

核技术利用建设项目

浙江青山钢管有限公司福建分公司

1 台 X 射线探伤机项目

环境影响报告表

(公开版)

浙江青山钢管有限公司福建分公司

二〇二二年十月

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浙江青山钢管有限公司福建分公司 1 台 X 射线探伤机项目				
建设单位		浙江青山钢管有限公司福建分公司				
法人代表	蔡*强	联系人	彭*林	联系电话	187****0277	
注册地址		福建省宁德市周宁县李墩镇李墩工业区				
项目建设地点		福建省宁德市周宁县李墩镇李墩工业区 浙江青山钢管有限公司福建分公司管件车间				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		**	环保投资 (万元)	**	投资比例 **%	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			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	/			
		<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	/				

1.1 建设单位情况

浙江青山钢管有限公司福建分公司（建设单位）为浙江青山钢管有限公司旗下分公司。2019 年 9 月 18 日，浙江青山钢管有限公司于福建省宁德市周宁县成立浙江青山钢管有限公司福建分公司（营业执照详见附件 2），注册地址位于福建省宁德市周宁县李墩镇李墩工业区，主要从事不锈钢深加工。浙江青山钢管有限公司福建分公司青山钢管福建不锈钢深加工项目已于 2020 年 4 月 29 日取得了宁德市周宁生态环境局的批复（宁周环监〔2020〕4 号）（详见附件 3），项目总占地面积 135855.2m²，总建筑面积 87997.81m²，计容总建筑面积 170099.32m²，主要建设单位包括钢结构厂房 6 栋。

1.2 项目建设内容与项目由来

1.2.1 建设内容

随着市场需求激增和公司生产产能的扩大，公司已配备的5台X射线探伤机已不满足现阶段不锈钢管件产品无损检测需求。为保障企业产品质量，增强单位核心竞争力，建设单位拟于管件车间内新建1间RT探伤室，配套使用1台XXGH-3005z型X射线探伤机，为II类射线装置。本项目射线装置情况详见表1-1。

表 1-1 本项目 X 射线装置一览表

序号	设备名称	数量	型号	最大管电压	最大管电流	类别	设备位置	备注
1	X 射线探伤机	1 台	XXGH-3005z	300kV	5mA	II 类	管件车间 RT 探伤室	周向

1.2.2 依托工程内容

建设单位现有的 1 台 XXH-2505 型和 XXG-2505 便携式 X 射线探伤机在探伤作业使用胶片照相，建设单位已于办公楼一层建设 1 间暗室对拍摄的感光胶片进行显（定）影并和福安市永能环保科技有限公司签订废显（定）影液及废胶片等危险废物处置协议。暗室配备专用容器桶分类收集废显、定影剂，使用专用密封袋收集废胶片，福安市永能环保科技有限公司每半年会上门回收建设单位所产生的废显（定）影液和废胶片。

本项目拟使用的 1 台 XXGH-3005z 型 X 射线探伤机在探伤作业使用胶片照相，进行显（定）影过程产生的一定数量的废显（定）影液及废胶片。本项目 XXGH-3005z 型 X 射线探伤机对拍摄的感光胶片进行显（定）影的过程依托建设单位已建设的暗室进行，本次不新建暗室。本项目产生的废显（定）影液及废胶片委托福安市永能环保科技有限公司进行回收处置。

1.2.3 项目由来

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）可知，本项目 1 台 X 射线探伤机属于工业用 X 射线探伤装置，为II类射线装置。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》（国务院令第 653 号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 生态环境部部令第 20 号）、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版，生态环境部部令第 16 号）等国家环境管理相关法律法规的规定，浙江青山钢管有限公司福建分公司 1 台 X 射线探伤机项目应进行环境影响评价并编制环境影响报告表。

浙江青山钢管有限公司福建分公司于 2022 年 8 月正式委托江西省地质局实验测试大队

进行辐射环境影响评价（委托书详见附件1）。江西省地质局实验测试大队则立即组织人员进行了现场踏勘和资料收集等相关工作，在此基础上编制完成了本项目环境影响报告表。

1.3 项目地理位置及周边环境

浙江青山钢管有限公司福建分公司位于福建省宁德市周宁县李墩镇李墩工业区，中心地理坐标为：东经 119° 15'47.95"，北纬 27° 2'37.57"。

本项目拟建 RT 探伤室位于管件车间西南侧，管件车间为单层钢结构厂房。管件车间东侧为厂内道路和办公楼，南侧为福建施和新材料科技有限公司，西侧为广新管业科技有限公司，北侧为连续性车间。

RT 探伤室东侧为包装区，南侧为待拍片区，西侧为铅房探伤室，北侧为合格区。

表 1-2 项目周围场所一览表

位置	东侧	南侧	西侧	北侧
管件车间	厂内道路、 办公楼	福建施和新材料科技 有限公司	广新管业科技 有限公司	连续性车间
拟建 RT 探伤室	包装区	待拍片区	铅房探伤室	合格区

浙江青山钢管有限公司福建分公司地理位置见图 1-1，效果图见图 1-2，本项目评价范围示意图见图 1-3。

1.4 可行性分析

本项目的建设有利于提高公司所生产的产品质量以及竞争力，在保障产品质量的同时也将创造更大的经济效益和社会效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则。本项目考虑了经济和社会的因素之后，通过探伤室辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则。本项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使本项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 29 号，2020 年 1 月 1 日起施行）及《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 49 号，2021 年 12 月 30 日起施行），本项目属于“第十四条 机械”中“第六款：工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

1.5 评价目的

(1) 对本项目核技术利用场所及周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状。

(2) 通过环境影响评价，预测本项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染对策，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

(3) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，使辐射环境影响满足相关标准要求和减少到“可合理达到的尽量低的水平”。

(4) 提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为辐射环境管理提供科学依据。

1.6 原有核技术利用项目许可情况

(一) 许可情况

建设单位已取得辐射安全许可证，证书编号为闽环辐证【00382】，辐射工作许可的种类和范围为：使用II类射线装置。辐射安全许可证详见附件4。

(二) 环保验收手续履行情况

建设单位现有射线装置5台，射线装置环保验收手续履行情况见表1-3。

表 1-3 建设单位原有射线装置一览表

序号	设备名称	规格型号	类别	数量	环评情况	验收情况	使用场所
1	X射线实时成像在线检测系统	XYD-22503	II类	1	闽环辐评(2021)25号	已验收	大管车间 XYD-22503型探伤室
2	X射线实时成像在线检测系统	XYD-320	II类	1			大管车间 XYD-320型探伤室
3	X射线实时成像在线检测系统	XYD-160	II类	1			连续线车间 XYD-160型探伤室
4	便携式X射线探伤机	XXH-2505	II类	1			管件车间铅房探伤室
5	便携式X射线探伤机	XXG-2505	II类	1			

(三) 辐射安全管理

建设单位现有辐射工作场所的辐射防护设施运行工作良好，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) 建设单位已成立辐射防护安全管理领导小组辐射安全及应急管理工作。公司已制订《辐射安全防护管理工作制度》、《X射线探伤机安全操作规程》、《辐射工作人员岗位

职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《自行检查及设备检修、维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《职业健康档案管理制度》和《环境监测与个人剂量监测制度》等规章制度，并要求工作人员严格按照规章制度要求执行。

(2) 建设单位编制了2021年度射线装置安全和防护状况年度评估报告，已按要求上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”进行备案。

(3) 建设单位已配备辐射剂量率仪、个人剂量报警仪等辐射监测和防护用品。

(4) 建设单位辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康监护档案情况(详见附件7):

- ①辐射工作人员培训：公司现有辐射工作人员均已取得辐射安全与防护考核合格证书。
- ②所有辐射工作人员均配有个人剂量计，接受剂量监测，建立个人剂量监测档案并存档。
- ③辐射工作人员均已参加职业健康体检，建立健康体检档案。

1.7 环保投资

项目总投资为**万元，其中环保投资为**万元，占总投资的**%。环保投资情况见表1-4。

表 1-4 环保投资情况一览表

项目	环保投资金额（万元）	
RT 探伤室工件进出防护门、控制室防护等辐射防护屏蔽措施	**	合计： **
工作状态指示灯、联锁装置、监控装置、排风装置、电离辐射警告标志、规章制度上墙等	**	
安排工作人员参加辐射安全防护专业知识培训、职业病健康体检、个人剂量监测和配备个人剂量报警仪	**	
环境影响评价、竣工环境保护验收和年度监测费用	**	

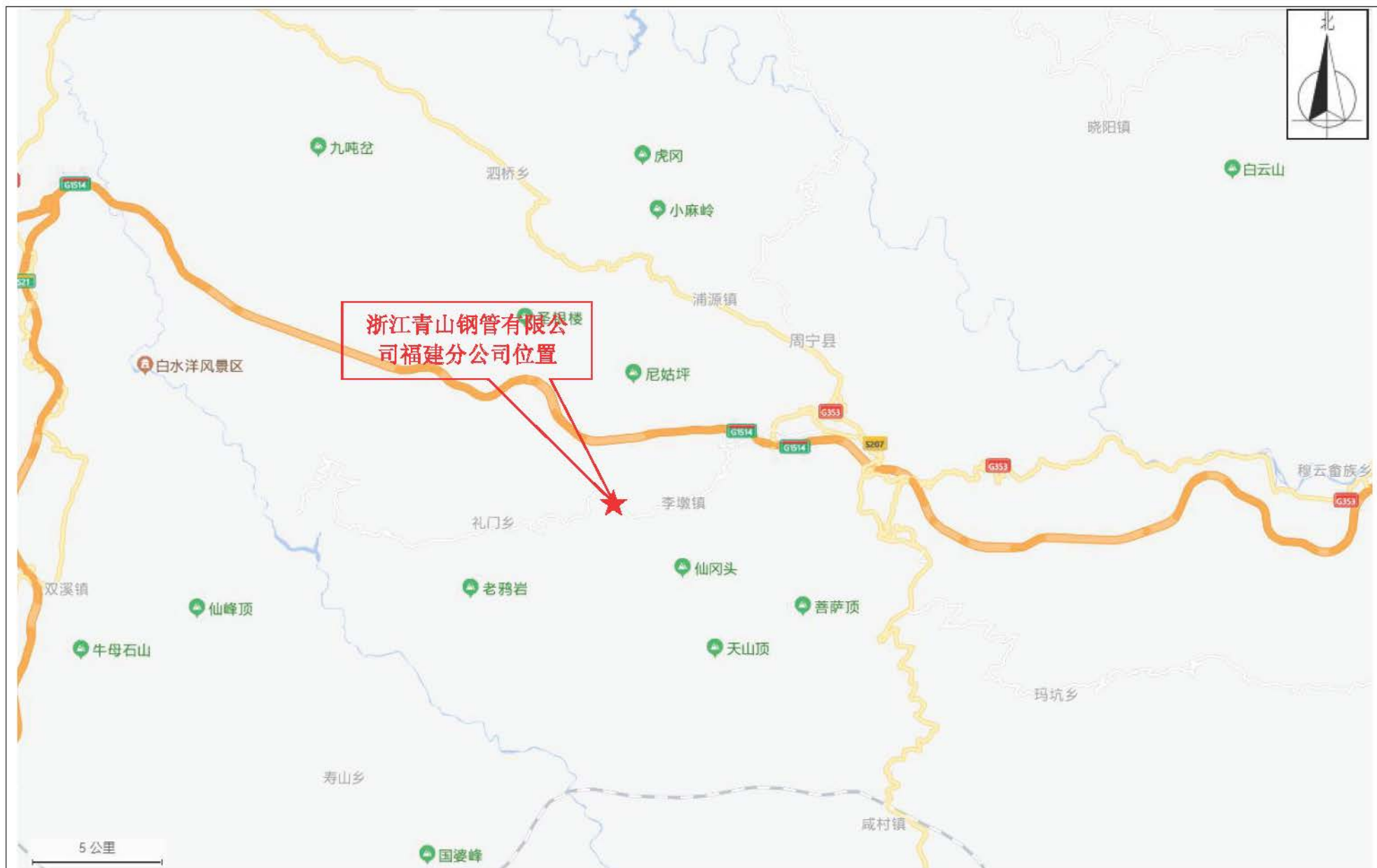


图 1-1 浙江青山钢管有限公司福建分公司地理位置图



注：红色虚线标注的厂房属于浙江青山钢管有限公司福建分公司。

图 1-2 李墩工业区总平面布置示意图



注：RT探伤室距管件车间东侧办公楼距离为123m，距管件车间南侧边界距离为15m，距管件车间西侧边界距离为18m，距管件车间北侧边界距离为97m。

图1-3 项目评价范围示意图

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》(GB18871-2002)。

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) 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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X射线探伤机	II类	1台	XXGH-3005z	300	5	无损检测	管件车间RT探伤室	周向
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	/	通过 RT 探伤室排风机排入外环境，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小
阴极射线管	固态	/	/	/	/	/	/	送生产厂家回收处理
废显（定）影液	液态	/	/	/	***L	/	办公楼一层暗室	送“福安市永能环保科技有限公司”进行回收处理
废胶片	固态	/	/	/	***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/m³；年排放总量用 kg。
 2. 含有放射性的废弃物要注明，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》，（2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，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》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018年12月29日起施行）；</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) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院令 第682号，2017年10月1日起实施）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 第709号，2019年修订）；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版，生态环境部部令第16号）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定，生态环境部部令第20号）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保护部令 第18号，2011年5月1日起施行）；</p> <p>(9) 《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》（环办函〔2006〕629号，2006年9月28日印发）；</p> <p>(10) 《关于明确核技术利用辐射安全监督有关事项的通知》（中华人民共和国环境保护部，环办辐射函〔2016〕430号）；</p> <p>(11) 《关于发布射线装置分类办法的公告》（国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月6日期实行）；</p> <p>(12) 《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>(13) 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>(14) 《福建省生态环境保护条例》（福建省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，2022年5月1日施行）。</p>
------	--

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(7) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 委托书(附件1)；</p> <p>(2) 《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社, 2015年)；</p> <p>(3) 《国家危险废物名录》(2021年版 生态环境部部令第15号)；</p> <p>(4) 现状监测报告；</p> <p>(5) 其他技术资料。</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，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016），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）。考虑到本项目的实际情况，本次项目评价范围为 RT 探伤室实体屏蔽墙体外周边 50m 范围。

7.2 保护目标

根据对本项目周围环境的现场踏勘和调查，本项目 RT 探伤室实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内无学校等环境敏感区域，职业工作人员为本项目控制室操作人员，公众人员包括管件车间周边生产人员及偶尔路过或停留的其他非辐射工作人员。结合李墩工业区总平面图见图 1-2，评价范围示意图见图 1-3，本项目探伤室周边具体环境保护目标见下表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护对象		相对方位	距离	规模	剂量限值	
RT 探伤室	职业人员	操作人员	RT 探伤室东侧控制室	≥0.3m	2 人	5mSv/a
	公众人员	周边生产人员及偶尔路过的其他非辐射工作人员	管件车间其他生产人员	≥1m	约 50 人	0.25mSv/a
			RT 探伤室南侧厂内道路流动人员	≥15m	约 10 人	
			RT 探伤室西侧厂内道路流动人员	≥18m	约 10 人	
RT 探伤室西侧广新管业科技有限公司	≥48m	约 50 人				

7.3 评价标准

一、《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，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）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。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

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

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

本项目取其四分之一即 5mSv/a 作为剂量约束值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众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：

年有效剂量，1mSv；

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

本项目取其四分之一即 0.25mSv/a 作为剂量约束值。

表 7-2 本项目人员年有效剂量约束值

人员类别	标准限值	剂量约束值
职业照射	连续5年的年平均有效剂量小于20mSv	5mSv/a
公众照射	年平均剂量估计值不应超过1mSv	0.25mSv/a

二、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进

入探伤室的门未全部关闭时不能接通X射线管管电压；已接通的X射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关，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。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

4 工业X射线探伤室探伤的防护要求

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室邻旁建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同上述3中的要求。

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后X射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止X射线照射，关上门不能自动开始X射线照射。门—机联锁装置的设置方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“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。

4.1.7 照射状态指示装置应与X射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区域，每小时通风换气次数应不少于3次。

三、《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业X射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于500kV以下的工业X射线探伤装置的探伤室。

1、探伤室墙和入口处周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平（ H_c ）和导出剂量率参考控制水平（ $H_{c,d}$ ）：

人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ ： $H_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c ： H_c 为上述a)中 $H_{c,d}$ 和b)中的 $H_{c,max}$ 二者的较小者。

2、探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或者探伤室旁邻建筑物在自然辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面30cm处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同1。

b) 除2、a)的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按1、c)的剂量率参考控制水平 H_c （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）加以控制。

2) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

1、项目地理和场所位置

本项目拟建 RT 探伤室位于福建省宁德市周宁县李墩镇李墩工业区浙江青山钢管有限公司福建分公司管件车间，项目地理位置见图 1-1。为掌握项目所在地的辐射环境质量现状，江西省地质局实验测试大队于 2022 年 8 月 9 日对项目所在地进行了辐射环境现状监测。

2、监测内容与点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）第4.2.2条中有关布点原则和方法并结合本项目的实际情况进行监测布点，本次监测主要针对拟建辐射工作场所及周边环境 γ 辐射剂量率。

3、监测仪器与规范

电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 监测仪器与监测规范表

仪器名称	环境监测 X- γ 辐射空气吸收剂量率仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10 (F117)
生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
监测规范	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
监测单位	江西省地质局实验测试大队
监测时间	2022 年 8 月 9 日
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书编号	DLj12022-05172
有效日期	2022 年 6 月 7 日~2023 年 6 月 6 日
量程范围	1nSv/h~1 Sv/h

4、质量保证措施

- 合理布设监测点位，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。
- 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。
- 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- 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。

8.2 辐射环境质量现状监测结果

评价单位于 2022 年 8 月 9 日对本项目场址及周围的辐射环境现状进行监测，监测条件见表 8-2，监测结果见表 8-3，测量布点见图 8-1~图 8-2，监测报告见附件 12。

表 8-2 项目监测条件一览表

监测日期	温度	湿度	天气情况
2022年8月9日	**°C	**%	晴

表 8-3 项目周围环境 γ 辐射剂量率监测数据

编号	监测位置	γ 辐射剂量率 (nGy/h)
		平均值
1	拟建 RT 探伤室	***
2	拟建 RT 探伤室东侧控制室	***
3	拟建 RT 探伤室东侧包装区	***
4	拟建 RT 探伤室南侧待拍片区	***
5	拟建 RT 探伤室西侧铅房探伤室控制室	***
6	拟建 RT 探伤室北侧合格区	***
7	管件车间东侧厂内道路	***
8	管件车间南侧厂内道路	***
9	管件车间西侧厂内道路	***
10	管件车间北侧厂内道路	***

注：①以上数据均已扣除宇宙射线的贡献；②现场检测所有点位探头均朝下，离地 1m；③序号 1~6 为室内监测点位，序号 7~10 为室外监测点位；④拟建 RT 探伤室西侧已建铅房探伤室处于未运行状态。

8.3 辐射环境质量现状评价

江西省地质局实验测试大队（原名：江西省核工业地质局测试研究中心）于 2021 年 8 月 2 日使用本项目监测仪器在江西省九江市永修县拓林镇庐山西海风景名胜区拓林水库水面上对宇宙射线响应值进行监测（监测报告见附件 12）。本项目表 8-3 所列监测数据已根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）第 5.5 条扣除仪器对宇宙射线的响应值。

根据表 8-3，本项目周边室内环境的 γ 辐射剂量率在***~***nGy/h，周边外环境 γ 辐射剂量率在***~***nGy/h，处于宁德市室内、室外辐射环境本底范围值内（注：宁德市室内辐射环境本底范围值***~***nGy/h，宁德市室外辐射环境本底范围值***~***nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）第 390 页表 5）。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

1、设备组成

X射线探伤机主要由X射线管、警示灯、高压变压器、绝缘气体、充放气阀、冷却风扇、控制器、电源电缆、低压连接电缆及附件等组成。根据建设单位提供的资料，本项目X射线探伤机参数和操作方案见表9-1。

表9-1 本项目X射线探伤机参数和操作方案一览表

项目	指标及参数	备注
型号	XXGH-3005z	/
技术参数	最大管电压 300kV、 最大管电流 5mA	/
距靶 1m 处剂量率	设备厂家无法提供	参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表**，本项目输出量保守取** $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ (按**kV 和**mm 铝滤过条件)
过滤材料	设备厂家无法提供	参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)，过滤材料取**滤过
距靶 1m 处泄漏剂量率	设备厂家无法提供	参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表**，本项目取** $\mu\text{Sv/h}$
有用线束张角	周向： $360^\circ \times 30^\circ$	/
有用线束方向	东下西上方向进行 360 度圆周循环	/
探伤工件尺寸	直径 40cm~150cm	/
作业高度	0.2m-1.5m	/
探伤机使用范围	3m×3m	/

2、工作原理

X 射线探伤机为利用 X 射线进行显像，产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成（见图 9-1）。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时产生电子，而聚焦杯使这些电子聚焦成束，直接向嵌在铜阳极中的靶体射击。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、钽等制成。高速电子轰击靶体产生 X 射线。X 射线管工作时，靶体上会产生大量的热，必须采取适当的措施将热量导出。

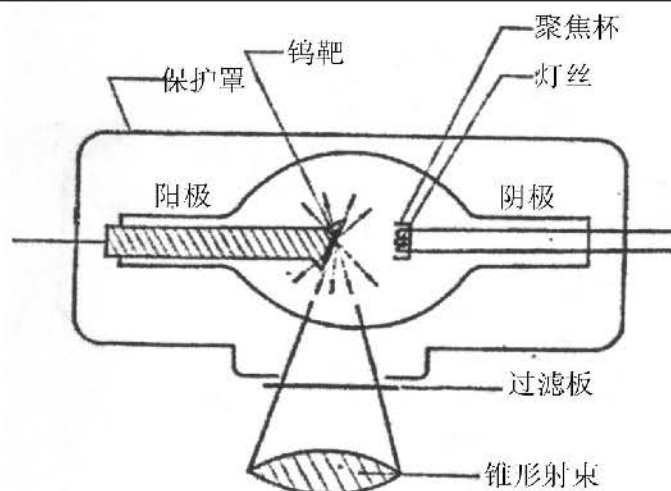


图 9-1 X 射线发生器工作原理示意图

X 射线探伤机是利用被检测物材料厚度不同对射线吸收程度的差异的原理，通过射线透射摄片，从软片上显示出材料、零件及焊缝的内部缺陷进行探伤。即 X 射线探伤机主要是利用 X 射线管产生的 X 射线透照被检测时，在被检物的缺陷部位和其他部位射线减弱的程度会不同。根据这一原理本项目采用射线照相方式，胶片上记录被检物信息，经过暗室处理后得到底片，根据其影像黑度获得被检物的有关信息，将被检物中的缺陷显现出来，以确定缺陷的位置、大小、形状和种类。

3、探伤对象及场所

本项目 X 射线探伤机主要用于对公司生产的不锈钢钢管进行无损探伤，从而保证产品的质量，提高建设单位核心竞争力。探伤场所位于 RT 探伤室内，作业方式为探伤室固定探伤。

4、工作流程

本项目开展探伤室探伤时，被检测工件通过工件进出防护门运至 RT 探伤室内，探伤操作人员在控制室内进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，本项目探伤工作流程及产污环节示意图 9-3，探伤工作流程如下：

- (1) 产品入室：将被探伤工件通过工件进出防护门运至 RT 探伤室内固定；
- (2) 贴片定位：在工件需检测的部位贴上感光胶片，并将 X 射线探伤机放置在合适的位置；
- (3) 清场、关门：检查探伤室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员从人员门离开探伤室，关闭人员门，启动‘预备’信号；
- (4) 开机、加高压、曝光：工作人员在控制室内操作控制箱，开启 X 射线探伤机并设置参数进行无损检测。X 射线探伤机开机曝光过程中将产生 X 射线污染，同时 X 射线将使

RT 探伤室内的空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）；

（5）关机：达到预定照射时间和曝光量后关闭 X 射线探伤机，曝光结束，辐射工作人员进入 RT 探伤室，取下胶片；

（6）取片、洗片、读片、出具检测报告：辐射工作人员在暗室内对探伤胶片进行洗片，洗片作业将产生显影、定影废液。

5、劳动定员及工作负荷

根据建设单位提供的资料，本项目拟新增配备***名辐射工作人员，不依托建设单位原有辐射工作人员。每件不锈钢钢管探伤出束时间为***~***min（平均按***min），每年约对***万件不锈钢钢管进行无损探伤，年出束曝光时间为***h。

9.2 污染源项

9.2.1 施工期的污染源项

本项目建设规模较小，对周边环境影响程度均仅局限在管件车间内。本项目建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体，主要是施工时产生的噪声、废水、固体废物等环境影响，不会对周边环境造成影响。

（一）废气

本项目的环境空气影响主要是扬尘，主要由石灰搅拌、混凝土浇灌、施工车辆运输等施工活动产生。本项目的工程量小，产生的扬尘量很小。

（二）噪声

本项目产生噪声来源的主要是装修电钻作业、设备安装等。噪声值一般在**dB（A）之间，施工场地的噪声对周围环境有一定的影响，但随着施工的结束而结束。

（三）废水

施工期污水主要来自两个方面：一是施工废水，二是施工人员的生活污水。施工废水处理方式为在施工期建设场地设置临时沉淀池，建筑废水经临时沉淀池处理后用于施工场地洒水降尘，不外排；生活污水处理方式为依托已有化粪池进行收集处理。

（四）固体废物

本项目固体废物主要为：生活垃圾、施工垃圾等。对项目施工期间产生的建筑垃圾、施工废物料，可回收利用的部分应尽量予以回收，不可回收的部分运送至建筑垃圾定点收集处，统一交由有资质的渣土运输单位处置。

9.2.2 运行期的污染源项

一、辐射污染源项

(1) 正常工况

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随探伤机的开机、关机而产生、消失。X 射线探伤机在关机状态下不产生 X 射线，只有在开机并处于曝光状态时才会发出 X 射线。由于 X 射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。在对工件进行探伤时，X 射线经透射、反射，对探伤室及周围环境产生辐射影响。因此，在开机期间 X 射线成为污染环境的主要因子。

(2) 事故工况

①当 RT 探伤室联锁装置失效、电离辐射警示标志（牌）等脱落或不清晰时，公众、检查管理人员或检修维护人员在 X 射线探伤机开机状态下误入 RT 探伤室，致使人员受到额外的 X 射线照射。

②当 RT 探伤室铅门破损未及时维修情况下，给周围活动人员及辐射工作人员造成额外的 X 射线照射。

③因违章操作，RT 探伤室操作人员在工件运送人员未撤离 RT 探伤室时进行曝光，致使造成额外的 X 射线照射。

④X 射线探伤机发生 X 射线无法停束故障，此时工作人员应立即关闭电源，防止事故的发生。

二、非辐射污染源项

本项目 X 射线探伤机在探伤作业使用胶片照相，建设单位已于办公楼一层设置专门暗室对拍摄的感光胶片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液及废胶片，查《国家危险废物名录》（2021 年版 生态环境部部令第 15 号）可知，废显（定）影液及废胶片属 HW16 感光材料废物。本项目预计年废胶片数量 100 张，废显（定）影液 40L，废显、定影剂用专用容器桶分类收集后暂存于办公楼一层暗室，废胶片用专用密封袋收集后暂存于办公楼一层暗室，建设单位已和福安市永能环保科技有限公司签订危险废物处置协议，福安市永能环保科技有限公司每半年会上门回收本项目所产生的废显（定）影液和废胶片，满足法律法规对危险废物处理的要求。

X 射线探伤机曝光出束时将产生极少量的臭氧和氮氧化物，RT 探伤室内设有排风系统，每小时通风换气次数 3 次以上，臭氧和氮氧化物排出到室外后可经自然扩散、分解和稀释后对周边环境基本无影响。

X射线探伤机达到设备使用年限或是阴极射线管损坏进行更换时，会产生废旧阴极射线管，根据查《国家危险废物名录》（2021年版 生态环境部部令第15号），产生的废旧阴极射线管属于危险废物属HW49其他废物（废物代码900-044-49），应委托有资质单位处置，拆除阴极射线管的探伤机在任何情况下均不会再产生X射线，可由企业按照一般设备报废的相关规定进行处置。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

一、实体屏蔽

根据建设单位提供的资料，本项目 RT 探伤室采取的防护措施情况见表 10-1。

表 10-1 RT 探伤室防护措施情况一览表

项目	辐射防护情况	
	材料与厚度	尺寸
南侧、西侧和北侧墙体	700mm 厚混凝土	RT 探伤室内部尺寸：6m×6m×8m（高） 迷道尺寸：4.6m×0.9m×2.5m（高）
东侧迷路内墙	700mm 厚混凝土	
东侧迷路外墙	700mm 厚混凝土	
工件进出防护门	24mmPb 铅板	
控制室防护门	12mmPb 铅板	
RT 探伤室内部顶棚	400mm 厚混凝土	
迷道顶棚	500mm 厚混凝土	
地面	土层（无地下室）	

注：工件进出防护门处南侧部分墙体厚度为 730cm 厚混凝土。

二、分区管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，为了便于辐射防护管理和职业照射控制，控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围，将辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

根据分区原则，本项目辐射工作场所分区情况如下：将 RT 探伤室及迷道划为控制区；将探伤室东侧外 3.74m（控制室边界）、南侧外 1m、西侧外 1m、北侧外 1m 划为监督区，监督区边界设置警戒线并挂有明确无关人员请勿靠近等警示标识，避免公众在探伤机工作时误入监督区，受到误照射。

三、工作场所辐射安全和防护措施分析

为保障 RT 探伤室的安全运行，避免在开机检测期间人员误留或误入 RT 探伤室内而发生误照射事故，以及对工作人员和公众的辐射防护，本项目 RT 探伤室设计有相应的辐射安全装置和保护措施，主要有：

(1) 门机联锁

本项目RT探伤室防护门拟设置门机联锁装置，当工件进出防护门和控制室防护门打开时X射线探伤机立即停止出束，当工件进出防护门和控制室防护门有效关闭后，需要手动按下出束按钮X射线探伤机才能曝光出束。

(2) 工作状态指示灯和声音提示装置

本项目RT探伤室门口和内部均拟同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯与X射线探伤机设置联锁装置。本项目拟在工件进出防护门、控制室防护门外表面和RT探伤室内部墙壁处拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。本项目拟在工件进出防护门上方设置工作状态指示灯牌，“预备”信号“照射”信号拟用文字进行指示并区分；本项目拟在控制室防护门上方和RT探伤室内部设置工作状态指示灯，“预备”信号拟设置为黄色闪烁灯，“照射”信号拟设置为红色闪烁灯。

(3) 电离辐射警示标志

本项目拟在监督区边界、工件进出防护门外表面和控制室防护门外表面张贴明显的电离辐射警示标志并附中文警示说明。

(4) 紧急停机按钮

本项目RT探伤室拟在四面墙壁各设置1个急停开关按钮，急停开关按钮处拟标明使用方法，在出现紧急情况下，按下急停按钮，可以切断设备电源，X射线停止出束。

(5) 视频监控系统

本项目RT探伤室拟在北侧墙体和工件进出工件门上方各安装1个摄像头，显示屏设置于控制室墙壁上，便于控制室工作人员观察RT探伤室内部和外部的情况，确保探伤作业时无人停留在RT探伤室内。

(6) 排风装置

根据建设单位提供的资料，本项目RT探伤室顶部采用1台排风机进行排风，排风量设计为1500m³/h，探伤室内部体积为324m³（含迷道），每小时换气次数为4.6次，RT探伤室内气体通过顶部排风机排到管件车间内。排风机设有10mmPb防护罩。

(7) 监测设备

建设单位已配备1台X-γ辐射剂量率仪（共用），拟为本项目新增1个人剂量报警仪。辐射工作人员进行探伤作业时应佩戴个人剂量报警仪，随时监测RT探伤室工作场所辐射剂量率变化情况。所有辐射工作人员均需要佩戴个人剂量计，并定期送有资质单位检测。

(8) 控制台

本项目RT探伤室的控制台显示高压接通或断开状态、管电压、管电流和照射时间的界面；控制台设有与RT探伤室防护门联锁的接口，并设置门机联锁装置，当门未全部关闭时不能开机曝光；控制台设有钥匙开关，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；控制台设有紧急停机按钮、电离辐射警告标志、出束指示以及禁止非授权使用的警告标识。

(9) 探伤机检查、维护

a) 运营单位应对X射线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。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。

c) 应做好设备维护记录。

d) 日常检查：①探伤机外观是否存在可见的损坏；②电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；③液体制冷设备是否有渗漏；④安全联锁是否正常工作；⑤报警设备和警示灯是否正常运行；⑥螺栓等连接件是否连接良好；⑦交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作；⑧在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。

e) 定期检查：①电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；②制冷系统过滤器的清洁或更换；③所有的联锁和紧急停机开关的检查；④制造商推荐的其他常规检测项目；⑤应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。

四、辐射防护措施符合性分析

为分析本项目 RT 探伤室的辐射防护性能，根据建设单位提供的的设计资料，将拟建 RT 探伤室的主要技术参数列表分析，并与《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117—2015）中技术要求对照，具体见表 10-2。

表 10-2 探伤室辐射防护措施符合性分析表

机房名称	《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117—2015) 要求	本项目方案	符合情况
探伤室	3.1.2.1: 控制台应设置有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示, 以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。	本项目RT探伤室控制台设有显示高压接通或断开状态、管电压、管电流和照射时间的界面。	符合
	3.1.2.2: 控制台应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	本项目RT探伤室控制台设有高压接通时的指示装置。	符合
	3.1.2.3: 控制台或X射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口, 当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通X射线管管电压; 已接通的X射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。	本项目RT探伤室设有门机联锁装置, 控制台设有与RT探伤室防护门联锁的接口, 当门未全部关闭时不能开机曝光。	符合
	3.1.2.4: 控制台应设有钥匙开关, 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。	本项目RT探伤室控制台设有钥匙开关, 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。	符合
	3.1.2.5: 控制台应设置紧急停机开关。	本项目RT探伤室控制台设有紧急停机按钮。	符合
	3.1.2.6: 控制台应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。	本项目RT探伤室控制台设有电离辐射警告标志、出束指示等和禁止非授权使用的警告标识。	符合
	4.1.1: 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全, 操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射方向。	本项目控制室与RT探伤室分开单独设置, 本项目X射线探伤机为周向型, 有用线束照射方向无法避开控制室位置, 根据表11-10, 控制室工作人员所受附加辐射剂量率低于标准限值2.5 μ Sv/h, 根据表11-12, 控制室工作人员所受附加年有效剂量低于剂量约束值5mSv/年。	/
	4.1.2: 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区, 与墙壁外部相邻区域划为监督区。	将RT探伤室及迷道划为控制区; 将探伤室东侧外3.74m(控制室边界)、南侧外1m、西侧外1m、北侧外1m划为监督区。	符合
	4.1.5: 探伤室应设置门-机联锁装置, 并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后X射线装置才能进行探伤作业。	本项目RT探伤室设有门-机联锁装置, 只有当防护门有效关闭后, X射线探伤机才能曝光出束。	符合
	4.1.6: 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。	本项目拟在工件进出防护门上方设置工作状态指示灯牌和声音提示装置, “预备”信号“照射”信号拟用文字进行指示并区分; 本项目拟在控制室防护门上方和RT探伤室内部设置工作状态指示灯, “预备”信号拟设置为黄色闪烁灯, “照射”信号拟设置为红色闪烁灯。	符合
4.1.7: 照射状态指示装置应与X射线探伤装置联锁。	本项目RT探伤室工作状态指示灯与X射线探伤机设有联锁装置。	符合	

	<p>4.1.8: 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。</p>	<p>本项目拟在工件进出防护门、控制室防护门外表面和RT探伤室内部墙壁处拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。</p>	<p>符合</p>
	<p>4.1.9: 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。</p>	<p>本项目拟在监督区边界、工件进出防护门外表面和控制室防护门外表面张贴明显的电离辐射警示标志并附中文警示说明。</p>	<p>符合</p>
	<p>4.1.10: 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。</p>	<p>本项目RT探伤室拟在四面墙壁各设置1个急停开关按钮，急停开关按钮处拟标明使用方法。</p>	<p>符合</p>
	<p>4.1.11: 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区域，每小时通风换气次数应不少于3次。</p>	<p>本项目RT探伤室顶部采用1台排风机进行排风，排风量为设计为1500m³/h，探伤室内部体积为324m³（含迷道），每小时换气次数为4.6次，RT探伤室内气体通过顶部排风机排到管件车间内。排风机设有10mmPb防护罩。</p>	<p>符合</p>

10.2 三废的治理

1、废气

本项目工业 X 射线探伤机在工作状态时会产生 X 射线，X 射线会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中 50 分钟后会自动分解为氧气。由于探伤机开机照射时间较短且 RT 探伤室内设有排风系统，采用 1 台排风机进行排风，通风量为 1500m³/h，RT 探伤室内部体积为 324m³（含迷道），每小时换气次数为 4.6 次，RT 探伤室内臭氧和氮氧化物通过顶部排风机排到管件车间并经自然扩散、分解和稀释后对周边环境基本无影响。

2、危险废物

本项目 X 射线探伤机在探伤作业使用胶片照相，建设单位已于办公楼一层设置专门暗室对拍摄的感光胶片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液及废胶片，查《国家危险废物名录》（2021 年版 生态环境部部令第 15 号）可知，废显（定）影液及废胶片属 HW16 感光材料废物。本项目预计年废胶片数量 100 张，废显（定）影液 40L，废显、定影剂用专用容器桶分类收集后暂存于办公楼一层暗室，废胶片用专用密封袋收集后暂存于办公楼一层暗室，建设单位已和福安市永能环保科技有限公司签订危险废物处置协议，福安市永能环保科技有限公司每半年会上门回收本项目所产生的废显（定）影液和废胶片，满足法律法规对危险废物处理的要求。

探伤机达到设备使用年限或是阴极射线管损坏进行更换时，产生的废旧阴极射线管属于危险废物（依据《国家废物危险名录》危废代码为HW49），应委托有资质单位处置，拆除

阴极射线管的探伤机在任何情况下均不会再产生X射线，可由企业按照一般设备报废的相关规定进行处置。

表 11 环境影响分析

11.1、建设阶段对环境的影响

本项目拟建RT探伤室位于福建省宁德市周宁县李墩镇南侧李墩工业区浙江青山钢管有限公司福建分公司管件车间内，浙江青山钢管有限公司福建分公司青山钢管福建不锈钢深加工项目已于2020年4月29日取得了宁德市周宁生态环境局的批复（宁周环监〔2020〕4号）（详见附件3）。

本项目拟建RT探伤室施工期约为**个月，施工涉及的区域面积较小，施工期间以施工噪声影响为主，同时伴有粉尘、废水和固体废物产生。

（一）施工期扬尘影响分析

本项目在建设施工期需进行土建、电气安装、铅门安装等作业，各种施工将产生少量扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。

针对上述扬尘污染采取以下措施：a、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b、施工场地应进行围挡，设置洒水装置，车辆在运输材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（二）施工期噪声环境影响分析

机房装修电钻作业、设备安装等施工时产生间歇性噪声和振动，最大噪声级可达**dB，对周边人员有一定的影响。

为了降低施工噪声对周围环境的影响，施工时应文明施工，合理安排施工时间，午间和夜间休息时间禁止施工；同时应选择噪声级尽可能低的施工机械进行施工，对施工机械采取消声降噪措施，施工场所应采取消声减震措施，避免对周边人员产生影响。

（三）施工期固体废物环境影响分析

项目施工期间固废主要为建筑垃圾、施工废物料及施工人员生活垃圾。

对项目施工期间产生的建筑垃圾、施工废物料，可回收利用的部分应尽量予以回收，不可回收的部分运送至建筑垃圾定点收集处，统一交由有资质的渣土运输单位处置。建设单位应做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

本项目建设内容所需施工人员约**人，生活垃圾量按**kg/人.d计算，则施工期内每天产生生活垃圾约**kg/d。生活垃圾采取袋装分类收集，投放至指定地点，而后由环卫部门每日及时统一清运、处置。

(四) 施工期废水环境影响分析

施工期废水主要有施工过程中产生的含泥浆建筑废水及施工人员生活污水。

施工期建设场地设置临时沉淀池，建筑废水经临时沉淀池处理后用于施工场地洒水降尘，不外排。

本项目建设内容所需施工人员约**人，根据给水排水设计规范，按每人每天用水**L计算，则施工期总用水量约为**t (**t/d)，污水排放量按用水量的**%计算，则生活污水总排放量约**t。生活污水主要是依托办公楼卫生间进行收集处理，不会对周边水环境造成影响。

本项目为新建项目，建设期间不涉及射线装置的使用，故不会对周边环境产生电离辐射影响。但在安装调试的过程当中，一定要严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。

11.2、运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

一、理论计算公式

RT 探伤室的辐射防护屏蔽措施的防护性能情况采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 的相关计算公式进行分析评价，相关计算公式如下：

(1) 有用线束的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot I \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-1)}$$

式中：

\dot{H} —屏蔽体外关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_0 —距辐射源点（靶点）1m处的输出量，查《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》

(GBZ/T 250-2014) 中表**，本项目输出量保守取** $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ （按**kV和**滤过条件）；

I—X射线探伤机在最高管电压下的常用最大管电流，mA；本项目取**mA；

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

(2) 屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系

对于给定的屏蔽物质厚度X，相应的辐射屏蔽透射因子B计算公式如下：

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

式中：

X—屏蔽物质厚度，与TVL取相同的单位；

TVL—见《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》附录*** 表***。

(3) 泄露辐射的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-3)}$$

式中：

\dot{H} —屏蔽体外关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_L —距辐射源点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；由《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表***可知，本项目泄漏辐射剂量率取*** $\mu\text{Sv/h}$ ；

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

(4) 散射辐射的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \cdot I \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-4)}$$

式中：

\dot{H} —屏蔽体外关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I—X射线探伤机在最高管电压下的常用最大管电流，mA；本项目取***mA；

\dot{H}_0 —距辐射源点（靶点）1m处的输出量，查《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表B.1，本项目输出量保守取*** $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ （按***kV和***滤过条件）；

B—屏蔽透射因子；

F— R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α —散射因子；

R_0 —靶点至探伤工件的距离，m；

R_s —散射体至关注点的距离，m。

(5) 迷道入口门处的剂量率计算

参照《辐射防护导论》第六章 P185 页第 6.6 式，迷道口处的剂量率计算公式如下：

$$H = \frac{D_0 \cdot \alpha_1 A_1 \cdot (\alpha_2 A_2)^{j-1}}{(d_i d_{r1} d_{r2} \dots d_{rj})^2} \dots \dots \dots \text{式 (11-5)}$$

式中：

- H——关注点处的剂量率，μSv/h；
- D₀——离靶 1m 处 X 射线的空气吸收剂量率，μGy/h=μSv/h；
- α₁——入射到第一反射层材料的 X 射线反散射系数；
- α₂——随后屏蔽材料层的 X 射线反散射系数；
- A₁——X 射线入射到第一反射面上，撞击的面积；
- A₂——迷道的截面积，m²；
- d_i——X 射线源到第一反射层的距离；
- d_{r1}, d_{r2}, d_{r3}, ...d_{rj}——沿着每一迷宫通道长度的中心线的距离；
- j——第 j 次反射过程；

二、探伤室外关注点剂量率理论计算

本项目 RT 探伤室使用 1 台 XXGH-3005z 型周向 X 射线探伤机。X 射线探伤机出束口射线辐射角度为 360×30°，在 RT 探伤室内的使用范围为 3m×3m（距迷路内墙最近距离 1.5m，距南墙最近距离 1.5m，距西墙最近距离 1.5m，距北墙最近距离 1.5m），出束口有用线束方向为东下西上 360 度圆周循环。

本项目理论计算时东侧墙体外 30cm、西侧墙体外 30cm、北侧墙体外 30cm、顶棚外 30cm 按有用线束方向考虑；南侧墙体外 30cm、工件进出防护门外 30cm、北侧墙体外 30cm 按散射和泄漏方向考虑；控制室防护门外 30cm 按迷道入口处剂量率和有用线束经迷路内墙屏蔽后的贯穿辐射叠加考虑。

表 11-1 X 射线探伤机操作方案

探伤室名称	作业方式	工件尺寸	作业高度 (m)	有用线束方向	辐射角	探伤机使用范围
RT 探伤室	周向	***	***	东下西上方向进行 360 度圆周循环	***	***

根据本项目工程特征及 RT 探伤室周围环境状况，选择剂量关注点为 RT 探伤室四周墙体（包括防护门）外 0.3m 处及 RT 探伤室屋顶上方 0.3m 处。

(1) 有用线束方向

表 11-2 RT 探伤室有用线束方向关注点处剂量率计算结果

位置	屏蔽墙体	TVL (mm)	B	I (mA)	\dot{H}_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
东侧墙外30cm(A点)	1400mm 混凝土	***	***	***	***	***	***
西侧墙外30cm(C点)	700mm 混凝土	***	***	***		***	***
顶棚上方30cm(F点)	400mm 混凝土	***	***	***		***	***

注：TVL 取值见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录*** 表***。

(2) 非有用线束方向（泄漏辐射及散射辐射）

表 11-3 RT 探伤室泄漏辐射方向关注点处剂量率计算结果

位置	屏蔽材料	TVL (mm)	B	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
南侧墙外30cm (B点)	700mm 混凝土	***	***	***	***	***
北侧墙外30cm (D点)	700mm 混凝土	***	***		***	***
工件进出防护门外30cm (E点)	24mmPb 铅板	***	***		***	***

注：TVL 取值见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2。

本项目探伤工件直径尺寸在 40cm~150cm, 理论计算保守按探伤工件直径尺寸为 150cm, 此时靶点距探伤工件的距离为 0.75m, X 射线探伤机辐射角为 $360^\circ \times 30^\circ$, 30° 辐射角辐射野宽度为*** (m), 360° 辐射角辐射野宽度为*** (m), 工件处辐射野面积为*** (m^2)。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表**, 散射因子 α =***=***。

表 11-4 RT 探伤室散射辐射方向关注点处剂量率计算结果

位置	屏蔽材料	TVL (mm)	B	\dot{H}_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	I (mA)	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
南侧墙外30cm (B点)	700mm 混凝土	***	***	***	***	***	***
北侧墙外30cm (D点)	700mm 混凝土	***	***		***	***	***
工件进出防护门外 30cm (E点)	24mmPb 铅板	***	***		***	***	***

注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表***, 300kV 的 X 射线散射辐射能量为***kV; ② TVL 取值见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录*** 表***。

根据表 11-3 和表 11-4, 非有用线束方向（泄露辐射+散射辐射）关注点处剂量率计算结果见表 11-5。

表11-5 非有用线束方向（泄露辐射+散射辐射）关注点处剂量率计算结果

序号	位置	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	非有用线束方向关注点 处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	南侧墙外30cm (B点)	***	***	***
2	北侧墙外30cm (D点)	***	***	***
3	工件进出防护门外30cm (E点)	***	***	***

(3) 控制室防护门外 30cm 处剂量率计算

控制室防护门外 30cm 处剂量率按迷道散射至迷道入口处的剂量率和有用线束经迷路内墙屏蔽后的贯穿辐射叠加考虑。

①有用线束朝迷道方向时至控制室防护门外 30cm 的剂量率

有用线束经迷道散射至迷道防护门，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表***可知， $200 < kV \leq 300$ 的散射辐射能量为 200kV、 $150 \leq kV \leq 200$ 的散射辐射能量为 150kV。300kV 有用线束 X 射线经迷道 2 次散射后最高能量相应的 kV 值为 150kV。控制室防护门什值层厚度取相应散射能量的对应值。根据公式 11-5，迷道散射至迷道入口处的剂量率计算结果见表 11-6。

表 11-6 迷道散射至迷道入口处的剂量率计算结果

D_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	α_1	A_1 (m^2)	α_2	A_2 (m^2)	d_1 (m)	d_1 (m)	d_2 (m)	迷道入口处的剂 量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
***	***	***	***	***	***	***	***	***

表 11-7 迷道散射至控制室防护门外 30cm 的剂量率计算结果

项目	迷道入口处的 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	防护门 屏蔽物质厚度	TVL (mm)	铅门后 30cm 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
控制室防护门外 30cm (G 点)	***	***	***	***

②有用线束经迷路内墙屏蔽后的贯穿辐射至控制室防护门外 30cm 的剂量率

理论计算时，有用线束经迷路内墙屏蔽后的贯穿辐射距离保守取东北角距控制室防护门外 30cm 的距离。

表 11-8 有用线束经迷路内墙屏蔽后的贯穿辐射至控制室防护门外 30cm 的剂量率计算结果

位置	屏蔽墙体	TVL	B	I (mA)	\dot{H}_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
控制室防护门 外30cm (G点)	700mm 混凝土 +12mmPb 铅板	***	***	***	***	***	***

根据表 11-7 和表 11-8，控制室防护门外 30cm 处剂量率见表 11-9。

表11-9 控制室防护门外30cm关注点处剂量率计算结果

位置	迷道散射至控制室防护门外30cm辐射剂量率 (μSv/h)	有用线束经迷路内墙屏蔽后的贯穿辐射剂量率 (μSv/h)	控制室防护门外30cm辐射剂量率 (μSv/h)
控制室防护门外30cm (G点)	***	***	***

综合表 11-2、表 11-5 和表 11-9, RT 探伤室外各关注点辐射剂量率见表 11-10。

表11-10 RT探伤室外各关注点处剂量率计算结果

序号	位置	辐射剂量率 (μSv/h)	剂量限值 (μSv/h)
1	东侧墙外30cm (A点)	***	≤2.5
2	西侧墙外30cm (C点)	***	≤2.5
3	顶棚上方30cm (F点)	***	≤100
4	南侧墙外30cm (B点)	***	≤2.5
5	北侧墙外30cm (D点)	***	≤2.5
6	工件进出防护门外30cm (E点)	***	≤2.5
7	控制室防护门外30cm (G点)	***	≤2.5

根据表 11-10, 探伤室四周墙外 30cm 处关注点辐射剂量率最大为***μSv/h, 满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中“探伤室四周关注点最高剂量率参考控制水平 2.5μSv/h”的标准要求。

探伤室顶棚外 30cm 处关注点辐射剂量率最大为***μSv/h, 满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中“对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100μSv/h”的标准要求。

11.2.2 职业工作人员和公众年有效剂量评价

个人年有效剂量计算公式如下:

$$H = D \cdot T \cdot t \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{公式 (11-6)}$$

式中: H——关注点处的年附加有效剂量, mSv;

D——辐射剂量率, μSv/h;

T——居留因子, 无量纲;

t——照射时间, h。

每件不锈钢钢管探伤出束时间为***min (平均按***min), 每年约对 1 万件不锈钢钢管进行无损探伤, 年出束曝光时间为***h, 每年按***周计算, 则周出束曝光时间为***h。

工作人员和公众成员的最大周有效剂量见表 11-11。

表 11-11 RT 探伤室周围工作人员和公众最大周有效剂量估算表

对象	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	周曝光(工作) 时间(h)	居留因子	周有效剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)
控制室工作人员	***	***	***	***
东侧公众人员	***	***	***	***
南侧公众人员	***	***	***	***
西侧公众人员	***	***	***	***
北侧公众人员	***	***	***	***

注：①控制室工作人员辐射剂量率取东侧墙外 30cm (A 点) 理论计算值；②顶棚上方无公众人员。

根据表 11-11，本项目 X 射线探伤机对工作人员职业照射的最大周有效剂量值为*** $\mu\text{Sv/周}$ ，对公众照射的最大周有效剂量值为*** $\mu\text{Sv/周}$ ，符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中对职业人员不大于 100 $\mu\text{Sv/周}$ ，对公众不大于 5 $\mu\text{Sv/周}$ 。

工作人员和公众成员的最大年有效剂量见表 11-12。

表 11-12 RT 探伤室周围工作人员和公众最大年有效剂量估算表

对象	辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	年曝光(工作) 时间(h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
控制室工作人员	***	***	***	***
东侧公众人员	***	***	***	***
南侧公众人员	***	***	***	***
西侧公众人员	***	***	***	***
北侧公众人员	***	***	***	***

注：①控制室工作人员辐射剂量率取东侧墙外 30cm (A 点) 理论计算值；②顶棚上方无公众人员。

表 11-12 表明，本项目 X 射线探伤机对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为***mSv/年，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求，低于剂量约束值 5mSv/年；对公众照射的最大年有效剂量值为***mSv/年，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求，低于剂量约束值 0.25mSv/年。

11.2.3 非放射性废物排放对环境的影响

(1) 废气

本项目工业 X 射线探伤机在工作状态时会产生 X 射线，X 射线会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中 50 分钟后会自动分解为氧气。由于探伤机开机照射时间较短且 RT 探伤室内设有排风系统，采用 1 台排风机进行通风，通风量为 1500 m^3/h ，RT 探伤室内部体积为 324 m^3 (含迷道)，每小时换气次数为 4.6 次，RT 探伤室内臭氧和氮氧化物通过顶部排风机排到管件车间并经自然扩散、分解和稀释后对周边环境基本无影响。

(2) 危险废物

本项目 X 射线探伤机在探伤作业使用胶片照相，建设单位已于办公楼一层设置专门暗

室对拍摄的感光胶片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液及废胶片，查《国家危险废物名录》（2021年版 生态环境部部令第15号）可知，废显（定）影液及废胶片属HW16感光材料废物。本项目预计年废胶片数量100张，废显（定）影液40L，废显、定影剂用专用容器桶分类收集后暂存于办公楼一层暗室，废胶片用专用密封袋收集后暂存于办公楼一层暗室，建设单位已和福安市永能环保科技有限公司签订危险废物处置协议，福安市永能环保科技有限公司每半年会上门回收本项目所产生的废显（定）影液和废胶片，满足法律法规对危险废物处理的要求。

探伤机达到设备使用年限或是阴极射线管损坏进行更换时，产生的废旧阴极射线管属于危险废物（依据《国家废物危险名录》危废代码为HW49），应委托有资质单位处置，拆除阴极射线管的探伤机在任何情况下均不会再产生X射线，可由企业按照一般设备报废的相关规定进行处置。

11.3 事故影响分析

按照《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）要求，建设单位已编制《浙江青山钢管有限公司福建分公司辐射事故（件）应急预案》。

（一）可能发生的辐射事故

本项目X射线探伤机属于X射线装置，当设备关机时不会产生X射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生X射线等危害因素。

①当警示灯、门灯连锁损坏时，探伤机工作人员或检修维护人员在开机状态下误入RT探伤室。

②射线装置在不能正常停机或RT探伤室墙体屏蔽材料出现破损的情况下，给周围活动人员及辐射工作人员造成额外的照射。

（二）辐射事故后果计算

结合事故风险识别内容，假设事故状态下受照射人员处于RT探伤室内且无其他防护措施的情况。事故发生后，RT探伤室内人员按下紧急停机开关、开门装置，迅速撤离RT探伤室，或控制室工作人员按下紧急停机开关。不同居留条件对人员造成的事故照射剂量情况见表11-13。

本项目X射线探伤机距辐射源点（靶点）1m处的输出量参照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表***取*** $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，本项目X射线探伤机最大

管电流***mA，即辐射源点（靶点）1m 处的输出量为*** $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ =*** $\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ，如果受照射人员处于 RT 探伤室内且无其他防护措施的情况 1s 内事故最大照射剂量为***Sv=***Gy。

表 11-13 不同居留条件下事故照射剂量

时间 (s) \ 距离 (m)	1s	5s	15s	30s
1m	***	***	***	***

参考《辐射安全手册精编》第***节关于急性放射病内容，各型急性放射病剂量阈值见表 11-14。

表 11-14 急性放射病剂量阈值

分型	受照剂量阈值 (Gy)	
骨髓型	轻度	***
	中度	***
	重度	***
	极重度	***
肠型	***	
脑型	***	

结合上表内容，对比不同居留条件下事故照射剂量分析，项目可致受照人员产生急性轻度放射病。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第 40 条关于辐射事故分级要求，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-15。

表 11-15 辐射事故分级

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

综上所述，项目可能发生的事故为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。

（三）辐射事故处置方案

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度》（原国家环境保护总局环发 145 号文件）等相关规

定，发生辐射事故时，应当立即启动本单位事故应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。

针对本项目可能发生的辐射事故，本项目采取的处理原则是：

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查；及时处理，出现事故后应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。这样可缩小事故影响，减少事故损失。

③事故处理后分析相关资料，及时总结报告。公司对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点、所有涉及事故责任人和受害者名单、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果、所做的任何医学检查及结果、采取的任何纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

④对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，同时及时上报生态环境主管部门和卫生健康主管部门。

（四）辐射事故防范措施

引起辐射事故（事件）的原因可分为人为因素、技术因素或其它因素。人为因素如蓄意破坏、偷盗、违反操作规程、操作失误、安全观念淡薄、管理缺失等；技术因素为设计不合理、设备故障等；其它因素如自然原因等。

为加强辐射安全管理工作，公司应从辐射安全管理、辐射安全意识两方面着手，提高辐射安全文化素养，加强辐射防护意识，预防辐射事故发生。为减少事故发生，公司需做好以下工作。

①定期组织辐射安全文化、法律法规培训，开展辐射安全实践活动，提高辐射安全文化素养，提高工作人员的核安全意识和专业技术知识。

②倡导严谨质疑的工作态度，树立知责任、负责任的责任意识，建立机制鼓励工作人员发现潜在的管理问题和安全隐患，建立有效的经验反馈机制，预防人因失误。

③定期对辐射安全与环境保护措施效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，预防技术因素引起辐射事故。

④加强辐射分区管理，限制公众在监督区长期滞留。

⑤射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因或维修结束前，不得重新启动辐射源。

⑥调试和维修时，应保证切断辐射源。

⑦调试和维修必须解除安全连锁时，需经负责人同意并通告有关人员。调试结束后，应及时恢复安全连锁并经确认系统正常。

11.4 退役影响分析

探伤机达到设备使用年限时，产生的废旧阴极射线管属于危险废物（依据《国家危险废物名录》危废代码为HW49），应委托有资质单位处置，拆除阴极射线管的探伤机在任何情况下均不会再产生X射线，建设单位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

浙江青山钢管有限公司福建分公司根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定以及公司所使用射线装置所对应的分类管理要求，公司已成立辐射防护安全管理领导小组，确定张*遥为本公司辐射工作安全责任人，设置以公司负责人何*珍为组长，于*龙、张*为副组长，徐*万、肖*武、赵*为组员的辐射防护机构，并指定专人赵*负责射线装置的安全和防护工作，确保射线装置的安全运行。

12.2 辐射安全管理

（一）规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、放射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。

浙江青山钢管有限公司福建分公司已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关要求制订规章制度，建设单位制订规章制度已颁布并以执行，建设单位从事核技术利用工作以来，建设单位现有辐射工作场所的辐射防护设施运行工作良好，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。公司已制订相关制度见表12-1。

表12-1 建设单位已制订的规章制度一览表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求成立的制度	建设单位已建立的管理制度	
	名称	内容
《操作规程》	《X射线探伤机安全操作规程》	公司制订的《X射线探伤机安全操作规程》中规定辐射工作人员操作射线装置的详细流程，能减少辐射事故的发生。
《岗位职责》	《岗位职责》	公司制订的《岗位职责》明确了辐射工作人员和管理人员在辐射工作中各自的责任。
《辐射防护制度》 《安全保卫制度》	《辐射防护和安全保卫制度》	公司制订的《辐射防护和安全保卫制度》对辐射工作人员职责、工作程序和个人防护做出要求。
《设备检修维护制度》	《自行检查及设备检修、维护制度》	公司制订的《自行检查及设备检修、维护制度》中提出了对射线装置的定期检修和维护要求，能防止因设备损坏造成辐射事故。
《人员培训制度》	《辐射工作人员培训管理制度》	公司制订的《辐射工作人员培训管理制度》中规定了辐射工作人员必须参加有资质单位组织的辐射安全与防护培训。
《台账管理制度》	《射线装置使用登记制度》	公司制订的《射线装置使用登记制度》规定了操作人员在日常操作过程种记录探伤机使用时的管电压、管电流、曝光时间、使用人等情况。

《监测方案》	《环境监测与个人剂量监测制度》	公司制订的《监测方案》中规定了委托监测和日常监测的频率和内容，并要求对监测结果存档保留。
		公司制订的《个人剂量监测管理制度》中规定了辐射工作人员个人剂量监测的频率以及个人剂量计的佩戴要求。

（二）辐射工作人员拟配备人数

本项目拟新增配备 2 名辐射工作人员，不依托公司原有辐射工作人员。详细的人员结构在后期项目运行期将根据实际需要再进行调整。

（三）辐射工作人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用射线装置的单位，其辐射工作人员和辐射防护管理人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

本项目正式开展运营前，建设单位将严格根据相关法律法规的要求，督促本项目涉及的辐射工作人员和辐射防护管理人员报名参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习、考试，取得考核合格证书后方可上岗。

12.3 辐射监测

（一）辐射工作人员个人剂量监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的有关要求，建设单位为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，并定期（每季度1次）送个人剂量计至有资质的单位进行检测，建立个人剂量档案。

（二）安全联锁装置检查

根据建设单位制订的操作规程，本项目辐射工作人员每天对安全联锁装置进行检查一次，确保安全联锁装置运行正常有效。

（三）工作场所环境监测

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）第5.3.3.2条“X射线机的辐射环境监测”和《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），本项探伤室辐射环境监测计划见表12-2。

表 12-2 辐射监测计划

监测对象	RT探伤室
监测计划	a.验收监测：项目建设完成后，委托有资质的单位进行竣工环境保护验收监测。 b.年度监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行环境监测。 c.日常监测：项目运行期，使用配备的辐射监测设备，对辐射工作场所每季度进行一次环境监测。 d.个人剂量监测：辐射工作人员正确佩戴个人剂量计，并定期（每季度）送交有资质的单位进行检测。
监测因子	周围剂量当量率
监测点位	四周屏蔽墙、操作位、防护门和管线洞口外30cm
监测依据	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

本项目制定的辐射监测计划符合公司实际情况，包括竣工环境保护验收监测、定期委托监测、自行检查以及辐射工作人员个人剂量监测，内容全面，符合《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）等要求。

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲》（试行），建设单位根据本单位核技术利用类型和可能发生的辐射事故风险，制定了《辐射事故（件）应急预案》，详见附件 11。

根据《辐射事故（件）应急预案》，建设单位成立了辐射事故应急处理工作领导小组，领导小组成员名单如下：

组 长：何*珍

副组长：于*龙、张*

成 员：徐*万、肖*武、赵*

辐射事故应急处理领导小组主要职责为：

（1）定期组织对辐射工作场所、设备和人员的辐射防护情况进行自查或监测，发现事故隐患及时上报组长并落实整改措施；

（2）发生 X 射线泄漏污染、人员受超剂量照射事故时，应启动本预案；

（3）事故发生后立即组织有关部门和人员进行放射性事故应急处理；

（4）负责向生态环境部门及时报告事故情况；

（5）负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

（6）放射事故中人员受射时，要通过个人剂量计或其他工具方法迅速估算受照人员的受照剂量；

(7) 负责迅速安置受照人员就医，组织辐射工作场所内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

培训演练计划：

①建设单位每年至少组织 1 次辐射事故（件）应急预案的培训。培训的主要内容：法律法规、应急预案、应急监测、辐射防护、应急处置和应急响应程序等。针对辐射事故应急处理的相关应急培训还应包括：如辐射危害和防护的基本知识；可能发生的辐射事故（件）及其应急处置措施；国内外辐射技术应用中实际发生的典型辐射事故及其应急处理的经验教训；所涉及的应急计划或程序等。

②建设单位每年至少开展 1 次辐射事故（件）应急演练。应急演练前编制演练计划，根据可能发生的辐射事故（件）组织有针对性的演练，采取桌面推演、模拟现场演练等形式，突出练组织、练指挥、练程序、练技术、练处置，不断提升辐射事故（件）的应急处置能力，并对每一次演练认真进行评价和总结。

③本预案应根据建设单位核技术利用变动情况进行及时更新。各相关责任部门要根据条件和环境的变化及时修改、补充和完善预案的内容，确保在紧急情况下按预案要求，有条不紊开展事故应急救援工作。

发生辐射事故时，建设单位应当立即启动辐射事故应急方案，采取必要的防护措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门、公安部门和卫生部门报告。

本项目运行后，还应做好以下工作：

- (1) 应每年组织人员进行应急演练，并记录；
- (2) 应定期修改完善应急预案等相关规章制度。

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 12-3。

表 12-3 “三同时”验收一览表

污染源或保护源	主要环保措施	验收标准
辐射防护措施	①南侧、西侧和北侧墙体为700mm厚混凝土。 ②东侧迷路内墙为700mm厚混凝土；东侧迷路外墙为700mm厚混凝土。 ③工件进出防护门为24mmPb铅板，控制室防护门为12mmPb铅板。 ④RT探伤室内部顶棚为400mm厚混凝土，迷道顶棚为500mm厚混凝土。	1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015） 3、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》
	探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，照射状态指示装置和防护门联锁，探伤室内、外醒目位置处拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。探伤室防护门和 X 射线探伤机设有联锁装置。	
	探伤室外设置电离辐射警告标志和中文警示说明；探伤室内设置急停按钮并标明使用方法。	
	探伤室防护门均与探伤机设置联锁装置。	
	所有工作人员配备个人剂量计；在辐射工作场所配备 X-γ辐射剂量率、个人剂量报警仪等仪器。	
	探伤室内设有通风排气系统，并满足每小时 3 次换气次数要求。	
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。	
	制定相应的规章制度和应急预案，规章制度应张贴在操作室墙面显著位置。	
	建立完善的设备台帐使用记录。	
	辐射工作人员取得辐射安全与防护考核合格证书，持证上岗。	
	辐射工作人员每 2 年进行一次职业病健康体检。	
	委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，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。	

表 13 结论与建议

13.1 结论

浙江青山钢管有限公司福建分公司位于福建省宁德市周宁县李墩镇李墩工业区，建设单位为保障企业产品质量并增强单位核心竞争力，拟于管件车间内新建 1 间 RT 探伤室，配套使用 1 台 XXGH-3005z 型 X 射线探伤机，为 II 类射线装置。

(1) 辐射安全与防护分析结论

建设单位在设置辐射工作场所时已充分考虑了设备性能和运行特点、周围工作场所的防护与安全，对辐射工作场所选址和布局设计进行了综合考虑，辐射工作场所屏蔽设计符合辐射工作场所使用和辐射防护安全的要求。本项目 RT 探伤室设有门机联锁、工作装置指示灯、声音提示装置、电离辐射警示标志、紧急停机按钮、排风装置等一系列辐射安全与防护措施。项目配备辐射剂量率仪、个人剂量报警仪、个人剂量计等辐射监测仪器和个人防护用品。项目辐射安全与防护措施满足相关标准要求。

(2) 环境影响评价结论

由理论估算可知，本项目对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为**mSv/a，对公众照射的最大年有效剂量值为**mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求（职业人员 20mSv/a，公众人员 1mSv/a），同时也低于本项目剂量约束值要求（职业人员 5mSv/a，公众人员 0.25mSv/a）。

(3) 可行性分析

①实践正当性分析

本项目的建设有利于公司所生产的产品质量以及竞争力，在保障产品质量的同时也为建设创造了更大的经济效益和社会效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则。本项目考虑了经济和社会的因素之后，通过探伤室辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则。本项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使本项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

②产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 29 号，2020 年 1 月 1 日起施行）及《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整

指导目录（2019年本）>的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第49号，2021年12月30日起施行），本项目属于“第十四条 机械”中“第六款：工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

（4）总结论

综上所述，浙江青山钢管有限公司福建分公司1台X射线探伤机项目在落实本报告表提出的各项污染防治措施和安全管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，项目正常运行对周围环境产生的影响能够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。

13.2 建议与承诺

（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，在项目建设同时，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”；

（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，则应按有关要求向生态环境主管部门进行申报，并采取相应的辐射防护措施；

（3）建设单位应安排本项目所有辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习、考试，取得考核合格证书后方可上岗。同时按照国家法律法规要求给辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量监测档案。

（4）建设单位应安排本项目所有辐射工作人员参加职业健康体检，并为辐射工作人员建立职业健康档案。

（5）本项目环评批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门办理辐射安全许可证重新申领手续并按要求开展竣工环境保护验收工作。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人:

公 章

年 月 日

审批意见:

经办人:

盖 章

年 月 日