

中船（天津）船舶制造有限公司
新建使用II类射线装置（X射线探伤机）项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：中船（天津）船舶制造有限公司

编制单位：中船（天津）船舶制造有限公司

2025年1月

建设单位法人代表： (签字)

编制单位法人代表： (签字)

项目负责人： (签字)

填 表 人： (签字)

建设单位：中船（天津）船舶制造
有限公司 (盖章)

电话：15620609015

传真：/

邮编：300452

地址：天津市滨海新区临港经济区
黄河道 2999 号-3

编制单位：中船（天津）船舶制造
有限公司 (盖章)

电话：15620609015

传真：/

邮编：300452

地址：天津市滨海新区临港经济区
黄河道 2999 号-3

表 1 项目基本情况

建设项目名称	中船（天津）船舶制造有限公司新建使用II类射线装置（X 射线探伤机）项目				
建设单位名称	中船（天津）船舶制造有限公司				
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它				
建设地点	天津市滨海新区临港经济区黄河道 2999 号-3				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	工业用 X 射线探伤装置			
建设项目环评批复时间	2024 年 05 月 23 日	开工建设时间	2024 年 06 月		
取得辐射安全许可证时间	2024 年 10 月 31 日	项目投入运行时间	2024 年 11 月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024 年 11 月	验收现场监测时间	2025 年 01 月		
环评报告表审批部门	天津市生态环境局	环评报告表编制单位	津滨绿意（天津）技术咨询有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	/	辐射安全与防护设施施工单位	/		
投资总概算（万元）	50	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	8.2	比例	16.4%
实际总概算（万元）	50	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	8.2	比例	16.4%
验收依据	<p>1.建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度</p> <p>（1）中华人民共和国主席令[2014]第九号《中华人民共和国环境保护法》，（2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>（2）中华人民共和国主席令[2003]第六号《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）；</p> <p>（3）中华人民共和国生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）（2021 年 1 月 1 日施行）；</p>				

(4) 中华人民共和国国务院令 第 682 号《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》(2017 年 10 月 1 日)；

(5) 中华人民共和国国务院令 第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 9 月 14 日发布, 2005 年 12 月 1 日施行, 2014 年 7 月 29 日第一次修订, 2019 年 3 月 2 日第二次修订)；

(6) 原国家环境保护总局令 第 31 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日发布, 2006 年 3 月 1 日起施行, 2008 年 12 月 6 日第一次修订, 2017 年 12 月 20 日第二次修订, 2019 年 8 月 22 日第三次修订, 2021 年 1 月 4 日生态环境部令 第 20 号修订并施行)；

(7) 原环境保护部令 第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年 4 月 18 日公布, 2011 年 5 月 1 日起施行)；

(8) 生态环境部令 第 15 号《国家危险废物名录(2021 版)》(2020 年 11 月 5 日通过, 自 2021 年 1 月 1 日起施行)；

(9) 国环规环评[2017]4 号《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》(2017 年 11 月 20 日)。

2. 建设项目竣工环境保护验收技术规范

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

(2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)；

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及第 1 号修改单；

(4) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023, 2023 年 7 月 1 日实施)；

(5) 《职业性外照射个人剂量监测规范》(GBZ 128-2019)；

(6) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023)；

(7) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；

(8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；

(9) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》(HJ 2025-2012)。

	<p>3.建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定</p> <p>(1) 《中船（天津）船舶制造有限公司新建使用II类射线装置（X射线探伤机）项目环境影响报告表》，津滨绿意（天津）技术咨询有限公司，2024年04月；</p> <p>(2) 天津市生态环境局关于“中船（天津）船舶制造有限公司新建使用II类射线装置（X射线探伤机）项目环境影响报告表的批复”，津环辐许可表[2024]032号，2024年05月23日；</p> <p>4.其他相关文件</p> <p>(1) 《中国核与辐射安全管理体系现场监督检查和执法程序》（2020版）；</p> <p>(2) 该单位提供的其他与本项目有关的资料。</p>
验收执行标准	<p>根据相关技术规范，本次验收时采用项目环评报告及环评批复中提出的环境保护标准作为验收标准。</p> <p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B</p> <p>(1) 职业照射的剂量限值</p> <p>B1.1 职业照射</p> <p>B1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：</p> <p>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；</p> <p>(2) 公众照射的剂量限值</p> <p>B1.2 公众照射</p> <p>B1.2.1 剂量限值</p> <p>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：</p> <p>a) 年有效剂量 1mSv；</p> <p>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；</p>

c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv;

d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。

2. 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织, 明确放射防护管理人员及其职责, 建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测, 按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下, 距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求, 在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 1 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压kV	漏射线所致周围剂量当量率
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

5.1.2 工作前检查项目应包括:

- a) 探伤机外观是否完好;
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损;
- c) 液体制冷设备是否有渗漏;
- d) 安全联锁是否正常工作;
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行;

- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；
- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

7 移动式探伤的放射防护要求

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。

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:

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

式中:

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

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

τ —每周实际开机时间, 单位为小时 (h)。

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

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

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

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

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

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

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

7.2.10 探伤机控制台 (X 射线发生器控制面板或 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。

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 控制区的范围应该清晰可见，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。

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 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。

8 放射防护检测

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。

8.4.2 检测方法

在探伤机处于照射状态，用便携式 X- γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，参照本标准第 7.2.2 条确定的剂量率值确定控制区边界，以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 为监督区边界。 γ 射线探伤机收回放射源至屏蔽位置或 X 射线探伤机停止照射后，确定控制区边界和监督区边界。

8.4.3 检测周期

每次移动式探伤作业时，运营单位均要开展此项监测。凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：

a) 新开展现场射线探伤的单位；

- b) 每年抽检一次;
- c) 在居民区进行的移动式探伤;
- d) 发现个人季度剂量 (3 个月) 可能超过 1.25mSv。

8.4.4 结果评价

控制区边界不应超过本标准第 7.2.2 条确定的剂量率值, 监督区边界不应超过 2.5 μ Sv/h。

8.5 放射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员 (包括维修人员), 应按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。

8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测, 并按规定格式记入个人剂量档案中。

本项目移动探伤年累计曝光时间为 208.3h, 周曝光时间最大约为 4.16h, 故本次按 7h 以下的控制区边界周围剂量当量率 15 μ Sv/h 划分控制区。

综上所述, 本项目以 2.5 μ Sv/h、15 μ Sv/h 分别作为现场探伤监督区边界和控制区边界剂量率控制目标。

3. 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002), 辐射工作人员所受职业照射的剂量限值为连续 5 年内平均年有效剂量不超过 20mSv, 关键组公众成员的年有效剂量限值为 1mSv。

根据以上标准和辐射防护最优化原则并结合本项目特点, 为确保辐射工作人员和公众成员的安全, 本项目将 2mSv/a 作为辐射工作人员的年剂量约束值, 将 0.1mSv/a 作为公众成员的年剂量约束值。

表 2 项目建设情况

项目建设内容

1、项目由来

中船（天津）船舶制造有限公司注册地址和办公地址均位于天津市滨海新区临港经济区黄河道 2999 号-3，隶属于大连船舶重工集团有限公司（以下简称：大船集团），是大船集团“一总部四基地”之一的主要民品船舶生产基地。根据实际发展需要，中船（天津）船舶制造有限公司为提高产品质量，对生产的船体外板及主要结构焊缝进行无损探伤。本项目购置 2 台 X 射线探伤机，型号为 RIX-300MC-2 型（最大管电压 300kV，最大管电流 5mA），用于船体外板及主要结构焊缝无损探伤。本项目船体外板及主要结构焊接在船体，故船体外板及主要结构焊缝在非固定场所现场探伤。

中船（天津）船舶制造有限公司委托津滨绿意（天津）技术咨询有限公司编制了《中船（天津）船舶制造有限公司新建使用II类射线装置（X 射线探伤机）项目环境影响报告表》，于 2024 年 05 月 23 取得天津市生态环境局核发的批复（津环辐许可表[2024]032 号，见附件 2）。

目前，建设单位已完成本项目的建设，已购置 2 台 RIX-300MC-2 型工业用 X 射线探伤装置。2024 年 10 月 31 日，已取得天津市生态环境局核发的辐射安全许可证（证书编号：津环辐证[00864]，见附件 3），许可种类和范围：使用II类射线装置，有效期至 2029 年 10 月 30 日。

中船（天津）船舶制造有限公司已根据环评报告要求和环评批复意见落实了该项目的环保措施，目前各项环境保护措施和安全措施运行正常，已具备了环保设施“三同时”验收监测条件。

2、项目建设内容和规模

中船（天津）船舶制造有限公司新增使用 2 台 X 射线探伤机，型号为 RIX-300MC-2（最大管电压 300kV，最大管电流 5mA），用于船体外板及主要结构焊缝进行无损探伤。在厂区内焊接实验室新建 1 间 X 射线探伤设备存放间、洗冲室、暗室，依托公司厂区内现有危险废物暂存间暂存本项目产生的危险废物。

3、项目选址及周边环境情况

中船（天津）船舶制造有限公司位于天津市滨海新区临港经济区黄河道 2999 号-3，建设单位中心坐标为：117°46'8.230"，北纬 38°55'10.541"，厂区四至情况：东侧为渤

海四十路，西侧为渤海三十路，南侧为黄河道，北侧临海。

本项目主要对公司产生的船体外板及主要结构焊缝进行现场探伤，现场探伤场所主要在建设单位厂区范围内。本项目 X 射线探伤机在非工作期间存放于焊接实验室内 X 射线探伤设备存放间，设备存放间仅作为 X 射线探伤机的存放处，设备维修保养由设备制造单位进行。X 射线探伤设备存放间四至情况：西侧为室外空地，东侧为超声探伤室，北侧为洗冲室、暗室，南侧为室外空地。

4、环境敏感目标

本项目现场探伤作业，无实体屏蔽边界，因此取探伤作业场所监督区边界的所围区域作为评价范围（当监督区边界小于探伤作业场所边界外 100m 时，应按探伤作业场所边界外 100m 作为评价范围）。本项目环境保护目标为评价范围内活动的辐射工作人员和周围公众成员。

环境保护目标见表 2-1。

表 2-1 现场探伤场所周围主要环境保护目标情况

序号	保护目标	受影响人数	位置	距离	照射类型
1	辐射工作人员	4 人	现场探伤控制区外	相邻	职业照射
2	非辐射工作人员和周边公众	流动人群	评价范围内现场探伤监督区外	最大监督区边界	公众照射

5、环评审批及实际建设情况

本项目环评审批及实际建设情况见表 2-2。

表 2-2 本项目环评阶段及实际建设情况一览表

项目内容	环评建设情况				实际建设情况				备注
建设性质									
性质	新建				新建				与环评一致
建设地点									
建设地点	天津市滨海新区临港经济区黄河道 2999 号-3				天津市滨海新区临港经济区黄河道 2999 号-3				与环评一致
环境保护目标									
评价及验收范围	探伤作业场所监督区边界的所围区域作为评价范围(当监督区边界小于探伤作业场所边界外 100m 时,应按探伤作业场所边界外 100m 作为评价范围)				探伤作业场所监督区边界的所围区域作为评价范围(当监督区边界小于探伤作业场所边界外 100m 时,应按探伤作业场所边界外 100m 作为评价范围)				与环评一致
环境保护目标	评价范围内活动的辐射工作人员和周围公众成员				评价范围内活动的辐射工作人员和周围公众成员				与环评一致
设备参数									
装置名称	型号	最大管电压	最大管电流	工作场所	型号	最大管电压	最大管电流	工作场所	
工业用 X 射线探伤装置(X 射线探伤机)	RIX-300M C-2	300kV	5mA	非固定探伤场所	RIX-300MC-2	300kV	5mA	非固定探伤场所	
废弃物									

名称	状态	月排放量	年排放总量	暂存情况	最终去向	备注	
臭氧、氮氧化物	气态	少量	少量	不暂存	排入探伤现场外环境	与环评一致	
废显(定)影液 (含洗片废水)	液态	/	50kg	暂存在危废暂存间	交由有资质单位进行处置	与环评一致	
废胶片	固态	/	25kg	暂存在危废暂存间	交由有资质单位进行处置	与环评一致	
辐射安全和防护措施							
环评建设情况				实际建设情况			备注
防护用品	名称	数量	备注	名称	数量	备注	较环评阶段多 2 个铅橡胶帽
	铅板	1 件	新增	铅板	1 件	新增	
	铅橡胶衣	4 套		铅橡胶衣	4 套		
	铅橡胶帽子	/		铅橡胶帽子	2 个		
监测设备	名称	数量		数量			备注
	X-γ剂量率仪	2 台		2 台			与环评一致
	个人剂量计	4 个		4 个			
	个人剂量报警仪	4 台		4 台			

根据表 2-2 内容可知，本项目建设地点、环境保护目标、建设规模、防护措施等均与环评一致，对照中华人民共和国生态环境部办公厅关于印发《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的通知（环办环评函[2020]688 号），本项目不存在重大变动。

工程设备与工艺分析

1、设备组成

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。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。

其中，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。X 射线管、屏蔽套及附件总称管头组装体。

控制器为手提箱式结构，控制面板设置操作按钮和显示窗口，并配备电缆插座、源开关及接地端子的插座盒。本项目使用的 X 射线探伤机照射方向为定向。

2、工作原理

X 射线探伤是利用 X 射线能够穿透金属材料，并由于材料对射线的吸收和散射作用的不同，从而使检测器感光不一样，在底片或屏幕上形成黑度不同的影像，据此来判断材料内部缺陷情况的一种检验方法。当强度均匀的 X 射线束透照射物体时，如果物体局部区域存在缺陷或结构存在差异，它将改变物体对射线的衰减，使得不同部位透射射线强度不同，采用检测器检测透射射线强度，就可以判断物体内部的缺陷和物质分布等。X 射线探伤机分为实时成像和胶片成像系统两种形式。本项目所用 X 射线探伤机采用胶片成像系统，利用 X 射线穿透试件、以胶片作为记录信息的无损探伤方法。

X 射线机主要由 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熔金属（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。

本项目 X 射线探伤机为便携式工业 X 射线探伤机，外观图见图 2-1。



图 2-1 本项目 X 射线探伤机图片

3、工艺流程及产污环节

(1) 本项目移动（现场）探伤探伤活动具体工作流程如下：

- 1) 确定工作方案后，由辐射工作人员将 X 射线探伤机从存放地点运至探伤现场；
- 2) 在进行 X 射线探伤工作前，辐射工作人员先参照本次评价提出的控制区和监督区的边界，考虑到探伤工件厚度、周围建筑、探伤现场条件等因素影响下，控制区和监督区范围不能满足无屏蔽理论范围时，可通过在有用线束方向放置 6mm 的铅板进行屏蔽防护，以减小控制区和监督区的范围。在现场探伤场所设置安全警戒措施，在控制区及监督区边界拉上警戒线，并设置明显的警示标志；
- 3) 确保控制区及监督区无其他人员且各种辐射安全措施到位后，连接好 X 射线探伤机控制部件；
- 4) 第一次曝光期间，利用 X- γ 剂量率仪巡测工作场所剂量率，对控制区、监督区边界进行修正，以证实控制区及监督区边界设置正确。
- 5) 将胶片贴于被测工件焊缝处，贴完胶片后，辐射工作人员离开探伤现场控制区，拉上警戒线，在控制区边界外开启开关，正式开始探伤工作。
- 6) 达到预定照射时间后，探伤机自动关机，辐射工作人员用 X- γ 剂量率仪监测

工作场所的辐射水平，确保探伤机关闭且辐射水平处于正常状态下后，进入控制区，收回 X 射线探伤机，曝光结束，拆除警戒并离场。

7) 取下胶片，并做好标记，将胶片送至公司洗冲室、暗室，进行评片和审片。

8) 将 X 射线探伤机运输至存放位置，进行台账登记后，设备入库。

工艺流程及产污环节示意图如下图所示。

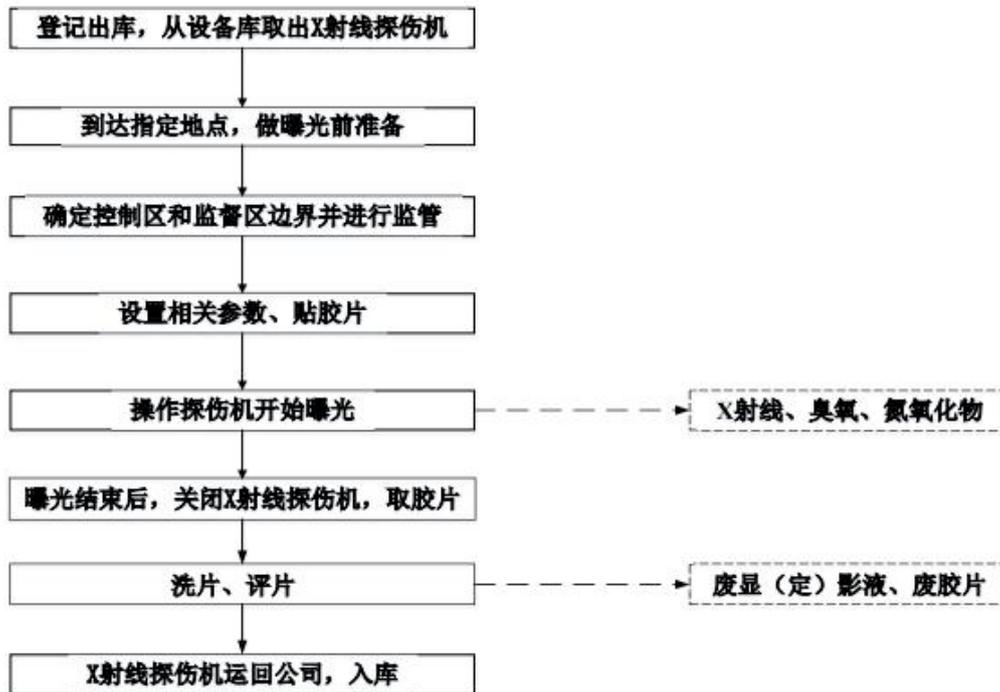


图 2-2 X 射线探伤机移动（现场）探伤工艺流程及产污环节示意图

若 X 射线探伤机长时间不用或初次使用需要先进行训机，然后做出曝光曲线，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。训机的目的是提高射线管真空度，如果真空度不良，会使阳极烧毁或者击穿射线管，导致故障，甚至报废。本项目 X 射线探伤机每 1 个月进行一次训机，训机和曝光曲线制作均在探伤现场进行，工作流程与正常现场探伤流程相近，训机和曝光曲线制作过程中，也会产生 X 射线和少量的 O_3 和 NO_x 废气。

（2）洗片、评片工艺流程

1) 胶片显影：把曝光后的胶片用镊子浸入显影液中，显影 5~15min，不停用镊子搅动胶片使得胶片不粘在显影池上。显影液定期更换，更换时产生废显影液。

2) 初次冲洗：显影后，取出胶片把显影液控干，再将胶片放入初次冲洗池中，冲洗掉显影液，产生洗片废水。初次冲洗池中的洗片废水含有显影液。

3) 胶片定影：将胶片从冲洗池中取出，浸入定影液中，定影 5~10min，不停用镊子搅动胶片使得胶片不粘在定影池上。定影液定期更换，更换时产生废定影液。

4) 二次冲洗：胶片定影后，将定影液控干后放入二次冲洗池中，把定影液冲洗掉即可取出胶片，产生洗片废水。二次冲洗池中的洗片废水（含定影液）与初次洗片废水（含显影液）一同收集。

5) 评片存档：对冲洗后的胶片进行评片，确认无误后存档。因过度曝光、曝光不足、底片未对正探伤位置或被探伤工件未进行清洁等各种因素，产生废胶片。

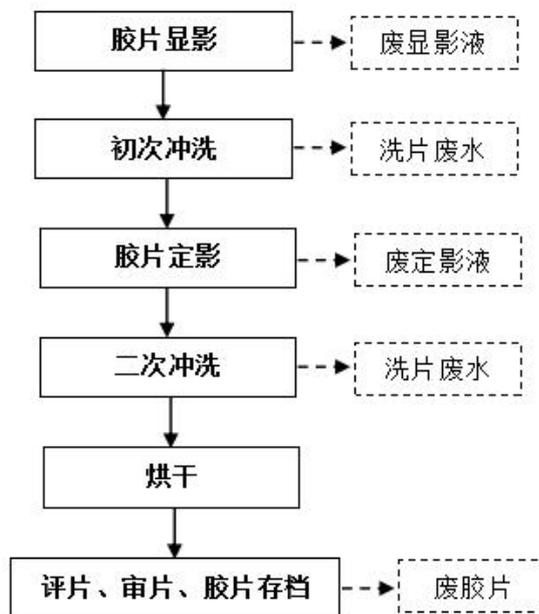


图 2-3 胶片冲洗、评定工艺流程及产污环节示意图

4、劳动定员及工作制度

(1) 劳动定员

本项目配备 4 名辐射工作人员，工作人员 2 人一组，每个探伤作业场所为一组工作人员使用一台探伤机进行探伤工作，因此，两组工作人员不会在同一场所同时进行探伤作业，故 2 台探伤机不会在同一地点同时使用。

(2) 工作量

中船（天津）船舶制造有限公司实行单班制，每天工作 8h，年工作 250 天，每周工作 5 天，年工作 50 周。本项目建设完成后，2 台 X 射线探伤机每天最多探伤船体外板及主要结构件 10 个，每周最多 50 个（每周按 5 天计），每年最多 2500 个（每

年按 250 天计)。每个工件最长曝光时间约为 5min,则每周累计最长照射时间为 4.16h,年累计最长照射时间为 208.3h。辐射工作人员分 2 组进行探伤工作,工作时长平均分配,则每组工作人员无损探伤时年受照时间为 $208.3 \times 1/2 = 104.15\text{h}$ 。每台 X 射线探伤机 1 个月训机一次,在探伤工作场所按 2 组辐射工作人员平均分担训机工作,每次训机最长不超过 15min,则全年训机时间为 6h,每组工作人员训机时年受照时间为 $6 \times 1/2 = 3\text{h}$ 。

因此,每位辐射工作人员全年受照时间为 $104.15\text{h} + 3\text{h} = 107.15\text{h}$ 。

5、主要污染源、污染物处理和排放

5.1 污染源分析

(1) X 射线 (电子线)

本项目 X 射线探伤机属于工业用 X 射线探伤装置,由其工作原理可知,X 射线随机器的开、关而产生和消失,只有在开机状态下并且启动 X 射线管才会产生 X 射线,一旦切断电源,便不会再有 X 射线产生。

(2) 固体废物

本项目采用胶片成像,使用显(定)影液冲洗胶片。因此,本项目产生的固体废物为废显(定)影液(含洗片废水)及废胶片。

(3) 废气

本项目 X 射线探伤机运行过程中的 X 射线会电离空气产生少量臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)。

综上所述,本项目产生的本项目主要污染因子为 X 射线、 O_3 和 NO_x 、废显(定)影液(含洗片废水)及废胶片。

5.2 正常工况污染途径

(1) X 射线

X 射线探伤机开机后产生的 X 射线,正常工况下的污染途径包括,X 射线机发射的初级 X 射线(有用线束)、初级 X 射线照射在被照工件上产生的散射射线以及 X 射线机的漏射射线,可能对辐射工作人员及周围公众产生外照射危害。

(2) 非放射性废气

X 射线会使周围的空气发生电离，从而产生极少量不具有放射性的有害气体，主要为 O₃ 和 NO_x。本项目 O₃ 和 NO_x 产生量极少，且本项目属于室外现场探伤，移动探伤时少量废气经自然通风，对周围环境影响较小。

（3）固体废物

本项目胶片冲洗过程产生废显（定）影液（含洗片废水）及废胶片。废显影液、废定影液的主要成分为苯二酚、亚硫酸钠，并含重金属银（含银浓度 > 10mg/L），属于感光材料废物。根据《国家危险废物名录（2021 版）》，废显影液、废定影液及废胶片均为危险废物（HW16 感光材料废物，废物代码 900-019-16），无放射性。

根据建设单位探伤情况，本项目每年产生废显影液和废定影液（含洗片废水）共约 50kg，年产生废胶片 25kg。

废显（定）影液（含洗片废水）收集于专用废物桶内，废胶片收集在收纳箱内，暂存于危废暂存间，定期委托有资质单位转运、处置。

5.3 事故工况污染途径

（1）X 射线探伤前清场不完全或在探伤过程中警戒工作未到位，致使工作人员或公众误入控制区或监督区，使其受到意外照射。

（2）探伤现场选择及现场控制区、监督区划分不合理，检测过程中未及时对控制区、监督区边界辐射水平进行检测，或调整检测工况后未重新分区，导致辐射工作人员和现场周围公众超剂量照射。

（3）由于设备故障（如延时装置损坏），辐射工作人员还未撤离即开机出束，导致辐射工作人员受到超剂量照射。

（4）由于探伤作业环境条件限制，不能满足防护距离或现场探伤作业监督区范围内有无法撤离的公众成员时，未做额外防护，或辐射工作人员未按操作规程进行操作时，导致公众成员受到意外照射。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

辐射安全与防护设施/措施

1、工作场所分区

为加强探伤工作场所的管理，避免无关人员受到不必要的照射，本项目对辐射工作场所划定控制区和监督区，进行分区管理。《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中控制区和监督区的定义如下：控制区为在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区为未被确定为控制区、通常不需要采取专门的防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

现场探伤时，按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相应的规定及要求，对辐射工作场所进行分区管理，划分为控制区、监督区，本项目X射线探伤机移动（现场）探伤周曝光时间约为4.16h，故本次按7h以下的控制区边界周围剂量当量率15 μ Sv/h划分控制区，本项目辐射工作场所的控制区和监督区划分见表3-1。

表3-1 本项目辐射工作场所控制区和监督区的划分

分区	控制区	监督区
工作场所	将作业场所中周围剂量当量率大于15 μ Sv/h的范围内划为控制区。可根据探伤实际情况设置控制区。	将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于2.5 μ Sv/h的范围划为监督区。根据野外探伤的地形，建筑物实际情况确定监督区。
管理要求	边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰的“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。	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。

2、辐射安全与防护措施

2.1 X 射线探伤机放射防护性能

(1) 本项目 X 射线探伤机控制台设有钥匙控制，钥匙由射线装置专职管理人员进行保管，同时控制台上设置紧急停机按钮。

(2) 本项目控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆为 20m。

(3) 本项目 X 射线探伤机配备控制器设有延时（开机）曝光装置，延时曝光 30s，可以有效降低辐射工作人员的受照剂量。

2.2 移动式探伤作业前准备

(1) 在探伤工作前对设备检查，至少包括以下几项：①探伤机外观是否完好；②电缆是否有断裂、扭曲及破损；③报警设备和警示灯是否正常运行；④螺栓等连接件是否连接良好等；⑤监测设备及防护用品是否完好。

(2) 在实施移动式探伤工作之前，对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容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。以便于制定符合实际情况的探伤工作方案。

(3) 确保开展移动式探伤工作的每台 X 射线探伤机配备 2 名辐射工作人员。辐射工作人员均已通过核技术利用辐射安全与防护专业知识考核，持证上岗。

(4) 在探伤现场考察的基础上，辐射工作人员每次在开展现场探伤工作前制定探伤作业方案，主要包括：探伤工况、时间、地点、控制区域和监督区域范围、监测方案、清场方式等，并明确相关探伤、防护、警戒人员的职责和分工。

2.3 移动式探伤分区设置

(1) 探伤作业时，公司对工作场所实行分区管理，将工作场所分为控制区和监督区，并在相应的边界设置警示标识。现场探伤工作在指定为控制区的区域内进行。船体外板及主要结构焊缝探伤作业为移动式（现场）探伤，非固定场所探伤作业时，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，重新进行场所剂量率的巡测，重新划分控制区和监督区。

(2) 通过巡测，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（本项目每台 X 射线探伤机每周曝光时间不高于 7h），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。划区的方式为使用 X- γ 剂量率仪，参考环评估算结果，采用由远及近方式检测出剂量率分别为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 、 $15\mu\text{Sv/h}$ 的位置。在控制区边界上合适、醒目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，辐射工作人员在控制区边界外操作，如现场条件不能满足防护距离时或现场探伤作业监督区范围内有无法撤离的公众成员时，在对应方向上使用防护铅板，缩小其边界距离，保证区边界剂量率满足标准要求，防护铅板非工作期间存放于 X 射线设备存放间内。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。监督区边界设置电离辐

射警示标志并在监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，通过喇叭通知无关人员撤离，在必要时设专人警戒。对现场巡测数据做好记录，并妥善保存。

(3) 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，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。如由于探伤作业环境条件限制（在船上进行无损探伤的场地范围限制），进行短距离操作时，不能满足防护距离时或现场探伤作业监督区范围内有无法撤离的公众成员时，在对应方向上使用防护铅板，缩小其边界距离，保证控制区、监督区边界剂量率满足标准要求。

(4) 本项目辐射工作人员 4 名，2 人一组，每个探伤作业班组配备一台便携式 X- γ 剂量率仪，并定期对其开展检定/校准工作。每名辐射工作人员配备 1 台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。

(5) 探伤作业期间对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，若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。

(6) X 射线发生器控制器设置在合适位置并设有延时（开机）曝光装置，X 射线探伤机侧无曝光按钮，确保人员安全的同时尽可能降低操作人员的受照剂量。放置好 X 射线探伤机和探伤工件后，人员撤离到控制区外，控制器与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆为 20m；确保探伤区域内无人员停留后，通过控制器进行出束照射，控制器延时曝光时间 30s。

2.4 移动式探伤安全警示

(1) 本项目 X 射线探伤为本单位生产船体外板及主要结构焊缝的探伤作业，建设单位探伤作业前提前做好辐射防护工作，提前发布探伤作业信息，并通知所有相关人员，防止意外照射发生。

(2) 建设单位在探伤现场设有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”和“照射”信号有明显的区别，并且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。X 射线探伤的警示信号指示装置与探伤机联锁。

(3) 建设单位通过巡查确认，周边人员可在控制区的所有边界都能清楚地听见

或看见“预备”和“照射”信号。并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告标志和警示语等提示信息。

2.5 移动式探伤边界巡查与检测

(1) 开始移动式探伤之前，辐射工作人员进行巡查，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。若在有人固定工位的地点进行探伤工作，尽量选择夜晚或人员较少的时间工作，必要时可与有关部门联系疏散人员后再进行工作。

(2) 控制区的范围设置清晰可见，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，安排足够的人员进行巡查。

(3) 在试运行（或第一次曝光）期间，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，建设单位对便携式 X-γ 剂量率仪进行检查，确认其能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X-γ 剂量率仪一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

(5) 移动式探伤工作期间，辐射工作人员除佩戴个人剂量计进行常规个人监测外，还佩戴个人剂量报警仪、便携式 X-γ 剂量率仪。

2.6 移动式探伤操作要求

本项目利用定向式探伤机进行移动式探伤工作，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。

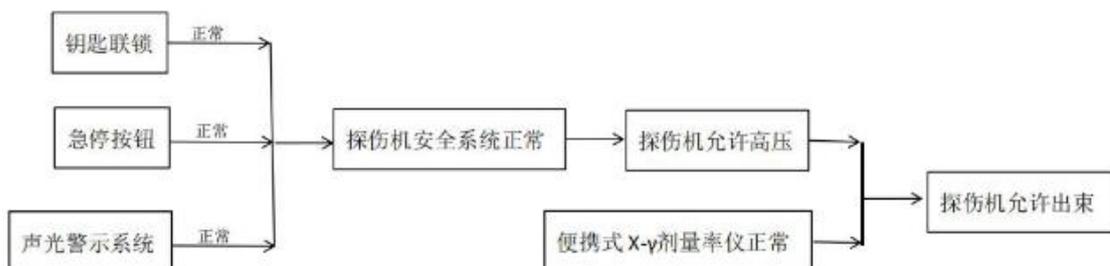


图 3-1 X 射线探伤机安全联锁逻辑关系图

2.7 日常管理

(1) 建设单位承诺设备定期检修，有规定使用寿命的部件，到时限必须更换，

防止因设备故障而发生的辐射事故。

(2) 探伤作业结束后，辐射工作人员及时将射线装置放回指定位置，避免丢失和被盗。

(3) 落实操作规程和辐射防护相关制度，定期对放射工作场所进行放射防护安全检查与监测，定期检查 X 射线探伤设备存放间安全状况，对射线装置每月进行一次检查，确保 X 射线装置账物统一。

(4) X 射线探伤机维修与保养

建设单位承诺 X 射线探伤设备存放间仅作为射线装备的存放处，使用单位应对射线装置的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，在维修、保养过程中，维修人员需佩戴个人剂量计、携带个人剂量报警仪、X- γ 剂量率仪，实时监测剂量率，以防出现辐射事故，造成误照射。

设备维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检测；当设备有故障或损坏需更换零部件时，保证所更换的零部件为合格产品；做好设备维护记录。

X 射线探伤设备存放间设有专用钥匙由专人负责保管，设置监控设施，24h 监控设备存放间内部情况。X 射线探伤机出入库时，领用探伤机的辐射工作人员需要按照公司制定的《射线装置使用登记与台账管理制度》进行登记，以保证 X 射线探伤机的安全。

(5) 个人剂量计定期交有资质的检测单位进行监测，并建立个人剂量档案，确保工作人员的照射剂量控制在剂量管理限值范围内。

(6) 建立辐射事故应急与上报制度，发生或发现辐射事故后，当事人立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告，建设单位根据法规要求，立即向射线装置使用地生态环境主管部门、公安部门、卫生行政主管部门报告。

建设单位在开展移动式探伤作业时，做好以上安全防护措施，以全面落实《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求。

本项目辐射安全与防护设施见下图。



电离辐射警告标志、警告牌



警示报警灯



防护铅板



控制器钥匙开关、急停按钮



铅橡胶衣等



铅帽



个人剂量牌



图3-2 本项目辐射安全与防护设施

4、三废的治理

本项目主要污染因子为射线装置使用过程中产生的 X 射线，射线装置运行过程中无其他放射性废气、废水、固体废物产生，会产生少量臭氧、氮氧化物、废显影液、废定影液（含洗片废水）及废胶片等非放射性废物。

本项目移动探伤产生的少量废气通过自然逸散排至大气环境，有害气体不会累积，且 X 射线探伤机单次曝光时间较短，O₃ 产生量较少且在常温下不断转化为氧气，对周围环境影响较小。洗片过程中产生的废显（定）影液（含洗片废水）收集于专用废物桶内（下设托盘防渗漏），废胶片收集在收纳箱内，暂存于公司厂区内现有危废暂存间，定期交由有资质单位处置。

5、辐射安全管理

5.1 辐射安全与环境保护管理机构

中船（天津）船舶制造有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律、法规的要求成立了辐射安全与环境保护管理机构，机构名称为辐射安全防护与环保管理小组，负责辐射安全与环境保护管理工作，由建设单位法人朱平担任本单位辐射工作安全第一责任人，对辐射安全工作负总责，指定薄立丽同志为专职核辐射防护负责人，具体负责辐射安全与防护工作，成员组成情况见表 3-2。

表3-2 辐射安全防护与环保管理小组成员

姓名	职务	专（兼）职
朱平	负责人	专职
薄立丽	核辐射防护负责人	专职
李淼	成员	专职
高永尚	成员	专职
孟庆倩	成员	专职
吕远新	成员	专职
程国伟	成员	专职

具体职责如下：

1) 严格执行国家、地方的有关法律、法规，依法对我单位辐射项目的安全和防护及管理工作负责，并对因管理不善造成的放射性危害承担责任。

2) 组织本单位辐射工作和管理人员进行有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育及辐射事故应急演练，做到持证上岗。建立辐射工作人员健康和个人剂量档案。

3) 严格按照《辐射安全许可证》规定的种类和范围从事放射性同位素和射线装置的生产、销售、使用活动。

4) 负责本单位的放射性污染防治工作，依照法律法规的要求采取有效的安全与防护措施，保证辐射工作场所安全防护、安全联锁等污染防治设施符合国家的有关规定，设置明显的放射性标示、标志和中文警示说明，配备必要的防护用品和监测仪器，并确保这些设备设施的安全有效，严格防范可能导致放射性事故的发生，接受各级生态环境、公安、卫生与健康、应急等部门的监督管理。

5) 依法依规建立健全本单位各项安全管理制度和辐射事故应急预案并抓好落实。发生丢失、被盗和人员误照射事故时，立即启动本单位辐射事故应急预案，采取应急措施，减轻事故损失。并立即向所在地生态环境、公安部门、卫生与健康、应急管理部门报告。负责事故调查处理和消除污染的工作。

6) 建立完整的放射性同位素与射线装置资料档案，进行登记、检查和定期清点，做到账物相符。

7) 每年1月31日前向天津市生态环境局报送放射性同位素与射线装置安全和防护年度评估报告，并对存在的安全隐患立即进行整改。

5.2 辐射工作人员

本项目现有辐射工作人员4名，均已参加辐射安全与防护培训并考核合格，持证上岗，具体工作人员情况见下表。

表3-3 本项目辐射工作人员情况表

序号	姓名	性别	培训证号	有效期
1	孟庆超	男	FS23TJ1200294	2028.04.10
2	吕远新	男	FS23TJ1200295	2028.04.10
3	程国伟	男	FS23TJ1200287	2028.04.07
4	李家桢	男	FS23TJ1200286	2028.04.07

5.3个人剂量管理

建设单位按照国家有关标准、规范的要求，安排辐射工作人员接受个人剂量监测，外照射个人剂量监测周为三个月，每次的监测结果纳入辐射工作人员个人剂量监测档案永久保存。

5.4 辐射安全管理规章制度

已按照《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》和《辐射安全与防护监督检查技术程序》（生态环境部（国家核安全局）2020年）相关要求，制定了相应的辐射安全管理规章制度，主要包括

- （1）《操作规程》；
- （2）《岗位职责》；
- （3）《人员培训计划》；
- （4）《设备检修维护制度》；
- （5）《个人剂量管理制度》；
- （6）《监测方案》
- （7）《辐射防护和安全保卫制度》；
- （8）《台账管理制度》；
- （9）《辐射安全与环境保护管理机构、负责人及职责》；
- （10）《辐射事故应急措施》等辐射安全管理制度。

建设单位制定的辐射安全管理制度较为全面，可操作性强。在严格执行的条件下，基本可以实现辐射设备的安全、规范管理，一旦发生辐射事故可以迅速应对，执行辐射事故应急预案，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放

射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关要求。

6、辐射活动能力落实情况

6.1与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》安全和防护能力对照检查符合情况

表3-4 安全和防护能力对照检查情况

应具备条件	落实情况	符合情况
<p>第五条</p> <p>生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，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。射线装置的生产测试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众收到意外照射的安全措施。</p>	<p>在探伤现场设置电离辐射警告标识和中文警示说明。X射线探伤机控制台设有钥匙控制及工作状态指示灯，采用声光报警装置，并设有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。对工作场所实行分区管理，设置警戒线及警示标志等。</p>	符合
<p>第九条</p> <p>生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对检测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。</p>	<p>建设单位已配备X-γ剂量率仪，具备一定的自行监测能力，定期对辐射环境进行自行监测，委托有资质的单位进行辐射场所监测。</p>	符合
<p>第十二条</p> <p>生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的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，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。</p>	<p>承诺每年提交年度评估报告。</p>	承诺每年提交年度评估报告。
<p>第十七条</p> <p>生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的不得上岗。</p>	<p>辐射工作人员均已进行辐射安全与防护培训，成绩合格后持证上岗，建设单位承诺组织辐射工作人员考核合格到期前接受一次再培训，再培训合格后方可继续从事辐射工作。</p>	符合，现有辐射工作人员均持证上岗
<p>第二十三条</p> <p>生产、销售、使用放射性同位素与射线装</p>	<p>辐射工作人员工作时均配戴个人剂量计，并按照国家相关规</p>	符合

置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可发证机关。	定，委托有资质单位进行个人剂量监测，建立个人剂量档案。本项目自取得辐射安全许可证试运行期间未满一个监测周期，待监测周期满后进行个人剂量监测。	
---	--	--

6.2与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的符合情况

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可应具备相应的条件的符合情况。

表3-5 从事辐射活动能力评价符合情况

应具备条件	落实情况	符合情况
（一）使用I类、II类、III类放射源，使用I类、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。	已成立了辐射安全与环境保护管理机构，全面负责辐射安全与环境保护管理工作。	符合
（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。	辐射工作人员均已参加国家核技术利用辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的学习，并参加考核合格，持证上岗。	符合
（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。	不涉及
（四）放射性同位素与射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目控制台设有钥匙控制及紧急停机按钮。采用配备铅板、借助船体等屏蔽、场所分区、控制区设置放射性警告标识和中文警示说明，监督区设置警示标牌和警示灯，辐射工作人员现场警戒巡逻等方法，防止工作人员和公众受到意外照射。	符合
（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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	已配备便携式X-γ剂量率仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅橡胶衣、铅帽等防护用品。	符合
（六）有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定健全的辐射防护相关制度。	符合
（七）有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急措施。	符合
（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；使用放射性同	本项目运行过程中不产生放射性废气、废液、固体废物。且不涉及使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗等业务。	不涉及

位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作

6.3与《II类非医用X线装置监督检查技术程序》符合情况

本项目已设置安全防护设施和辐射安全管理制度，与《中国核与辐射安全管理体系统现场监督检查和执法程序》（2020版）的《II类非医用X线装置监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-024）对比结果见下表。

表3-6 与《II类非医用X线装置监督检查技术程序》对照检查情况

II类非医用 X 线装置监督检查技术程序要求		建设单位情况	是否符合	
辐射安全防护设施与运行	场所设施（移动式）	控制台有钥匙控制	已设置	符合
		控制台上紧急停机按钮		
		声光报警		
		警戒线及警示标志		
	监测设备	便携式辐射监测仪		
		个人剂量报警仪		
		个人剂量计		
应急物资	灭火器材			
管理制度	综合	辐射安全管理规定	已制定	符合
		操作规程		
		非固定场所使用的管理规定		
		辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）		
	监测	监测方案	已制定	符合
		监测仪表使用与校验管理制度		
	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	符合
		辐射工作人员个人剂量管理制度		
应急	辐射事故应急预案	已制定	符合	

6.4核技术应用项目竣工环保验收主要内容

表3-7 验收主要内容一览表

验收项目	验收内容及要求	符合情况
剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和环评报告建议，公众、职业照射剂量约束值执行0.1mSv/a和2mSv/a。控制区边界剂量率控制水平不超过15μSv/h，监督区边界剂量率控制水平不超过2.5μSv/h。	符合

电离辐射标志和中文警示	控制区边界上合适、醒目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。	符合
辐射安全设施	在现场探伤场所设置安全警戒措施，在控制区及监督区边界拉上警戒线，并设置明显的警示标志；探伤作业环境条件限制，进行短距离操作时，采用防护铅板等缩小其边界距离。	符合
辐射监测	制定了满足管理要求的辐射监测制度；监测记录存档；配备X-γ剂量率仪、个人剂量报警仪、个人剂量计；辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立健康档案。	符合
规章制度	制定的辐射安全管理制度和操作规程符合要求，且得到落实。	符合
人员培训	从事放射性工作的人员通过辐射安全与防护知识的培训和考核，持证上岗。	符合
应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际，明确了处理组织机构及职责、处理原则信息传递程序和技术方案等。	符合

7、辐射防护与环保投资

辐射防护与环保投资主要包括：辐射屏蔽防护措施及相关的防护用品，实际环保投资约8.2万元。辐射防护环保投资见下表。

表3-8 辐射防护环保投资

序号	项目	投资估算（万元）	备注
1	个人剂量计	0.1	4个
2	个人剂量报警仪	0.6	4台
3	X-γ剂量率仪	2.0	2台
4	个人防护用品	2.0	橡胶衣4套、铅橡胶帽子2个
5	铅板	2.5	1个，长1200mm×宽600mm×厚6mm
6	其他	1.0	警戒线、警告牌、电离辐射警告标志等
合计		8.2	—

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

1、建设项目环境影响报告表主要结论

1.1 项目概况

中船（天津）船舶制造有限公司注册地址及办公地址位于天津市滨海新区临港经济区黄河道 2999 号-3。为扩展业务能力，提高产品质量，中船（天津）船舶制造有限公司计划对生产的船体外板及主要结构焊缝进行无损探伤。建设单位拟购置 2 台移动式 X 射线探伤机，型号为 RIX-300MC-2 型（最大管电压 300kV，最大管电流 5mA），用于对船体外板及主要结构焊缝进行移动式无损探伤。并在厂区东南侧焊接实验室内设置 X 射线探伤设备存放间、洗冲室、暗室，依托公司厂区西南侧现有危险废物暂存间暂存本项目产生的危险废物。

1.2 实践的正当性

射线检验可以探测各种金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和融合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用。本项目实施后，可显著提高产品的质量与生产安全，从而有利于减少因产品质量问题而引起的安全生产事故，具有显著的社会和经济效益。本项目在考虑了社会、经济和其他相关因素之后，对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，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》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

1.3 选址、布局的合理性

本项目洗冲室、暗室位于公司焊接实验室。建设单位移动（现场）探伤场所主要在公司厂区范围内，不在居住区、行政办公区、商业区等人员密集区域开展，且计划安排在人员居留较少的时间段，正常情况下周围公众成员较少，探伤过程拟严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和探伤操作规程，对移动探伤工作场所实行分区管理，周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为控制区，周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在相应边界设置警示标识，拉起警戒线

等。

探伤机非工作时存放位置位于公司内 X 射线探伤设备存放间，并由公司专人负责保管。在落实上述辐射防护及分区管理要求的前提下，本项目选址及布局是可行的。

1.4 辐射安全与防护措施

X 射线探伤机控制台有钥匙控制，并由专人管理。控制台上设置紧急停机按钮。探伤机配有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，建设单位拟配备 2 台便携式 X- γ 剂量率仪，用于监测工作场所的辐射剂量，划定控制区、监督区，实行分区管理，设置警戒线及警示标志。拟为辐射工作人员配备个人防护用品，个人剂量计、个人剂量报警仪，并建立个人剂量监测档案等。公司拟制定各项辐射防护管理制度和辐射事故应急预案。

1.5 环境影响分析结论

现场探伤作业期间应通过巡测控制区、监督区边界的剂量率进行验证或调整边界，确保控制区边界剂量率控制水平不超过 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界剂量率控制水平不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

在 X 射线探伤机正常使用中，辐射工作人员年受照剂量及公众年受照剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的职业照射剂量限值 20mSv/a 、关键组公众成员照射剂量限值 1mSv/a 和本报告提出的辐射工作人员剂量约束值 2mSv/a ，公众人员剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。探伤作业对环境辐射影响较小，对辐射工作人员和公众是安全的。

1.6 辐射安全管理

建设单位拟成立专门的辐射安全与环境管理机构，拟制定各项辐射安全管理制度；拟配备辐射监测设备并制定辐射监测计划；拟制定辐射事故应急措施；拟安排新增辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识的培训及考核，并考核合格，持证上岗。

1.7 结论

综上所述，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

全与防护措施，加强环境管理的情况下，中船（天津）船舶制造有限公司将具备从事本项目相应辐射工作的技术能力和辐射安全防护措施，对周围环境和人员的辐射影响满足相应标准剂量限值和本报告提出的约束值要求，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从辐射环境保护角度论证，本项目的建设具有环境可行性。

天津市生态环境局

20240221150908207499

津环辐许可表〔2024〕032号

市生态环境局关于中船（天津）船舶制造有限公司新建使用Ⅱ类射线装置（X射线探伤机）项目环境影响报告表的批复

中船（天津）船舶制造有限公司：

你单位报送的《关于〈中船（天津）船舶制造有限公司新建使用Ⅱ类射线装置（X射线探伤机）项目环境影响报告表〉的报批申请》及相关材料收悉。经研究，及相关材料收悉。经研究，批复如下：

一、中船（天津）船舶制造有限公司注册地址为天津市滨海新区临港经济区黄河道2999号-3，拟投资50万元人民币（其中环保投资8.2万元），新建使用Ⅱ类射线装置（X射线探伤机）项目。主要建设内容为：在公司东南侧焊接实验室新建1间X射线探伤设备存放间（配备洗冲室、暗室）；非固定场所使用2台RIX-300MC-2型X射线探伤机（最大管电压300kV，最大管电流5mA），用于船体外板及主要结构焊缝无损探伤。

2024年05月08日—2024年05月13日，我局将该项目环境

影响报告表全本在天津市生态环境局官网进行了受理公示，公示期间未收到公众对该项目的意见和建议。你单位在全面落实报告表和批复提出的各项污染防治措施的前提下，我局同意该项目环境影响报告表结论。

二、你单位在项目实施和运行过程中应对照环境影响报告表，认真落实各项环境保护措施，并重点做好以下工作：

1.认真贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律、法规的要求。项目投入运行前须依法申请领取《辐射安全许可证》，禁止无许可证从事射线装置的使用活动。

2.根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和该项目环境影响报告表预测，拟建项目辐射职业人员照射剂量约束值执行 2mSv/a，公众照射剂量约束值执行 0.1mSv/a。

3.对直接从事射线装置使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

4.依据环境影响报告表对辐射工作场所实行分区管理，划分控制区、监督区。在控制区边界醒目位置设置电离辐射警示标志和“禁止进入射线工作区”警告牌；监督区边界悬挂清晰可见的

“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒；探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置；应设置与 X 射线探伤机联锁的提示“预备”和“照射”状态指示灯和声音提示装置，防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射。

非固定场所移动式探伤工作期间，你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辐射专职工作人员。每一个探伤作业班组应至少配备 1 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。

5.建立健全操作规程、岗位职责、辐射防护措施、培训计划、监测方案等规章制度，本项目应配备不少于 2 台 X- γ 剂量率仪、4 个人剂量报警仪、4 个人剂量计及与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品。

6.你单位洗片产生的废显（定）影液（包含冲洗废水）、废胶片属于危险废物，应按照法律规定分类收集后，暂存在公司西南侧现有危废暂存间内，定期交由有资质的单位进行处置。

三、本项目配套建设的环境保护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。项目竣工后，你单位应按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）要求，做好项目验收工作。验收合格后，方可投入使

用。

四、你单位应建立健全辐射事故应急预案，如发生辐射事故立即启动应急预案，采取应急措施，并向主管部门报告。

五、建设项目环境影响报告表自批准之日起超过5年，建设项目方开工建设的，你单位应将环境影响报告表报我局重新审核。

六、你单位应在收到本批复后5个工作日内，将批准后的项目环境影响报告表分别送天津市生态环境保护综合行政执法总队和天津市滨海新区生态环境局，并按规定接受各级生态环境主管部门的事中事后监管。

此复

(此件主动公开)



抄送：天津市生态环境保护综合行政执法总队、天津市滨海新区生态环境局

表 5 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制

1、人员资质

参加本次验收监测的采样、分析人员均持证上岗。

2、质量保证和质量控制

(1) 合理布设检测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。本次检测在该单位测试作业的情况下进行。

(2) 检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持有合格证书上岗。

(3) 检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

(4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

(6) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

表 6 验收监测内容

验收监测内容

1、监测项目

γ 剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)

2、监测时间

2025 年 01 月 3 日

3、监测频次

模拟工作状态下监测一次。

4、监测工况

现场探伤模拟检测时，电压：260kV，电流：5mA；检测时探伤机主射方向上放置 22mm 厚度的试板。使用 6mm 铅板进行防护。

5、监测单位

津滨环科（天津）检测技术服务有限责任公司

6、监测布点

根据本项目情况和周围环境布设监测点位，为分析开展现场探伤业务时监督区和控制区划分是否规范以及探伤过程中对周围环境的辐射影响，建设单位进行现场探伤模拟检测。本次验收根据相关监测标准、规范的要求，选取有代表性的方向，采用由远及近巡测的方式判断在模拟监测过程中划定的控制区和监督区边界剂量率是否分别低于环境影响评价文件及审批文件提出的限值要求（监督区边界剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 、控制区边界剂量率不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ）。监测点位示意图见图 6-1。

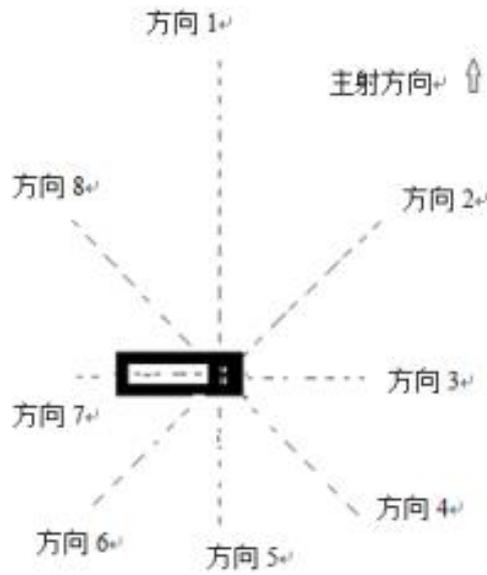


图 6-1 本项目探伤作业时现场监测俯视图（探伤机卧式摆放）

5、监测方法及监测仪器

表 6-1 监测仪器和监测规范

检测项目	分析方法及依据	检测单位	使用仪器	仪器编号
γ剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 HJ 1157-2021	津滨环科（天津） 检测技术服务有 限责任公司	环境监测 X、 γ辐射空气 比释动能率 仪 JB-4000	JBHK-YQ-0 62
	《辐射环境监测技术规范》HJ 61-2021			

表 7 验收监测

验收监测结果

1、监测结果

验收监测过程中，周围剂量当量率检测结果见下表。

表 7-1 探伤机作业时周围剂量当量率检测结果一览表

射线装置、型号		X 射线探伤机 RIX-300MC-2	
设备参数		额定管电压最大：300kV；额定管电流最大：5mA	
验收工况		260kV，5mA	
检测项目		γ剂量率（μGy/h）	
编号	监测点位置	检测结果	标准差
1	方向 1 控制区边界	14.406	0.609
2	方向 2 控制区边界	14.615	0.385
3	方向 3 控制区边界	14.476	0.466
4	方向 4 控制区边界	14.191	0.515
5	方向 5 控制区边界	14.399	0.543
6	方向 6 控制区边界	14.305	0.708
7	方向 7 控制区边界	14.290	0.455
8	方向 8 控制区边界	14.433	0.583
9	方向 1 监督区边界	2.492	0.055
10	方向 2 监督区边界	2.457	0.065
11	方向 3 监督区边界	2.475	0.054
12	方向 4 监督区边界	2.449	0.056
13	方向 5 监督区边界	2.475	0.047
14	方向 6 监督区边界	2.442	0.059
15	方向 7 监督区边界	2.481	0.049
16	方向 8 监督区边界	2.456	0.056

注：检测数据未扣除宇宙射线响应值。

1、验收监测结果

根据表 7-1 监测结果可知，在工作状态下控制区边界剂量当量率最大值为 14.615μGy/h，监督区边界剂量当量率最大值为 2.492μGy/h，（当权重因子为 1 时，1Gy/h=1Sv/h），满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的规定。

2、年有效剂量估算分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），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剂量估算出辐射工作人员及公众成员所受到的年附加照射剂量：

$$H=\dot{H}\times t\times T\times 10^{-3}\dots\dots\dots (7.1)$$

H——关注点处的年剂量当量，mSv/a；

Ḣ——关注点处的辐射剂量率，μSv/h；

t——年累计最长照射时间，h/a；

T：居留因子，不同场所与环境条件下的居留因子；

10⁻³：μSv 转换为 mSv 的剂量转换系数。

不同场所的居留因子取值见表 7-2。

表 7-2 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制区、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

根据射线装置全年曝光时间及辐射工作人员工作量，现场探伤时，每台探伤机曝光时间最长为 107.15h（含训机），辐射工作人员每年受照时间不超过 107.15h；由于本项目现场探伤位于建设单位厂区内，保守考虑，公众全年受照时间按 214.3h 计。

（1）职业工作人员的年有效剂量

建设单位已为辐射工作人员配备个人剂量计，但本项目自 2024 年 10 月 31 日取得辐射安全许可证进入试运营，目前未到一个月监测周期，本次验收根据现场监测情况对辐射工作人员的个人剂量进行估算。

现场探伤时，操作工作人员位于控制区以外，且避开有用射束；警戒人员位于监督区周围，同时因探伤现场不固定，本次估算以 15μSv/h 作为辐射工作人员工作时受照剂量率。现场探伤时，辐射工作人员为全居留，居留因子取 1，根据上述公式（7.1）计算年有效剂量约为 1.61mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业照射剂量限值 20mSv/a 和报告中提出的职业人员剂量约束值 2mSv/a 要求。

（2）公众成员年受照剂量

本项目为现场探伤，探伤过程中，实施分区管理并安排人员进行巡视，公众人员不得进入划定的监督区。本次估算以 2.5μSv/h 作为监督区边界公众受照剂量率，公众成员为偶然居留，居留因子取 1/16，则公众的受照年有效剂量约为 0.033mSv/a，

低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众照射剂量限值 1mSv/a 和环评报告提出的公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a 要求。

表 8 验收监测结论

验收监测结论：

1、工程概况

中船（天津）船舶制造有限公司注册地址和办公地址均位于天津市滨海新区临港经济区黄河道 2999 号-3，为提高产品质量，购置 2 台 X 射线探伤机，型号为 RIX-300MC-2 型（最大管电压 300kV，最大管电流 5mA），用于船体外板及主要结构焊缝无损探伤。本项目船体外板及主要结构焊接在船体，故船体外板及主要结构焊缝在非固定场所现场探伤。

中船（天津）船舶制造有限公司于 2024 年 10 月 31 日，已取得天津市生态环境局核发的辐射安全许可证（证书编号：津环辐证[00864]），许可种类和范围：使用 II 类射线装置，有效期至 2029 年 10 月 30 日。

中船（天津）船舶制造有限公司已根据环评报告要求和环评批复意见落实了该项目的环保措施，目前各项环境保护措施和安全措施运行正常。

2、辐射安全与防护设施

中船（天津）船舶制造有限公司在使用射线装置过程中，严格落实了《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管理办法》、环境影响报告表及其环评批复中的相关规定和要求。配备了辐射监测设施及防护措施。同时为辐射工作人员配备个人剂量计、个人剂量报警仪和 X- γ 剂量率仪，制定了相关辐射安全管理规章制度，落实了环评文件及批复中提出的辐射环境保护措施。

3、工作场所监测

建设单位射线装置在本次检测工况下，监测结果满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相关要求，职业人员所受年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的剂量限值要求和环评报告中提出的要求。

4、个人剂量估算

经计算，本项目辐射工作人员和公众所受年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业照射剂量限值 20mSv/a、公众照

射剂量限值 1mSv/a 和环评报告中提出的职业人员剂量约束值 2mSv/a、公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

5、辐射安全管理

建设单位已成立辐射安全管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作，制定了相应的辐射安全管理规章制度，制定了辐射事故应急预案，能够有效控制辐射安全。辐射工作人员已参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，持证上岗；配备了辐射监测设备并制定了辐射监测方案，能够满足辐射安全管理要求。

综上所述，中船（天津）船舶制造有限公司采取了有效的辐射防护措施，基本上落实了环评文件及批复文件中提出的环境保护措施。