

核技术利用建设项目  
福建省白马船厂  
便携式X射线探伤项目  
环境影响报告表

2021 年 3 月

福建省白马船厂  
便携式X射线探伤项目  
环境影响报告表

建设单位名称：福建省白马船厂

建设单位法人代表(签名或签章)：

通讯地址：福建省宁德市福安市下白石镇

邮政编码：355011

联系人：郑雄辉

联系电话：0593-6861359

## 目录

表1 项目基本情况 .....	1
表2 放射源.....	7
表3 非密封放射性物质 .....	7
表4 射线装置 .....	8
表5 废弃物(重点是放射性废弃物) .....	11
表6 评价依据 .....	12
表7 保护目标与评价标准 .....	14
表8 环境质量和辐射现状 .....	18
表9 项目工程分析与源项 .....	21
表10 辐射安全与防护 .....	24
表11 环境影响分析 .....	27
表12 辐射安全管理 .....	33
表13 结论与建议 .....	36
表14 审批 .....	错误!未定义书签。

**表1 项目基本情况**

建设项目名称		便携式X射线探伤项目			
建设单位		福建省白马船厂			
法人代表		江涌	联系人	郑雄辉	联系电话 0593-6861359
注册地址		福安市下白石镇			
项目建设地址		福安市下白石镇			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)		50	项目环保投资(万元)	10	投资比例(环保投资/总投资) 20.0%
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 <sup>2</sup> ) 10
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	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<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		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
	<p><b>1.1 建设单位基本情况</b></p> <p>福建省白马船厂始建于 1965 年，位于福安市下白石镇，是福建省四大骨干船厂之一，也是军队舰船修造的中型企业，于 1987 年取得民品经营营业许可，主要修造大、中型舰船，以及大吨位民用船舶建造、修理、改装、港口钢结构码头、引桥和各种陆用大型钢结构建造，玻璃钢艇船建造，船舶配件生产等。</p> <p>白马船厂船坞工程于 1999 年 4 月竣工，后又经过扩建，占地面积 110 万平方米，拥有海岸线长约 3.17 公里。现已经发展成为各种民用船舶修造基地，可满足 10 万吨级以下民用船舶建造、修理、改装，港口钢结构码头、引桥和各种陆用大型钢结构件建造，玻璃钢艇船建造、船舶电控设备生产、船舶配件生产、电机生产以及精密机械加工、汽车修理的等多种产业为一体的“主业突出、多种经营”的综合生产型企业。</p> <p><b>1.3 项目建设内容及任务由来</b></p>				

福建省白马船厂船舶修造过程中，需要开展射线检测无损探伤作业(主要是对焊缝的检查)，为保证船舶质量，工厂现拥有3台便携式X射线机，于2002年开始运行，探伤作业地点为在整个厂区内对制作的钢结构等开展探伤。本项目辐射工作的种类和范围为：使用II类射线装置。本次射线装置使用情况详见表1.2-1。

表1.2-1 本项目射线装置基本情况一览表

序号	射线装置	型号	数量(台)	类别	使用场所	测试对象	备注
1	X射线探伤机	XXG-1605	1	II类	现场探伤	厂区在建船体	——
2	X射线探伤机	XXG-2505	2	II类			

随着船舶运输、海洋开发的不断发展，工厂大力发展船舶修造业务。为推进船舶相关业务的顺利开展，工厂正积极办理辐射安全许可证等相关环保手续，接受地方生态环境主管部门的监督、指导。

根据环政法函[2018]31号《关于建设项目“未批先建”违法行为法律适用问题的意见》中第二条第二款内容：“根据上述法律规定，‘未批先建’违法行为的行政处罚追溯期限应当自建设行为终了之日起计算。因此，‘未批先建’违法行为自建设行为终了之日起二年内未被发现的，环保部门应当遵守行政处罚法第二十九条的规定，不予行政处罚。”。本项目建设时间较早，已超过二年。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《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》以及《国务院关于修改部分行政法规的决定》、《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》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》等国家辐射环境管理相关法律法规的规定，为切实做好该项目的环境保护工作，福建省白马船厂3台便携式X射线探伤机项目使用的射线装置为II类射线装置，因此需编制环境影响报告表。为此，该单位委托我公司对本项目进行环境影响评价(委托书见附件1)。

我公司接收委托后，立即组织技术人员对福建省白马船厂便携式X射线探伤项目工作场所防护情况和辐射工作人员采取的防护情况进行了调查，充分收集了有关资料，在完成辐射环境质量现状监测、污染源分析等工作的基础上，依照《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》(HJ10.1-2016)的相关要求编制完成了本报告表。

#### 1.4项目地理位置及周围环境

福建省白马船厂使用厂区内仓库存放3台X射线机，探伤作业为在厂区内对制作的船体钢结构等开展移动式探伤。

福建省白马船厂位于福建省宁德市福安市下白石镇，为使用现有仓库进行储存探

伤机，仓库东侧厂区道路及厂房，仓库南侧零件库，仓库西侧围墙，项目北侧船排及围墙。

项目周边示意图及周边情况见图 1.4-1、图 1.4-2、图1.4-3。

### 1.5 实践正当性分析

福建省白马船厂因工作需要，船舶体积较大，无法在独立室内进行探伤，因此选择在厂区内开展现场X射线探伤检测项目。该项目的运行可提高产品质量，在确保船舶安全度中起到了重要作用，具有良好的社会效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“实践的正当性”的原则。

### 1.6 现有工程存在问题及整改措施

项目目前已经运营，项目已有的污染防治措施如下表：

表16-1 项目已有污染防治措施

序号	名称	已建环保设施
1	水污染防治措施	废显(定)影液暂存于评片暗室，定期按危废处置。
2	大气污染防治措施	探伤过程产生的极少量的臭氧和氮氧化物无组织排放。
3	固体废物防治措施	废胶片暂存于评片暗室，定期按危废处置。

#### 1.6.1 存在问题及整改措施

根据现场勘察，项目产生以下问题及整改措施：

- 1、福建省白马船厂目前未取得辐射安全许可证，应及时办理。
- 2、工厂未建立个人剂量档案、个人剂量监测管理制度。公司应尽快建立个人剂量档案、个人监测计划等辐射相关制度。
- 3、工厂制定了辐射事故/事件专项应急预案，但未进行相关演练。整改：工厂应及时根据辐射事故/事件专项应急预案，进行演练。

图1.4-1 项目地理位置图

图1.4-2 项目及周边环境情况示意图



图 1.4-3 探伤机周边环境现状图

**表2 放射源**

序号	核素名称	总活度(Bq)/活度(Bq)×枚数	类别	活种动类	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	活种动类	实际日最大操作量(Bq)	日等效最大操作(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：等效操作量和操作方式见国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

**表4 射线装置**

(一)加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器。

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA)/ 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二)X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途。

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	变频气绝缘便携式X 射线探伤机	II类	1	XXG-1605	160	5	工业探伤	福建省白马 船厂厂区内	定向、便携式
2	变频气绝缘便携式X 射线探伤机	II类	1	XXG-2505	250	5			
3	微机控制便携式X射 线探伤机	II类	1	XXG-2505	250	5			

(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 ( $\mu$ A)	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
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	/	排放量极少, 经过稀释后, 对环境基本无影响
废显影液、定影液	液体	/	/	3.3kg	0.07t	/	危废仓库	委托有资质单位安全处置
废旧胶片	固体	/	/	8张	100张	/		
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

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

表6 评价依据

<p>法 规 文 件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月修订), 中华人民共和国主席令第九号, 2015年1月1日起施行;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改&lt;中华人民共和国劳动法&gt;等七部法律的决定》第二次修正);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 中华人民共和国主席令第六号, 2003年10月1日起施行;</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019年修改, 中华人民共和国国务院令709号), 2019年3月2日修订;</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》, 中华人民共和国国务院令682号, 2017年10月1日起施行;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2017年12月第二次修订);</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》国家环境保护部令第三号, 2008年12月6日修正;</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》, 2020年11月30日修正;</p> <p>(9) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;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, 2017年12月6日发布;</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》环发[2006]145号, 2006年9月26日;</p> <p>(11) 福建省环保厅关于印发《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲》(试行)的通知(闽环保辐射〔2013〕10号)</p> <p>(12) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年修订); ;</p> <p>(13) 《国家危险废物名录》环境保护部部务会议修订, 2016年8月1日起施行;</p>
----------------------------	--

<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);</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》(HJ10.1-2016);</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001);</p> <p>(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015);</p> <p>(6) 《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2007)。</p> <p>(7) 《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》(GBZ/T144-2002);</p>
<p>其 它</p>	<p>参考资料:</p> <p>(1) 《辐射防护导论》，方杰主编</p> <p>(2) 《辐射防护手册—第三分册》，李德平、潘自强主编</p> <p>(3) 《辐射防护技术与管理》，张丹枫、赵兰才编著</p>

## 表7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

本项目为使用II类射线装置进行移动式探伤作业，移动探伤作业区域位于福建省白马船厂厂区内。

根据《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于100m的范围），本项目为移动式X射线探伤为现场探伤工作场，所属无实体边界项目，因此本次评价范围应不低于100m。

### 7.2 保护目标

按照本项目的评价范围及项目的特殊性，确定本项目的主要环境保护目标。本项目的环境保护目标主要是工厂现场辐射工作人员，本项目周围环境及主要环境保护目标见表 7.2.1。

表 7.2.1 项目周边环境及保护目标

环境保护目标		方位	距离(m)	人口规模(人)
辐射工作人员 (即职业人员)	探伤机操作人员	控制区外 监督区内	距控制区边界 ≥0.3m(距监督区 边界≥0.3m)	3人，确保每台X射线探伤机均配备2名探伤操作人员，并制定1人为现场安全员
公众		监督区外	距监督区边界 ≥0.3m	移动探伤，人员数量不确定

### 7.3 评价标准

辐射环境评价标准采用《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），包括职业照射、公众照射剂量限值。

表 7.3-1 本项目相关标准限值

项目	内容	相关限值	标准名称
连续 5 年年平均有效剂量限值	辐射工作人员	20mSv	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
年有效剂量限值	非辐射工作人员	1mSv	
管理限值	辐射工作人员	5mSv/a	辐射工作人员取连续 5 年平均有效剂量限值的 1/4 作为管理限值
	非辐射工作人员	0.25mSv/a	非辐射工作人员取年有效剂量限值的 1/4 作为管理限值

X 射线探伤机工作场所空气比释动能率的控制标准采用《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），包括 X 射线探伤机控制区、监督区的划分。

**表 7.3-2 本项目相关剂量当量率控制水平**

项目	内容	相关限值	标准名称
辐射空气吸收剂量率	辐射工作人员	<15 $\mu$ Sv/h	《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)
	非辐射工作人员	<2.5 $\mu$ Sv/h	

**7.3.1 剂量限值与剂量约束值**

剂量限值分为有效剂量限值和对单个器官的当量剂量限值，根据本项目的情况，仅列出有效剂量限值。

**(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)**

**B1.1 职业照射中 B1.1.1.1 条规定：**应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯平均)，20mSv；任何一年中的有效剂量，50mSv；

**B1.2 公众照射中B1.2.1 规定：**实践使公众中有关键人群组的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv；

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；

综合考虑福建省白马船厂使用射线装置的具体情况和将来发展，并为其他辐射设施和实践留有余地，取年有效剂量限值的1/4作为职业人员的年受照剂量约束值，即 5mSv/a；取公众年剂量限值的1/4作为公众的年受照剂量约束值，即0.25mSv/a。

**(2) 《工业x射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)**

**3.1.3 对于移动式X射线装置，**控制器与X射线管头或高压发生器的连接电缆不应短于20m。

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

**5.1.2 一般应将作业场所中**周围剂量当量率大于15 $\mu$ Sv/h的范围内划为控制区。

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

**5.1.4 现场探伤作业工作过程中，**控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，X射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。

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

**5.1.6 应将控制区边界外、**作业时周围剂量当量率大于2.5 $\mu$ 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。

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

5.1.8 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

5.2.1 在实施现场探伤工作之前，建设单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。

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

5.2.3 应考虑现场探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器）。

5.2.4 现场探伤工作在工作场地实施的准备和规划，应选择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灯，避免造成混淆。

5.3.1 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

5.3.3 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

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

5.4.1 做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）

5.4.2 应考虑控制器与X射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

5.5.1 开始现场探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

5.5.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

5.5.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

5.5.4 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之

前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止X射线曝光异常或不能正常终止。

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

## 表8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

福建省白马船厂 X 射线探伤项目位于福建省福安市下白石镇，本项目现场探伤辐射工作场所位于厂区内，设备不使用时存放于工厂设备仓库探伤机柜内，仓库设置防盗门，仓库外走廊配备视频监控系统，探伤机柜拟设置双人双锁，钥匙由专人保管，能够满足防火、防水、防盗、防丢失、防破坏的要求。

### 8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

#### (1) 环境现状评价的对象

本次环境现状评价的对象为福建省白马船厂厂内辐射装置常用工作区域及厂区周边环境。

#### (2) 监测因子

X射线：X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率。

#### (3) 监测点位

按《辐射环境监测技术规范》（HJT61-2001）及《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》（GBT14583-93）中有关布点原则和方法，并结合本项目的实际情况，福建省白马船厂辐射工作场所周围辐射水平现状值检测点位见图8.2-1。

### 3. 监测方案、质量保证措施和监测结果

#### (1) 监测方案

##### ① 监测时间及环境条件

监测单位：福建创投环境检测有限公司

监测时间：2021年6月15日

天气情况：晴

温度：27°C-32°C

##### ② 监测方法

本次监测方法依据GB/T14583-93《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测量规范》，有关内容见表8.2-1。

图8.2-1 项目辐射本底监测点位图

表8.2-1 《环境地表γ辐射剂量率测量规范》相关内容

项目	相关参数
量程范围	低量程： $1 \times 10^{-8} \text{Gy/h} - 1 \times 10^{-5} \text{Gy/h}$ 高量程： $1 \times 10^{-5} \text{Gy/h} - 1 \times 10^{-2} \text{Gy/h}$
相对固有误差	$< \pm 15\%$
能量响应	50KeV~3MeV 相对响应之差 $< \pm 30\%$ (相对137Cs 参考γ 辐射源)
角响应	$0^\circ \sim 180^\circ$ $\bar{R} / R \geq 0.8$ ( 137 Cs γ 辐射源)； $\bar{R}$ ：角响应平均值；R：刻度方向上的响应
温度	$-10 \sim +40^\circ\text{C}$ (即时测量仪表)， $-25 \sim +50^\circ\text{C}$ (连续测量仪表)
相对湿度	95% (+35°C)

③监测仪器

本次监测仪器为 X、γ 射线巡测仪。

(2) 质量保证措施

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性；
- ②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- ③监测仪器已经计量部门检定，检定合格，并在检定有效期内；
- ④每次测量前后均检查仪器的工作状态是否良好；
- ⑤由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- ⑥监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。

(3) 监测结果

福建省白马船厂射线装置辐射工作场所周围X-γ辐射空气吸收剂量率现状监测结果见表8.2-3。检测报告见附件10。

表8.2-3 射线装置工作场所周围X-γ辐射空气吸收剂量率现状监测结果一览表

序号	检测点位	检测结果
1	R1	0.09
2	R2	0.12
3	R3	0.18
4	R4	0.10
5	R5	0.09
6	R6	0.08
7	R7	0.12

4. 环境现状调查结果评价

由表 8.2-3的监测结果可知，X射线装置工作区域及其周边现状监测值在0.10~0.25μSv/h 之间，满足《工业γ射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）中“放射源储存设施如其外表面能接近公众，其屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于2.5μSv/h 或者审批部门批准的水平”的要求。

## 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工作原理

X射线探伤机是利用X射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过X射线管产生的X射线对受检工件焊缝处所贴的X线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X射线探伤机就据此实现探伤目的。

X射线探伤机是产生X射线的装置，其主要由X射线管和X光机电源以及控制电路等组成，而X射线管又由阴极灯丝和阳极靶以及真空玻璃管组成，X射线机电源又可分为高压电源和灯丝电源两部分，其中灯丝电源用于为灯丝加热，高压电源的高压输出端分别夹在阴极灯丝和阳极靶两端，提供一个高压电场使灯丝上活跃的电子加速流向阳极靶，形成一个高速的电子流，轰击阳极靶面后，99%转化为热量，1%由于轫致辐射产生X射线。

福建省白马船厂使用的X射线探伤机型号为XXG-2505、XXG-1605，均为风冷式定向探伤机。XXG型为定向陶瓷，其X射线管为波纹陶瓷管，使X射线发生器的体积更小，重量更轻，抗震动性能更佳。

#### 9.1.2设备组成

探伤系统主要有控制器、X射线发生器、电源电缆、连接电缆等附件组成。典型的X射线管示意图见9-1。

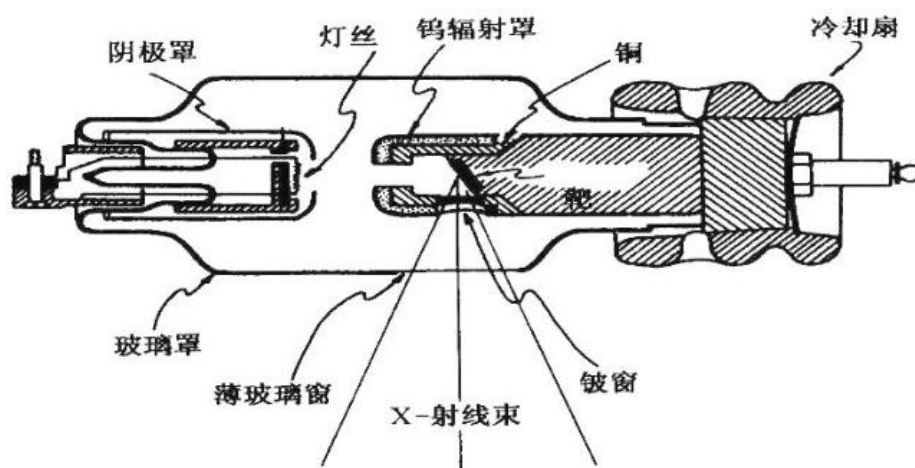


图9-1 X射线管结构及原理

#### 9.1.3操作流程

X射线室外探伤作业前工作人员规定探伤区域并设置警戒设施，开机后工作人员退至安全区域，对被测工件进行无损检测，X射线室外探伤工作流程图如图9-2

所示，X射线探伤工作流程如下：

(1) 发布 X 射线探伤通知，工作人员将被探伤的设备放到指定的拍片位置。

(2) 根据探伤计划，做好探伤前的准备工作，主要有：

① 根据估算和经验划定并标志出控制区和监督区范围和边界，当场地不能满足要求时，在主射线、漏射线、散射线方向增加一定的防护装置如铅防护挡板、限束板等或采取其他防护措施，进行清场并在场界拉上警戒绳，在控制区边界上悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，在监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时派专人警戒。

② 在清理完现场，确信场内无其他人员后，设置安全警戒措施，连接好控制部件和输源管，开启探伤机闭锁装置，准备开机探伤。

(3) 确认场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，探伤操作人员退至控制区外，开机进行试曝光。

(4) 试曝光期间，现场安全员携带环境辐射巡测仪对控制区和监督区边界进行修定，并记录巡测结果，重新确定控制区、监督区边界，并重新设置安全警戒措施，同时在作业现场监督区边界外公众可达地点放置安全信息公示牌，全部工作完成后，现场安全员退至控制区外。

(5) 探伤操作人员在工件需检测的部位贴上感光胶片，退至控制区外，开始曝光检测；达到预定曝光时间后，探伤结束，清理完现场后解除警戒，辐射工作人员离场。

(6) 工作人员现场对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等。

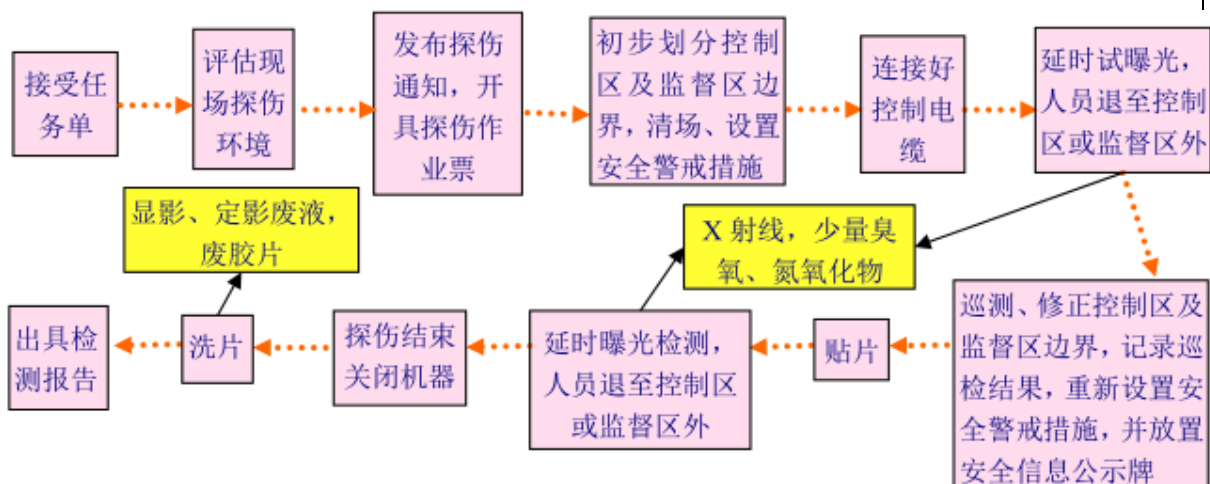


图9-2 X射线室外探伤工作流程及产污环节

## 9.2污染源项描述

### 9.2.1放射性污染

由X射线装置的工作原理可知，高速电子与靶物发生碰撞，就会产生韧致辐射X射线和低于入射电子能量的特征X射线，当电子在靶核附近通过，被靶核的库仑场减速时，电子的部分动能转化为相等能量的X射线发射出来，即韧致辐射X射线。因此X射线装置在工作时会产生较高能量的X射线，少量的X射线泄漏和散射射线，对周围环境造成辐射污染影响。

X射线是中性光子流，与物质相互作用方式相同。X射线发生器的管电压越高，它所产生的X射线束的能量越大即穿透物质的能量越强。但随着电源的关闭，X射线也随之消失，对周围环境和人体健康无影响。因此，在开机运行状态下，X射线成为污染因子。X射线在开机运行时产生，关机时消失，没有剩余辐射。

### 9.2.2非辐射污染源分析

(1) 废气：X射线工作状态时，会产生电离产生少量臭氧和氮氧化物，但总体平均浓度较低，臭氧在排入空气 50 分钟后，会自动分解为氧气，对大气环境基本没有影响。

(2) 固体废物：本项目在洗片过程将产生废显(定)影液，根据国家危险废物名录中的危险废物划分类别，本项目所产生的废显(定)影液属于感光材料废物，其危废编号为 HW16(900-019-16)。根据建设单位提供的资料，项目探伤每年工作过程中产生的废显影、定影液约0.07吨。废显(定)影液用专用容器桶分类收集后暂存于评片室内危废间，全部委托有资质单位进行安全处置。

项目洗片工作会产生固体废弃物(废胶片)，根据国家危险废物名录中的危险废物划分类别，本项目所产生的废胶片属于感光材料废物，其危废编号为 HW16(900-019-16)。根据建设单位提供的资料，项目每年产生废胶片约100张。废胶片用专用密封袋收集后暂存于评片室内危废间，全部委托有资质单位进行安全处置。



## 表10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局与分区

工厂开展移动式X射线探伤作业时，探伤作业前应先根据报告表理论计算结果确定控制区及监督区的范围，同时利用环境辐射巡测仪巡测，对控制区和监督区边界进行巡测并修正，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$  以上的范围内划为控制区，控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌；将控制区边界外、作业时周围空气比释动能率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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，禁止非辐射工作人员进入。工厂采取的分区措施基本满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中的要求。

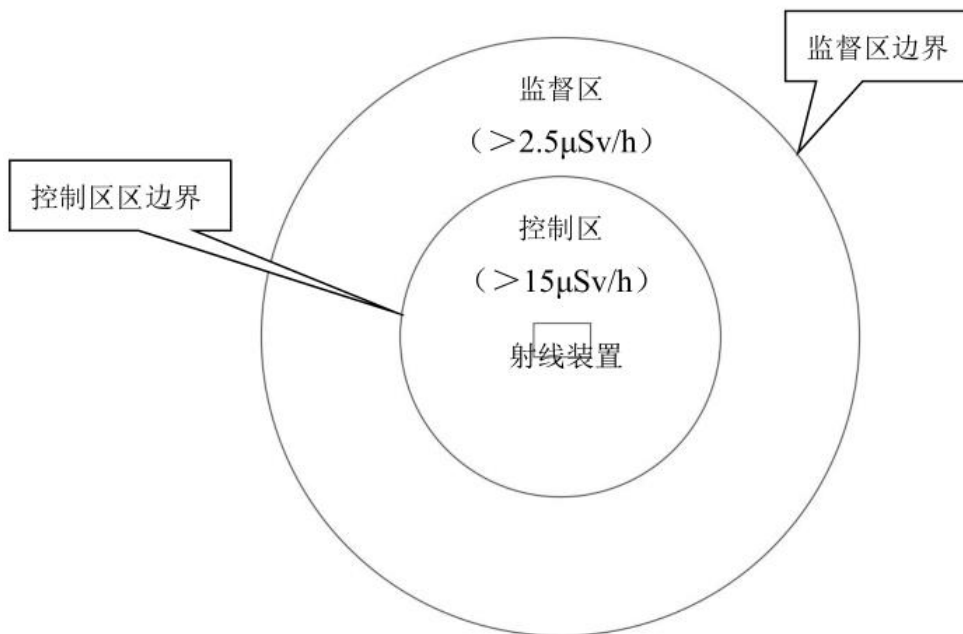


图10-1 移动探伤分区示意图

#### 10.1.2 辐射安全和防护措施

为确保射线装置安全，避免在进行移动式X射线探伤期间人员误留或误入控制区或监督区而发生误照射事故，福建省白马船厂开展移动式X射线探伤时拟设置如下辐射安全和防护措施具体如下：

##### (1) 警示标识

在控制区边界外悬挂“禁止进入射线区”警示牌，在监督区边界外悬挂“无关人员禁止入内”警告牌并悬挂电离辐射警示标识并附“当心电离辐射”中文警示说

明。

(2) 警示设备

a. 为室外探伤工作场所配备了工作状态指示灯，安放于控制区边界外，进行室外探伤工作时警示灯闪烁并发出警报声音；

b. 为辐射工作场所拟配备扩音器等声音提示装置，室外探伤工作前使用扩音器进行清场，使无关人员远离辐射工作场所。

(3) 警戒线

室外探伤工作场所拟配备警戒线，进行室外探伤工作时，使用警戒线将监督区隔开，阻止其他无关人员进入。

(4) 紧急止动装置

在 X 射线探伤机操作台处设置紧急停机按钮，发生辐射事故时按下按钮，探伤机停止出束。

(5) 监测设备

工厂拟配备1台辐射剂量巡测仪、3台个人剂量报警仪、3片个人剂量计。并保证个人剂量报警仪和环境辐射巡测仪在探伤作业时一直处于开机状态。

(6) 移动探伤过程中严格按照要求划定控制区和监督区，利用实体屏障、警戒绳等围住控制区和监督区边界，并在控制区边界醒目位置设置“禁止进入放射工作场所”警告牌、提示“预备”和“照射”状态的指示灯以及声音提示装置，警示信号指示装置拟与 X 射线探伤机进行联锁；在监督区边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌和电离辐射警告标识，必要时设专人警戒。在清理完现场确保场内无其他人员后，方可开机探伤。

(7) 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，如控制区太大或某些地方不能看到，拟安排足够的人员进行巡查。

(8) 当探伤装置、场所、被检测体（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，并记录巡测结果，确定新的划区界线。

以上措施落实后，本项目移动式X射线探伤的辐射安全和防护措施将满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中相关辐射安全要求。

## 10.2 三废的治理

### (1) 放射性污染

X 射线是随机器的开、关而产生和消失。其主要放射性污染因子为 X 射线对公众及放射性工作人员的外照射。运行期均没有放射性的废气、废水和固体废弃物产生。设备正常工作下，X 射线经透、反射对工作场所及周围环境产生辐射影响，对检测工作人员及周边公众形成放射性外照射。

### (2) 非放射性污染

本项目使用 X 射线探伤，采用射线照相，经显影液显影后再经定影液定影后成像。此过程将产生废显影液、定影液及废旧胶片，均属危险废物。废显影液、定影液用塑料桶收集、废旧胶片用塑料袋收集，最终交由有资质单位回收处理。

X 射线探伤机运行过程中，因射线与空气相互作用会产生少量的臭氧及氮氧化物，但总体平均浓度较低，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

## 表11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目为室外探伤，设备不使用时存放于工厂设备仓库探伤机柜，洗片作业利用工厂现有仓库房间进行，无土建工程，不存在施工期对环境的影响。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 室外探伤辐射影响分析

本项目X射线探伤机运行期对环境的影响主要是射线装置在开机作业时产生的X射线对职业工作人员及公众的外照射，作业地点为业主单位指定地点。

根据建设单位提供的相关资料，本项目最大管电压160kv的X射线探伤机，用于探伤厚度在6~8mm的船体钢板（常用探伤厚度为6mm），最大管电压250kv的X射线探伤机用于探伤厚度在8~25mm的船体钢板（常用探伤厚度为12mm），每次只使用1台探伤机。本次采用理论计算对X射线探伤机运行后辐射环境影响进行分析。

#### (1) 漏射射线控制区和监督区的划分

在实际探伤过程中，定向探伤机的主束射向所检查的工件，射线能量根据被检物的厚度进行调节，有用射束大部分被被检物所屏蔽，射线经工件屏蔽后的漏射线对总的剂量贡献较小。在此基础上，建设单位须严格利用辐射剂量巡测仪将X射线室外探伤工作场所周围剂量当量率大于15 $\mu$ Sv/h的范围内划为控制区，严禁任何人进入该区域；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于2.5 $\mu$ Sv/h的范围划为监督区，严禁公众人员进入该区域。

本项目X射线现场探伤设备的最大管电压分为160KV、250KV，根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中3.1.1.5中规定的：当X射线探伤机的管电压不小于150kv且不大于200kv时，要求距X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率小于2.5mGy/h；当X射线探伤机的管电压大于200kv时，要求距X射线管焦点1m处的漏射线空气比释动能率小于5mGy/h，按公式11-1可以估算出不同距离漏射线的空气比释动能率，详见表11-1。

$$H = H_0 \left( \frac{r_0}{r} \right)^2 \quad (11-1)$$

式中：H—距X射线管固定距离r米处的空气比释动能率，mGy/h；

H<sub>0</sub>—距X射线固定距离r<sub>0</sub>米处的空气比释动能率，mGy/h；

**表11-1 无屏蔽状态下不同距离漏射线的空气比释动能率 (μGy/h)**

距离(m)		1	5	13	18.3	30	31.7	40	44.8
150KV~200KV	空气比释动能率	2500	100	14.79	7.47	2.78	2.49	1.56	1.25
>200kv	(μGy/h)	5000	200	29.59	14.93	5.56	4.98	3.13	2.49

根据估算结果可知，本项目使用管电压为 160KV和250kv射线探伤机在现场移动探伤工作时，空旷环境条件下，使用最大管电压为 160KV，非主射方向须划定控制区为离 X 射线探伤机13m 的区域，监督区为离X 射线探伤机 31.7m 的区域；使用最大管电压为 250KV，非主射方向须划定控制区为离 X 射线探伤机18.3m 的区域，监督区为离X 射线探伤机 44.8m 的区域。实际探伤工作时，建议计算结果为参考；以实际巡测结果进行修正。

### (2) 主射方向透射射线的控制区和监督区划定

依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）对 X 射线探伤机运行时，主射方向的控制区和监督区估算可采用式 11-2 进行估算，本项目移动探伤使用的 X 射线探伤机最大管电压分别为 250kv和160kv，因此采用该管电压设备进行估算，在式中：

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

$\dot{H}$ —关注点剂量率，控制区为  $15\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ，监督区为 $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

$H_0$ —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，根据业主提供资料，本项目3台射线装置的滤过条件均为3mm铝，依据 GBZ/T250-2014中附录表 B.1：250kv 时  $H_0=13.9\times 6\times 10^4\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，160kv保守按200KV计，则 $H_0=8.9\times 6\times 10^4\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

$I$ —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安(mA)，

$I=5\text{mA}$ ；

$B$ —屏蔽透射因子，根据公式 $B=10^{-d/\text{TVL}}$ ，其中d-探伤材料厚度，mm；TVL-探伤物质的什值层厚，mm；本项目160kv射线装置常用工件厚度为6mm钢板，250kv射线装置常用工件厚度为12mm钢板，根据《X射线装置移动探伤作业辐射防护距离和措施探讨》（仇月双，李先杰，蒋宇红）中表4可知：200kv管电压，5mA管电流的射线装置钢什值层厚度为18.9mm，可计算有工件时  $B=0.4814$ ；；250kv管电压，5mA管电流的射线装置钢什值层厚度为29.6mm，则有工件时  $B=0.3932$ ；

$R$ —辐射源点（靶点）至防护墙外关注点处的距离，m。

表B.1 X射线输出量

管电压(kV)	滤过条件	输出量H <sub>0</sub> (mGy·m <sup>2</sup> /(mA·min))
150	2mm铝	18.3
	3mm铝	5.2
200	2mm铝	28.7
	3mm铝	8.9
250	0.5mm铜	16.5
	3mm铝	13.9
300	3mm铝	20.9
	3mm铜	11.3
400	3mm铜	23.5

注1: 表中值取自ICRP33, 在本标准中以等量值的mSv·m<sup>2</sup>/(mA·min)进行屏蔽计算。  
 注: 有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量。  
 注3: 在未获得厂家给出的输出量, 散射辐射屏蔽估算选取表中各千伏(kV)下输出量的较大值保守估计。

### (3) 散射线控制区和监督区的划分

一般以探伤作为时经工件90°散射的X射线剂量率进行控制区和监督区距离计算, 可根据《X射线装置移动探伤作业辐射防护距离和措施探讨》(仇月双, 李先杰, 蒋宇红, P185, 式(1))计算公式:

$$\dot{H} = I \times H_0 \times B \times S \times \alpha / (L_s^2 \times L_0^2) \dots \dots \dots (11-3)$$

式中:  $\dot{H}$  ---控制区边界或监督区边界散射辐射剂量率, 单台探伤机控制区取15μSv/h, 监督区取2.5μSv/h;

I—X射线探伤机在最高管电压下的常用最大管电流, mA, 本项目3台探伤机的最大管电流均为5mA;

H<sub>0</sub>—距辐射源点1m处输出量, μSv·m<sup>2</sup>/(mA·h), 依据 GBZ/T250-2014中附录表 B.1: 250kV 时H<sub>0</sub>=13.9×6×10<sup>4</sup>μSv·m<sup>2</sup>/(mA·h), 160kV保守按200KV计, 则H<sub>0</sub>=8.9×6×10<sup>4</sup>μSv·m<sup>2</sup>/(mA·h);

S—辐射面积, 根据实际工作情况取值0.02m<sup>2</sup>;

α—散射因子, 保守取值, 取4.75×10<sup>-2</sup>;

L<sub>0</sub>—探伤时源至探伤工件的距离, 取0.9m;

L<sub>s</sub>—辐射体至控制区边界或监督区边界的距离, m;

B—屏蔽透射因子, 无屏蔽时屏蔽透射因子取值为1。

将相关参数分别代入公式(11-2)、(11-3), 可以分别估算出本项目X射线现场探伤控制区和监督区的边界范围, 估算结果分别见表11-2、表11-3。

**表11-2 主射方向控制区与监督区边界范围估算结果**

探伤机型号	工件厚度	控制区范围 (m)	监督区范围 (m)
1605型X射线定向机	6mm钢	292.7	717
2505型X射线定向机	12mm钢	330.6	809.9

**表11-3 散射辐射控制区与监督区边界范围估算结果**

探伤机型号	控制区范围 (m)	监督区范围 (m)
1605型X射线定向机	14.4	35.4
2505型X射线定向机	18.1	44.2

上述理论计算结果仅为本项目开展移动式X射线探伤时，控制区和监督区的划分提供参考。在 X 射线探伤机实际工作时，其周围的 X-γ 辐射剂量率还有散射线的贡献，散射线的 X 射线剂量率与 X 射线探伤机本身、周围的物体、地形等诸多因素有关，用纯理论难以准确估算，需要仪器直接测量。并且具体探伤时，漏射线及散射线大部分被工件屏蔽，因此实际划定的控制区及监督区均应比理论计算值要小，同时，移动探伤根据业务要求开展，各业务地点环境不一致，人员分布情况可能不一致。

辐射工作人员在开展移动式X射线探伤作业时，现场安全员应根据《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求，根据理论估算值和经验初步划定并标志出控制区和监督区边界，同时，利用环境辐射巡测仪巡测对控制区和监督区边界进行巡测并修正，将空气比释动能率在15μSv/h以上的范围内划为控制区，探伤期间禁止任何人员进入，控制区边界外空气比释动能率在2.5μSv/h以上的范围内划为监督区，禁止非辐射工作人员进入。现场探伤时，应充分利用核岛建筑对射线进行屏蔽，人员应尽量在监督区边界外进行作业。落实后，能够满足移动式X射线探伤的辐射防护要求。

**(3) 年附加有效剂量估算**

根据估算可知，本评价辐射工作人员所受到的剂量采用  $D=TH/1000$  进行计算，移动探伤取 2.5μSv/h，根据建设单位提供信息，年出射线时间最大为 100h 进行估算；式中：

D——年受外照的剂量，mSv；

H——照射剂量率，μGy/h；

T——工作时间，h/a·人。

**表11-4 年剂量估算总和**

保护目标	移动探伤年剂量估算 (mSv/a)	年剂量估算总和 (mSv/a)
辐射工作人员	0.25	0.25
公众人员	/	/
备注	移动探伤作业均选在夜间或厂区员工下班时间，清场后无无关人员，对公众人员的有效剂量贡献很小，基本可以忽略不计。	

根据表 11-4 的年剂量估算总和结果可以看出，福建省白马船厂进行 X 射线探伤时，辐射工作人员的年有效剂量当量总和为 0.25mSv，公众人员年有效剂量当量总和可忽略不计。因此本项目各辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年附加有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众人员管理限值 0.25mSv/a 的要求。

### 11.2.2 非放射性废气环境影响分析

#### (1) 废气

本项目运行时产生极少量的臭氧和氮氧化物，在探伤室探伤机运行时产生的极少量的臭氧和氮氧化物通过探伤室排风系统直接排入到空气中，对周围辐射工作人员及其他人员的影响较小。

#### (2) 固体废物

本项目在洗片过程将产生废显(定)影液，各探伤点完成无损检测工作后，洗片过程中产生的废显(定)影液用专用容器桶分类收集后暂存于评片室危废间，全部委托有资质单位进行安全处置。

项目洗片工作会产生固体废弃物(废胶片)，各探伤点完成无损检测工作后，洗片过程中产生的废胶片用专用密封袋收集后暂存于评片室内危废间，全部委托有资质单位进行安全处置。

### 11.2.3 事故影响分析

X 射线装置只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此，X 射线检测事故多为开机误照射事故，主要有：

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，使其受到超剂量的外照射；

② 探伤现场选择及现场控制区、监督区划分不合理，检测过程中未对两区边界辐射水平进行检测，对工作人员和现场周围公众造成照射；

③ 探伤人员违反操作规程强行探伤，对工作人员和现场周围公众造成照射。

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目运行过程中 X 射线探伤机只有在开机时才产生 X 射线，事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。发生辐射事故时，工厂应立即启动工厂内部的事故应急预案，采取必要防范措施，并在 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成



或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生部门报告。事故发生后工厂应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。针对射线装置机房可能发生的辐射事故，本项目采取的预防措施如表 11-5。

**表11-5 本项目采取的预防措施**

序号	辐射工作场所	环境风险因子	可能发生的辐射事故	采取的风险防范措施
1	白马船厂探伤场所	X射线	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控区，使其受到超标剂量的外照射	为辐射工作人员配置个人剂量计、个人剂量报警仪等辐射防护用品 探伤作业开始前应巡视清场，并在监督区边界设置警戒线、工作状态指示灯和警示标示，必要时安排人员在监督区边界巡视。如果探伤过程中工作人员误入监督区或控制区，可利用控制台设置的急停按钮人工紧急停机。
2			探伤现场选择及现场控制区、监督区划分不合理，检测过程中未对两区边界辐射水平进行检测，对工作人员和现场周围公众造成照射。	制定《X射线探伤机安全操作规程》等辐射安全管理相关制度，工作人员严格按照操作规程作业，首先依照理论计算结果大致对监督区及控制区进行划分，再使用辐射剂量巡测仪进一步对监督区及控制区边界出辐射水平进行确认，确保分区无误。
3			探伤人员违反操作规程强行探伤，对工作人员和现场周围公众造成照射	制定《X射线探伤机安全操作规程》等辐射安全管理相关制度，辐射工作人员经培训后上岗，严格按照操作规程操作，杜绝因违章操作造成额外照射

#### 11.2.4 退役影响分析

探伤机达到设备使用年限时，产生的废旧X射线管应委托有资质单位处置，拆除X射线管的探伤机在任何情况下均不会再产生X射线，工厂可按照一般设备报废的相关规定进行处置。

## 表12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

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许可管理办法》第十六条第一款的要求，使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

根据法律、法规的规定，福建省白马船厂拟组建辐射安全和防护领导小组，见表12.1.1，能够满足本项目的管理需要。在今后工作中，应继续加强管理，充分发挥辐射安全和防护领导小组职责，做好辐射安全管理工作。管理机构的基本组成涵盖各部门，在框架上基本符合要求。

表 12.1-1 辐射安全管理机构人员组成

序号	成员	姓名	职务/职称	学历	负责范围	备注
1	组长	胡应征	处长	本科	统筹管理、负责人	兼职
2	副组长	林翼龙	质检员	大专	辐射制度的制修订、质检管理、安全管理、探伤机操作和管理	兼职
3	组员	郑暹琼、 吴四源	-	本科	协调工作，制定应急计划、后勤保障工作	专职

### 12.2 辐射安全管理规章制度

#### 12.2.1 辐射安全管理制度

福建省白马船厂应严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关放射性法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

①工厂拟建立《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置安全操作规程》、《辐射设备检修维护制度》、《环境监测与个人剂量监测制度》、《辐射安全人员培训计划》、《辐射安全监测方案》、《辐射防护和安全保障制度》和《辐射事故(件)应急预案》等相关制度，并严格按照规章制度执行。

②为加强对辐射安全和防护管理工作，工厂拟成立辐射安全和环境保护管理领导小组。

③工厂从事辐射工作的人员郑暹琼、吴四源、林翼龙3人均应参加福建省环保厅培训机构组织的辐射安全与防护培训，在取得培训合格证的情况下才能上岗进行辐射工作。

④项目建成后辐射工作期间，辐射工作人员应佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪并正确使用配备的辐射防护装置，接受剂量监测，建立剂量健康档案并存档。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员应立即停机，离开操作位。

### 12.3 辐射监测

#### 1、本项目辐射监测计划

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）等的要求，工厂针对此次核技术应用项目拟制定相应的辐射监测计划，包括：

①给辐射工作人员配备个人剂量计，并定期（每季度 1 次）送检。

②现场探伤操作人员应对每次工作现场控制区和监督区边界辐射水平进行巡测或连续性监测，并记录档案。

**表12.2-1 辐射监测计划表**

监测对象		监测方案	监测项目	监测频率
X射线探伤机 (室外探伤)	防护性能	探伤现场：划分控制区(>15 $\mu$ Sv/h)，监督区(>2.5 $\mu$ Sv/h)	X- $\gamma$ 辐射剂量率	探伤作业前
	警戒线、警示标志、警示牌等	实测并检查	安全	每次使用前
辐射工作人员		佩带个人辐射剂量计	年有效剂量	操作时

### 12.4 辐射事故应急

工厂应按照国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和环境保护主管部门的要求制定《辐射事故应急预案》，方案应包括如下内容：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序。

发生辐射事故时，工厂应当立即启动应急方案，采取应急措施，并立即向当地环境保护主管部门、公安部门、卫生主管等相关部门报告。

工厂拟制定的《辐射事故应急预案》符合辐射事故应急方案要求。

### 12.5 建设项目竣工环境保护验收一览表

建设项目竣工环境保护验收一览表见表 12.5-1。

表12.5-1 辐射环境保护“三同时”验收清单

污染源或保护源	主要环保措施	验收标准
辐射防护措施	工作人员配备个人剂量计，个人剂量报警仪，现场探伤配备便携式剂量仪。	1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 2、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》 3、《工业X射线探伤放射防护要求》
	项目辐射工作场所分监督区和控制区进行管理。	
	根据现场情况配备警戒线，提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置各 6 个、电离辐射警示标志 6 个、“禁止进入 X 射线区”警示牌 6 个。	
管理措施	所有辐射工作人员佩戴个人剂量计并建立个人剂量档案	
	建立完善的 X 射线装置台帐。	
	辐射工作人员取得辐射安全与防护培训合格证书，持证上岗。	
	辐射工作人员每年均应参加健康体检。	
	每年 1 月 31 日前向生态环境主管部门提交上一年度的评估报告。	
	制定实行辐射防护规章制度，包括：操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训计划、监测方案等	
	设备仓库安装防盗门，仓库外安装监控设施，探伤机单独存放在设备仓库探伤机柜内。	
危险废物	废显（定）影液现场收集暂存在带盖可密封且不渗漏的塑料桶中，胶片现场收集暂存于密封袋中，废显（定）影液和废胶片暂存一定量后，委托有资质的单位回收处置。	落实具体措施
	废旧 X 射线管交由有资质单位处置	

## 表13 结论与建议

### 13.1 结论

福建省白马船厂位于福建省福安市下白石镇，为提高工厂产品的质量，购买了1台XXG-1605, 2台XXG-2505型 X 射线探伤机进行室外探伤，每次探伤只工作一台射线装置。

#### (1) 辐射安全与防护分析 结论

建设单位拟设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，拟颁布施行完善的规章制度，为辐射工作人员配备个人防护用品及现场探伤相关防护用品，且经评价分析，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关要求，项目运行对周边环境影响较小。

#### (2) 环境影响评价结论

由理论估算可知，本项目正常运行时，对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为0.25mSv，对公众照射的最大年有效剂量值可忽略不计，均可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定剂量约束值要求（职业人员 5mSv/a，公众人员 0.25mSv/a）。

#### (3) 可行性分析

本项目主要用于无损探伤，其应用能提高相关产品质量，提高企业的经济效益，具有其必要性。项目管理满足国家相关法律、法规和标准的要求，屏蔽措施符合相关标准要求，符合辐射防护最优化原则，不会给所在区域带来环境压力，对社会所带来的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

#### (4) 总结论

本评价项目建设方案已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，在完善本次评价对该项目提出的各项要求及措施，则本项目正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目建设是可行的。

### 13.1 建议

(1) 对本评价提出的辐射管理和辐射防护措施，建设单位应尽快落实。

(2) 建设单位如需增加本报告表所涉及之外的放射源、射线装置或对其使用功能进行调整，则应按要求向生态环境部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的辐射防

护措施。

(3) 本项目环评批复后，建设单位应及时向环保行政主管部门办理辐射安全许可证申领手续，并及时开展竣工环保验收工作。

