

核技术利用建设项目

广西帆航船舶技术服务有限公司移动
式X射线探伤项目
环境影响报告表

广西帆航船舶技术服务有限公司

2025 年 10 月

核技术利用建设项目

广西帆航船舶技术服务有限公司移动 式X射线探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称：广西帆航船舶技术服务有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：南宁市江南区亭洪路商业21号10+1商业大道21号楼21-78号

邮政编码：530031 联系人：

电子邮箱： 联系电话：

打印编号: 1758188966000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	74air1		
建设项目名称	广西帆航船舶技术服务有限公司移动式X射线探伤项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	广西帆航船舶技术服务有限公司		
统一社会信用代码	91450128MAA79C0A54		
法定代表人（签章）	韦苑		
主要负责人（签字）	徐茂顺		
直接负责的主管人员（签字）	徐茂顺		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	广西仁辉环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91450105MA5NB3LGX2		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
黄瑞丹	0352024054500000006	BH034595	黄瑞丹
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
潘碧清	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、附件	BH067838	潘碧清
黄瑞丹	结论与建议	BH034595	黄瑞丹

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	5
表 3 非密封放射性物质	5
表 4 射线装置	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	7
表 6 评价依据	8
表 7 保护目标与评价标准	10
表 8 环境质量和辐射现状	12
表 9 项目工程分析与源项	13
表 10 辐射安全与防护	22
表 11 环境影响分析	34
表 12 辐射安全管理	46
表 13 结论与建议	53
表 14 审批	56

附件

- 附件1 委托书
- 附件2 项目备案证明
- 附件3 项目营业执照
- 附件4 辐射防护安全管理机构及职责
- 附件5 辐射安全管理制度体系
- 附件6 现场检测任务单
- 附件7 产品使用说明书**

表 1 项目基本情况

建设项目名称	广西帆航船舶技术服务有限公司移动式X射线探伤项目				
建设单位	广西帆航船舶技术服务有限公司				
法人代表	韦苑	联系人		联系电话	
注册地址	南宁市江南区亭洪路商业21号10+1商业大道21号楼21-78号				
项目建设地点	工作场所：广西壮族自治区内开展移动式探伤，无固定项目地点 存放地点：南宁市江南区亭洪路商业21号10+1商业大道21号楼21-78号				
立项审批部门	南宁市江南区发展和改革局		批准文号	2509-450105-04-01-155869	
建设项目总投资(万元)	50	项目环保投资(万元)	5	投资比例(环保投资/总投资)	10%
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			占地面积(m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			/	

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位情况

广西帆航船舶技术服务有限公司成立于2021年07月26日，注册地位于南宁市江南区亭洪路商业21号10+1商业大道21号楼21-78号。主要经营范围为船舶检验服务；检验检测服务；安全生产检验检测；安全评价业务。

项目开展的X射线移动式探伤项目的暗室、危废存放区拟设置在南宁市江南区亭洪路商业21号10+1商业大道21号楼21-78号，该场所仅用于X射线探伤机存放、洗片、

评片以及感光危废的暂存，不会在该场所开展X射线探伤和训机。

1.1.2 项目建设规模

建设单位拟配备3台XXG-2005型X射线探伤机，属于定向机，无固定检测场所，主要用于各大船厂及造船基地船体焊缝的无损检测。探伤机具体参数详见表1-1。

表1-1 建设单位拟配备射线装置一览表

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	备注
1	X射线探伤机	II	3	XXG-2005	200kV	5	恒压，定向

根据建设单位工作安排，共配备2名探伤检测人员，所配备的3台探伤机不会同时使用，建设单位业务范围为广西地区，不涉省外业务，因此探伤工作结束后会将所有胶片运回建设单位暗室进行洗片和评片，建设单位设置有评片室、暗室以及危废存放区，洗片产生的废显影液和废定影液以及废胶片，将储存在危废存放区内。

1.1.3 目的和任务由来

本次评价是对项目可能造成的辐射环境影响进行分析、预测和评估，提出预防或者减轻不良环境影响的对策、措施和进行跟踪监测，同时也为本项目的辐射环境管理提供科学依据，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

根据《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2017年第66号）对射线装置的分类，建设单位拟使用的X射线探伤机均属于工业用X射线探伤装置，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）等有关规定，本项目属于五十五、核与辐射172核技术利用建设项目，使用II类射线装置的，应编制环境影响报告表。受广西帆航船舶技术服务有限公司委托（委托书见附件1），广西仁辉环保科技有限公司对广西帆航船舶技术服务有限公司移动式X射线探伤项目进行环境影响评价。

1.1.4 项目周边保护目标以及场址选址

项目位于南宁市江南区亭洪路商业21号10+1商业大道21号楼21-78号，X射线探伤机无检测任务时暂存于建设单位仪器存放区，钥匙由专人保管，只存不用。建设单位探伤机及配套设施存放地理位置见图1-1，探伤机及配套设施存放位置平面布置图见图1-2。

项目X射线探伤机工作方式为移动式探伤，移动式探伤作业场所主要在广西境内，无固定探伤工作场所。项目主要环境保护目标为辐射工作人员及移动式探伤时监

督区边界外100m范围内偶尔路过或停留的其他非辐射工作人员。

建设单位在进行移动式探伤之前，应对工作环境进行全面的评估，评估内容应至少包括工作地点的选择、警戒的安全距离、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，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行移动式探伤的选址合理可行。

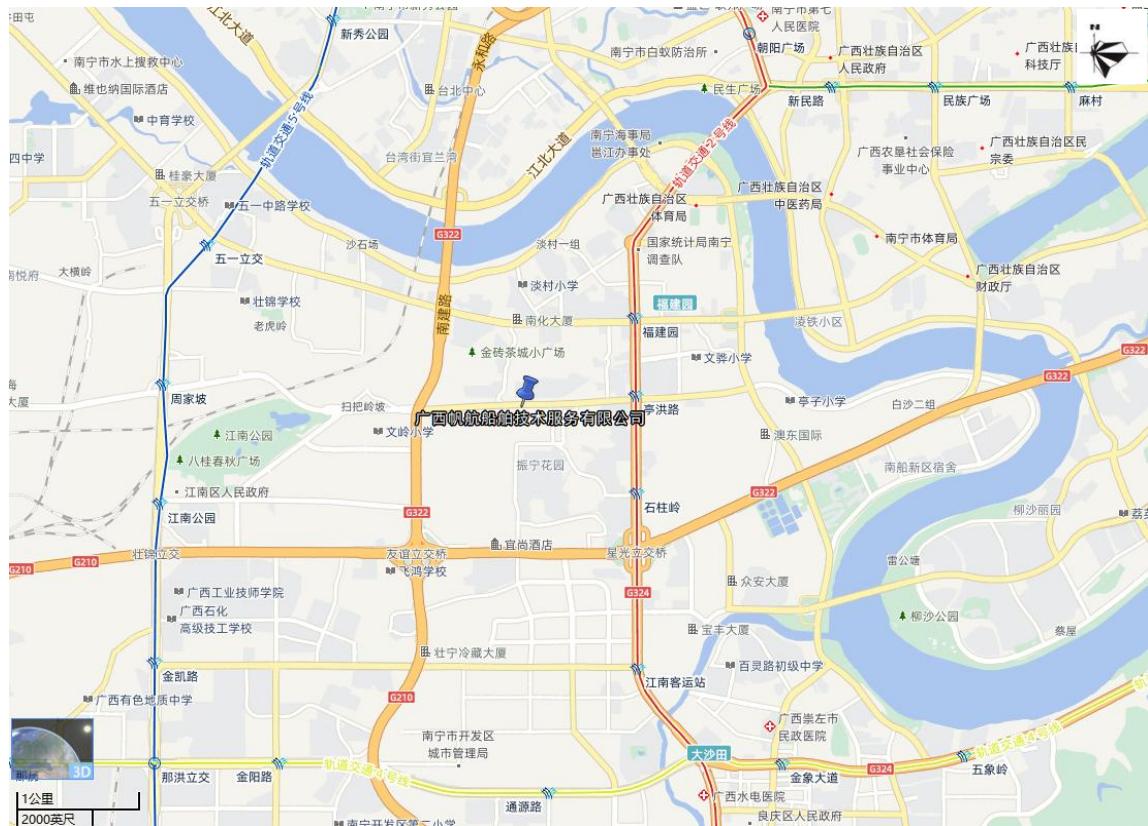


图1-1 建设单位探伤机及配套设施存放地理位置图

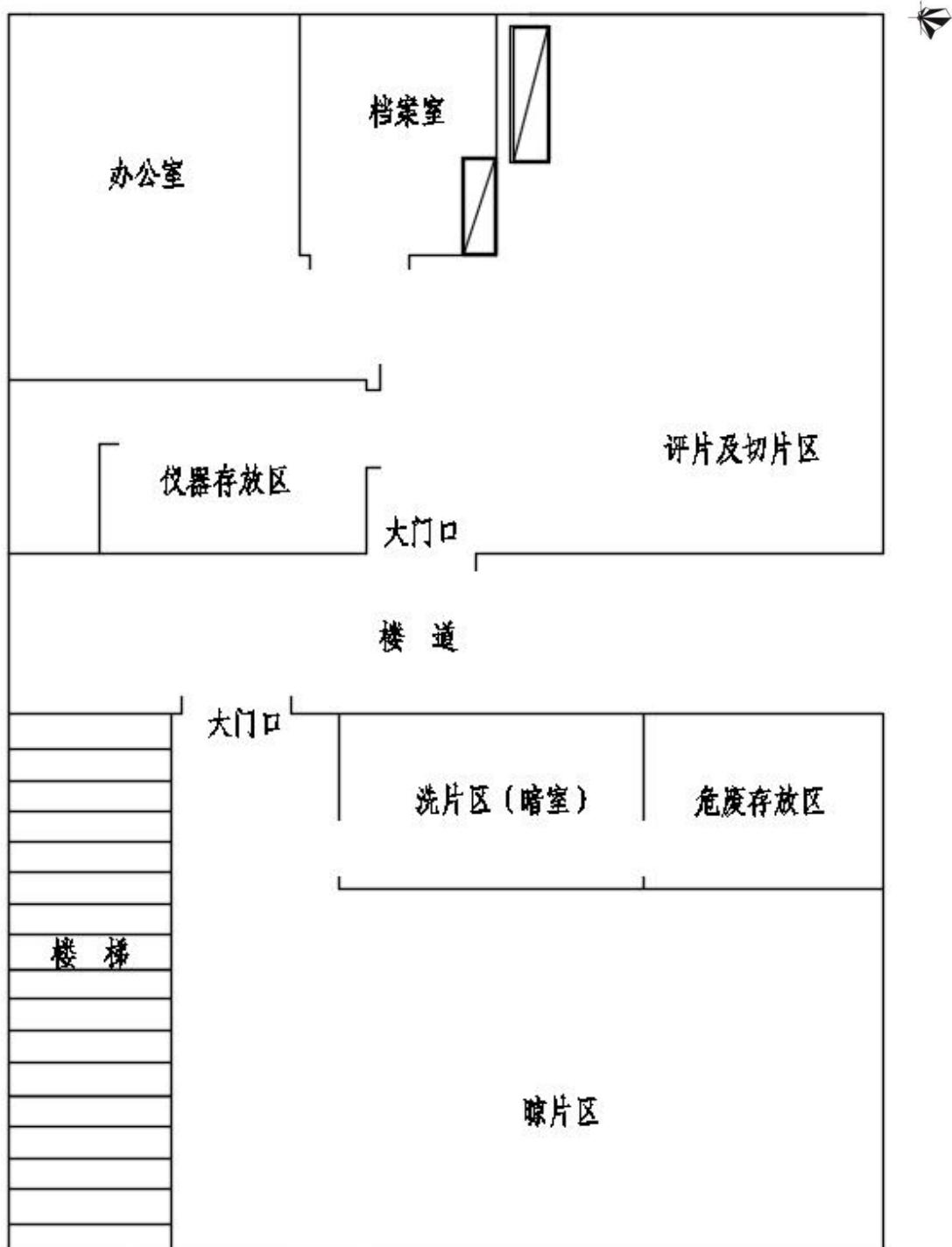


图1-2 探伤机及配套设施存放位置平面布置图

1.5 建设单位原有核技术应用项目许可情况

本项目为建设单位首次申请核技术利用项目，不存在原有核技术利用项目。

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)	年最大用量 (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	3	XXG-2005	200kV	5	无损检测	移动探伤在广西范围内无固定工作场所	定向

(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	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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
废显(定)影液	液态	/	/	/	≤200kg	/	暂存于专用塑料桶	委托有相应资质的机构处置
废胶片	固态	/	/	/	<u>≤2100张×10g/张=21kg</u>	/	暂存于特定收纳盒	委托有相应资质的机构处置

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》<u>(2015年1月1日施行)</u>；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》<u>(2003年9月1日起施行, 2018年12月29日修订)</u>；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》<u>(2003年10月1日起施行)</u>；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》<u>(2017年7月16日修订, 2017年10月1日施行)</u>；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》<u>(2005年12月1日施行, 2019年3月2日修订)</u>；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》<u>(2006年3月1日施行, 2021年1月4日修订)</u>；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》<u>(2011年5月1日起施行)</u>；</p> <p>(8) <u>《关于发布<射线装置分类>的公告》(国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告第66号, 2017年12月6日发布)</u>；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》<u>(2021版)</u>，<u>(生态环境部部令第16号, 2021年1月1日起施行)</u>；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录》<u>(2024年本)</u>，<u>(2024年2月1日施行)</u>；</p> <p>(11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》<u>(国环规环评〔2017〕4号, 自2017年11月20日发布并施行)</u>；</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核事项的公告》<u>(生态环境部公告2019年第57号, 2020年1月1日施行)</u>。</p>
技 术 标 准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》<u>(HJ2.1-2016)</u>；</p> <p>(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》<u>(HJ10.1-2016)</u>；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》<u>(GB18871-2002)</u>；</p> <p>(4) 《工业探伤放射防护标准》<u>(GBZ117-2022)</u>；</p> <p>(5) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》<u>(GBZ/T250-2014)</u>及第1号修改单<u>(国卫通〔2017〕23号)</u>；</p>

	<p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(8) 《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)；</p> <p><u>(9) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)。</u></p>
	<p>(1) 《中国环境天然放射性水平》(原子能出版社)；</p> <p>(2) 《辐射安全手册》(科学出版社, 潘自强)；</p> <p>(3) 建设单位提供的其他资料。</p>
其他	

表 7 保护目标与评价标准

7.1评价范围

本项目的X射线探伤机用于移动式探伤，X射线探伤机运行过程中主要为电离辐射对周围环境的影响。本项目X射线探伤机工作地点不固定，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）中报告书评价范围的相关规定：放射源和射线装置应用项目范围，无实体边界视具体情况而定，应不低于100m的范围。考虑到该项目的实际情况，本项目评价范围包括控制区、监督区以及监督区外100m范围。

7.2保护目标

本项目为工业X射线移动式探伤，探伤地点不固定，主要环境保护目标为辐射工作人员及移动式探伤时监督区边界外100m范围内非辐射工作人员和公众人员，详见表7-1。

表7-1 环境保护目标一览表

环境保护对象		位置描述	规模	年剂量管理约束值
职业人员	探伤操作及探伤移动式管理人员	探伤场所监督区	2人	5mSv
公众成员	非辐射工作人员和公众成员	探伤场所监督区外区域外100m	流动人员，人数不定	0.25mSv

7.3评价标准

7.3.1 剂量约束值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第4.3.2.1款，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除该标准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周围辐射剂量率不超过附录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。

根据其附录B第B1.1.1款：工作人员的职业照射水平不超过“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”；根据第B1.2.1款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“年有效剂量，1mSv”的限值。

本评价报告取辐射工作人员和公众剂量限值的1/4作为剂量约束值，即职业年照射剂量约束值不超过5mSv，公众的年照射剂量约束值不超过0.25mSv。

7.3.2 监督区和控制区划分

《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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 $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 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计算：

$$H = \frac{100}{\tau}$$

其中：

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

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

τ ——每周实际开机时间，单位为小时（h）。

建设单位预计每年拍片2000张，年工作时间为50周，因此每周拍片数量为40张，每张片预计出束时间不会超过5min，则每周工作时间为200min，约3.3h，每周训机时间不会超过1h，总计开机时间不会超过4.3h，低于7h。所以本项目按照大于 $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的区域划为控制区。

7.2.3 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 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。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

8.1.1 项目地理和场所位置

广西帆航船舶技术服务有限公司位于南宁市江南区亭洪路商业21号10+1商业大道21号楼21-78号，公司地理位置详见图1-1。本项目为使用X射线探伤机进行移动探伤无固定作业场所，建设单位也不会在储存场所使用X射线探伤机，所以本项目不对射线装置储存场所进行辐射环境现状监测。

8.1.2 环境现状评价的对象

本项目为工业X射线探伤项目，污染因子为X射线，因此，环境现状评价的对象为X、 γ 辐射剂量水平。

8.1.3 环境质量和辐射现状

根据建设单位提供的资料可知，本项目建成后主要用于所承接项目范围内特种设备检验检测、船舶检验的移动式探伤，探伤场所范围仅限于广西壮族自治区内。建设单位在广西各地进行移动式探伤作业时，各探伤工作场所的辐射环境本底即为广西当地辐射环境水平。根据《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995年8月）中的数据，广西原野剂量率范围值为10.7-238.7nGy/h（已扣除宇宙射线响应，下同）、道路 γ 剂量率范围值7.1-267.0nGy/h、室内 γ 剂量率范围值11.0-304.3nGy/h。

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 设备组成

X射线探伤装置通常由控制器、X射线发生器、电源电缆、连接电缆等组成。控制器采用了先进的微机控制系统，可快速调压，可逆变控制及稳压、稳流，工作稳定性好运行可靠。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、源开关及接地端的插座盒。

X射线发生器由X射线管、高压变压器与绝缘体一起封装在桶装套内组合组成。X射线发生器一端装有风扇和散热器，并配备表征探伤机系统处于工作状态的警示灯。X射线管、屏蔽套及附件总称管头组装体。

本项目拟使用的XXG-2005型X射线探伤机均属于定向机，探伤机示意图如图9-1所示。



图9-1 X射线探伤机外形及结构示意图

建设单位拟配备X射线探伤机参数见表9-1所示。

表9-1 拟配备X射线探伤机相关参数

序号	设备	最大管电压	最大管电流	最大探伤穿透工件厚度
1	XXG2005型X射线探伤机	200kV	5mA	30mm钢

9.1.2 工作原理

X射线探伤是利用X射线对被检查的部件内部缺陷或结构进行探测，利用不同密度对X射线吸收程度的差异，通过X射线透射摄片的方法，从胶片上显示被检测部件的内部缺陷，工作示意图见图9-2。本评价项目使用的X射线探伤机属于携带式X射线装置，根据9.1.1节介绍，X射线管、高压发生器和冷却系统共同安装在一个机壳中，简单称为射线发生器，射线发生器与控制器之间由电缆连接。

X射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如9-3所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中。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，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。灯丝电流愈大，温度越高，发射的电子数量越多。高压电源加在X射线管的两极之间，使两极间形成一个电场，电子在射在靶体之前被加速达到很高的速度。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金等制成，高速电子轰击靶体产生X射线和大量的热。

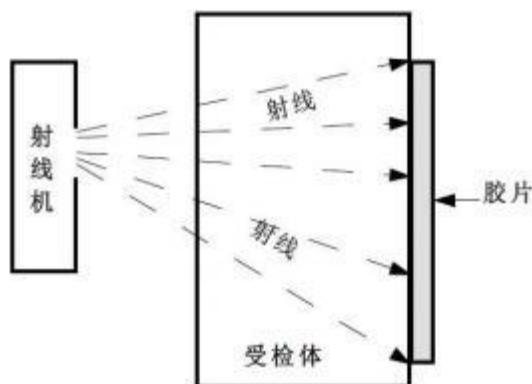


图9-2 探伤工作原理图

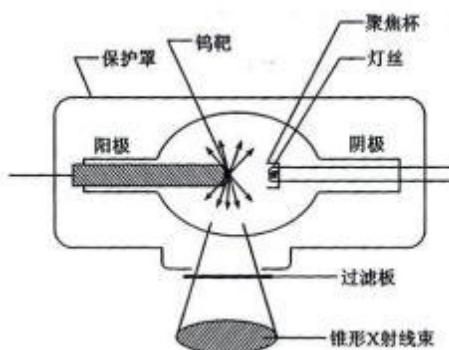


图9-3 X射线管线及X射线产生的示意图

从X射线管阴极上射在钨靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在X射线管两极上的高压即为管电压，发射的X射线最高能量等于管电压值。X射线机产生的X射线的强度正比于靶物质的原子序数Z，电子流强度I和电子加速电压（管电压）U的平方所

以，X射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响X射线强度的直接因素。一般X射线机的管电压（峰值）从几十千伏至几百千伏。

9.2 工作流程和产污环节

根据建设单位工作流程，与委托探伤单位签订探伤合同后，会指派一名项目经理，由项目经理负责统筹项目，分配工作任务。建设单位移动探伤工作流程如图9-4所示。

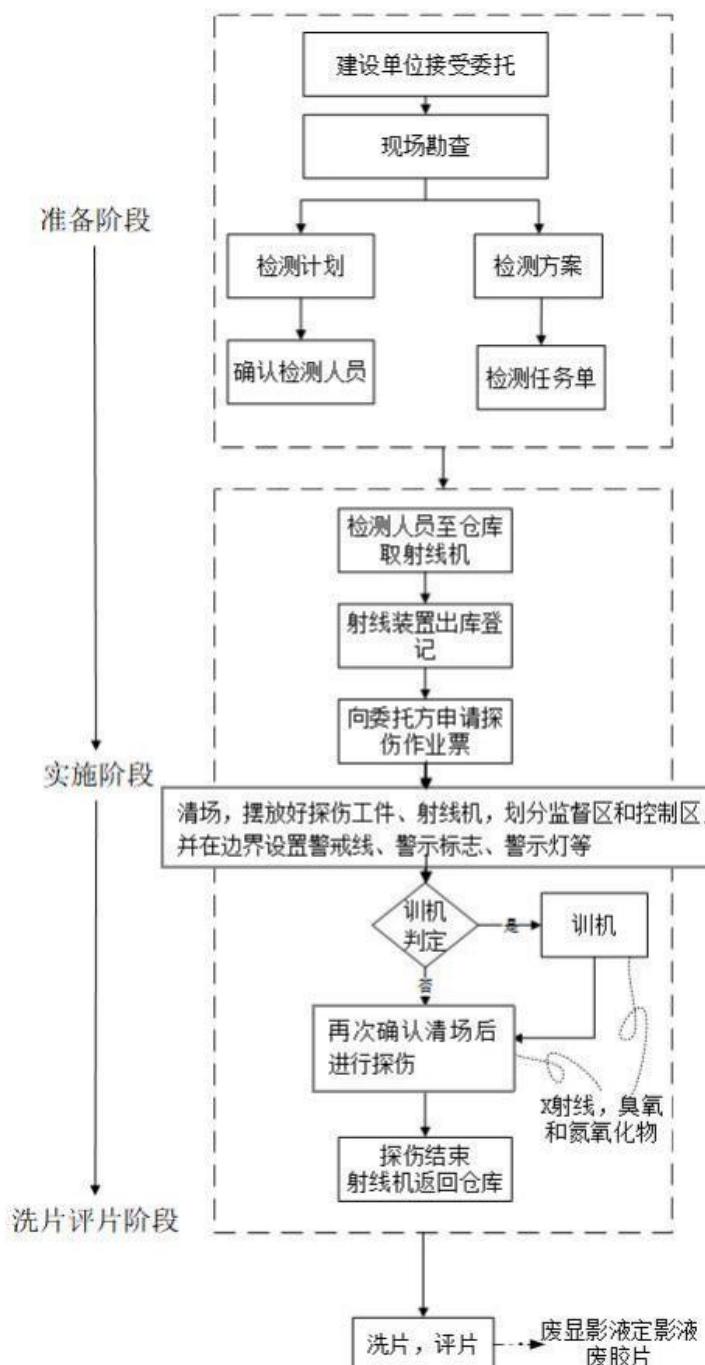


图9-4 移动探伤工作流程

9.2.1 准备阶段

建设单位接受委托后，由项目经理与委托方进行沟通对接，确认探伤部件材料，种类和厚度等信息，实地勘查，并与委托方确定检测任务和时间等信息。

项目经理在现场勘查后，会制定检测方案，检测方案中会根据现场情况及工期进度选定检测探伤设备种类型号和数量，给出检测负责人，检测方法等信息，并填写现场任务单，将任务单交由探伤人员。

本阶段为移动探伤前的计划阶段，不会产生污染物。

9.2.2 实施阶段

项目进入实施阶段，由2名辐射工作人员负责，其中1名人员为安全员（兼项目经理），另外1名为设备操作人员。根据建设单位实际运行情况，由辐射工作人员去探伤机储存场所领取探伤机，探伤机储存场所设有专门的管理员。探伤机运出建设单位前，安全员和管理员进行交接登记，项目结束后，安全员会将探伤机运回建设单位并与管理员交接。

移动探伤实施阶段详细如下：

(1) 探伤人员接到任务后，在指定时间领取探伤机和胶片，辐射安全设施，辐射探测设备，个人计量报警仪等；

(2) 探伤人员和探伤机管理员进行台账登记，签字确认后，探伤机方可出库；

(3) 在约定时间至现场探伤区域，如需申请探伤作业票，则由探伤人员申请作业票后，至探伤区域，再次核查周边环境，对于不具备探伤条件的场所，会与项目经理和业主方沟通，直至具备探伤条件再探伤，否则，终止探伤。

(4) 探伤前准备工作：现场检测人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并将探伤机以及探伤工件摆放到合适位置，之后将探伤机开机，根据任务单和现场情况，划定监督区和控制区，并对监督区和控制区进行清场：

①控制区边界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”，控制区边界拉起警戒线；

②监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置警戒线、报警灯、警示牌，必要时应设专人警戒。

(5) 划定监督区和控制区后，如需进行训机，则进入训机流程，如无需训机，则开始探伤作业：

<p>①设备操作人员在合适的位置摆放X射线探伤装置的发生器，将“管电流调节”“管电压调节”旋钮逆时针转到初始极限位置（最小管电压和管电流）；</p> <p>②在工件上放好胶片，对准位置，调好焦距，除设备操作人员外，其他工作人员撤离监督区；</p> <p>③设备操作人员在计时器上选取所需要的曝光时间，并设置合适的“管电压”和“管电流”；</p> <p>④按下“高压”按钮，“高压”信号灯亮，由于射线装置带有延时曝光功能，即在打开曝光按钮，经过预设延时后开始曝光。该曝光延时功能为室外现场探伤作业的的操作人员提供开机后撤出控制区外的时间；</p> <p>⑤安全员在第一次曝光后，使用辐射探测仪由监督区外边界向内进行巡测，确定控制区边界周围剂量当量率大于$15\mu\text{Sv}/\text{h}$，监督区边界周围剂量当量率大于$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$；</p> <p>⑥曝光时间结束，设备发出停机音，自动降压至最低值并切断高压。第一次曝光结束后，必要时根据第一次检测结果，调整控制区和监督区的范围和边界；</p> <p>⑦重复①-⑥进行现场探伤作业，如探伤过程中，如增大管电压，改变有用线束方向，改变探伤工件位置或射线机位置，均应重新执行（4）步骤，重新划定控制区和监督区。</p> <p>（6）探伤工作结束，切断X射线探伤装置电源，将设备运输回建设单位储存，并做好台账登记。</p>
<p>X射线管内及阴极和阳极金属内部残存微量气体，在高温或强电场作用下，这些气体会逐渐逸出产生电离使管子的真空度下降，严重时会产生内部放电。为了保证射线管的寿命，现场探伤前需要对设备进行训机，提高射线管的真空度，延长设备使用寿命。</p> <p>训机分为两种情况：使用前训机和停用设备定期训机，所有训机工作均在项目现场进行。</p> <p>建设单位使用的X射线探伤机，最大管电流为5mA，训机通过逐步升高管电压来实现。</p> <p>建设单位训机场所均为项目现场，不会在存放场所进行训机，训机前会根据目标管电压，划定好监督区和控制区后进行训机。</p> <p>建设单位配备的设备均带有自动训机程序，仅需设定目标管电压后，设备会根据</p>

自有程序，逐步升高管电压，无需手动操作。训机工作流程类似，详细如下：

- ①现场检测人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并将探伤机开机，根据拟训机最高管电压，划定监督区和控制区，并对现场进行清场。训机过程中监督区边界管控和控制区管控与实际拍片过程一致；
- ②摆放好射线装置，利用地形情况减少射线影响，同时使用检测工件等遮挡，减少训机过程中的辐射环境影响；
- ③打开设备，进入训机程序，设定目标管电压，目标管电压不应低于设备最大工况的70%；
- ④1名工作人员按下高压键，设备进入延时曝光程序，工作人员撤出控制区，并在远处观察设备，直至设备发出停机音；
- ⑤另外一名工作人员至已划分好的监督区边界和控制区边界持续监测，确认随着管电压的升高，边界始终可满足剂量限值，训机过程中，不能减小监督区和控制区的范围，直至训机完成；
- ⑥设备停止后，需要按照曝光时间进行1：1休息，设备强制休息期间禁止关闭设备；
- ⑦重复3-5步，直至训机至目标管电压，训机完成。

9.2.3 洗片和评片

胶片在暗室进行洗片，洗片的工作流程如下：

- ①检测前配制化学试剂：遵照化学试剂制造商包装上的说明和配方，按说明书规定的温度配置好化学药剂；
- ②将装有胶片的胶片暗袋带至暗室，在无可见光只有暗室安全红灯的情况下，拆开暗袋，取出胶片放入洗片夹。从取出胶片直至定影操作结束，以下所有操作过程都必须在暗室环境下进行；
- ③显影：将带胶片的洗片夹依次放入显影槽（容器）内，视放置位置，显影过程中，最好是一分钟内将胶片作水平和垂直方向搅动数秒钟；
- ④停影：在显影结束后，将洗片夹重显影槽内取出，放入流动清水中去除胶片上附着的残留显影液；
- ⑤定影：将停显后的胶片立即放入定影槽内，胶片在定影液中不得互相接触；
- ⑥冲洗：定影完成后，将洗片夹从定影槽中取出，放置在流动水中冲洗20—30分

钟；

⑦润湿和干燥：冲洗完成后，可把胶片浸入润湿剂中约30秒。然后将胶片从洗片夹中取出，通过悬挂或其他方式将胶片在环境温度的静止空气或循环空气中进行干燥。干燥完成后，得到底片；

⑧把底片放在观片灯上查看，评片人员可以判断工件内部缺陷等情况。

洗片过程中，会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物，这些废物被列入国家危险废物名录编号为HW16感光材料废物，建设单位洗片产生的危废，建设单位将委托有资质的单位进行回收处理。

9.3 人员配置和工作负荷

根据建设单位计划，拟配备2名辐射工作人员共同参与探伤工作。

本项目主要涉及人员和分工如下：

①管理员：配备1名管理员。负责危废室管理、探伤机的保管，台账登记和存档工作，因不接触射线，所以不纳入辐射工作人员管理；

②安全员：配备1人，属于辐射工作人员，主要工作为探伤机领取和归还，移动探伤现场分区，检测和现场秩序维护工作，兼职项目经理，负责项目业务对接，现场勘查，任务单下达；

③设备操作人员：配备1人，属于辐射工作人员，主要负责现场探伤过程中的设备操作，同时协助安全员进行现场探伤管理。

建设单位预计每年拍片2000张，年工作时间约为50周，每周拍片数量约为40张，每张片预计出束时间不会超过5min，则每周拍片时长为200min，约3.3h，每年拍片时长为10000min，约166.7h。预计每周训机约3次，每次约5min，则每周训机时间不会超过0.25h，每年训机时长约为12.5h。

综上，辐射工作人员每年使用设备开机出束时间不会超过179.2h。

9.4 污染源项描述

9.4.1 正常工况

①X射线

X射线探伤机产生的X射线随X射线发生器的开和关而产生和消失，所以在储存过程中无X射线影响。

X射线探伤机在出束过程中，由于X射线的直射、反射及散射，在探伤现场会形成一个较强的辐射场，包括有用线束辐射、泄露辐射和散射辐射。而且由于移动式探伤一般没有专设的辐射防护屏蔽设施，可能对其附近的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为X射线外照射。

建设单位拟购设备参数见表9-2。

表9-2 建设单位拟购X射线探伤机参数一览表

设备名称	类型	最大管电压/最大管电流	滤过	距辐射源点1m处输出量	泄漏辐射剂量率	备注
X射线探伤机	XXG2005型	200kV/5mA	3mmAl	8.9mGy·m ² / (mA·min)	2500μSv/h	定向

备注：滤过、距辐射源点1m处输出量、泄漏辐射剂量率根据标准 GBZ/T250-2014选取，其余参数由厂家提供。



图9-5 探伤机设备照片

所以，评价项目主要考虑在探伤机使用期间产生的X射线。

本项目X射线探伤过程不产生放射性三废。

②臭氧和氮氧化物

X射线与空气中的氧分子作用会产生一定量臭氧、氮氧化物等有害气体。建设单位在室外非密闭场所从事现场探伤时，臭氧、氮氧化物进入大气，很快会扩散，不会对人员造成影响。

③感光材料废物

由于使用胶片感光显影，除了电离辐射，评价项目还会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物，这些废物被列入国家危险废物名录编号为HW16感光材料废物，建设单位预计每年拍片2000张，平均每张胶片约产生废显影、定影液各约0.05kg，则全年预计产生废液约200kg；胶片的作废率约5%，预计全年产生废胶片约100张，详见表9-3所示。

表9-3 危险废物分类表

危险废物名称	废物类别	废物代码	年排放量
废显（定）影液	HW16感光材料废物	900-019-16	<u>$\leq 200\text{kg}$</u>
废胶片	HW16感光材料废物	900-019-16	<u>$\leq 2100\text{张} \times 10\text{g}/\text{张}$</u> <u>$=21\text{kg}$</u>

建设单位产生的废显影、定影液以及废胶片将委托有资质的单位进行回收。

9.4.2 事故工况

①设备故障：进行移动式探伤作业时，探伤机延时曝光功能故障，工作人员还未撤离至安全区域即已曝光；或控制系统失灵，X射线无法停束，异常曝光对工作人员造成不必要的照射。

②人员误照：进行移动式探伤作业时，控制区或监督区警戒线、电离辐射警示标志（牌）等脱落或不清晰或现场巡视人员未及时发现无关人员误入等原因，造成人员误入监督区或控制区，使人员受到不必要的照射。

③在不适合探伤的场地实施探伤，对公众或工作人员造成不必要的照射。

④X射线探伤机被盗，不了解X射线探伤机性能的人员开机不当使用，对周边人员造成不必要的照射。

事故工况下，X射线为污染因子，污染途径为外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局及分区

1、工作场所布局

本项目的X射线探伤机工作方式均为移动式探伤，无固定探伤工作场所（仅限于广西壮族自治区内）。建设单位在实施移动式探伤之前，应对工作环境进行全面的评估，评估内容应至少包括工作地点的选择、警戒的安全距离、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，并严格按照工业X射线探伤放射防护要求进行清场、分区管理以及采取各种防护措施，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行移动式探伤的选址合理可行。

2、工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定，建设单位现场探伤作业时，对工作场所实行分区管理。现场无损检测之前，工作人员通过巡测确定控制区和监督区，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。

10.1.2 辐射安全与防护措施

1、X射线探伤机存放安全

本项目的X射线探伤机无探伤任务时存放在建设单位仪器存放区内。存放区域建立有效的防盗措施，配备防火、防潮设备，保证X射线探伤机的存放安全。X射线探伤机需借出使用时，办理借用手续并记录，使用后及时归还，办理归还手续并记录。在探伤任务期间，未进行探伤时，由专人对探伤机进行保管。

2、X射线探伤机运输和临时存放安全

建设单位高度重视X射线探伤机使用过程管控，建立健全X射线探伤机领用（入库）登记制度，运输安全注意事项等。X射线探伤机运输全程由经过培训的辐射工作人员负责，如人员需离开车辆，应至少保留1名工作人员负责X射线探伤机的看管。

若无法当天将X射线探伤机返回建设单位暗室存放时，应利用委托单位临时储存场所贮存，储存场所应为可锁闭的房间，并安排工作人员24h轮流值班看管，确保X射线探伤机安全。

3、X射线探伤机移动式探伤安全

建设单位在进行移动式探伤时，将采取以下辐射安全防护措施：

（1）作业前准备措施

①对移动式探伤周围环境进行全面评估，以保证安全操作。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、作业空间等考虑移动式探伤对工作场所内其他辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。

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。

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。

（2）分区设置措施

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定，建设单位现场探伤作业时，对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

探伤作业前，建设单位会提前向现场的相关单位申请对探伤现场划定的控制区和监督区区域进行清场，并注意控制在监督区边界附近不停留无关人员。监督区和控制区一旦划分，应限制非辐射工作人员进入该区域。探伤工作期间，辐射工作人员应撤至监督区。在分区的边界设置有明显的警戒线以及警示装置。

1) 控制区管控措施

作业场所中剂量率大于 $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的范围内划为控制区，探伤前分区划分会根据理论计算值按照现场记录单进行初步划分，建设单位拟对控制区采取的管控措施如下：

①控制区边界上合适的位置会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，探伤作业人员均在控制区边界外操作。

②在控制区内不同时进行其他工作。

③在实际操作中，射线装置和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并根据现场地形和周边可用屏蔽材料，尽量将控制区限制

在尽可能小且适度的范围内。

④根据现场情况，利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等，夜晚作业时控制区边界还会设置警示灯。

⑤在试片/第一次曝光阶段使用便携式辐射剂量仪对现场进行测量，必要时会调整控制区的范围和边界。所有入口应用警戒牌标明，夜间还应放置警示灯。

⑥探伤装置的照射方向、屏蔽、被检物体等条件发生改变时，适时调整控制区的边界，并重新进行检测。

⑦如果控制区太大或某些地方不能看到，会安排足够的人员进行巡查。

2) 监督区管控措施

作业场所中控制区边界外，作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的范围内划为监督区，探伤前分区划分需根据理论计算值进行初步划分，建设单位拟对监督区采取的管控措施如下：

①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”“当心电离辐射”警告牌，必要时设专人警戒。

②在实际操作中，射线装置和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并根据现场地形和周边可用屏蔽材料，尽量将监督区限制在尽可能小且适度的范围内。

③在试片/第一次曝光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。

④探伤装置的照射方向、屏蔽、被检物体等条件发生改变时，适时调整监督区的边界，并重新进行检测。

⑤如果监督区太大或某些地方不能看到，会安排足够的人员进行巡查。

(3) 边界巡查与检测措施

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确保控制区的范围清晰可见，工作期间设置良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，则设置人员巡查。

③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。

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。

(4) 设备和辐射安全防护设施

1) 探伤机安全防护措施

①控制台

建设单位拟配备射线装置控制台设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压和照射时间选择旋钮，控制台上设置有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

控制台设置有安全警示灯联锁接口，安全警示灯联锁接口用于控制安全警示灯与设备相连。现场探伤开始时，会有提示“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”会有明显区别，且会根据现场情况，选用不同于现场其他报警信号，在控制区边界可以清晰听见或看见“预备”信号和“照射”信号。射线装置停止出束时，警示灯停止报警。

评价项目拟配备X射线装置控制台设置有急停按钮。紧急情况下，按下急停按钮，射线装置停止出束。

②延时曝光

建设单位拟配备的X射线探伤机有延时曝光功能，保证操作人员按下高压后，可及时撤离出控制区至监督区。

(5) 探伤用辐射安全和防护设施

建设单位除拟为辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪外，还会配备X射线现场探伤所需的辐射安全设施，详见表10-1。

表10-1 现场探伤配备辐射安全设施

编号	名称	拟配情况	评价
辐射检测设备			
1	个人剂量计	辐射工作人员落实后，每名辐射工作人员均会配备，每三个月进行检测	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 要求
2	个人剂量报警仪	每人配备1个	
3	辐射巡测仪	配备1台	

警示装置，通讯设施			
4	警告标示标语，警戒线， 警示牌	警告标示标语和警示牌	满足《工业探伤 放射防护标准》 (GBZ117-2022) 要求
5	安全警示灯	不少于4个	
6	对讲机	1对	

(6) 辐射安全和防护设施的使用

建设单位现场探伤过程中设置2道辐射安全措施保证现场探伤安全，避免人员误入，主要包括：

①监督区边界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，必要时会安排专人在出入口进行巡查监督，避免人员进入，夜晚作业时监督区边界还会设置警示灯。

②控制区的边界临时拉起警戒线等，夜晚作业时控制区边界还会设置警示灯。

③辐射工作人员探伤作业过程中，应佩戴个人剂量报警仪和个人剂量计，开启辐射巡测仪。

④X射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。现场探伤开始后，会有提示“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”会有明显区别，且会根据现场情况，选用不同于现场其他报警信号，在控制区边界可以清晰听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

(7) 人员和设备使用管控

①人员管控

建设单位拟配备人员均将安排参加无损检测培训，通过理论考试，取得无损检测证书，并参加辐射防护与安全考核，取得合格证后才可从事无损检测工作。所有现场探伤人员具备无损检测理论知识和辐射防护理论知识，保证现场探伤工作的安全可靠。

建设单位拟配备安全员负责现场勘查，安全员满足现场探伤人员的要求，且具备现场探伤工作经验，其在现场勘查过程中，可为现场探伤人员选定合适的设备和场地。

②探伤机选择管控

现场勘查人员至探伤现场，明确探伤物品，材料和厚度，并对现场情况进行勘查，确认现场可满足现场探伤要求。现场勘查后，其会根据现场勘查情况完善无损检

测现场记录单，根据现场环境符合性判定，明确现场是否适合现场探伤，之后现场会将现场记录单交由现场探伤人员。

现场探伤人员根据记录单划分监督区和控制区，并根据现场探伤情况，确认拍片拟使用管电压，焦距，拍摄时长等探伤条件，之后按照工作流程，根据现场监测情况，适当调整分区。

③设备管控

建设单位将根据现场勘查人员给出的现场记录单，将设备给现场探伤人员，并保证辐射安全设备的齐全，探伤人员在领取设备时，需仔细检查设备的情况，确保设备能正常使用，无故障。

（8）训机过程中辐射安全分析

X射线管内及阴极和阳极金属内部残存微量气体，在高温或强电场作用下，这些气体会逐渐逸出产生电离，使管子的真空间下降，严重时会产生内部放电。为了保证射线管的寿命，现场探伤前需要对设备进行训机，提高射线管的真空间度，延长设备使用寿命。

为了保证射线装置的使用寿命，根据工作情况，训机可分为：①使用前训机；②停用设备定期训机。

建设单位拟配备的射线装置高压发生器在系统内会记录设备停用时间，设备会根据停用时间，强制进行训机，所以每次停用超过48小时，设备开机时，将首先进入自动训机，无法跳过。训机过程中，会根据现场探伤要求进行监督区和控制区的划分，监督区和控制区的划分是直接根据训机要达到的目标管电压进行划分，在训机过程中，不改变监督区和控制区，并持续在其边界进行监测，确认边界剂量可满足监督区和控制区的要求，如发现异常，会停止训机，并增大监督区和控制区。训机过程中，辐射工作人员携带辐射探测设备，佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，可满足相关标准要求。

（9）日常检查与维护

1) 日常安全检查

射线装置使用时应检查控制系统以及出束信号指示灯等辐射安全与防护措施，若发现任意一项安全措施异常应立刻停止辐射工作，排除异常后才能继续工作。每次工作开始前应进行检查的项目包括：

- ①射线装置是否完好。
- ②钥匙开关闭合、急停按钮复位是否正常。
- 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。
- ⑤控制系统是否正常。
- ⑥安全联锁是否正常工作。

2) 设备维修维护

- ①射线装置的维修维护由建设单位辐射安全管理机构进行监督和管理，做好设备维修维护记录。
- ②维修维护前应采取可靠的断电措施，切断需检修设备的电源，并经复查确认无电后，开展维修工作。
- ③射线装置每年至少维护一次，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。
- ④当发现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与X射线管相关的维修，需由X射线管生产厂家或厂家指定的具备维修资质的单位负责。
- ⑤建设单位应与维修维护单位签订维修维护合同，在合同中明确双方的安全责任。

(10) 其他防护措施

- ①根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第五款要求建设单位配备的防护用品和监测仪器需满足探伤工作的要求。对从事与放射性和射线装置有关的职业人员要求随身佩戴个人剂量计，以监督个人剂量的变化情况，控制接受剂量，保证职业人员的健康水平。建设单位拟为本项目配备2名辐射工作人员，其中包括了管理人员1人和探伤机操作人员1人，所有人员从事现场探伤作业前，将为其每人配置1支个人剂量计。探伤工作期间，辐射工作人员均在控制区边界外监督区边界内工作，无固定停留位置。

- ②拟定期为辐射工作人员健康查体和个人剂量检测，建立工作人员个人剂量档案和健康档案，每人一册，由专人负责保管和管理，个人剂量档案应当终生保存。

10.1.3 工业X射线移动式探伤放射防护要求符合性分析

对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对本项目的作业前准备、辐射工作场所布局和分区、各项辐射安全与防护措施、安全操作要求进行分析，对照分析表见表10-2。

表10-2 工业X射线移动式探伤放射防护要求符合性分析表

标准要求	实施方案	符合性
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）	在每次探伤工作之前，建设单位会对工作环境、地点、探伤附近的人员、探伤时间、是否高空作业、作业空间等进行全面评估，并对探伤时对其他辐射探测装置的影响做评估	符合
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	建设单位每次拟使用1台便携式X射线探伤装置，配置2名辐射工作人员，均为专职人员	符合
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	公司进行现场探伤前，与委托单位进行沟通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，制定现场探伤工作方案，并提前通告。确保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	符合
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	探伤作业时，先检查X-γ辐射检测仪，确认仪器能够正常工作，后按要求将工作场所划分控制区和监督区。建设单位拟配备“禁止进入射线工作区”警告牌、“无关人员禁止入内”警告牌，分别设置在控制区和监督区边界	符合
7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于15μSv/h的区域划为控制区	结合本项目特点，本项目划区的方式为使用X-γ辐射检测仪，参考环评估算结果及以往工作经验，采用由远及近方式检测出剂量率分别2.5μSv/h、15μSv/h的位置，控制区周围剂量当量率大于15μSv/h，监督区周围剂量当量率大于2.5μSv/h	符合
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	建设单位将按要求在控制区边界上悬挂清晰可见的“禁止进入X射线区”警告牌，辐射工作人员在控制区外操作	符合
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	在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，设置临时警戒线，便携式X射线探伤机控制器自带工作	符合

	状态指示灯及声音提示等	
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	在探伤过程中，控制区内不同时安排其他工作。充分评估现场环境，选取最佳的设备布置方式，减小控制区和监督区的范围，从而对现场进行更好的管控	符合
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	建设单位拟为每个工作人员配备个人剂量报警仪，报警仪有实时监测和报警功能；配备1台便携式X- γ 剂量率仪，并定期对其进行校准	符合
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	探伤期间，辐射工作人员将对控制区边界进行剂量率检测，确认分区的合理性，并根据巡测结果调整分区方案	符合
7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒	本项目将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的范围划为监督区，在监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌和电离辐射警告标志，必要时设专人警戒	符合
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	根据本项目的探伤对象，开展移动式探伤工作时，一般为露天作业	符合
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	本项目的探伤装置的控制器设置在监督区，并具有延时出束功能，可根据实际需要设置延长时间，可最大程度降低操作人员的受照剂量	符合
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	本项目探伤装置设有“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”信号有明显的区别，并且应与工作场所内使用的其他报警信号有明显区别，并在夜晚作业时控制区边界配置警示灯	符合
7.3.3 X 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁	本项目探伤装置的警示信号指示装置与探伤装置进行联锁	符合
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	本项目将确保探伤装置“预备”信号和“照射”信号足够清晰，在控制区的所有边界都可以清楚听到	符合

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	将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告标语	符合
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	开始现场探伤前，现场管控人员对控制区和监督区进行巡查，确保在控制区内无任何人员、监督区内无公众人员。确认后，才向操作人员发出操作指令。监督区和控制区的边界设置初步参照环评报告表提出的范围，探伤过程中，现场管控人员将对分区边界进行巡测和监测，确保边界设置正确、无人员闯入	符合
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	本项目采用警戒绳设置控制区边界，范围清晰可见，工作期间设有良好的照明，确保没有人员进入控制区。本项目将安排人员对现场分区边界进行巡查	符合
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	<u>建设单位在首次探伤时，将根据理论计算的监督区和控制区距离划定分区。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。</u> <u>必要时应调整控制区的范围和边界</u>	符合
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	开始探伤前，先对便携式X-γ剂量率仪进行检查，确认能正常使用。便携式X-γ剂量率仪在探伤期间保持开机状态，防止X射线出束异常或不能停止出束	符合
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	为每个辐射工作人员各配备1个个人剂量计和1个个人剂量报警仪，个人剂量报警仪具有直读式剂量率显示功能，现场探伤期间按要求佩戴。同时使用个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪	符合
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）	本项目设备为定向机，设备自带准直器	符合
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	建设单位将充分评估现场环境，选取最佳的设备布置方式，减小控制区和监督区的范围，从而对现场进行更好的管控	符合
综上分析，建设单位拟为本项目采取的作业前准备、辐射工作场所布局和分区、		

各项辐射安全与防护措施、安全操作要求满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

10.2 三废的治理

10.2.1 臭氧和氮氧化物

X射线与空气中的氧分子作用会产生一定量臭氧、氮氧化物等有害气体。建设单位在非密闭场所从事现场探伤时，臭氧、氮氧化物进入大气，很快会扩散，不会对人员造成影响。

10.2.2 感光材料

根据前文分析，建设单位会根据实际情况进行危废暂存和处置。建设单位拟建一间危废存放区，危废室地面和裙脚将进行防水防渗处理。拟在危废存放区配置专用塑料桶盛放废显影液、废定影液，并在塑料桶上拟张贴标签，在塑料桶下方拟放置托盘，确保塑料桶发生渗漏时，托盘可以收纳废显影液、废定影液；同时，建设单位拟设置塑料收纳箱，用于存放废胶片，确保贮存点贮存的危险废物置于容器或包装物中，没有直接散堆，确保贮存点根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式等，采取了防渗、防漏等污染防治措施或采用具有相应功能的装置。

建设单位危废室设专人管理，禁止将危险废物以任何形式转移给无处置许可证的单位，或转移到非危险废物贮存设施中。建设单位会严格按照危险货物运输的管理规定进行危险废物的运输，减少运输过程中的二次污染和可能造成的环境风险。定期将危险废物送至有资质处理单位进行处理。

评价项目投入运营前，建设单位将与有资质的单位签订感光材料废物上门回收协议。由于建设单位产生的废显（定）影液数量较小，且有相关资质的机构会定期上门回收，因此建设单位不会大量存放废显（定）影液和废胶片，可以确保贮存点及时清运贮存的危险废物。

①按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的总体要求：

建设单位按照HJ1276的要求在危废储存仓设置危险废物贮存场所标志，专用塑料桶和专用收纳箱上设置危险废物标签。

按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的贮存设施污染控制要求：

建设单位危废存放区可以满足本项目危废储存使用。

感光材料废物暂存期间，建设单位将冲洗胶片产生的废液存放在专用的塑料桶中，废胶片暂存在专用的收纳箱中，专用塑料桶和收纳箱存放于危废室，避免了露天堆放。专用塑料桶顶部与液体表面之间至少保留100毫米的空间，并提前预约有资质的单位上门回收处理。

②按照（GB18597-2023）对“容器和包装污染物控制要求”的有关规定：

建设单位使用的专用塑料桶不与危险废物相容，并且满足防渗、防漏、防腐的要求，专用塑料桶封口密封存放。存放时容器内部预留适当的空间，防止收缩膨胀导致容器渗漏和变形，容器表面保存清洁。

③按照（GB18597-2023）对“贮存过程污染控制要求”的有关规定：

建设单位应定期检查危险废物的贮存情况，及时清理地面，更换破损泄漏的容器，保证危废室的设施功能完善。建设单位将制定感光材料废物产生和转移处置台账，记录好危险废物的名称、数量、转移日期及回收单位名称等信息。

综上分析，建设单位废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物的暂存设施可以满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的要求。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目X射线探伤机只有在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和消失，因此，在建设期这些探伤机对环境无辐射影响，亦无放射性废气、废水及固体废弃物产生。建设期该项目不会对工作人员及周围公众产生辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

由于移动探伤无专设的辐射屏蔽设施，只能靠距离防护、时间防护以及借助探伤现场的物体减少操作人员的受照射剂量。进行现场探伤作业前，需划出控制区和监督区，并在相应的边界设置警示标志，控制人员进入。

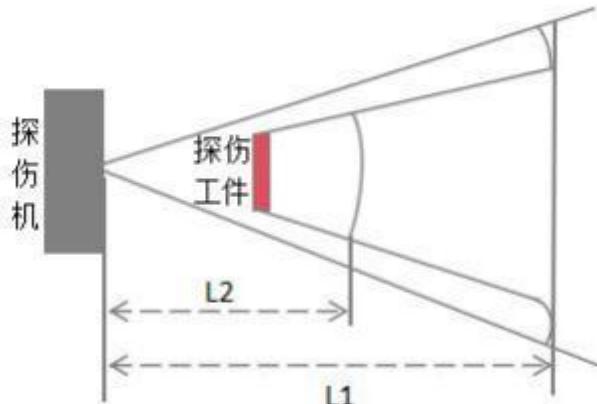
建设单位拟配备的探伤机情况详见表11-1所示。

表11-1 射线装置相关参数情况表

设备	最大管电压	最大管电流	检测工件厚度	滤过参数	距辐射源点1m处输出量
XXG2005型X射线探伤机	200kV	5mA	13mm—30mm 钢	3mmAl	8.9mGy·m ² / (mA·min)

注：滤过参数、距辐射源点1m处输出量根据标准 GBZ/T250-2014选取，其他参数由厂家提供。

本次预测X射线探伤机的辐射环境影响，主要在探伤机最大出束条件下估算有用线束方向和非有用线束方向的控制区和监督区范围，给建设单位实际现场探伤操作时提供控制区和监督区划分的参考距离。估算有用线束方向的控制区和监督区范围时，考虑受检工件厚度的屏蔽情况，估算非有用线束方向的控制区和监督区范围时，考虑无屏蔽的屏蔽情况，示意图见图11-1。



L1——有用线束方向没有任何屏蔽时的边界距离。

L2——有用线束方向仅有探伤工件屏蔽时的边界距离。

图11.1 理论估算分区示意图

11.2.1 有用线束方向

有用线束方向仅考虑有用线束射线，参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中给出的计算距离源点R处关注点的剂量率的公式11-1。

$$H = \frac{I \cdot H_0}{R^2} \cdot B \quad (11-1)$$

式中：

H—关注点的辐射剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

I—X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，5mA。

H_0 —距离辐射源点（靶点）1m处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，根据标准GBZ/T250-2014附录B.1选取，XXG2005型X射线探伤机的输出量为 $8.9\text{mSv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

B—屏蔽透射因子。

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），对于给定的屏蔽物质厚度X，相应的辐射屏蔽透射因子B按下式计算屏蔽物质的厚度与辐射屏蔽透射B的关系如下：

$$B=10^{-X/TVL} \quad (11-2)$$

式中：

X—屏蔽体的厚度，与TVL取相同的单位。

TVL—屏蔽材料的什值层。

根据《辐射安全手册》中图6.4，因铁的密度为 7.86g/cm^3 ，一般工业钢材的密度 7.85g/cm^3 ，两者屏蔽能力相差不大，因此TVL钢的什值层参考TVL铁的什值层，200kV管电压取10mm，如图11-2所示。

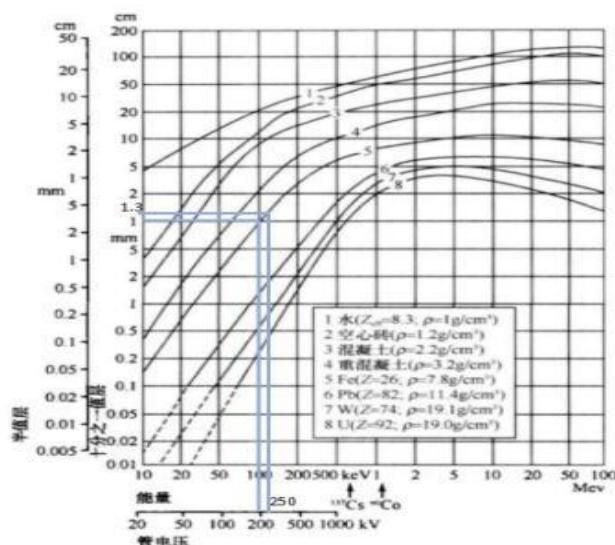


图11-2 钢什值层取值示意图

根据公式11-1~公式11-2，可以近似求出监督区（ $H=2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）和控制区（ $H=15\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）与源点的距离R。计算结果见表11-2。

表11-2 有用线束方向控制区和监督区距离计算

设备	区域类型	屏蔽情况	输出量 H_0	最大管电流I	控制区		监督区	
					剂量率限值	距离	剂量率限值	距离
XXG20 05型X射线探伤机	有用线束L1	无	$8.9 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	5mA	15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	422m	2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	1033m
	有用线束L2	13mm钢				94m		231m
		30mm钢				13m		33m

从上表计算结果可看出，有用线束是否经过屏蔽物的屏蔽作用，控制区和监督区的距离差距非常明显。本项目主要开展船舶无损探伤，探伤对象一般为大型船体，有用线束基本都会被船体完全覆盖，且现场还存在其他复杂的船舶工程构筑物，能进一步有效减少控制区和监督区的距离。

11.2.2 非有用线束方向监督区和控制区的划分

非有用线束方向需要考虑泄露辐射和散射辐射的叠加，参照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），关注点泄露辐射计算公式见11-3。

$$H_{\text{泄}} = \frac{H_L}{R^2} \cdot B \quad (11-3)$$

式中：

H_L —距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

R—辐射源点至关注点的距离，m。

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ T250-2014）中给出X射线探伤机距靶点1m处的泄漏辐射剂量率见表11-3。

表11-3 X射线管头组装体泄漏射线剂量率

X射线管电压 (kV)	距靶点1m处的泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
>200	5×10^3
$150 \leq kV \leq 200$	2.5×10^3

对于散射辐射 $H_{\text{散}}$ 计算公式见11-4。

$$H_{\text{散}} = \frac{IH_0}{R_s^2} \cdot B \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \quad (11-4)$$

式中：

I—X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA。

H_0 —距离辐射源点1m处输出量, $\text{mSv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

F — R_0 处的辐射野面积, 单位为 m^2 。

α —散射因子, 入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体散射到距其1m处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

R_0 —辐射源点至工件的距离, 单位为 m 。

R_s —散射体至关注点的距离, 单位为 m 。

X —屏蔽物厚度, mm 。

TVL —什值层, mm 。

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录B中B.4.2当X射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为20°时, 200kV~400kV下, $R_0^2/F\cdot\alpha$ 因子的值为50。 $R_0^2/F\cdot\alpha$ (使用Z表示)。

本项目的计算目的是确定非有用线束方向的监督区 ($H=2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$) 和控制区 ($H=15\mu\text{Sv}/\text{h}$) 的位置, 这一位置由散射线和漏射线的叠加结果决定, 即 $H_{\text{漏}}+H_{\text{散}}$ 。在漏射线计算公式 (11-4) 中, R 表示辐射源点至关注点的距离; 而在散射线计算中, R_s 则表示散射体 (即探伤工件) 至关注点的距离。

根据现场探伤的实际工作情况, 工件距离射线机源点约为1米, 而拟计算的关注点无论是距离射线机还是距离工件, 其距离均远大于1米。因此可近似认为 $R=R_s$, 即将辐射源点至关注点的距离等同于散射体至关注点的距离。

对于散射辐射, 因射线能量会随着射线散射而降低, 什值层也会减少, 为了保证监督区和控制区的安全, 什值层均保守按照有用线束进行取值。

由此将公式11-3和公式11-4联立后, 导出公式11-5, 关注点剂量率 H 为:

$$H = \left(\frac{H_L}{R^2} + \frac{IH_0}{R^2} \cdot \frac{1}{Z} \right) \cdot 10^{-X/TVL} \quad (11-5)$$

将公式11-6反推出衰减至剂量率目标值所需的距离公式11-6。

$$R = \sqrt[2]{\frac{H_L \cdot B \cdot Z + H_0 \cdot I \cdot B}{H \cdot Z}} \quad (11-6)$$

不考虑屏蔽时, 将按照公式11-6在没有屏蔽透射因子 B 的情况进行计算, 计算结果见表11-5。

表11-5 无屏蔽时漏射和散射辐射监督区控制区划分情况

设备	H_L	H_0	I	Z	控制区	监督区

					剂量率限值	距离	剂量率限值	距离
XXG2005型X射线探伤机	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{h}$	$8.9 \times 6 \times 10^4 \frac{\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2}{(\text{mA} \cdot \text{h})}$	5mA	50	15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	61m	2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	149m

建设单位拟用不小于10mm钢的工件作为屏蔽物进行遮挡，计算结果见表11-6。

表11-6 有屏蔽时漏射和散射辐射监督区控制区划分情况

设备	H_L	H_0	I	Z	控制区		监督区	
					剂量率限值	距离	剂量率限值	距离
XXG2005型X射线探伤机	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{h}$	$8.9 \times 6 \times 10^4 \frac{\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2}{(\text{mA} \cdot \text{h})}$	5mA	50	15 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	19m	2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	47m

11.2.3 总结

综合以上计算结果可知，在使用X射线探伤机进行现场探伤时，监督区和控制区的划分情况见表11-7所示。

表11-7 X射线装置监督区控制区划分情况

设备	有用线束		非有用线束	
	控制区	监督区	控制区	监督区
无屏蔽时				
XXG2005型X射线探伤机	422m	1033m	61m	149m
有屏蔽时				
XXG2005型X射线探伤机	94m (13mm钢板)	231m (13mm钢板)	<u>19m</u> (10mm钢板)	<u>47m</u> (10mm钢板)
	13m (30mm钢板)	33m (30mm钢板)		

评价项目的探伤现场环境一般比较复杂，受现场各种设施或环境限制的影响，控制区、监督区距离将会变化，因此现场探伤作业必须由以上理论预测的结果，先初步划分控制区、监督区，建设单位进行现场探伤作业时使用辐射巡测仪在预测结果的基础上对控制区、监督区进行调整并确保现场探伤时无其他人员误入探伤区域。

11.2.4 人员受照剂量估算

(1) 辐射工作人员

根据建设单位的工作负荷，辐射工作人员每年使用设备开机出束时间不会超过

179.2h。

根据要求，辐射工作人员仅可以在控制区外停留，一般情况下辐射工作人员会远离控制区边界，而安全员一般在监督区边界进行巡逻。为了保守估算，设备操作人员和安全员均取控制区边界剂量率进行计算即 $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 则辐射工作人员年有效剂量为：

$$15\mu\text{Sv}/\text{h} \times 179.2\text{h} \times 10^{-3}\text{mSv} = 2.69\text{mSv}$$

综合以上分析，建设单位从事现场探伤的辐射工作人员，年有效剂量不会超过 2.69mSv ，小于评价报告对辐射工作人员提出的剂量约束值 $5\text{mSv}/\text{年}$ 。

(2) 公众

建设单位进行现场探伤过程中，会根据委托方不同，需要检测的工件位置不同，根据委托情况变化探伤地点，本次保守将建设单位年现场探伤时长按照同一个探伤场所进行估算，以监督区边界周围剂量当量率 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 进行计算，时间按照设备年出束时间进行取值，即 179.2h ，居留因子 $1/16$ ，则公众年有效剂量为：

$$2.5\mu\text{Sv}/\text{h} \times 179.2\text{h} \times 1/16 \times 10^{-3}\text{mSv} = 0.028\text{mSv}$$

根据估算建设单位现场探伤所涉及到的公众年有效剂量不超过 0.028mSv ，小于评价报告设定的公众的剂量约束值 $0.25\text{mSv}/\text{年}$ 。

11.2.5 臭氧及氮氧化物影响分析

本项目X射线探伤机移动式探伤时，X射线与空气相互作用会产生微量的臭氧及氮氧化物。因移动式探伤场所不密闭，臭氧及氮氧化物不累积，会很快进入大气环境中，对探伤工作人员影响较小。

11.2.6 危险废物影响分析

利用X射线探伤机进行无损探伤时会产生废显（定）影液（含洗片废水）废胶片。废显（定）影液（含洗片废水）主要成分为苯二酚、亚硫酸钠，并含重金属银（含银浓度 $>10\text{mg/L}$ ），属感光材料废物，废胶片亦属感光材料废物，根据《国家危险废物名录》（2025年版），以上废物均为危险废物HW16感光材料废物，无放射性。

建设单位开展探伤作业时，将胶片带回建设单位洗冲室进行洗片、评片。产生的废显（定）影液（含洗片废水）存放于专用废液桶中，暂存于危废存放区，将不同类别的危险废物分区存放，专用废物桶下设托盘，建设单位拟定期对容器（废液桶）进行检查，发现破损及时采取措施清理更换。探伤后使用完毕的胶片待达到保存期限或不再使用变为废胶片后存放于收纳箱内，转移至危废存放区暂存。

建设单位拟根据废显（定）影液（含洗片废水）、废胶片产生情况以及《危险废物转移管理办法》等环境保护要求转移危险废物，委托具备危废运输、处置资质的单位进行定期处置。

综上，在严格执行环评提出的危废处置措施的前提下，本项目产生的危险废物将得到妥善处置，不会对周围环境造成影响。

11.3 辐射事故影响分析

11.3.1 项目运行中可能发生的辐射事故及预防措施

建设单位的X射线探伤机均为将电能转换成X射线能的无损检测设备，X射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此，检修方便，断电状态下也较为安全，在意外情况下，可能产生的辐射事故为：

- (1) 移动式探伤没有按要求确定足够的控制区，对工作人员产生误照射。
- (2) 探伤操作人员在探伤作业时未进行合理的防护而造成超剂量照射。
- (3) 移动式探伤由于未按要求设置探伤警戒区域，未拉设警示线、警示灯，悬挂“禁止进入射线工作区”警告牌、“无关人员禁止入内”警告牌等，使公众人员误入照射区域受到照射。

发生以上事故，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条规定建设单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，以减轻事故危害后果。立即向当地生态环境行政主管部门、公安部门、卫健部门报告的同时，事故单位还应进行如下工作：

- (1) 对事故可能造成的超剂量照射，立即采取应急救援措施。
- (2) 对可能造成辐射伤害的人员，事故单位应立即将其送至放射性事故应急定点医院，进行检查和治疗。
- (3) 配合相关管理部门进行调查。禁止任何单位和个人故意破坏事故现场、毁灭证据。

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设单位应严格执行以下风险预防措施：

- (1) 配备警戒线、警示灯，在监督区四周设置醒目的警示指示和提醒。
- (2) 配备必要的辐射监测仪器对工作场所实施必要的监测，及时发现使用过程中的射线泄漏。
- (3) 严格遵守《辐射设备操作规程》等制度，凡涉及对设备进行操作，必须按操作规程执行，在探伤现场做好警戒工作，遵循清场和巡逻等工作程序，严防工作人员和公众误留在警戒区内；辐射工作人员需做好个人的防护。
- (4) 加强对X射线探伤机的贮存、使用现场的管理，防止X射线探伤机被盗、丢失。
- (5) 为辐射工作人员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

进行一次职业健康检查；为辐射工作人员配置个人剂量报警仪，辐射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。

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

(7) 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地点设置辐射安全管理机构，并明确各人员的职责和任务，可随时启动应急预案。

(8) 建设单位如调整辐射工作人员均需参加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，并取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单后方可上岗。

11.3.2 事故工况下人群受照分析

根据事故分析，在进行工业X射线探伤过程中存在着超剂量照射、误照射等事故风险。X射线探伤机对人体的照射主要来自其产生的X射线。X射线具有穿透能力强、速度快、电离密度小等特点，因此射线对人体主要危害是外照射。本评价对事故状态下人群受照情况进行估算，现假设：

(1) 探伤作业人员未按要求进行适当防护而受到超剂量照射

移动式探伤作业进行前，须将作业场所划分为控制区及监督区，探伤作业时，操作人员应携带个人剂量报警仪等措施防止受到超剂量照射。

按照个人年附加有效剂量 5mSv 作为管理约束值，只要没有受到误照射，探伤作业人员不会受到超过管理约束值的辐射照射。

(2) 公众人员误入探伤作业区受到误照射

公众成员所受附加年有效剂量约束值选取 0.25mSv ，以公众成员进入控制区外边界及监督区外边界为例，可计算出公众人员误入该区域的年最大允许照射时间，计算结果如表11-8。

表11-8 公众误入控制区及监督区年最大允许照射时间

探伤类型	区域划分	剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	年最大允许照射时间 (h)
移动式探伤	控制区	15	16.7
	监督区	2.5	100

因此，由于某种原因，公众人员误入正在进行X射线探伤的非安全区时，一年中

允许的最大照射时间不能超过表11-8中相应的约束值，否则将会受到超剂量照射。以上计算的时间约束值为一年的累计时间，由于相同剂量的一次照射危害程度大于分次照射，因此，公众偶然一次进入最大允许的照射时间应小于年最大允许照射时间。

11.3.2 事件（故）防范措施建议

对于工业X射线探伤项目可能发生的意外照射事件（故），关键在于预防，建议采取以措施防范：

为了杜绝上述辐射事故的发生，要求建设方严格执行以下风险预防措施：

（1）定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

（2）在野外探伤作业前，按项目应制定工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工。工作期间做好相关记录，与方案一同存档备查。

（3）野外探伤作业前需要进行公告，应在作业现场边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，将辐射安全许可证、公司法人、辐射安全负责人、操作人员和现场安全员的姓名、照片、资质证书和生态环境主管部门监督举报电话等信息进行公示，接受公众监督。要求在探伤现场提前两天公告。

（4）凡涉及对X射线探伤机进行操作，必须制定明确的操作规程，探伤作业时，至少2名操作人员同时在场，操作人员必须按照操作规程进行操作，佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪。

（5）设备操作人员和现场监护人员需佩戴对讲设备，现场监护人员均须佩戴个人剂量仪，确认场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，再通知设备操作人员开机。

（6）必须制定探伤机操作安全防护措施，X射线探伤机曝光前待人员全部撤离后才进行，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外辐射。

（7）每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

（8）建设单位所有辐射工作人员需参加辐射安全与防护培训，并需取得合格证书，所有辐射工作人员均需持证上岗。

(9) 在任何情况下，建设单位不得在探伤机存储区域通电并启动探伤机。

(10) 鉴于探伤机具有流动性，加强对X射线探伤机的安全管理，防止丢失事件的发生，导致X射线探伤机使用不当，造成不必要的照射。建设单位需要对X射线探伤机暂存的地方设置防盗措施。

表 12 辐射安全管理**12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日生态环境部令第20号）第十六条要求：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。建设单位为了加强射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性辐射事故，确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产，成立了辐射防护管理小组负责辐射安全与环境保护管理工作，明确各相关责任人及其职责。辐射防护管理小组的主要任务是确保辐射实践安全，避免或减少辐射事故的发生，统筹辐射安全实践安全管理。辐射防护管理小组成员如下：

表12-1 建设单位辐射防护管理小组成员表

序号	管理人员	姓名	性别	职务或职称	工作部门
1	组长	徐茂顺	男	经理	工程部
2	成员	徐文艳	男	管理员	工程部
3	成员	汪浅根	男	检测员	工程部
4	成员	阎星承	男	检测员	工程部

主要职责：

- (1) 贯彻执行国家辐射安全与环境保护各项法规相关文件精神。
- (2) 负责本公司辐射安全与环境保护管理。
- (3) 组织制定本公司辐射安全与环境保护管理办法，做好管理工作。
- (4) 组织人员参加辐射安全与环境保护培训和应急演练。
- (5) 安排从事探伤相关工作的辐射工作人员参加生态环境部门组织的辐射安全和防护的培训和考核。
- (6) 检查辐射安全设施，开展辐射安全环保监测，对射线装置的安全与防护情况进行年度评估。
- (7) 实施辐射工作人员的健康体检，个人剂量监测；并做好相应资料的档案管理工作。
- (8) 负责制定辐射环境污染事故应急预案；组织开展一般辐射事故的应急响应

工作；配合有关部门对公司辐射事故的应急响应、调查处理和定级定性工作。

（9）负责公司辐射安全和环境管理队伍的建设、管理。

建设单位制定了《辐射防护安全管理机构及职责》，制度中明确了辐射安全管理小组成员，以及成员职责和各相关责任人职责，可满足评价项目的管理要求。

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》（2021年第四次修正），使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

为规范管理本单位的辐射工作，有效预防和控制可能发生的辐射事故，强化辐射事故危害意识和责任意识，建设单位制定了《辐射安全管理规章制度》，包括以下章节：《辐射防护安全管理机构及职责》、《辐射防护和安全保卫管理制度》、《辐射安全管理人员岗位职责》、《辐射工作人员培训、个人剂量监测和场所监测计划》、《辐射设备检修及维护保养制度》、《辐射事故应急处理预案》、《辐射设备操作规程》。

建设单位制定的《辐射安全管理规章制度》较全面，易实行，可操作性强，一旦发生辐射事故时，可有效应对，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求。

12.3 辐射监测

（1）环保措施竣工环境保护验收

评价项目竣工3个月内，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）的规定，对配套建设的环境保护设施进行验收。建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测报告。

建设单位不具备编制验收监测报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制，建设单位对受委托的技术机构编制的验收监测报告结论负责。建设单位在验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环保设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

（2）日常自行监测

建设单位拟配备相应的辐射监测设备，包括辐射剂量率报警仪和辐射监测仪等，

用于辐射工作场所的辐射水平自行检测和分区等工作，具体如下：

移动探伤时，确认监督区和控制区的划分：控制区边界周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 监督区边界周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。移动探伤过程中，如发生超过剂量控制水平情况，应立即停止探伤。

(3) 年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第18号令2011年）的相关规定，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，并对监测数据的真实性、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。

建设单位将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对其辐射工作场所进行监测。其中对于本评价项目辐射工作场所的监测。

年度监测数据将作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

(4) 辐射工作人员个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第18号令）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）要求，使用射线装置的单位，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证发证机关。

建设单位拟为辐射工作人员配置TLD个人剂量计和辐射剂量报警仪，TLD个人剂量计每季度送检，并建立个人剂量档案，终身保存。

评价项目投入运营后，会为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案，终身存档。

(5) 设备维护

参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，运营单位应对射线装置维护负责，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。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，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。应做好维护记录。

建设单位严格按照标准要求对所使用的射线装置进行检查与维护。每次工作开始前应对射线装置进行检查，包括检查射线装置外观是否存在可见的破损、安全联锁装置是否正常等。定期进行检查，包括检查电气安全，联锁和急停装置等。射线装置的维护，每年由射线装置厂家或专业人员进行维护至少一次，对射线装置进行彻底的检查，包括使用零部件等。当存在零部件损坏时，保证更换的零部件都来自射线装置制造商，建设单位辐射工作人员不承担设备维修维护责任。

12.4 辐射事故应急

为应对可能发生的辐射事故，确保有序地事故救援工作，最大限度地减少或消除事故和紧急情况造成的影响，避免事故蔓延和扩大，维护正常的生产工作秩序，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定的要求，为使本单位一旦发生放射安全事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众及环境的安全，制定本应急预案。

1、应急机构及其职责

建设单位成立了辐射事故应急小组，人员组成见表12-2。

表12-2 辐射事故应急小组成员一览表

序号	管理人员	姓名	性别	职务或职称	工作部门
1	组长	徐茂顺	男	经理	工程部
2	成员	徐文艳	男	管理员	工程部
3	成员	汪浅根	男	检测员	工程部
4	成员	阎星承	男	检测员	工程部

辐射事故应急小组组长职责：

(1) 负责指挥协调各有关部门做好辐射事故应急响应、应急控制措施、信息通
报、医疗应急、事故调查和事故处理工作；

(2) 发生辐射事故后，负责立即启动本单位的应急预案，确定辐射事故等级，
并确定是否及时向市环保、公安和卫生部门报告辐射事故。

辐射事故应急小组组员职责：

(1) 负责落实国家和省有关辐射事故应急工作的法律法规；

(2) 负责组建应急救援队伍，并组织辐射事故应急响应的培训、演习工作；

(3) 发现辐射事故隐患时，要及时采取措施，清除事故隐患，并详细记录备

案：

(4)发生辐射事故后，负责按辐射事故应急处理领导小组的指挥立即启动本单位的应急预案，并按辐射事故应急处理领导小组的安排立即向生态环境主管部门汇报，及时采取应急措施控制事故现场，减少人员可能受到的伤害，积极配合相关部门的调查处理工作；

(5)负责迅速安置受照射人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延；

(6)负责应急期间的通讯联络、信息资料的接收、传递、应急通报、事故调查及后果的评价等工作。

2、辐射事故分级

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：

(1)特别重大辐射事故：指射线装置失控导致3人（含3人）以上急性死亡；

(2)重大辐射事故：指射线装置失控导致2人（含2人）以下急性死亡或10人（含10人）以上急性重度放射病、局部器官残疾；

(3)较大辐射事故：指射线装置失控导致9人（含9人）以下急性重度放射病、局部器官残疾；

(4)一般辐射事故：指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射。

根据上述分级方法，我公司可能发生的辐射事故为一般事故。

3、事故类型

(1) X射线装置丢失或被盗；

(2)移动探伤作业对作业现场划定的控制区、监督区管理不到位，导致人员误入该区域引起误照射；

(3)由于沟通和操作人员之间配合问题，导致射线机出束，操作人员未退出控制区或射线机出束未停止，操作人员进入控制区。

4、事故预防

(1)射线装置操作人员定期参加有关部门举办的辐射事故应急工作的法律法规、安全操作知识、专业知识、职业卫生防护知识、应急救援知识的培训，并经考核合格方可上岗作业；

(2) 辐射事故应急处理领导小组定期组织放射性射线装置人员进行辐射事故应急响应演习，并做好相关的记录；

(3) 射线装置及其使用场所应设置明显的辐射安全标志，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；

(4) 移动探伤过程中按照要求划定监督区和控制区，并对监督区和控制区采取管控措施；

(5) 射线装置使用部门定期组织专业维修人员对射线装置的防护设施进行维护和保养，维修保养前应对维修保养人员资质进行核验；

(6) 辐射事故应急处理领导小组定期委托第三方对射线装置进行监测；

(7) 定期对直接从事射线装置的操作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案；

(8) 定期对射线装置的安全和防护状况进行年度评估，发现安全隐患立即进行整改。

5、辐射事故应急运行机制

当放射设备故障，导致异常照射；人员受到超剂量照射等异常情况下，应启动放射事故应急处理预案，应急程序包括：

(1) 射线装置操作人员立即终止操作，关闭操作电源，并报告现场负责人和辐射事故应急处理领导小组；

(2) 现场负责人负责封锁现场，切断所有可能扩大污染范围的途径，包括切断电源、在事故现场周围设置隔离带等，同时组织迅速撤离或者疏散可能受到危害的现场人员；

(3) 现场负责人负责立即将可能受到辐射伤害的人员送至卫生主管部门指定的医疗机构进行检查和治疗；或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施；

(4) 现场负责人负责保护事故现场，保留导致事故的材料、设备和工具等；

(5) 应急处理领导小组接到报告后通知应急人员迅速到达现场，现场处置人员应配备专业辐射防护装置，采取安全防护措施；

(6) 应急处理领导小组将发生的事故报公司高层，由公司高层判定所发生的辐射事故的级别，并由应急处理领导小组将发生的特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故于2小时内报生态环境主管部门，同时应急处理领导小组负责及时填报

《辐射事故初始报告表》，将发生的辐射事故的类型、时间、地点、人员受害情况、事故发生的原因、事故的过程、处理进展及采取的应急措施等基本情况报市生态环境主管部门，如有人员超剂量或受伤，应及时送至医院救治。急救电话：120；

(7) 应急事故办公室负责配合相关部门进行现场调查，采取有效的措施，控制并消除辐射事故的影响；

(8) 应急终止后，应急处理领导小组负责实施应急评价，评价的依据：应急日志、记录、产生过程、应急行动的实际效果及产生的社会影响，并根据实践的经验，对现有的应急预案进行修订和完善。

6、人员培训和演习计划

为使参加应急处理的人员能熟悉和掌握应急预案的内容，保持迅速、正确、有效地执行应急技能和知识，提高辐射工作人员应对突发事件的能力，应进行培训和演练。

(1) 人员培训

培训对象包括应急预案成员、辐射工作人员；培训内容包括应急原则和实施程序，辐射安全与防护专业知识，可能出现的辐射事故及辐射事故经验和教训，辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

(2) 演练计划

辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

建设单位按要求成立了辐射事故应急机构，明确了应急分工和职责，制定的《辐射事故应急预案》具有可操作性，保证在发生辐射事故时，做到责任和分工明确，能够迅速、有序处理。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 实践的正当性分析

广西帆航船舶技术服务有限公司移动式X射线探伤项目，开展移动式无损检测工作，目的是为了提高检测质量的要求。采用工业X射线无损探伤手段对设备焊接质量进行控制在不损伤材料或装置的情况下，对其内部结构及质量进行监督，保证了制造设备的质量。工业X射线探伤机具有先进性和不可取代性，能在很大程度上改善工作条件和减轻检测人员的劳动强度，符合辐射防护“实践的正当性”原则。因此，该项目使用工业X射线探伤的目的是正当可行的。工业X射线探伤在提高电力器具质量的同时，也为建设单位创造更大的经济效益。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

13.1.2 选址合理性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于“源的选址与定位”规定，国家只对“具有大量放射性物质和可能造成这些放射性物质大量释放的源”应考虑场址特征的规定，对其它源的选址未作明文规定。本项目的工业X射线探伤机在正常运行和事故工况下，均不会造成大量放射性物质释放。因此，对此类项目的选址国家未加明确限制。

建设单位在所承接的无损检测项目现场进行X射线探伤作业时，应合理安排工期，探伤作业时每一探伤点均应清场，并划分控制区及监督区作业。

13.1.3 产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录》（2024年本）中“第一类 鼓励类”中“十四机械”中的第1条“工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业政策。

13.1.4 环境影响分析结论

1、剂量估算结果

预计本项目运行对职业人员年剂量低于剂量管理约束值5mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于剂量限值的要求。

预计本项目运行对公众人员产生的有效剂量低于公众成员年剂量管理约束值0.25mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值

的要求。

2、废气环境影响

在探伤作业时，X射线使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，移动式探伤周围一般为空旷地带，曝光过程中产生的臭氧及氮氧化物自然扩散后对环境的影响甚微。

3、危废环境影响

本项目产生的废显（定）影液、废胶片先放至危废存放区的专用桶内暂存，委托有危险废物处理资质的单位回收处理，危险废物的运输由回收单位负责。

13.1.5 辐射环境管理制度

(1) 为了加强项目辐射安全与环境保护工作领导，规范项目射线装置辐射安全及管理，建设单位成立辐射防护管理小组。

(2) 建设单位为了加强对工业X射线探伤机安全和防护的监督管理，促进工业X射线探伤机的安全应用，保障辐射工作人员和公众的人体健康，公司制定了《辐射防护安全管理机构及职责》、《辐射防护和安全保卫管理制度》、《辐射安全管理人员岗位职责》、《辐射工作人员培训、个人剂量监测和场所监测计划》、《辐射设备检修及维护保养制度》、《辐射事故应急处理预案》、《辐射设备操作规程》等。

(3) 为应对探伤作业过程中X射线突发辐射事故，建设单位应成立应急防护行动组织，制定《辐射事故应急处理预案》等规章制度，明确小组人员的职责，设置辐射突发事件应急处理程序，并加强演练。

(4) 建设单位将在项目运行后根据实际情况进一步完善辐射安全管理制度，确保公司辐射安全与防护工作按照法律法规和公司规章制度进行。

13.1.6 安全培训及健康管理

(1) 对所有从事辐射工作的人员进行安全与防护知识教育培训，培训考核合格方能上岗，使工作人员熟练掌握操作技能，减少操作时间，从而达到减少受照剂量。

(2) 所有辐射工作人员均应进行个人累积剂量的监测并建立个人档案，每两年进行一次健康体检。

13.1.7 结论

综上所述，广西帆航船舶技术服务有限公司移动式X射线探伤项目在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施后，其配置的X射线探伤机的运行对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

根据项目情况本评价提出以下建议：

- (1) 按照辐射安全许可证的许可内容从事辐射工作。
- (2) 不断完善辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。
- (3) 继续做好辐射防护工作档案，对辐射工作人员的辐射防护培训、个人剂量检测健康查体和辐射防护检测等资料要分类保管并长期保存，严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。
- (4) 做好职业工作人员的个人剂量监测和健康管理；做好辐射工作人员培训和再培训。按照辐射事故应急预案和报告制度的要求，定期进行熟练演习。
- (5) 落实辐射防护设施定期检查制度，如检查工作警示灯、辐射警示标记等。

13.2.2 承诺

为保护环境，保障人员健康，建设单位承诺：

- (1) 落实辐射工作人员参加相关培训，保证辐射工作人员持证上岗，所有辐射工作人员均应配备个人剂量计。
- (2) 按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（环境保护部18号令）要求开展个人剂量监测、工作场所监测以及对本单位射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关及当地生态环境部门提交上一年度的报告。
- (3) 完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行。
- (4) 接受生态环境部门的监督检查并及时整改检查中发现的问题。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公 章

经办人

年 月 日

审批意见:

公 章

经办人

年 月 日

附件1

委托书

广西仁辉环保科技有限公司：

我单位广西帆航船舶技术服务有限公司，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》等有关法律法规要求，委托贵公司编制广西帆航船舶技术服务有限公司移动式X射线探伤项目环境影响评价报告表。

委托单位（盖章）：广西帆航船舶技术服务有限公司

2025年9月10日



附件2

打印

广西壮族自治区投资项目备案证明



(此项目的最终备案结果, 请以“在线平台-项目公示-备案项目公示”中的查询结果为准! 在线平台地址: <http://zxsp.fgw.gxzf.gov.cn/>)

已备案成功

项目代码: 2509-450105-04-01-155869

项目单位情况			
法人单位名称	广西帆航船舶技术服务有限公司		
组织机构代码	91450128MAA79C0A54		
法人代表姓名	韦苑	单位性质	企业
注册资本(万元)	200.0000		
备案项目情况			
项目名称	广西帆航船舶技术服务有限公司移动式X射线探伤项目		
国标行业	检测服务		
所属行业	其他		
建设性质	新建		
建设地点	广西壮族自治区:南宁市_江南区		
项目详细地址	南宁市江南区亭洪路商业21号10+1商业大道21号楼21-78号		
建设规模及内容	广西帆航船舶技术服务有限公司购置3台X射线探伤装置, 用于开展船舶焊缝拍片类现场探伤检测工作。		
总投资(万元)	50.0000		
项目产业政策分析及符合 产业政策声明	符合		
进口设备型号和数量		进口设备用汇(万美元)	
拟开工时间(年月)	202509	拟竣工时间(年月)	202512
申报承诺			
1.本单位承诺对备案信息的真实性、合法性负责。 2.本单位将严格按照项目建设程序, 依法合规推进项目建设, 规范项目管理。 3.本单位将严把工程质量和安全关, 建立并落实工程质量、安全生产领导责任制, 加强项目社会稳定风险防范。 4.项目备案后发生较大变更或项目停止建设, 本单位将及时告知原备案机关。 5.本单位定期通过广西投资项目在线审批监管平台报送项目开工、建设进度、竣工的基本信息。 6.本单位知晓并自担项目投资风险。			
备案联系人姓名	徐茂顺	联系电话	15878178228
联系邮箱	31005261@qq.com	联系地址	南宁市江南区亭洪路商业21号10+1商业大道21号楼21-78号

备案机关: 南宁市江南区发展和改革局

项目备案日期: 2025-09-11

附件3



国家企业信用信息公示系统网址:<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过
国家企业信用信息公示系统报送上一年度报告

国家市场监督管理总局监制

附件4

辐射防护安全管理机构及职责

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年1月4日生态环境部部令第20号）第十六条要求：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。建设单位为了加强射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性辐射事故，确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产，成立了辐射防护管理小组负责辐射安全与环境保护管理工作，明确各相关责任人及其职责。辐射防护管理小组的主要任务是确保辐射实践安全，避免或减少辐射事故的发生，统筹辐射安全实践安全管理。辐射防护管理小组成员如下：

表1 建设单位辐射防护管理小组成员表

序号	管理人员	姓名	性别	职务或职称	工作部门
1	组长	徐茂顺	男	经理	工程部
2	副组长	徐文艳	男	管理员	工程部
3	成员	汪浅根	男	检测员	工程部
4	成员	阎星承	男	检测员	工程部

主要职责：

- (1) 贯彻执行国家辐射安全与环境保护各项法规相关文件精神。
- (2) 负责本公司辐射安全与环境保护管理。
- (3) 组织制定本公司辐射安全与环境保护管理办法，做好管理工作。
- (4) 组织人员参加辐射安全与环境保护培训和应急演练。
- (5) 安排从事探伤相关工作的辐射工作人员参加生态环境部门组织的辐射安全和防护的培训和考核。
- (6) 检查辐射安全设施，开展辐射安全环保监测，对射线装置的安全与防护情况进行年度评估。

(7) 实施辐射工作人员的健康体检，个人剂量监测；并做好相应资料的档案管理工作。

(8) 负责制定辐射环境污染事故应急预案；组织开展一般辐射事故的应急响应工作；配合有关部门对公司辐射事故的应急响应、调查处理和定级定性工作。

(9) 负责公司辐射安全和环境管理队伍的建设、管理。

附件5

辐射防护和安全保卫管理制度

为贯彻上级环境主管部门对放射性同位素及射线装置的安全管理的有关要求，根据国家《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院449号令）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等有关规定，为保护工作人员及场所周围公众的健康权益，特制定本制度。

一、目的

为了进一步落实我公司的辐射安全管理，坚决贯彻实行“预防为主、防治结合、严格管理、安全第一”的方针，保证安全生产，特制定本制度。

二、适用范围

本制度适用于本公司辐射安全管理。

三、目标限值

1.人员剂量：

- ①工作人员剂量控制值低于5毫希沃特/年。
- ②公众剂量控制值低于0.25毫希沃特/年。

2.安全生产管理目标

无发生因系统设备操作、使用和管理不当而造成人员、设备、环境的安全生产事故。

3.剂量率限值

移动式探伤：监督区大于2.5 μ Sv/h，控制区大于15 μ Sv/h。

四、移动式探伤管理

1.人员培训与资质要求

①所有参与移动探伤作业的人员必须接受无损检测和辐射安全防护培训，并持有相应证书。

②项目经理需具备不少于2年的现场探伤工作经验，负责现场勘查和设备选择。

2.现场评估与准备

①项目经理进行现场勘查，评估工作环境和安全情况。

②根据现场情况和探伤工件选择合适的管电压和探伤条件。

3.射线机管理

直接由建设单位射线机存放场所领取，负责人为建设单位仓库管理员。

4.探伤作业区域划分与管控

①设立监督区和控制区，设置安全屏蔽屏障和警示标识，避免人员误入。

②控制区边界和监督区边界设置警示，并配备警示灯，必要时专人警戒。

5.现场管理与监督

①作业前申请作业票，并对监督区和控制区进行清场，控制区边界无人员居留环境。

②控制区内任何人员不得进入，监督区内除辐射工作人员外，其他人员不得进入。

③主要出入口设置专人警戒，必要时增派人员在监督区进行警戒。

④控制区边界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”，并拉起警戒线。

⑤监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置警戒线、报警灯、警示牌，必要时应设专人警戒。

⑥辐射工作人员必须在移动探伤过程中佩戴个人剂量报警仪，个人剂量计，打开辐射探测。

6.探伤现场巡测

①从远处向靠近射线机的方向进行探测。

②探测时应在探伤机的前后左右四个方向进行探测。

③巡测人员需配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

④每次探伤结束后，才可关闭巡测仪。

7.台账管理

日常设备借出由项目经理和仓管进行交接。

五、人员管理

1.工作人员须通过辐射安全与防护的课程培训并取得合格证书后方能上岗，人员培训见我公司《辐射工作人员培训计划和辐射工作人员个人剂量计管理办法》。

2.辐射工作人员从事辐射工作过程中需正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，个人剂量计每三个月送检，由辐射安全管理小组指派专人管理个人剂量计。

3.工作人员每年到有资质的职业健康检查机构进行职业健康检查，并建立个人剂量档案，终身保存。个人剂量档案包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。

六、辐射安全许可证维护

- 1.辐射安全许可证有效期为5年，有效期届满30日前，向原发证机关提出延续申请。
- 2.许可证正、副本原件由办公室存档。
- 3.管理中心变更名称、地址和法定代表人时，应当自变更登记之日起20日内，向原发证机关申请办理许可证变更手续。
- 4.当改变许可证规定的活动种类或者范围，新建或改建、扩建使用设施或者场所时，应重新申领许可证。
- 5.部分终止或者全部终止使用时，应当向原发证机关提出部分变更或者注销许可证申请，由原发证机关核查合格后，予以变更或者注销许可证；
- 6.因故遗失许可证的，应当及时到所在地省级报刊上刊登遗失公告，并于公告30日后的一个月内持公告到原发证机关申请补发。

辐射安全管理人员岗位职责

一、职位概述：辐射安全管理人员是负责公司辐射设备（移动探伤机）操作过程中的安全管理和监督的专业人员。他们的主要职责是确保辐射设备的安全运行，保护操作人员和环境免受辐射的危害，并负责制定和执行相关的安全管理制度和操作规程。

二、主要职责

1. 安全管理制度制定与执行：

- 负责制定和完善公司辐射设备的安全管理制度和操作规程，并确保其严格执行。
- 对辐射设备操作人员进行安全培训，提高其安全意识和操作技能。

2. 设备运行监督与检查：

- 管理员：负责探伤机的保管，台账登记和现场台账登记回收存档工作，同时负责危废管理，因不接触射线，所以不纳入辐射工作人员管理；
- 安全员：探伤机领取，移动探伤现场分区，检测和现场秩序维护工作。兼职项目经理，负责项目业务对接，现场勘查，任务单下达，项目现场探伤机保管登记，均由安全员负责；
- 检测员：主要负责现场探伤过程中的设备操作，同时协助安全员进行现场探伤管理。

三、应急响应与事件处理：

- ① 对辐射事故和突发事件进行应急响应和处理，组织实施紧急救援和应急处置措施，最大限度地减少事故损失。

- ② 协助相关部门进行事故调查和报告，总结经验教训，完善安全管理制度。

四、合规性管理与监督：

- 确保辐射设备的运行符合相关法律法规和标准要求，及时更新和完善相关的合规性文件和手续。

- 参与相关监管部门的检查和评估，积极配合完成相关合规性审核和评估工作。

五、培训与教育：

- ① 参加公司组织开展辐射安全培训和教育活动。

- ② 定期组织进行应急演练和安全知识竞赛，促进员工的安全文化建设。

辐射工作人员培训、个人剂量监测和场所监测计划

- 一、从事射线装置操作的人员均属于辐射工作人员。
- 二、使用II类射线装置需参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训，并考取合格证；
- 三、所有培训有效期为5年，培训期满前，应进行复训。
- 四、公司为辐射工作人员配备个人剂量计，并为工作建立完善的个人剂量检测档案，终生保存。
- 五、所有辐射工作人员从事辐射工作时应按照要求佩戴个人剂量计。
- 六、个人剂量计每3个月送检，检测结果存入个人剂量档案。
- 七、移动探伤检测，参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）控制区大于15 μ Sv/h，监督区大于2.5 μ Sv/h。
- 八、检测周期和存档
 - (1) 个人剂量计每季度检测一次，建立个人剂量档案，终身存档。
 - (2) 每年委托有资质的公司检测一次，报告作为年度评估附件，并进行存档。
 - (3) 移动探伤每次从事探伤作业时，均需进行检测，并记录与移动探伤作业任务单。

辐射设备检修及维护保养制度

- 为加强公司射线设备的管理工作，确保射线装置处于完好状态，特制定本制度。
- 本公司射线装置维修均应交由第三方（设备供应商）。
- 1、射线装置维修必须由专职、专人负责管理，负责人员应了解辐射设备的安全操作规程，掌握辐射设备使用与安全情况。
 - 2、辐射设备使用前后应进行必要的检查、清洁保养和简单的维护，并及时填写运行记录。
 - 3、射线装置维护做好维护记录，定期检查设备是否安全，防护装置是否齐全、可靠，并对设备进行定期校对，发现隐患及时整改，使设备保持完好状态，定期检查仪器设备的运行情况。
 - 4、发现有损坏的情况要及时检修，维修需要请持有资质的专业人士进行维修（设备供应商）。
 - 5、检修过程中，必须确保有辐射监测设备进行现场检测。检测结束后，要填写情况报告，将检修后的监测结果留档，维护场所的安全防护与屏蔽等安全措施及警示标志。
 - 6、相关人员按规定认真做好并保存仪器设备维修记录，确保记录真实，做到备案可查。如出现重大故障，必须立即采取果断措施，防止射线泄漏，并及时向单位领导汇报，启用应急预案进行处置。

辐射事故应急处理预案

为应对可能发生的辐射事故，确保有序地事故救援工作，最大限度地减少或消除事故和紧急情况造成的影响，避免事故蔓延和扩大，维护正常的生产工作秩序，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定的要求，为使本单位一旦发生放射安全事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众及环境的安全，制定本应急预案。

1、应急机构及其职责

建设单位成立了辐射事故应急小组，人员组成见表1。

表1 辐射事故应急小组成员一览表

序号	管理人员	姓名	性别	职务或职称	工作部门
1	组长	徐茂顺	男	经理	工程部
2	成员	徐文艳	男	管理员	工程部
3	成员	汪浅根	男	检测员	工程部
4	成员	阎星承	男	检测员	工程部

辐射事故应急小组组长职责：

- (1) 负责指挥协调各有关部门做好辐射事故应急响应、应急控制措施、信息通报、医疗应急、事故调查和事故处理工作；
- (2) 发生辐射事故后，负责立即启动本单位的应急预案，确定辐射事故等级，并确定是否及时向市环保、公安和卫生部门报告辐射事故。

辐射事故应急小组组员职责：

- (1) 负责落实国家和省有关辐射事故应急工作的法律法规；
- (2) 负责组建应急救援队伍，并组织辐射事故应急响应的培训、演习工作；
- (3) 发现辐射事故隐患时，要及时采取措施，清除事故隐患，并详细记录备案；
- (4) 发生辐射事故后，负责按辐射事故应急处理领导小组的指挥立即启动本单位的应急预案，并按辐射事故应急处理领导小组的安排立即向生态环境主管部门汇报。

报，及时采取应急措施控制事故现场，减少人员可能受到的伤害，积极配合相关部门的调查处理工作；

（5）负责迅速安置受照射人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延；

（6）负责应急期间的通讯联络、信息资料的接收、传递、应急通报、事故调查及后果的评价等工作。

2、辐射事故分级

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：

（1）特别重大辐射事故：指射线装置失控导致3人（含3人）以上急性死亡；

（2）重大辐射事故：指射线装置失控导致2人（含2人）以下急性死亡或10人（含10人）以上急性重度放射病、局部器官残疾；

（3）较大辐射事故：指射线装置失控导致9人（含9人）以下急性重度放射病、局部器官残疾；

（4）一般辐射事故：指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限制的照射。

根据上述分级方法，我公司可能发生的辐射事故为一般事故。

3、事故类型

（1）X射线装置丢失或被盗；

（2）移动探伤作业对作业现场划定的控制区、监督区管理不到位，导致人员误入该区域引起误照射；

（3）由于沟通和操作人员之间配合问题，导致射线机出束，操作人员未退出控制区或射线机出束未停止，操作人员进入控制区。

4、事故预防

（1）射线装置操作人员定期参加有关部门举办的辐射事故应急工作的法律法规、安全操作知识、专业知识、职业卫生防护知识、应急救援知识的培训，并经考核合格方可上岗作业；

（2）辐射事故应急处理领导小组定期组织放射性射线装置人员进行辐射事故应急响应演习，并做好相关的记录；

（3）射线装置及其使用场所应设置明显的辐射安全标志，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；

(4) 移动探伤过程中按照要求划定监督区和控制区，并对监督区和控制区采取管控措施；

(5) 射线装置使用部门定期组织专业维修人员对射线装置的防护设施进行维护和保养，维修保养前应对维修保养人员资质进行核验；

(6) 辐射事故应急处理领导小组定期委托第三方对射线装置进行监测；

(7) 定期对直接从事射线装置的操作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案；

(8) 定期对射线装置的安全和防护状况进行年度评估，发现安全隐患立即进行整改。

5、辐射事故应急运行机制

当放射设备故障，导致异常照射；人员受到超剂量照射等异常情况下，应启动放射事故应急处理预案，应急程序包括：

(1) 射线装置操作人员立即终止操作，关闭操作电源，并报告现场负责人和辐射事故应急处理领导小组；

(2) 现场负责人负责封锁现场，切断所有可能扩大污染范围的途径，包括切断电源、在事故现场周围设置隔离带等，同时组织迅速撤离或者疏散可能受到危害的现场人员；

(3) 现场负责人负责立即将可能受到辐射伤害的人员送至卫生主管部门指定的医疗机构进行检查和治疗；或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施；

(4) 现场负责人负责保护事故现场，保留导致事故的材料、设备和工具等；

(5) 应急处理领导小组接到报告后通知应急人员迅速到达现场，现场处置人员应配备专业辐射防护装置，采取安全防护措施；

(6) 应急处理领导小组将发生的事故报公司高层，由公司高层判定所发生的辐射事故的级别，并由应急处理领导小组将发生的特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故于2小时内报生态环境主管部门，同时应急处理领导小组负责及时填报《辐射事故初始报告表》，将发生的辐射事故的类型、时间、地点、人员受害情况、事故发生的原因、事故的过程、处理进展及采取的应急措施等基本情况报市生态环境主管部门，如有人员超剂量或受伤，应及时送至医院救治。急救电话：120；

(7) 应急事故办公室负责配合相关部门进行现场调查，采取有效的措施，控制并消除辐射事故的影响；

(8) 应急终止后，应急处理领导小组负责实施应急评价，评价的依据：应急日志、记录、产生过程、应急行动的实际效果及产生的社会影响，并根据实践的经验，对现有的应急预案进行修订和完善。

6、人员培训和演习计划

为使参加应急处理的人员能熟悉和掌握应急预案的内容，保持迅速、正确、有效地执行应急技能和知识，提高辐射工作人员应对突发事件的能力，应进行培训和演练。

(1) 人员培训

培训对象包括应急预案成员、辐射工作人员；培训内容包括应急原则和实施程序，辐射安全与防护专业知识，可能出现的辐射事故及辐射事故经验和教训，辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

(2) 演练计划

辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

建设单位按要求成立了辐射事故应急机构，明确了应急分工和职责，制定的《辐射事故应急预案》具有可操作性，保证在发生辐射事故时，做到责任和分工明确，能够迅速、有序处理。

辐射设备操作规程

一、现场准备

辐射工作人员根据探伤计划办理X射线探伤装置的出库手续填写使用登记表，并领取足够的现场探伤所需的防护用品，包括个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式X- γ 剂量率仪、对讲机、测距仪、警戒线、电离辐射警告标志、“禁止进入X射线区”警告牌、“当心电离辐射，无关人员禁止入内”警告牌、警示灯、警示喇叭等。到达现场后，将由现场管控人员负责组织无关人员撤离现场。工作人员进入现场前需检查防护用品是否准备齐全，佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪。

二、现场分区

参考本报告表给出的理论分区方式，初步设定工作场所监督区和控制区，拉好安全围栏、警绳，由现场管控人员负责警戒，防止人员误闯被误照射。在控制区边界设置警戒绳、警示灯、警示喇叭和控制区警示牌，防止人员误入。在监督区设置警戒绳和警示牌，提醒公众勿接近辐射工作区。警示灯和警示喇叭在探伤工作期间保持开启，警示人员勿进入控制区，使用的探伤装置具有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，警示信号与探伤装置联锁且足够清晰，确保控制区的所有边界都可以听到；在监督区边界上和建筑物出入口的醒目位置悬挂清晰可见的“当心电离辐射，无关人员禁止入内”警告牌和电离辐射警告标志。

三、探伤设备安装

2名辐射工作人员负责将射线发生器、成像板分别在工件需要探伤位置的两侧进行安装，然后退至控制区外。1名辐射工作人员在监督区通过射线控制器控制射线发生器进行出束，有用线束水平方向照射。1名人员负责现场管控和巡测。

四、曝光、现场监测

X射线装置开机并进行参数设置，设备无线连接。开始现场曝光前，参照本报告确定的剂量率值划定控制区、监督区边界，监测控制区、监督区边界距地1m高处的环境 γ 辐射剂量率；对控制区和监督区进行巡查，确保在控制区内无任何人员、监督区内无公众人员。确认后，才向操作人员发出曝光指令，通过控制器控制射线出束。初次曝光时，使用便携式X- γ 剂量率仪确认分区的合理性，并根据巡测结果调整分区方案。探伤作业期间应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在

此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。巡测时，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。

五、探伤结束

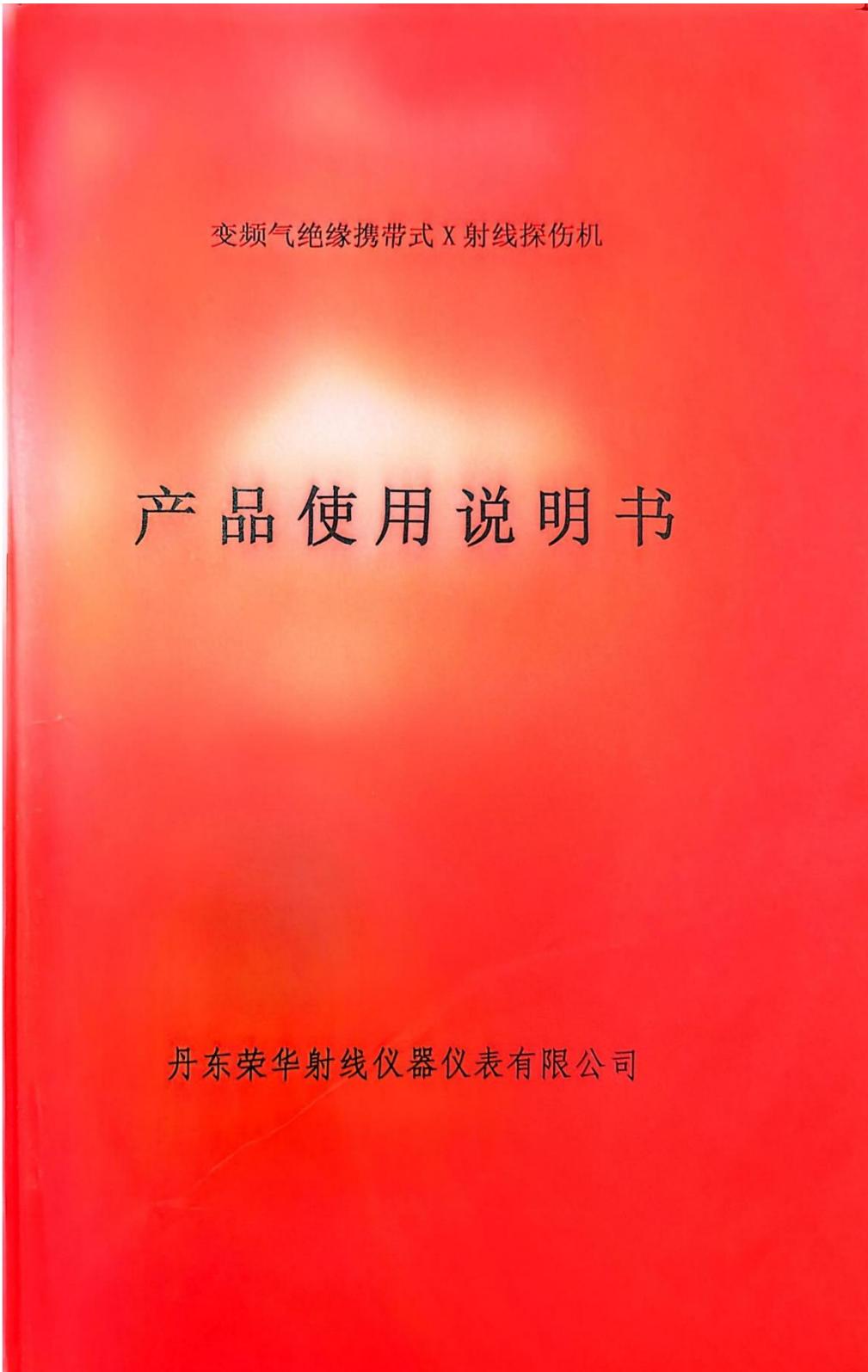
探伤结束后，X射线装置关机，使用便携式X-γ剂量率仪确认X射线发生器已关闭，工作人员收起设备、撤除警戒。将设备运输回建设单位储存，并做好台账登记。

附件6

检测任务单

委托单位			检测地址			
勘查人员			勘查填表人			
检测人员			检测日期			
勘查情况——现场勘查人填写						
检测物品:	材料:	厚度:	预计拍片量:			
符合性	<input type="checkbox"/> 可行 <input type="checkbox"/> 现场环境不适合					委托单位签名:
现场勘查 人确认分区 情况	拟用设备	控制区	监督区	控制区	监督区	
		<input type="checkbox"/> 主线束		<input type="checkbox"/> 非主线束		
现场勘查人签名:						
现场记录——探伤人员填写						
是否可进行 检测	<input type="checkbox"/> 可行 <input type="checkbox"/> 现场环境不适合, 原因					
开始时间						
使用防护 设施	<input type="checkbox"/> 警戒线 <input type="checkbox"/> 报警灯 <input type="checkbox"/> 警示牌 <input type="checkbox"/> 辐射探测仪 <input type="checkbox"/> 对讲机 <input type="checkbox"/> 屏蔽物 <input type="checkbox"/> 其他:					
训机管电压:	_____ kV		使用最大管电压: _____ kV			
监督区边界:	_____ $\mu\text{Sv/h}$		控制区边界: _____ $\mu\text{Sv/h}$			
结束时间						
拍片____张, 废片____张。						
备注:						
现场人员签名: 委托方签名:						

附件7



变频气绝缘携带式 X 射线探伤机

产品使用说明书

丹东荣华射线仪器仪表有限公司

一、概述

欢迎使用 RH 荣华便携式变频充气式 X 射线探伤机。它是石油化工、航空航天、机械制造、锅炉、压力容器、造船、国防工业等部门进行无损检测的理想设备。

RH 荣华便携式变频充气 X 射线探伤机有下列型号：

XXQ-1005、XXQ-1605、XXQ-2005、XXQ-2505、XXQ-3005、XXQ-3505 型探伤机为定向辐射探伤仪器。

XXHz-1005、XXHz-1605、XXHz-2005、XXHz-2505、XXHz-3005、XXHz-3505 型探伤机为周向锥靶辐射探伤仪器。

XXH-1005、XXH-1605、XXH-2005、XXH-2505、XXH-3005、XXH-3505 型探伤机为周向辐射探伤仪器。

XXG-1605、XXG-2005、XXG-2505、XXG-3005、XXG-3505 型探伤机为定向辐射探伤装置，其 X 射线管采用波纹陶瓷管，使 X 射线发生器的体积更小、重量更轻。

XXGH-1605、XXGHZ-1605、XXGH-2005、XXGHZ-2005、XXGH-2505、XXGHZ-2505、XXGH-3005、XXGHZ-3005、XXGH-3505、XXGHZ-3505 型探伤机为周向辐射探伤装置，其 X 射线管采用波纹陶瓷管，机械强度高、使用可靠。

RH 荣华便携式变频充气 X 射线探伤机控制器集国内外同类仪器之所长，选用高性能微处理器和高效集成电路及模块化元器件，采用先进的控制技术，具有相当高的可靠性。

RH 荣华 X 射线探伤机具有下列新的特点：

- 开机进行全面的软硬件自诊断，可诊断出有故障的器件。
- 抗干扰性强，适用野外无电源，用发电机供电工作。
- 利用旋钮可以迅速准确地选择曝光参数，操作十分简单。
- 具有延时启动高压的功能，便于操作者撤离危险区域。
- 高压缓升缓降，可有效地保护 X 射线发生器。
- 自动控制按 1:1 方式工作与休息，最长连续曝光时间为 5.0 分钟。
- 保护措施齐全，具有过 KV、过 mA、欠 mA、过流、超温以及声光报警，防止机器意外损坏。
- 可以选择训机操作，有效防止 X 射线发生器意外损坏。
- 设有安全锁（门开关），有效的防止误操作。
- 结构设计更加牢固轻巧，更便于现场操作。

特殊型号 X 射线探伤机，如无特别注明，其使用说明同本手册。

二、技术指标

续表

	项目	XXQ-250S	XXH-250S	XXHz-250S	XXG-250S	XXQ-300S	XXH-300S	XXHz-300S	XXG-300S	XXQ-350S	XXH-350S	XXHz-350S	XXG-350S								
输入	电源	单相 50Hz AC 220±10% V																			
	电源容量	4kVA																			
输出	X射线管电压(峰值 kVp) X射线管电流(平均值) 高压变压器输入电压波动	150~250 kVp 5mA ±1%				170~300 kVp 5mA ±1%				180~350 kVp 5mA ±1%											
控制台	尺寸(长×宽×高)	350×290×155mm																			
	重量(kg)	10																			
X射线管	焦点尺寸(mm × mm) X射线辐射角	2.0×2.0 40° +5°	1.0×2.4 25° ×360°	1.0×2.5 30° ×360°	2.0×2.0 40° +5°	3.5×3.5 40° +5°	1.0×3.5 25° ×360°	1.0×3.5 30° ×360°	2.5×2.5 40° +5°	2.5×2.5 40° +5°	1.5×3.4 25° ×360°	1.5×3.5 30° ×360°	2.5×2.5 40° +5°								
X射线发生器	冷却方式 绝缘方式 安全工作压力	强迫风冷 SF6 气体绝缘 0.36Mpa ~ 0.45 Mpa																			
	尺寸(长×宽×高 mm) 重量(kg)	Φ320×730 34		Φ320×620 32		Φ340×830 41		Φ340×720 33		Φ340×830 47		Φ340×850 47									
最大穿透厚度	钢板 A3 (mm)	40	37	34	39	50	47	40	50	57	53	49	58								
	条件	(1) 焦距 600 mm, 曝光时间 5 分钟 (2) 天津凹型胶片, 双面铅箔增感; (3) 暗室处理: 20±2°C 温度, 显影时间 5 分钟, 黑度 ≥1.5;																			
工作环境	温湿度 相对湿度 海拔高度	-30°C ~ +40°C 不大于 85% 不高于 1000 米																			
工作方式	程序控制 全自动 1:1 方式工作与休息, 最大连续曝光时间为 5 分钟。																				

续表

三、结构

本探伤机系统主要由控制器、X射线发生器、电源电缆、连接电缆及附件等组成。

【注】：控制器和X射线发生器用户请勿打开。

3.1 X射线发生器

X射线发生器为组合式结构，X射线管、高压发生器（包括X射线管灯丝绕组）与绝缘气体（SF6）一起封装在桶状铝壳内。X射线发生器一端装有风扇和散热器，作为冷却之用。所用绝缘气体（SF6）对于高压有良好的介电性能。

X射线发生器主要包括下列部件：

- A、X射线管；
- B、高压发生器（包括灯丝绕组）；
- C、温度继电器；
- D、气体压力表；
- E、连接电缆插座；
- F、报警灯插座；
- G、X射线管冷却风扇；

X射线管系完全防电击式设计，X射线管阳极接地，承受单向脉冲电压。X射线发生器装有温度继电器，一旦出现温度过高情况能使控制台自动切断高压，以确保机器的安全。报警灯亮时表示X射线探伤机正在产生X射线。

X射线发生器的两个端环可使其立放或卧放，在搬运及高空作业时可作搬抬之用。

3.2 控制器

控制器的主要作用是自动控制X射线发生器工作在设定的电压，保证产生稳定的X射线，并自动控制曝光时间。

RH荣华控制器操作面板参见图1，操作面板上配有：

- (1)、准备指示灯：此灯变绿时表示控制器可以进行曝光操作；
- (2)、高压指示灯：此灯变红时表示X射线发生器正在曝光；
- (3)、毫安指示灯：此灯点亮时表示X射线发生器工作正常；
- (4)、2位LED显示器：用于指示曝光时间或机器运行状态指示；
- (5)、拨码开关：用以设置曝光时间及自动训练；
- (6)、高压设置旋钮：用以设置X射线发生器曝光量；
- (7)、高压开键：用以启动X射线发生器曝光；

(8)、高压关键：用以停止 X 射线发生器曝光操作和设置开高压；

(9)、电子锁：防止非工作人员误开启高压；

(10)、曝光曲线：根据检测工件选择适当的曝光参数。

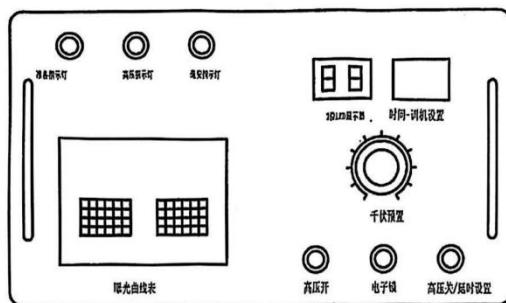


图 1：X 射线探伤机控制器面板示意图

在控制台右侧有一个插座盒(参见图 2)

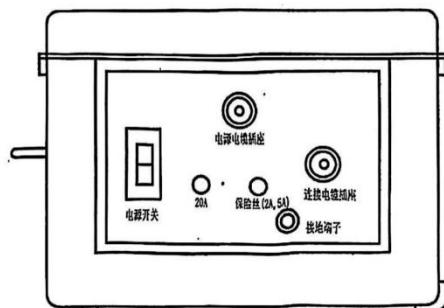


图 2、X 射线探伤机控制器接线盒示意图

四、安装

- (一)、拆箱后请按装箱单清点验收，检查各部分有无损坏或漏装、错装现象。
- (二)、确认控制器的型号与 X 射线发生器型号是否一致，否则将导致不正确甚至损坏 X 射线发生器。
- (三)、切断控制台电源开关，接好电源电缆。电源应满足“技术指标”中的要求。
- (四) 将接地线一端接到控制台的接地端子上，另一端接到可靠的地线上。
- (五)、用连接电缆将控制台和 X 射线发生器连接起来，并保证接触良好。
- (六)、将报警灯接到 X 射线发生器上，以显示 X 射线的发生。
- (七)、使用该机应有 X 射线 防护设施，如在野外现场使用，可用 2 毫米厚的铅板进行防护。无条件时，以 X 射线发生器焦点为中心，半径 20 米内不得有人，方可透照。
- (八)、上述步骤完成后，还要认真检查 X 射线发生器的气体压力是否符合技术指标中的要求。若不符合，严禁开机，以防损坏 X 射线发生器。

五、使用

5.1 开机

安装完毕后，确认控制器各电缆连接正确，打开控制器侧面电源开关，操作面板上的“2 位 LED 显示器”将点亮。

5.1.1 系统检查

开机后控制器首先进行系统诊断测试，同时 2 位 LED 显示器各段轮换点亮（若其中某段不能点亮，说明其可能损坏）。

在系统诊断测试时下列状态为正常：

准备指示灯显示黄色、高压指示灯、毫安指示灯均熄灭；

高压开键、高压关键不起作用。

下列状态为异常：

2 位 LED 显示某一种代码；

蜂鸣器持续地响。

(1)、若诊断出故障，将在 LED 显示出故障代码：

F1: 测试 89C52 内部 RAM 故障。

F2: 测试 89C52 内部 EPROM 故障。

F3: 测试高压开按钮故障。

F4: 测试高压关按钮故障。

当发现故障时，用户应详细地记下故障代码，关闭电源，并与厂家联系维修后方可继续使用。

(二)、若系统诊断测试正常，大约需要 30 秒钟后出现如下提示：

准备指示灯变绿

蜂鸣器持续地响一声或两声；

LED 显示 “X.X(X 表示数值 0-5.0) 或 CL 字样，示意操作者可以进行曝光或训机操作。

5.2 训机操作

将拨码开关拨到 9.9，数码显示器闪烁显示 “CL”，表示进入训机状态。训机时应使用到多高 KV 训练到多高 KV。若使用到高 KV 时，训机可能要两次或三次才能完成，此时机器将自动连续完成训机。其训机过程中准备灯变为红色。训机完成后准备灯变为绿色，数码显示器显示 “CL” 但不闪烁，表示训机过程完成。此时可重新设置曝光时间。

训机过程应注意安全。

5.3 曝光操作

当上面的过程完成后，系统准备好进行曝光操作，此时准备指示灯变绿；系统将首先进入设定曝光参数过程。

5.3.1 曝光参数设定：

(一)、确定检测工件的材料及厚度；

(二)、根据检测材料的密度和厚度换算出与其相对应 A3 钢的厚度；

(三)、根据 A3 钢的厚度查阅曝光曲线表，确定与其相对应的 KV 值和曝光时间。

【注】由于 X 射线发生器的差异，对单独一台设备来说，曲线表上的参数不一定是透照的最佳参数，操作者应采用自己的设备及标准梯块，参照设备的曲线表，做出自己最佳的曝光曲线表。

(1)、KV 设定值的修改

将“高压设置”旋钮顺时针或逆时针旋转，使旋钮上的指示线与本次曝光的 KV 值相对应。顺时针旋转 KV 值增加，逆时针旋转 KV 值减小。

KV 设定值应与使用的设备相对应，各种型号的控制器和 X 射线发生器输出的

KV 值范围为：

1005 型：20-100KV；1605 型：40-160KV；2005 型：100-200KV；

2505 型：150-250KV；3005 型：170-300KV；3505 型：180-350KV。

(2)、曝光时间设定值的修改

曝光时间设定是通过拨码开关和“2 位 LED”显示器实现的。

▲ 拨动拨码开关，“2 位 LED”显示值也相应的增加或减小。如拨到 9.9 则显示“CL”，进入训机状态。

▲ “2 位 LED”左边位表示“分”，右边位是“分”的十分之一位，及每个数值是 6 秒的倍数。如“4.5”表示设定的曝光时间是 4 分 30 秒。

5.3.2 启动曝光

当确认 KV 值与曝光时间值都设定好之后，然后按下“高压开”键，即可启动曝光操作。

5.3.3 执行过程

曝光操作分为三个阶段完成：延时启动、曝光、休息。

5.3.3.1 延时设置

当准备灯变绿后，连续按停扭两下，数码管两小数点同时闪烁，此时拨动码开关，可在 0.0—9.9 分之间设置延时。若取消延时，可重复上述过程设置 0.0 或关电源重启。

5.3.3.2 延时启动阶段

在延时倒计时到 0 时，系统自动进入曝光阶段。

系统首先自动将管电压、管电流缓升到设定值，并采用先进的控制方法进行调节。

控制台操作面板上的“准备指示灯”变黄，“高压指示灯”将变红，表示 X 射线发生器已经接通高压，稍过一会儿，“毫安指示灯”点亮，表示系统处于正常曝光状态。

显示器上显示剩余的曝光时间，剩余曝光时间值逐秒地减小，当剩余曝光时间减小到 0 时，系统将自动切断高压，并自动进入休息阶段。

如果在曝光阶段按了“高压关”键，则系统将中止当前操作，自动切断 X 射线发生器的高压进入休息状态。休息的时间与管头刚才接通高压的时间相等，然后返回到按停止按钮时的时间值上，以便继续曝光。若再按一下停扭，则恢复到原始设定值。

在曝光阶段出任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，同时在 2 位 LED 显示器上显示出故障代码，蜂鸣器持续地响，直到按了“高压关”键。

5.3.3.2 休息阶段

当曝光阶段正常结束（或操作者用“高压关”键强行中止）后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，休息的时间与管头刚才接通高压的时间相等。休息过程是强制性的，在休息阶段将不理睬任何按键，准备灯显示黄色，其余指示灯熄灭。

显示器上显示剩余休息时间，剩余休息时间值逐秒地减少，当剩余休息时间减到 0 时，“准备指示灯”变绿，显示器重新显示出曝光时间，自动返回到曝光参数设定状态。

5.4 报警保护

当准备灯变绿，若此时电子锁（门开关）断开，如开启高压，则统一显示“n—”。

当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线时，系统将始终实时地监督 X 射线发生器的 KV、mA、管头超温等异常情况，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，同时在“2 位 LED”显示出故障代码，蜂鸣器持续地响，各种代码表示的故障含义如下：

“UU” 控制过压故障。

“UA” 统控制过毫安故障。

“LA” 制无毫安故障。

“PT” 发生器超温故障。

“AA” 回路过流故障。

“nn” 门开关断开。

“—” 电子锁断开。

若在报警状态下按了“高压关”键，则系统将中止当前操作，进入休息阶段，休息的时间与 X 射线发生器刚才接通高压的时间相等，然后返回到曝光参数设定状态。

【注】当曝光过程出现故障时，应检查系统各电缆连接是否正确，电源电压是否正常，或是根据故障代码与供应商联系后方可重新使用。

5.5 关机

为了保证系统可靠工作，用户只可在参数设定状态下切断控制台电源，严格禁止在 X 射线发生器接通高压或休息时关机。关机后至少 10 秒后才能再次开机，否则将可能有损于机器内部器件。

六、注意事项

- (1)、确保控制台型号与管头型号一致;
- (2)、电缆接触应良好，电缆插座就清洁;
- (3)、控制台上的接地端子应可靠接地，以保证安全;
- (4)、通过压力表检查 X 射线发生器中的气压，随着自然环境温度变化而变化，温度上升压力也上升，温度下降压力也下降，最少低于 0.35MPa 时禁止使用，请参考以下图表：

环境温度℃	-25	-21	-17	-13	-8	-4	0	4	8	13	17	23	27	33	37	41
SF ₆ 气体压力 MPa	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50

- (5)、接近管头操作（如贴片等）时，应先将控制器高压关闭；
- (6)、禁止在管头接通高压（在曝光操作进行期间，包括暂停在内）或当管头休息时关机；
- (7)、机器每天使用前最好先进行一次训机，使用多高 KV 应训到多高 KV，这有利于 X 射线的正常工作并延长其使用寿命；
- (8)、希望加长连接电缆时，电缆每芯导线的截面积应符合下表的规定；

长度（米）	截面积（平方毫米）
10-30	1.5
30-50	4.0
50-80	6.0

(9)、机器不使用时应存放在干燥，远离热源、有害气体，避免阳光直射的地方。

七、维护保养

- 7.1、X 射线探伤机是一种结构复杂，使用条件要求比较严格，电子元件较多的设备，为了保证 X 射线探伤机的正常使用，延长使用寿命，就要维护保养好它。
- 7.2、X 射线探伤机库存及存放地点周围不得有腐蚀性气体，环境温度在-30℃~40℃之间，空气相对湿度不应大于 85%，空气应保持流通，地面干燥。
- 7.3、控制器的维护保养

7.3.1、控制器应放在通风干燥处，切勿潮湿、雨淋、接近高温，避免损坏绝缘。

7.3.2、避免剧烈震动和碰撞损坏元件或接头松动及脱焊。

7.3.3、要保持探伤机周围环境整洁干净，避免灰尘等污损元件或绝缘降低引起短路和接触不良。

7.3.4、使用中特别注意电压的指示或稳定值应正常。

7.3.5、操作时，对各个旋钮和按钮不应用力过猛。

7.3.6、应保证冷却风机正常工作，仪器使用完毕后，旋钮应调到最小位置。

7.4、X射线发生器的维护保养

7.4.1、在搬运中，防止震动和碰撞，在运输过程中，X射线发生器应直立，阴极向下，阳极向上，以防止X射线管震碎或高压包松动。

7.4.2、电缆插头座应保持清洁，不受潮。

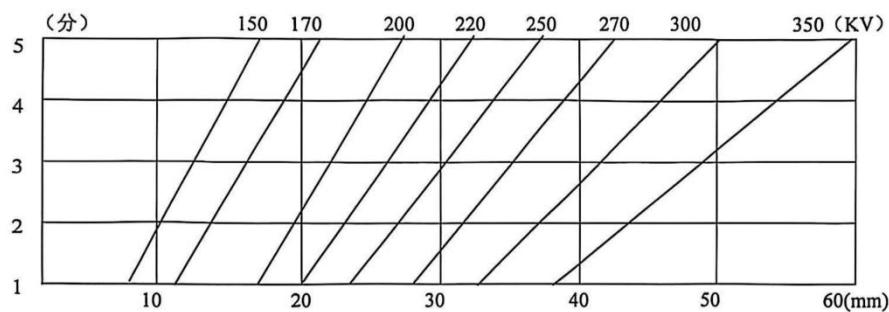
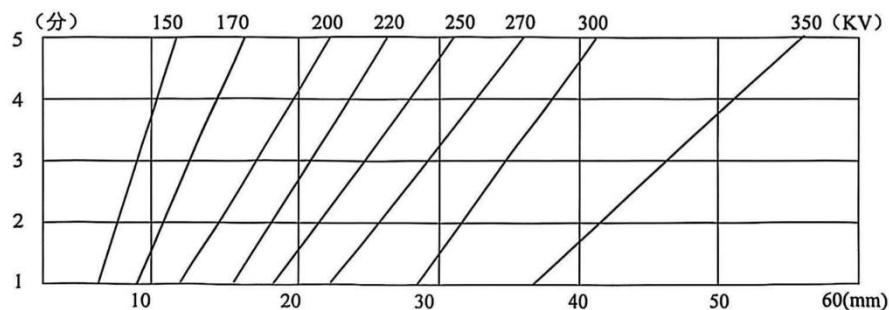
7.4.3、气压低于0.35Mpa时或温度低于-30℃禁止使用。

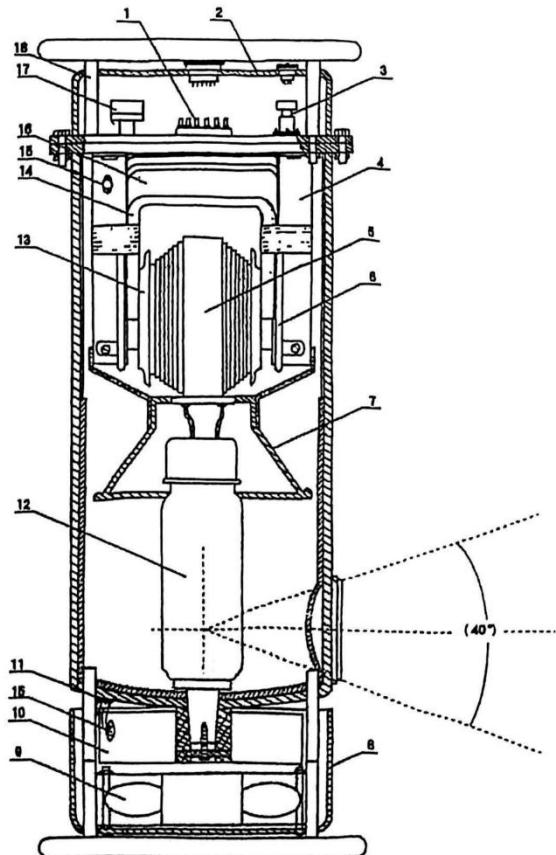
7.4.4、每次开机前应检查X射线发生器冷却风机应正常工作，以确保X射线发生器得到冷却，不应在不冷却的条件下工作。

曝光曲线是在一定试验条件下制作的，实际使用时，由于X射线管性能和工作条件不完全一样，如钢材材质，胶片增感方式，显定影液的配制及掌握的时间不同等等原因，故对利用曝光曲线查出的曝光参数时，应在作相应的修正后再加以采用，才能获得满意的效果。

试验条件:

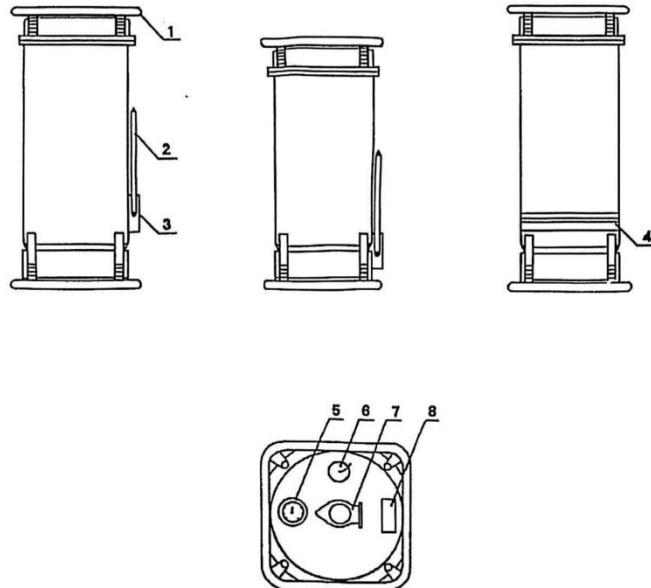
胶片: 天津III
增感屏: 0.03mm 铅箔
焦距: 600mm
黑度: 1.5
显影: 5min (20°C)

**定向曝光曲线表****周向曝光曲线表**



1.七芯接线座 2.阴极罩 3.充气阀 4.夹件 5.高压线圈 6.均场管
7.绝缘罩 8.风扇罩 9.风机 10.散热器 11.四芯接线座 12.X光管
13.绝缘环 14.护板 15.温度继电器 16.铁芯 17.压力真空表 18.减震器

X射线发生器结构示意图



1. 端环 2. 中心指示器 3. 辐射器 4. 辐射标
5. 压力真空表 6. 警告灯插座 7. 连接电模插座 8. 铭牌

X射线发生器外观结构示意图