提供的资料可知，开展探伤作业之前，先公告，明确探伤时间，探伤实施前全面清场，探伤时间选择在 20 点后，控制区内无人员逗留，评价范围内除本项目辐射工作人员外无其他人员逗留，可保证探伤过程中的辐射安全，X 射线探伤机运行时对周围环境的辐射影响可接受。

综上所述，项目选址合理。

1.4 产业政策符合性

本项目 X 射线探伤机用于移动（现场）无损检测，探伤现场位于公司厂区南造船平台，属于服务于公司主体的项目，经查《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属

于该指导目录中“鼓励类”“限制类”“淘汰类”项目，属于允许类，符合国家产业政策。

1.5 实践正当性

建设单位在船舶及相关工件生产过程中需使用 X 射线探伤机对产品进行无损检验，拟在厂区内固定位置开展移动探伤工作（探伤现场位于公司厂区南造船平台）。本项目的运行在确保产品质量合格中起到了重要作用，具有良好的社会效益和经济效益。根据下文分析，在辐射防护屏蔽和严格落实辐射安全管理的条件下，可保证评价范围内与本项目无关人员较少，且人员受照剂量及产生的辐射影响满足相关标准要求。因此，本项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护“实践正当性”的要求。

1.6 目的和任务的由来

为满足船舶建造过程中钢结构焊缝质量检测需求，保障船体建造质量，建设单位拟使用 X 射线探伤机开展船体分段合拢焊缝、船体结构构件焊接接头无损检测作业。探伤作业主要针对船体外板、甲板、舱壁、基座肘板等船体钢结构焊缝，作业地点位于厂区南造船平台。

由于 X 射线在穿透物体过程中与物质发生相互作用，缺陷部位和完好部位的透射强度不同，底片上相应部位会呈现黑度差，评片人员则根据黑度变化判断缺陷情况并评价焊缝的焊接质量。通过及时检测和信息反馈，焊接人员及时调整焊接方法和工艺参数，从而保证焊接质量。

X 射线探伤机在工作过程中可能对环境产生一定的辐射影响，根据《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”中“172 核技术利用项目”中“使用Ⅱ类射线装置的”，应编制生态环境影响报告表。为保护环境和公众利益，根据《中华人民共和国生态环境法典》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定，威海东海船舶修造有限公司委托我单位对其 X 射线探伤机移动探伤应用项目进行辐射环境影响评价。接受委托后，在进行现场调查与核实、收集资料、预测等基础上，我单位依照《生态环境影响评价技术导则 核技术利用》（HJ10.1-2026）编制完成了《威海东海船舶修造有限公司 X 射线探伤机移动探伤应用项目生态环境影响报告表》。



图 1-1 公司所在地理位置示意图



图 1-2 项目周边环境关系影像图

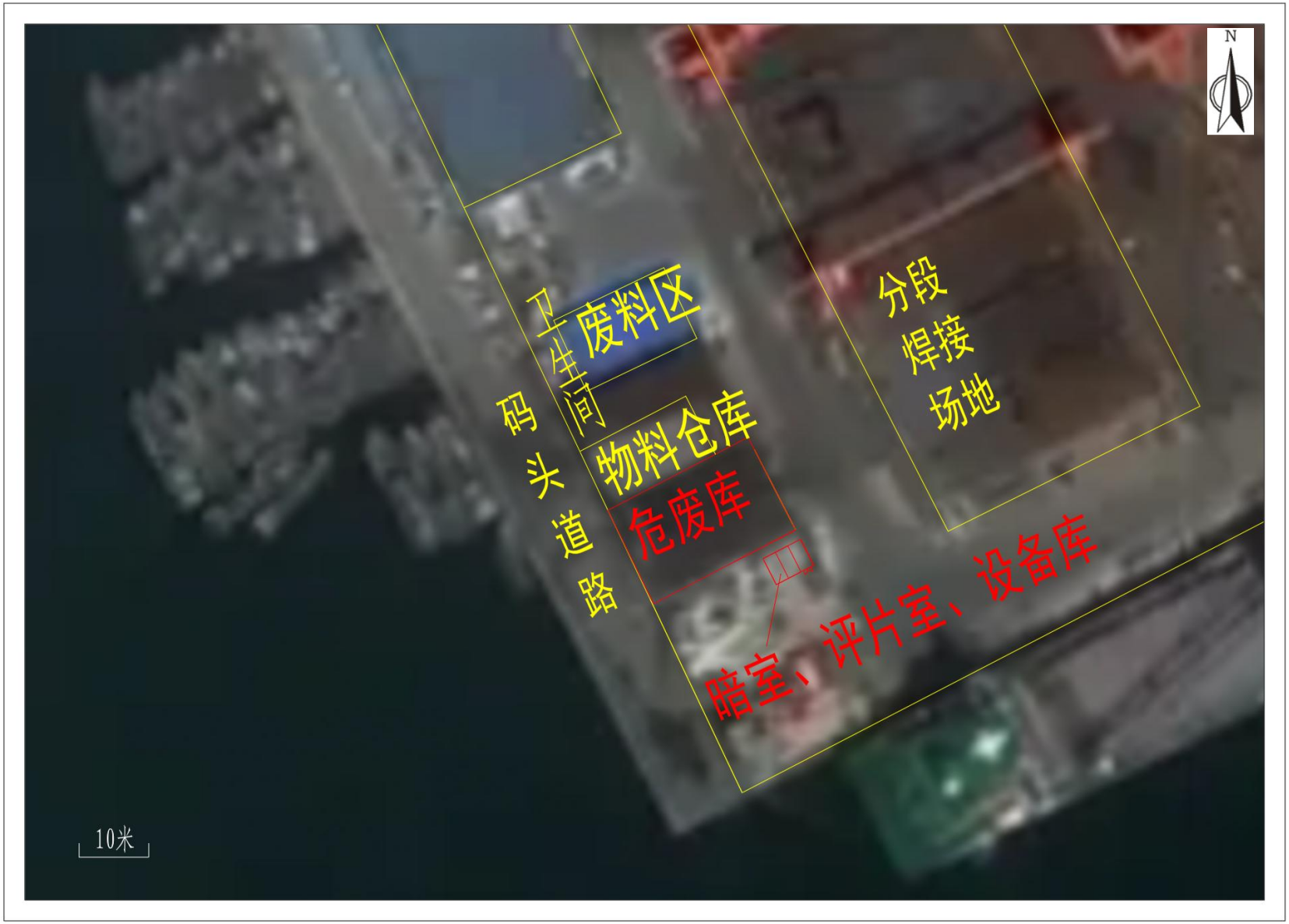


图 1-3 项目周边环境关系影像图（局部）

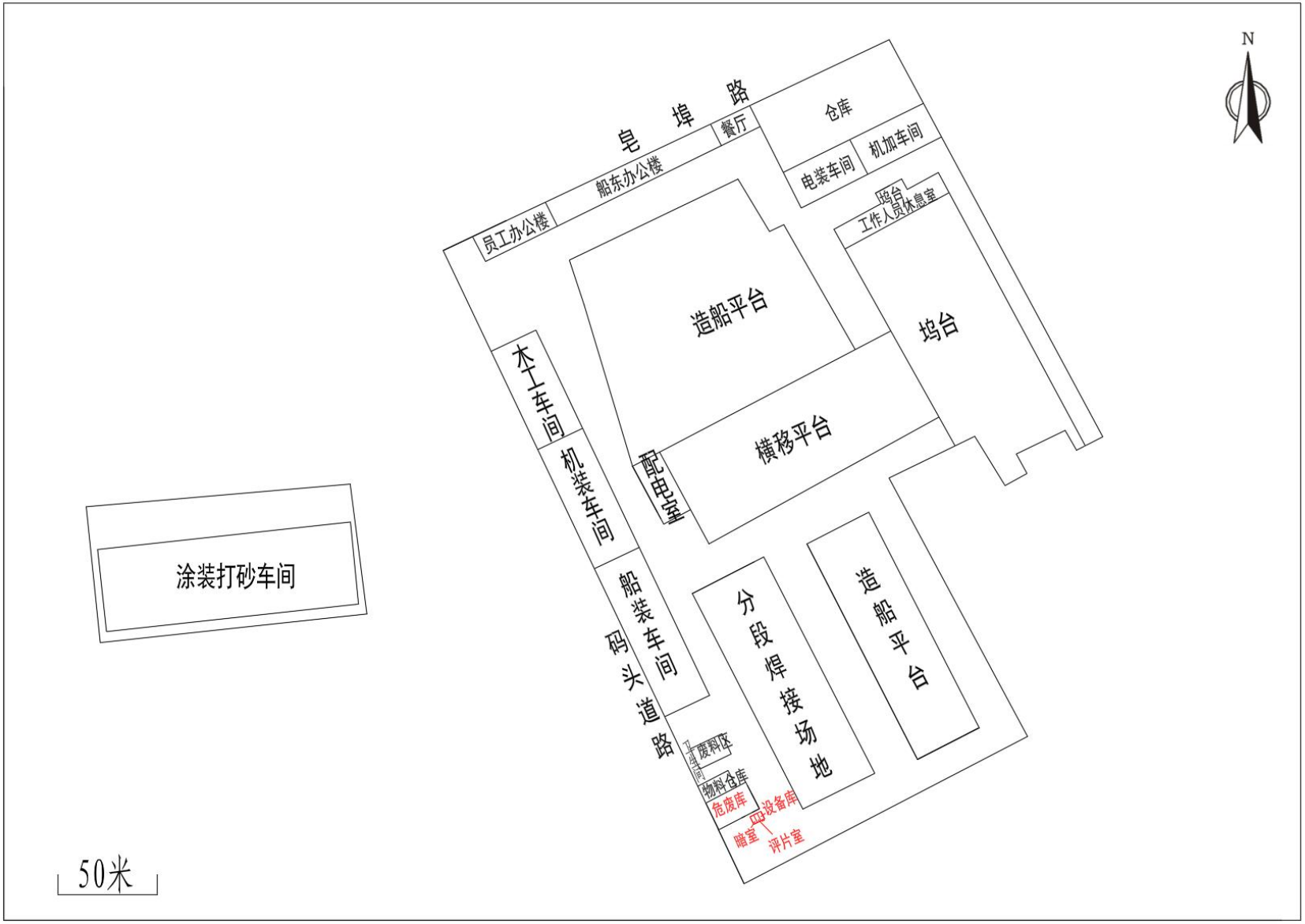


图 1-4 公司厂区总平面布置图

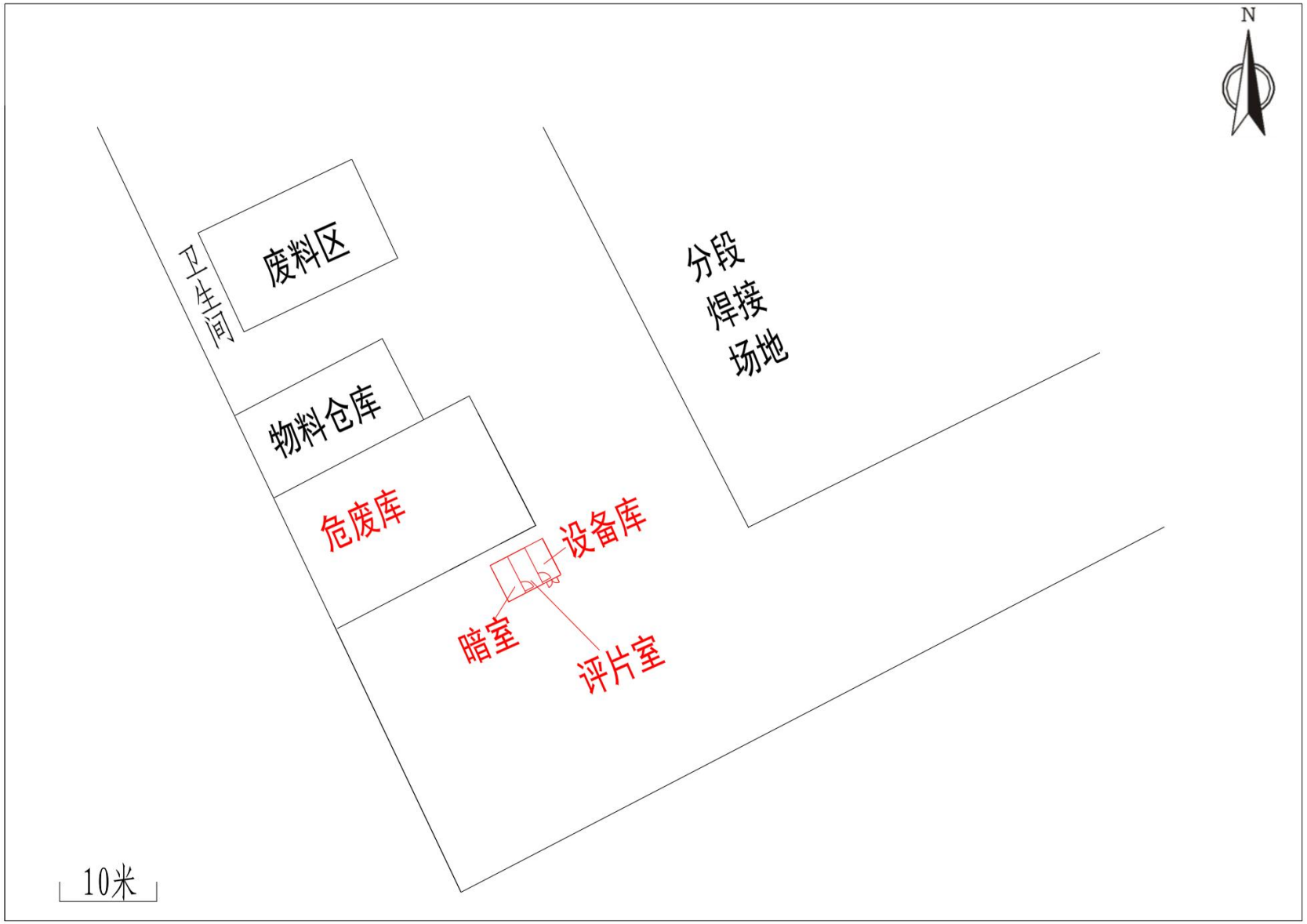


图 1-5 公司厂区总平面布置图（局部）

表 2 射线装置 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	Ⅱ类	1 台	XXG-2005	200	5	无损检测（工业探伤）	公司厂区南造船平台	定向，拟购置

表 3 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
废显（定）影液（危废编号 HW16 900-019-16）	液态	/	/	/	105kg	/	贮存于危废库内	交由有相应资质的危废处理单位处置
废胶片（危废编号 HW16 900-019-16）	固态	/	/	/	52.5kg	/		
非放射性废气	气态	/	/	少量	少量	/	/	探伤现场自然排放

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

表 4 评价依据

法规文件	1.《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 3 月 12 日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，2026 年 8 月 15 日起施行； 2.《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号公布，2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日起施行； 3.《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行，2014 年 7 月 9 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订； 4.《关于发布〈射线装置分类办法〉的公告》，生态环境部、国家卫生健康委员会公告 2026 年第 44 号，2026 年 10 月 15 日施行； 5.《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第 3 号，2006 年 3 月 1 日起施行，2008 年 11 月 21 日第一次修订，2017 年 12 月 12 日第二次修订，2019 年 8 月 22 日第三次修订，2021 年 1 月 4 日第四次修订； 6.《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日起施行； 7.《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 月实施； 8.《国家危险废物名录（2025 年版）》，生态环境部 国家发展和改革委员会 公安部 交通运输部国家卫生健康委员会 部令第 36 号，2025 年 1 月 1 日起施行； 9.《山东省固体废物污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会，鲁人常〔2022〕234 号，2023 年 1 月 1 日起施行，2026 年 7 月 23 日修订； 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》，国家环境保护总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日施行； 11.《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行； 12.《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 日发布。
技术标	1.《生态环境影响评价技术导则 核技术利用》（HJ10.1-2026） 2.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 3.《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

准	4.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 5.《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022） 6.《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单 7.《无损检测仪器 500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB 22448-2025） 8.《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023） 9.《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022） 10.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）
其 他	1.项目环境影响评价委托书 2.《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989 年） 3.建设单位提供的有关技术资料

表 5 保护目标与评价标准

5.1 评价范围

根据《生态环境影响评价技术导则 核技术利用》（HJ10.1-2026）规定要求：“Ⅱ类射线装置的评价范围为装置所在场所控制区实体屏蔽边界外 20m 以内。无实体屏蔽边界的项目视具体情况而定，评价范围不应小于控制区边界外 100m。”

本项目探伤作业时无实体屏蔽，因此以探伤作业场所边界外不低于 100m 且剂量率不小于 2.5μSv/h 的区域作为评价范围。

5.2 保护目标

本项目保护目标为评价范围内活动的公众成员和辐射工作人员。辐射工作人员为进行现场探伤时在周围进行操作和警戒的辐射工作人员，主要在控制区外停留；公众成员为现场探伤场所监督区以外可能停留的公众。公司在厂区内南造船平台开展探伤作业之前，先公告，明确探伤时间，探伤实施前全面清场，探伤时间选择在 20 点以后进行，在此前提下，公众成员数量较少。

表 5-1 本项目保护目标情况一览表

保护目标		人数	方位	距　　离
辐射工作人员		2 人	探伤场所进行操作和警戒的辐射工作人员所在位置	依现场划定的控制区范围外
公众成员	偶然经过的公司员工及其他公众人员	——	监督区周围活动或经过的公众成员所在位置	依现场划定的监督区范围外，100m 评价范围内
	横移平台、坞台、分段焊接场地、船装车间内厂区作业人员	——	探伤作业点位东北侧、西南侧	探伤作业点位周围 100m 评价范围内
注：根据下文剂量计算结果，X 射线探伤机探伤作业时，现场划定的监督区边界有用线束方向为 13.4m，非有用线束方向为 8.6m。本项目评价范围依据 HJ10.1-2026 取探伤作业场所边界外不低于 100m 范围，该范围覆盖威海东海船舶修造有限公司厂区及东南侧、西南侧海域，厂区内主要涉及南造船平台、横移平台、坞台、分段焊接场地、船装车间等区域。				

5.3 评价标准

（一）职业照射和公众照射

职业照射和公众照射执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

标准中附录 B 规定：

B1 剂量限值：

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；

b）任何一年中的有效剂量，50mSv。

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；

b）特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

本次评价取 5.0mSv 作为职业工作人员年管理剂量约束值，取 0.1mSv 作为公众成员年管理剂量约束值。

（二）剂量率控制目标

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中第 7、8 款规定：

7.1 作业前准备

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

7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。

7.1.3 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，使用单位应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。

7.2 分区设置

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

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

$$H=100/\tau$$

式中：H：控制区边界周围剂量当量率，单位μSv/h；

100：5mSv 平均分配到每年 50 个工作周的数值，即 100μSv/周；

τ：每周实际开机时间，单位为 h/周。

本项目 X 射线移动探伤周工作负荷较为平均，预计最大为 6h，不高于 7h，因此，控制区边界剂量率限值取 15μSv/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 2.5μSv/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。

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或 γ 射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

8.4 移动式探伤放射防护检测

8.4.1 检测要求

8.4.1.1 进行移动式探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

8.4.1.2 当 X 射线探伤机或 γ 放射源、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

8.4.1.3 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。

8.4.1.4 探伤机停止工作时，应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

综上所述，本次评价以 2.5μSv/h、15μSv/h 分别作为移动探伤现场监督区外边界和控制区边界剂量率控制目标。

（三）环境天然辐射水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，烟台市环境天然辐射水平见表 5-2。

表 5-2　烟台市环境天然辐射水平（$\times 10^{-8}$Gy/h）

监测内容	范　围	平均值	标准差
原 野	2.14～12.05	5.84	1.66
道 路	1.94～20.14	6.49	2.39
室 内	4.56～20.53	10.11	2.71

注：1.表中数据摘自《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》，山东省环境监测中心站，1989 年；
2.本底调查时威海隶属于烟台市。

表 6 辐射现状调查与评价

6.1 项目地理及场所位置

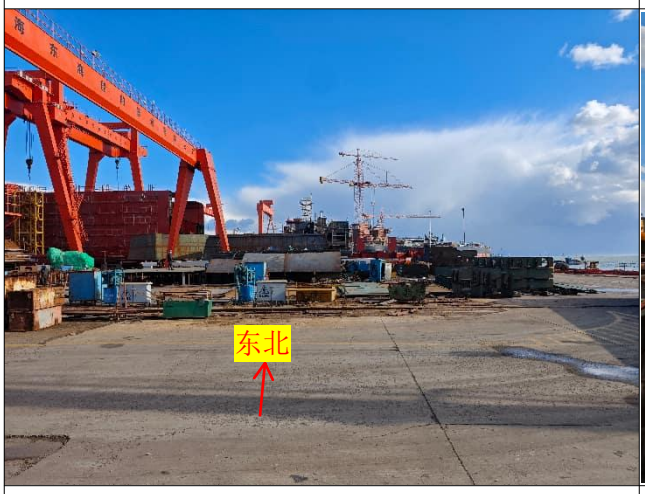
威海东海船舶修造有限公司位于威海市经济技术开发区崮山镇皂埠村。本项目移动探伤作业地点为厂区南造船平台，南造船平台四周为厂区内部道路。

本项目将厂区西南侧现有安全员休息室进行改造，通过增设隔断墙，分隔设置 X 射线探伤机设备库、评片室及暗室；项目产生的危险废物依托厂区现有危废暂存库贮存。探伤作业在南造船平台划定的固定区域内开展。

本项目南造船平台、拟建 X 射线探伤机设备库、评片室、暗室及现有危废库周围现场勘查情况见表 6-1。

表 6-1 本项目南造船平台、拟建 X 射线探伤机设备库、评片室及暗室周围环境一览表

名称	方向	场 所 名 称
南造船平台	东北侧	公司厂区内道路
	东南侧	公司厂区内道路
	西南侧	公司厂区内道路
	西北侧	公司厂区内道路
拟建 X 射线探伤机设备库	东北侧	厂区内道路
	东南侧	厂区内空地
	西南侧	评片室
	西北侧	危废库
拟建评片室	东北侧	拟建 X 射线探伤机设备库
	东南侧	厂区内空地
	西南侧	暗室
	西北侧	危废库
拟建暗室	东北侧	拟建评片室
	东南侧	厂区内空地
	西南侧	厂区内空地
	西北侧	危废库

	
安全员休息室现状（拟建设备库、评片室、暗室）	安全员休息室内部现状
	
安全员休息室东北侧厂区道路	安全员休息室东南侧厂区空地
	
安全员休息室西南侧厂区内空地	安全员休息室西部北侧危废库

	
危废库内部	公司厂区南造船平台现状
	/
分段焊接场地现状	/

图 6-1　现场拍摄照片（拍摄于 2026 年 11 月）

6.2 环境质量和辐射现状

为了解本项目南造船平台周围及保护目标处的辐射环境现状，山东丹波尔环境科技有限公司对本项目南造船平台周围及保护目标处的辐射环境现状进行检测。

1.检测因子：γ辐射剂量率

2.检测点位

按照《环境γ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）测点布设原则，本次于公司厂区南造船平台周围及保护目标处共布设 6 个检测点，检测点位布置见图 6-2。

3.质量保证措施：

（1）检测单位

山东丹波尔环境科技有限公司，已通过生态环境认证，证书编号 221512052438。

（2）检测设备

检测仪器名称：X、γ剂量率仪；

仪器型号：XH-3512E；

内部编号：JC01-11-2020；

系统主机测量范围：0.01μGy/h～30mGy/h；

探测器测量范围：1nGy/h～100mGy/h；

系统主机能量范围：48keV～1.5MeV；

探测器能量范围：20keV～7MeV；

检定单位：山东省计量科学研究院；检定证书编号：Y16-20251799；

检定有效期至：2026 年 7 月 6 日，在有效期内。

（3）检测人员

本次由两名检测人员共同进行现场检测，两人均持证上岗。

（4）检测依据

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

（5）其他保证措施

本次由两名检测人员共同进行现场检测，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。检测时获取足够的数据量，以保证检测结果的统计学精度。建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、检测布点图、测量原始数据、统计处理记录等全部保留，以备复查。检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，最后由授权签字人审定。

4.检测时间与条件：2025 年 9 月 25 日，天气：晴，温度：24.4℃，相对湿度：53.5%RH。

5.检测结果

检测结果见表 6-2。

表 6-2 公司厂区南造船平台及周围γ辐射剂量率检测结果（nGy/h）

点 位	点位描述	剂量率	标准差
1#	公司厂区南造船平台中间位置	92.5	1.0
2#	公司厂区南造船平台南侧	68.8	1.2
3#	公司厂区南造船平台东侧	93.6	1.3
4#	公司厂区南造船平台北侧	73.9	0.8

5#	公司厂区南造船平台西侧	69.5	1.4
6#	分段焊接场地东侧外1m处	92.3	1.2
范　　围		68.8～93.6(nGy/h)	
注：表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值10.7nGy/h；宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取1，平房取0.9，多层建筑取0.8。			

根据表 6-2 中检测数据，本项目南造船平台及周围环境γ辐射剂量率检测结果范围为（68.8～93.6）nGy/h[（6.88～9.36）×10^{-8}Gy/h]，处于烟台市道路环境天然放射性水平范围内[道路（1.94～20.14）×10^{-8}Gy/h]。

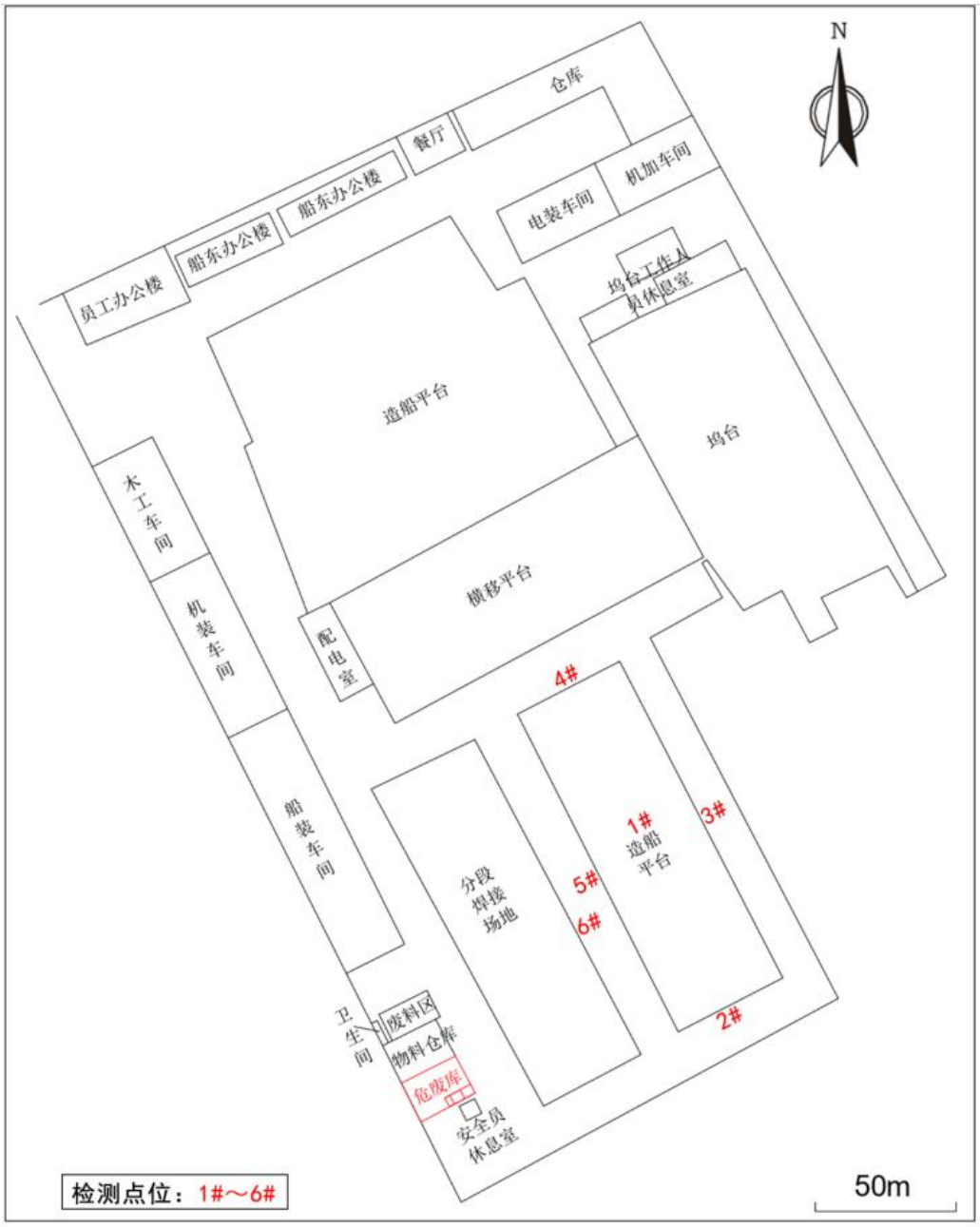


图 6-2 检测布点示意图

表 7 工程分析与源项

7.1 施工期工程分析

本项目为 X 射线探伤机移动探伤应用项目，探伤作业场所为公司厂区南造船平台划定的固定区域。本项目施工内容主要为对厂区现有安全员休息室进行改造，通过增设隔断墙分隔设置设备库、评片室及暗室；暗室区域地面采取防渗处理，配套安装高清红外监控探头等安防设施。施工期污染物主要包括施工扬尘、施工噪声、固体废物、施工废水等；项目施工工期短、工程量小，施工产生的环境影响随施工结束而消失，施工阶段无辐射环境影响。

7.2 营运期工程分析

本项目移动式 X 射线探伤作业位于南造船平台，主要检测对象为船体钢结构的合拢对接焊缝，包括船体外板、强力甲板、舱壁板、大型基座肘板等重要受力构件焊缝；被检焊缝距离平台地坪高程范围约 0～10 m，低位焊缝直接位于近地面，高处焊缝借助脚手架登高开展探伤作业。

7.2.1 X 射线探伤机简介

1. X 射线探伤机结构

X 射线探伤机主要由 X 射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成。X 射线发生器为组合式，X 射线管、高压变压器与绝缘体一起封装在桶装套内；X 射线发生器一端装有风扇和散热器，并配备探伤机系统表征工作状态的警示灯。控制器采用了先进的微机控制系统，可控硅规模快速调压，主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路，工作稳定性好，运行可靠。X 射线探伤机外形见图 7-1。



图 7-1 典型 X 射线探伤机外形及内部结构

2.X 射线产生原理

X 射线的产生是利用 X 射线管中高速度电子去撞击阳极靶，从而产生 X 射线。X 射线管是用来产生 X 射线的一种真空二极管。其阴极（灯丝）用来产生热电子。在阳极与阴极间加高电压，电子由于阳极高电位的吸引，即以高速度向阳极靶撞击。X 射线管两极的高电压是由高压发生器（主要由高压变压器等组成）供给的。

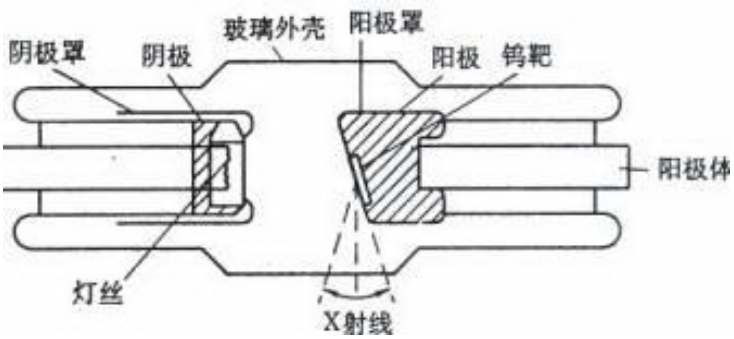


图 7-2　X 射线管示意图

3.X 射线探伤原理

X 射线探伤机在工作过程中，通过 X 射线对受检工件进行照射，当射线穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，根据曝光强度的差异判断焊接的质量。如有焊接质量问题，在显影后的胶片上产生较强的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机据此实现探伤的目的。

4.X 射线探伤机技术参数

本项目 X 射线探伤机主要技术参数见表 7-1。

表 7-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

名　称	型　号	意向生产厂家	输出电压	输出电流	射线管辐射角	最大穿透 A3 钢	射束
X 射线探伤机	XXG-2005	待定	100～200kV	5mA	40° +5°	28mm	定向

7.2.2 X 射线探伤工作流程

（1）根据工作安排，辐射工作人员领取 X 射线探伤机，做好领取时间的记录。由运输车将探伤机运输至移动探伤现场（公司厂区南造船平台固定区域）；

（2）辐射工作人员在进行 X 射线移动探伤前，先在被探伤物件的焊缝贴上胶片，将探伤机放在指定的拍片位置，根据选定的探伤机和开机条件，根据探伤工件厚度初步划定控制区和监督区边界，设置警告标志、警戒绳和警示灯等安全警戒措施；

（3）对探伤现场进行清场，现场设有安全员。进行试曝光用巡检仪修正初步划定的控

制区和监督区边界范围，或根据探伤工件及使用的探伤机型号初步确定控制区和监督区可能的最大边界范围。在控制区边界设置警戒绳，并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”的警告牌；在监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”的警告牌。在监督区边界设专人警戒，禁止人员进入控制区，防止无关人员进入监督区，防止公众人员在监督区边界停留，准备探伤；

（4）辐射工作人员在操作位设定延时曝光条件：设置延迟开机时间、定时曝光和自动关机后，离开操作位。达到预定的照射时间曝光结束后，使用巡检仪进行监测，确认 X 射线探伤机已关机。收回探伤机，完成一次探伤；

（5）当天探伤工作结束后，辐射工作人员将 X 射线探伤机运回 X 射线探伤机设备库，并做好入库登记；

（6）辐射工作人员将探伤胶片送至暗室，由相关人员负责冲洗照片、观察照片、出具探伤报告。

主要工作流程及产污环节示意图见下图。

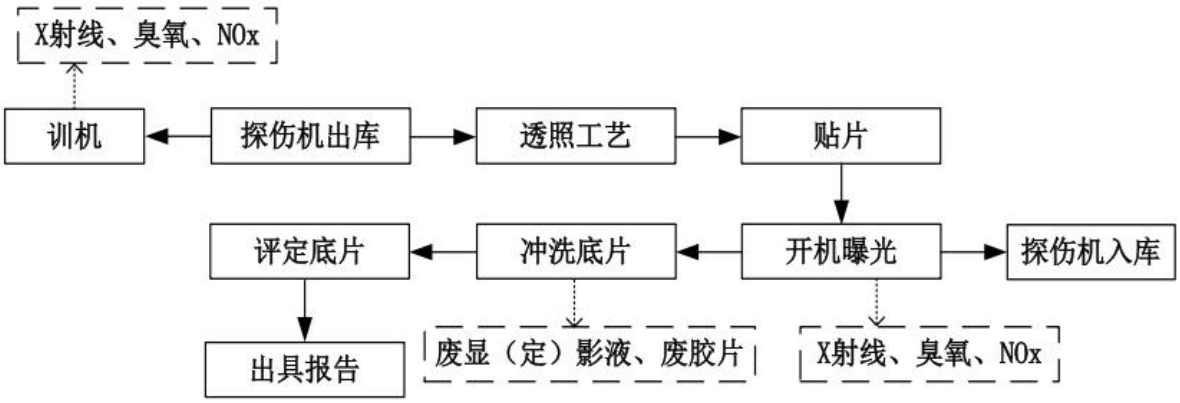


图 7-3 X 射线探伤工作流程及产污环节示意图

若探伤机长时间不用或初次使用，需要先进行训机以提高射线管真空度，训机过程也产生 X 射线和非放射性有害气体。每台 X 射线探伤机使用之前应制作相应的曝光曲线，并定期对曝光曲线进行校验（通常一年校验一次），新购或大修后的设备应重新制作曝光曲线，曝光曲线制作过程中，也产生 X 射线和非放射性有害气体。

训机和曝光曲线均在公司南造船平台固定区域进行，训机前应做好清场工作及防护措施，以减少训机对环境的影响。本项目不在设备库等场所组织训机测试，训机工作流程与正常现场探伤流程相近。

7.2.3 工作负荷

公司拟配备 3 名辐射工作人员，包括 1 名辐射安全管理人员及 2 名操作人员，管理人员不参与现场探伤工作，操作人员从事操作探伤机、进行控制区和监督区现场划分等工作。根据建设单位提供的资料，本项目仅开展 1 组无损检测工作，预计每年开展探伤检测 5000 次，每次曝光时间 1-2min，每次拍片 1 张，则年曝光时间最大为 5000×2÷60≈167h。

根据建设单位提供的资料，设备曝光曲线年校验时间、设备年训机时间及年划区时间共约 20h。综上，本项目 X 射线探伤机年累计总曝光时间约为 187h。

7.3 污染源项描述

项目建设阶段主要对现有安全员休息室实施改造，通过隔断划分设备库、评片室、暗室，暗室区域地面设置防渗层，并配套安装高清红外监控探头等安防设施，施工过程产生施工扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物等污染物。

1.施工扬尘

施工改造、材料裁切、清理作业等环节会产生扬尘，施工机械运行产生少量尾气；扬尘影响范围局限于施工现场周边，待施工结束后影响随之消失。

2.施工噪声

施工噪声来源于切割机、电钻等施工机具运转噪声、建材运输交通噪声，同时存在敲打作业产生的突发性、冲击性非连续噪声。

3.废水

本项目施工内容简单，施工期废水主要为施工人员生活污水。施工高峰期施工人员约 3 人，总施工工期约 10d，用水量按 10L/（人·d）计，日用水量 0.03m^3/d，废水产生系数取 0.8，则生活污水产生量为 0.024m^3/d。生活污水依托厂区现有污水收集设施处置。

4.固体废物

施工期固废主要为墙体改造、隔断施工产生的建筑垃圾，以及施工人员产生的生活垃圾。建筑垃圾收集后运至合规场所处置，生活垃圾交由厂区环卫统一收集处理。

综上，本项目建设阶段环境影响评价因子为：施工扬尘、施工噪声、生活污水、建筑垃圾、生活垃圾。

二、运行阶段的污染源项

本项目不产生放射性废水、放射性废气和放射性固体废物，运行阶段的污染源项主要是 X 射线、非放射性有害气体、危险废物。

1.X 射线

X 射线机开机后产生 X 射线，分为有用束、泄漏辐射和散射辐射，对周围环境及人员将产生辐射影响。X 射线随着探伤机的开、关而产生和消失。

2.非放射性有害气体

X 射线探伤机产生的 X 射线会使空气电离，空气电离产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_X)，在 NO_X 中以 NO_2 为主，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目中，臭氧和氮氧化物的产生量均较小，且属室外现场探伤，通风条件良好，且现场探伤时控制区内无人员停留，不会对职业人员和公众造成危害。

3.危险废物

洗片、拍片过程中产生的废胶片和废显（定）影液属危险废物，废物类别为“HW16 感光材料废物，900-019-16 其他行业产生的废显（定）影剂、胶片及废像纸”，本次评价要求建设单位按照《危险废物贮存污染控制标准》和《危险废物转移管理办法》等要求进行暂存及转移，并委托有相应危废处理资质的单位处置，执行危险废物转移联单制度并建立危险废物管理台账。

综上所述，本项目营运期环境影响评价因子为 X 射线、废胶片和废显（定）影液。

表 8 辐射安全与防护

8.1 X 射线现场探伤项目安全措施

8.1.1 X 射线探伤机设备库设计与安全设施

本项目位于威海市经济技术开发区崮山镇皂埠村厂区内，拟将厂区西南侧现有安全员休息室改造为 X 射线探伤机设备库、评片室、暗室；休息室原有内部尺寸东西向长 6m、南北向宽 4m，沿南北方向设置隔断，分隔为 3 个独立功能房间，每间东西向净宽 2m，南北向净长 4m，自东向西依次为：设备库→评片室→暗室；项目产生的危险废物依托厂区现有危废库暂存。

设备库为分隔后东侧第一个功能间，南墙设置出入口，日常锁闭管理，张贴电离辐射警告标志；设备库内东北角拟设置监控探头，建立出入登记台账，探伤机领用、归还均做好登记。

评片室紧邻设备库西侧，暗室设置于评片室西侧，暗室地面拟采取防渗处理。洗片产生的废显（定）影液收集至专用废液桶，及时转运至危废库，不在暗室内长期暂存。评片室、暗室出入口朝向东侧，可由设备库一侧进入。

厂区现有危废库尺寸：东西向长 23m、南北向宽 15m、高 8m，东北侧设置对开门，执行双人双锁管理，地面防渗设施完好。本项目投运后，危废库内配套废液收集桶、废胶片收集箱及防渗托盘，托盘有效容积满足废液泄漏收集要求；废显（定）影液、废胶片分类分区存放，落实辐射安全及环境风险管控措施。

8.1.2 公司厂区南造船平台工作布局与分区

本项目探伤区域为厂区南造船平台固定区域，根据下文计算分析，项目控制区和监督区均位于公司厂区内，情况详见表 8-1。

表 8-1 探伤区域及周边情况

项目	情况描述
探伤区域	位于公司厂区南造船平台固定区域，探伤区域西北－东南方向长约 80m，西南－东北方向宽约 20m，探伤时探伤机距地面最高距离约 10m。
探伤区域周边情况	探伤区域位于南造船平台中间位置，四周为公司厂区内道路。
工作人员处屏蔽措施	公司拟购置一块三联铅屏风，整体防护能力为 3mmPb，尺寸约长（400+800+400）mm×高 2000mm。每次探伤前，将铅屏风放置于非主射束照射区域。本次评价要求铅屏风放置位置应根据探伤工件（船体）情况，通过工件自身屏蔽并尽量远离探伤位置（放置位置应至少距探伤位置 10m 以上）。X 射线探伤机自带 25m 连接电缆，辐射工作人员在在控制台处按下延时曝光按钮后，立即退至铅屏风后。

分区管控	根据下文计算可知，有用射束方向 6mmPb 屏蔽、非有用射束方向 3mmPb 屏蔽条件下，有用射束方向控制区范围为 5.5m、监督区范围为 13.4m，非有用束方向控制区范围为 3.5m、监督区范围为 8.6m。
探伤工作时间	根据建设单位提供的资料，南造船平台探伤时间均在 20:00 至次日 6:00 之间，厂区实行 8 小时工作制，正常情况下无夜班人员，探伤前先公告，并进行清场。
X 射线探伤机照射方向	本项目涉及的 X 射线探伤机为定向型，探伤时主射束向下照射、向西南照射或向东北照射。

8.1.3 X 射线探伤现场安全措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）以及建设单位提供资料，企业拟采取的现场安全措施如下：

1.作业前准备措施

①对现场探伤周围环境进行全面评估，以保证安全操作。

②开展移动探伤工作时，现场配备 2 名专职辐射工作人员。

2.分区设置措施

①探伤作业时，对工作场所进行分区管理，划分为控制区和监督区，并在相应的边界设置警示标识。现场探伤工作在划定的控制区区域内进行。

②作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区。

③在控制区边界上合适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，探伤作业人员在控制区边界外操作。

④控制区边界尽可能利用现场实体屏蔽，包括现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒绳等。

⑤作业过程中，控制区内不同时进行其他工作。充分考虑辐射源和被检工件的距离、照射时间、现场屏蔽条件等，视情况采取局部屏蔽措施。

⑥配置 1 台便携式辐射环境巡检仪。每人配置 1 部个人剂量报警仪。根据 GBZ117-2022 中 7.2.6，便携式辐射环境巡检仪应定期开展检定工作。

⑦对控制区边界上代表点剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区边界。

⑧将控制区边界外、探伤作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，在监督区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。

⑨X 射线探伤机的控制器尽量设置在监督区内，利用 X 射线探伤机延时开机装置，尽可能降低操作人员受照剂量。

3.安全警示措施

①开展探伤作业前，提前发布探伤作业信息，通知所有相关人员，防止误照射。

②现场设置提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”和“照射”信号有明显区别，并与该场所其他报警信号有明显区别。夜晚探伤作业时，控制区边界设置警示灯。

③X 射线移动式探伤的警示信号灯与探伤机联锁。

④控制区所有边界都设置清晰可见或可听见的“预备”信号和“照射”信号。

⑤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标语等提示信息。

4.边界巡查与检测措施

①开始 X 射线移动式探伤前，辐射工作人员先清场，确保控制区内无任何其他人员，并防止有人进入控制区。

②确保控制区的范围清晰可见，工作期间设置良好的照明，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，则设置人员巡查。

③试运行期间，测量控制区边界剂量率以核实边界设置正确。必要时调整控制区范围和边界。

④开始 X 射线移动式探伤之前，检查便携式辐射环境巡检仪，确认能正常工作。移动探伤工作期间，便携式辐射环境巡检仪保持开机状态。

⑤X 射线移动式探伤期间，辐射工作人员除进行常规个人剂量监测外，另外佩戴个人剂量报警仪，便携式辐射环境巡检仪和个人剂量报警仪两者同时使用。

5.安全操作措施

①X 射线移动式探伤时，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。

②探伤作业前备齐下列物品，并使其处于正常状态：便携式辐射环境巡检仪、个人剂量计、个人剂量报警仪；控制器、发生器、连接电缆；警告提示和信号；铅防护服等。

③探伤工作完成后，操作人员使用便携式辐射环境巡检仪进行监测，确保 X 射线探伤机已停止曝光。

6.其他

①本项目探伤工地配备 2 名操作人员，1 名负责操作，1 名兼职或专职现场安全员，

负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射水平检测等安全工作，并承担探伤装置的领取、登记、归还等。

②工作前检查探伤机外观是否完好；电缆是否有断裂、扭曲及破损；安全联锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行；螺栓等连接件是否连接良好等。

公司拟采取的以上安全措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和生态环境管理部门的有关要求。

8.1.4 仪器设备的检查与维护

1.每次工作前均对探伤机外观、电缆、制冷设备、安全联锁、报警设备和警示灯、螺栓等连接件进行检查，确认正常、无故障。

2.每年至少对 X 射线探伤机维护一次，公司拟委托厂家或其他经过专业培训的工作人员进行；维护时，对 X 射线探伤机彻底检查，包括所有零部件的详细检测；当 X 射线探伤机故障或损坏需更换零部件时，所更换的零部件为合格产品；做好 X 射线探伤机及监测仪器的维护保养记录。

3.公司拟配备 1 台便携式辐射环境巡检仪，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，公司将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。

8.1.5 其他防护措施

1.根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第五款要求，企业配备的防护用品和监测仪器需满足探伤工作的要求。对从事与放射性和射线装置有关的职业人员要求随身佩戴个人剂量计，以监督个人剂量的变化情况，控制受照剂量，保证职业人员的健康水平。

本项目现场拟配备 2 名操作人员，公司拟为操作人员配备个人剂量计（每人 1 支，由个人剂量监测单位配发），并拟配备 1 台便携式辐射环境巡检仪、2 部个人剂量报警仪及铅衣、铅帽、铅眼镜、铅手套等。

2.公司拟定期为辐射工作人员进行健康查体和个人剂量监测，建立工作人员健康档案和个人剂量档案，每人一档，由专人负责保管和管理。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，个人剂量档案终生保存。

3.公司拟配备的防护用品和检测仪器见表 8-2。

表 8-2 公司拟配备的防护用品和检测仪器一览表

名称	型号/规格	数量
便携式辐射环境巡检仪	待定	1 台
个人剂量报警仪	待定	2 部
个人剂量计	/	2 支
警戒绳	常规	5000m
警戒灯（工作信号灯）	声光报警	10 个
电离辐射警告标志	/	10 个
“禁止进入射线工作区”警告牌	/	10 个
“无关人员禁止入内”警告牌	/	10 个
铅衣	0.5mmPb	2 件
铅眼镜	0.5mmPb	2 副
铅帽	0.5mmPb	2 个
铅手套	0.35mmPb	2 副
铅屏风	0.5mmPb	1 块
铅板	3mmPb	若干

根据公司提供资料，公司仅开展 1 组无损检测工作，因此，本项目拟购置的辐射检测设备及用品可满足本项目探伤工作要求。

8.2 三废的治理

本项目无放射性废水、放射性废气和放射性固体废物产生。

1.非放射性气体（臭氧和氮氧化物）

现场探伤作业过程中会产生臭氧、氮氧化物等有害气体，但产生量较小，作业区域位于厂区开阔造船平台，依靠自然通风即可快速扩散稀释，对周边环境及人员影响较小。

2.废胶片和废显（定）影液

评片、洗片工序产生的废显（定）影液、废胶片（包含显影不合格胶片、达到保管期限的胶片）属于危险废物，危废类别 HW16，代码 900-019-16。危废贮存、转运严格执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）、《危险废物转移管理办法》等相关规定，落实转移联单及台账登记管理。

本项目对厂区现有安全员休息室进行改造，用作探伤机设备库、评片室及暗室。

为规范危险废物管理，建设单位将落实如下管控措施：

①废液收集桶放置于防渗托盘内；危废库相邻墙体设置挡水坎。探伤胶片全部在场内完成洗片、评片；暗室内产生的废显（定）影液收集至耐腐蚀、无渗漏的专用容器内，仅

做临时收集，定期转运至危废库，不在暗室长期存放；

②废胶片、废显（定）影液分区分类存放，收集容器张贴符合规范的危险废物标签。胶片达到保存期限或者报废后及时转运至厂区危废库暂存；定期对危废收集容器、危废库防渗设施进行巡检维护；

③危废库执行双人双锁管理，建立完整的危险废物出入库台账；根据废显（定）影液、废胶片产生情况，按照《危险废物转移管理办法》开展转移工作，委托具备相应危废运输资质单位转运；项目投产前与持有相应资质的危废处置单位签订处置协议，本项目全部危险废物交由有资质单位处置，转移全过程执行危险废物转移联单制度；

④危废库配套吸附棉、耐酸碱防护用品等泄漏应急物资；人员通行通道与危废转运路线物理隔离。

综上所述，在严格落实上述危险废物管控措施的条件下，本项目产生的危险废物能够得到规范收集、贮存、转运和处置，对周边环境影响可控。

表 9 生态环境影响分析

9.1 施工期对生态环境的影响

项目施工内容主要为对现有安全员休息室进行改造，分隔出设备库、评片室、暗室，安装高清红外摄像头等安防设施，施工工序简单。施工期污染物主要为施工扬尘、施工噪声、生活污水、生活垃圾及建筑垃圾。

1.**噪声**

隔断施工、设备安装等作业会产生一定施工噪声，对周边环境造成短暂影响。施工期间严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2025），优先选用低噪声施工机具，合理安排施工时间，严禁夜间开展高噪声施工作业。

2.**扬尘**

施工改造过程产生少量扬尘，施工时对作业区域及周边道路及时清扫、洒水保湿，抑制扬尘扩散，降低扬尘影响。

3.**废水**

本项目施工工期短、工程量小，施工废水主要为施工人员生活污水。施工人员生活污水排入厂区化粪池收集，由环卫部门定期清运，不直接外排，对水环境影响较小。

4.**固体废物**

施工期固废包括施工人员产生的生活垃圾、设备材料废包装等。生活垃圾统一收集至厂区生活垃圾收集点，由环卫部门定期清运；纸箱、塑料包装袋等废包装材料随生活垃圾一并处置。落实上述管理措施后，固体废物对周边环境影响较小。

综上所述，本项目施工期环境影响范围有限、持续时间短，属于暂时性影响，待施工结束后，相关环境影响随之消失。

9.2 运行期对生态环境的影响

本次评价采用理论预测的方式预测本项目 X 射线探伤机有用射束和非有用射束方向控制区和监督区的边界。在实际移动探伤过程中，须使用辐射环境巡检仪采用由远及近方式巡测，划定监督区和控制区边界，其中将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的区域划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，同时须设置警戒绳、警示牌、警戒灯等，辐射工作人员须穿戴铅衣、铅眼镜等个人防护用品，并佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪。

经与建设单位核实，本项目在公司厂区内南造船平台开展探伤检测时，被探工件厚度

为10mm～15mm钢，根据ICRP第33号出版物，200kV条件下，10mm钢相当于0.8mmPb。本项目X射线探伤机在公司厂区内南造船平台开机探伤时，在散射方向放置3mm铅板屏蔽；主射束方向照射船体，根据X射线探伤机位置及主射束方向是否存在船体及其他工件的屏蔽，相应增加铅板防护（应总体不低于75mm钢或6mmPb），以减小控制区和监督区的范围。

1.估算公式

本项目仅涉及XXG-2005型定向X射线探伤机。根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）：

（1）有用线束在关注点处的剂量率可按以下公式进行估算：

$$\dot{H} = \frac{I \bullet H_0 \bullet B}{R^2} \qquad （式9-1）$$

式中：

I	X射线探伤装置在最高管电压下的常用最高管电流，单位为mA；
H_0	距辐射源点（靶点）1m处输出量，μSv·m^2/（mA·h），以mSv·m^2/（mA·min）为单位的值乘以6×10^4。根据GBZ/T250-2014表B.1，200kV的2mm铝过滤条件下X射线距辐射源点（靶点）1m处输出量为28.7mSv·m^2/（mA·min）。
B	屏蔽透射因子；
R	辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

（2）屏蔽透射因子采用以下公式计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \qquad （式9-2）$$

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，查GBZ/T250-2014表B.2，200kV条件下，$TVL_{铅}$=1.4mm，150kV条件下，$TVL_{铅}$=0.96mm。

（3）漏射辐射屏蔽采用以下公式计算关注点处的辐射剂量率：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \bullet B}{R^2} \qquad （式9-3）$$

式中：

B	屏蔽透射因子；
R	辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；
$\dot{H}_L$	距靶点1m处X射线管组装体的泄露辐射剂量率，单位为μSv/h，根据GBZ/T250-2014表1，150kV≤X射线管电压≤200kV，取2500μSv/h。

（4）关注点的散射辐射剂量率：

$$\dot{H} = \frac{I \bullet H_0 \bullet B}{R_S^{\ 2}} \bullet \frac{F \bullet \alpha}{R_0^{\ 2}} \qquad （式 9-4）$$

式中：

I	X 射线探伤装置在最高管电压下的最大常用管电流，单位为 mA；
H_0	同式 9-1；
B	屏蔽透射因子；
F	R_0处的辐射野面积，m^2；
α	散射因子，入射辐射被单位面积（$1m^2$）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；X 射线束中心轴和射束边界夹角为 22.5 度时，根据标准中 B.4.2，$R_0^2/F \bullet \alpha$ 因子的值约为 39.06。
R_0	辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；
R_S	散射体至关注点的距离，m。

2.辐射环境影响分析

（1）有用线束方向剂量率

根据式 9-1 计算主射束方向剂量率水平，则距探伤机不同距离处剂量率如下表所示：

表 9-1 6mmPb 屏蔽状态下有用线束方向剂量率　　单位：μSv/h

距离（m）	200kV、5mA 剂量率
5	17.84
5.5	**14.74**
7	9.10
10	4.46
13.4	**2.48**
15	1.98
20	1.11

由上表可知，6mmPb 屏蔽状态下有用束方向控制区和监督区边界如下表所示：

表 9-2 6mmPb 屏蔽条件下有用线束方向控制区和监督区边界

项　　目	控制区	监督区	备　　注
边界标准限值（μSv/h）	15	2.5	—
边界到探伤机距离（m）	$L_{控制}$=5.5	$L_{监督}$=13.4	6mmPb 屏蔽条件，主射束方向

由上表可知，对于 XXG-2005 型定向 X 射线探伤机，有用线束方向在 6mmPb 屏蔽条件下，距探伤机约 5.5m 处剂量率为 14.74μSv/h，约为 15μSv/h，为控制区边界；距探伤机 13.4m 处剂量率为 2.48μSv/h，约为 2.50μSv/h，为监督区边界。

（2）非有用线束方向剂量率

非主射束方向主要考虑漏射线和主射的散射线，根据式 9-3、式 9-4，计算 3mmPb 屏

蔽状态下非主射束方向距探伤机不同距离处的漏射线剂量率和散射线剂量率，如下表所示：

表 9-3 3mmPb 屏蔽状态下非有用线束方向剂量率 单位：μSv/h

距离（m）	3	**3.5**	5	**8.6**	10	12
漏射线剂量率贡献值	2.00	1.47	0.72	0.24	0.18	0.12
散射线剂量率贡献值	18.37	13.49	6.61	2.23	1.65	1.15
剂量率	20.37	**14.96**	7.33	**2.47**	1.83	1.27

由上表可知，对于 XXG-2005 型定向 X 射线探伤机，非有用线束 3mmPb 屏蔽状态条件下，距探伤机 3.5m 处剂量率为 14.91μSv/h，约为 15μSv/h，为控制区边界；距探伤机 8.6m 处剂量率为 2.49μSv/h，约为 2.5μSv/h，为监督区边界。

根据表 9-3 计算结果，3mmPb 屏蔽状态下非有用线束方向控制区和监督区边界划分如下：

表 9-4 3mmPb 屏蔽状态下非有用射束方向控制区和监督区边界

项　　目	控制区	监督区	备　　注
边界标准限值（μSv/h）	15	2.5	—
边界到探伤机距离（m）	$L_{1\,控制}$=3.5	$L_{1\,监督}$=8.6	3mmPb 屏蔽状态，非主射束方向

综上所述，在控制区边界和监督区边界剂量率控制目标分别为 15μSv/h 和 2.5μSv/h 的情况下，对于 XXG-2005 型定向 X 射线探伤机，有用线束方向控制区范围为 5.5m，监督区范围为 13.4m；非有用线束方向，控制区范围为 3.5m，监督区范围为 8.6m。

根据上述理论计算结果，控制区和监督区包络线图如图 9-1 所示。

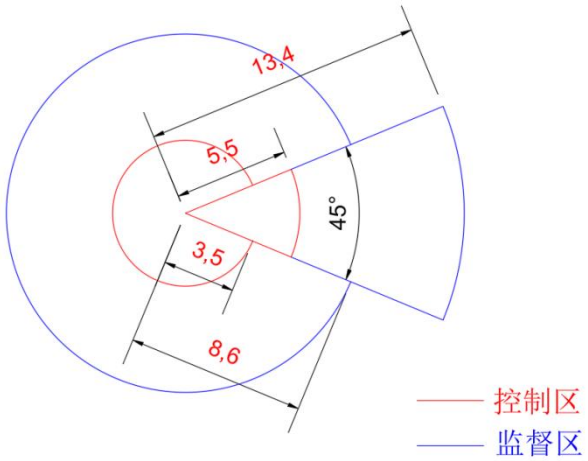


图 9-1 控制区与监督区包络线图（单位：m）

3. 公司厂区南造船平台分区管控

根据建设单位提供的资料，公司仅有 1 台 X 射线探伤机开展探伤工作。开展探伤工作时，X 射线探伤机主射束向西南、向东北或向下照射。综上所述，在控制区边界和监督区边界剂量率控制目标分别为 15μSv/h 和 2.5μSv/h 的条件下：

X 射线探伤机向西南或东北方向照射时，在有用射束方向 6mmPb 屏蔽、非有用射束方向 3mmPb 屏蔽条件下，有用射束方向控制区范围为 5.5m，监督区范围为 13.4m；非有用束方向控制区范围为 3.5m，监督区范围为 8.6m。X 射线探伤机向西南方向照射时分区管控见图 9-2，X 射线探伤机向东北方向照射时分区管控见图 9-3。

X 射线探伤机向下照射时，在非有用射束方向 3mmPb 屏蔽条件下，非有用束方向控制区范围为 3.5m，监督区范围为 8.6m。X 射线探伤机向下照射时分区管控见图 9-4。



图 9-2 X 射线探伤机向西南方向照射时分区管控



图 9-3 X 射线探伤机向东北方向照射时分区管控



图 9-4 X 射线探伤机向下照射时分区管控

4. 船舶通道中的剂量率

预测探伤作业时船舶通道（即待探伤船体甲板人行通道，是船体上作业人员通行的通道，同时包含船舶登船梯通道）的辐射剂量率。探伤作业时，船舶通道距离探伤机最近距

离约 5m，不受有用线束照射，受泄漏和散射线照射。该位置处于监督区范围内，根据公式 9-2～9-4 计算得非有用线束 5m 处的剂量率为 7.33μSv/h。

上述理论计算结果仅为本项目在厂区内南造船平台探伤作业时，为控制区和监督区的划分提供参考依据。实际探伤过程中，由于 X 射线探伤机管电压的降低、探伤机的摆放位置变化、被检测物体的厚度变化以及探伤区域四周工件的遮挡等因素，都会使探伤现场的辐射剂量水平发生变化，从而改变控制区和监督区的范围。因此，在实际探伤过程中，应根据上述理论估算和实际经验初步划定并标志出控制区和监督区边界，再借助环境辐射便携式 X-γ 剂量率仪进行检测或修正。根据积累的工作经验并辅以计算，尽可能缩短测试时间，减少不必要的照射。

实际工作中，监督区和控制区的划分主要采用以下方法：根据本环评提出的控制区和监督区范围，初步划定控制区和监督区范围。由于探伤作业环境条件限制，当短距离操作不能满足防护距离时，必须在对应方向上使用现场探伤的防护装置，如防护铅板，缩小其边界范围，以保证监督区和控制区的边界剂量率满足标准要求。在 X 射线探伤机处于照射状态下，用便携式辐射巡测仪从探伤位置四周由远及近巡测辐射剂量率，对控制区和监督区进行核定和调整，当剂量率达到 2.5μSv/h 时为监督区边界，达到 15μSv/h 时为控制区边界。探伤过程中，使用便携式辐射巡测仪进行监督监测。探伤时人员应尽量在监督区边界外进行作业。落实后，能够满足本项目探伤的辐射防护要求。

9.2.2 人员年有效剂量

1.年有效剂量估算公式

$$H = D_{\mathrm{r}} \times T \times \mathrm{t} \qquad (9\text{-}5)$$

式中：

H	年有效剂量，Sv/a
D_{r}	X 剂量当量率，Sv/h
T	年受照时间，h
t	居留因子

2.居留因子

表 9-5 不同场所与环境条件下的居留因子

场　所	居留因子 t	本项目
全居留	1	职业人员

部分居留	1/2～1/5	--
偶然居留	1/8～1/40	公众成员
注：表中数据取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）。		

3.年有效剂量估算

（1）职业人员年有效剂量

根据建设单位提供资料，本项目仅设置 1 组无损检测作业，每年最多拍片 5000 张，结合前文核算，本项目 X 射线探伤机年累计总曝光时间约 187h。项目配备 2 名操作人员开展现场移动探伤作业，2 名操作人员共同参与探伤工作。操作人员位于控制区以外，且避开有用射束；警戒人员作业位置距离探伤设备更远，正常情况下操作人员所受剂量率高于警戒人员。本项目 X 射线探伤机采用定时曝光、自动关机模式，操作人员仅在开机初期就位，曝光启动后可撤离至更远区域等候，待设备自动关机后返回操作点位开展后续工作。

操作位距离探伤机大于 10m，操作位设置 3mmPb 铅屏风进行屏蔽防护。依据公式 9-2～9-4 计算得到操作位处剂量率为 1.83μSv/h，居留因子取 1，则工作人员年有效剂量计算如下：

$$1.83\mu Sv/h\times 187h\times 1\div 1000\approx 0.34mSv/a$$

该年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员剂量限值 20mSv/a，也低于本报告提出的 5.0mSv/a 职业人员管理剂量约束值。

（2）公众成员年有效剂量

现场探伤过程中，公众成员主要是探伤作业周围 100m 范围内的人员，该范围覆盖威海东海船舶修造有限公司厂区及东南侧、西南侧海域，厂区内主要涉及南造船平台、横移平台、坞台、分段焊接场地、船装车间等区域。

建设单位拟在监督区边界张贴电离辐射警告标志和警告标语，同时设置专人进行警戒巡逻；探伤作业场地周围人员较少。本项目探伤机年曝光时间 187h，保守取监督区边界处剂量率 2.5μSv/h 作为公众所在位置的剂量率（实际 100m 处剂量率远低于该值，该取值偏保守）。现场探伤时先进行清场，且探伤时间在 20:00 至次日 6:00，监督区外公众停留较少，属偶然居留，居留因子取 1/8，则本项目所致公众成员年有效剂量为：

$$2.5\mu Sv/h\times 187h\times (1/8)\div 1000\approx 0.06mSv/a$$

上述公众剂量估算已涵盖船舶甲板通道、登船梯等监督区外人员可能经过的位置。

该年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定

公众成员的剂量限值 1mSv/a，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

9.2.3 危废对环境的影响

根据建设单位提供资料，结合本项目探伤负荷，项目每年合格存档胶片 5000 张，单张胶片平均质量约 10g，洗片另产生不超过 5%不合格废胶片，所有胶片均需冲洗。不合格废胶片年产生量约 2.5kg，洗片后直接作为危废处置；合格胶片存档 7 年后报废，稳定工况下每年到期报废废胶片约 50kg。按企业统计，每冲洗 1000 张胶片产生废显（定）影液 20kg，项目年冲洗胶片 5250 张，核算年产生废显（定）影液约 105kg。

本项目危废依托厂区西南侧现有危废库分区存放，库内预留专门区域贮存本项目废显（定）影液、废胶片。该危废库约于 2010 年建成，2020 年投入危废贮存使用，2011 年 8 月取得威海市环境保护局经济技术开发区分局环评批复（威环经发〔2011〕9 号），2021 年 1 月完成竣工环保验收，手续齐全。2025 年危废转运总量 39t：油泥（900-221-08）0.3t、废机油（900-217-08）0.5t、含油污水（900-007-09）2.1t、漆渣（900-252-12）7.055t、漆尘（900-252-12）12.17t、废活性炭（900-039-49）1.85t、废过滤棉（900-041-49）0.105t、废涂料桶（900-041-49）15.31t；废催化剂、含切削液金属屑无产生；废油抹布与油泥合并统计共 0.3t。危废库库容充足，剩余容量可满足本项目新增危废贮存要求。

建设单位按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）落实管控措施：危废分类分区存放，采用耐腐蚀、耐压密封容器盛装，不相容废物禁止混存；库体防风、防雨、防晒，地面硬化防渗、无裂隙；配套防火、防雷、照明、消防设施；按规范设置标识，标识满足 HJ1276-2022、GB15562.2-1995 及其修改单要求；建立危废出入库台账，转移执行《危险废物转移管理办法》及转移联单制度。

本次评价要求：废显（定）影液收集于防渗耐腐蚀密闭容器，在危废库内单独分区存放，台账记录危废名称、来源、数量、出入库时间、处置单位等信息，及时委托有资质单位处置。暗室配套防渗收集容器、地面防渗；废显（定）影液当日转运至危废库并做好转移登记。

9.2.4 非放射性有害气体对环境的影响

X 射线探伤机运行时产生的少量非放射性有害气体直接排入现场外环境，同时辐射工作人员可能到达的区域为控制区边界，公众成员可能到达的区域为监督区边界，距离探伤机有较远距离，对周围环境和人员影响较小。

9.2.5 运行分析与评价

由上述运行期间的分析可以看出，威海东海船舶修造有限公司X射线探伤机移动探伤应用项目正常运行期间：

使用X射线探伤机在公司厂区内南造船平台开展探伤检测时，在控制区边界剂量率为15μSv/h，监督区边界剂量率为2.5μSv/h。

有用射束方向6mmPb屏蔽、非有用射束方向3mmPb屏蔽条件下，有用射束方向控制区范围为5.5m、监督区范围为13.4m，非有用束方向控制区范围为3.5m、监督区范围为8.6m。

根据理论预测结果估算，本项目职业人员年有效剂量为0.34mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定职业人员的剂量限值20mSv/a，也低于本报告提出的5.0mSv/a的管理剂量约束值。

本项目公众成员年有效剂量约为0.06mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定公众成员的剂量限值1mSv/a，也低于本报告提出的0.1mSv/a的管理剂量约束值。

总之，在现有条件下，威海东海船舶修造有限公司X射线探伤机移动探伤应用项目在规范操作并合理划分控制区和监督区的条件下，辐射工作人员和公众成员接受的年有效剂量均不大于本报告提出的评价标准，满足国家有关要求。

9.3 事故（事件）影响分析

依据《生态环境影响评价技术导则 核技术利用》（HJ10.1-2026）要求，识别项目运行阶段可能导致人员受照的辐射事故或辐射事件，从中筛选最大可信事故开展辐射后果分析。本项目采用Ⅱ类X射线探伤机，不涉及放射性同位素，不存在放射性物质泄漏风险，潜在风险主要为人员意外受照。

9.3.1 辐射事故等级判定

依据《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》，辐射事故分为特别重大、重大、较大、一般辐射事故四级。本项目使用Ⅱ类X射线探伤机，无放射性同位素，无放射性物质泄漏风险；结合装置特性、作业模式及管控条件，项目可预见的辐射事故以人员意外照射为主，按事故分级标准，该类受照情景属于一般辐射事故范畴。

9.3.2 事故情景识别与最大可信事故分析

结合造船平台交叉作业多、现场人员复杂、存在夜间及恶劣天气作业等特点，识别本项目潜在辐射事件：

（1）探伤机延时开机、紧急停机功能故障，人员未全部撤离即曝光；

（2）操作人员无证、未培训、违规操作，未清场、未确认安全即开机；

（3）探伤设备被盗、丢失、被无关人员擅自启用；

（4）警戒管控不到位，外协、巡检、施工人员误入照射区域；

（5）夜间照明不足、警示标识失效，大风、降雨等恶劣天气造成警戒设施倒伏失效；

（6）探伤作业间隙，设备在造船平台现场临时放置，未按要求断电锁闭、无人看管，存在无关人员擅自操作开机的风险。

本项目最大可信事故：探伤作业前清场不彻底、警戒管控失效，曝光期间人员误入主射束方向，受到 X 射线意外照射。

该情景发生概率相对较高，其受照后果可包络其余事故情景，作为本项目代表性事故开展分析。X 射线仅在设备出束时产生，停机后射线即刻消失；该事故仅会造成人员急性意外照射，无放射性污染物释放，不会对生态环境造成持续性污染影响。

9.3.3 事故防范措施

（1）定期开展探伤机维护、检定，每次作业前检查延时、急停、声光报警、联锁功能，发现故障立即停用维修，严禁设备带病作业。

（2）制定专项安全操作规程，探伤人员持证上岗、定期开展辐射安全培训考核；落实双人作业、双人确认制度，禁止单人探伤、无证操作。

（3）设备库设置门锁、视频监控，建立出入库登记台账，领用、归还责任到人；设备在造船平台临时存放时必须断电锁机、专人看管，防范丢失、被盗、误启动。

（4）探伤作业前对作业区域全面清场，布设警戒绳、警示牌、警示灯，安排专人监护值守，封闭关键通道；夜间作业强化照明，大风、暴雨、大雾等恶劣天气停止探伤作业。

（5）探伤作业提前通报作业时段与范围，与吊装、动火等工序错时开展，对现场外协人员开展辐射安全告知，严禁无关人员进入警戒控制区。

（6）建立探伤作业、剂量监测、设备维保、培训、应急演练台账，实现全过程可追溯管理。

9.3.4 辐射事故应急处置措施

（1）一旦发生误照事故，第一时间切断探伤机电源、停止出束，封锁现场，禁止人员进入照射区域；

（2）立即启动单位辐射事故应急预案，上报辐射安全负责人，并按要求向生态环境

主管部门报告；

（3）将受照人员撤离至安全区域，安排医学检查与个人剂量跟踪；

（4）开展事故调查，查明事故原因、界定责任，落实整改，形成事故调查报告；

（5）现场辐射水平确认安全后方可解除警戒；设备故障由厂家或专业技术人员检修，禁止私自拆解维修；

（6）组织警示教育，修订完善操作规程，落实纠正预防措施，避免同类事故重复发生。

9.4 探伤机退役

当 X 射线探伤机不再使用，应实施退役程序。将 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或单位。

表 10 辐射安全技术能力

10.1 辐射安全与生态环境保护管理机构

10.1.1 管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》相关要求，威海东海船舶修造有限公司将落实辐射安全责任制，法定代表人为辐射安全第一责任人。公司将设立辐射安全与环境保护管理机构，统一负责本项目辐射安全及生态环境保护管理工作。

辐射安全与环境保护管理机构主要职责：

1.组织编制、修订本项目辐射安全管理制度、操作规程及辐射事故应急预案；

2.组织开展辐射安全隐患排查、辐射环境监测，监督各项制度、防护措施落实；

3.建立并规范管理辐射工作台账，包括探伤作业记录、设备检定维护记录、辐射环境监测档案、个人剂量监测档案、培训及应急演练档案等；

4.组织辐射工作人员开展辐射安全培训、考核；

5.负责辐射相关资料上报、配合生态环境主管部门检查；

6.发生辐射事件/事故时，按预案组织应急处置、上报。

10.1.2 职业工作人员

本项目拟配备辐射工作人员 3 名，包括 1 名辐射安全管理人员及 2 名操作人员，公司拟安排辐射工作人员参加核技术利用辐射安全防护考核，辐射工作人员持有相应考核合格成绩单后方可上岗。

10.2 辐射安全管理规章制度名录

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等要求，威海东海船舶修造有限公司将制定一系列的辐射管理制度，包括：《现场探伤安全防护操作规程》《X 射线探伤机安全操作规程》《X 射线探伤作业区划分制度》《辐射工作人员岗位职责》《射线装置使用登记与台账管理制度》《设备检修维护制度》《辐射防护和安全保卫制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员培训制度》《危险废物处置制度》等，将编制《辐射事故应急预案》，并根据拟制定的制度做好 X 射线探伤机的出入库登记记录、现场探伤记录及设备检修维护记录等。

公司辐射安全与环境保护管理机构及辐射管理人员负责制度宣贯、监督落实，严格按照制度开展探伤作业全过程管理，规范留存 X 射线探伤机出入库登记、现场探伤作业、设备检修维护、辐射监测、人员培训、应急演练等台账记录，定期核查制度执行情况，及时

整改存在问题，确保各项辐射安全管理要求有效落地。

10.3 辐射监测

10.3.1 辐射监测方案

威海东海船舶修造有限公司拟制定《辐射监测方案》，公司拟购置 1 台辐射环境巡检仪，拟为职业人员每人配备 1 支个人剂量计，根据监测方案对工作场所和周围环境进行监测，对工作人员个人剂量进行定期检测。拟制定的辐射监测方案主要内容如下：

1.工作场所及环境监测

（1）监测因子：X-γ辐射剂量率。

（2）探伤作业区域及射向：探伤作业位于南造船平台划定区域，探伤主射束仅可向东北、西南或向下照射，禁止在其他区域、其他射向开展移动探伤作业。

（3）监测区域及监测要求：探伤机出束状态下，使用辐射巡检仪由远及近巡测，以剂量率 2.5μSv/h 划定监督区边界，以 15μSv/h 划定控制区边界；作业过程中对控制区、监督区边界代表性点位、操作人员位置开展监测；停机后对操作人员位置开展复测，确认探伤机停止出束。

（4）监测频率

①自行监测：每次探伤作业均开展巡测，用于划定控制区、监督区；每次曝光结束后开展场所监测，确认设备停止出束。

②委托监测：每年委托具备资质的机构开展探伤装置防护性能监测；出现工作人员季度个人剂量可能超过 1.25mSv 等情形时，及时委托开展专项监测。

（5）监测人员与记录管理：自行监测由持证辐射工作人员实施，如实记录监测数据、监测人员，监测记录归档留存；年度委托监测报告存档，按要求配合年度评估并报送生态环境主管部门。

（6）评价限值：控制区边界剂量率控制限值 15μSv/h，监督区边界剂量率控制限值 2.5μSv/h。

2.个人剂量监测

（1）辐射工作人员开展探伤作业期间须规范佩戴个人剂量计。

（2）个人剂量计委托具备资质的单位检测，常规监测周期 90 天。

（3）建立个人剂量档案，实行一人一档，监测结果入档并由本人签字确认，档案专人管理、永久保存。

（4）个人剂量调查水平为 5mSv/a，当监测结果超出调查水平时，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）要求开展调查并落实整改措施。

（5）个人剂量监测、档案管理严格执行《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）相关规定。

10.3.2 辐射监测设备

公司拟配备 1 台辐射巡检仪、2 台个人剂量报警仪，并为每名辐射工作人员配备个人剂量计；所有监测仪器定期送计量检定机构检定，检定合格且在有效期内方可投入使用，建立仪器检定台账。

10.4 辐射事故（事件）应急

10.4.1 辐射事故（事件）应急预案

依据《中华人民共和国生态环境法典》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规，威海东海船舶修造有限公司将编制《辐射事故应急预案》，预案明确应急组织机构、处置流程、报告要求等内容，一旦发生辐射事件，能够迅速采取有效应急响应行动，保障工作人员、公众安全，降低辐射影响。预案主要内容如下：

1.辐射事故应急组织及职责

公司设立辐射事故（事件）应急领导小组，作为本项目辐射事故应急响应机构，统筹组织开展辐射事件应急处置工作。领导小组主要职责：

（1）发生人员超剂量照射事故时，启动本预案；

（2）辐射事故发生后，立即组织现场应急处置，按规定及时向生态环境、公安、卫生健康主管部门上报事故信息；

（3）负责研究确定应急处置方案并组织实施；

（4）人员受照时，结合个人剂量计等信息快速估算受照剂量；

（5）组织受照人员送医检查，有序组织现场人员撤离，保护事故现场，控制事态，防止事故扩大；

（6）定期组织辐射应急培训、应急演练。

2.辐射事故应急原则

（1）迅速报告原则；

（2）优先抢救受照人员原则；

（3）生命第一原则；

（4）科学施救，严控事故扩大原则；

（5）保护现场、留存证据原则。

3.辐射事故分级

按照辐射事故分级相关规定，辐射事故分为特别重大、重大、较大、一般辐射事故四级。本项目为Ⅱ类 X 射线探伤装置，无放射性同位素，识别的事故情景为人员意外受照，可预见事故属于一般辐射事故范畴。

4.辐射事故应急响应

（1）事故分类处置措施

①发生探伤误照射事故：第一时间切断探伤机电源、停止出束，启动应急预案，开展受照人员剂量评估，并安排医学检查；

②发生探伤机丢失、被盗事故：立即上报主管部门，配合公安部门开展查找、调查工作。

（2）辐射事故报告

发生辐射事故，第一时间落实管控措施，立即向生态环境、公安部门报告；若造成或可能造成人员超剂量照射，同步报送卫生健康部门，并按要求在 2h 内提交辐射事故初始报告表。

（3）应急响应启动

应急领导小组下达应急响应指令后，各相关人员按照预案分工赶赴现场，开展辐射监测、现场警戒、安全保卫等工作，采取措施控制辐射影响。

（4）应急响应终止

满足下列条件之一，可终止应急响应：

a.现场辐射水平降至管控限值以内；

b.事故危害已消除，无次生风险；

c.现场应急处置工作无继续开展必要。由应急领导小组按规定宣布应急终止。应急终止后，组织事故调查，编制事故总结报告，落实整改，及时修订应急预案。

5.辐射事故应急处理程序

（1）事故发现人第一时间切断探伤设备电源，通知现场人员撤离，并上报应急领导小组；

（2）领导小组组织人员，结合现场情况制定应急处置方案；

（3）所有处置工作在领导小组统一指挥下，由具备辐射防护经验的人员实施；

（4）处置完成后组织复盘，分析事故原因，落实预防措施，避免同类事故重复发生。

10.4.2 辐射事故应急管理

1.应急培训与演练

公司制定辐射应急培训计划，每年组织应急相关人员开展辐射应急培训；每年至少组织1次辐射事故应急演练。演练结束后开展评估，检验预案可行性，根据演练情况修订完善预案。

2.应急物资保障

配备辐射监测巡检仪、个人剂量报警仪、警戒绳、电离辐射警示标识等应急物资；建立物资台账，定期检查，损坏、缺失物资及时维修、补充。

表 11 结论与建议

11.1 结论

11.1.1 项目概况

威海东海船舶修造有限公司位于威海市经济技术开发区崮山镇皂埠村。为满足业务发展需要，建设单位拟自行开展船舶及相关工件射线检测工作，将厂区现有安全员休息室改造为 X 射线探伤机设备库、评片室及暗室；本项目产生的危险废物在厂区现有危废库内分区暂存。公司拟购置 1 台 XXG-2005 型定向 X 射线探伤机，在厂区南造船平台划定固定区域开展探伤作业，项目无实体屏蔽设施，探伤主射向仅允许向东北、西南或向下照射。本项目核技术利用类型为使用Ⅱ类射线装置，探伤机贮存状态下不产生辐射影响。

11.1.2 可行性分析结论

本项目符合“实践正当性”原则，不违背国家产业政策。

11.1.3 辐射安全与防护分析结论

公司拟将厂区西南侧现有安全员休息室改造为 X 射线探伤配套用房，分隔设置设备库、评片室、暗室。休息室原有内部尺寸东西向长 6m、南北向宽 4m，沿南北向设置隔断，分为 3 个独立功能房间，每个房间东西向净宽 2m、南北向净长 4m，依次布置设备库、评片室、暗室；本项目产生的危险废物依托厂区现有危废库暂存。

设备库为隔断后东侧第一个功能间，东西向净长 2m、南北向净宽 4m，房间南侧设置出口，日常锁闭、专人管理，门上张贴电离辐射警告标志；库内东北角设置监控探头，建立探伤机出入库登记台账，设备领用、归还均如实记录。评片室紧邻设备库西侧，东西向净 2m 宽、南北向净长 4m；暗室设置于评片室西侧，东西向净宽 2m、南北向净长 4m，暗室地面设置防渗措施。洗片产生的废显（定）影液收集至专用废液桶，及时转运至危废库，不在暗室内长期暂存。评片室、暗室出入口朝向东侧，可由设备库一侧进入。

厂区现有危废库执行双人双锁管理，地面防渗设施完好。项目投运后，危废库内配套废液收集桶、废胶片收集箱及防渗托盘，托盘有效容积满足废液泄漏收集要求；废显（定）影液、废胶片分类分区存放，落实环境风险管控措施。

现场探伤作业时，采用便携式辐射环境巡检仪巡测划定控制区与监督区，控制区边界辐射水平不大于 15μSv/h，监督区边界辐射水平不大于 2.5μSv/h；两区边界设置警戒绳、悬挂警示标牌，监督区边界安排专人警戒，操作人员站位避开主射束方向，防护设置满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求。

公司为辐射工作人员配备个人剂量计，配套 1 台便携式辐射环境巡检仪、2 台个人剂量报警仪，所有监测仪器定期检定校准。本项目辐射工作人员年剂量约束值 5.0mSv/a，公众成员年剂量约束值 0.1mSv/a，确保辐射剂量控制在约束值以内。

11.1.4 辐射安全管理结论

公司拟成立辐射安全与环境保护管理机构，拟签订辐射安全工作责任书，法人代表为辐射安全工作第一责任人，并制定各项辐射安全管理规章制度。在运行过程中必须将各项安全防护措施落实到位，在此条件下，可以确保工作人员、公众的安全，并有效应对可能的突发事故（事件）。

公司拟配备 3 名辐射工作人员，包括 1 名辐射安全管理人员及 2 名操作人员，辐射安全管理人员不进行现场探伤工作，操作人员专职从事 X 射线探伤机移动探伤工作。辐射安全管理人员需通过辐射安全管理辐射安全与防护考核之后，方可上岗；操作人员需通过 X 射线探伤辐射安全与防护考核之后，方可上岗。

本项目设施较为简单，环境风险因素单一，在落实环评中提出的各项风险防范措施的条件下，环境风险是可控的。

总之，在严格落实相关法律法规和本次评价所提出的安全防护措施后，本项目对周围环境产生的辐射影响以及对辐射工作人员和公众成员的影响均满足评价标准要求，因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

11.2 承诺和建议

11.2.1 承诺

1.按照生态环境影响评价文件及审批文件、生态环境主管部门提出的要求，落实各项环保措施和辐射环境管理措施，严格落实各项辐射安全管理规章制度。

2.按照环评要求配备所需防护用品和检测仪器。

3.建立健全辐射防护工作档案，对工作人员的辐射防护培训、个人剂量监测、健康查体和辐射防护检测等资料要分开保管并长期保存。

4.定期进行仪器及设备维护，建立仪器和设备维修维护档案、设备出入库登记台账。

5.项目运行后尽快与危废处置单位签订危废处置协议，定期委托有资质单位运走并进行规范处置。

6.按照环保要求，及时申领辐射安全许可证并组织竣工保护验收。

11.2.2 建议

1.加强对辐射工作人员的教育培训以及辐射安全防护复训，避免辐射事故（件）的发生。

2.对操作人员要求熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众成员和工作人员所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。

3.配备一定屏蔽厚度的便携式防护器材，如铅、钢板防护屏等，放置在探伤机主射束方向，若有公众成员误入监督区时，可及时采取有效的防护措施。

4.合理安排探伤作业时间，建议选择夜间或其他工作人员休息时间进行曝光照射。

5.对辐射工作人员参与移动探伤的时间和次数进行记录。

表 12 审　批

下一级环保部门意见   经办人　　公　章 年　月　日
审批意见   经办人　　公　章 年　月　日

附件一 委托书

建设项目生态环境影响评价工作委托书

山东丹波尔环境科技有限公司:

我单位拟开展威海东海船舶修造有限公司X射线探伤机移动探伤应用项目。根据《中华人民共和国生态环境法典》和《建设项目环境保护管理条例》等法律法规的有关规定，本项目必须执行生态环境影响报告审批制度，编制生态环境影响评价文件。为保证项目建设符合上述规定和要求，特委托贵单位承担本项目的生态环境影响评价工作。

请接受委托，并按规范尽快开展工作。

委托单位（公章）：威海东海船舶修造有限公司

日期：2025 年 9 月 23 日

附件二 承诺函

承　诺　函

我公司承诺：公司提供的《威海东海船舶修造有限公司 X 射线探伤机移动探伤应用项目》的相关材料均为真实、合法的。

公司委托山东丹波尔环境科技有限公司编制的《威海东海船舶修造有限公司 X 射线探伤机移动探伤应用项目生态环境影响报告表》，已对报告内容组织认真核对，确认报告中相关技术资料及支撑性文件均为我公司提供，并承担因提供资料的真实性、合法性引起的法律责任及后果。

我公司将严格按照生态环境影响报告中所列内容进行建设，如出现实际建设内容与报告及审批内容不一致的情况，公司愿承担全部责任。

特此承诺！

建设单位（公章）：威海东海船舶修造有限公司

年　　月　　日

附件三 不动产权证书

鲁（2024）威海市 不动产权第 0042981 号

权利人	威海东海船舶修造有限公司
共有情况	单独所有
坐落	崮山镇皂埠村东
不动产单元号	371002 015002 GB00020 W00000000
权利类型	国有建设用地使用权
权利性质	出让
用途	工业用地
面积	43205.00㎡
使用期限	2005年07月28日起2055年07月21日止
权利其他状况	

附件四 检测报告

221512052438

丹波尔环境科技

检 测 报 告

丹波尔辐检[2025]第 398 号

项目名称：X 射线探伤机移动探伤应用项目

委托单位：威海东海船舶修造有限公司

检测单位：山东丹波尔环境科技有限公司

检验检测专用章 3701027377413

报告日期：2025 年 12 月 31 日

说　　明

1. 报告无本单位检测业务专用章、骑缝章及CMA章无效。
2. 未经本【检测机构】书面批准，不得复制(全文复制除外)检测报告。
3. 自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目，结果仅对采样（或检测）所代表的时间和空间负责。
4. 对检测报告如有异议，请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出，逾期不予受理。

山东丹波尔环境科技有限公司
地址：山东省济南市市中区六里山街道英雄山路129号祥泰广场项目1号商务办公楼1303
邮编：250004
电话：0531-61364346
传真：0531-61364346

检 测 报 告

检测项目	γ辐射剂量率		
委托单位、联系人及联系方式	威海东海船舶修造有限公司		
检测类别	委托检测	检测地点	公司厂区南造船平台周围及保护目标处
委托日期	2025年9月23日	检测日期	2025年9月25日
检测依据	1.HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》 2.HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》		
检测设备	检测仪器名称：X、γ剂量率仪； 仪器型号：XH-3512E；　　内部编号：JC01-11-2020； 系统主机测量范围：0.01μGy/h～30mGy/h； 探测器测量范围：1nGy/h～100mGy/h； 系统主机能量范围：48Kev～1.5Mev； 探测器能量范围：20keV～7MeV； 检定单位：山东省计量科学研究院；检定证书编号：Y16-20251799； 检定有效期至：2026年07月06日；　　校准因子：1.28。		
环境条件	天气：晴　　温度：24.4℃　　相对湿度：53.5%RH		
解释与说明	威海东海船舶修造有限公司拟购置并使用X射线探伤机，用于移动（现场）无损检测及公司厂区南造船平台探伤检测，属使用II类射线装置。II类射线装置的使用会对周围环境产生影响，依据相关标准在公司厂区南造船平台及周围进行布点检测。 检测结果见第2页； 检测布点示意图及现场检测照片见附图。		

检 测 报 告

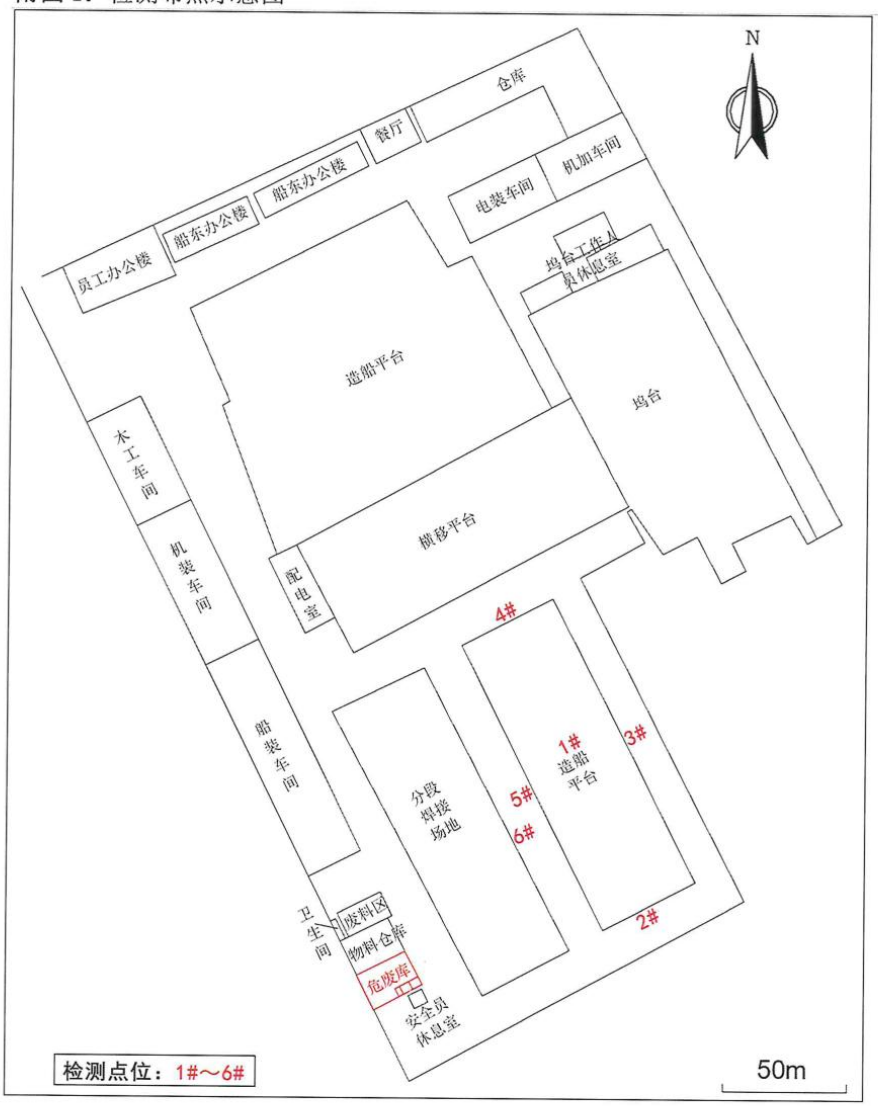
表1 公司厂区南造船平台周围及保护目标处γ辐射剂量率检测结果（nGy/h）

点 位	点位描述	剂量率	标准差
1#	公司厂区南造船平台中间位置	92.5	1.0
2#	公司厂区南造船平台南侧	68.8	1.2
3#	公司厂区南造船平台东侧	93.6	1.3
4#	公司厂区南造船平台北侧	73.9	0.8
5#	公司厂区南造船平台西侧	69.5	1.4
6#	分段焊接场地东侧外1m处	92.3	1.2
范 围		68.8～93.6（nGy/h）	

注：1.表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值10.1nGy/h；
2.宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取1，平房取0.9，多层建筑物取0.8；
3.检测时，各检测点位点位均位于室外。

检 测 报 告

附图 1：检测布点示意图



检 测 报 告

附图 2：现场检测照片



以 下 空 白

检测人员 [illegible] 核验人员 [illegible] 批 准 人 [illegible]

编制日期 2025.12.31 核验日期 2025.12.31 批准日期 2025.12.31