

核技术利用建设项目

舟山黑文船舶服务有限公司

X 射线移动探伤项目

环境影响报告表

(公示稿)

舟山黑文船舶服务有限公司

2024 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

舟山黑文船舶服务有限公司

X 射线移动探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：舟山黑文船舶服务有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：刘进

通讯地址：浙江省舟山市定海区长峙岛海大北路 8 号风华园 15 幢 306 室

邮政编码：316000

联系人：刘进

电子邮箱： /

联系电话：13567697501

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	6
表 3 非密封放射性物质.....	6
表 4 射线装置.....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	8
表 6 评价依据.....	9
表 7 保护目标与评价标准	11
表 8 环境质量和辐射现状	16
表 9 项目工程分析与源项	17
表 10 辐射安全与防护.....	23
表 11 环境影响分析.....	29
表 12 辐射安全管理.....	37
表 13 结论与建议.....	46
表 14 审批.....	49

附图：

附图 1 公司和租赁厂区地理位置示意图

附图 2 公司厂区总平面布置图

附图 3 租赁厂区（暗室、危废间、探伤机设备间）平面布置图

附件：

附件 1 企业营业执照

附件 2 公司不动产权证

附件 3 房屋租赁合同

附件 4 租赁厂区房产证

附件 5 租赁厂区土地证

表 1 项目基本情况

建设项目名称		舟山黑文船舶服务有限公司 X 射线移动探伤项目			
建设单位		舟山黑文船舶服务有限公司			
法人代表	刘进	联系人	刘进	联系电话	13567697501
通讯地址		浙江省舟山市定海区长峙岛海大北路 8 号风华园 15 幢 306 室			
项目建设地点		浙江省舟山市干览镇天籁路 9 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)		100	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资） 20%
项目性质		■新建□改建□扩建□其他			占地面积（m ² ） 35
应用类型	放射源	□销售	□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类		
		□使用	□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类		
	非密封放射性物质	□生产	□制备 PET 用放射性药物		
		□销售	/		
		□使用	□乙 □丙		
	射线装置	□生产	□II类 □III类		
		□销售	□II类 □III类		
		■使用	■II类 □III类		
	其他	/			
	1.1 项目概述 1.1.1 建设单位基本情况 舟山黑文船舶服务有限公司（以下简称“本公司”）是一家以船舶无损检测为主的第三方检验检测机构，拟引进国际先进的检测设备，可提供铸铁、铸钢、粉末冶金等黑色金属、有色金属、机械零部件等材料及制品的无损检测任务。 公司坚持以人为本的理念，倡导“专业、务实、高效、创新”的企业精神，具有良好的内部机制；优良的工作环境以及完善的激励机制积极；实施精英战略，拥有一流的经营技术管理团队，有固定的优质的船东和船厂客户资源，同时汇集了一批中高级无损检测专业技术人员，致力于打造高素质的检测团队。				

公司在政府大力支持下，补充当地小企业微薄弱的检测技术环节，提升企业产品竞争力，促进区域产业的优化和升级，带动整个区域的快速发展。公司以不断提升客户满意度为目标，以公平、公正的原则，以严谨、科学、优质、快速的服务态度，打造“信誉第一、服务第一”的国内一流的专业修造船无损检测机构。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

随着航运业的快速发展，船舶作为重要的水上交通工具，其安全性和运行效率至关重要。然而，船舶在长期使用过程中，由于受到海洋环境、腐蚀、疲劳等多种因素的影响，可能会产生各种缺陷和损伤，这些缺陷如果不及时发现和处理，可能会对船舶的安全运行造成严重影响。为了对船舶结构进行全面的检测和评估，无损检测技术应运而生。无损检测是一种在不破坏被检测物体的情况下，通过物理或化学方法对其内部或表面缺陷进行检测和评估的技术。这种技术具有非破坏性、高效性和准确性等优点，能够满足对船舶结构进行全面、快速、准确检测的需求。舟山黑文船舶服务有限公司为更好地为客户服务，拟开展 X 射线现场探伤项目，探伤工件主要为客户（全国范围内的企业）的船舶结构进行全面的检测和评估。

经与建设单位核实，确定公司 5 年内的辐射活动规模为：3 台移动式 X 射线定向探伤机，其中 XXG-2005 型 2 台（XXG-2005 型探伤机用于探伤 20mm~30mm 厚的工件，考虑到公司该类工件的潜在客户较多与公司远期规划，因此暂定配置 2 台），XXG-2505 型 1 台（XXG-2505 型探伤机用于探伤 30mm~40mm 厚的工件），目的用于对船舶件进行 X 射线现场探伤。本次环评探伤设备现场探伤均单独运行。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年版）：辐射工作单位在申请领取辐射安全许可证前，应当组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 017 年第 66 号），本项目拟新增的 3 台移动式 X 射线探伤机属于工业用 X 射线探伤装置的分类范围，为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐

射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。为保护环境，保障公众健康，建设单位委托杭州尚贤环境工程有限公司对本项目进行辐射环境影响评价。

1.1.3 建设内容及规模

经与建设单位核实，公司近 5 年内拟新增的辐射设备，即本次辐射评价的内容为：拟新增 3 台移动式 X 射线定向探伤机用于现场探伤，其中 2 台 XXG-2005 型移动式 X 射线探伤机，最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA，属于II类射线装置；1 台 XXG-2505 型移动式 X 射线探伤机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，属于II类射线装置。

表 1-1 现场探伤射线装置配置一览表

设备名称	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射束
工业 X 射线探伤机	XXG-2005	II类	2	200	5	定向
工业 X 射线探伤机	XXG-2505	II类	1	250	5	定向

新增的辐射设备贮存位置为浙江省舟山市定海区天籁路 9 号-舟山市西码头建材有限公司，房屋租赁合同见附件 3。

1.1.4 劳动定员及工作负荷

本项目拟新增配备辐射工作人员 2 人，1 名辐射工作人员负责 X 射线探伤机的操作，另外 1 名辐射工作人员负责监督区的警戒和巡检工作，每次探伤设备现场探伤均单独运行。公司预估 X 射线现场探伤计划年拍片 600 张，单次探伤曝光时间最长 5min，年探伤时间为 50h；公司辐射工作人员不承担检修工作，所有探伤机检修均由设备生产厂家承担。

1.2 项目地理位置

1.2.1 公司地理位置

舟山黑文船舶服务有限公司位于浙江省舟山市定海区长峙岛海大北路8号风华园15幢306室，中心地理坐标：经度为122.177763，纬度为29.965431。公司东侧为林地，南侧为无名小路，隔路10m为居民区，西侧为海大南路，北侧为海大北路，隔路14m为中学，公司地理情况见附图1。办公楼主要由办公室、储藏间等部分组成，平面布局见附图2。不动产权证见附件2。营业执照注册地为中国(浙江)自由贸易试验区舟山市普陀区东港街道麒麟街211号东港

财富中心B座901-0006室，见附件1。

1.2.2 建设单位地理位置

本项目暗室、危废间、X 射线探伤机设备贮存位置为浙江省舟山市定海区天籁路 9 号-舟山市西码头建材有限公司。中心地理坐标：经度为 122.13476，纬度为 30.111193。公司东侧为舟山市弘润纺织有限公司，南侧为舟山市新舟丰食品有限公司，西侧为舟山瑞邦制衣有限公司，北侧为天籁路。舟山市西码头建材有限公司地理情况见附图 1，厂区平面布局见附图 3，房屋租赁合同见附件 3，租赁厂区房产证见附件 4，租赁厂区土地证见附件 5。

1.2.3 现场探伤时作业场地位置

公司客户主要为分布在舟山市定海工业区的船舶修造企业，现场探伤无确定的作业地点，根据承接项目的需要，在野外现场进行，具体操作地点的选择严格按照公司管理制度进行。外出现场作业必须要有临时存放 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，并有专人管理。

1.3 土地利用总体规划符合性、区域规划符合性分析

本项目为核技术利用项目，开展检验检测技术服务，暗室、危废间、设备间均在租赁的工业厂区，不涉及基建施工。本项目室外探伤选择区域位于空旷处，人流量很少，建设单位须确保控制区和监督区范围内无学校、医院、疗养院、集中居住区、风景区、自然保护区等环境敏感点和生态敏感点及其他需要特殊保护的区域，方可进行探伤工作。

本项目办公地点位于浙江省舟山市定海区长峙岛海大北路 8 号，不动产权证见附件 2。本项目危废储存室、暗室、探伤机存放间，坐落于浙江省舟山市定海区天籁路 9 号，房产证和土地证见附件 4 和附件 5。

1.4 产业政策符合性分析与实践的正当性分析

1.4.1 产业政策符合性分析

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中国家鼓励类产业，不属于国家限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策。

1.4.2 实践的正当性分析

建设单位实施本项目，通过 X 射线探伤的检测手段，实现了焊接部位的“可视化”，本项目使用 X 射线探伤机的目的是正当可行的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.5 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，舟山黑文船舶服务有限公司之前未开展过核技术利用建设项目，尚未取得生态环境主管部门颁发的《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
无	无	无	无	无	无	无	无	无

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

表 3 非密封放射性物质

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

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
无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无

（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	2 台	XXG-2005	200	5	无损检测	现场探伤	新增，暂 存于库房
2	X 射线探伤机（定向）	II 类	1 台	XXG-2505	250	5	无损检测		

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类 别	数 量	型号	最大管电 压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无

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
冲洗废水	液态	/	/	/	约 120kg	/	集中收集后暂存于危废间	收集贮存后与废显定影液一起送有资质单位进行处理处置
废显（定）影液	液态	/	/	/	12kg	/	集中存放于危废暂存间	委托有资质的单位处理处置
废胶片	固态	/	/	/	0.18kg	/		

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/m³）或活度（Bq）。

表 6 评价依据

法 规 文 件	(1)《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第 9 号, 2014 年), 自 2015 年 1 月 1 日起施行; (2)《中华人民共和国环境影响评价法》(中华人民共和国主席令第 24 号, 2018 年), 自 2018 年 12 月 29 日起施行; (3)《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第 6 号, 2003 年), 自 2003 年 10 月 1 日起实施; (4)《建设项目环境保护管理条例》(中华人民共和国国务院令第 682 号, 2017 年), 自 2017 年 10 月 1 日起施行; (5)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 自 2021 年 1 月 1 日起施行; (6)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例(2019 年修正)》(国务院令第 709 号, 2019 年), 自 2019 年 3 月 2 日起施行; (7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号, 2011 年), 自 2011 年 5 月 1 日起施行; (8)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(环境保护部令第 20 号, 2021 年), 2021 年 1 月 4 日修正并施行; (9)《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号, 2017 年), 自 2017 年 12 月 5 日起施行; (10)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发[2006]145 号, 原国家环保总局、公安部、卫生部文件), 自 2006 年 9 月 26 日起施行; (11)《国家危险废物名录(2021 年版)》, 自 2021 年 1 月 1 日起施行; (12)《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), 自 2021 年 2 月 10 日起施行; (13)《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), 自 2021 年 2 月 10 日起施行; (14)浙江省生态环境厅关于发布《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)》(浙环发[2023]33 号)。
------------------	---

技术标准	(1)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016), 国家环境保护部; (2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (3)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)。
其他	(1)《辐射防护导论》(方杰主编); (2)公司提供的其他与工程建设有关的技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目污染为能量流污染，根据能量流的传播与距离相关的特性，结合《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）”，本项目分区管理需要满足X射线探伤现场控制区及监督区的要求，均严格执行控制区周围剂量当量率控制在15 μ Sv/h以下，监督区边界外周围剂量当量率控制在2.5 μ Sv/h以下的标准划分。结合本项目的辐射污染特点以及表11-3的预测结果，确定本项目评价范围为现场探伤区域外195m范围。

7.2 保护目标

环境保护目标为 X 射线现场探伤时周围活动 195m 范围内的辐射工作人员和公众成员。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

保护目标	受照类型	方位	距离（m）	人数	年剂量约束值（mSv）
辐射工作人员	职业照射	现场探伤控制区外	控制区外、监督区内	拟定 2 人	5.0
公众	公众照射	现场探伤监督区外 路过人员	监督区外、 评价范围内	少数路过 公众	0.25

注：探伤工件时，公众无法进入探伤场所内（监督区 195m 内）

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》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

第 4.3.2.1 款应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 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 B）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。

附录 B

B1.1 职业照射

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** 作为工作人员的年照射剂量约束值。

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。

本项目取其四分之一，即 **0.25mSv** 作为公众的年照射剂量约束值。

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》(GBZ117-2022)

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 移动式探伤放射防护要求

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

7.2.1 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 7h，控制区边界周围剂量当量率应按公式（1）计算：

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

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 安全警示

7.3.1 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。

7.3.2 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。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。

7.3.3 X 和 γ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

7.3.4 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。

7.3.5 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。

7.4 边界巡查与检测

7.4.1 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。

7.4.2 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。

7.4.3 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。

7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 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。

7.4.5 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。

7.5 移动式探伤操作要求

7.5.1 X 射线移动式探伤

7.5.1.1 周向式探伤机用于移动式探伤时，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）。

7.5.1.2 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。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 公司地理和场所位置

舟山黑文船舶服务有限公司位于浙江省舟山市定海区长峙岛海大北路8号风华园15幢306室，中心地理坐标：经度为122.177763，纬度为29.965431；其地理位置见附图1。公司东侧为林地，南侧为无名小路，隔路10m为居民区，西侧为海大南路，北侧为海大北路，隔路14m为中学，公司地理情况见附图1。办公楼主要由办公室、储藏间等部分组成，平面布局见附图2。不动产权证见附件2。

本项目暗室、危废间、X射线探伤机设备贮存位置为浙江省舟山市定海区天籁路9号-舟山市西码头建材有限公司。中心地理坐标：经度为122.13476，纬度为30.111193。公司东侧为舟山市弘润纺织有限公司，南侧为舟山市新舟丰食品有限公司，西侧为舟山瑞邦制衣有限公司，北侧为天籁路。舟山市西码头建材有限公司地理情况见附图1，厂区平面布局见附图3，房屋租赁合同见附件3，租赁厂区房产证见附件4，租赁厂区土地证见附件5。

8.2 现场探伤作业场地位置

公司客户主要为分布在舟山市定海工业区的船舶修造企业，现场探伤无确定的作业地点，根据承接项目的需要，在野外现场进行，具体操作地点的选择严格按照公司管理制度进行。外出现场作业必须要有临时存放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。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目客户主要为分布在舟山市定海工业区的船舶修造企业，该公司现场探伤无确定的作业地点，根据承接项目的需要，在施工现场进行，具体操作地点的选择严格按照公司管理制度进行。本项目施工内容主要是库房等配套房间的少量装修装饰，对环境的影响很小。本项目 X 射线探伤机从正规厂家购入后即可备用，无需安装与调试。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 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、操作简单、携带方便、自动化程度高等特点，曝光时间最长为 5min。X 射线探伤机外型见图 9-1。



图 9-1 典型的 X 射线机外型及内部结构图

9.2.2 探伤机工作原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的 X 线感光片进行照射，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 射线实时成像系统是一种实时成像检测设备。X 射线管产生的 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，X 射线图像增强器将不可见的 X 射线转换输出成可见的荧光图像并使图像亮度增强，摄像系统将输出的图像摄取并传到监视器上供检验人员观察判定。

X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

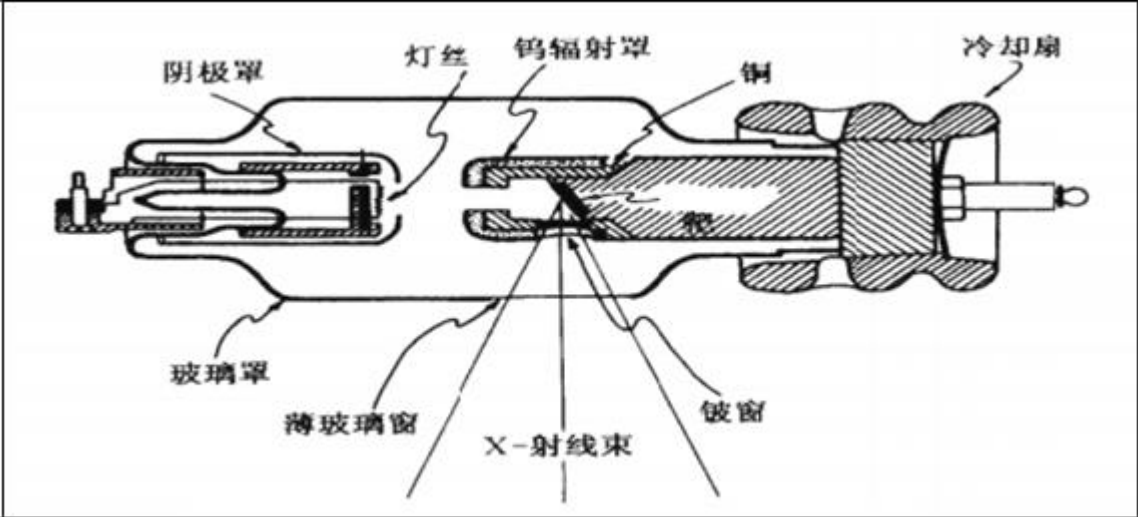


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

9.2.3 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 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数

设备名称	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射束
工业 X 射线探伤机	XXG-2005	Ⅱ类	2	200	5	定向
工业 X 射线探伤机	XXG-2505	Ⅱ类	1	250	5	定向

9.2.4 X 射线现场探伤工作流程

建设单位开展本项目主要用于对船舶进行无损检测。公司配备 3 台 X 射线探伤

机，2 名探伤工作人员，工作时最多使用 1 台 X 射线探伤机。

(1) 射线装置领取

本项目 X 射线探伤机不工作时，存放于公司库房，双人双锁，由专人管理。移动探伤前，由辐射工作人员到库房领取探伤机主机，领用须填写《射线装置领用登记表》，详细记录工程名称（地点），领用人、领用日期及时间，并建立计算机管理档案。

(2) 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，根据被探伤产品的规格选用合适型号的 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确认场内无相关人员后，开始连接电缆和电源（电缆长不小于 20m，连接电源前要确认 X 射线探伤机的启动按钮未按下），X 射线探伤机就位；工作人员佩戴好个人剂量计，且携带个人剂量报警仪，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在操作位开机曝光（设置延时），然后迅速离开至控制区外，并开始计时；到预定曝光时间后，探伤结束，关闭机器；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，回公司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。

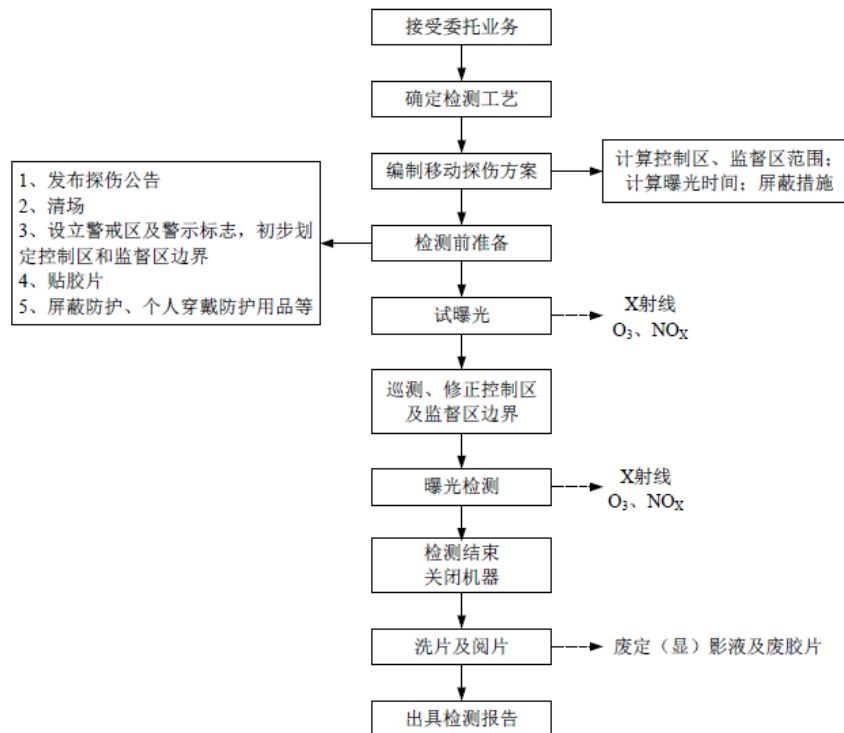


图 9-3 X 射线现场探伤工艺流程及产污环节示意图

(3) 射线装置归还

探伤工作结束后，X 射线探伤机返回库房，归还须填写《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。

9.2.5 劳动定员及工作负荷

(1) 劳动定员

本项目拟新增配备辐射工作人员 2 人，1 名辐射工作人员负责 X 射线探伤机的操作，另外 1 名辐射工作人员负责监督区的警戒和巡检工作，每次探伤设备现场探伤均单独运行。

(2) 工作负荷

公司预估 X 射线现场探伤计划年拍片 600 张，单次探伤曝光时间最长 5min，年探伤时间为 50h；公司辐射工作人员不承担检修工作，所有探伤机检修均由设备生产厂家承担。

9.3 污染源项描述

(1) X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线随探伤机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态（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，污染途经是 X 射线外照射。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。

(2) 废气

X 射线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。由于本项目为室外探伤，探伤场地为开放式场所，臭氧和氮氧化物在室外空气中可自行分解或扩散，对周围环境的影响很小。

(3) 废水

本项目洗片时会产生少量冲洗废水。先把胶片放到显影液（5-10 分钟）、沥干（约 5 分钟）、再把显影后的胶片放入定影液里浸泡（5-15 分钟），然后将定影后的胶片拿出、沥干（约 5 分钟）。用少量清水多次冲洗胶片表面的灰尘等杂质，最后捞出晾干。本项目每次冲洗 50 张胶片，年冲洗 12 次。冲洗每次用水 10kg，年产生冲洗废水约 120kg。参考同类项目的经验数据，由于冲洗废水含有较高浓度的 AgBr、定影剂及强氧化物，需做危废处理，不得外排，每年定期和废显、定影液及废胶片一起交有资质的单位处置。

(3) 固体废物

X 射线探伤机工作过程中产生的废显（定）影液及胶片属于《国家危险废物名录（2021 年版）》中感光材料废物 HW16，废物代码为 900-019-16，危险特性是毒性 T（生态环境和人体健康具有有害影响的毒性），并无放射性。本项目 X 现场探伤年拍片总量为 600 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 12L，密度保守按照 1g/cm^3 ，折算重量为 12kg。废片率按 3% 计算，每年产生废胶片约 18 张，单张胶片平均重量约 10g，折算重量为 0.18kg。本项目每次冲洗 50 张胶片，年冲洗 12 次。冲洗每次用水 10kg，年产生冲洗废水约 120kg，按危险废物进行管理。每年定期和废显、定影液及废胶片一起集中存放在危险废物暂存间内，并与有资质的单位签订回收协议，定期送交有资质的单位处理，

建立台帐。

危废间设置于舟山黑文船舶服务有限公司，选址位于室内，满足防风、防雨、防晒的基本要求。

另外，危废间应满足以下要求：

- （一）危废间为专用的封闭房间，专用于贮存危险废物。
- （二）危废间门口必须设置标识（警告标识+《危险废物信息公开栏》）。
- （三）危废间有雨棚、门锁（防盗），避免雨水落入或流入室内。
- （四）危废间地面须硬化处理，须防腐、防渗。
- （五）危废间门口须有围堰（缓坡），防止废物向外泄露，地面应保持干净整洁。
- （六）危险废物必须进行包装（桶装），不得散装，容器应完好无损，每一个包装桶均须张贴危险废物标签。
- （七）不同类的危废须分区贮存，必须和生活垃圾分开、必须和一般固废分开。危险废物必须分类存放，并在对应区域张贴标识。

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分区

公司客户主要为分布在舟山市定海工业区的船舶修造企业，现场探伤无确定的作业地点，根据承接项目的需要，在施工现场进行，具体操作地点选择与布局严格按照公司管理制度进行。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，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。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“7.2 分区设置”，公司开展 X 射线移动探伤作业时，根据现场具体情况，利用便携式 X- γ 剂量率仪巡测，一般将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围（理论计算最大为 80m）内区域划为控制区，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蔽，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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围（理论计算最大为 195m）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。

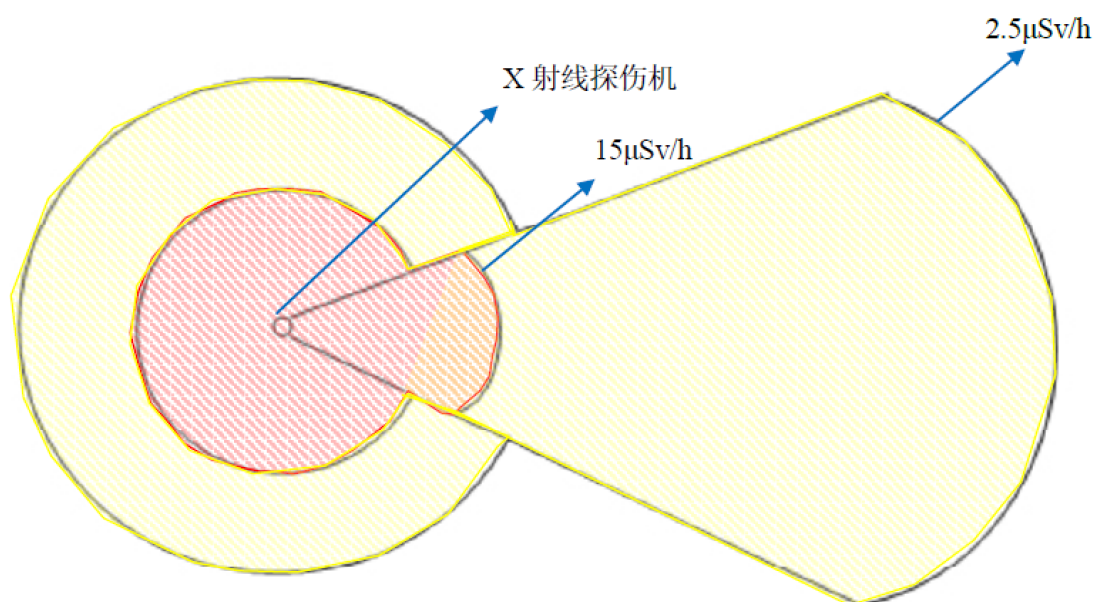


图 10-1 本项目控制区、监督区设立示意图（红色区域为控制区，黄色区域为监督区）

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》（GBZ 117-

2022)关于“移动探伤”的要求,本项目辐射工作场所分区图见图 10-1。

10.1.2 污染防治措施

根据船舶探伤的工作特点,现场探伤除了地面探伤外不存在高空探伤的情况。针对探伤作业的特点,污染防治措施如下:

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。

2、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。

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。

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。

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。

6、工作时最多使用 1 台探伤机,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、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。

8、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。

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。

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。

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、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。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。

3、X 和 γ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

4、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、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。

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，应对便携式 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。

X 射线移动式探伤操作要求：

1、周向式探伤机用于移动式探伤时，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）。

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。

X 射线探伤机管理要求：

X 射线探伤机无探伤作业时存放于设备室内，该处只存放设备用，不进行设备

维修活动。探伤机维修均由设备生产厂家承担，本单位人员不承担维修工作。

10.1.3 危险废物环境管理措施

本项目现场探伤的作业范围是浙江省定海区工业园内，所有胶片均在公司租赁厂房的暗室进行洗片。

根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及 2013 年修改单与《危险废物转移联单管理办法》等规定，为降低危险废物对环境的影响程度，建设单位针对危险废物的贮存、转移和处置等环节拟采取如下环境管理措施：

(1) 危废的贮存

本项目危废暂存间建筑面积约 4.3m²，具体位置见附图 3，该场所的建设须满足“防风、防雨、防晒、防渗、防腐”的要求，地面须硬化防渗处理，须设置危废标识，须采用防盗门窗，墙体内侧四周拟设围堰。同时，本项目危险废物产生量较小，贮存期限一般不超过 1 年，可以满足贮存的容积要求。

危废暂存间的日常管理要求：①专人管理，其他人员未经允许不得入内。②危险废物贮存前应做好统一包装（液体桶装、固体袋装），防止渗漏，同时配备计量称重设备进行称重，危废包装容器应粘贴符合规定的标签，注明危险废物名称、来源、数量、主要成分和性质。③危险废物（废显影液、定影液、冲洗废水、废胶片）必须分类分区贮存，不同类危险废物间应有明显间隔，严禁不相容、具有反应性的危险废物混合贮存。④建立危险废物管理台账，管理人员应作好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称。

(2) 危废的转移

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

(3) 危废的委托处置

建设单位拟与处理本项目危废的能力的公司签订危废委托处置合同。

10.1.4 人员配置、监测仪器与防护用品

(1) 公司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和1台具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪（该仪器同时具备直读剂量计和个人剂量报警仪的功能）。

(3) 监测仪器与防护用品

本项目X射线现场探伤工作在同一个现场探伤作业点只开机使用1台X射线探伤机，X射线现场探伤监测仪器与防护用品配置计划见表10-1。

表 10-1 现场探伤辐射防护设施配备计划表

类别	名称	单位	本项目拟新增配置总数量
监测仪器	便携式剂量仪	台	1 台
	个人剂量计	支	2 支
	个人剂量报警仪 (具有累积剂量监测功能)	台	2 台
	警戒绳	米	1000 米
	电离辐射警告标志和警示语	个	4 个
	“禁止进入射线工作区”警告牌	个	4 个
	“无关人员禁止入内”警告牌	个	4 个
	“预备”和“照射”状态指示灯 与安全联锁	台	4 个
	工作警示灯	个	4 个
	对讲机	个	2 个
	应急箱	个	1 个
防护用品	铅衣、铅围脖、铅手套、铅眼镜 (0.5mmPb)	件	各 1 件

10.2 三废的治理

本项目的运行无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

(1) 非放射性废气

现场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，经空气稀释和自然分解后，对周围环境影响较小。

(2) 危险废物

本项目每次冲洗 50 张胶片，年冲洗 12 次。冲洗每次用水 10kg，年产生冲洗废水约 120kg，按危险废物进行管理。每年定期和废显、定影液及废胶片一起交有资质的单位处置。

现场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），废物代码为非特定行业（900-019-16），危险特性是毒性 T（生态环境和人体健康具有有害影响的毒性），并无放射性。产生的废显（定）影剂、冲洗废水、废胶片拟集中暂存于公司危废间，按规范收集、贮存、处理，建立贮存台

账，定期交给有资质的单位处理。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

公司客户主要为分布在舟山市定海工业区的船舶修造企业，现场探伤无确定的作业地点，根据承接项目的需要，在施工现场进行，具体操作地点的选择严格按照公司管理制度进行。本项目施工内容主要是库房等配套房间的少量装修装饰，对环境的影响很小。本项目 X 射线探伤机从正规厂家购入后即可等待备用，无需安装与调试。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 现场控制区和监督区的理论估算

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 7.2 条确定的剂量率值确定控制区边界：利用辐射剂量率仪将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，严禁公众人员进入该区域。

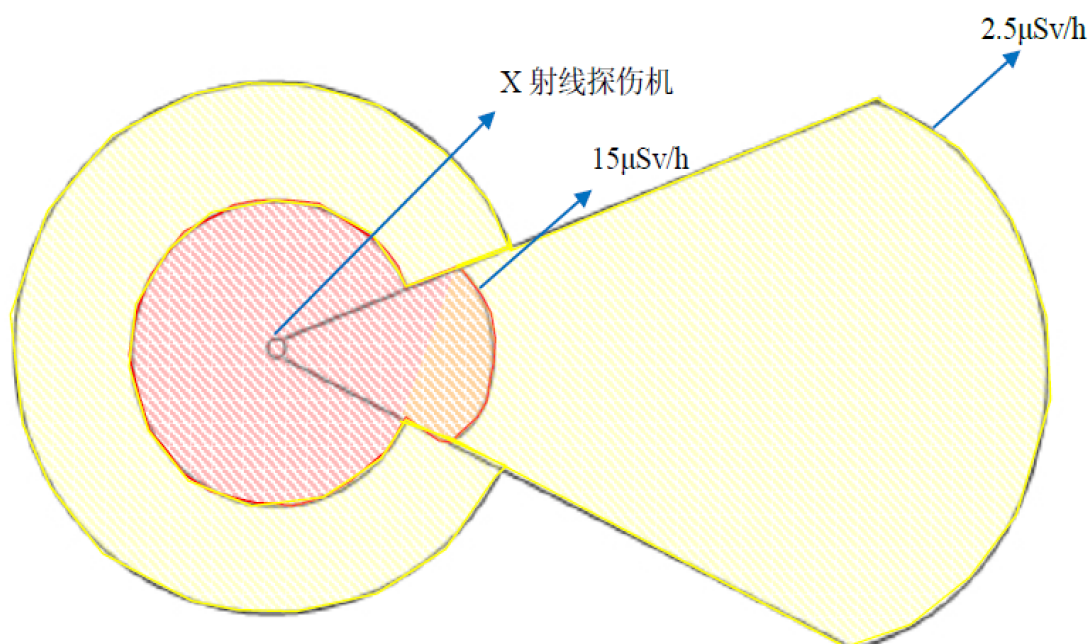


图 11-1 本项目控制区、监督区设立示意图（红色区域为控制区，黄色区域为监督区）

（1）探伤机运行工况

根据公司提供资料可知，本项目不同型号的探伤机运行工况见表 11-1。

表 11-1 本项目不同型号的探伤机运行工况

机型（最大管电压 kV）	透照工件厚度 mm (Min/Max)
XXG2005（200）	20/30
XXG2505（250）	30/40

（2）有用线束方向的控制区和监督区估算公式

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：

$$H_1 = I\delta_x(r_0/r)^2 \quad (\text{式 11-1})$$

$$H_2 = H_1/10^{(d_1/d_2)} \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

H₁—未经工件屏蔽前的周围剂量当量率，μSv/min；

H₂—经工件屏蔽后的周围剂量当量率，μSv/min，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·m²·mA⁻¹·min⁻¹；根据《辐射防护导论》（方杰主编，P₃₄₃，附图 4），本项目保守取 3mm 铜过滤条件下，则不同管电压探伤机发射率常数（mGy·m²·mA⁻¹·min⁻¹）分别为：δ_x（250kV）=3.5，δ_x（250kV）=6；

r₀—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；

d₁—被检工件厚度，mm，经与建设单位核实，本项目 200kV、250kV 探伤机探伤在最大管电压条件下探伤工件最小厚度分别为 20mm、30mm，材质均为钢。

d₂—钢的什值层厚度，mm，根据《辐射防护导论》（方杰主编，P₁₀₃，图 3.23），X 射线在钢中的什值层厚度见表 11-2。

表 11-2 X 射线束在钢中的什值层厚度

X 射线管电压（kV）	200	250
钢的什值层厚度 TVL（mm）	14	18

②非有用线束方向的控制区和监督区估算公式

1、漏射线

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）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>200kV 时，X 射线管焦点 1m 处的漏射线所致的周围剂量当量率<5mSv/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。

$$K_1 = K_0 R_0^2 / R_1^2 \quad (\text{式 11-3})$$

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，取 5000μSv/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；

2、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，式 6.6）及推导公式计算：

$$F_{L,h} = \frac{F_{j,o} \cdot a_r \cdot a}{r_i^2 \cdot r_R^2} \cdot q \cdot \frac{1}{k} \cdot \eta_{rR} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

$F_{L,h}$ ——参考点处 X 辐射剂量率（Sv/h）；

$F_{L,h}$ （控制区）=1.5×10⁻⁵Sv/h， $F_{L,h}$ （监督区）=2.5×10⁻⁶Sv/h；

$F_{j,o}$ ——辐射源处辐射水平（Gy·m²·min⁻¹），

200kV 探伤机： $F_{j,o}=I \cdot \delta_\chi=3.5\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5\text{mA}=0.0175\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

250kV 探伤机： $F_{j,o}=I \cdot \delta_\chi=6\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 5\text{mA}=0.030\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

α_r ——反射物的反射系数，反射物的反射系数，根据《辐射防护导论》（方杰主编，P186，图 6.4），对 200kV 探伤机，在钢上近 90° 散射角方向反射系数约 0.0070，对 250kV 探伤机，在钢上近 90° 散射角方向反射系数约 0.0065；

α ——X 射线束在反射物上的投照面积（m²）， $\alpha=\pi (r_1 \times \tan (\theta/2))^2$ ， θ 为辐射

角，本项目取 40° ，即 $\alpha=0.1$ ；

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} ——透射因子，取 1；

11.2.2 估算结果

本项目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，以 XXG-2505（250kV）保守计算，将相关参数带入公式（11-1）～（11-4），可估算出 250kV 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 11-3。

表 11-3 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-2005	有用线束	66	162
	泄漏辐射	19	45
	散射辐射	14	35
XXG-2505	有用线束	80	195
	泄漏辐射	19	45
	散射辐射	18	44

综上所述，本项目各型号 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，主射方向控制区和监督区范围相近，控制区范围最大约 80m，监督区范围最大约 195m；非有用线束方向控制区范围最大约 19m，监督区最大约 45m。

以上理论计算结果仅为本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考，实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的不同、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平产生变化，从而改变控制区和监督区的范围。具体探伤时，漏射线及散射线大部分被工件屏蔽，因此实际划定的控制区及监督区均应比理论计算值要小。现场探伤工作期间，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求使用便携式剂量仪测量（控制区边界 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），并根据测量达标位置重新调整监督区和控制区。探伤机开机时，辐射工作人员均设置延时开机，并迅速撤离至控制区

外。

11.2.3 辐射工作人员年有效剂量估算

11.2.3.1 年有效剂量计算公式

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 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{E,r} = H \times t \times U \times T \times 10^{-3}$$

式中：

$H_{E,r}$ ——X 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

H——关注点的剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t——X 射线照射时间，h/a；

U——使用因子；本项目取 1；

T——居留因子。

鉴于 X 现场探伤工作场所各不相同，因此本次评价采用边界控制限值开展剂量估算。

（1）辐射工作人员

保守假设：

①该公司 X 射线现场探伤计划年拍片 600 张，单次探伤曝光时间最长 5min，年探伤时间为 50h；

②该公司 X 射线现场探伤作业由 2 名工作人员（1 名现场操作、1 名巡查）完成，每名工作人员年探伤时间为 25h，考虑到任务分配的不均衡性，每组工作人员年探伤时间为 40h；

③X 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（该处 X- γ 辐射剂量率低于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，保守以 $15\mu\text{Sv/h}$ 计算，另外 1 名辐射工作人员剂量率更低）；

④在上述偏保守的条件下，使用因子取 $U=1$ ，居留因子取 $T=1$ 。

根据式（11-5）计算可知，X 射线外照射人均年有效剂量当量约为 0.6mSv。再加上其它 10 小时在监督区巡查的剂量： $2.5 \times 10 = 0.025\text{mSv}$ ，单个辐射工作人员的年有效剂量最大约为 0.625mSv。

（2）公众成员年有效剂量

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。该公司在进行探伤前划定控制区和监督区，公众成员不得进入监督区区域，监督区的边界剂量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。居留因子保守取 $T=1/8$ 。

根据式（11-5）计算，公众人员的年有效剂量最大约为 0.016mSv 。且因移动式探伤机操作现场不固定，探伤均在委托单位内进行，每年不会只在同一地点进行探伤活动，实际公众人员的年有效剂量要小于 0.016mSv 。

因此，本项目 X 射线现场探伤所致辐射工作人员与公众成员的年有效剂量满足本报告提出的剂量约束值要求（工作人员 5mSv/a ，公众 0.25mSv/a ），同时满足《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。

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。

11.2.4 非放射性污染物对环境的影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

（1）臭氧及氮氧化物环境影响分析

在探伤作业时，X 射线使空气电离产生量臭氧和氮氧化物，本项目探伤作业在室外进行，空气流通性好，少量的臭氧和氮氧化物可自行分解或扩散，故项目产生的废气对周围的环境影响很小，符合国家相关标准要求。

（2）水环境影响分析

本项目每次冲洗 50 张胶片，年冲洗 12 次。冲洗每次用水 10kg ，年产生冲洗废水约 120kg 。参考同类项目的经验数据，由于冲洗废水含有较高浓度的 AgBr 、定影剂及强氧化物，需做危废处理，不得外排，每年定期和废显、定影液及废胶片一起交有资质的单位处置。不会对水环境产生影响。

（3）固体废物环境影响分析

本项目拍片完成后，在暗室洗片槽洗片的过程中将产生废显（定）影液和冲洗废水，在评片过程中将产生废弃胶片。X 射线探伤机洗片过程中产生的废显（定）影液及胶片属于《国家危险废物名录（2021 年版）》中感光材料废物 HW16，废物代码为 900-019-16，危险特性为 T（生态环境和人体健康具有有害影响的毒性），并无放射性。本项目年产生冲洗废水约 120kg，亦按危险废物进行管理。产生的废显（定）影液、冲洗废水及胶片集中存放在危险废物暂存间内，废显影液、定影液、冲洗废水暂存应对贮存容器双重保护，防止泄露，由专人保管，并与有资质的单位签订回收协议，定期送交有资质的单位处理，建立台帐。故项目产生固体废物对环境影响较小。

11.3 事故影响分析

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》（环发（2006）145 号）的规定，发生辐射事故时，使用射线装置的单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，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。

11.3.1 现场探伤工作场所可能发生的辐射事故

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，造成工作人员或公众被误照；

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、延时曝光装置失灵，导致工作人员未退至控制区边界，造成误照射；

6、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；

7、废显（定）影液及废胶片未暂存在指定的地方，随意倾倒或丢弃，对周围环境造成不必要的影响。

11.3.2 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标识和提醒；
- 2、为辐射工作人员均配备个人剂量计并每季度送检 1 次，每 2 年对辐射工作人员职业健康检查 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，同时还应规定进行巡逻的工作程序；
- 4、辐射工作场所拟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；
- 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；
- 7、公司规定探伤工作人员需将废显（定）影液、废胶片暂存在指定的地点和容器中，严禁将废显（定）影液直接外排，废胶片严禁与生活垃圾或其他垃圾混装，并应定期检查暂存容器是否完好，建立登记台账制度，每次现场探伤均应严格填写该台账，并安排专人负责管理，以确保该污染物不会丢失或泄露，当污染物储存到一定量时，交由有资质单位回收处置。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

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

本项目为建设单位首次开展核技术利用建设项目，目前处于筹建阶段。建设单位应成立辐射安全与环境保护管理机构，全面负责单位的辐射安全与环境保护管理工作，并配备相应的成员，确定管理机构领导、成员及辐射防护管理专（兼）职人员，做到分工清晰、职责明确，并在日后运行过程中，根据人事变动情况及时调整机构组成。

12.1.2 辐射人员管理

（1）辐射工作人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》要求，所有辐射工作人员，尤其新进的、转岗的人员，必须到生态环境部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>）报名参加辐射安全与防护培训，并取得考核成绩报告单后方可上岗。

建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员到生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加辐射安全与防护培训，并考核成绩合格后方可上岗。辐射工作人员安全与防护培训证书到期后需重新参加考核。

（2）辐射工作人员职业健康体检

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，应当对其进行离岗前的职业健康检查，并建立职业健康档案。

建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，并建立个人职业健康监护档案。根据《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。

（3）个人剂量监测

建设单位拟为 2 名新增辐射工作人员配备个人剂量计。个人剂量一般 3 个月监测一次，并建立个人剂量档案，加强剂量档案管理。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。

12.1.3 年度评估报告

公司执行年度评估制度，本项目室内和现场探伤正式开展后，建设单位应对开展的辐射活动纳入到辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。年度评估报告应当包括射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。

12.1.4 辐射安全许可证申领

建设单位应在开展现场探伤作业前，及时申领辐射安全许可证。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。具体如下：

（1）该单位必须制定《操作规程》。

a. 凡涉及对射线装置进行的操作，都有应有明确的操作规程，操作人员必须按操作规程进行操作。

b. 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。

c. 每次作业前要对剂量率巡检仪和个人剂量报警仪做功能检查，确保每次作业时能正常使用。

d. 现场探伤时，须划定控制区和监督区，利用辐射剂量率仪按照边界 $15\mu\text{Sv/h}$ 的剂量水平验证控制区，用警戒绳等明确控制区边界，并设置灯光警告标志、安排

专人警戒和巡视，严禁任何人进入该区域；按照边界 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的剂量水平验证监督区，在监督区边界悬挂警告标志，必要时设专人警戒，严禁公众人员进入该区域。

(2) 该单位必须制定《岗位职责》。

该单位必须制定辐射工作人员职责，现场探伤时须制定控制区、监督区管理人员职责。

(3) 该单位必须制定《辐射防护和安全保卫制度》。

现场探伤作业时，一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区，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，现场探伤过程中必须落实使用红色警示灯、电离辐射警示牌、警戒线、警戒人员巡检等防护措施。作业前需与甲方详细沟通、告知。

(4) 该单位必须制定《设备维修制度》。

①射线装置日常维护频率为 30 天一次，维护内容包括每次开机后先检查仪器是否正常；使用中遇到异常情况及时切断电源；使用探伤机前训机时间充分；每次工作后清洁探伤机和配件；

②射线装置定期维护频率为三个月一次，维护内容包括对探伤机作一次曝光曲线，对设备机械性能进行维护；检查安全装置的有效性 & 操作完整性。探伤机维修由设备生产厂家承担，本单位人员不承担维修工作；

③辐射工作人员每天检查 X 光机外观是否完好，所使用的剂量仪是否完好。

(5) 该单位必须制定《监测方案》，内容包括：

①根据当地生态环境部门的要求，定期请有资质的检测单位对 X 射线探伤区域周围环境的 X 射线剂量率进行检测；确定了检测项目、检测频度、检测范围等相关要求；

②检测记录应清晰、准确、完整并纳入辐射安全档案管理并存档。

(6) 该单位必须制定《射线装置使用登记制度》，内容包括：

①建设单位建立射线装置技术档案，用制表形式表明 X 射线探伤机的技术档案参数，同时保存射线装置说明书；

②建设单位建立管理制度，使用射线装置时及时进行登记、检查；

③建设单位经常督促射线装置使用人员填写使用记录，并且不定期进行检查；

④建设单位对每次生态环境部门的监督检查、检测均登记在册，做好生态环境

部门环评报告（包括批复）、检测报告等技术档案的归档工作；

⑤生态环境做好辐射安全许可证、个人剂量检测报告及体检报告的存档工作。

（7）该单位必须制定《人员培训计划》，内容包括：

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考核，取得上岗证书后方能从事辐射工作，考核有效期为五年，考核有效期到的人员应重新参加考试。

12.3 射线装置存放和洗片工作场所的安全管理情况说明

鉴于我公司射线装置存放、洗片工作场所与实际办公场所分离的特点，为确保员工健康、环境安全及射线装置的正常运行，特说明本安全管理情况。

（1）射线装置存放场所安全管理

①存放设施：射线装置存放于租赁的工业厂房，该厂房具备良好的辐射屏蔽性能和稳定性，能够有效隔离射线，防止外泄。

②管理制度：建立并严格执行射线装置存放管理制度，包括存放登记、定期检查、维护保养等，确保射线装置处于良好状态。

③人员管理：存放场所实行专人管理，管理人员需接受辐射安全培训，并持有相应的辐射安全操作证书。非管理人员未经许可不得进入存放区域。

④辐射监测：存放场所设置辐射监测仪器，对辐射水平进行实时监测，确保辐射水平控制在国家标准以内。

（2）洗片工作场所安全管理

①工作环境：洗片工作场所保持整洁、干燥，通风良好，确保洗片过程中产生的有害气体及时排出。

②设备管理：洗片机等设备需定期进行检查、维护保养，确保设备正常运行，减少故障率。

③人员防护：需接受安全培训，了解洗片过程中的安全注意事项。

④废物处理：洗片过程中产生的废显影液、废定影液、废胶片等需按照相关规定进行分类收集、暂存和处理，防止环境污染。

12.4 辐射检测

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，包括个人剂量监测和工作场所监测。

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》，建设单位拟配备 1 台便携式辐射剂量监测仪。新增 2 名辐射工作人员拟配备 2 只个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪，并建立了个人剂量档案。

12.4.2 个人剂量监测

辐射工作人员工作时要求佩戴个人剂量计，且按每季度 1 次的频度送其个人剂量计至有资质的单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。个人剂量监测档案包括辐射操作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。

12.4.3 工作场所及环境辐射监测

1、年度监测

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

2、日常自行监测

建设单位应定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为每次探伤前。

3、监测内容和要求

监测内容：周围剂量当量率。

监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
------	------	------	------	------	------	------

年度监测	现场探伤	周围剂量当量率	1次/年	按照国家规定进行计量检定	移动 X 射线探伤机探伤现场： 由远及近测量，划分控制区、监督区；X 射线探伤机库房及周围	委托监测
日常监测	现场探伤	周围剂量当量率	每次探伤前	按照国家规定进行计量检定	移动 X 射线探伤机探伤现场： 由远及近测量，划分控制区、监督区	自行监测

12.5 竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环保部公告 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。辐射污染防治“三同时”措施一览表见表 12-2。

表 12-2 辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。
辅助房间建设	X 射线贮存间、暗室和危废暂存库依托于公司租赁厂区。X 射线贮存间实行双人双锁并专人负责；危废暂存间和暗室地面须硬化防渗处理，其中危废暂存库墙体内侧四周拟设围堰，并设危废标识，采用防盗门窗。	满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及 2013 年修改单中的相关要求。
现场探伤辐射防护设施	配置 1 台便携式计量仪、2 支个人剂量计、2 台个人剂量报警仪（具有累积剂量监测功能），1000m 警戒绳，铅衣、铅围脖、铅手套、铅眼镜各 2 件、对讲机、应急箱、若干电离辐射警示标志、电离辐射警示标牌和工作状态指示灯。	满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求。
人员配备	辐射防护与安全培训和考核：新从事辐射活动的人员在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。 个人剂量监测：所有辐射工作人员佩戴个人剂量	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。

	计，进行累积剂量监测（周期：每 3 个月 1 次），并建立个人剂量档案。	
	人员职业健康监护：对辐射工作人员进行职业病体检（周期：不超过 2 年/次），并建立职业健康档案。	
辐射安全管理制度	建设单位拟制定一系列辐射安全管理制度，内容包括辐射防护与安全保卫制度、自行检查和年度评估制度、辐射事故应急预案、探伤机射线装置使用登记和台帐管理制度、危险废物管理制度、X 射线探伤机操作规程等辐射管理制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。
“三废处理”	探伤过程中产生的所有相关危险废物将委托有资质的单位处置，不外排。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。

12.6 辐射事故应急

为了应对辐射事故和突发事件，建设单位应尽快建立辐射事故应急预案，并成立辐射防护与安全领导小组，负责建设单位辐射防护与安全的全面工作。本项目使用的射线装置属Ⅱ类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，结合单位的实际情况和事故工况分析，建设单位须建立的辐射事故应急预案必须包括下列内容：

- （1）应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）；
- （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）辐射事故分级与应急响应措施；
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序；
- （5）生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话；
- （6）编写事故总结报告，上报生态环境部门归档；
- （7）应急预案的演练。

发生辐射事故时，事故单位立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。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。

12.7 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，使用射线装置的单位应具备相应的条件，对其从事辐射活动能力的评价详见表 12-3。

表 12-3 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
（一）使用Ⅱ类放射源，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。	建设单位拟设置辐射安全与防护管理领导小组，拟设符合要求的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。
（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。	建设单位拟组织新增 2 名辐射工作人员参加环保部在线信用平台的辐射防护与安全培训，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。
（四）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。	建设单位拟按现场探伤时通过巡测确定控制区和监督区、指示灯和声音提示装置、设置警戒绳与灯光提示装置等现场探伤作业要求（详见 10.1.2 小节）执行。
（五）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。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	建设单位拟为本项目配置 1 台便携式剂量仪。所有新增辐射工作人员均拟配备 1 台个人剂量计和 1 台具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪（该仪器同时具备直读剂量计和个人剂量报警仪的功能）。
（六）有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位拟制订探伤机的操作规程和监测等制度。
（七）有完善的辐射事故应急措施。	建设单位拟制定《辐射事故应急预案》。
（八）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。	本项目不涉及放射性废气、放射性废液和放射性固废。本项目产生的废显（定）影剂及胶片拟集中暂存于公司危废暂存间，按规范收集、贮存、处理建立贮存台账，定期交给有资质的单位处理。

综上所述，舟山黑文船舶服务有限公司在成立辐射安全与环境保护管理机构、

建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的能力。本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

12.8 环保投资估算一览表

本项目总投资 100 万元，其中项目环保投资约 20 万元，占项目总投资的 20%。该项目具体环保投资估算详见表 12-4。

表 12-4 环保投资估算一览表

项目	设施（措施）	金额（万元）
辅助房间建设	X 射线贮存间、暗室和危废暂存库建设	6
现场探伤辐射防护设施	1 台辐射巡测仪、2 支个人剂量计、2 台个人剂量报警仪（具有累积剂量监测功能）	3
	2 套铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅手套等个人防护用品	1.5
	1000 警戒绳	0.3
	若干电离辐射警示标志、电离辐射警示标牌和工作状态指示灯	0.7
	2 个对讲机	0.1
	1 个应急箱	0.4
辐射安全管理机构和制度	辐射安全管理机构的建立和制度的制订	/
环评与验收		8
合计		20

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

舟山黑文船舶服务有限公司拟在浙江省舟山市定海区天籁路 9 号配置 3 台 X 射线探伤机（其中 2 台 XXG-2005 型定向 X 射线探伤机、1 台 XXG-2505 型定向 X 射线探伤机，均属于 II 类射线装置），用于船舶的无损探伤检测。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射安全防护措施结论

本项目现场探伤作业区域控制区边界拟悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，监督区边界拟悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，并设置警戒绳；现场作业区域拟设“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，警示信号指示装置与探伤机联锁。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，必要时设专人警戒。

本项目 X 射线探伤机与产生的危险废物贮存于公司的库房，库房拟实行双人双锁，由专职工作人员负责；库房地面拟硬化，做到防腐防渗；库房配备称重设，危废的容器和包装物必须粘贴危废识别标志；库房拟采用防盗门窗，门上拟粘贴电离辐射警告标志，其入口处拟安装视频监控系统。

项目拟配备 1 台便携式剂量仪，现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计和 1 台具有累积剂量监测功能的个人剂量报警仪（该仪器同时具备直读剂量计和个人剂量报警仪的功能）。

在满足实际工作需要的基础上对工作人员及公众进行了必要的防护，减少不必要的照射，根据理论估算分析结果，本项目拟采取的辐射防护措施能够符合辐射防护要求。

（2）辐射安全管理结论

建设单位应根据实际情况及本报告要求，尽快成立辐射安全与环境保护管理机构和建立健全相应的辐射管理制度和操作规程，以适应当前环保的管理要求；建设单位拟对新增辐射工作人员进行辐射防护培训、职业健康检查和个人剂量监测，并建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。公司在成立辐射安全与环境保护管理

机构、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的的能力。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）X 射线现场探伤控制区和监督区划分

本项目各型号 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，主射方向控制区和监督区范围相近，控制区范围最大 80m，监督区范围最大约 195m；非有用线束方向的控制区范围最大约 19m，监督区最大约 45m。以上理论计算结果仅为本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考，实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的不同、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平产生变化，从而改变控制区和监督区的范围。

（2）人员受照剂量

根据剂量估算结果，公司在进行 X 射线现场探伤时，辐射工作人员的年有效剂量最大约为 0.625mSv，公众人员的年有效剂量最大约为 0.016mSv。因此，本项目所致工作人员年有效剂量符合《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”要求，也低于本次评价提出的 5.0mSv 年剂量管理约束值；项目所致公众人员年有效剂量符合《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，也低于本次评价提出的 0.25mSv 年剂量管理约束值。

（3）其它污染物对环境的影响分析

现场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，经空气稀释和自然分解后，对周围环境影响较小，符合国家相关标准要求。

X 射线现场探伤过程中产生的废显（定）影液及胶片属于危险废物，须定期委托有资质的单位处理。危废间按照要求进行地面硬化，并设立围堰，做到防腐防渗，符合国家相关标准要求，对周围环境基本不会造成影响。

本项目每次冲洗 50 张胶片，年冲洗 12 次。冲洗每次用水 10kg，年产生冲洗废水约 120kg，按危险废物进行管理。每年定期和废显、定影液及废胶片一起暂存应对贮存容器双重保护，防止泄露，并由专人保管，与有资质的单位签订回收协议，定期送交有资质的单位处理，建立台帐。不会对项目所在区域周边地表水环境产生影

响。

13.1.4 可行性分析结论

(1) 产业政策符合性

本项目属于核技术在工业领域内的应用，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于国家限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策。

(2) 实践的正当性

本项目实施的目的是为了对自生产的产品进行质检服务，以提高公司生产水平和确保产品质量，具有良好的经济效益和社会效益。因此，本项目使用 X 射线探伤机的目的是正当可行的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

(3) 项目可行性

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

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

(1) 建设单位应尽快制定对新增辐射工作人员和辐射管理人员的辐射安全培训计划、职业健康检查计划和个人剂量监测计划。

(2) 建设单位应尽快成立辐射安全与环境保护管理机构、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程。

13.2.2 承诺

(1) 公司承诺将根据报告表的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

(2) 本项目获得环评批复后，公司将及时向生态环境主管部门申领辐射安全许可证。

表 14 审批

Patient Information	
First Name	
Last Name	
Address	
City	
State	
Zip	
Phone	
Age	
Gender	
Marital Status	
Occupation	
Referral Source	
History of Present Illness	
Chief Complaint	
History of Present Illness	
Past Medical History	
Past Surgical History	
Family History	
Social History	
Review of Systems	
Physical Examination	
Vital Signs	
Cardiovascular	
Respiratory	
Gastrointestinal	
Genitourinary	
Neurological	
Musculoskeletal	
Dermatological	
Ophthalmological	
Otolaryngological	
Endocrine	
Immunological	
Hematological	
Laboratory Tests	
Imaging Studies	
Diagnosis	
Treatment Plan	
Follow-up	