核技术利用建设项目

福建亿一智控有限公司

2台固定式工业X射线探伤机项目

生态环境影响报告表

（公示版）

建设单位：福建亿一智控有限公司

2026年9月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

福建亿一智控有限公司

2台固定式工业X射线探伤机项目

生态环境影响报告表

（公示版）



建设单位名称：福建亿一智控有限公司

建设单位法人代表：谢天中

通讯地址：福建省宁德市福鼎市山前街道兰田村长荣路2号

邮政编码：355200　　联系人：黄巧丽

电子邮箱：605906107@qq.com

联系电话：15160133991

目　录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 12
表 3 非密封放射性物质 12
表 4 射线装置 13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 14
表 6 评价依据 15
表 7 保护目标与评价标准 17
表 8 环境质量和辐射现状 24
表 9 项目工程分析与源项 28
表 10 辐射安全与防护 34
表 11 环境影响分析 44
表 12 辐射安全管理 64
表 13 结论与建议 69
附件 1　委托书 72
附件 2　不动产权证 73
附件 3　辐射安全应急管理机构 76
附件 4　辐射安全与防护管理规定 77
附件 5　辐射相关人员岗位职责 78
附件 6　工业 X 射线管理规定 79
附件 7　辐射事故应急预案 80
附件 8　辐射监测方案 90
附件 9　辐射工作人员个人剂量监测管理制度 91
附件 10　辐射工作人员培训管理制度 92
附件 11　射线装置台账和维护管理制度 93
附件 12　危险废物台账管理制度 94
附件 13　辐射安全年度评估报告制度 95

附件 14　现状检测报告 96
附件 15　仪器检定证书 103
附件 16　宇宙射线报告 106
附件 17　危险废物回收协议承诺书 110
附件 18　福建省生态环境分区管控综合查询报告 111

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">福建亿一智控有限公司 2 台固定式工业 X 射线探伤机项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">福建亿一智控有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>谢天中</td><td>联系人</td><td>黄巧丽</td><td>联系电话</td><td colspan="2">15160133991</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">福建省宁德市福鼎市山前街道兰田村长荣路 2 号
双岳工业项目集中区 Y-A-9</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">福建省宁德市福鼎市山前街道兰田村长荣路 2 号
双岳工业项目集中区 Y-A-9</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>70</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>25.6</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>36.57</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 ☐改建 ☐扩建 ☐迁建 ☐其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>48.6</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>☐销售</td><td colspan="5">☐I类 ☐II类 ☐III类 ☐IV类 ☐V类</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="5">☐I类（医疗使用） ☐II类 ☐III类 ☐IV类 ☐V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="5">☐乙 ☐丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

1.1 建设单位情况

福建亿一智控有限公司成立于 2019 年 5 月 14 日，公司主要从事各类专用、通用设备制造销售、智能控制系统集成，注册地址位于福建省宁德市福鼎市山前街道兰田村长荣路 2 号。本项目建设地点位于：福建省宁德市福鼎市山前街道兰田村长荣路 2 号双岳工业项目集中区 Y-A-9 福建亿一智控有限公司车间 2。

1.2 建设内容与建设目的

1.2.1 建设内容

为提高产品质量，福建亿一智控有限公司根据生产需要，拟在福建亿一智控有限公司车间 2 北侧靠东位置新建 1 间探伤室，配套使用 2 台工业 X 射线探伤机，作业方式为固定探伤，用于无损检测本公司生产容器的焊缝。拟新增的 2 台工业 X 射线探伤机型号分别为 XXG 2505D 和 XXGH 2505Z，最大管电压均为 250kV，最大管电流均为 5mA，属于II类射线装置。

本项目工业 X 射线探伤机详细情况见表 1.2-1。

表 1.2-1 本项目射线装置使用情况

型号	管电压（kV）	管电流（mA）	周向/定向	数量	使用场所	射线装置类别	备注
XXG 2505D	250	5	定向	1	固定式探伤	II类	新增
XXGH 2505Z	250	5	周向	1			

注：本项目 2 台探伤机不同时使用，探伤作业时每次最多开启 1 台探伤机。

1.2.2 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 6 号）对射线装置分类，本次新增的 2 台工业 X 射线探伤机属于II类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版，生态环境部令第 16 号），本项目属于“第 172 条 核技术利用建设项目”中“生产、使用II类射线装置的”应进行环境影响评价并编制环境影响报告表。

福建亿一智控有限公司于 2026 年 4 月正式委托闽环（福建）环境科技有限公司进行辐射环境影响评价（委托书详见附件 1）。闽环（福建）环境科技有限公司立即组织人员进行现场踏勘和资料收集等相关工作，在此基础上编制完成本项目环境影响报告表。

1.3 项目地理位置及周边环境

福建亿一智控有限公司位于福建省宁德市福鼎市山前街道兰田村长荣路 2 号双岳工业项目集中区 Y-A-9，拟在车间 2 北侧靠东位置新建一间探伤室，配套使用 2 台工业 X 射线探伤机，该车间为单层建筑。厂区周围环境见表 1.3-1，探伤室周围环境见表 1.3-2。

表 1.3-1　厂区周围环境

北侧	东侧	南侧	西侧
福建领福新能源科技有限公司	福建鸿泰汽车零部件有限公司、岳秀路	福鼎市报废汽车拆解中心、车间 1、宿舍楼	鼎盛路

表 1.3-2　探伤室周围环境

北侧	东侧	南侧	西侧
道路、福建领福新能源科技有限公司	卫生间、道路、福建鸿泰汽车零部件有限公司	焊接生产线、车床生产线、下料生产线	抛光生产线

本项目周边 50m 范围内为生产车间和道路，无学校、居民区、医疗卫生机构等环境敏感目标，项目选址较为合理。

本项目属于固定式探伤，探伤室较为独立，与其他非辐射工作人员保持一定距离，探伤装置工作过程中产生的 X 射线经屏蔽墙和铅门屏蔽并通过距离衰减后，对周围环境辐射影响是可接受的，故选址是可行的。

项目地理位置见图 1.3-1，项目周围环境见图 1.3-2，项目周边布置见图 1.3-3，项目危废间位置见图 1.3-4，项目所在位置和四周照片见图 1.3-5。

1.4 现有核技术应用项目许可情况

福建亿一智控有限公司在开展本项目前，尚未开展过任何核技术利用项目。

1.5 符合性分析

1.5.1 产业政策符合性分析

本项目属于专业技术服务业，使用工业 X 射线探伤机对产品进行检测。对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于第一类 鼓励类 第十四项 第 1 条“1.科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、**X 射线仪**、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、

智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”。

因此，本项目建设符合国家的产业政策。

1.5.2 与“三区三线”划定成果符合性分析

（1）生态保护红线

本项目位于福建省宁德市福鼎市山前街道兰田村长荣路 2 号双岳工业项目集中区，根据企业提供的不动产权证，项目用地为工业用地，同时根据福建省生态环境分区管控综合查询报告，项目不在宁德市生态保护红线范围内。

（2）环境质量底线

根据现场监测与环评预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降。

（3）资源利用上限

项目运营过程中消耗一定的水、电等资源，项目资源消耗量占区域资源利用总量较少，不会突破区域资源利用上限。

（4）生态环境分区管控

根据《宁德市生态环境局关于发布宁德市 2026 年生态环境分区管控动态更新成果的通知》（宁市环〔2026〕14 号），并结合本项目在福建省生态环境分区管控数据应用平台导出的“福建省生态环境分区管控综合查询报告”（见附件 18），本项目所选地块属于陆域生态环境分区管控单元（编号：ZH35098220001），项目与宁德市生态环境分区管控要求符合性分析见表 1.5-1。

表 1.5-1 与宁德市管控单元管控要求符合性分析

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	管控要求		本项目情况	符合性
ZH35098220001	福建福鼎工业园区	重点管控单元	空间布局约束	1.双岳片区禁止引入新增重金属废水污染物排放的建设项目。	1.本项目无废水排放。	符合
			污染物排放管控	1.新建涉 VOCs 项目，VOCs 排放按照福建省相关政策要求落实。	1.本项目不涉及 VOCs 排放； 2.本项目不属于包装	符合

				2.包装印刷业、工业涂装业有机废气排放及控制应符合国家和地方相关标准和规范要求。 3.加快区内污水管网的建设工程，确保工业企业的所有废（污）水都纳管集中处理，鼓励企业中水回用。	印刷业、工业涂装业，新增2台工业X射线探伤机产生的大气污染物为极少量臭氧和氮氧化物，通过动力通风装置排到大气中，对环境基本无影响； 3.本项目不产生废水。	
			环境风险防控	1.建立健全环境风险防控体系，制定环境风险应急预案，建立完善有效的环境风险防控设施和有效的拦截、降污、导流等措施，防止泄漏物和事故废水污染地表水、地下水和土壤环境。	本项目已建立辐射专项应急预案，不产生废水废气，无土壤和地下水污染途径。	符合
			资源开发效率要求	禁燃区内，禁止销售、燃用高污染燃料，禁止新建、改建、扩建燃用高污染燃料的设施。	本项目设备使用电能，不涉及高污染燃料。	符合

项目位于福建省宁德市福鼎市山前街道兰田村长荣路2号，对照《福鼎市国土空间总体规划（2021—2035年）》，项目用地位于城镇空间内，占地类型为工业用地，不占用永久基本农田和生态保护红线，符合《福鼎市国土空间总体规划（2021—2035年）》的要求。项目不涉及生态保护红线，不会突破区域环境质量底线、资源利用上限，符合宁德市生态环境分区管控的要求。因此，项目与“三区三线”相符。

1.6 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，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。


福鼎市地图
本项目位置
N
浙
江
省
福
安
市
霞
浦
县
柘荣县
福鼎市
寿宁县
彭溪镇
雅阳镇
仕阳镇
英山
椿坪
双城镇
城郊
东源
柘荣
富溪镇
黄柏
宅中
卡洋
管阳镇
点头镇
白琳镇
贯岭镇
叠石
桐山街道
桐城街道
山前街道
前岐镇
佳阳畲族乡
凤阳畲族乡
硇山镇
岱岭畲族乡
马站镇
沙埕镇
沙埕港区
店下镇
太姥山镇
太姥山站
牛郎岗景区
秦屿畲族乡
牙城镇
三沙镇
嵛山镇
福瑶列岛
七星列岛
台山列岛
比例尺 1:760 000
图 例
县级行政中心
街道办事处、镇、乡
社区居委会
村委会
自然村
农林场
省级行政区域界
县级行政区域界
镇、乡行政区域界
高速公路
在建高速
铁路及车站
国道及编号
省道及编号
县道
街道
一般道路
枢纽出入口 出入口
河流
水库
旅游景点
山峰
审图号：闽S[2017]110号
比例尺：1:330 000
福建省制图院 编制 2017年10月
注：本图界线为权宜画法，不作划界依据。

图 1.3-1 项目地理位置

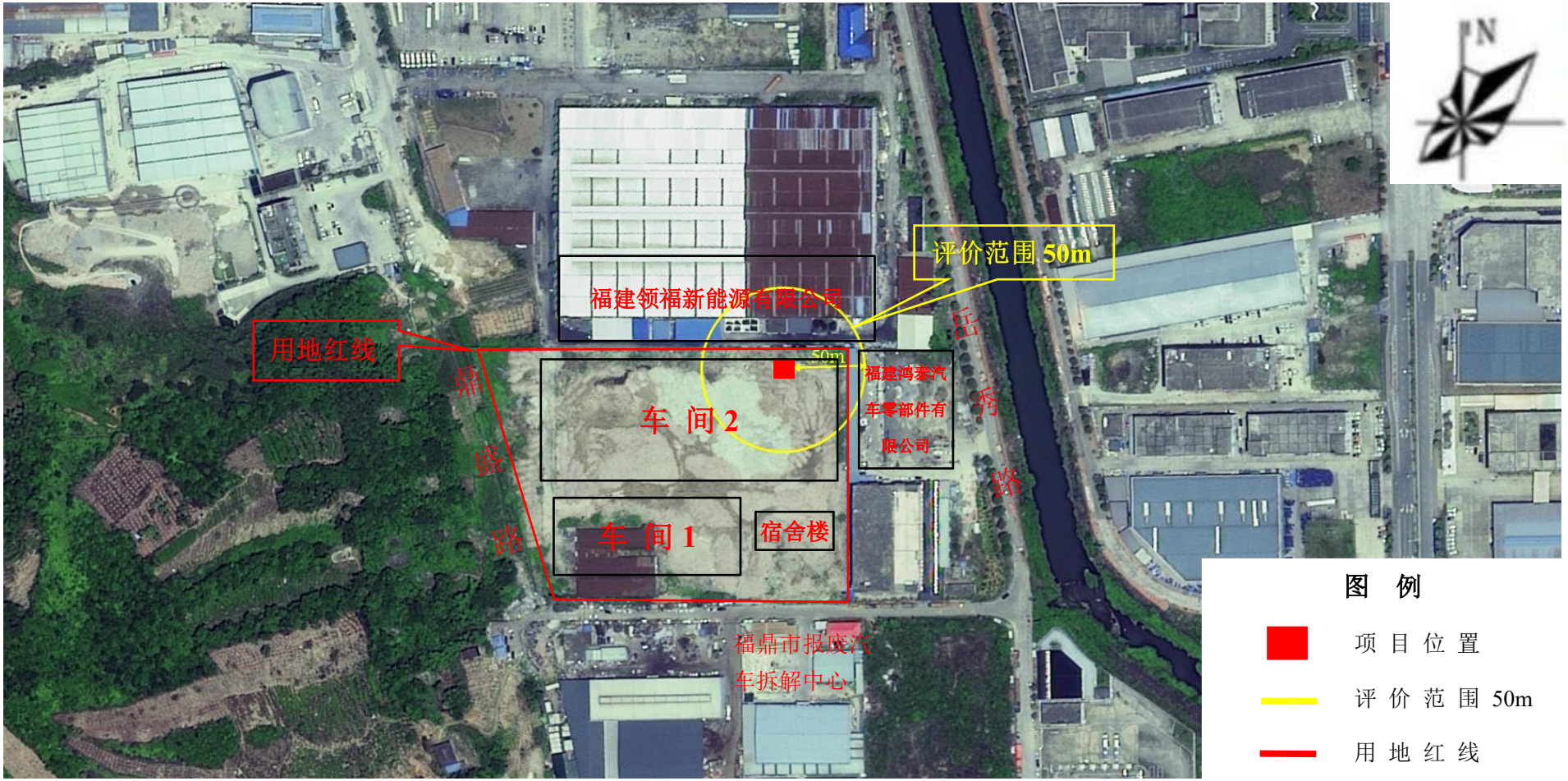


图 1.3-2 项目周围环境示意图

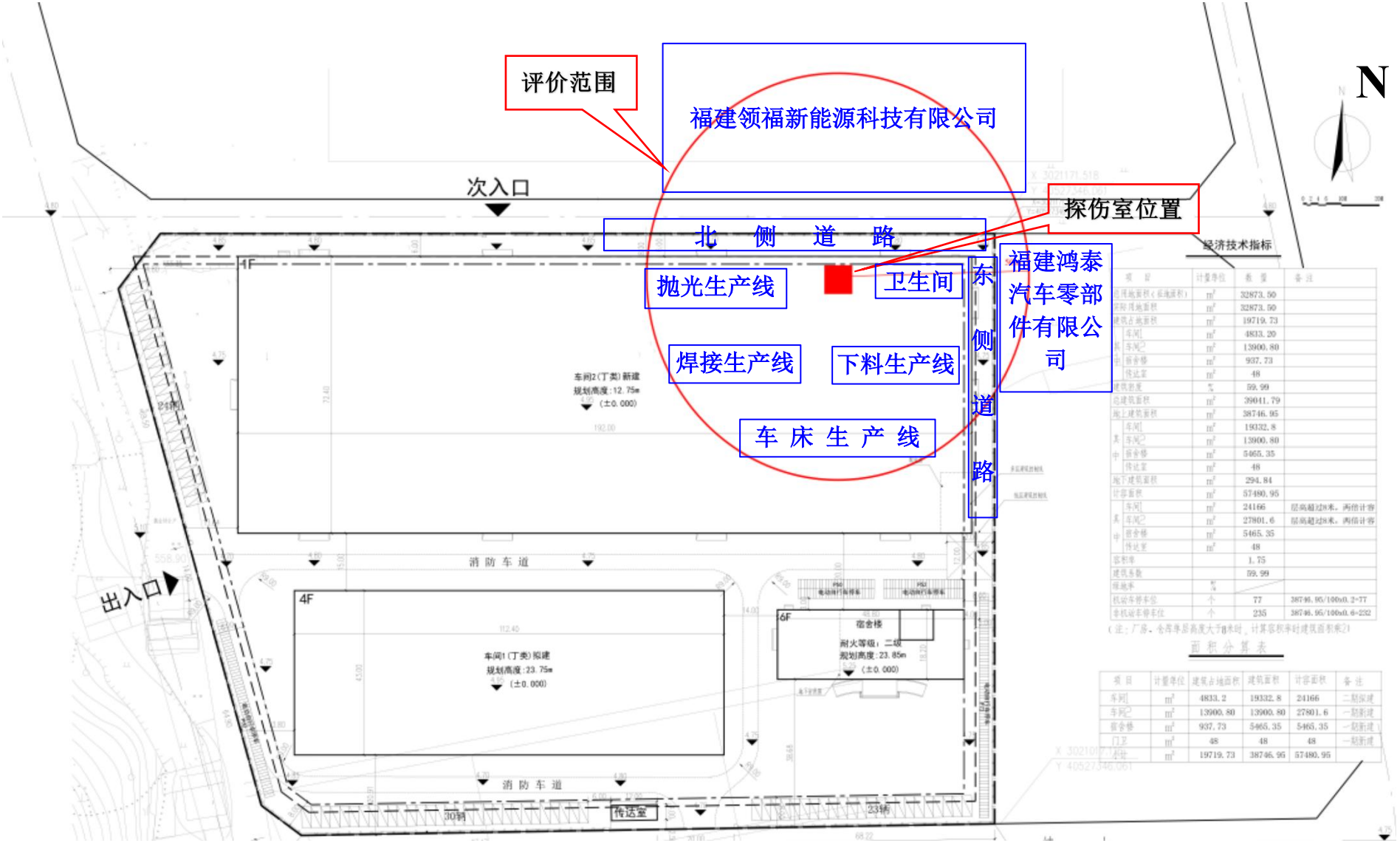


图 1.3-3 项目周边布置图

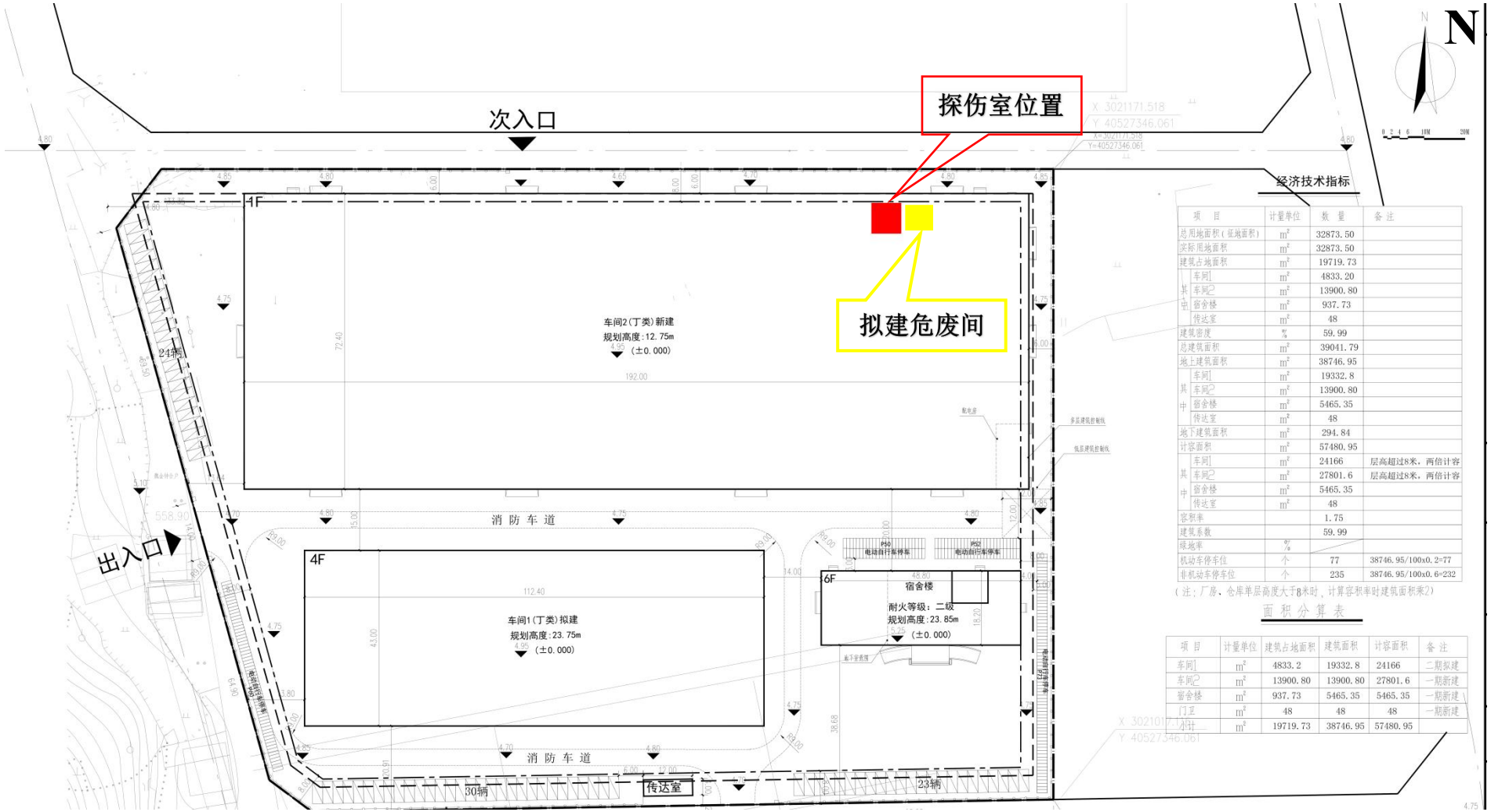
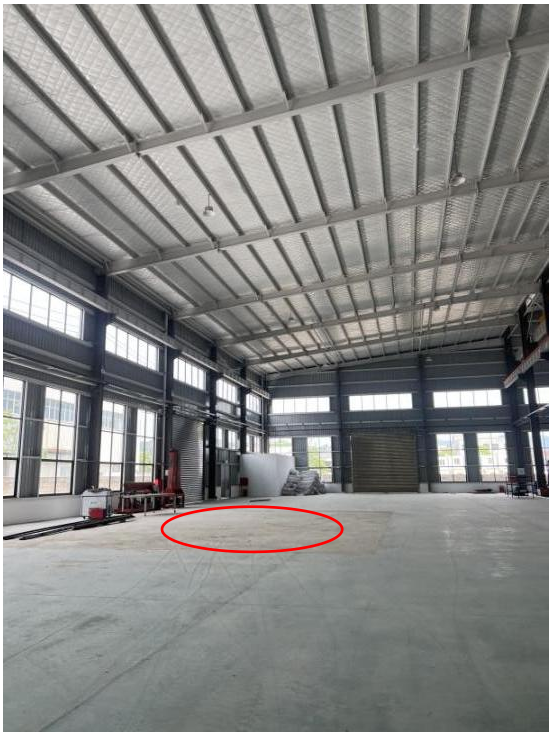
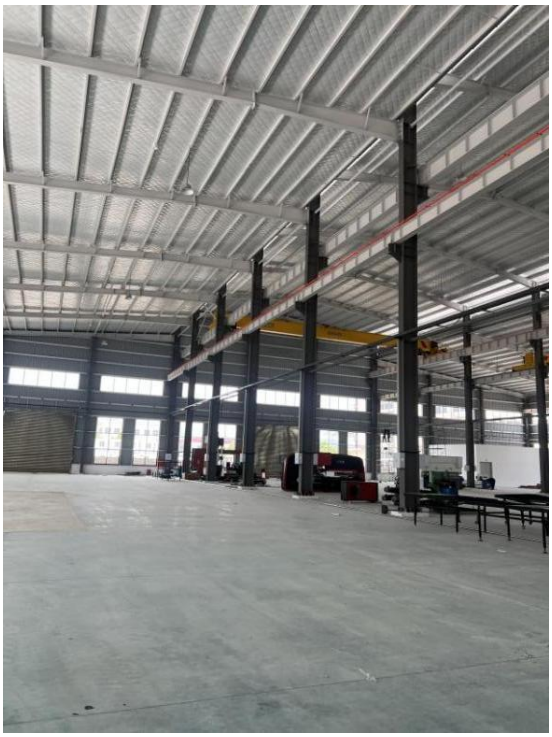
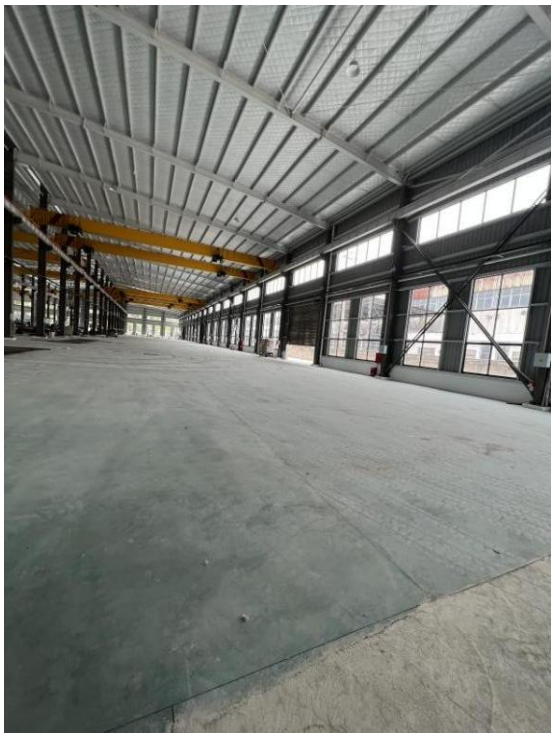


图 1.3-4 拟建危废间所在位置

	
拟建探伤室位置	拟建探伤室东侧卫生间
	
拟建探伤室南侧生产线	拟建探伤室西侧

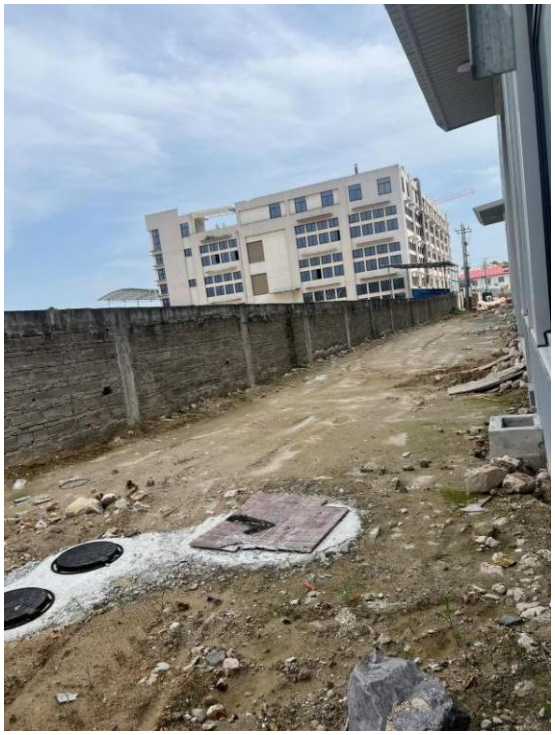
	
拟建探伤室北侧道路	拟建探伤室东侧道路

图 1.3-5 项目四周照片

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）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	工业 X 射线探伤机	II类	1	XXG 2505D	250	5	无损检测产品焊缝缺陷	探伤室	定向
2	工业 X 射线探伤机	II类	1	XXGH 2505Z	250	5			周向

（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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	通风排放	极少量，通过动力通风装置排到大气中，对环境基本无影响
废显（定）影液	液态	/	/	约 20kg	约 240kg	/	暂存于公司危废间	交由有资质单位回收处置
废胶片	固态	/	/	约 10 张	约 120 张	/	暂存于公司危废间	
废阴极射线管	固态	/	/	/	1 根/10 年	/	/	委托有资质单位处理

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^3；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^3）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 8 月 15 日起施行； （2）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修改版），2019 年 3 月 2 日修订； （3）《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日起实施； （4）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），2021 年 1 月 1 日起实施； （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 5 月 1 日； （6）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 修正版）生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； （7）《放射工作人员职业健康管理办法》，2007 年 11 月 1 日； （8）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，中华人民共和国生态环境部，2019 年 12 月 23 日； （9）《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）； （10）《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部，2017 年 12 月 5 日； （11）《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2024 年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行）； （12）《国家危险废物名录》（2025 版），生态环境部令第 15 号，2025 年 1 月 1 日起施行。

技术标准	（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （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》（HJ 10.1-2016）； （3）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； （4）《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第1号修改单（国卫通〔2017〕23号）； （5）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； （8）《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ 158-2003）； （9）《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）。
其他	（1）《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社 2015 年 7 月第 1 版）； （2）《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强主编）； （3）《辐射防护手册第三分册 辐射安全》（李德平、潘自强主编）； （4）《委托书》，福建亿一智控有限公司，2026 年 4 月； （5）福建亿一智控有限公司提供的本项目相关资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目内容为在福建亿一智控有限公司车间 2 北侧靠东位置新建一间探伤室，配套使用 2 台工业X射线探伤机。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）对核技术利用建设项目环境影响报告的评价范围和保护目标的相关规定：放射源和射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m的范围。本次辐射环境评价范围为：探伤室实体屏蔽物边界外 50m的范围。评价范围分布见图 1.3-3。

7.2 保护目标

本项目环境保护目标是探伤室周围的辐射工作人员及评价范围内的公众人员。经现场走访调查，结合图 1.3-3，周边评价范围（50m）内无以居住、医疗卫生、文化教育、科研等为主要功能的环境影响敏感区域，探伤室周边环境保护目标见表 7.2-1。

表 7.2-1 探伤室周边环境及保护目标

相对场所	环境保护对象	相对于探伤室的距离（m）	规模	年有效剂量约束值（mSv/a）
工业 X 射线探伤机东侧操作台	辐射工作人员	1	2 人	5
新建探伤室东侧卫生间	公众人员	20	流动人员	0.25
新建探伤室西侧抛光生产线		20	约 3 人	
新建探伤室南侧焊接生产线		30	约 3 人	
新建探伤室东南侧下料生产线		30	约 1 人	
新建探伤室南侧车床生产线		40	约 2 人	
新建探伤室东侧道路		30	流动人员	
新建探伤室东侧福建鸿泰汽车零部件有限公司空地		40	流动人员	
新建探伤室北侧道路		5	流动人员	
新建探伤室北侧领福新能源科技有限公司道路		20	流动人员	
新建探伤室北侧领福新能源科技有限公司车间		30	约 15 人	

7.3 评价标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证在本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）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。

6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

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

6.4.1.2 确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

6.4.1.3 对于范围比较大的控制区，如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大，需要实施不同的专门防护手段或安全措施，则可根据需要再划分出不同的子区，以方便管理。

6.4.1.4 注册者、许可证持有者应：

a）采用实体边界划定控制区；采用实体边界不现实时也可以采用其他适当的手段；

b）在源的运行或开启只是间歇性的或仅是把源从一处移至另一处的情况下， 采用与主导情况相适应的方法划定控制区，并对照射时间加以规定；

c）在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F（标准的附录）规定的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示；

d）制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；

e）运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区；限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应；

f）按需要在控制区的入口处提供防护用具、监测设备和个人衣物储存柜；

g）按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测机、被携出物品的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜；

h）定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常以职业照射条件进行监督和评价。

6.4.2.2 注册者和许可证持有者应：

a）采用适当的手段划出监督区的边界；

b）在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌；

c）定期审查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

附录 B

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 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；

本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为剂量约束值。

（2）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

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

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合下表的要求，在随机文件中应有这些指标的说明，其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。

表 7.3-1　X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

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

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250-2014。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a）关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周；

b）屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

6.1.4 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旁邻近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 6.1.3；

b）对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100μSv/h。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 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，并与探伤机联锁。“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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 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。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 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。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻

区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 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。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

（3）《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。探伤室屏蔽要求如下：

3.1.1 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（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（$\dot{H}_{c,d}$）：

1）人员在关注点的周剂量参考水平H_c如下：

职业工作人员：H_c≤100 μSv/周

公众：H_c≤5 μSv/周

2）相应H_c的导出剂量率参考控制水平$\dot{H}_{c,d}$（μSv/h）按式（7-1）计算

$$\dot{H}_{c,d} = H_c/(t \cdot U \cdot T) \quad \text{.....（式 7-1）}$$

式中：

H_c——周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（μSv/周）；

U——探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子；

t——探伤装置周照射时间，单位为小时每周（h/周）。

b）关注点最高剂量参考控制水平$\dot{H}_{c.max}$

$\dot{H}_{c.max}$=2.5μSv/h

c）关注点剂量率参考控制水平$\dot{H}_c$。

$\dot{H}_c$为上述 a）中的$\dot{H}_{c,d}$和 b）中的$\dot{H}_{c,max}$二者的较小值。

3.1.2 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、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物的自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）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 3.1.1。

b）除 3.1.2 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的关注点的剂量率总和，应按 3.1.1 c）的剂量率参考控制水平$\dot{H}_c$（μSv/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以取 100μSv/h。

本项目相关限值采用标准见表 7.3-2。

表 7.3-2　本项目相关标准限值

项目	内容	相关限值	标准名称
连续 5 年的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	公众	1mSv	
年受照剂量约束值	辐射工作人员	5mSv/a	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
	公众	0.25mSv/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
周剂量当量控制水平	辐射工作人员	100μSv/周	《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）
	公众	5μSv/周	
剂量率参考控制水平	探伤室外表面 30cm 处剂量率控制值	≤2.5μSv/h	《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）
	对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶表面 30cm 处剂量率控制值	≤100μSv/h	《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目位于福鼎市山前街道兰田村长荣路 2 号福建亿一智控有限公司车间 2，项目地理位置见图 1.3-1。为掌握项目所在地的辐射环境质量现状，福建省闽环试验检测有限公司于 2026 年 5 月 26 日对项目所在地进行了辐射环境现状监测。

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 X-γ辐射剂量率。

（2）监测因子

监测因子为 X-γ辐射剂量率。

（3）监测布点原则

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）相关规范要求，监测布点基于测量目的，结合辐射源、照射途径，以及人群分布、人为活动情况选取；开展道路测量时，点位应设置在道路中心线；开展室内测量时，点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置。监测范围覆盖探伤室屏蔽墙外 30cm 处所有人员可到达区域，以及人员活动敏感区域。

（4）监测点位

根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）并结合本项目的实际情况进行监测布点，本次监测主要针对无损检测探伤室位置及周围环境 X-γ辐射剂量率。监测点位详见图 8.2-1、8.2-2。

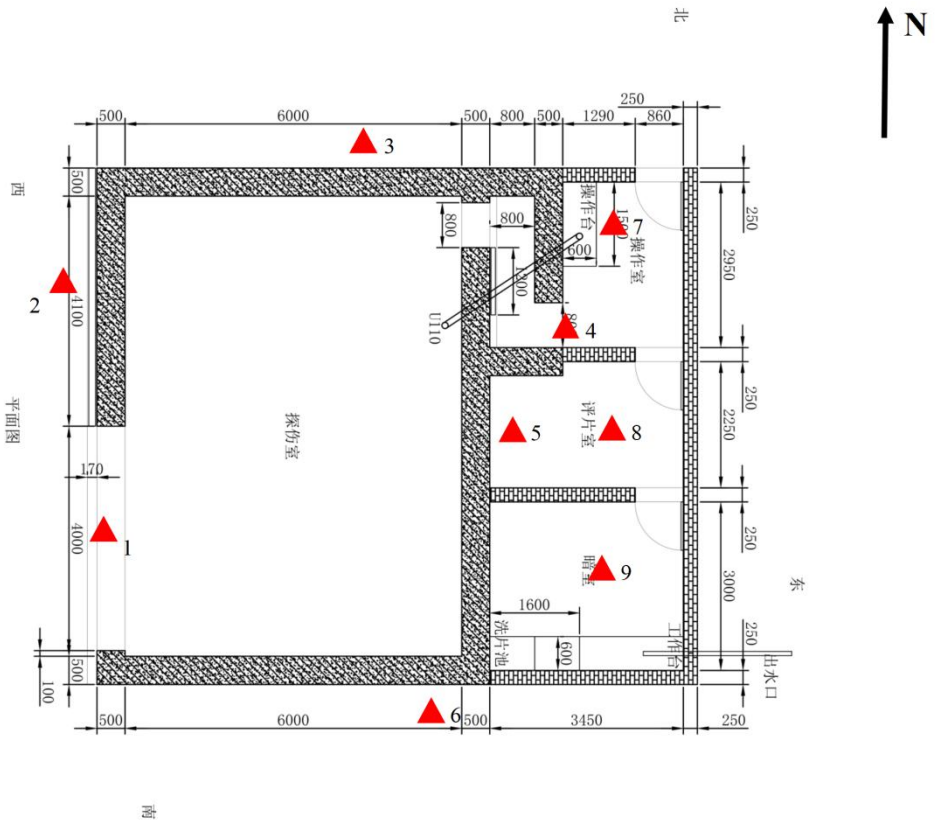


图 8.2-1 拟建探伤室周围环境 X-γ辐射剂量率监测点位图 1

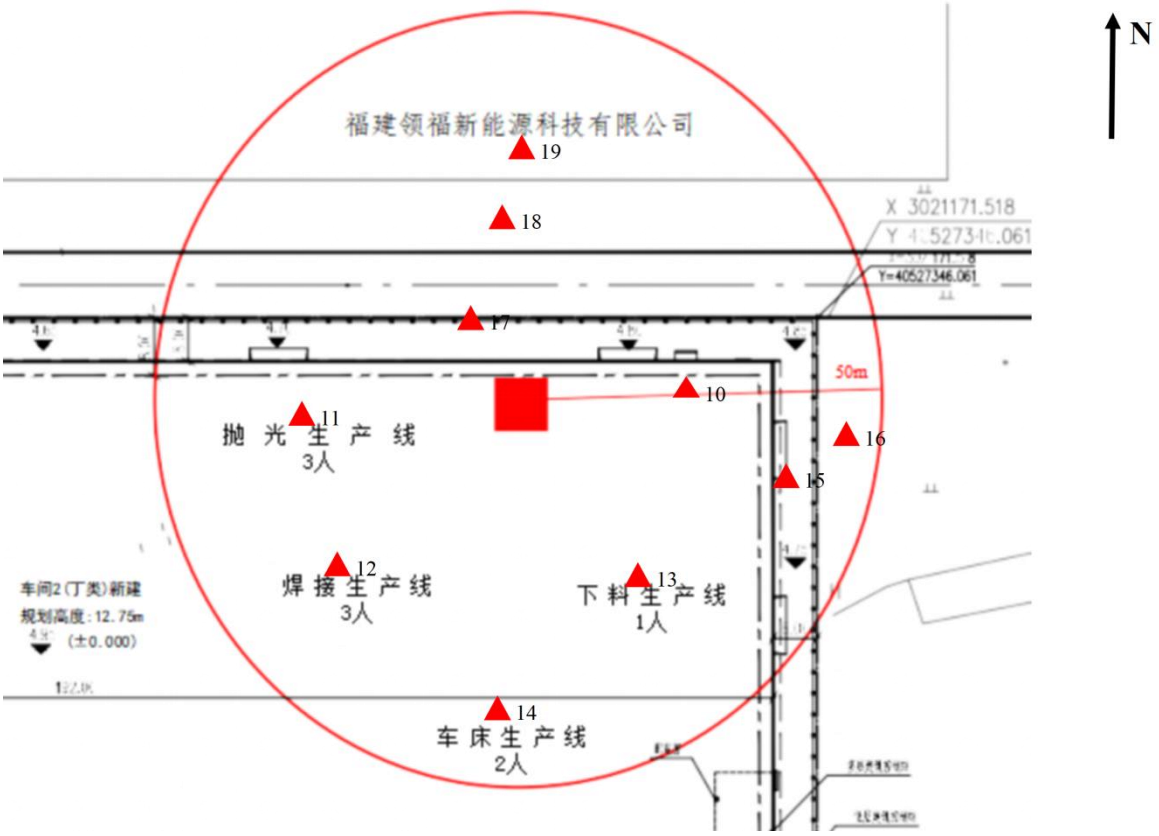


图 8.2-2 拟建探伤室周围环境 X-γ辐射剂量率监测点位图 2

8.3 监测方案

（1）监测时间及环境条件

表 8.3-1 气象条件

检测日期	天气	温湿度条件			
		室内		室外	
		温度（℃）	湿度（%）	温度（℃）	湿度（%）
2026.5.26	晴	28.2~29.0	56.2~58.0	31.2~31.8	54.2~55.6

（2）监测方法

本次监测方法依据《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）等有关规定进行。

（3）监测仪器

本次监测仪器为便携式环境 x、γ剂量仪 FH40G，仪器参数见表 8.3-2，仪器检定证书见附件 15。

表 8.3-2 监测仪器表

仪器设备名称	便携式环境 x、γ剂量仪
生产厂家	美国赛默飞世尔
型号	FH40G
能量响应范围	40keV~4.4MeV
测量范围	1nSv/h-100μSv/h
出厂编号	31664
检定/校准证书编号	2026H21-10-6364495002
检定单位	上海市计量测试技术研究院有限公司
有效期	2026 年 2 月 24 日至 2027 年 2 月 23 日

8.4 质量保证措施

（1）监测严格按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和仪器操作规程的要求进行。

（2）监测仪器经权威计量部门检定，检定合格并在有效期内。

（3）监测人员经过上岗培训，持证上岗。

（4）监测报告严格实行三级审核制度。

8.5 辐射环境质量现状监测结果及评价

本项目对工业 X 射线探伤机所在位置及周围辐射剂量率监测的结果见表 8.5-1，检测报告见附件 14。

表 8.5-1 环境 X-γ辐射剂量率检测结果

检测日期	检测点位	检测结果（nGy/h）
2026 年 5 月 26 日	▲1 新建探伤室西侧工件防护门	90.4
	▲2 新建探伤室西侧屏蔽墙外 30cm	92.0
	▲3 新建探伤室北侧屏蔽墙外 30cm	93.7
	▲4 新建探伤室东侧迷道防护门	99.5
	▲5 新建探伤室东侧屏蔽墙外 30cm	91.2
	▲6 新建探伤室南侧屏蔽墙外 30cm	92.9
	▲7 新建探伤室东侧屏蔽墙外 1m 操作台	95.4
	▲8 新建探伤室东侧屏蔽墙外 30cm 评片室	91.2
	▲9 新建探伤室东侧屏蔽墙外 30cm 暗室	97.0
	▲10 新建探伤室东侧 20m 卫生间	108.7
	▲11 新建探伤室西侧 20m 抛光生产线	87.9
	▲12 新建探伤室南侧 30m 焊接生产线	89.5
	▲13 新建探伤室东南侧 30m 下料生产线	90.4
	▲14 新建探伤室南侧 40m 车床生产线	82.0
	▲15 新建探伤室东侧 30m 道路	108.2
	▲16 新建探伤室东侧 40m 福建鸿泰汽车零部件有限公司空地	104.8
	▲17 新建探伤室北侧 5m 道路	104.0
	▲18 新建探伤室北侧 20m 领福新能源科技有限公司道路	104.8
	▲19 新建探伤室北侧 30m 领福新能源科技有限公司车间	97.5
备注	1、检定/校准因子 k_1 取 1.14，仪器检验源效率因子 k_2 取 1，换算系数取 1.20Sv/Gy，建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子 k_3，k_3 楼房取 0.9，平房取 0.9，原野、道路取 1.0，测点处宇宙射线响应值 Dc 取 13.1nSv/h。 2、检测结果已扣除宇宙射线本底响应。	

表 8.5-1 的监测结果表明，福建亿一智控有限公司新建探伤室周围环境 X-γ辐射剂量率室内为 82.0nGy/h~108.7nGy/h、室外为 104.0nGy/h~108.2nGy/h，均处于福建省宁德市辐射环境本底水平范围内（注：福建省宁德市原野γ辐射剂量率范围值 12.3nGy/h~186.6nGy/h，福建省宁德市道路γ辐射剂量率范围值 63.5nGy/h~221.0nGy/h，福建省宁德市室内γ辐射剂量率范围值 99.9nGy/h~248.0nGy/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

9.1.1 设备基本概况

本项目新增 2 台工业 X 射线探伤机，设备基本参数见表 9.1-1。

表 9.1-1 本项目 X 射线探伤机工作参数

设备型号	XXG 2505D	XXGH 2505Z
最大管电压，kV	250	250
最大管电流，mA	5	5
最大辐射角度	45°	360°×30°
X 射线探伤机正常工作时的电压范围，kV	100-250	100-250
X 射线探伤机正常工作时的电流范围，mA	5	5
每次检测 X 射线的出射时间，s/次	60-120	60-120
每个工件的检测次数，次/件	2-10	2-10
每天检测工件的时间，每小时/日	8	8
周工作天数，每天/周	6	6
年工作天数，天/a	300	300



XXG 2505D	XXGH 2505Z

图 9.1-1 X 射线探伤机实物图

本项目型号 XXG 2505D、XXGH 2505Z 的工业 X 射线探伤机由控制器、X 射线发生器、电源电缆、连接电缆及附件组成。

1、控制器

控制器为手提箱式结构，操作按钮均设置在面板上。电缆插座、电源开关及接地端

子设在右侧的插座盒内。

2、X 射线发生器

X 射线发生器为组合式。X 射线管、高压变压器与绝缘气体（SF_6）封装在桶状铝壳内。X 射线发生器端装有风扇和散热器。警示灯亮表示探伤机系统进入准备工作状态，将有 X 射线产生（在产生 X 射线期间，警示灯仍常亮）。

9.1.2 工业 X 射线探伤机工作原理

X 射线探伤机是产生 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，详见图 9.1-2。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

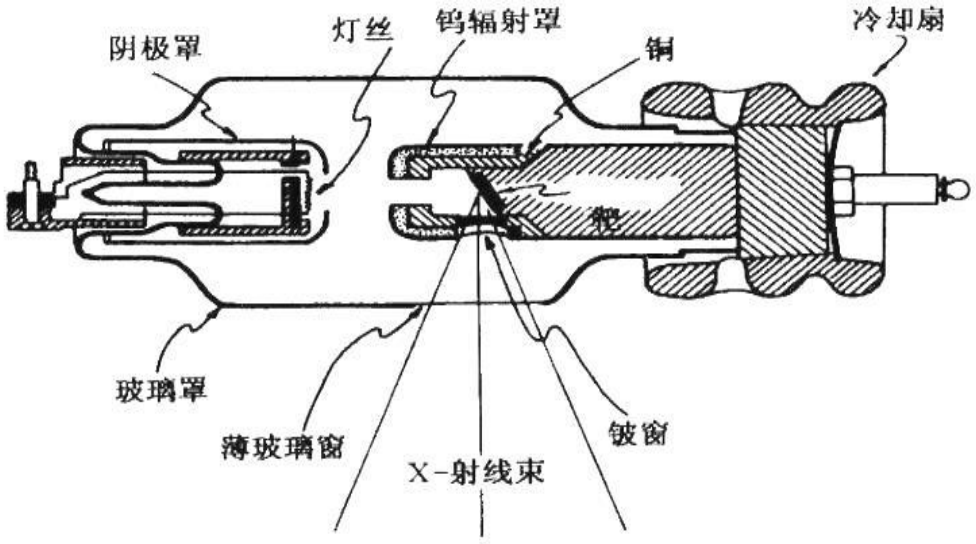


图 9.1-2 工业 X 射线探伤机系统组成示意图

X 射线探伤机的工作原理是 X 射线探伤机通电时通过高压发生器、X 光管产生电子束，电子束撞击靶，产生 X 射线。利用不同物质和不同物体结构对 X 射线衰减系数不相同的特点。当 X 射线照射工件时，胶片放在工件的底面，由于有缺陷的材料与没缺陷的材料吸收射线不同，所以工件的缺陷显影在底片上，借助于缺陷的图像可以判断工件缺陷的性质、大小、形状和部位。

9.1.3 X 射线探伤机操作流程及产污环节

X 射线探伤机工作原理及产污环节示意图见图 9.1-3。

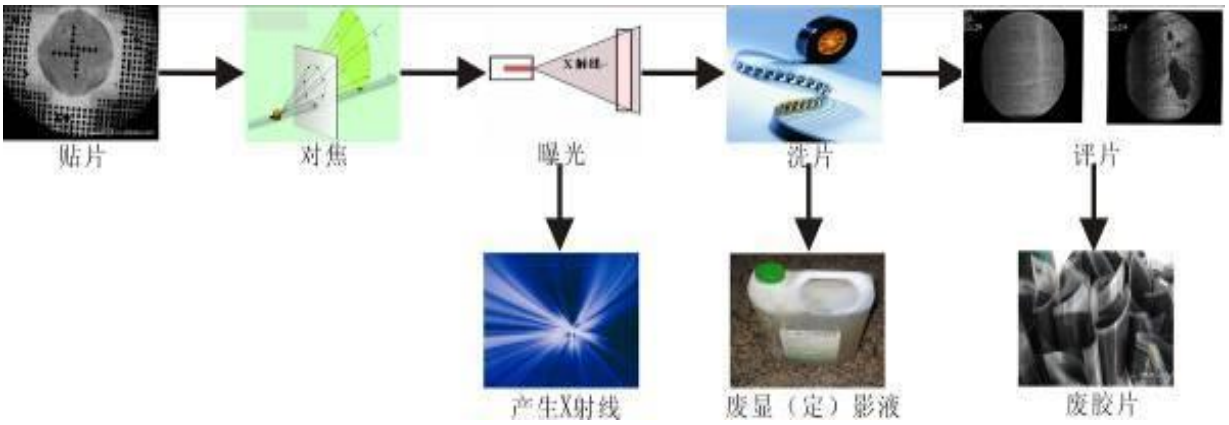


图 9.1-3　X 射线探伤机工作原理及产污环节示意图

①探伤工作工艺流程

具体流程为：

a.待操作准备完毕后，组织进行拍片；

b.在被探伤工件上贴置胶片，将贴好胶片的工件送到探伤室，固定好位置；

c.根据探伤要求设置曝光管电压和曝光时间；

d.根据需探伤的具体位置调整焦距；

e.探伤室内的辐射工作人员进行撤离、清场，并启动联锁装置；

f.打开 X 射线探伤机，按键曝光进行探伤，曝光结束后，关闭 X 射线探伤机；

g.取下胶片，送至暗室冲洗，冲洗后的胶片用清水清洗，然后进行评片、审片。

②产污环节分析

根据项目的工作方式和操作流程，可分析得出本项目的产污环节、污染因子、污染途径、受本项目污染源影响的主要人群，见下表。

表 9.1-2 产污环节分析一览表

产污环节	探伤过程中	冲洗胶片
污染因子	X 射线、氮氧化物和臭氧	感光材料废物（废显影、定影液、废胶片）
污染途径	外照射、空气	水体、土壤
受本项目污染源影响的主要人群	操作人员（辐射工作人员）及周围人员（公众）	建设单位人员、废物回收相关人员

最终去向	通过动力通风装置排到大气中，对环境基本无影响	暂存于危废间，委托有资质单位进行处置

9.2 源项描述

9.2.1 建设阶段污染源项

本项目施工期主要是探伤室建设中的墙体混凝土浇筑等施工活动。施工期主要的污染因子有：扬尘、噪声、废水、固体废物等。

（1）环境空气

本项目环境空气影响有扬尘。项目采用混凝土，水泥和建筑材料运输等施工活动将产生扬尘。

（2）噪声

本项目产生噪声影响的主要是施工设备机械、运输、混凝土搅拌及现场处理等。噪声值一般在 80-95dB 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。

（3）地表水

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。生活污水依托厂区内卫生间、化粪池预处理后，排入市政污水管网。

（4）固体废物

施工期的固体废弃物主要为建筑垃圾、施工废物料及施工人员生活垃圾。

工艺流程及产污环节见图 9.2-1。

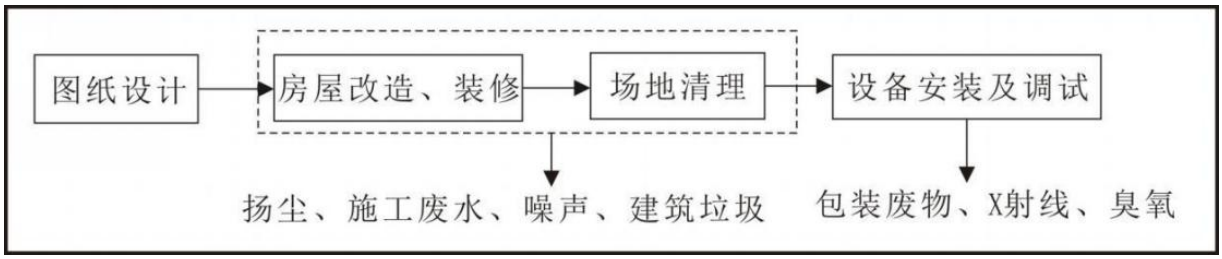


图 9.2-1 项目建设阶段工艺流程及产污环节示意图

9.2.2 安装及调试过程 X 射线污染

设备的安装调试阶段，会产生 X 射线，本项目设备安装调试是由设备厂家专业安装人员完成。在安装调试过程中，严格按照相关使用说明、管理制度和应急制度等文件执

行，同时在设备安装过程中加强辐射防护管理（如屏蔽到位，关闭防护门，设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近等）。

9.2.3 运行阶段污染源项

1、辐射源项

项目的辐射源项的参数见下表：

表 9.2-1 本项目辐射源项一览表

设备型号	管电压/电流	滤过①	1m 处泄漏剂量②	1m 剂量率②
XXG 2505D	250kV/5mA	0.5mm 铜	5000μSv/h	16.5mGy•m^2/(mA•min)
XXGH 2505Z	250kV/5mA	0.5mm 铜	5000μSv/h	16.5mGy•m^2/(mA•min)

注：①为保守考虑的材料；②为《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 1 及表 B.1 的数据。

2、辐射污染

a.正常工况

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于曝光状态时（即出线状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

公司拟使用的 X 射线探伤机工作时，最大管电压、管电流为 250kV、5mA，开机产生的 X 射线使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，X 射线探伤机运行时无其他固体废弃物产生。

b.事故工况

X 射线探伤机产生 X 射线的照射量率与管电压和管电流有关，一般管电流增加，照射量率也增加。当采用较大管电流时，开机时间将缩短至零点几秒，因此，总照射量不会有明显的增加。X 射线装置受开机和关机控制，关机时没有射线发出。一般不易发生事故，在意外情况下，可能出现的辐射事故工况如下：

（1）工作人员在防护门关闭前尚未撤离探伤室或者探伤控制区、监督区，X射线装置运行可能产生误照射，故在工作过程中派专人检查探伤室内是否有人员，确定没有人员后才开机探伤，防止事故的发生。当发生事故时工作人员立即关闭电源，减小事故的影响。

（2）X 射线装置在对工件进行 X 射线检测时，门-机-灯联锁发生故障，导致在防护

门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射。

（3）由于设备故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射。

（4）设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

3、三废排放

（1）废气

本项目拟使用的 X 射线探伤机最大电压为 250kV，运行时将产生极少量的臭氧和氮氧化物，在探伤室内顶位置预留的排风口处将安装一台轴流风机，排风量为 4000m^3/h，确保换气量大于 5 次/小时。臭氧和氮氧化物排出探伤室外后，经分解和稀释后对周边环境影响较小。

（2）固废、废液

本项目在洗片及评片过程中产生废显（定）影液、废胶片，根据《国家危险废物名录》中的危险废物划分类别，产生的废显（定）影液、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，每年产生的废显影、定影液约 240kg，废胶片约 120 张。

项目洗片过程中产生的显影、定影废液及少量废胶片集中暂存在车间的危废间，废显影、定影液用专用容器桶分类收集，废胶片采用专用密封袋收集，并统一交由有资质的单位进行处置，能满足法律法规对危险废物处理的要求。

建设单位应注意显影、定影废液暂存时使用的容器应耐腐蚀，贮存应做到“防雨淋、防渗漏、防流失”。

（3）废阴极射线管

工业 X 射线探伤机达到设备使用年限或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《国家危险废物名录》废物代码为 900-044-49），应委托有资质单位处置，拆除阴极射线管的工业 X 射线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。

注：1.工艺分析主要包括：人员以及物质（含废弃物）在工作场所内的流向、涉源环节的布局、辐射安全的相关设施及其功能；其中涉源环节的布局需给出项目的平面布局图和剖面图、安全设施位置应标于平面布局图上。

2.源项描述应包括对环境影响的辐射相关数据。

表 10 辐射安全与防护

10.1 安全设施

10.1.1 工作场所布局及分区管理

本项目拟在福建亿一智控有限公司车间 2 北侧靠东位置新建一间探伤室，配套使用 2 台工业 X 射线探伤机。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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，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：应将下述区域设定为监督区：这种区域未被规定为控制区，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。

本次环评辐射工作场所分区见表 10.1-1，分区情况见图 10.1-1。

表 10.1-1 本项目辐射工作场所分区

辐射工作场所	控制区	监督区
探伤室内探伤	探伤室内部	探伤室四周墙外 30cm、操作室、评片室及暗室

在探伤室辐射工作场所的屏蔽实体的屏蔽防护有效的条件下，不会对外环境人员造成影响，从满足安全工作和辐射安全与防护的角度来看，项目的平面布局和分区是合理的。

本项目所涉及的辐射工作场所，根据周边的实际情况进行了分区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的分区要求，该公司辐射工作场所在按照本评价提出的分区进行划分时，对周围人员造成影响较小。

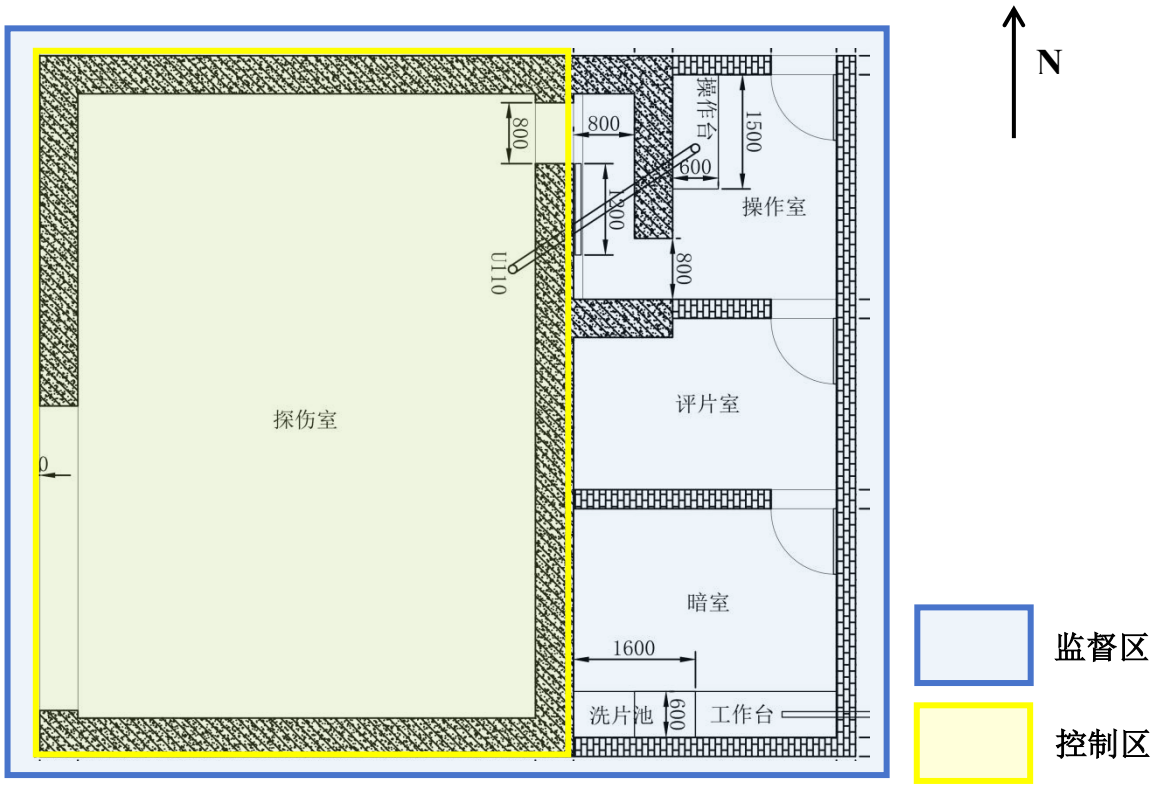


图 10.1-1 探伤室分区示意图

10.1.2 辐射防护屏蔽设计

该项目新增 2 台工业 X 射线探伤机均属于II类射线装置。探伤室为混凝土结构，四周墙体均为 500mm 混凝土，顶面墙体为 550mm 混凝土，探伤室电动工件防护门为 15mm 铅板+6mm 钢板（4500×4600(H)mm）、人员进出门为 15mm 铅板+4mm 钢板（1200×2400(H)mm），与墙体间隙≤10mm。

本项目探伤室的屏蔽防护设计详见表 10.1-2。

表 10.1-2 拟建探伤室屏蔽体结构和屏蔽参数

项目	探伤室设计情况	屏蔽铅当量
内径尺寸	长×宽×高=8100mm×6000mm×5450mm	/
北侧	500mm 混凝土 C40	约 13mmPb
南侧	500mm 混凝土 C40	约 13mmPb
东侧（迷道防护门侧）	500mm 混凝土 C40	约 13mmPb
西侧（工件防护门侧）	500mm 混凝土 C40	约 13mmPb
顶部	550mm 混凝土 C40	约 13.5mmPb
工件进出门	4500×4600(H)mm，15mm 铅板+6mm 钢板	约 15.5mmPb
人员进出门	1200×2400(H)mm，15mm 铅板+4mm 钢板	约 15mmPb

注：混凝土的密度为 2.35g/cm^3，铅的密度为 11.3g/cm^3，钢的密度为 7.86g/cm^3。
铁和钢两者密度相近，且钢具有对 X 射线屏蔽效果更好的高原子序数的元素，因此本项目钢板铅当量厚度参照《辐射防护手册第三分册 辐射安全》P63 表 3.4 中铁对应的铅当量进行折算，本项目探伤设备最大管电压为 250kV，6mm 钢板的屏蔽效果约等效于 0.5mm 铅当量。

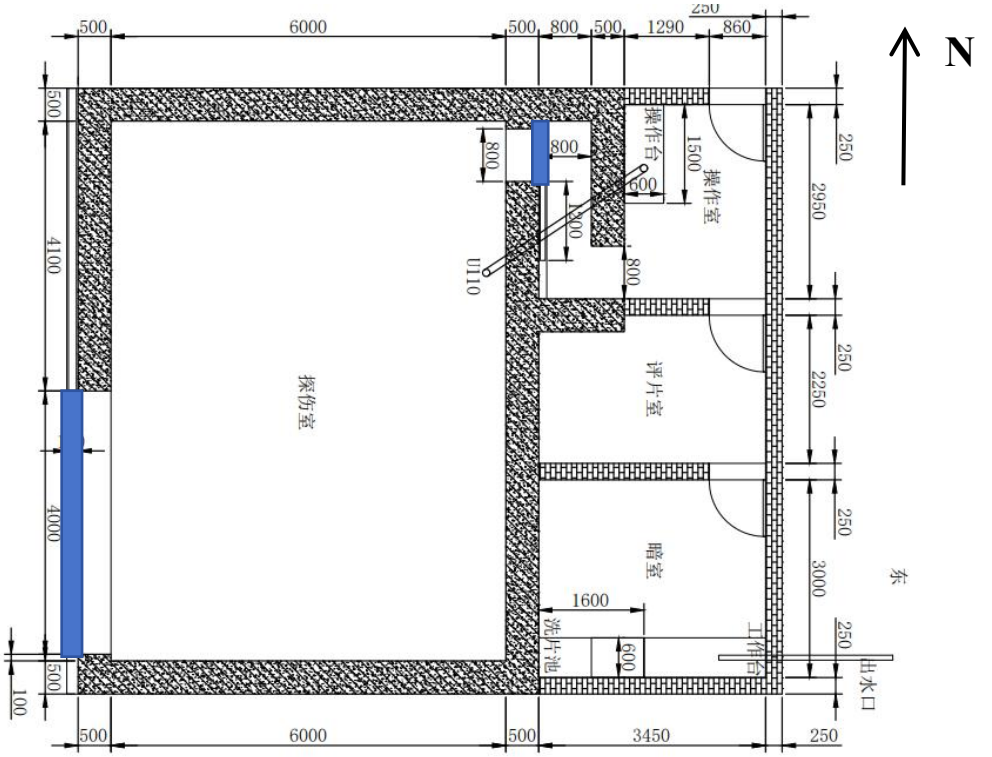


图 10.1-2 探伤室平面示意图

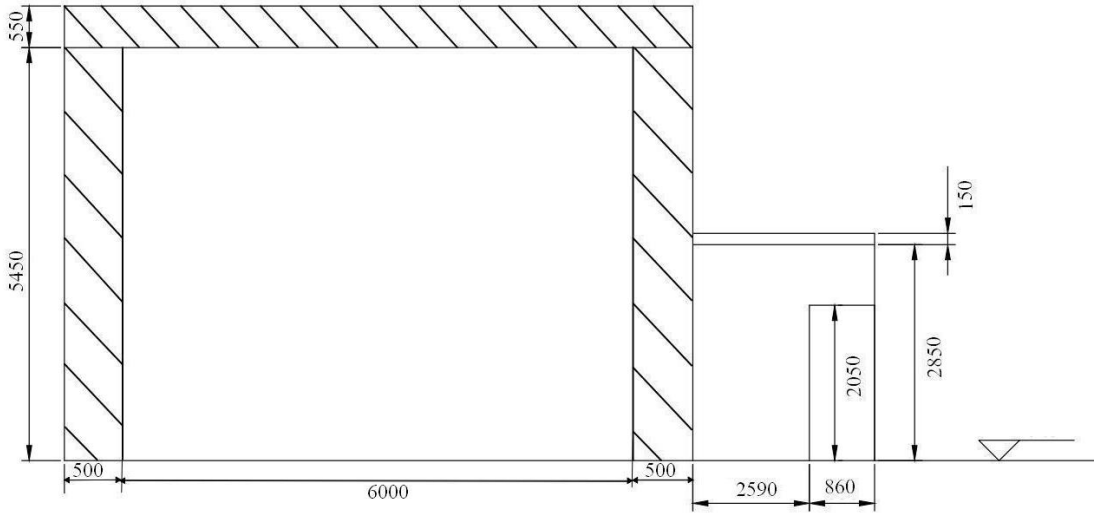


图 10.1-3 探伤室剖面示意图

探伤室电缆采用电缆孔防护罩，由探伤室向东侧穿墙连接至电源和操作台，射线经过几次散射后，电缆管出口处的辐射剂量大大减小，可忽略不计；探伤室排风孔也采用防护罩设计。电缆沟穿墙示意图、排风孔防护罩示意图见图 10.1-4、10.1-5。

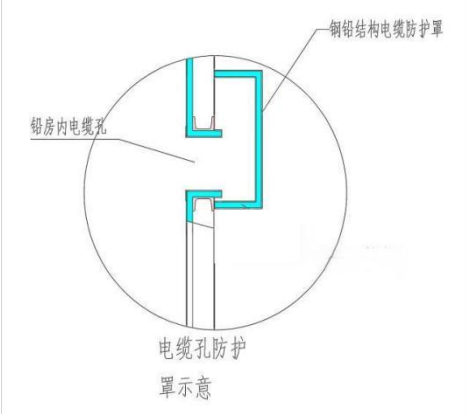


图 10.1-4 电缆沟穿墙示意图

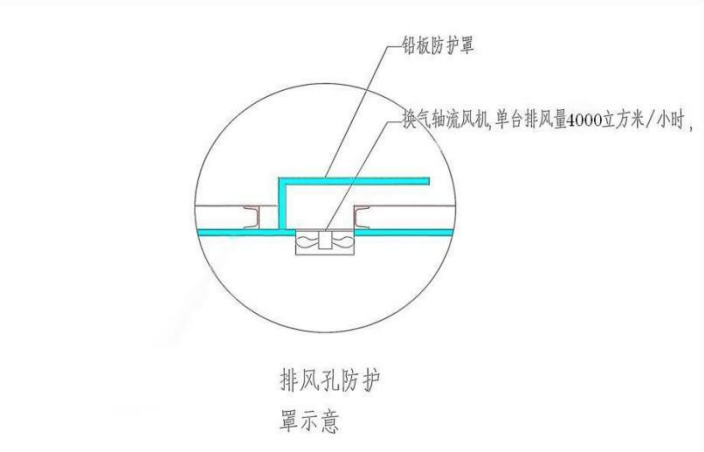


图 10.1-5 排风孔防护罩示意图

10.1.3 工作场所辐射安全和防护措施分析

为确保操作室辐射工作人员的工作环境安全，避免辐射事故的发生，该公司对探伤室设置多重安全防护措施，具体如下：

（1）工作状态显示系统

工件门和人员门体均拟贴有“当心电离辐射”的标志牌，工件门上方、操作台旁及探伤室内拟安装显示工作状态的指示灯和声音提示装置。

（2）“门-机-灯”联锁装置

屏蔽门控制箱设置无源触点，使之与探伤机高压联结形成高压联锁装置。当门开启时，高压电源断开，探伤机无法启动；当门关闭到位后，报警红灯亮起，探伤机才能够启动，进入工作状态。

（3）应急装置

为防止工作时发生意外事故，探伤室拟安装 7 个急停按钮，6 个位于探伤室内，1

个位于探伤室外操作位旁，明确标识，一旦发生意外，立即按下靠近的急停按钮，X 射线机的高压即被切断，有效地保证工作人员的安全。

（4）辐射剂量监测系统

①拟配备安装固定式辐射剂量监测系统，固定式辐射剂量监测探头安装在探伤室内，辐射剂量显示器安装在操作间内，以便实时监控探伤室内射线数据。

②本项目拟配备 2 名工作人员，拟各配有 1 台个人剂量计和个人剂量片，并配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪。

（5）监控系统

探伤室内外拟安装监控系统，包含 5 个摄像头，1 个摄像头安装在工件防护门外侧，用于实时观看门开关及人员进出情况；1 个摄像头安装在人员进出门外侧，用于实时观看门开关及人员进出情况；另外 2 个摄像头成对角安装在探伤室内，保证探伤室内无监控死角；1 个安装在迷道口。监控显示屏安装在操作台，方便操作人员观看探伤室内情况。

（6）照明装置

探伤室内拟安装 4 盏 LED 灯照明。

（7）通风换气装置

探伤室内顶部预留进/排风口，排风口处拟安装一台轴流风机，排风量为 4000m^3/h，确保其换风量大于 5 次/小时，进/排风口处安装射线屏蔽罩，确保其出口射线泄漏量满足国标要求。

（8）电气控制系统和电缆孔

探伤室内靠工件门洞位置安装一个工件门电源控制箱，控制箱内应留有门机联锁装置接口，曝光室靠操作室侧墙体要开设一个 250×250 的 U 形管，方便电线电缆进入曝光室与操作室。

（9）工业 X 射线探伤机检查、维护

a）应对工业 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）设备维护包括工业 X 射线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，保证所更换的零部件为合格产品。

c）做好设备维护记录。

d）日常检查：①工业 X 射线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检查固定式辐射剂量率监测系统是否正常运行；⑧检查探伤室防护门-机-灯联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；⑨交接班或当班使用辐射剂量率仪前，检查其是否能正常工作。

e）定期检查：①电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；②所有的联锁和紧急停机开关的检查；③制造商推荐的其他常规检测项目；④应定期测量探伤室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。

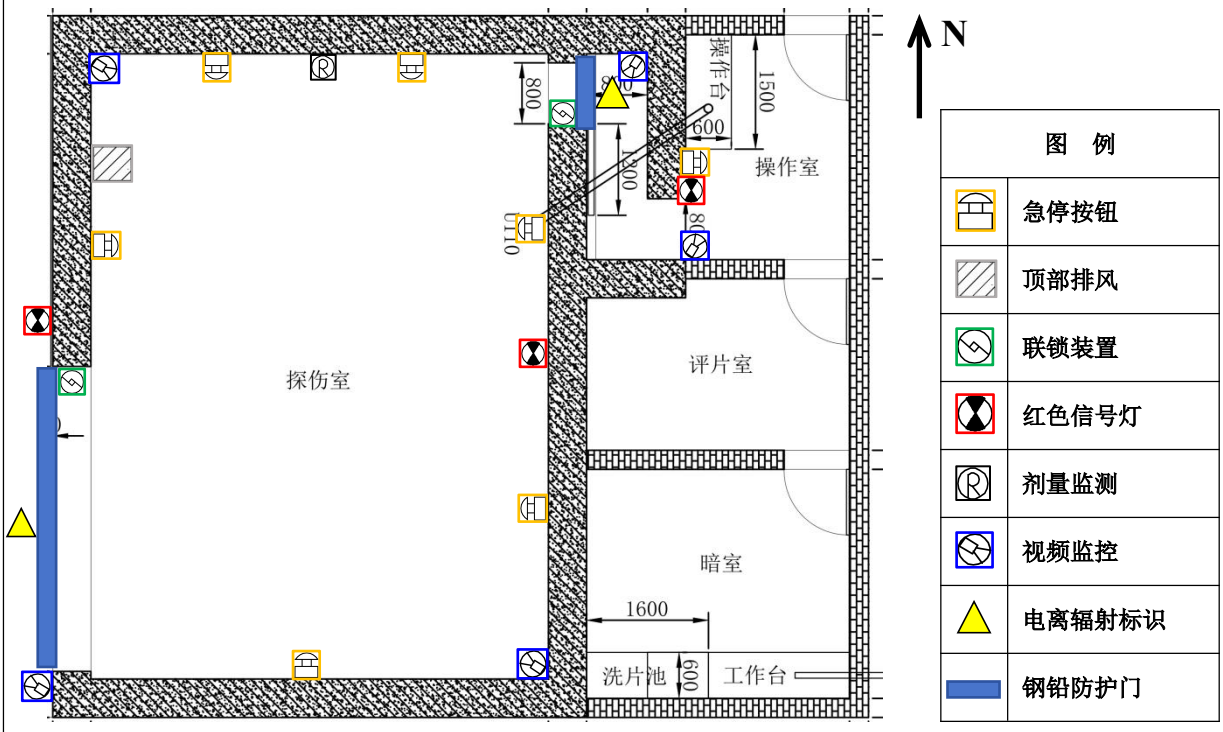


图 10.1-6　探伤室辐射安全措施设计示意图

10.2 辐射安全和防护分析

为分析本项目工业 X 射线探伤机的辐射防护性能，根据福建亿一智控有限公司提供的设计资料，将本项目工业 X 射线探伤机的主要技术参数列表分析，并与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的技术要求对照，具体见表 10.2-1。

表 10.2-1　工业 X 射线探伤机辐射防护措施符合性分析表

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）	本项目方案	符合情况
6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。	本项目定向探伤机在探伤室内工作时有用线束朝向为北侧或南侧，操作台位于探伤室的东侧，避开有用线束的照射方向。周向探伤机在探伤室内工作时，有用线束为水平 360°环形辐射，探伤室东墙存在有用线束入射，项目已对东墙按有用线束进行屏蔽厚度设计，经屏蔽衰减后操作室辐射水平满足剂量约束要求。	符合
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	本项目将探伤室内部区域划为控制区，将探伤室墙外 30cm、操作室、评片室及暗室划为监督区。	符合
6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	工业 X 射线探伤机拟设有门-机-灯联锁装置，屏蔽门拟采用行程限位控制，开启或关闭到位自动切断电路；屏蔽门控制箱设置无源触点，使之与探伤机高压联结形成高压联锁装置，当门开启时，高压电源断开，探伤机无法启动；当门关闭到位后，报警红灯响起，探伤机才能够启动，进入工作状态。	符合
6.1.6 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，并与探伤机联锁。“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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	工件和迷道门体拟贴有“当心电离辐射”的标志牌，工件门旁、操作台旁及探伤室内拟安装显示工作状态的指示灯和声音提示装置。	符合
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	探伤室内外拟安装监控系统，包含摄像头 5 个，1 个摄像头安装在工件进出大门外侧实时观看大门开关及人员进出情况，1 个摄像头安装在人员进出小门外侧实时观看小门开关及人员进出情况，1 个安装在迷道口，另外 2 个摄像头成对角安装在探伤室内，保证探伤室内无监控死角。监控显示屏安装在操作台，方便操作人员观看探伤室内情况。	符合

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	工件和迷道门体拟贴有“当心电离辐射”的电离辐射标志牌，工件门旁、操作台旁及探伤室内拟安装显示工作状态的指示灯和声音提示装置。	符合
6.1.9 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。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	探伤室内拟安装 6 个急停按钮，操作位旁拟安装 1 个急停按钮，共 7 个，明确标识，一旦发生意外，立即按下靠近的急停按钮，X 射线机的高压即被切断，有效地保证工作人员的安全。	符合
6.1.10 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。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	探伤室内顶部设计预留进/排风口，排风口处拟安装一台轴流风机，排风量为 4000m^3/h，确保其换气次数大于 5 次/小时，进/排风口出口安装射线屏蔽罩，确保其出口射线泄漏量满足国标要求。	符合
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	拟配备安装固定式辐射剂量监测系统，固定式辐射剂量监测探头安装在探伤室内，辐射剂量显示器安装在操作间内，以便实时监控探伤室内射线数据。	符合
6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	本项目工业 X 射线探伤机拟设置门-机-灯联锁装置、工作状态显示系统。	符合
6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	本项目的辐射工作人员拟各配备 1 台个人剂量计，并携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪。	符合
6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	操作人员每天工作前应巡测一次，并定期委托有资质的单位进行辐射工作环境的监测。	符合
6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	本项目明确当班使用剂量率仪前，将检查剂量率仪是否正常工作，违者将进行相应处罚。	符合
6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。	探伤工作人员拟佩戴个人剂量计等辐射防护装置。	符合
6.2.6 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。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	本项目防护门拟设有门-机-灯联锁装置，只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	符合

10.3 三废的治理

10.3.1 臭氧及氮氧化物的治理措施

本次新增探伤室拟配有通风装置，在工作期间保持开启。因此，只要室内的空气保持清新和流通，工业 X 射线探伤机产生的少量臭氧及氮氧化物不会对室内环境造成影响。

10.3.2 危险废物

本项目运行过程中无放射性废水、放射性固废、放射性废气产生，预计每年将产生一定量的显影、定影废液和废胶片，属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的危险废物，不得随意排放。

本项目洗片作业均在暗室内进行，洗片作业产生的显影、定影废液收集于专用的带盖塑料桶中，废胶片收集于专用的带盖防漏胶袋内，统一暂存于危废间内。同时公司应尽快与有资质单位签订显影、定影废液和废胶片处理协议，集中贮存后交由该回收单位回收处理。

工业 X 射线探伤机达到设备使用年限或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《国家危险废物名录》废物代码为 900-044-49），应委托有资质单位处置，拆除阴极射线管的工业 X 射线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。

10.4 环保投资

本项目总投资 70 万元，其中环保投资 25.6 万元，占总投资的 36.57%。本项目新增环保设施及投资估算如下表所示：

表 10.4-1　环保设施及投资估算一览表

项目	环保设施	数量（套/个）	投资金额（万元）
探伤室辐射安全设施	电离辐射警告标志（包括工作状态指示灯及声音提示装置）	2	0.1
	固定式辐射监测系统	1	1.6
	急停按钮	7	0.2
	门-机-灯联锁装置	2	8
	通风系统	1	0.2

	监控系统	5	0.5
其他	个人剂量片	若干	2
	个人剂量计	2	2
	个人报警仪	2	1
	便携式 X-γ剂量率仪	1	1
	个人剂量片委托监测费用	/	1
	工业 X 射线探伤机周围辐射剂量率委托监测费用	/	2
	辐射安全培训费用	/	0.5
	环保设施验收费用	/	3
	制度上墙费用	/	0.5
	职业人员体检	/	2
合计	/	/	25.6

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目拟在车间 2 北侧靠东位置新建一间探伤室，配套使用 2 台工业 X 射线探伤机，拟建探伤室及配套用房的改造施工期约为 2 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、废水和固体废物及设备安装调试过程可能产生的放射性污染。建设施工时对环境会产生如下影响：

（一）施工期扬尘影响分析

本项目在建设施工期需进行的混凝土浇筑、电气安装、铅门安装等作业，各种施工将产生地面扬尘，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

探伤室建造过程中，混凝土搅拌机、载重车辆等机械设备在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。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，确保施工噪声满足《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）的排放要求。

（三）施工期固体废物环境影响分析

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。生活垃圾采取袋装分类收集，投放至指定地点，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。生活污水依托厂区内卫生间、化粪池预处理后，排入市政污水管网。

（五）项目涉及安装调试的环境影响分析

本项目安装调试均由设备厂家专业人员进行，其操作人员做到持证上岗并采取足够的个人防护措施。在调试过程中，加强辐射防护管理（如各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近等）。

由于设备安装和调试均在探伤室内进行，X 射线经过墙体的屏蔽和距离衰减后，严格按照相关使用说明和相关管理制度操作，对周围环境影响比较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 评价原则

（1）基本原则：对于符合正当化的放射工作实践，以防护最优化为原则，使各类人员的受照当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到可以合理做到的尽可能低的辐射水平。这一考虑包括：正常运行、维修、退役以及应急状态，也包括具有一定概率导致重大照射的潜在照射情况。

（2）剂量约束值：辐射工作人员 5mSv/a、100μSv/周；公众 0.25mSv/a、5μSv/周。

（3）屏蔽体探伤室外表面 0.3m 处剂量当量率控制水平根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）确定。

11.2.2 关注点剂量率参考控制水平

根据 GBZ/T 250-2014，关注点剂量率参考控制水平的取值依据如下：

①根据式 7-1 计算导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$；

②根据 GBZ/T 250-2014 得出关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$；

③关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c}$ 取①中的 $\dot{H}_{c,d}$ 和②中 $\dot{H}_{c.max}$ 的较小值。

本项目关注点剂量率参考控制水平计算参数及结果见表 11.2-1：

表 11.2-1 关注点剂量率参考控制水平计算参数及结果

关注点	涉及人员	$\dot{H}_c$ (μSv/周)	t (h/周)	U	T	$\dot{H}_{c,d}$ (μSv/h)	$\dot{H}_{c,max}$ (μSv/h)	本项目取值 (μSv/h)
东侧墙外 30cm	放射工作人员	100	48	1	1	2.08	2.5	2.08
东侧人员进出门 30cm		100	48	1	1	2.08	2.5	2.08
西侧工件进出门 30cm		100	48	1	1	2.08	2.5	2.08
西侧墙外 30cm		100	48	1	1	2.08	2.5	2.08
北侧墙外 30cm		100	48	1	1	2.08	2.5	2.08
南侧墙外 30cm		100	48	1	1	2.08	2.5	2.08
室顶外 30cm	人员不可达					/	100	100

注：①周剂量参考控制水平$\dot{H}_c$取值：根据 GBZ/T 250-2014 进行取值；

②探伤装置周照射时间 t 取值见表 9.1-1；

③探伤装置向关注点方向照射的使用因子 U 按最不利考虑，取 1；

④人员在相应关注点驻留的居留因子 T 根据 GBZ/T250-2014 附录 A 进行取值，探伤位于探伤室内，正常工况下设备出束时，所有人员均退出探伤室，探伤室周围无人员停留。辐射工作人员仅在操作间控制台操作设备。本项目保守考虑，T 值取 1。

11.2.3 辐射环境影响分析

（1）有用线束

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），有用线束在关注点处的剂量率可按以下公式（11-1）进行估算：

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

式中：

$\dot{H}$ ——关注点处的辐射剂量率，μSv/h；

I ——为最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/(mA·h)。根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.1，本项目最大管电压为 250kV，取 0.5mm 铜下，H_0 为 16.5mGy•m²/(mA•min)，根据注 1：“表中值取自 ICRP33，在本标准中以等量值的 mSv•m²/(mA•min)进行屏蔽计算”，H_0 为 16.5mSv•m²/(mA•min)，以 mSv·m²/（mA·min）为单位的值乘以 6×10⁴，本项目辐射源（靶点）1m 处输出量为 9.9×10⁵μSv·m²/（mA·h）；

B ——屏蔽透射因子；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

（2）泄漏射线计算公式

在给定屏蔽物质厚度 X 时，按式 11-2 计算泄漏辐射在关注点的剂量率：

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

式中：

B ——屏蔽透射因子；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$——距辐射源点（靶点）1m 处射线管组装体泄漏辐射剂量率，单位为μSv/h，查 GBZ/T250-2014 表 1 可得 X 射线管电压＞200kV 对应 $\dot{H}_L$ 为 5×10^3μSv/h。

其中屏蔽透射因子采用以下公式（11-3）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \qquad （式\ 11\text{-}3\ ）$$

式中：

X——屏蔽物质厚度，与 *TVL* 取相同的单位；

TVL——X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2。本项目为 250kV，屏蔽物质为混凝土，*TVL* 取 90mm。

（3）散射辐射计算公式

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率按式（11-4）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_S^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \qquad （式\ 11\text{-}4\ ）$$

式中：

I ——X 射线装置的常用最大管电流，mA；

H_0——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv • m^2/(mA • h)，以 mSv·m^2/（mA·min）为单位的值乘以 6×10^4；

B——屏蔽透射因子；

F——R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（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 处的散射辐射剂量当量率与该面积上的入射辐射剂量当量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的α值时，可以水的α值保守估计，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.3。

R_0——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_S——散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

11.2.4 剂量计算的关注点图示

本项目拟配备 2 台探伤机，2 台探伤机不同时使用，探伤作业时每次最多开启 1 台探伤机。探伤工件直径范围为 1m 至 3.5m。本次预测评价将分别针对单台设备运行的情况进行分析。

（一）1 台 XXG 2505D 定向探伤机运行

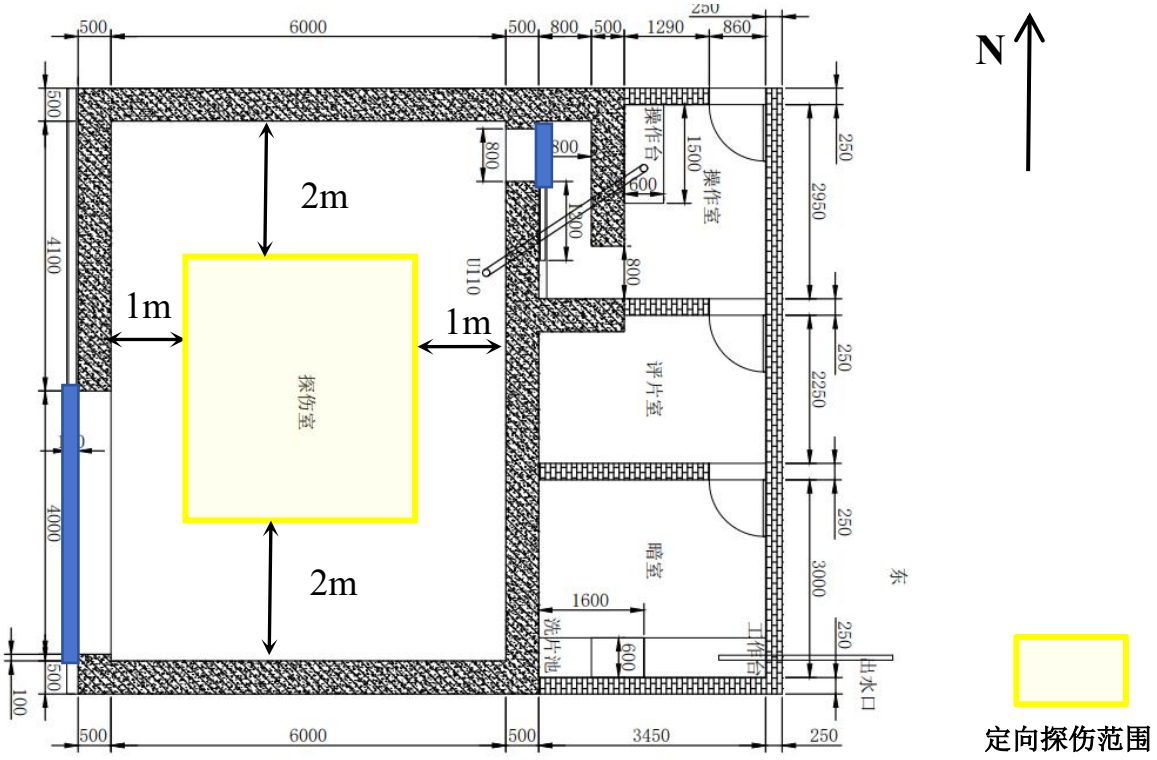


图 11.2-1 定向探伤机在探伤室内的探伤范围平面示意图

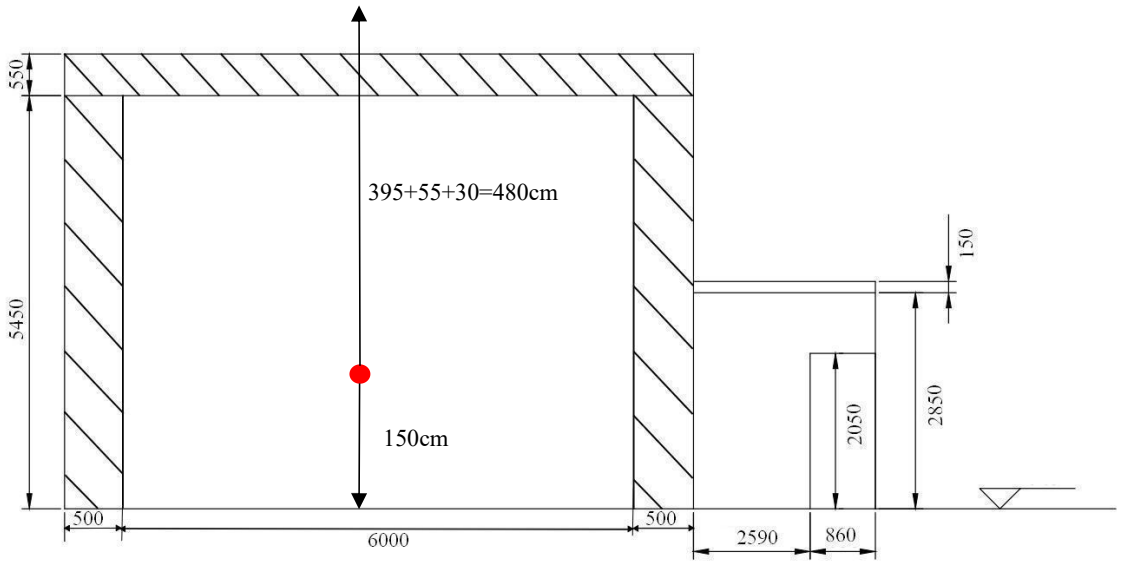


图 11.2-2 定向探伤机在探伤室内的探伤范围剖面示意图

根据公司提供资料及探伤机使用特性，XXG 2505D 定向探伤机在探伤室中探伤范围见图 11.2-1、图 11.2-2，设备与南侧、北侧墙体最近间距 2 米，东侧、西侧墙体最近间距 1 米，有用线束朝向为南侧、北侧及室顶，避开操作台及工件门方向，故探伤室南侧、北侧及室顶受有用线束照射，东侧、西侧仅受漏射线和散射线的影响（因无地面层，可不考虑地面下辐射影响）。

（二）1 台 XXGH 2505Z 周向探伤机运行

根据公司提供资料及探伤机使用特性，XXGH 2505Z 周向探伤机在探伤室中探伤范围见图 11.2-3、图 11.2-4，探伤室四侧墙体均按有用线束照射进行计算。探伤机距探伤室地面最高垂直距离为 1.5m，距东侧、西侧、北侧墙体最近间距为 3m，距南侧墙体最近间距为 2m，距室顶最近距离为 3.95m（因无地面层，可不考虑地面下辐射影响）。

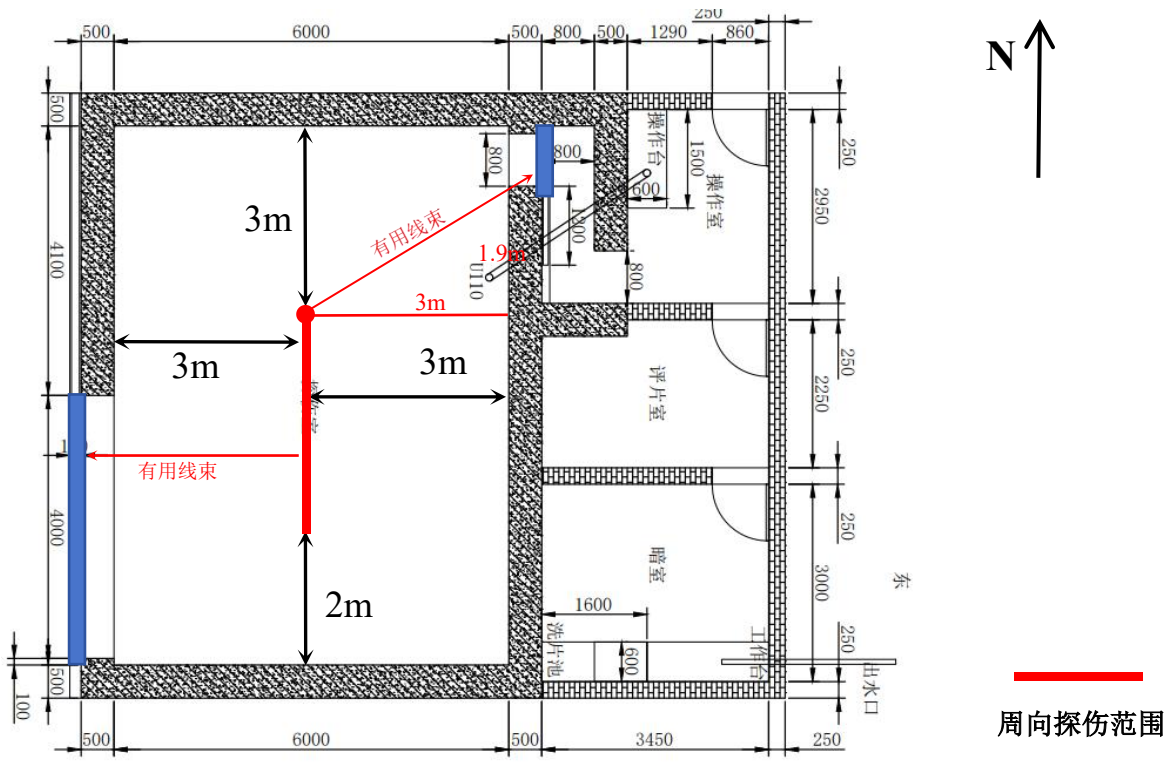


图 11.2-3 周向探伤机在探伤室内的探伤范围平面示意图

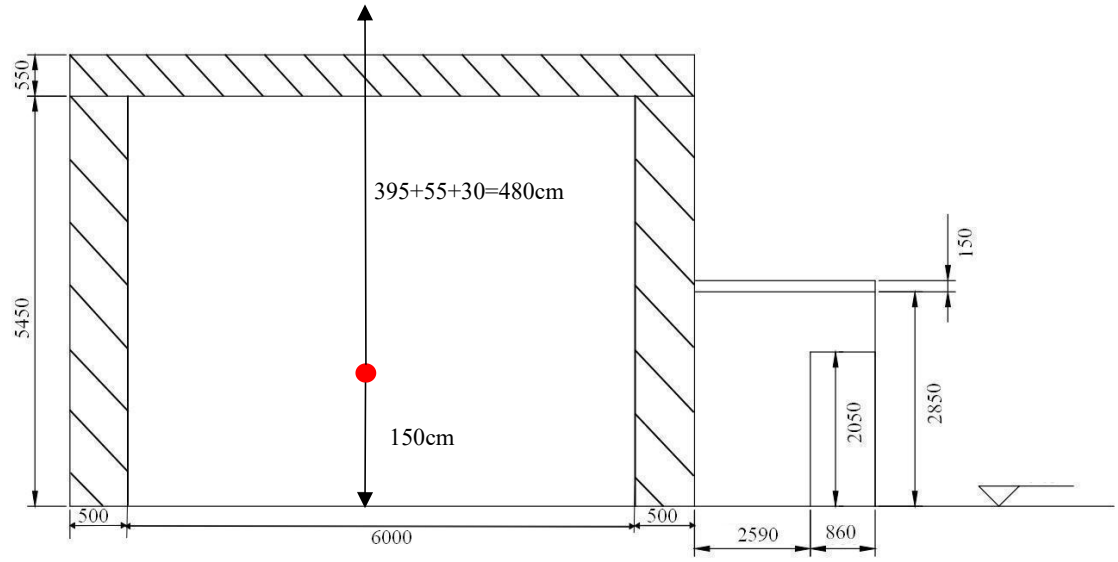


图 11.2-4 周向探伤机在探伤室内的探伤范围剖面示意图

11.2.5 计算结果

（一）1 台 XXG 2505D 定向探伤机运行时：

①有用线束方向辐射剂量率

有用线束方向关注点处剂量率计算结果见表 11.2-2，其中屏蔽透射因子 B 的取值，

根据 GBZ/T 250-2014 标准附录 B.2 的 X 射线在铅和混凝土中的半值层厚度和什值层厚度，利用计算公式 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到。计算结果如下表。

表 11.2-2 有用线束辐射剂量率相关参数一览表

关注点	计算参数					计算结果
	I (mA)	H_0 (μSv·m²/(mA·h))	屏蔽材料厚度	B	R(m)	$\dot{H}$ (μSv/h)
北侧墙外 30cm	5	9.9×10^{5}	500mm 混凝土	$10^{-500/90}=2.78\times10^{-6}$	6.90	2.89×10^{-1}
南侧墙外 30cm	5	9.9×10^{5}	500mm 混凝土	$10^{-500/90}=2.78\times10^{-6}$	6.90	2.89×10^{-1}
室顶外 30cm	5	9.9×10^{5}	550mm 混凝土	$10^{-550/90}=7.74\times10^{-7}$	4.80	1.66×10^{-1}
注：①6.90m：距南、北侧墙外预测点的距离为靶点距南、北墙的最近距离+0.5+0.3=6.1+0.5+0.3=6.90m；②4.80m：距室顶外预测点的距离为靶点距室顶的最近距离+0.55+0.3=3.95+0.55+0.3=4.80m。						

②泄漏辐射和散射辐射

表 11.2-3 泄漏辐射剂量率相关参数一览表

关注点	计算参数					计算结果
	R (m)	$\dot{H}_L$ (μSv/h)	屏蔽材料厚度	TVL (mm)	B	$\dot{H}_{泄露}$ (μSv/h)
东侧墙外 30cm	1.80	5.0×10^{3}	500mm 混凝土	90	$10^{-500/90}=2.78\times10^{-6}$	4.29×10^{-3}
西侧墙外 30cm	1.80	5.0×10^{3}	500mm 混凝土	90	$10^{-500/90}=2.78\times10^{-6}$	4.29×10^{-3}
工件防护门外 30cm	1.821	5.0×10^{3}	15mm 铅板+6mm 钢板	2.9	$10^{-15.5/2.9}=4.52\times10^{-6}$	6.82×10^{-3}
人员进出门外 30cm	1.819	5.0×10^{3}	15mm 铅板+4mm 钢板	2.9	$10^{-15/2.9}=6.72\times10^{-6}$	1.02×10^{-2}
注：①1.80m：距东、西墙外预测点的距离为靶点距东、西墙的最近距离+0.5+0.3=1.0+0.5+0.3=1.80m；②1.821m：距工件防护门外预测点的距离为靶点距工件防护门的最近距离+0.021+0.3=1.5+0.021+0.3=1.821m；③1.819m：距人员进出门外预测点的距离为靶点距人员进出门的最近距离+0.019+0.3=1.5+0.019+0.3=1.819m。						

表 11.2-4 散射辐射剂量率相关参数一览表

关注点	计算参数						计算结果
	R_s (m)	I (mA)	H_0（μSv·m²/（mA·h））	$\frac{F\times\alpha}{R_0^2}$	TVL (mm)	B	$\dot{H}_{散射}$ (μSv/h)
东侧墙外 30cm	1.80	5	9.9×10^{5}	0.0256	86	$10^{-500/86}=1.53\times10^{-6}$	5.98×10^{-2}

西侧墙外 30cm	1.80	5	9.9×10^{5}	0.0256	86	$10^{-500/86}=1.53\times10^{-6}$	5.98×10^{-2}
工件防护门外 30cm	1.821	5	9.9×10^{5}	0.0256	1.4	$10^{-15.5/1.4}=8.48\times10^{-12}$	3.24×10^{-7}
人员进出门外 30cm	1.819	5	9.9×10^{5}	0.0256	1.4	$10^{-15/1.4}=1.93\times10^{-11}$	7.39×10^{-7}

注：①1.80m：距东、西墙外预测点的距离为靶点距东、西墙的最近距离+0.5+0.3=1.0+0.5+0.3=1.80m；

② 1.821m：距工件防护门外预测点的距离为靶点距工件防护门的最近距离+0.021+0.3=1.5+0.021+0.3=1.821m；

③ 1.819m：距人员进出门外预测点的距离为靶点距人员进出门的最近距离+0.019+0.3=1.5+0.019+0.3=1.819m；

④$\frac{F\times\alpha}{R_0^2}$：项目定向探伤机最大管电压为 250kV，最大辐射角为 45°，根据 GBZ/T250-2014 标准中附录 B.4.1，散射因子α可保守地取为α_W·10000/400=$1.9\times10^{-3}\times10000/400=0.0475$；$R_0$为辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，取 1m；F 为R_0处的辐射野面积，$F=\pi(R_0\tan\theta)^2=\pi(\tan22.5°)^2=0.539m^2$；

$\frac{F\times\alpha}{R_0^2}=0.54\times0.0475/1^2=0.0256$。

⑤由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 可知，200<kV≤300 的散射辐射能量为 200kV。TVL 取标准中附录 B 表 B.2 中 200kV 对应值。

③预测点处的总剂量率

表 11.2-5 各关注点剂量率（附加值）估算结果一览表

关注点	有用线束辐射剂量率（μSv/h）	泄漏辐射剂量率（μSv/h）	散射辐射剂量率（μSv/h）	总辐射剂量率（μSv/h）	导出剂量率参考控制水平（μSv/h）
北侧墙外 30cm	2.89×10^{-1}	/	/	2.89×10^{-1}	2.08
南侧墙外 30cm	2.89×10^{-1}	/	/	2.89×10^{-1}	2.08
室顶外 30cm	1.66×10^{-1}	/	/	1.66×10^{-1}	100
东侧墙外 30cm	/	4.29×10^{-3}	5.98×10^{-2}	6.41×10^{-2}	2.08
西侧墙外 30cm	/	4.29×10^{-3}	5.98×10^{-2}	6.41×10^{-2}	2.08
工件防护门外 30cm	/	6.82×10^{-3}	3.24×10^{-7}	6.82×10^{-3}	2.08
人员进出门外 30cm	/	1.02×10^{-2}	7.39×10^{-7}	1.02×10^{-2}	2.08

由计算结果可知，1 台 XXG 2505D 定向探伤机运行情况下，探伤室四周屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率为6.82×10^{-3}μSv/h~2.89×10^{-1}μSv/h，室顶外 30cm 处周围剂量当量率为1.66×10^{-1}μSv/h，满足本项目探伤室屏蔽体外 30cm 处剂量率导出控制水平要求，并且低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“探伤室屏蔽墙外 30cm 处关注点最高周围剂量当量率参考控制水平的要求”和“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”。

（二）1 台 XXGH 2505Z 周向探伤机运行时：

①有用线束方向辐射剂量率

有用线束方向关注点处剂量率计算结果见表 11.2-6，其中屏蔽透射因子 B 的取值，根据 GBZ/T 250-2014 标准附录 B.2 的 X 射线在铅和混凝土中的半值层厚度和什值层厚度，利用计算公式 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到。计算结果如下表。

表 11.2-6 有用线束辐射剂量率相关参数一览表

关注点	计算参数					计算结果	导出剂量率参考控制水平（μSv/h）
	I (mA)	H_0 (μSv·m²/(mA·h))	屏蔽材料厚度	B	R(m)	$\dot{H}$ (μSv/h)	
北侧墙外 30cm	5	9.9×10^{5}	500mm 混凝土	$10^{-500/90}=2.78\times10^{-6}$	3.80	9.53×10^{-1}	2.08
南侧墙外 30cm	5	9.9×10^{5}	500mm 混凝土	$10^{-500/90}=2.78\times10^{-6}$	2.80	1.76	2.08
东侧墙外 30cm	5	9.9×10^{5}	500mm 混凝土	$10^{-500/90}=2.78\times10^{-6}$	3.80	9.53×10^{-1}	2.08
西侧墙外 30cm	5	9.9×10^{5}	500mm 混凝土	$10^{-500/90}=2.78\times10^{-6}$	3.80	9.53×10^{-1}	2.08
室顶外 30cm	5	9.9×10^{5}	550mm 混凝土	$10^{-550/90}=7.74\times10^{-7}$	4.80	1.66×10^{-1}	100
工件防护门外 30cm	5	9.9×10^{5}	15mm 铅板 +6mm 钢板	$10^{-15.5/2.9}=4.52\times10^{-6}$	3.82	1.53	2.08
人员进出门外 30cm	5	9.9×10^{5}	15mm 铅板 +4mm 钢板	$10^{-15/2.9}=6.72\times10^{-6}$	4.46	1.67	2.08

注：①3.80m：距北、东、西墙外预测点的距离为靶点距北、东、西墙的最近距离+0.50+0.30=3.00+0.50+0.30=3.80m；

②2.80m：距南墙外预测点的距离为靶点距南墙的最近距离+0.50+0.30=2.00+0.5+0.3=2.80m；

③4.80m：距室顶外预测点的距离为靶点距室顶的最近距离+0.55+0.30=3.95+0.55+0.30=4.80m；

④3.82m：距工件防护门外预测点的距离为靶点距工件防护门的最近距离+0.021+0.30=3.50+0.021+0.30=3.82m；

⑤4.46m：距人员进出门外预测点的距离为靶点距人员进出门的最近距离+0.019+0.30=4.14+0.019+0.30≈4.46m

由计算结果可知，1 台 XXGH 2505Z 周向探伤机运行情况下，探伤室四周屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率为 1.66×10^{-1}μSv/h~1.76μSv/h，室顶外 30cm 处周围剂量当量率为 1.66×10^{-1}μSv/h，满足本项目探伤室屏蔽体外 30cm 处剂量率导出控制水平要求，并且低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“探伤室屏蔽墙外 30cm 处关注点最高

周围剂量当量率参考控制水平的要求”和“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”。

（三）通风口处透射的剂量率

探伤室顶部设置 1 处通风口，通风口配有轴流风机，穿墙方式为 U 型，可以使射线通过 U 型通道至少散射 3 次及以上，同时通风口外设置射线屏蔽罩。参照《辐射防护手册（第一分册）》中“一个能使射线至少经过三次散射才能到达门口的迷道，将能保证迷道口工作人员的安全”的说明，项目通风口 U 型通道类似迷道效果，即通风口处能够满足辐射防护的要求。

11.2.5 工作人员和公众剂量估算及评价

（1）计算公式

本项目相关人员受到 X 射线产生的外照射所致的年有效剂量采用联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 中公式进行计算：

$$E = D_{T,R} \cdot t \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \times 10^{-3} \qquad （式 11-5 ）$$

式中：

E—人员受到的有效剂量，mSv/a；

$D_{T,R}$—X-γ射线空气吸收剂量率附加值，μSv/h；

t—年受照时间，h/a，年受照射时间为年出束时间乘以居留因子；

W_T—组织权重因数，全身为 1；

W_R—辐射权重因数，X 射线为 1。

（2）参数取值

①年受照时间（t）

根据建设单位提供资料，本项目设备出束时间不超过 2400h/a、48h/周，则相关人员受照时间取值见下表 11.2-7：

表 11.2-7 人员年受照时间一览表

人员类别		周出束时间（h/a）	年出束时间（h/a）	居留因子	周受照时间（h/周）	年受照时间（h/a）
职业人员	工业 X 射线探伤机操作台	48	2400	1	48	2400
公众	东侧 20m 卫生间	48	2400	1/8	6	300

人员	东侧 30m 道路	48	2400	1/8	6	300
	东侧 40m 福建鸿泰汽车零部件有限公司空地	48	2400	1/8	6	300
	西侧 20m 抛光生产线	48	2400	1	48	2400
	南侧 30m 焊接生产线	48	2400	1	48	2400
	南侧 30m 下料生产线	48	2400	1	48	2400
	南侧 40m 车床生产线	48	2400	1	48	2400
	北侧 5m 道路	48	2400	1/8	6	300
	北侧 20m 领福新能源科技有限公司道路	48	2400	1/8	6	300
	北侧 30m 领福新能源科技有限公司车间	48	2400	1	48	2400

注：居留因子参考（GBZ/T250-2014）附录 A 进行取值。

②X-γ射线空气吸收剂量率附加值（$D_{T,R}$）

本次评价选取周向探伤机运行情况参数进行预测，四侧人员均考虑有用线束的影响，根据式 11-1 至式 11-5 计算各人员位置 X-γ射线空气吸收剂量率附加值，计算结果见下表 11.2-8。

表 11.2-8 项目四周人员 $D_{T,R}$ 计算一览表

关注点	相对方位	计算参数				计算结果
		R (m)	H_0 (μSv·m²/(mA·h))	B	I (mA)	$\dot{H}_c$ (μSv/h)
辐射工作人员（操作台）	东侧	4.5	9.9×10^{5}	2.78×10^{-6}	5	6.80×10^{-1}
东侧卫生间	东侧	23.5	9.9×10^{5}	2.78×10^{-6}	5	2.49×10^{-2}
东侧道路	东侧	33.5	9.9×10^{5}	2.78×10^{-6}	5	1.23×10^{-2}
东侧福建鸿泰汽车零部件有限公司空地	东侧	43.5	9.9×10^{5}	2.78×10^{-6}	5	7.27×10^{-3}
西侧抛光生产线	西侧	23.5	9.9×10^{5}	2.78×10^{-6}	5	2.49×10^{-2}
南侧下料生产线	南侧	32.5	9.9×10^{5}	2.78×10^{-6}	5	1.30×10^{-2}
南侧车床生产线	南侧	42.5	9.9×10^{5}	2.78×10^{-6}	5	7.62×10^{-3}
南侧焊接生产线	南侧	32.5	9.9×10^{5}	2.78×10^{-6}	5	1.30×10^{-2}
北侧道路	北侧	8.5	9.9×10^{5}	2.78×10^{-6}	5	1.90×10^{-1}
北侧福建领福新能源科技有限公司道路	北侧	23.5	9.9×10^{5}	2.78×10^{-6}	5	2.49×10^{-2}
北侧福建领福新能源科技有限公司车间	北侧	33.5	9.9×10^{5}	2.78×10^{-6}	5	1.23×10^{-2}

备注：本次评价选取周向探伤机运行情况参数进行预测，四侧均为有用线束照射侧（主束方向）。

R=辐射源到探伤室内侧距离+屏蔽厚度+探伤室与关注点的距离。

（3）计算结果

本项目人员受到的年有效剂量计算结果见下表 11.2-9：

表 11.2-9 人员年附加有效剂量估算结果一览表

人员类别		$D_{T,R}$（μSv/h）	t（h/a）	W_T	W_R	$H_{E-X、\gamma}$（mSv/a）	剂量约束值（mSv/a）
职业人员	辐射工作人员（操作台）	6.80×10^{-1}	2400	1	1	1.63	5
公众人员	东侧 20m 卫生间	2.49×10^{-2}	300	1	1	7.48×10^{-3}	0.25
	东侧 30m 道路	1.23×10^{-2}	300	1	1	3.68×10^{-3}	
	东侧 40m 福建鸿泰汽车零部件有限公司空地	7.27×10^{-3}	300	1	1	2.18×10^{-3}	
	西侧 20m 抛光生产线	2.49×10^{-2}	2400	1	1	5.98×10^{-2}	
	南侧 30m 下料生产线	1.30×10^{-2}	2400	1	1	3.13×10^{-2}	
	南侧 40m 车床生产线	7.62×10^{-3}	2400	1	1	1.83×10^{-2}	
	南侧 30m 焊接生产线	1.30×10^{-2}	2400	1	1	3.13×10^{-2}	
	北侧 5m 道路	1.90×10^{-1}	300	1	1	5.71×10^{-2}	
	北侧 20m 福建领福新能源科技有限公司道路	2.49×10^{-2}	300	1	1	7.48×10^{-3}	
	北侧 30m 福建领福新能源科技有限公司车间	1.23×10^{-2}	2400	1	1	2.94×10^{-2}	

根据上表 11.2-9 可知，本项目工业 X 射线探伤机对职业工作人员所受辐射剂量 1.63mSv/a，公众人员附加受照剂量最大值 5.98×10^{-2}mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的照射限值要求（工作人员≤5mSv/a、公众≤0.25mSv/a）。

11.2.6 三废治理措施后的环境影响分析

1、废气

工业 X 射线探伤机在运行过程中，X 射线管加高压轰击靶材料而产生 X 射线。在此过程中，X 射线会电离空气产生少量的臭氧和氮氧化物，从而对周边环境产生一定的影响。其中，臭氧在 50 分钟后可自动分解为氧气，具有自降解特性。

本次新增探伤室配置有通风装置，工作期间保持持续运行，确保换风量不低于 5 次/小时，排风量为 4000m^3/h。通过机械通风与臭氧自分解的协同作用，可有效降低室内有害气体浓度。经分析，本项目 X 射线探伤机运行时产生的电离粒子束流强度较低，产生

的臭氧、氮氧化物较少，且在良好通风条件下，有害气体可快速扩散稀释。因此，只要室内的空气保持清新和流通，工业 X 射线探伤机产生的少量臭氧及氮氧化物不会对室内环境造成影响。

2、固废

项目在洗片过程中将产生废显（定）影液，查《国家危险废物名录》可知，该废液属 HW16 感光材料废物，项目洗片过程产生的显影、定影液采用专用容器桶分类收集后暂存在危险废物暂存间，统一交由有资质单位进行处置，并建立台账。建设单位应注意显影、定影废液暂存时使用的容器应耐腐蚀、贮存措施保证做到“防雨淋、防渗漏、防流失”。

公司 X 射线探伤机在探伤作业时，需使用胶片照相，并对拍摄的感光片进行显（定）影，在此过程中产生的一定数量的废胶片，属于危险废物 HW16。废胶片采用专用密封袋收集后暂存在危险废物暂存间内，并与有资质的单位签订回收协议，定期送交有资质的单位处理，同时建立台账。

按照企业的承诺（见附件 17），公司在落实危险废物（废显（定）影液、废胶片）交由持有危险废物经营许可证并具有相应经营范围的单位进行处理，并建立台账后，项目涉及的危险废物对环境影响较小。

危险废物暂存间措施要求：

危险废物暂存间应做好防渗、防水、防倾倒、防腐等工作，防止泄漏后造成二次污染，严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）要求进行建设和管理。同时，危废暂存间应做好以下几点：

①危废暂存间应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）中规定的要求，采取“防渗、防雨、防流失”等措施。具体防渗要求有：具有防雨措施，采用防渗混凝土+HDPE 膜（2.0mm 厚、渗透系数不高于 1.0×10^{-10}cm/s 的 HDPE 膜作为防渗层）防渗，暂存间设置围堰，防止危废流失。

②危险废物贮存设施应按环境保护图形标志《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）的规定设置警示标志。

③危险废物转移应按照《危险废物转移管理办法》的有关要求和规定填写联单。同

时，建设单位应加强危险废物的管理，严禁随意露天堆放、随意倾倒或将危险固废混入一般固废中。

危险废物处理要求：

废显影液、定影液不得外排，废胶片不得作为一般固体废物处理。产生的废显影液、定影液采用未破损的密封桶包装，包装桶的材质为能够完全防渗漏的钢、铁和高密度塑料，选用的包装容器不能与所装的废显、定影液发生化学反应，所装废显、定影液的液面须距桶盖 10cm，桶重量不能超过 50kg。

废胶片可用中度强度以上的不破损的塑料编织袋进行包装，装袋完毕，封口严实，每袋重量不超过 50kg。应在废显、定影液和废胶片的包装物上粘贴包括“危废标识和危废类别、存放时间、责任人及处置单位”等相关信息标签，醒目显示收集废液的名称。

废液收集桶及废胶片暂存地点应做好防渗、防水、防倾倒、防腐等工作，并在废液收集桶四周修筑围堰，防止泄漏后造成二次污染，严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）中要求：

①产生的废显影液、定影液及废胶片需用专用的容器进行收集贮存，存放容器及暂存间应当设置危险识别标志。

②禁止将不相容（相互反应）的危险废物在同一容器内混装，不相容的危险废物必须分开存放，并设有隔离间隔断。

③危险废物贮存容器：应当使用符合标准的容器盛装，容器及材质要满足相应的强度要求，容器必须完好无损，盛装容器的材质和衬里要与危险废物相容（不相互反应）。

④危险废物暂存间地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造（建筑材料必须与危险废物相容），必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙，暂存间要有安全照明设施和观察窗口。

⑤应设计堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量。

⑥容器和包装物外表面应保持清洁。

公司需加强废显定影液、废胶片的产生、贮存、转运、处置等环节的管理，由专人负责管理，建立完整的台账，对产生的数量和去向进行严格登记，填报危废转移联单。

贮存设施（暂存间）运行环境管理要求：

①危险废物存入贮存设施前应对危险废物类别和特性与危险废物标签等危险废物识别标志的一致性进行核验，不一致的或类别、特性不明的不应存入。

②应定期检查危险废物的贮存状况，及时清理贮存设施地面，更换破损泄漏的危险废物贮存容器和包装物，保证堆存危险废物的防雨、防风、防扬尘等设施功能完好。

③贮存设施运行期间，应按国家有关标准和规定建立危险废物管理台账并保存。

④建立贮存设施环境管理制度、管理人员岗位职责制度、设施运行操作制度、人员岗位培训制度等。

⑤建立贮存设施全部档案，包括设计、施工、验收、运行、监测和环境应急等，应按国家有关档案管理的法律法规进行整理和归档。

危险废物管理制度：公司应建立相应的危险废物制度文件，明确危险废物暂存间措施、危险废物处理、台账记录文件、相关人员的职责和要求，在公司严格按照相关制度文件落实后，公司的危险废物对环境影响较小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故风险危害识别分析

本项目工业 X 射线探伤机属于II类射线装置，只有当设备开机并处于出束状态时才会产生 X 射线，设备关机时不会产生 X 射线；因此，辐射事故多为人员误留或误入机房产生的误照射事故，主要有：

（1）工作人员在防护门关闭前尚未撤离探伤室或者探伤控制区、监督区，X射线装置运行可能产生误照射，故在工作过程中派专人检查探伤室内是否有人员，确定没有人员后才开机探伤，防止事故的发生。当发生事故时工作人员立即关闭电源，减小事故的影响。

（2）X 射线装置在对工件进行 X 射线检测时，门-机-灯联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射。

（3）由于设备故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射。

（4）设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

11.3.2 辐射事故应急措施

（1）事故报告程序

一旦发生辐射事故，辐射工作人员立即封闭现场，通讯员负责联络事故应急处理领导小组和应急处理专业队伍。根据《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》，在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

（2）辐射事故应急措施

辐射事故类别及处理措施详见表 11.3-1：

表 11.3-1 事故类别及处理措施

事故工况	采取措施
①工作人员在防护门关闭前尚未撤离探伤室或者探伤控制区、监督区，X射线装置运行可能产生误照射，故在工作过程中派专人检查探伤室内是否有人员，确定没有人员后才开机探伤，防止事故的发生。当发生事故时工作人员立即关闭电源，减小事故的影响。	撤离探伤室时应清点人数，辐射工作人员用摄像头对探伤室内进行扫视，按搜寻程序进行查找，确认无人停留探伤室后开始进行操作。如遇人员滞留探伤室内，滞留人员应立即按下急停按钮，停止照射。
②X 射线装置在对工件进行 X 射线检测时，门-机-灯联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射	本项目探伤室实施严格管理制度，使用过程中定期检查和维护联锁系统、剂量报警装置及安全保障系统。 定期进行人员培训，操作人员持证上岗，严格按照操作规程进行运行操作，并佩戴个人剂量片，且要求每次开机前须确认门-机-灯联锁系统工作正常，才能进行开机运行。 探伤室内有固定式场所辐射探测报警装置，如果设备事故导致剂量超标，固定式场所辐射探测报警装置剂量报警装置就会报警，操作人员通过操作位急停按钮立即停机，切断高压或关闭电源，并组织有关人员进行维修。
③由于设备故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射。	本项目工业 X 射线探伤机只有在通电的情况下才有 X 射线发出，在发生事故时可立即断电，停止射线产生。
④设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。	本项目探伤室设有急停按钮，可立即切断高压或关闭电源，再进行维修。

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计和剂量报警仪。

④应尽可能记录下现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故处理后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

⑥以上应急响应流程公司应每年组织演练一次。

（3）事故预防措施

①建立辐射安全管理机构，制定完善的规章制度，并在实际工作过程中严格执行；

②加强辐射安全管理，加强辐射工作人员技能培训和辐射安全与防护知识的培训，提高个人的技能和辐射安全防范意识；

③辐射工作场所按要求设置相应的辐射安全与防护设施，定期检查各辐射工作场所和设备的辐射安全措施运行情况，确保各项安全措施始终保持良好的工作状态。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

福建亿一智控有限公司已成立了辐射安全与防护管理机构，并明确了相应的职责。辐射防护管理领导小组以章方泽（总经理）为组长；副组长：王茂涨（生产经理）、张辉琦（安全管理员）；成员：章方林（检验主管）、田志明（设备操作），项目验收之前新招 2 名操作人员。共同协作负责辐射安全与防护工作的具体组织、协调、督查与指导；负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度并组织实施；建立辐射工作人员的辐射防护档案与健康监护档案；定期对辐射安全与防护工作进行督查，确保不发生辐射安全事故。领导小组职责：

①组长职责：领导整个应急工作，协调各部门的工作，为应急工作提供资金保障。并向当地环保、卫生、公安等主管部门报告。

②副组长职责：配合组长工作，当组长不在时，行使组长权力。

③救护职责：当事故发生后，迅速与医疗救护单位联系，配合协助其工作。

④物资供应职责：为事故的救助提供必要的物质保障。

12.1.2 辐射工作人员配置

本项目建设单位拟配备 2 名辐射工作人员，1 名辐射安全与防护管理人员（本科以上学历+中级培训）负责工业 X 射线探伤仪检测工作。辐射工作人员上岗前，需在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/）参加辐射防护培训，考核合格后方可上岗。

项目投产前，建设单位应确保辐射工作人员全部到岗，完成辐射安全与防护培训并取得合格证书，持证上岗。项目竣工验收前，管理人员应取得相应的上岗证。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）相关要求，福建亿一智控有限公司已制定《辐射安全与环境管理机构》、《辐射安全与防护管理规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置管理规定》、《辐射监测方案》、《辐射工作

人员培训管理制度》、《辐射工作人员个人剂量监测管理制度》、《辐射应急预案》等相关管理制度，详见附件 3~附件 13。

表 12.2-1　福建亿一智控有限公司已建立的管理制度

序号	单位成立的管理制度	内容
1	辐射防护与安全管理制度	对单位辐射工作人员职责、工作程序和个人防护作出要求。
2	辐射工作人员岗位职责	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。
3	工业 X 射线管理规定	探伤室登记册记录每天的使用工况、维修情况。
4	辐射应急预案	规定了发生辐射事故时单位相关人员职责和处理程序，将辐射事故的影响减少到最小。
5	辐射工作人员培训管理制度	规定了辐射工作人员必须参加环保部门组织的辐射安全与防护培训，持证上岗。
6	辐射监测方案	规定了委托监测和日常监测的频率和内容，并要求对检测结果存档保留。
7	辐射工作人员个人剂量监测管理制度	提出对辐射工作人员个人剂量监测和体检的要求，并要求档案终身保存。
8	射线装置台账和维护管理制度	建立射线装置台账，规定探伤机、防护设施日常检查、定期维护保养，完整留存检修记录。
9	危险废物台账管理制度	规范探伤危废台账登记，记录危废产生、暂存、转移处置信息，台账长期存档。
10	年度评估报告制度	每年开展辐射安全防护自查，编制年度评估报告，排查安全隐患并上报。

在此基础上，项目单位的辐射安全管理规章制度符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等管理规定。

12.3 辐射监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等的要求，公司针对本项目制定相应的辐射监测计划，包括：

1、个人剂量监测

公司应委托有资质的单位定期对辐射工作人员的个人受照剂量进行例行检查并出具相关检测报告，个人剂量监测应遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）等相关规定执行，个人剂量监测的监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月；建立个人剂量档案和健康

管理档案，做好工作人员的剂量数据登记和汇总工作，工作人员职业照射个人剂量监测档案应终身保存。当发现职业操作人员年有效剂量接近本评价建议的剂量约束值 5mSv/a 时，应立即停止该人员的辐射工作，分析和查找剂量接近剂量约束值的原因，并采取相应的整改措施。

2、年度常规监测

按照《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 18 号部令，2011 年）的规定，公司应定期委托相关资质的第三方辐射监测机构对公司的辐射工作场所进行年度监测。年度监测点位应包括探伤室东侧、西侧、南侧、北侧及室顶墙外 30cm 处、操作位、防护门外 30cm、排风口、探伤室外需要关注的人员常停留区域。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，并于每年 1 月 31 日前提交发证机关。

3、日常监测

公司应配置便携式辐射剂量率仪，对辐射工作场所每季度进行一次环境监测，发现问题及时整改，所有监测记录均存档备查。日常监测点位包括探伤室东、西、南、北及室顶墙外 30cm 处、操作位、防护门外 30cm、排风口、探伤室外需要关注的人员常停留区域（包括东侧卫生间、西侧抛光生产线、南侧焊接生产线、东南侧下料生产线、南侧车床生产线、东侧道路、北侧道路等）。

4、辐射监测方案

表 12.3-1　辐射监测方案

监测对象	监测方案	监测因子	监测频率
年度监测	①防护门外 30cm； ②探伤室东、西、南、北及室顶墙外 30cm 处；房顶外 30cm 处； ③操作位； ④人员经常活动的位置（包括东侧卫生间、西侧抛光生产线、南侧焊接生产线、东南侧下料生产线、南侧车床生产线、东侧道路、北侧道路等）； ⑤周边其他环境关注点。	X-γ空气吸收剂量率（周围剂量当量率）	每年 1 次
自主监测			每季度 1 次
竣工环境保护验收监测			项目竣工后 3 个月内
安全联锁装置	实测并检查	安全检查	每次使用前
辐射工作人员	佩戴个人辐射剂量计	年有效剂量	季度送检 1 次

12.4 辐射事故应急措施

福建亿一智控有限公司制定了《辐射应急预案》（见附件 7），应急预案中明确了放射事件应急处理小组成员及应急联系电话、应急小组的职责及工作要求、事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通。

在日后的运行管理过程中，福建亿一智控有限公司应根据实际辐射工作情况和管理要求，及时对《辐射应急预案》进行更新完善。同时公司应根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，在应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故/事件情景，演练参与人员等。此外，公司应加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应经常监测辐射工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，并按规程处理和控制辐射事故，尽量把影响控制在最小范围，最大限度减少对人员安全和周围环境的影响，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

12.5 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

建设项目竣工环境保护验收项目一览表见表 12.5-1。

表 12.5-1 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

序号	验收项目	验收内容	验收标准及要求
1	辐射防护措施	探伤室为混凝土结构，探伤室四周墙体均为 500mm 混凝土，室顶为 550mm 混凝土。探伤室电动工件防护门为 15mm 铅板+6mm 钢板（4500×4600(H)mm）、人员进出门为 15mm 铅板+4mm 钢板（1200×2400(H)mm），与墙体间隙≤10mm	符合《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）相关规定
		设置门机联锁、急停按钮、工作指示灯、监控、电离辐射警告标志、警示灯、警戒线、警告牌装置	
		配备 1 台固定式场所辐射探测报警装置、1 台便携式 X-γ剂量率仪、2 台个人剂量计、2 台个人剂量	

		报警仪	
2	管理制度	成立辐射防护安全管理机构	符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相关规定
		制定相应的规章制度和事故应急预案，具有可操作性，有相应的操作规程、各类制度张贴上墙	
		辐射工作人员必须佩戴个人剂量计，包括仪器购买及维修、维护费用和单位项目预留防护资金，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存	
		个人剂量计检测（3 个月 1 次）和健康体检（2 年 1 次）	
		辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，并取得合格证	
3	环境监测	项目建成后委托有资质的技术服务机构进行验收检测；投入使用后每年至少进行 1 次常规检测	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关规定
		辐射工作人员必须佩戴个人剂量计，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存。	

表 13 结论与建议

13.1 结论

福建亿一智控有限公司位于福建省宁德市福鼎市山前街道兰田村长荣路 2 号，为提高产品质量，福建亿一智控有限公司根据生产需要，拟在车间 2 北侧靠东位置新建一间探伤室，配套使用 2 台工业 X 射线探伤机，用于无损检测产品焊缝缺陷。

一、辐射安全与防护分析结论

福建亿一智控有限公司设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，制定了完善的规章制度和辐射应急预案，辐射工作人员均拟配备个人剂量计。本项目拟在车间 2 北侧新建一间探伤室，配套使用 2 台工业 X 射线探伤机，探伤室依据严格标准采取周全的辐射安全防护措施，涵盖分区管控、墙体与防护门屏蔽、联锁及监测装置配备等多方面，全方位保障辐射环境安全。经评价分析，项目满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求，项目运行对周边辐射环境影响较小。

二、环境影响评价结论

（1）建设阶段对环境影响

本项目新建探伤室在建设期产生的环境影响主要是扬尘、噪声和固体废物等环境影响。建设期产生的材料废物由建设单位处理，产生的噪声随着探伤室建造的结束，影响也随即结束。

（2）运行阶段对环境影响

①辐射工作场所屏蔽防护设计

经估算可知，在本项目探伤室的防护作用下工业 X 射线探伤机四周屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率最大为 1.76μSv/h，室顶外 30cm 的复合作用剂量率为 1.66×10^{-1}μSv/h，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中要求的“关注点最高剂量率参考控制水平 2.5μSv/h”“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”，同时也满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中要求的“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”“对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参

考控制水平通常可取 100μSv/h”。

②年附加有效剂量估算

根据剂量估算结果，本项目 X 射线探伤机辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 1.63mSv，公众人员最大年附加有效剂量为 5.98×10^{-2}mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足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。

三、可行性分析结论

（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（2024 年本）》，本项目属于“第十四条机械”中“科学仪器和工业仪表：X 射线仪”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

四、总结论

综上所述，福建亿一智控有限公司 2 台固定式工业 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，将具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力以及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，该项目是可行的。

13.2 建议与承诺

（1）在项目建设同时，项目应确保辐射防护设施和管理措施的建设，必须做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”；

（2）制订辐射监测计划、购置辐射相关的监测仪器；

（3）建议做好各项环保安全设施的维护，完善各项制度，加强日常管理；

（4）成立的专门放射防护领导小组应定期开展活动，检查放射工作场所相关的管理制度，加紧配置各种防护设备，放射工作人员一定要持证上岗，落实个人佩戴个人剂量片，定期进行放射人员的健康体检，杜绝放射事故隐患，确保核技术应用设备和人员的安全；

（5）应做到定期检查探伤室设置的“电离辐射”标志，工作报警装置和联锁装置，发现故障及时解决；

（6）工业 X 射线探伤机投入使用前，应向生态环境保护主管部门申报，经有关部门验收合格后方可运行；

（7）对本报告表提出的辐射防护措施，应严格执行，辐射防护存在不足的地方，应尽快完善；

（8）公司未来如需增加本报告表所涉及之外的污染源和射线装置或对其使用功能进行调整变动，则应按要求向有关生态环境保护主管部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的污染治理措施，主动接受生态环境保护主管部门的监督管理。

注：1.辐射监测应给出：辐射监测计划（环境、个人剂量）和辐射监测设备的情况。

2.辐射安全保证与辐射事故应急响应应给出辐射安全规章制度和事故应急响应情况。

附件 1　委托书

委托书

闽环（福建）环境科技有限公司：

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》、《建设项目环境保护管理条例》以及《福建省环境保护条例》等环保法律法规规定，特委托贵单位对我公司“福建亿一智控有限公司2台工业X射线探伤机项目”进行环境影响评价，编制《福建亿一智控有限公司2台工业X射线探伤机项目环境影响报告表》。

委托单位：福建亿一智控有限公司

法人代表：谢天中

联系人：黄巧丽

联系电话：15160133991

2026年4月27日