核技术利用建设项目

湖州智升船舶科技有限公司 X 射线现场探伤项目环境影响报告表

（报批稿）

湖州智升船舶科技有限公司

2020 年 6 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

湖州智升船舶科技有限公司 X 射线现场探伤项目环境影响报告表

（报批稿）

建设单位名称：湖州智升船舶科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：徐志华

通讯地址：湖州市湖州经济技术开发区杭长桥南路 298 号 2 幢 206 室

邮政编码：316000　　联系人：徐**

电子邮箱：/　　联系电话：186****6113

目　录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 4
表 3 非密封放射性物质 4
表 4 射线装置 5
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 6
表 6 评价依据 7
表 7 保护目标与评价标准 9
表 8 环境质量和辐射现状 14
表 9 项目工程分析与源项 15
表 10 辐射安全与防护 19
表 11 环境影响分析 24
表 12 辐射安全管理 30
表 13 结论与建议 34
表 14 审批 37

附图：

附图 1　企业地理位置图
附图 2　项目所在建筑周边环境示意图
附图 3　项目所在建筑周边环境照片
附图 4　项目贮存间照片
附图 5　项目贮存间平面布置示意图

附件：

附件 1　环评委托书
附件 2　企业营业执照
附件 3　租房合同
附件 4　承诺书
附件 5　专家咨询意见
附件 6　专家意见修改对照表

附表：

建设项目环评审批基础信息表

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="8">湖州智升船舶科技有限公司 X 射线现场探伤项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="8">湖州智升船舶科技有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td colspan="2">徐**</td><td>联系人</td><td>徐**</td><td>联系电话</td><td colspan="2">186****6113</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="8">湖州市湖州经济技术开发区杭长桥南路 298 号 2 幢 206 室</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="8">湖州市域范围内各修造船厂</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="4">/</td><td>批准文号</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>30</td><td colspan="2">项目环保投资（万元）</td><td>6</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>20%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="5">■新建□改建□扩建□其它</td><td>占地面积（m^2）</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="6">□Ⅰ类□Ⅱ类□Ⅲ类□Ⅳ类□Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□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="6">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□乙□丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="6">□Ⅱ类□Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">□Ⅱ类□Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>■使用</td><td colspan="6">■Ⅱ类□Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="7">/</td></tr>
</table>

1.1 项目概述

湖州智升船舶科技有限公司成立于 2019 年 12 月 27 日，地址位于湖州市湖州经济技术开发区杭长桥南路 298 号 2 幢 206 室。企业经营范围为：船舶科技领域内技术开发、技术咨询、技术转让、技术服务；船舶检验、检测服务；船舶设计、研发；船舶监理（凭资质证书经营）；船舶修造、保养；船舶及船用配套设备、消防设备、救生设备、通导设备、配件销售，船模制作、销售。因业务发展需要，企业拟开展无损探伤检测服务。

企业计划于 2020 年购买 2 台型号分别为 XXG-2505 和 XXQ-2005 的 X 射线探伤机用于无损检测，其中 XXG-2505 型 X 射线探伤机为常用设备，XXQ-2005 型 X 射线探伤机为备用设备，两台设备目前暂未购置。在指定区域利用 X 射线探伤装置对钢结构进行无损检测，以保证产品的质量和生产的安全。

经与建设单位核实，本次评价规模为：拟购买 2 台型号分别为 XXG-2505 和 XXQ-2005 的 X 射线探伤机，所有探伤活动仅限于现场探伤，作业范围为湖州市，工作地点为市内各修造船厂。公司内部不承担检修工作，所有探伤机检修均由设备生产厂家承担。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和生态环境部第 1 号令《关于修改<建设项目环境保护管理条例>部分内容的决定》（2018.4.28 起实施）等有关规定，本项目属于“五十、核与辐射：191、核技术利用建设项目”，本次评价内容为使用Ⅱ类射线装置，应编制辐射环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

为此，建设单位湖州智升船舶科技有限公司委托浙江问鼎环境工程有限公司对其进行环境影响评价（环评委托书见附件 1）。环评单位在接受委托后，收集了有关工程资料，对工程进行了现场踏勘，按照国家有关环境影响评价技术规范的要求，编制完成本项目的环境影响报告表。

1.2 评价目的

（1）评价项目在运行过程中对工作人员及公众成员所造成的辐射影响；

（2）评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为环境保护行政主管部门的管理提供依据；

（3）通过项目辐射环境影响评价，为建设单位保护环境和公众利益给予技术支持；

（4）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

（5）评价项目的可行性，从环境保护角度为主管部门和建设单位进行辐射环境管理提供科学依据。

1.3 项目地理位置

1.3.1 企业地理位置

企业租用房屋所有权人湖州红卫实业有限公司位于浙江省湖州杭长桥南路 298 号 2 幢 206 室用于 X 射线装置的贮存、洗片和日常办公，总租赁面积约 20m^2（租赁合同见附件 3）。项目所在建筑东侧为空地，隔空地为杭长桥南路；南侧为湖州红卫实业有限公司厂房；西侧为湖州红卫实业有限公司办公用房，以西为湖州物资汽车设备更新回收有限公司汽车修理厂；北侧为湖州红卫实业有限公司办公用房，以北为空地。其地理位置示意图见附图 1，周围环境示意图见附图 2。

公司拟使用的 X 射线机用于室外现场探伤，作业场所不固定，其射线装置在不使

用时存放于湖州红卫实业有限公司办公用房内，所在房屋为 3 层建筑，无地下室。探伤机贮存间内西侧为暗室和危废贮存间，中部为探伤装置贮存间，东侧为办公区，探伤机贮存间外东侧为空地；南、西、北三侧均紧邻湖州红卫实业有限公司办公用房。贮存间平面布置见附图 5。

1.3.2 现场探伤时作业场地位置

公司现场探伤无确定的作业地点，根据承接项目需要，在各大造修船厂进行现场探伤，具体操作地点的选择严格按照公司管理制度进行。每个工作组必须要有临时存放 X 射线探伤设备的场所，临时存放场所须满足“防盗、防火、防潮、防爆”要求，并须有专人管理。

1.3.3 选址合理性分析

本项目设备贮存间周边范围 50m 内主要为湖州红卫实业有限公司厂房及办公用房、湖州物资汽车设备更新回收有限公司汽车修理厂，无居民点和学校等环境敏感点。本项目为现场探伤项目，该场所仅作设备贮存仓库使用，设备贮存时为关闭状态，在做好辐射安全管理措施的基础上，本项的辐射影响符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对公众成员剂量限值的要求。因此，本项目的选址是合理可行的。

1.4 原有该技术和利用项目许可情况

本项目为新建项目，湖州智升船舶科技有限公司之前未开展过与辐射有关的工作，尚未取得浙江省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》，因此不存在原有核技术利用项目许可情况。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大操作量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	Ⅱ类	1 台	XXG-2505 型	250	5	无损检测	现场探伤	定向，拟购
2	X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXQ-2005 型	200	5	无损检测	现场探伤	定向，拟购
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（三）中子发生器，包括中子管、但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和 NOx	气态	/	/	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 25kg	/	项目危废暂存间集中存放	委托资质单位回收处置
废胶片	固态	/	/	40 张	/		

注：1. 常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/kg，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^2，年排放总量为 kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法（2014 年修订）》，2015 年 1 月 1 日； （2）《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》，2018 年 12 月 29 日； （3）《建设项目环境影响评价分类管理名录》，原国家环保部令第 44 号，2018 年 4 月 28 日； （4）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日； （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； （6）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日； （7）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2019 年修改）》，生态环境部令第 7 号，2019 年 8 月 22 日； （8）《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 5 月 1 日； （9）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环境保护部办公厅环办辐射函（2016）430 号，2016 年 3 月 7 日； （10）《国家危险废物名录（2016 年修订）》，环境保护部令第 39 号，2016 年 8 月 1 日； （11）《浙江省建设项目环境保护管理办法（2018 年修正）》，2018 年 3 月 1 日； （12）《浙江省辐射环境管理办法》，省政府令第 289 号，2012 年 2 月 1 日； （13）关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2015 年本）》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015 年本）》的通知，浙环发（2015）38 号，2015 年 10 月 23 日； （14）《射线装置分类》，国家环保部、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。

技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则——总纲》HJ2.1-2016； （2）《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； （3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，GB18871-2002； （4）《工业 X 射线探伤放射防护要求》，GBZ117-2015。
其他	（1）环评委托书，见附件 1； （2）企业营业执照，见附件 2； （4）租房合同，详见附件3。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，以及本项目的辐射污染特点，确定本项目评价范围如下：

（1）贮存时：探伤机贮存间实体屏蔽边界外 50m；

（2）现场探伤时，评价范围为各探伤机监督区范围，本项目现场探伤最大监督区范围为 252m。

7.2 保护目标

现场探伤作业时，对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标示。将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区，由专人看守；将控制区边界外、作业时间周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区，该区域允许与探伤活动有关的辐射工作人员在此活动，公众人员不得入内。

由于本项目为 X 射线的现场探伤，探伤地点不固定，因此 X 射线探伤机在工作条件下的环境目标是不定的。本环评以最不利因素考虑，将监督区外 50m 范围内的辐射工作人员、以及其他非辐射工作人员和公众成员均划为保护目标。辐射装置运行时，辐射工作人员和公众所受照剂量低于本报告提出的管理剂量约束值，以确保该装置运行时工作人员和公众的安全。

7.3 评价标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

4.3.3 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）。

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。

本项目取其四分之一即 5mSv 作为管理限值。

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。

本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为管理限值。

（2）《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

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7-2要求：

表7-2 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

3.1.3 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。

5 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

5.1.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

5.1.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按式（1）计算：

$$\dot{K} = \frac{100}{t}$$

式中:

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

t——每周实际开机时间，单位为小时（h）；

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

5.1.3 控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

5.1.4 现场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，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。

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

5.1.6 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。

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

5.1.8 探伤机控制台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。

5.2 X 射线现场探伤作业的准备

5.2.1 在实施现场探伤工作之前，运营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。

5.2.2 运营单位应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名工作人员。

5.2.3 应考虑现场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）。

5.2.4 现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划，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。委托方应给予探伤工人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。

5.3 X 射线现场探伤作业安全警告信息

5.3.1 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。

5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

5.3.3 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。

5.3.4 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

5.4 X 射线现场探伤作业安全操作要求

5.4.1 周向式探伤机用于现场探伤时，应将 X 射线管头组装体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。

5.4.2 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。

5.5 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测

5.5.1 开始现场探伤之前，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。

5.5.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，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。

5.5.3 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。必要时应调整控制区的范围和边界。

5.5.4 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

5.5.5 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

6.3 现场探伤的分区及检测要求

6.3.1 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

6.3.2 当 X 射线探伤装置、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。

6.3.3 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。

6.3.4 在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。

6.3.5 探伤机停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，以确保探伤机确已停止工作。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目场所位置

8.1.1 企业地理位置

湖州智升船舶科技有限公司 X 射线现场探伤项目建设地址位于浙江省湖州杭长桥南路 298 号 2 幢 206 室。企业地理位置见附图 1，周边环境示意图见附图 2。

8.1.2 项目位置及周边环境

湖州智升船舶科技有限公司使用 X 射线机用于室外现场探伤，作业场所不固定。根据检测项目工件的需要，在施工场进行 X 射线探伤操作，具体操作地点的选择严格按照公司的管理制度进行。X 射线探伤机在不使用时存放于湖州红卫实业有限公司贮存间内，采取双人双锁的管理制度，公司内部仅为贮存场所，不涉及探伤操作。探伤完毕后，胶片运回公司，进行洗片，洗片位于所在建筑项目贮藏场所暗室内，洗片过程中产生的废显（定）影液、废胶片分类收集存放在暗室内独立的危废暂存间，企业平面布置图见附图 4。

8.2 环境质量和辐射现状

本项目为使用 X 射线探伤机进行现场探伤，由于其涉及的待检测项目具体地点不固定。因此，本项目不再进行辐射环境现状监测。

根据湖州市生态环境局公布的《2018 年湖州市环境状况公报》显示，湖州市环境电离辐射处于天然本底涨落范围内，全市辐射环境质量总体良好。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 X 射线探伤设备情况

1、X 射线探伤机结构

X 射线探伤机是由 X 射线发生器、控制器、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。X 射线探伤机外型见图 9-1。

图 9-1 典型 X 射线探伤机外型及内部结构图

2、X 射线产生原理

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 射线管结构见图 9-2。

3、X 射线探伤原理

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 射线探伤机据此实现探伤目的。

4、X 射线现场探伤工作流程

（1）射线装置领取

本项目 X 射线探伤装置不工作时，存放于专用设备贮存间，双人双锁，由专人管理。移动探伤前，由辐射工作人员到贮存间领取探伤机主机，领用须填写《射线装置领用登记表》。探伤工作结束后，X 射线装置返回贮存间，填写《射线装置领用登记表》，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）射线装置运输

射线装置运输由专人押运，押运人员携带防护用品、应急方案，监测仪器等，全程监护 X 射线探伤装置。起运前、运输途中及到达目的地后，用监测仪器分别测量有无泄露超标情况，确定无泄露超标才准装卸、起运。

（3）X 射线现场探伤

公司 X 射线探伤工作流程简述如下：

1）公司接到工程探伤检测委托业务后，在探伤之前，选择需使用的 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）把探伤作业地点、时间以张贴公告的方式告知探伤场所附近公众。

2）对划出的控制区及监督区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，在并在边界拉上警戒绳，在控制区边界上悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”，监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止进入”警告牌，并设置灯光提示装置，必要时派专人警戒；在清理完现场，确认场内无其他人员后，工作人员离开控制区，在监督区边界附近进行警戒，在试运行（第一次曝光）期间，用便携式测量仪巡测控制区和监督区边界的剂量率以证实边界设置正确；必要时调整区域的范围和边界。

3）确定操作人员的临时屏蔽装置，在检测对象需要检测部位贴好胶片，将 X 射线机的照射头的射线口对准检测对象需要检测部位。

4）开机进行曝光，同时记录照射时间，到预定曝光时间后，探伤结束，清

理完现场后解除警戒、辐射工作人员离开现场。

5）从检测工件上取下已曝光的底片，待暗室冲洗处理后阅片，完成一次探伤任务。

X 射线现场探伤工作流程及产污环节见图 9-3。

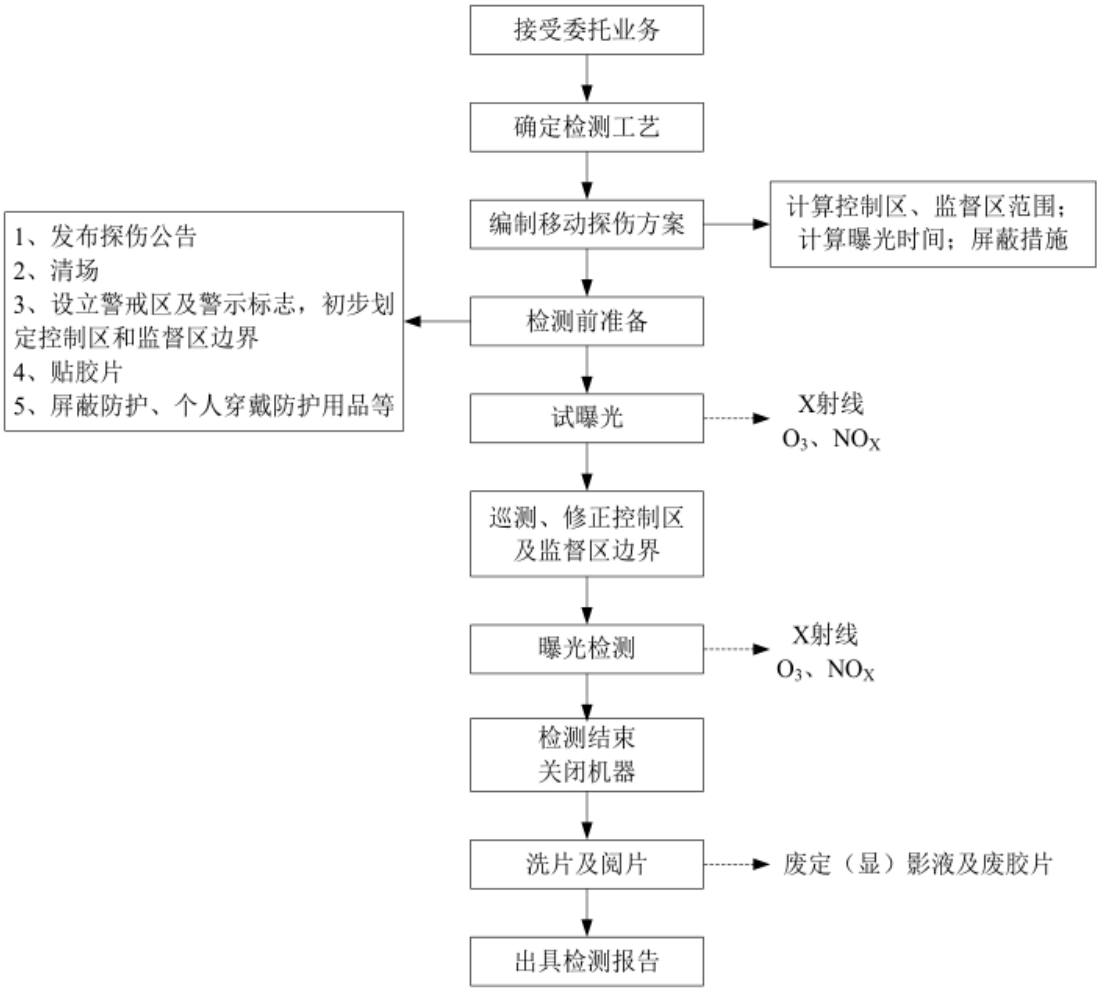

图 9-3 X 射线现场探伤检测及产污流程示意图

9.1.2 探伤工件情况

企业主要探伤对象为各修造船厂内船舶，X 射线现场探伤的工件厚度一般为 0～40mm。

9.1.3 运行工况与人员配置计划

现场探伤作业时，同一探伤地点内只使用 1 台探伤装置，即同一探伤地点不会出现 2 台探伤装置同时进行探伤作业的情况，探伤工作主要安排在晚上进行。

公司共配备 2 名放射工作人员，1 名负责射线机的操作，1 人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 2 台 X 射

线探伤装置在不工作时，存放于湖州红卫实业有限公司贮存间内，双人双锁，由专人管理。

9.2 污染源项分析

9.2.1 辐射污染源分析

由 X 射线探伤机的工作原理可知，当 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。X 射线随探伤机器的开、关而产生和消失。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。

9.2.2 非辐射污染源分析

（1）NO_x 及臭氧：探伤机工作时产生射线，会造成空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。其中臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

（2）废显（定）影液及废胶片：X 射线探伤过程中产生的废显（定）影液及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，项目每年拍片 800 张，按洗 800 张片用 4 加仑（约 25kg）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 25kg，每年产生废胶片约 40 张（废片率按 5%计算，正片提供于委托方备案），该部分危险废物定期委托资质单位处理。X 射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 现场探伤工作场所分区管理

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）、《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB 22448-2008）中关于辐射工作场所的分区规定，使用单位应做到：

（1）现场探伤作业时，对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标示。应将作业场所中周围剂量当量率大于 15μSv/h 的范围内划为控制区；应将控制区边界外、作业时间周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的范围划为监督区。

（2）控制区要求

①在控制区内不应同时进行其他工作。应采取措施如利用铅屏蔽，使移动式 X 射线仪器的工作控制区应限制在尽可能小且适度的范围内。

②控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。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。

③在设立控制区时，应按下列步骤：估计控制区的范围；确定控制区的边界；标明控制区。

④在指定场所进行第一次工作前应根据环评中对控制区设置范围的建议，在试片阶段使用便携式辐射剂量仪对现场进行测量，根据监测数据调整划分范围，使之设置更合理、准确。应用绳索或条带来隔离或由保安人员阻止非工作人员进入控制区。所有入口应用警戒牌标明，现场的监视人员应配备有射线监测仪器。

（3）监督区要求

应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

（4）当 X 射线探伤装置、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。工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。

（5）应确保在探伤操作期间，在划定的监督区范围内无公众，在控制区内

不应有任何人员。

（6）移动探伤作业场所难以划出安全防护区域的，探伤作业单位必须建造探伤室。

10.1.2 工作场所污染防治措施

（1）贮存射线装置的场所

①应当设置明显的放射性标志，其入口处设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。

②制定射线装置的领取、归还和登记制度，做好设备台账管理。

③射线装置贮存场所应采取双人双锁的管理制度，探伤机外出现场探伤时，也应对临时的贮存场所采取双人双锁的管理制度。

④公司 X 射线探伤机储存场所应设置电离辐射警告标志，并采取“防盗、防火、防潮、防爆”的安全措施。每个工作组设备临时储存场所同样须做到“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。

⑤公司 X 射线探伤机无探伤作业时存放于湖州红卫实业有限公司贮存间内，该处只存放设备用，不得进行设备检修活动。探伤机检修均由设备生产厂家承担，该公司人员不承担检修工作。

（2）X 射线探伤机运输和临时储存

①本项目 X 射线探伤机的运输工作由湖州智升船舶科技有限公司内部负责，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。

②无法当天返回贮存库时，X 射线探伤机由工作人员负责看管，并派人 24h 值班。

③X 射线探伤设备临时存放场所须满足“防盗、防火、防潮、防爆”要求。

④公司应制定 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。

（3）现场探伤场所

1）X 射线探伤机

①移动式 X 射线探伤机，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。

②探伤机控制台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。

③现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

④加强 X 射线探伤装置的检查和维护，每次工作前应进行日检，并定期检查；加强射线设备的维护负责，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，并应做好设备维护记录。

2）辐射工作人员

①运营单位应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备 2 名工作人员。

②现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人计量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

（4）现场检测

①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；

②在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。

③在工作状态下，探伤机注射线束应避免对准人群或人员常居的方向。

④探伤机停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，以确保探伤机确已停止工作。

⑤现场探伤 X 射线装置关机后，人员进入控制区，需携带便携式计量率监测仪，并事先核查该仪器的正常使用情况。

⑥企业探伤业务开展范围主要为湖州市，作业地点为市内各大修造船厂，不跨区作业。

（5）评估与巡查监测

①在实施现场探伤工作之前，运营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；应考虑现场探伤对工作场所内其它的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。

②作业区域清场，设置警戒线、警示标志等，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，控制区的范围清晰可见，确保没有人员进入控制区，并安排人员进行巡查。

③加强 X 射线现场探伤作业的边界巡查与监测。

（6）现场探伤作业安全警告

①作业现场应有提示“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。

②在控制区的所有边界都应清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

（7）辐射防护措施配备

为保证现场探伤工作安全持续开展，根据《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》的相关要求，由于不存在同一地点同时使用 2 台或者多台探伤机情况，因此公司需要为辐射工作人员配备相应的监测仪器和个人防护用品。

该公司需为辐射工作人员拟配置如下辐射防护用品和监测仪器，清单见表 10-1。

表 10-1 公司拟配置的辐射防护设施一览表

类别	序号	名称	数量
辐射防护设备	1	个人剂量计	2 个
辐射安全及应急设施、设备	1	个人剂量报警仪	2 台
	2	辐射剂量监测仪器	1 台
	3	安全警示标识	3 个
	4	警戒绳	1000m
	5	警戒带	2 卷
	6	工作警示灯	2 只
	7	报警装置	2 套
	8	室内红外监控录像装置	1 套
	9	对讲机	2 部

（8）危废暂存

①产生的废显（定）影液、废胶片需设置独立的危废暂存场所，上锁并由专人负责，做到防盗；危废暂存间地面进行硬化，四周设置围堰，做到防腐防渗。

②贮存场所应设置警示标示，配备称重设备，危废的容器和包装物必须粘贴危废识别标志。

③建立危险废物管理台账，定期委托有资质的单位处置，严格执行转移联单

制度。

10.2 三废的治理

本项目没有放射性三废产生。

探伤机在工作时产生的 X 射线会致使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，其中臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响很小，不需要其他治理措施。

X 射线探伤过程中产生的废显（定）影液及废胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物（HW16（900-019-16）），废显（定）影液年产生量约 25kg，废胶片约 40 张。项目运行后，该部分危险废物，企业将按规范收集、贮存、处理，建立贮存台账，该部分固废定期委托资质单位回收处理，同时做好危险废物台账，并做好危险废物转移联单记录，危废暂存间设置在企业暗室内的独立房间，采取防腐、防渗措施，设立危险废物贮存标志。

10.3 环保投资

项目环保投资估算详见下表：

表 10-2 项目环保投资估算一览表

项目	内容	费用（万元）
固废防治	固废治理（配建危险废物收集装置）严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的规定对本项目危废贮存设施进行选址、设计、运行、维护与关闭；危废处置	2
贮存场所污染防治	双人双锁的管理；设置电离辐射警告标志，并采取“防盗、防火、防潮、防爆”	0.5
现场探伤污染防治	人员防护设备、监测设备、报警仪等	3.5
环保投资总计合计		6
环保投资占总投资比例		20%

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

由于X射线探伤机只有在无损检测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。在建设过程中不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废物产生。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目拟配置XXG-2505和XXQ-2005各一台。管电压和管电流分别为250kV、5mA和200kV、5mA。

现场探伤时每次仅允许在1个划定的现场区域内开启一台探伤机进行探伤，以避免交叉照射，由辐射工作人员巡查控制区及监督区内的人员滞留情况，待清场后进行探伤。鉴于现场的工作场所各不相同可类比性较差，因此本次评价采用理论计算的方法预测本项目探伤机作业时对周围环境的影响。

11.2.1 控制区和监督区划定

1、现场控制区和监督区的理论划分

在实际探伤过程中，射线能量根据被检工件的厚度进行调节，有用射束被工件所屏蔽，射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。在此基础上，建设单位须严格《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015），利用辐射剂量率仪将作业场所中周围剂量当量率大于15μSv/h的范围内划为控制区，严禁任何人进入该区域；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，严禁公众人员进入该区域。

（1）有用线束

根据《辐射防护导论》（方杰主编，P36，式3.1），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：

$$K_{a1} = I\delta_x \left(r_0/r\right)^2$$

$$K_{a2} = K_{a1}/2^{(d_1/d_2)}$$

式中：

K_{a1}——未经工件屏蔽前的空气比释动能率，mGy·min^{-1}；

K_{a2}——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^{-4}mSv·min^{-1}，对于监督区边界取2.5μSv/h，即4.2×10^{-5}mSv·min^{-1}；

I——X射线机管电流，mA，本项目不同型号的探伤机最大管电流均为5mA；

δ_x——X射线探伤机的发射率常数，mGy·m^2·mA^{-1}·min^{-1}，根据《辐射防护导论》（方杰主编，P343，附图4），本项目不同管电压探伤机发射率常数（mGy·m^2·mA^{-1}·min^{-1}）分别为：δx（200kV）=1，δx（250kV）=6。

r_0——X射线管钨靶离焦点的距离，本项目取1m；

r——参考点到X射线机靶的距离，m；

d_1——被检工件厚度，mm；由建设单位提供的资料可知：本项目200kV、250kV管电压探伤常用工件厚度分别为20mm和30mm，材质均为钢。根据《辐射防护手册》（第三分册）（李德平、潘自强主编，P63，表3.4），20mm钢折算为1.5mm铅当量、30mm钢折算为3.0mm铅当量。

d_2——半值层厚度，mm；根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录B表B.2，X射线束在铅中的半值层厚度见表11-1。

表11-1 X射线束在铅中的半值层厚度

X射线管电压（kV）	200	250
铅的半值层厚度HVL（mm）	0.42	0.86

（2）漏射线（除主射方向以外）控制区和监督区的划定

根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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＞200kV时，X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率＜5mGy/h；当X射线机管电压处于150kV~200kV时，X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率＜2.5mGy/h。

一般情况下出厂合格的X射线探伤机都将满足该要求。根据下列公式可以估算出探伤过程中泄漏射线的辐射影响范围。

$$K_1 = K_0 {R_0}^2 / {R_1}^2$$

式中：K_1——距探伤机表面R处的空气比释动能率，mGy/h，对于控制区边界取15μSv/h，对于监督区边界取2.5μSv/h；

K_0——距离探伤机表面1m处的空气比释动能率，mGy/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。

（3）理论估算结果

该公司移动探伤是根据待检测的工件材料及厚度选用相应的探伤机，且每次探伤作业仅限单台探伤机开机操作。假设探伤作业时，设备满功率运行，将相关参数带入上述公式，可估算出不同管电压条件下探伤机探伤时控制区和监督区的边界范围，见表11-2。

表11-2 X射线现场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）
XXG-2505	有用线束	103	252
	泄露辐射	18	45
XXQ-2005	有用线束	41	100
	泄露辐射	13	32

因此，本项目X射线探伤机满功率开机条件下现场探伤，因探伤工件厚度的差异，有用线束方向为250kV的X射线探伤机辐射影响范围最广，控制区范围最大约103m，监督区最大约252m；非有用线束方向控制区和监督区范围相近，控制区范围最大约18m，监督区范围最大约45m。

11.2.2 辐射工作人员和公众年有效剂量估算

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000 年报告附录 A，X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$P_{年} = H \bullet U \bullet T \bullet t \bullet 10^{-3}$$

式中：

$P_{年}$——年有效剂量，mSv/a；

H——关注点的剂量率，μSv/h；

U——使用因子，U=1；

T——居留因子；

t——年工作时间，h/a。

（1）辐射工作人员

X 射线野外（室外）探伤需根据现场情况对探伤检测现场划分控制区和监督区，控制区边界空气比释动能率应不大于 15μGy/h，监督区边界空气比释动能率应不大于 2.5μGy/h。探伤工作人员应在控制区外操作，现场与探伤无关的其他人员（公众）不得进入监督区。公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，每次操作

由 2 名工作人员共同承担，1 名负责射线机的操作，1 人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。该公司预计年拍片量为 800 张，单次探伤曝光时间最长为 5min；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。则每年每位辐射工作人员开展 X 射线最大探伤时间约为 33.3h，且在上述偏保守的条件下，取居留因子 T=1。

（2）公众人员

根据操作规范，在每次现场探伤作业前，该公司都须将探伤计划（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。

本环评公众人员照射时间及居留因子选取以最不利因素考虑，即同职业人员（年照射时间为33.3h，居留因子取1）。

根据公式得到本项目对保护目标人员的辐射环境影响见表 11-3。

表 11-3 保护目标人员年有效剂量预测值

照射类型	剂量率（μSv/h）	年照射时间（h）	居留因子	最大年剂量（mSv/a）
辐射工作人员	15	33.3	1	0.5
公众人员	2.5	33.3	1	0.083

综上所述：本项目公众成员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标中对公众成员（0.25mSv/a）和辐射工作人员（5mSv/a）的剂量约束值的要求。

11.2.3 其他废物排放对环境影响分析

X 射线探伤产生的臭氧等很少，且在室外作业不会发生累计，对工作人员以及周围的公众造成影响几乎可忽略不计。故不进行具体评价。

氮氧化物中，以 NO_2 为主，其产额约为 O_3 的一半，工作场所中 NO_2 的限值是 O_3 的 10 倍，因而氮氧化物对环境和人员的影响也可以忽略。

X 射线探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16（900-019-16），并无放射性，该部分危险废物定期委托资质单位回收处置，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。X 射线探伤机运行时无其它固体废弃物产生。

11.3 事故影响分析

11.3.1事故工况

公司拟使用的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）在进行现场探伤时，现场探伤工作人员误入控制区或周围公众成员误入监督区和控制区，给上述工作人员及公众成员造成误照射；

（2）工作人员或公众还未全部撤离控制区，工作人员启动设备，造成有关人员被误照；

（3）现场探伤时在未照射完毕的情况下，现场探伤工作人员误入控制区给工作人员造成误照射；

（4）在警示灯、警戒线和警示标识未发生作用的情况下，人员误入正在运行的射线装置工作场所；

（5）探伤工作结束后，探伤机未存放到指定的地方，随意存放，导致非辐射工作人员误通电，产生X射线污染，对公众造成不必要的照射，同时加大了探伤机遗忘或被盗的可能性。

11.3.2 事故后果

根据国家环境保护总局文件“环发[2006]145号”，X射线探伤机属于Ⅱ类射线装置，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

特别重大辐射事故，是指射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。

重大辐射事故，射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故，是指射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故，是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

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和公安部门报告，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。

11.3.3 风险防范措施

（1）配备警戒绳、警示灯，在监督区四周可设置醒目的警示指示和提醒。

（2）为辐射工作人员配备个人剂量计并每季度送检1次，每年对辐射工作人员体检1次。

（3）建立完善的《X射线现场探伤操作规程》等制度，规定必须进行清场的工作程序，同时还规定进行巡逻的工作程序。

（4）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。

（5）制定应急预案并加强应急演练，防止环境风险的发生，本次评价建议建设单位在各项目点地设置辐射安全管理机构，并明确各人员的职责和任务，可及时启动应急预案。

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

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

按照《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》等要求，湖州智升船舶科技有限公司应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，监督各项制度的落实，并制定落实环境监测计划和事故应急预案。

公司须制定《放射防护安全管理机构及职责》。内容包括：

（1）确定本单位辐射工作安全责任人，设置以行政主管领导为组长的辐射防护领导机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。

（2）辐射防护领导机构应规定各成员的职责，做到分工明确、职责分明。

（3）辐射防护领导机构应加强监督管理，切实保证公司各项规章制度的实施。

12.2 辐射安全管理规章制度

湖州智升船舶科技有限公司应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定制定一系列的辐射安全管理制度，内容包括：

1、制定《辐射安全防护管理机构及职责》

（1）公司须按法律法规要求，尽快向有权限的生态环境部门申请办理《辐射安全许可证》，领取许可证且办理登记手续后方可从事许可范围内的放射工作，需改变许可登记内容或终止放射工作时，必须按规范向审批部门办理变更或注销手续；

（2）公司在从事辐射操作前，须制订《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》、《辐射工作安全责任书》等规章制度；同时公司须组织辐射工作人员进行辐射安全防护知识的培训，并进行个人剂量监测和职业健康检查。

2、制定《X 射线探伤机安全操作规程》

（1）凡涉及对射线装置进行的操作，都有应有明确的操作规程（包括开机检查、门机连锁检查等一系列工作），操作人员必须按操作规程进行操作。

（2）操作人员必须熟悉探伤机的性能和使用方法，并做好相应的个人防护，操作规程应张贴在操作人员可看到的显眼位置，防止误操作。

3、制定《辐射工作人员岗位职责》

公司分别制定评片人员、检测拍片操作人员和暗室处理人员职责。

4、制定《辐射防护和安全保卫制度》

（1）射线装置的使用场所，应有开机工作警示灯，电离辐射警示标志及中文警示说明等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

（2）建立射线装置的档案和台账，贮存、使用射线装置时及时进行登记、检查，做到帐物相符。

（3）废液回收协议，该公司将废显（定）影液统一存放，并与有资质的单位签订回收协议。

5、制定《设备检修和维护制度》

对可能引起操作失灵的关键零配件及时进行更换。设备检修时禁止开启探伤机，待检修完毕，开启探伤机试探伤，确认检修完成。大修后主要性能未达到仪器基本参数时不准重新投入使用。并且每年将射线装置送交有资质的单位进行检定，检定合格后方可继续使用。

6、制定《自行检查和年度评估制度》

（1）定期对安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。如每天进行工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每年进行身体健康档案归档及检查等。

（2）公司应当编写探伤机使用的安全和防护状况年度评估报告，于每年年底前上报当地生态环境主管部门，接受行政机关的监督检查。

上述制度须符合国家法律法规的要求且企业应根据实际工作情况不断补充完善各种辐射环境管理规章制度，相关辐射安全管理规章制度应张贴于工作现场。

12.3 健康管理与安全培训

（1）公司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后方可上岗作业。

（2）公司应为每位现场探伤辐射工作人员配备个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪，个人剂量计每3个月应送有资质单位检测一次，建立个人剂量档案，并加强档案管理。

（3）公司应组织辐射工作人员进行上岗前的职业健康检查，放射工作人员在岗期间职业健康检查的周期不得超过2年。辐射工作人员离开工作岗位的也应进行职业健康检查。企业应在工作人员年满75岁之前，为他们保存职业照射记录。在工作人员停止辐射工作后，其照射记录至少要保存30年。

12.4 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，公司需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。定期委托有资质的单位进行辐射工作场所监测。

12.4.1 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 X 射线探伤放射防护要求》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。企业应为辐射工作人员配备个人剂量计、直读剂量计个人剂量报警仪，同时企业应配有便携巡测仪等防护用品。且各类仪器均需定期送至有资质单位进行检验、校对，确保可以正常使用。

12.4.2 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；同时，应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计，并进行个人剂量监测（1 季度 1 次）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，并为工作人员保存职业照射记录。

12.4.3 探伤工作现场辐射监测

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）常规监测：日常使用过程中对控制区、监督区边界及使用场所周边关注点进行监测。如发现划定的区域未能满足相关标准的要求，及时对划定的分区进行调整，并将每次巡测结果记录存档备案。

（2）每年委托有资质的单位对放射性同位素与射线装置的安全和防护状况

进行年度评估并提交发证机关。

表 12-1 辐射监测计划

监测对象	监测项目	监测点位	监测频率
现场探伤	X-γ 辐射剂量率	由远及近测量，划分控制区、监督区	现场探伤工作时

12.5 辐射事故应急

湖州智升船舶科技有限公司应针对 X 射线探伤机可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容应包括：

（1）应急机构和职责分工；

（2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

（3）应急演习计划及应急程序、联系人员及联系电话等；

（4）辐射事故分级与应急响应措施；

（5）辐射事故调查、报告和处理程序；

（6）定期应急演习。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故的应急预案，采取应急措施，并在事故发生 2 小时内向当地县（市、区）或者设区的市生态环境部门、公安部门报送辐射事故初始报告；造成或者可能造成人员辐射伤害的，还应同时向当地向卫生部门报告。

因此，公司应按相关法律法规规定，完善并加强管理，使射线装置始终处于受控状态。

12.6 其他

本项目环评报批后，公司需及时向相关部门申领许可证。公司须在取得辐射安全许可证后，才能进行 X 射线现场探伤作业，并在投入试运行 3 个月内自主开展建设项目竣工环境保护验收。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 实践的正当性

X射线探伤机能实现对工件的无损检测，以保证产品的质量和生产的安全。该射线装置运行时所致辐射工作人员和周围公众的剂量辐射符合《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。因此，只要按规范操作，湖州智升船舶科技有限公司使用移动X射线探伤系统符合“实践的正当性”原则。该公司使用移动X射线探伤系统目的也是正当可行的。

13.1.2 选址合理性

湖州智升船舶科技有限公司贮存射线装置的场所，是独立的一个专用贮存室，贮存场所设置警示标示，并采取“防盗、防火、防潮、防爆”的安全措施。

本项目设备贮存间周边范围50m内主要为湖州红卫实业有限公司厂房及办公用房、湖州物资汽车设备更新回收有限公司汽车修理厂，无居民点和学校等环境敏感点。本项目为现场探伤项目，该场所仅作设备贮存仓库使用，设备贮存时为关闭状态，在做好辐射安全管理措施的基础上，本项的辐射影响符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对公众成员剂量限值的要求。因此，本项目的选址是合理可行的。

13.1.3 现场探伤布局合理性

本项目现场探伤作业地点不确定，只要严格按照探伤操作规程，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外空气比释动能率低于15μSv/h，监督区边界空气比释动能率低于2.5μSv/h的要求执行，探伤期间通过辐射剂量巡测，则其操作是可行的。

13.1.4 辐射防护安全措施

公司应制定有X射线现场探伤操作规程及移动探伤流程，探伤过程中应严格执行相应的规章制度，坚持先示警再开机的操作程序，以防发生误照射事故。

X射线探伤工作尽可能地安排在傍晚或夜间工人完全离场的情况下进行，根据现场条件来划定防护距离，运用距离、时间及屏蔽物等防护原则进行防护。

在探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。必须安排专人巡查控制区和监督区边界。因此，每个移动探伤现场除操作人员外，

还至少有1名安全巡查人员，并落实在操作规程里。

企业应为辐射工作人员配备个人剂量计、个人剂量报警仪等防护用品，具体内容详见表 10-1。

13.1.5 辐射环境影响结论

根据计算结果，本项目X射线辐射工作人员和周围公众成员年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年剂量约束值不超过5mSv，公众年剂量约束值不超过0.25mSv）。

13.1.6 辐射环境管理制度

公司需成立辐射防护安全管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。还须制定《辐射安全防护管理机构及职责》、《X射线探伤机安全操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》等辐射安全管理制度。

上述制度须符合国家法律法规的要求且企业应根据实际生产情况不断补充完善各种辐射环境管理规章制度，相关辐射安全管理规章制度应张贴于工作现场。

13.1.7 安全培训及健康管理

（1）公司应组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，经培训合格取得上岗证后方可上岗。

（2）公司辐射工作人员均须配备个人剂量计，个人剂量计每3个月送有资质单位检测一次，建立个人剂量档案，并加强档案管理。

（3）公司应组织辐射工作人员进行上岗前的职业健康检查，放射工作人员在岗期间职业健康检查的周期为1~2年，但不得超过2年，必要时，可适当增加检查次数。辐射工作人员离开工作岗位的也应进行职业健康检查。企业应在工作人员年满75岁之前，为他们保存职业照射记录。在工作人员停止辐射工作后，其照射记录至少要保存30年。

13.1.8 环保可行性结论

湖州智升船舶科技有限公司X射线现场探伤项目，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，其X射线探伤机现场作业时对周围环境产

生的影响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 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）环评报批后并建成，公司需及时向生态环境主管部门申领辐射安全许可证。

（3）建设项目竣工后，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）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。

13.2.2 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）建立并落实操作规程、各项管理制度以及辐射事故应急预案，定期演练。

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