核技术利用建设项目

江西省瑞康供水设备有限公司
X射线探伤机应用项目环境影响报告表

（报批稿）

江西省瑞康供水设备有限公司

二〇二四年四月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江西省瑞康供水设备有限公司
X射线探伤机应用项目环境影响报告表

建设单位名称：江西省瑞康供水设备有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江西省高安市独城镇（江西省制药机械厂）

邮政编码：**330813**　　联系人：***

电子邮箱：/　　联系电话：***

编制单位和编制人员情况表

项目编号	tdqc37
建设项目名称	江西省瑞康供水设备有限公司 X 射线探伤机应用项目
建设项目类别	55-172 核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（签章）	江西省瑞康供水设备有限公司
统一社会信用代码	9136098375424460XM
法定代表人（签章）	***
主要负责人（签字）	***
直接负责的主管人员（签字）	***
二、编制单位情况	
主持编制单位名称（签章）	深圳市宗兴环保科技有限公司
社会信用代码	91440300758617346B
三、编制人员情况	

1.编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
***	07353643507360014	BH008150	

2.主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
***	项目基本情况；放射源；非密封放射性物质；射线装置；废弃物；评价依据；保护目标及评价标准；环境质量和辐射现状；项目工程分析与源项；辐射安全与防护；环境影响分析；辐射安全管理；结论与建议；审批。	BH008150	

目录

表 1 项目基本情况 1
表 2 放射源 6
表 3 非密封放射性物质 6
表 4 射线装置 7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 8
表 6 评价依据 9
表 7 保护目标与评价标准 12
表 8 环境质量和辐射现状 19
表 9 项目工程分析与源项 22
表 10 辐射安全与防护 27
表 11 环境影响分析 34
表 12 辐射安全管理 44
表 13 结论与建议 50
表 14 审批 53

附图：

附图 1 本项目江西省瑞康供水设备有限公司所在地理位置图

附图 2 本项目江西省瑞康供水设备有限公司周边环境关系图

附图 3 本项目江西省瑞康供水设备有限公司总平面布置图

附图 4 本项目江西省瑞康供水设备有限公司探伤室平面布置图

附图 5 本项目江西省瑞康供水设备有限公司探伤室剖面图及通风、电缆防护结构图

附图 6 本项目江西省瑞康供水设备有限公司探伤室辐射防护措施图

附件：

附件 1 委托书

附件 2 关于成立辐射安全管理委员会的通知

附件 3 宜春市高安生态环境局责令（限期）改正通知书

附件 4 建设单位营业执照

附件 5 辐射安全与防护管理制度

附件 6 监测报告及检验检测机构资质认定证书、监测仪器检定证书

附件 7 危废处置协议

附件 8 江西省瑞康供水设备有限公司年产厂区环评批复

附件 9 本项目已建探伤室工作场所辐射屏蔽设计证明材料

附件 10 辐射工作人员核技术利用辐射安全与防护考核证书

附件 11 个人剂量监测委托书

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">江西省瑞康供水设备有限公司 X 射线探伤机应用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">江西省瑞康供水设备有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>***</td><td>联系人</td><td>***</td><td>联系电话</td><td>***</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">江西省高安市独城镇（江西省制药机械厂）</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目地点</td><td colspan="5">江西省高安市独城镇（江西省制药机械厂）江西省瑞康供水设备有限公司西侧中部</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="2">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>80</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>33</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>41.2%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建 ☐改建 ☐扩建 ☐其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>58.60</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>☐销售</td><td colspan="4">☐I类 ☐II类 ☐III类 ☐IV类 ☐V类</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="4">☐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="4">☐制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="4">☐乙 ☐丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>☐生产</td><td colspan="4">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="4">☐II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="4">☑II类 ☐III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

1.1 建设单位基本情况

江西省瑞康供水设备有限公司成立于 2003 年 11 月 20 日，注册地位于江西省高安市独城镇（江西省制药机械厂），是江西高安水泵厂家之一，其地理坐标为东经***，北纬***。是一家专业生产“赣洪牌”水泵、隔膜式气压罐、消防增压稳压设备、消防气压给水设备以及高楼生活给水设备的专业厂家，是集生产、销售和服务于一体的经济实体。企业拥有完善的质量管理体系和售后服务体系，拥有一批专业的、技术力量过硬的人才队伍。

企业通过了国家消防产品强制 3C 认证，获得国家质量检验检疫总局颁发国家特

种设备（压力容器）生产许可证。获得江西省卫生厅颁发的涉水产品卫生许可证。企业生产的产品已在国家消防产品信息网登录，广东、福建、广西、贵州、四川、陕西、湖南湖北、江西等大部分省市都有销售网点。公司拥有 1-20 人，公司性质为有限责任公司自然人投资或控股是宜春市领先的批发/零售行业服务商。

展望未来，公司将继续保持和发扬企业的优良品质，本着“质量为本、科技创新、满意顾客、持续改进”的质量方针，为广大新老客户提供更好的产品和更贴心的服务。

1.2 本项目概况

根据公司发展需求，经营策略做出相应调整，为提高生产产品的品质质量，建设单位已建设一间探伤室，地理坐标为东经***，北纬***。并配备了 1 台 XXQ-2005 型定向 X 射线探伤机（最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA，主射方向为由东向西照射），用于公司生产的隔膜式气压供水罐的无损检测工作。隔膜式气压供水罐（探伤对象）长度为 300mm～600mm、直径 500mm～700mm，厚度 3mm～15mm，材质为 Q235B。探伤设备只在探伤室内进行探伤作业，不进行现场探伤作业。

建设单位为本项目配备 2 名辐射工作人员，辐射工作人员均需要取得核技术利用辐射安全与防护考核证书后方能上岗，两名辐射工作人员已取得核技术利用辐射安全与防护考核证书（见附件 10）。探伤机一次最长曝光时间 5min，年拍片量约 1200 张，每张 5min。

本项目为未批先建项目。2023 年 9 月 14 日，经宜春市高安生态环境局对公司进行检查，下达责令（限期）改正通知书（附件 3），责令整改。公司已停止使用 XXQ-2005 型 X 射线探伤机，并积极履行环评手续。核技术利用项目情况详见表 1-1：

表 1-1 江西省瑞康供水设备有限公司核技术利用项目情况表

设备名称	设备型号	生产厂家	数量	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	类别	工作场所名称	活动种类	备注
X射线探伤机	XXQ-2005型	江西省星光检测技术有限责任公司	1	200	5	II	探伤室	使用	定向机

1.3 项目由来

江西省瑞康供水设备有限公司目前生产成品为压力容器，建设项目环境影响登记表成品为制药机械，生产成品与登记成品不一致。且公司因生产设备检测需要，2009 年开始安装使用了一套 X 射线装置，但无辐射安全许可证。上述行为涉嫌违反

了《中华人民共和国环境影响评价法》第二十四条、《中华人民共和国放射性污染防治法》第二十八条的规定依据《中华人民共和国行政处罚法》第二十三条和《中华人民共和国环境影响评价法》第三十一条、《中华人民共和国放射性污染防治法》第五十三条的规定，2023 年 9 月 14 日江西省瑞康供水设备有限公司接到宜春市高安生态环境局责令（限期）改正通知书，责令完成以下整改措施：①立即停止生产压力容器成品，待取得相应环评手续后方可恢复生产。②立即停止使用 X 射线装置，未取得放射源使用许可证等辐射相关手续不得使用该 X 射线装置（改正通知书见附件 3）。

江西省瑞康供水设备有限公司目前已暂停违法行为，并正为其更正补正公司厂区环评手续和使用 X 射线装置的环评手续。2024 年 1 月，公司获得宜春市高安生态环境局《关于江西省瑞康供水设备有限公司年产 10000 台水泵生产线建设项目环境影响报告表的批复》（高环评字〔2024〕4 号），见附件 8。建设单位拟委托第三方环境检测公司对厂区开展竣工环境影响验收调查。

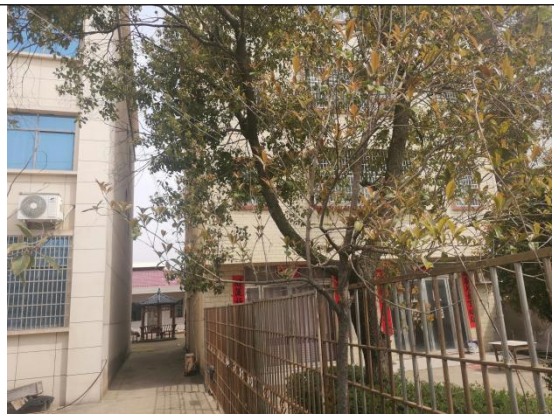
由“关于发布＜射线装置分类＞的公告（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）”可知，本项目使用的设备属于II类射线装置。根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）可知，本项目属于“五十五、核与辐射”中属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受建设单位委托，我公司（深圳市宗兴环保科技有限公司）承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，在此基础上编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1。

1.4 本项目周边保护目标及项目选址情况

江西省瑞康供水设备有限公司位于江西省宜春市高安市独城镇，公司北侧为废弃工厂，东侧为居民自建房，南侧隔乡镇道路为太阳集团高新公司，西侧隔乡镇道路为江西华庆泵业有限公司。

本项目探伤室位于江西省瑞康供水设备有限公司西侧中部，该探伤室北侧为标准件仓库，东侧为探伤室操作室，南侧从东到西依次为阅片室、洗片室，西侧隔乡镇道路为江西华庆泵业有限公司，顶部人员可到达，为杂物临时堆放点。

具体情况如下所示：



公司东侧

公司南侧

公司西侧

公司北侧

探伤室东侧（操作室）

探伤室南侧（阅片室）

探伤室南侧（洗片室）

探伤室西侧（江西华庆泵业有限公司）

探伤室北侧（标准件仓库）

探伤室顶部（杂物临时堆放点）

探伤机（探伤室内）

通风装置

人员防护门

工件防护门

指示灯、视频监控

急停开关

门机联锁装置

规章制度

工程师勘察现场

危废暂存间

图 1-1 项目现场照片

本项目探伤室附近区域 50m 范围内无学校、医院、民居等环境保护敏感目标，周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤机操作的辐射工作人员及装置周围公众。四周人员较少停留，布局合理，屏蔽厚度符合相关标准要求，选址充分考虑了周围场所人员防护与安全，避开人群稠密区域，故本项目工作场所选址合理。本项目江西省

瑞康供水设备有限公司所在地理位置图见附图 1，本项目江西省瑞康供水设备有限公司周边环境关系图见附图 2，本项目江西省瑞康供水设备有限公司总平面布置图见附图 3。

1.5 实践的正当性

江西省瑞康供水设备有限公司的探伤设备主要用于公司生产的隔膜式气压供水罐无损探伤，其应用能提高产品的质量，确保设备的安全可靠性。该公司的 X 射线装置在使用过程中产生电离辐射，对周围环境产生一定影响，但在使用过程中采取了必要的防护措施减少本项目的辐射影响，使本项目的辐射影响在相应的标准范围内，该项目给社会带来的利益远大于其可能引起的辐射影响。因此，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

1.6 产业政策符合性

本项目为 X 射线探伤机应用项目，不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的限制类和淘汰类，且本项目的建设，有利于提高和保证待检物的产品质量，符合国家法律法规，符合国家产业政策。

1.7 评价因子及评价重点

本项目的污染因子为 X 射线探伤机应用产生的电离辐射。本次评价采用 X-γ辐射剂量率、X 射线探伤机工作人员及机房周边公众人员的有效剂量作为评价因子，重点评价其产生的电离辐射对环境敏感人群的影响。

N
W
E
S
废弃工厂
江西省瑞康供水
设备有限公司
探伤室
江西华庆彭业有限公司
居民自建房
太阳集团高新公司
20米
Custom(228)
设置

图 1-2 公司周边关系图

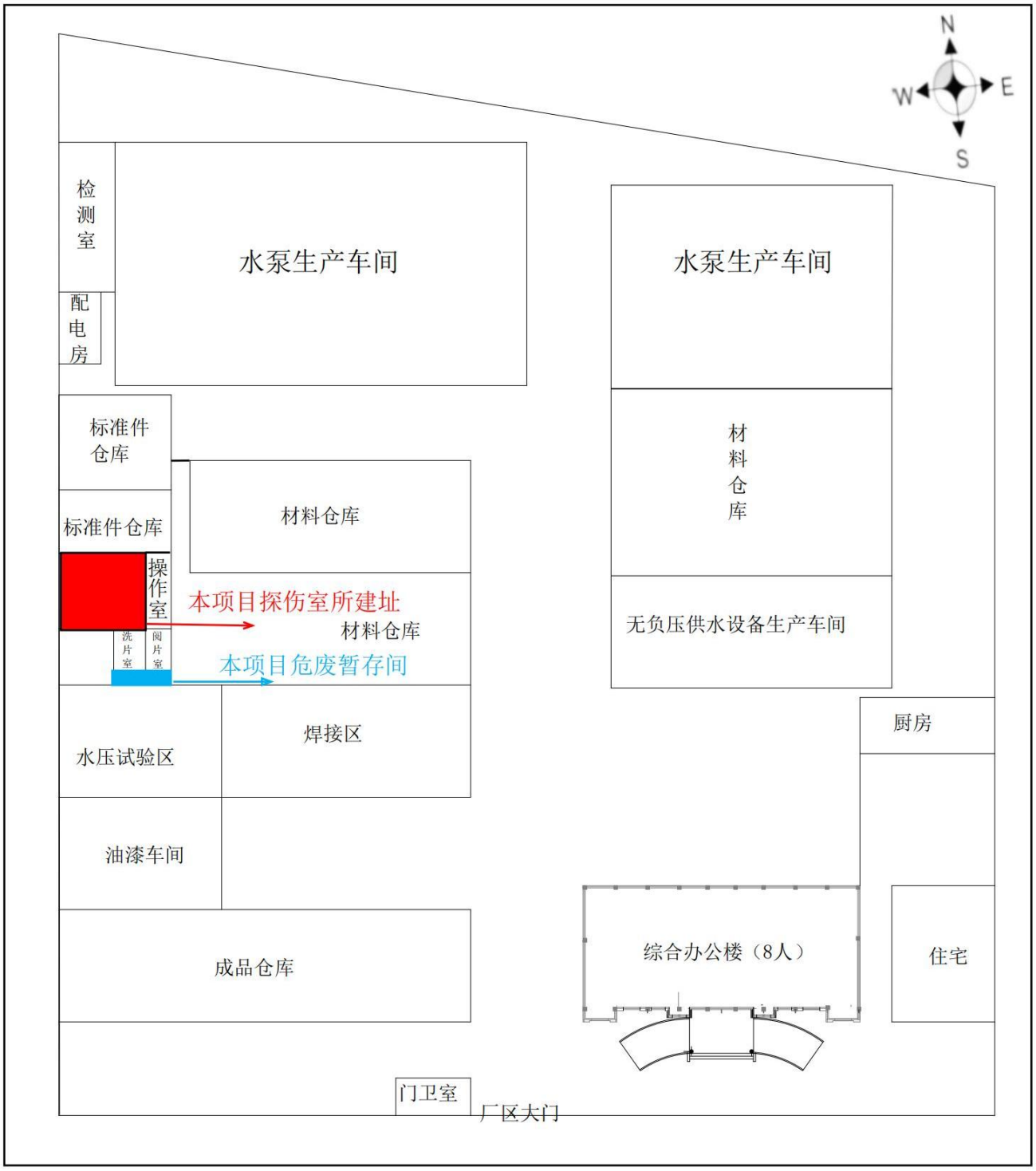


图 1-3 江西省瑞康供水设备有限公司总平面布置图

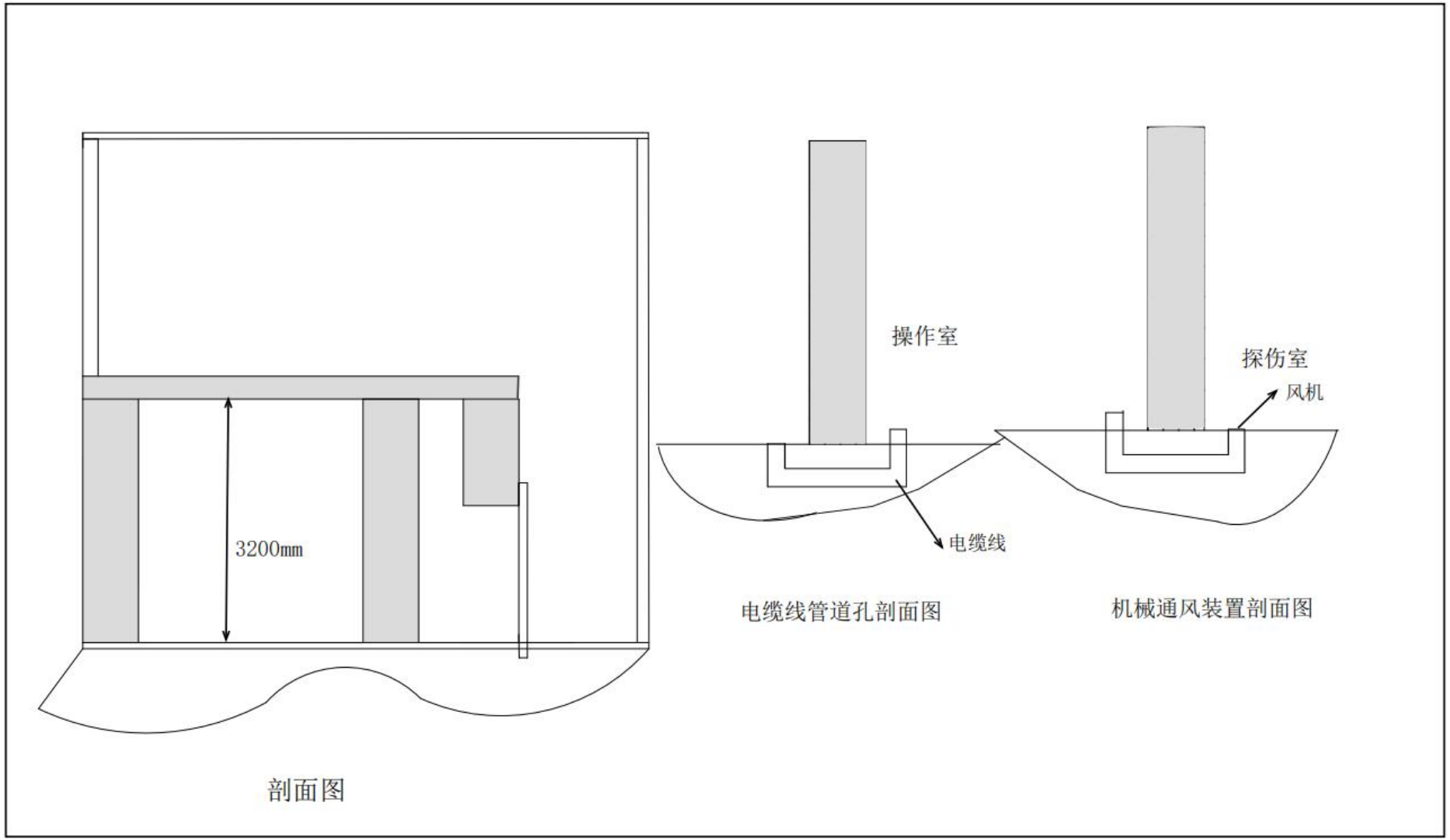


图 1-4 探伤室剖面图及通风、电缆防护结构图

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）	年最大操作量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等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（台）	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	XXQ-2005	200	5	无损检测	探伤室	定向机

（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、氮氧化物	气态	/	/	/	少量	/	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为 50 分钟，可自动分解为氧气
废胶片	固态	/	/	约 0.05kg	50 张约 0.6kg/a	/	暂存于危废暂存间内	收集贮存后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
废显（定）影剂（含冲洗废水）	液态	/	/	约 8.4kg	约 100kg	/	暂存于危废暂存间内	收集贮存后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
废显（定）影剂包装袋	固态	/	/	/	4 个	/	暂存于危废暂存间内	收集贮存后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。

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/m^3）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	1)《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订本），中华人民共和国 2014 年主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日起施行； 2)《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正本），中华人民共和国 2018 年主席令第 24 号，自 2018 年 12 月 29 日起施行； 3)《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国 2003 年主席令第 6 号，自 2003 年 10 月 1 日起施行； 4)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修正本），中华人民共和国 2019 年国务院令第 709 号，自 2019 年 3 月 2 日起施行； 5)《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修正本），中华人民共和国 2017 年国务院令第 682 号，自 2017 年 10 月 1 日起施行； 6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），中华人民共和国生态环境部 2021 年部令第 20 号修正，自 2021 年 1 月 4 日起施行； 7）《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 号公布，自 2021 年 1 月 1 日起实施； 8）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第 18 号公布，自 2011 年 5 月 1 日起施行； 9）《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》，原环保总局环发〔2006〕145 号，自 2006 年 9 月 26 日起施行； 10）《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》生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行； 11）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部 2021 年部令第 9 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行；关于发布《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》配套文件的公告，中华人民共和国生态环境部 2019 年公告第 38 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行； 12)《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会 2017 年公告第 66 号，自 2017 年 12 月 5 日起施行； (13)《危险废物经营许可证管理办法》，2004 年 7 月 1 日实施，根据 2016

	年 2 月 6 日施行中华人民共和国国务院令第 666 号的《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订； 14）《突发环境事件信息报告办法》，经 2011 年 3 月 24 日环境保护部 2011 第 114）次部务会议审议通过，2011 年 4 月 18 日中华人民共和国环境保护部令第 17 号公布，自 2011 年 5 月 1 日起施行； 15)《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 49 号修改，2024 年 2 月 1 日施行； 16)《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知（2016 年发布）》环办辐射函〔2016〕430 号； 17)《中华人民共和国核安全法》2017 年 9 月 1 日，经第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过，中华人民共和国主席令第七十三号公布，自 2018 年 1 月 1 日起施行； 18)《放射工作人员职业健康管理办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号 2007 年 3 月 23 日经卫生部部务会议讨论通过，自 2007 年 11 月 1 日起施行； 19)《国家危险废物名录（2021 版）》，2021 年 1 月 1 日起施行。

技术标准	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》（HJ 10.1-2016）； 2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； 3）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 4）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 5）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）； 6）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； 7）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； 8）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）； 9）《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ 2025-2012）； 10）《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB 15562.2-1995）（2023 年版）； 11)《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）； 12）《环境保护图形标志-固体废物贮存（处置）场》（GB 15562.2-1995）修改单； 13）《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB/Z 41476.3--2022）； 14）《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98--2020）。
其他	（1）辐射环境影响评价委托书； （2）江西省瑞康供水设备有限公司提供的项目相关资料； （3）《中国环境天然放射性水平》，国家环境保护局，1995 年 8 月。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目建设内容为在公司西侧中部建设一间探伤室，探伤室内配备有 1 台 X 射线探伤机，X 射线探伤机运行过程中产生的电离辐射会对周围环境产生影响，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）的规定，“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（无实体界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。本项目属于II类射线装置的项目，具有实体边界，因此，本项目评价范围为探伤室屏蔽边界外 50m 范围。

本项目评价范围示意图见图 7-1。

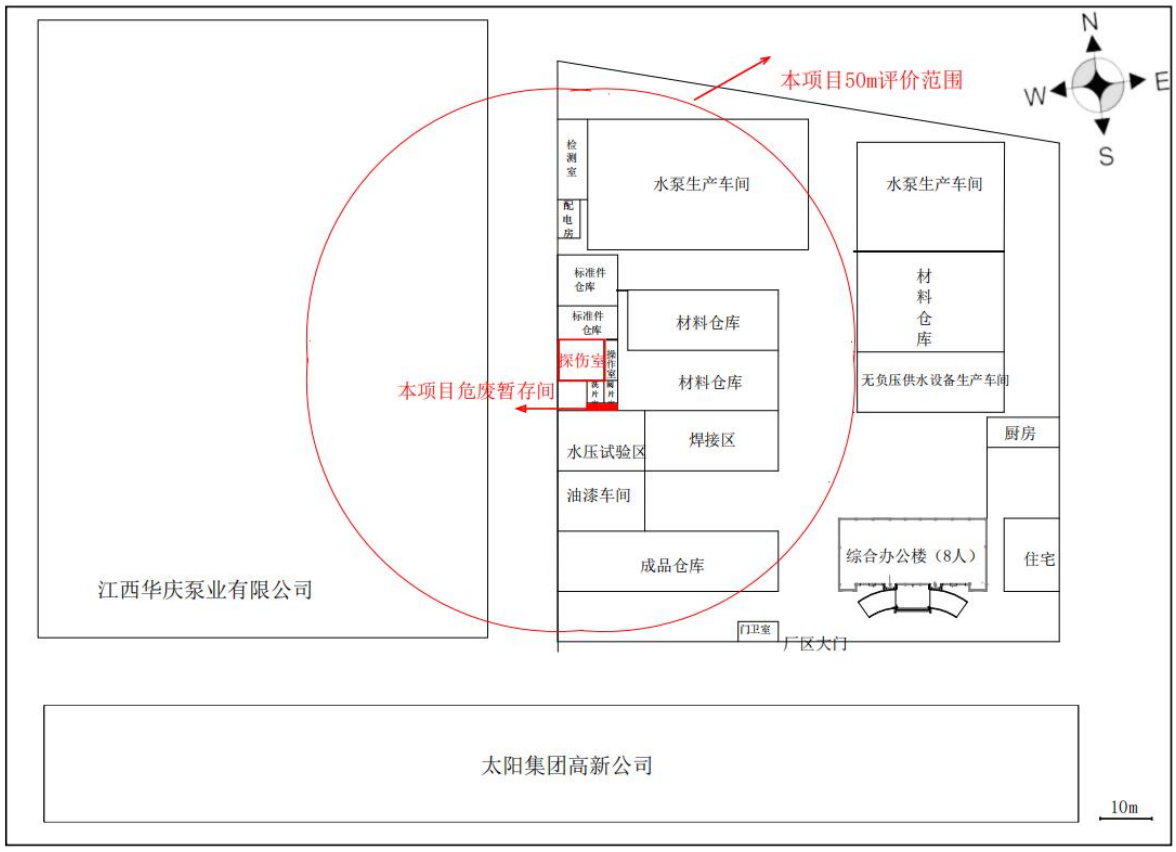


图 7-1 本项目评价范围示意图

7.2 保护目标

本项目探伤室位于公司西侧中部，探伤室为地上一层建筑，地下无建筑，为土质层，顶部人员可到达，为杂物临时堆放点。探伤室北侧 50m 范围内主要为标准件仓库、配电房、检测室、水泵生产车间、厂区道路；东侧 50m 范围内主要为材料仓库、厂区道路；南侧 50m 范围内主要为水压试验区、焊接区、油漆车间、成品仓库、厂区道路；西侧 50m 范围内主要为乡镇道路及江西华庆泵业有限公司。本项目评价范围 50m 范围内，无学校、医院、民居等环境保护敏感点。

因此，本项目评价范围内的环境保护目标主要为辐射工作人员、公司厂区内其他非辐射工作人员及在设备周边 50m 范围内偶尔停留的其他非辐射工作人员。本项目的环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标情况一览表

序号	环境保护对象		相对方位	距离	人数	年剂量约束值
1	X 射线探伤机操作人员	操作室	东侧	屏蔽墙体外 30cm	2 人	5mSv
		洗片室、阅片室	南侧			
2	公众人员	标准件仓库、配电房、检测室、水泵生产车间、厂区道路	北侧	1~50m	5 人	0.1mSv
3		材料仓库、厂区道路	东侧	3~50m	5 人	
4		水压试验区、焊接区、油漆车间、成品仓库、厂区道路	南侧	3~50m	5 人	
5		乡镇道路及江西华庆泵业有限公司	西侧	2~50m	50 人	
6		探伤室顶部杂物临时堆放点	顶部	2m	1 人	

7.3 评价标准

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

附录 B 剂量限值和标明污染控制水平

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.l 剂量限值

B1.1.1.l 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

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a）年有效剂量，lmSv。

本项目取其十分之一即 0.1mSv 作为剂量约束值。

（2）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

标准规定了 X 射线和γ射线探伤的放射防护要求。

标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤和γ探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤机和移动式探伤机）。

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 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-2 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 7-2 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

5.1.2 工作前检查项目应包括：

a) 探伤机外观是否完好；

b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；

c) 液体制冷设备是否有渗漏；

d) 安全联锁是否正常工作；

e) 报警设备和警示灯是否正常运行；

f) 螺栓等连接件是否连接良好；

g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求：

a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；

c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；

d) 应做好设备维护记录。

6 固定式探伤的放射防护要求

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。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。

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。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

（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 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3 探伤室屏蔽要求

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

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($H_{c,d}$):

1)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：$H_c \leq 100\mu Sv$/周；

公众：$H_c \leq 5\ \mu Sv$/周。

$$\dot{H}_{c,d} = H_C /(t \bullet U \bullet T) \qquad (1)$$

式中：

H_c——周剂量参考控制水平，单位为微希每周(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)关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$：

$H_{c,max}$=2.5μSv/h

c)关注点剂量率参考控制水平 H_c：

H_c 为上述 a)中的 $H_{c,d}$ 和 b)中的 $H_{c,max}$ 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，距探伤室顶外表面 30 cm 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 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 H.(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 30 cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μSv/h。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑已 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当他们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

本项目拟建探伤室所配备使用的 X 射线探伤机电压等级为 200kV，低于 500kV，可依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中相应的公式、图、表进行理论计算。具体计算内容及采用的相关公式、图、表详见本报告 11-2 小节。

（4）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）

4 总体要求

4.1 生产、收集、贮存、利用、处置危险废物的单位应建造危险废物贮存设施或设置贮存场所，并根据需要选择贮存设施类型。

6 贮存设施污染控制要求

6.1 一般规定

6.1.5 同一贮存设施宜采用相同的防渗、防腐工艺（包括防渗、防腐结构或材料），防渗、防腐材料应覆盖所有可能与废物及其渗滤液、渗漏液等接触的构筑物表面；采

用不同防渗、防腐工艺应分别建设分贮存分区。

（5）《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）

6 危险废物的贮存

6.4 贮存危险废物时应按危险废物的种类和特性进行分区贮存，每个贮存区域之间宜设置挡墙间隔，并应设置防雨、防火、防雷、防扬尘装置。

6.8 危险废物贮存单位应建立危险废物贮存的台账制度，危险废物出入库交接记录内容应参照本标准附录 C 执行。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

江西省瑞康供水设备有限公司位于江西省宜春市高安市独城镇，北侧为废弃工厂，东侧为居民自建房，南侧隔乡镇道路为太阳集团高新公司，西侧隔乡镇道路为江西华庆泵业有限公司。

本项目探伤室位于江西省瑞康供水设备有限公司西侧中部，该探伤室北侧为标准件仓库，东侧为探伤室操作室，南侧从东到西依次为阅片室、洗片室，西侧隔乡镇道路为江西华庆泵业有限公司，顶部人员可到达，为杂物临时堆放点。

本项目江西省瑞康供水设备有限公司所在地理位置图见附图 1，本项目江西省瑞康供水设备有限公司周边环境关系图见附图 2，本项目江西省瑞康供水设备有限公司总平面布置图见附图 3。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

（1）评价对象

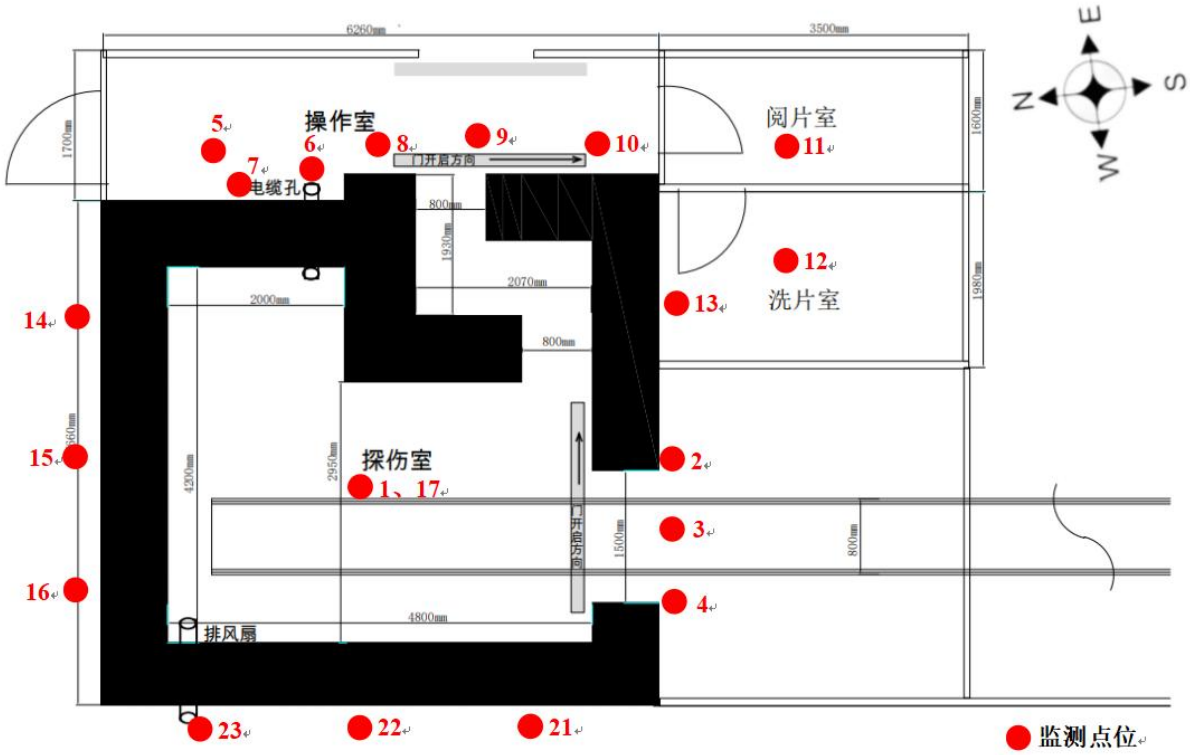
依照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），对探伤室周围的辐射环境背景水平进行调查监测。

（2）监测因子

探伤室及周围环境中的γ辐射剂量率。

（3）监测点位

监测方法依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），主要在探伤室四周及评价范围内的有代表性建筑物室内、室外空地等处布设监测点位。根据本项目周围环境现状，在本项目探伤机应用区域及周围公众人员工作区域，共布置 24 个监测点位，如图 8-1。


6260mm
3500mm
操作室
阅片室
洗片室
探伤室
电缆孔
排风扇
门开启方向
1700mm
1600mm
1980mm
800mm
1930mm
2070mm
2000mm
4200mm
2950mm
1500mm
4800mm
N
S
E
W
1、17
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
21
22
23
监测点位

N
W
E
S
废弃工厂
江西瑞康供水设备有限公司
江西华庆泵业有限公司
乡镇道路
24
50m评价范围
本项目探伤室已建址
本项目危废暂存间
居民自建房
S309
乡镇道路
太阳集团高新公司
太阳集团高新公司
3D
50米
200英尺
监测点位

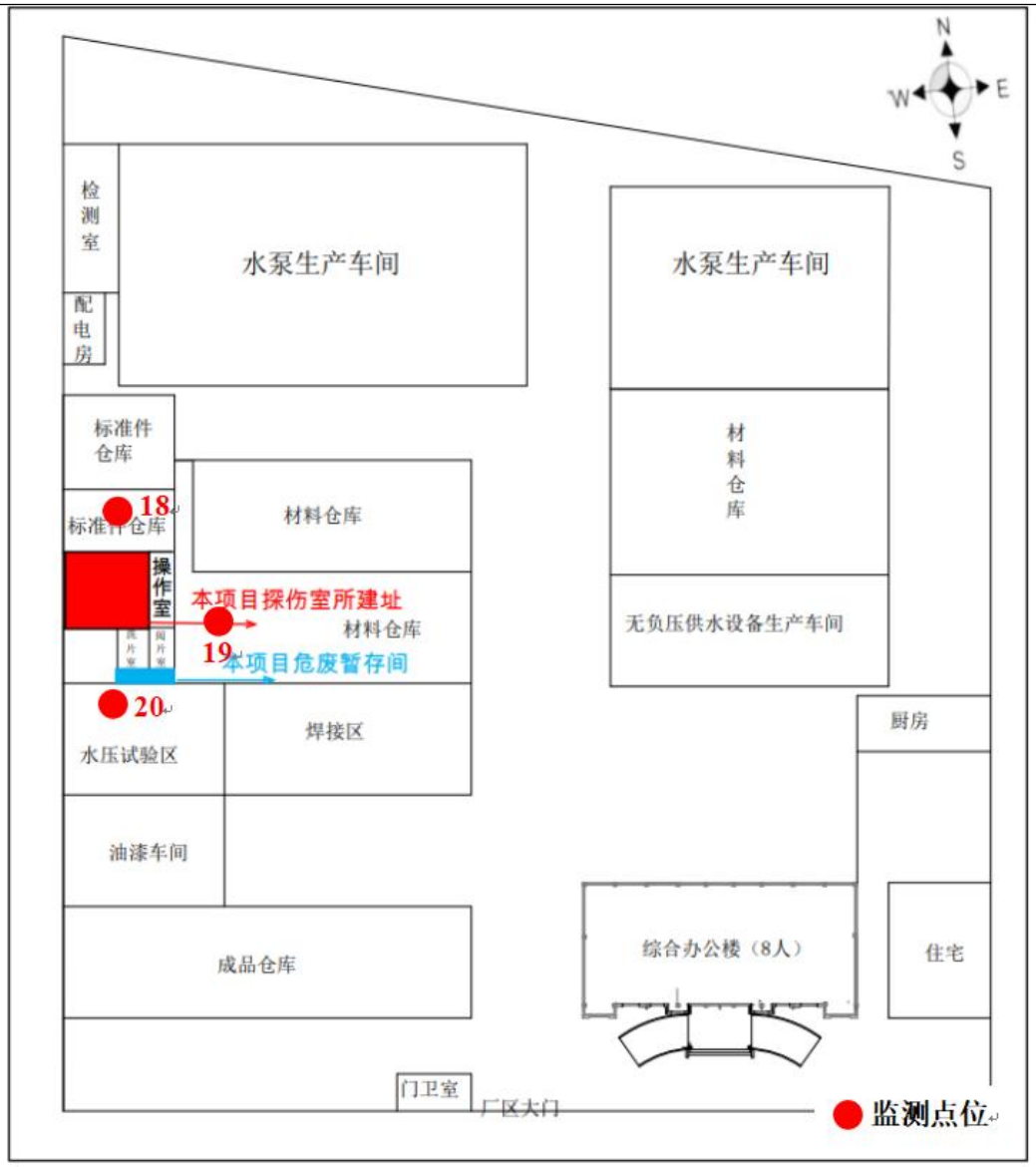


图 8-1 监测点位示意图

8.3 监测方法

为了解本项目辐射环境现状，根据探伤室周围环境概况，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境γ辐射剂量率测 量技术规范》（HJ1157-2021），根据布点原则和要求，采用符合要求的仪器（仪器参数见 8-1），仪器探头中心距离地面为 1m，仪器读数稳定后，以约 10s 的间隔读取 10 个数据进行监测和记录。

8.4 监测仪器

辐射环境监测仪器参数见表 8- 1

表 8-1 测量仪器主要技术参数一览表

仪器名称	X-γ辐射剂量率仪
仪器型号	MH1100-R/MH1100-G
制造单位	木亥环保科技（上海）有限公司
出厂编号	201095/G-21024145
检定证书编号	2023H21-20-5010797001-01
检定有效期	2023 年 12 月 19 日至 2024 年 12 月 18 日
剂量率范围	1nGy/h~100μGy/h
能量范围	20keV~7MeV
检定单位	上海市计量测试技术研究院

8.5 质量保证措施

1、合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

2、监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；

3、监测仪器每年定期经计量部门检定/校准，检定/校准合格后方可使用；

4、每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验；

5、由专业人员按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录；

6、监测报告严格实行校对、校核、审定三级审核制度，专人负责质量保证及核查、检查工作。

8.6 监测结果

监测单位于 2024 年 3 月 22 日对江西省瑞康供水设备有限公司探伤室及周围辐射环境现状进行监测，监测报告见附件 6。监测结果见表 8-2。

表 8-2 项目所在场址本底监测结果一览表

序号	监测点位	监测结果（nGy/h）	标准差	备注
1	探伤室内	81.0	±6.2	室内
2	工件防护门 01	64.8	±5.4	室内
3	工件防护门 02	66.6	±6.2	室内
4	工件防护门 03	66.3	±5.1	室内
5	操作室操作位	101.6	±4.5	室内
6	操作室管线孔处	110.2	±7.6	室内
7	探伤室东墙外 30cm	123.2	±4.3	室内
8	人员防护门 01	89.5	±6.5	室内

9	人员防护门 02	88.0	±5.6	室内
10	人员防护门 03	87.9	±5.4	室内
11	阅片室	111.7	±6.6	室内
12	洗片室	101.8	±3.9	室内
13	探伤室南墙外 30cm	108.1	±6.9	室内
14	探伤室北墙外 30cm 01	97.4	±7.4	室内
15	探伤室北墙外 30cm 02	97.2	±6.6	室内
16	探伤室北墙外 30cm 03	98.9	±7.0	室内
17	探伤室顶部	60.9	±7.1	室内
18	标准件仓库	92.8	±6.2	室内
19	材料仓库	60.9	±5.0	室内
20	水压试验区	69.6	±6.9	室内
21	探伤室西墙外 30cm 01	71.0	±4.9	室外
22	探伤室西墙外 30cm 02	70.5	±4.8	室外
23	探伤室西墙外 30cm 03（排风口处）	70.9	±4.8	室外
24	江西华庆泵业有限公司东侧	71.8	±3.6	室外

备注：1、以上数据已扣除仪器对宇宙射线的响应，监测值为：9.3nGy/h，见附件 6；
2、监测仪器校准因子取值 0.96，检定证书见附件 6；
3、依据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）8.6.1 中建筑物对宇宙射线的屏蔽因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1。

8.7 小结

由监测结果可知：探伤室已建址四周外及周围环境γ辐射剂量率水平在 60.9～123.2 nGy/h 之间（室内）和 70.5~71.8Gy/h（室外），均在江西省宜春市环境天然放射性本底范围内，表明项目周边辐射环境无异常（宜春市道路、原野环境天然放射性本底范围为 15.3～369.4nGy/h，室内环境天然放射性本底范围为 33.4～320.9nGy/h，摘自中国原子能出版社 2015 年 7 月编制的《中国环境天然放射性水平》）。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

本项目内容为在公司西侧中部建设一间探伤室，在探伤室内配备 1 台 X 射线定向探伤机，本项目工业 X 射线探伤机设备参数见表 9-1。

表 9-1 本项目工业 X 射线探伤机设备参数一览表

设备型号	XXQ-2005
最大管电压（kV）	200
最大管电流（mA）	5
辐射角度	40°
X 射线距辐射源点（靶点）1m 处输出量 [mGy•m^2/（mA•min）]	28.7
距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率（μSv/h）	2500
照射方向	定向
训机时间间隔	24h
训机时长	5min

9.1.1 X 射线探伤机

（1）设备组成

X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与 X 射线发生器。X 射线发生器用于在控制器设置条件进行曝光探伤。X 射线发生器的核心部件是 X 射线管。X 射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成。X 射线管一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。

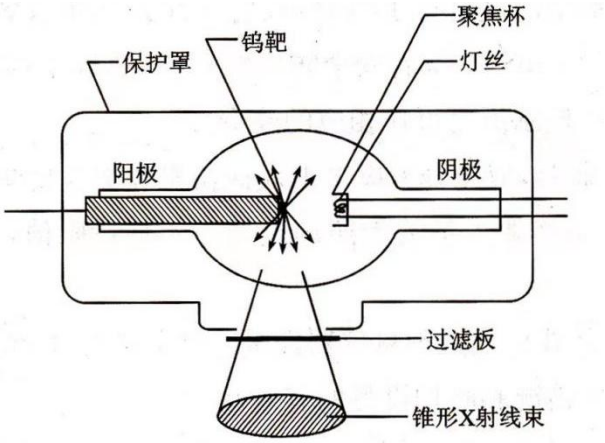


图 9-1 X 射线发生器工作原理示意图

图 9-2 常见 X 射线探伤机外观图及连接电缆

（2）X 射线无损检测原理

X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。常见的定向 X 射线探伤机照射工件示意图如图 9-3 所示。

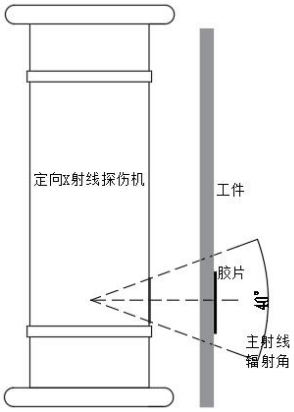


图 9-3 常见定向 X 射线探伤机照射工件示意图

9.1.2工件信息及工作方式

射线检测方法是利用射线穿透物体时，会发生吸收和散射这特性，通过测量材料中因缺陷存在而影响射线的吸收来探测缺陷，以胶片作为记录信息器材的无损检测方法。把被检物体放在离射线装置 500mm～1000mm 的位置处，把胶片紧贴在被检工件背后，用 X 射线对工件照射后，透过工件的射线使胶片感光，同时工件内部的真实情况就反映到胶片的乳胶上，对感光后的胶片在洗片室中进行显影、定影、水洗和干燥，将干燥的底片放在

观片的显示屏上观察，根据底片的黑度和图像来判断工件有无缺陷以及缺陷的种类。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定材料或制品的质量，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。

本项目 X 射线探伤机探伤对象主要为公司生产的隔膜式气压供水罐，隔膜式气压供水罐长度为 300mm～600mm、直径为 500mm～700mm，厚度为 3mm～15mm，材质为 Q235B。

探伤室内部尺寸长 4.8m，宽 4.2m，高 3.2m，工件门洞尺寸为 1500mm×1800mm，探伤室内及门宽尺寸与工件能够匹配。建设单位只开展探伤室内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。

9.1.3 工作流程及产污环节分析

（1）探伤工作流程

X 射线探伤时辐射工作人员将探伤工件通过轨道从工件门运送至探伤室内，在操作台进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

1）辐射工作人员工作前需要开展各项检查，重点检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。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。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。

2）辐射工作人员通过轨道将探伤工件运送至探伤室内，固定工件并在检测部位贴上感光胶片；

3）将X射线探伤机固定到合适的位置；

4）检查探伤室内人员滞留情况，确定无人后探伤工作人员关闭工件门，通过人员门回到操作台后关闭人员门；

5）探伤工作人员开启X射线探伤机进行无损检测；此过程中产生X射线、少量臭氧及氮氧化物；

6）达到预定照射时间和曝光量后关闭X射线探伤机，工作人员从人员门进入探伤室取下胶片；

7）完成所有检测工作后，将工件运出探伤室；

8）工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等；此过程中产生废显（定）影剂，废胶片。

固定式X射线探伤工作流程及产污环节见图9-4。

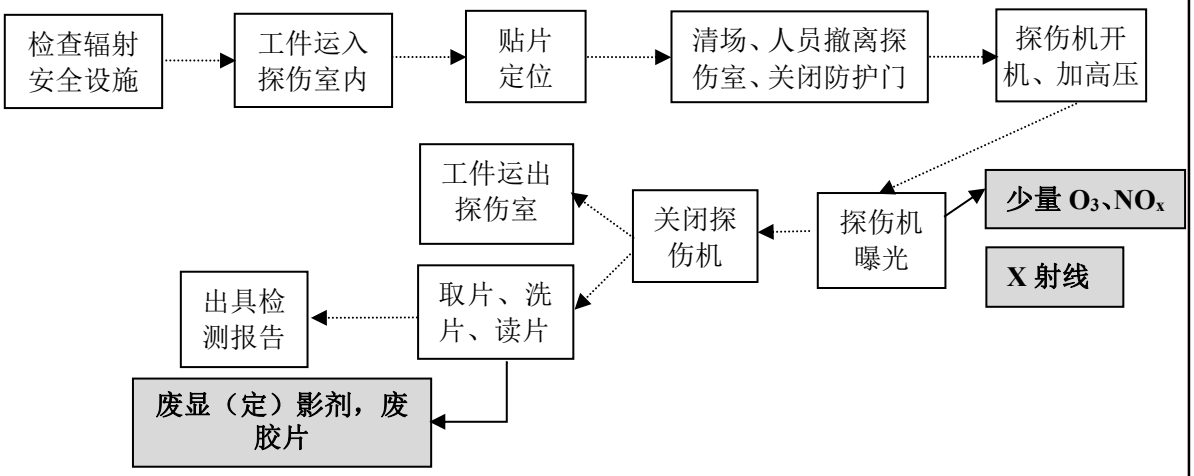


图 9-4 X 射线探伤机工作流程图

由图 9-4 可知，本项目营运中产生的主要污染物如下

1）探伤机出束过程中产生的 X 射线；

2）X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；

3）当定影、显影液在使用至无法起效时产生的废显（定）影剂；

4）探伤工作中可能产生的废胶片。

若探伤机长时间不用或初次使用需要先进行训机，训机过程也产生 X 射线。每台 X 射线探伤机使用之前应制作相应的曝光曲线，并定期对曝光曲线进行校验，新购或大修后的设备应重新制作曝光曲线，曝光曲线制作过程中，也产生 X 射线。训机在探伤室内进行。

（2）训机、曝光曲线制定工作流程

若探伤机初次使用或长时间不用需要先进行训机，训机在探伤室内进行，训机过程产生 X 射线。X 射线探伤机使用之前应制作相应的曝光曲线，并定期对曝光曲线进行校验。新购或大修后的设备应重新制作曝光曲线，曝光曲线制作过程也产生 X 射线。根据建设单位提供资料，一般情况下，X 射线探伤机首次购买后以及返厂维修后，设备均由厂家进行训机和制作曝光曲线。

根据厂家提供资料，本项目探伤机每天使用前需进行短训机，探伤机停用超过 1 周需进行长训机。训机从低千伏值一点一点地往高训，当训到最高值后结束，整个训机过程中训练指示灯（红）常亮，射线警示灯闪动。待训练指示灯熄灭，设备发出特定蜂鸣提示声音后，训机结束。

9.1.4 人员配置及工作制度

工作制度：本项目辐射工作人员实行白班单班制，每周工作 5 天，每年工作 50 周，探伤机一次最长曝光时间 5min，年拍片量约 1200 张，每张 5min。

人员配置：建设单位为本项目配备 2 名辐射工作人员操作探伤机及管理该探伤室，辐射工作人员均需取得核技术利用辐射安全与防护考核证书后方能上岗，两名辐射工作人员已取得核技术利用辐射安全与防护考核证书。

9.2 污染源项分析

9.2.1 辐射污染源分析

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线装置在工作时会产生较高能量的 X 射线，少量的泄漏射线和散射射线，对周围环境造成辐射污染影响。X 射线探伤机检测过程中，打开 X 射线机处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。X 射线是随机器的开、关而产生和消失的。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。随着电源的关闭，X 射线也随之消失，没有剩余辐射，对周围环境和人体健康无影响。

9.2.2 非辐射污染源分析

①废气

本项目探伤设备工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。少量臭氧和氮氧化物通过机械排放方式排出探伤室外环境，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围大气环境影响较小。

②废水

本项目探伤设备工作时无废水产生，对周边水环境无影响。

③固体废弃物

本项目使用的 X 射线探伤机在探伤作业时，使用胶片照相时需对拍摄的感光片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液（含冲洗废水）和废胶片。本项目探伤机年拍片量约为 1200 张，年废胶片产生量大约 50 张（约 0.6kg），废显（定）影液（含冲洗废水）共约 100kg/a。查《国家危险废物名录》可知，废显（定）影液和废胶片属 HW16 感光材料废物。公司产生的废胶片和废显（定）影液（含冲洗废水）交由有资质的单位处理，危废处置协议见附件 7。

9.2.3 事故工况

本项目探伤设备均在探伤室内进行探伤作业，探伤室设置有门机联锁、声光报警等装置，设备必须在防护门全部关闭且各项辐射防护设施正常运行状态下才进行探伤作业，

发生事故的概率很小。

若不按照防辐射安全操作规程作业仍可能造成辐射安全事故。本项目潜在的事故工况包括：

1）工作人员在防护门关闭前尚未撤离探伤室，探伤机运行可能产生误照射。

2）在安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的探伤室内，导致人员误照。

3）X 射线探伤装置发生 X 射线无法停束故障，导致人员误照射。

4）探伤作业过程中，探伤设备未放置在规定区域内进行探伤作业，可能导致探伤室周边辐射剂量率超标。

因此，在使用过程中要定期检查和维护联锁系统及辐射安全保障系统，仪器操作人员应严格按照操作规程进行操作，探伤设备应放置于指定探伤区域内进行探伤作业，每次进行探伤作业前必须确认探伤室内无人员逗留时，才能开机运行。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全措施

10.1.1 工作场所布局及分区管理

本项目探伤室位于公司西侧中部，是一个相对独立的工作场所，工作人员所在的操作室不在探伤设备有用线束照射方向上，并与探伤室相隔开，人员进出防护门处设置有迷道，本项目整体布局基本合理，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开的要求。

本项目将探伤设备进行探伤作业时所在的探伤室作为本项目的辐射防护控制区，将操作室、阅片室、评片室等区域作为本项目的辐射防护监督区。控制区应仅限工作人员入内，并应设置明显的电离辐射警告标志及中文警示说明电离辐射标志。监督区边界设置警示线和监督区标牌。本项目分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目探伤室监督区及控制区示意图见图 10-1。

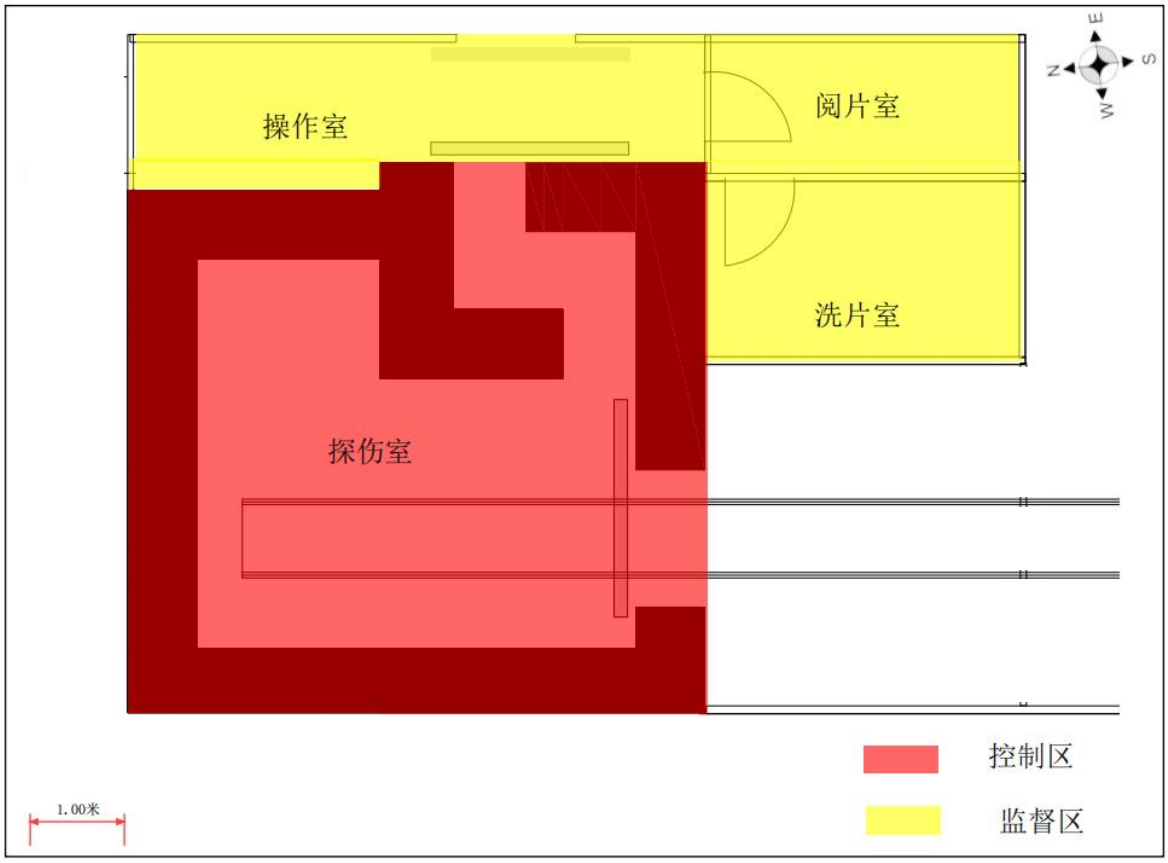


图 10-1 本项目探伤室监督区及控制区示意图

10.1.2 工作场所辐射屏蔽设计

本项目探伤室屏蔽设计参数见表 10-1。本项目已建探伤室工作场所辐射屏蔽设计证明材料见附件 9。

表 10-1 探伤室屏蔽设计参数一览表

<table>
<tr><td colspan="3">项目位置</td><td>结构尺寸厚度</td></tr>
<tr><td rowspan="9">探伤室</td><td colspan="2">规格尺寸</td><td>内径尺寸 4800mm×4200mm×3200mm（长×宽×高）</td></tr>
<tr><td rowspan="5">屏蔽墙体</td><td>北侧墙体</td><td rowspan="5">均为 600mm 实心砖+80mm 混凝土+50mm 的硫酸钡水泥，等效约 620mm 混凝土</td></tr>
<tr><td>东侧墙体</td></tr>
<tr><td>南侧墙体</td></tr>
<tr><td>西侧墙体</td></tr>
<tr><td>迷道墙体</td></tr>
<tr><td colspan="2">顶部</td><td>300mm 混凝土+50mm 的硫酸钡水泥，等效约 380mm 混凝土</td></tr>
<tr><td colspan="2">地板（无地下层）</td><td>土壤层</td></tr>
<tr><td colspan="2">工件防护门
（南侧墙上）</td><td>门洞尺寸宽 1500mm×高 1800mm，100mm 宽钢铅结构，10mm 钢+7mmPb+10mm 钢，等效约 8.25mmPb</td></tr>
<tr><td colspan="2">人员防护门
（东侧墙上）</td><td>门洞尺寸宽 800mm×高 1800mm，100mm 宽钢铅结构，10mm 钢+7mmPb+10mm 钢，等效约 8.25mmPb</td></tr>
</table>

注：硫酸钡密度为 3.8g/cm³，混凝土密度为 2.35g/cm³，实心砖密度为 1.8g/cm³。混凝土换算通过密度比折算；铅当量换算依据《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则第 3 部分：450 kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB/Z 41476.3--2022）。

10.1.3 辐射安全防护措施

（1）探伤室辐射安全防护措施

建设单位参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）将设置如下辐射安全措施，见表10-2。

表10-2 本项目已（拟）设置的辐射安全措施一览表

序号	措施	已有措施及位置	本项目拟增加措施及位置
1	**探伤室与操作室分开**	本项目操作台位于 X 射线探伤机东侧操作室，有用线束照射方向为西侧，操作室已避开有用线束照射的方向并与探伤室分开。	/
2	**两区划分**	/	本项目拟将放置探伤设备进行探伤作业时所在的探伤室作为本项目的辐射防护控制区边界，将操作室、阅片室、评片室等区域作为本项目的辐射防护监督区。控制区应仅限工作人员入内，并应设置明显的电离辐射警告标志及中文警示说明电离辐射标志。监督区边界设置警示线和监督区标牌。

3	**门机联锁**	本项目探伤室防护门均设置门-机联锁装置，确保在所有防护门（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。在探伤过程中，如果防护门被意外打开时，探伤设备能立刻停止出束。	/
4	**指示灯和声音提示装置**	本项目探伤室工件门和人员门外上方、探伤室内部均设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线机联锁。“预备”信号可以持续足够长的时间，确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别，在探伤室墙上醒目的位置处设置有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	/
5	**视频监控**	本项目探伤室内部和工件门出入口处均安装监视装置，在控制室的操作台上设置有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。通过电脑控制系统能清楚看见探伤室和操作室内情况，避免误照射情况发生。	/
6	**电离辐射警告标志**	/	本项目探伤室防护门上均拟设置符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。
7	**急停按钮**	本项目探伤室内和探伤室操作台上均设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮安装位置，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。按钮带有标签，标明使用方法。	/
8	**通风装置**	本项目探伤室设置有机械通风装置，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不小于 3 次。	/
9	**防护门搭接**	工件门洞尺寸 1500mm×1800mm、门体左右搭接 425mm，上搭接 300mm，下搭接 200mm；人员门门洞尺寸 800mm×1800mm、门体左右搭接 325mm，上搭接 300mm，下搭接 200mm。	/

10	**规章制度**	公司成立辐射防护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，工作过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故。	/
11	**监测设备**	/	本项目探伤室拟配备 2 台个人剂量报警仪，并委托有资质的单位对辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康体检。
		/	本项目探伤室拟配备 1 台便携式辐射监测仪。
12		/	本项目探伤室拟配置 1 台固定式场所辐射探测报警装置。
13	**紧急开门装置**	本项目防护门均为手动门，不设置紧急开门装置。	

（2）探伤室探伤操作辐射安全防护措施

1）在正常使用探伤室进行探伤作业前，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。

2）拟配备足量的个人剂量计，个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪，以便探伤工作人员进出探伤室时使用。当辐射剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

3）建设单位拟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。当出现测量值高于参考控制水平时，立即终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

4）探伤工作人员在使用便携式 X-γ剂量率仪前，需检查仪器是否能正常工作。如发现仪器无法正常工作，则停止探伤作业并向辐射防护负责人报告。

5）探伤工作人员在进行探伤工作时需正确使用配备的各类辐射防护装置。

6）每次进行探伤照射前，操作人员均需确认探伤室内部没有人员驻留并确保防护门处于关闭状态。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时，才进行探伤工作。

（3）其他防护措施

1）加强 X 射线探伤装置的检查和维护，每次工作前应进行日检，并定期检查。X 射线探伤装置每年至少维护一次。设备维护应由设备制造商进行，并应做好设备维护记录。

2）X 射线探伤机使用过程中产生的废胶片和废显（定）影液需交由有资质单位

回收处置。

3）本项目探伤室通风管和电缆管线采用 U 型结构从地下穿过墙体。

综上所述，本项目 X 射线探伤机控制室的防护措施基本符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求。

10.1.4 X 射线探伤室辐射防护措施符合性分析

江西省瑞康供水设备有限公司已建的 X 射线探伤室辐射防护措施合理性分析采用《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）进行分析，辐射防护措施符合性分析见表 10-3。

表 10-3 X 射线探伤室辐射防护措施符合性分析表

标准防护要求	本项目方案	符合性
《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）		
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。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。	本项目探伤室与操作室分开，X 射线探伤机有用线束照射方向为探伤室西侧，操作室位于探伤室东侧，已避开了有用线束照射的方向。探伤室的屏蔽墙厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。已设置迷路。	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。	本项目将探伤设备进行探伤作业时所在的探伤室作为本项目的辐射防护控制区，将操作室、阅片室、评片室等区域作为本项目的辐射防护监督区。控制区应仅限工作人员入内，并应设置明显的电离辐射警告标志及中文警示说明电离辐射标志。监督区边界设置警示线和监督区标牌。	符合
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。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“6.1.3a）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。”的要求。	符合

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。	本项目探伤室顶部人员可到达，顶外 30cm 处最大剂量率为 6.77E-02μSv/h，低于标准要求。	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。	本项目探伤室防护门均设置门-机联锁装置，确保在所有防护门（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。在探伤过程中，如果防护门被意外打开时，探伤设备能立刻停止出束。本项目只有 1 台探伤机。	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。	本项目探伤室工件门和人员门外上方、探伤室内部均设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线机联锁。“预备”信号可以持续足够长的时间，确保探伤室内人员安全离开。并在探伤室墙上醒目的位置处设置有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	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。	本项目探伤室内部和工件门出入口处均安装监视装置，在控制室的操作台上设置有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。通过电脑控制系统能清楚看见探伤室和操作室内情况，避免误照射情况发生。	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。	本项目探伤室防护门上均拟按要求设置电离辐射警告标志和中文警示说明。	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。	本项目探伤室内和探伤室操作台上设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮安装位置，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。按钮带有标签，标明使用方法。	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。	本项目探伤室内设置有通风装置，排放口远离人员活动密集区域，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。	符合
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目探伤室内拟配置 1 台固定式场所辐射探测报警装置。	符合

由表 10-3 可知，本项目探伤室按相关标准要求进行了设计，辐射防护措施符合相关规定要求。

10.1.5 建设单位从事核技术能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第31号，2021年1月4日最新修订）中的有关规定，对使用放射性同位素与射线装置的单位申请领取许可证的满足条件进行符合性分析，对照表见表10-4。

表10-4 使用放射性同位素与射线装置单位申请领取许可证条件对比一览表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》	单位情况	符合情况
使用Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类放射源，使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有大专以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	公司成立了辐射安全防护管理委员会，负责单位的辐射安全与环境保护管理工作。	符合
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目辐射工作人员2人，已取得核技术利用辐射安全与防护考核证书。	符合
使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目为X射线装置，不涉及放射性同位素的使用，故不需设置源库。	/
放射性同位素与射线装置使用场所有防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目探伤室为屏蔽墙体，设置了门机连锁、视频监控、急停按钮、电离辐射警告标志、探伤使用场所分区控制等辐射安全措施，能有效防止工作人员和公众受到意外照射。	符合
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	本项目探伤室拟配置1台固定式场所辐射探测报警装置。拟配备2台个人剂量报警仪，并委托有资质的单位对辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康体检。拟配备1台便携式辐射监测仪。拟配置铅衣、铅帽等防护用品1套。	符合
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	公司制定了《辐射防护与安全管理制度》《X射线探伤机操作规程》《辐射设备检修维护制度》《辐射工作人员岗位职责》《辐射人员培训计划、检测方案》《辐射工作人员健康管理规定》《辐射工作人员管理规定》《辐射剂量监测工作制度》《无损检测人员培训考核和持证上岗制度》《辐射监测仪表使用与校验制度》《辐射台账管理制度》等制度。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	单位制定了《X射线探伤应急处理预案》。	符合

产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目 X 射线探伤机不产生放射性废气、废液及固体废物。	符合

综上所述，公司的辐射安全与防护措施基本可满足相关标准的要求，辐射管理制度合理可行，符合申请领取许可证的相关条件要求。

10.2 废物的治理

（1）废气

本项目探伤设备在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x），臭氧在空气中 50 钟后会自动分解为氧气。由于探伤机开机照射时间较短，因此，产生臭氧量很少。在多种氮氧化物（NO_x）中，探伤作业过程中产生的氮氧化物以 NO_2 为主，其产额约为臭氧的三分之一。

本项目探伤室体积（包括迷道区域）约为 64.52m^3。探伤室内设置有机械排风装置，风机的风量为 1200m^3/h。可以保证室内换气率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

（2）废显（定）影液和废胶片

本项目使用的 X 射线探伤机在探伤作业时，使用胶片照相时需对拍摄的感光片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液（含冲洗废水）和废胶片。根据建设单位提供资料，本项目探伤机年拍片量约为 1200 张，探伤废片率约为 5%，故年废胶片产生量大约 50 张（约 0.6kg），废显（定）影液（含冲洗废水）共约 100kg/a。查《国家危险废物名录》可知，废显（定）影液和废胶片属 HW16 感光材料废物。公司产生的废胶片和废显（定）影液（含冲洗废水）送有资质单位处理。

建设单位已与江西东江环保技术有限公司签订危废委托处置协议，协议内容见附件 7。

本项目已产生危废，危废依托厂区已建的危废暂存间进行暂存，危废暂存不应超过 1 年，每年需移交给有危废处置资质的单位处理。危废暂存间位于探伤室南侧，位置见附图 2 和附图 3。根据现场查勘，该危废暂存间应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求完善建设，能够防雨、防风、防晒，地面采用防渗水泥建设。危废暂存间内应完善消防设施，防止出现火灾。危废暂存间门上应补充张贴环保标识牌，明确危险废物种类，建设单位已制定危废间管理制度，危废暂存间由专人管理，已做好危险废物情况的记录，注明危险废物的名称、来源、数量、特性、

入库日期、使用量等登记工作。建设单位厂区危废暂存间已按照规定设置危险废物识别标志并进行分区管理。参照《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276—2022）及《环境保护图形标志固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）修改单规定设置危险废物识别标志并进行分区管理。建设单位应将本项目废胶片和废显（定）影剂（含冲洗废水）分类存储并做好标记标识，不可混入其他杂物。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目已建成，施工已结束。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目通过理论计算的评价方法来预测 X 射线探伤机投入使用时的辐射环境影响，计算所使用的公式、图、表均来源于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）内容。

11.2.1 关注点剂量控制水平

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中 3.1 节，各侧墙外关注点导出控制剂量按下式进行计算：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \qquad \text{（公式 11-1）}$$

式中：

$\dot{H}_{c,d}$：导出剂量率参考控制水平，μSv/h；

H_c：周剂量参考控制水平，单位为μSv/周；职业工作人员≤100μSv/周，公众≤5μSv/周；

U：关注方向照射的使用因子，本项目取 1；

T：人员在相应关注点驻留的居留因子，本项目取值源于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 A 表 A.1；

t：周照射时间，单位为小时/周，本项目为 2 小时/周。

根据公式 11-1 计算出导出剂量率参考控制水平，《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中 3.1.1 款中规定关注点最高剂量率控制水平$\dot{H}_{c,max}$=2.5μSv/h，$\dot{H}_c$取$\dot{H}_{c,d}$与$\dot{H}_{c,max}$二者的较小值。各关注点参数选取及计算结果见表 11-1。

表 11-1 各关注点剂量率参考水平

点位	关注点	H_c (μSv/周)	时间 t（h/周）	使用因子 T	居留因子 U	剂量率参考控制水平（μSv/h）		
						$\dot{H}_{c,d}$	$\dot{H}_{c,max}$	$\dot{H}_c$
A	探伤室北侧墙外 30m	5	2	1	1/4	10.0	2.5	2.5
B1	探伤室东北侧墙外 30cm（操作台）	100	2	1	1	50.0	2.5	2.5
B2	探伤室东侧墙外 30cm（人员门）	100	2	1	1	50.0	2.5	2.5
C1	探伤室东南侧墙外 30cm（洗片室）	100	2	1	1	50.0	2.5	2.5
C2	探伤室南侧墙外 30m	5	2	1	1/2	5.0	2.5	2.5
C3	探伤室南侧墙外 30m（工件门）	5	2	1	1/2	5.0	2.5	2.5
D	探伤室西侧墙外 30m	5	2	1	1/8	20.0	2.5	2.5
E	探伤室顶部外 30m	5	2	1	1/8	20.0	2.5	2.5

注：探伤室顶部可达，顶外 30cm 处剂量率参考水平按《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.3 可取 2.5μSv/h。

11.2.2 辐射屏蔽理论计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）相关计算公式进行分析评价。

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：

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

式中：

$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；

H_0：距辐射源点 1m 处的输出量，μSv×m²/（mA×h）。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B2 保守取 200kV 下 2mm 铝下的输出量 1.722E+06μSv·m²/(mA·h)；

I：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA,本项目取 5mA；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B：屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中 4.2 公式（5）计算得到。

2）非有用线束屏蔽估算：

①泄漏辐射：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：

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

式中：

$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_L$：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，μSv/h。由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 可知，小于等于 200kV 的 X 射线管组装体 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率 2500μSv/h；

B：屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中 4.2 公式（5）计算得到；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

②散射辐射：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：

$$\dot{H}=\frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^{\ 2}} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^{\ 2}} \qquad \text{（公式 11-4）}$$

式中：

$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；

H_0：距辐射源点 1m 处的输出量，μSv·m²/(mA·h)。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B2 保守取 200kV 下 2mm 铝下的输出量 1.722E+06μSv·m²/(mA·h)；

I：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目取 5mA；

B：屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中 4.2 公式（5）计算得到；

F：R_0 处的辐射野面积，m²；

a：散射因子；

R_s：散射体至关注点的距离，m；

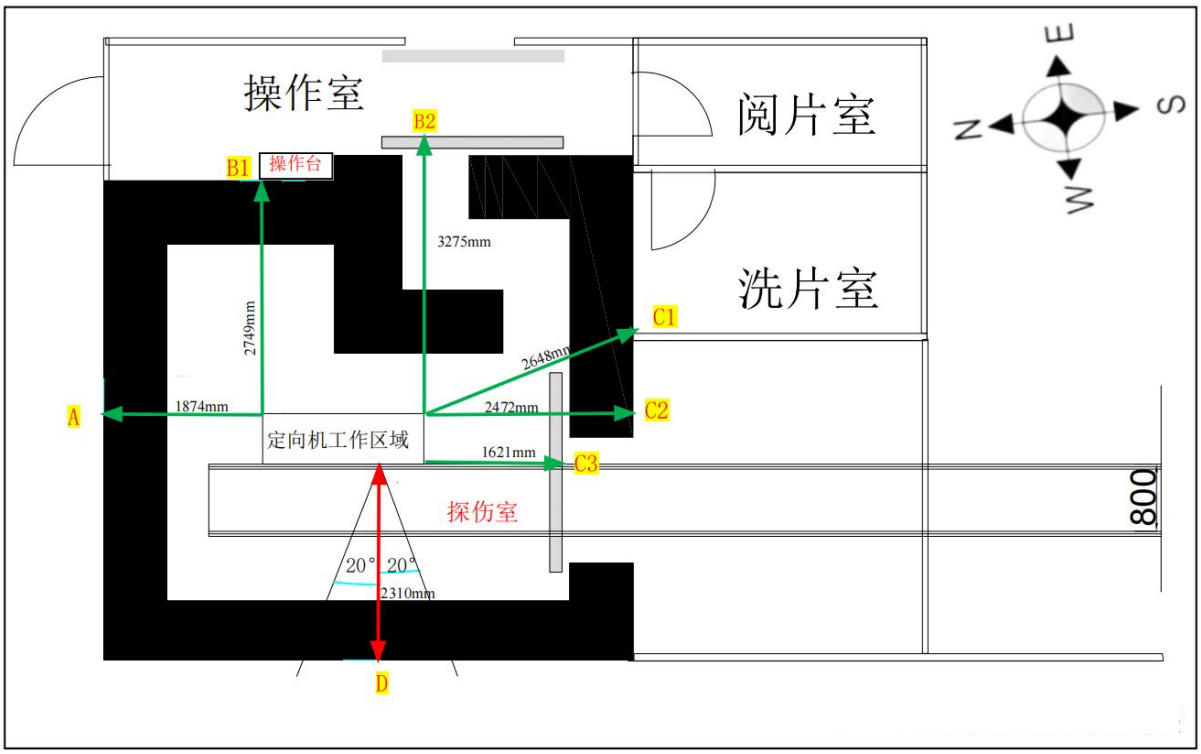
R_0：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

11.2.3 探伤室外关注点剂量率计算

本项目 XXQ-2005 型 X 射线探伤机（定向）有用线束主要朝西侧墙体，东侧墙体、

南侧墙体、北侧墙体及顶棚主要考虑探伤机泄漏辐射及散射辐射影响。

X 射线探伤机在探伤室内的探伤区域内进行作业，根据需检测设备的形状大小及探伤需求，可在定向机工作区域内进行移动。X 射线探伤机射线路径见图 11-1。



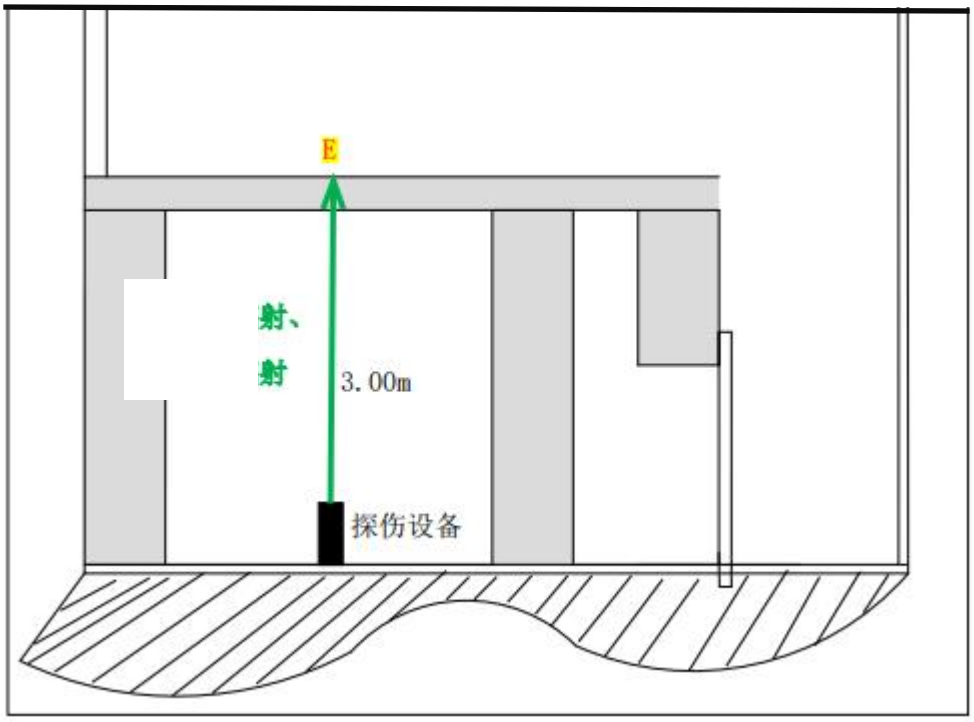


图 11-1 XXQ-2005 型 X 射线探伤机射线路径示意图

①有用线束方向

探伤室有用线束墙外 30cm 处的剂量率计算结果见表 11-2。

表 11-2 有用线束方向关注点外剂量率计算结果

位置	屏蔽厚度（mm）	I（mA）	H_0 (μSv·m²/mA·h)	B	R（m）	$\dot{H}$（μSv/h）
西侧墙外 30cmD 点处	620mm 混凝土	5	1.722E+06	6.18E-08	2.61	7.81E-02

②非有用线束方向（泄漏辐射及散射辐射）

由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的表 1 可知，电压小余等于 200kV 大余等于 150kV 的 X 射线探伤机距靶点 1m 处的泄漏辐射量率为 2500μSv/h，本项目 X 射线探伤最大的管电压为 200kV，故泄漏辐射率取 2500μSv/h。计算结果见表 11-3。

表 11-3 关注点处（泄漏辐射）剂量率计算结果

序号	位置	屏蔽厚度（mm）	$\dot{H}_L$(μSv/h)	B	R（m）	$\dot{H}$（μSv/h）
1	北侧墙外 30cmA 点处	620mm 混凝土	2.50E+03	6.18E-08	2.17	3.28E-05
2	操作台外 30cmB1 点处	620mm 混凝土	2.50E+03	6.18E-08	3.04	1.67E-05
3	人员门外 30cmB2 点处	8.25mm 铅 +620mm 混凝土	2.50E+03	7.90E-14	3.57	1.55E-11
4	南侧墙外 30cm 洗片室 C1 点处	620mm 混凝土	2.50E+03	6.18E-08	2.94	1.79E-05
5	南侧墙外 30cmC2 点处	620mm 混凝土	2.50E+03	6.18E-08	2.77	2.01E-05
6	工件门外 30cmC3 点处	8.25mm 铅	2.50E+03	1.28E-06	1.92	8.68E-04
7	顶部外 30cmE 点处	380mm 混凝土	2.50E+03	3.81E-05	3.30	8.76E-03

备注：人员门 B2 处受到一道迷道墙和一扇人员门的共同防护，B2 处透射因子为经过迷道和人员门两处防护的透射因子的乘积。

本项目 X 射线探伤圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20°，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中 B.4.2 可知，R_0^2/（F×α）因子取值为 50（200kV～400kV）。计算时，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 可知，200kV 的散射辐射能量为 150kV，什值层厚度取相应散射能量的对应值。

表 11-4 关注点处（散射辐射）剂量率计算结果

序号	位置	屏蔽厚度（mm）	I（mA）	H_0(μSv·m²/mA·h)	B	R（m）	$\dot{H}$（μSv/h）
1	北侧墙外 30cmA 点处	620mm 混凝土	5	1.722E+06	1.39E-09	2.17	5.08E-05
2	操作台外 30cmB1 点处	620mm 混凝土	5	1.722E+06	1.39E-09	3.04	2.59E-05
3	人员门外 30cmB2 点处	8.25mm 铅+620mm 混凝土	5	1.722E+06	3.54E-18	3.57	4.78E-14
4	南侧墙外 30cm 阅片室 C1 点处	620mm 混凝土	5	1.722E+06	1.39E-09	2.94	2.77E-05
5	南侧墙外 30cmC2 点处	620mm 混凝土	5	1.722E+06	1.39E-09	2.77	3.12E-05
6	工件门外 30cmC3 点处	8.25mm 铅	5	1.722E+06	2.55E-09	1.92	1.19E-04
7	顶部外 30cmE 点处	380mm 混凝土	5	1.722E+06	3.73E-06	3.30	5.89E-02

备注：人员门 B2 处受到一道迷道墙和一扇人员门的共同防护，B2 处透射因子为经过迷道和人员门两处防护的透射因子的乘积。

探伤室有用线束和非有用线束方向上的泄漏辐射及散射辐射剂量率叠加值见表 11-5。

表 11-5 关注点处剂量率计算结果

序号	位置	有用线束（μSv/h）	散射辐射剂量率（μSv/h）	泄漏辐射剂量率（μSv/h）	合计（μSv/h）	剂量率控制水平 $\dot{H}$c(μSv/h)	符合性
1	北侧墙外 30cmA 点处	/	5.08E-05	3.28E-05	8.36E-05	2.5	符合
2	操作台外 30cmB1 点处	/	2.59E-05	1.67E-05	4.26E-05	2.5	符合
3	人员门外 30cmB2 点处	/	4.78E-14	1.55E-11	1.56E-11	2.5	符合
4	南侧墙外 30cm 阅片室 C1 点处	/	2.77E-05	1.79E-05	4.56E-05	2.5	符合
5	南侧墙外 30cmC2 点处	/	3.12E-05	2.01E-05	5.13E-05	2.5	符合
6	工件门外 30cmC3 点处	/	1.19E-04	8.68E-04	9.87E-04	2.5	符合
7	西侧墙外 30cmD 点处	7.81E-02	/	/	7.81E-02	2.5	符合
8	顶部外 30cmE 点处	/	5.89E-02	8.76E-03	6.77E-02	2.5	符合

根据表 11-5 可知：探伤室墙和防护门的关注点最高周围剂量当量率为 7.81E-02μSv/h，本项目探伤室顶棚外表面 30cm 处的剂量率为 6.77E-02μSv/h，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）标准中公式计算得到的导出剂量率控制水平要求，同时满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应满足：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”和“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”要求。

11.2.4 人员受照有效剂量估算

为确定公司 X 射线探伤机运行过程中对操作人员和公众（探伤室周边的非职业工作人员）产生的辐射剂量及其辐射环境影响，对其进行辐射剂量估算评价。

个人年有效剂量计算模式如下：

$$H_d=H\times t\times T\times 10^{-3} \qquad \text{（公式 11-5）}$$

式中：

H_d：X、γ射线外照射人均有效剂量当量，μSv/周，mSv/a；

H：关注点处剂量率，μSv/h；

t：工作负荷，h/a；

T：居留因子。

探伤机训机由低电压逐渐到最高电压，为保守估算探伤机训时对周围环境剂量率影响，取最高管电压和管电流进行估算，那么计算参数与 11.2.3 计算参数一致，各关注点处剂量率计算结果也会一致。可将探伤机训机时间纳入年总出束时间内，统一估算工作人员和公众人员最大年有效剂量。

公司工作人员实行 1 班制，每天工作 8h，年工作天数 250 天。年拍片数为 1200 张，每张 5min，则年拍片出束时间为 100h，每年工作 50 周，则周拍片出束时间为 2h。探伤机每周训机 5 次，每年训机 250 次，每次 5min，则每周训机 0.42h，每年训机 21h。探伤机年总出束时间为 121h，周总出束时间为 2.42h。

辐射工作人员的辐射剂量率为探伤机开机状态下操作室内估算结果的最高值，本项目取东侧墙外 30cm 操作台 B1 点处预测值 4.26E-05μSv/h，居留因子取 1。公众成员的

辐射剂量率为探伤机开机状态下机房周围（人员可到达处）理论计算值中最大辐射剂量率。由于 X 射线的剂量随距离增大而衰减，因此本项目选取各个方位上距离探伤室最近的保护目标来计算周剂量以及年有效剂量，如能达到标准要求，那么同方位上距离探伤室更远的保护目标也可以达到标准要求。

工作人员和公众成员的最大年有效剂量见表 11-6。

表 11-6 工作人员和公众人员最大年有效剂量估算表

保护目标		计算参数				计算结果		管理目标值	
		辐射剂量率（μSv/h）	t（h/周）	t（h/a）	T	H_d（mSv/a）	H_d（μSv/周）	H_d（mSv/a）	H_d（μSv/周）
工作人员	探伤室东侧操作室	4.26E-05	2.42	121	1	5.15E-06	1.03E-04	5	100
公众	探伤室北侧标准件仓库	8.36E-05	2.42	121	1/4	2.53E-06	5.06E-05	0.1	5
	探伤室东侧材料仓库	4.26E-05	2.42	121	1/4	1.29E-06	2.58E-05	0.1	5
	探伤室南侧水压试验区	9.87E-04	2.42	121	1/2	5.97E-05	1.19E-03	0.1	5
	探伤室西侧乡镇道路	7.81E-02	2.42	121	1/8	1.18E-03	2.36E-02	0.1	5
	探伤室顶部杂物临时堆放点	6.77E-02	2.42	121	1/8	1.02E-03	2.05E-02	0.1	5

注：①本项目居留因子取值来源于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 A 中表 A.1；
②本项目保护目标处剂量率保守取墙外 30cm 处剂量率；
③墙表面外 30cm 处辐射剂量率取自表 11-5。

表 11-6 表明，本项目探伤设备对职业工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 5.15E-06mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，低于管理限值 5mSv。

对公众照射的最大年有效剂量值为 1.18E-03mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，低于管理限值 0.1mSv。

同时，本项目探伤设备对职业工作人员周剂量为 1.03E-04μSv/周，对公众为 2.36E-02μSv/周满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“6.1.3 a）关注点的周围剂量当量参考控制水平，对于放射工作场所，其值不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周”的要求。

11.2.5 辐解废气环境影响分析

X 射线探伤设备在开机运行过程中因射线强辐射作用，在空气中会产生少量臭氧（O_3）和微量氮氧化物（NO_x）等有害气体，探伤室需要设置通风设施。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）可知，探伤室应设置机械通风装置并保证每小时换气次数不小于 3 次。本期项目探伤室体积（包括迷道区域）约为 64.52m^3 ，即探伤室通风装置排气能力应不低于 193.54m^3/h。

本项目已配备通风量为 1200m^3/h 的风机，可保证探伤室室内空气每小时换气次数不小于 3 次，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）。

11.2.6 探伤设备的退役

当本项目探伤设备不再进行探伤作业时，应实施退役程序。具体包括以下内容：

1）X 射线探伤机应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；

2）当所有辐射源从探伤现场移走后，使用单位需按监管机构要求办理相关手续；

3）清除所有电离辐射警告标识和安全告知。

11.3 事故影响分析

本项目探伤设备产生的 X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

1）工作人员在防护门关闭前尚未撤离探伤室，探伤机运行可能产生误照射。公司在探伤室内设置急停按钮、在探伤室门口和内部设置“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置等预防措施，防止事故的发生或减轻事故的影响。其中公司在急停按钮处标明使用方法，照射状态指示灯与 X 射线探伤装置联锁。

工作人员应严格按照操作规程操作，在确定探伤室没有人员停留后再开机，从而防止事故的发生。当发生事故时工作人员应立即关闭电源，减小事故的影响。

2）安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的探伤室内。因此，工作人员应每天检查安全联锁装置，防止事故的发生。当发生事故时工作人员应立即关闭电源，减小事故的影响。

3）X 射线探伤装置发生 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。

4）探伤作业过程中，探伤设备未放置在规定区域内进行探伤作业，可能导致探伤室周边辐射剂量率超标。因此每次探伤作业过程中，辐射工作人员需确保探伤设备放置于指定探伤区域内进行探伤作业。

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

为保证建设项目施工期和运营期的辐射防护措施的落实情况，公司拟成立辐射安全与防护管理机构（见附件 2），对公司辐射安全与防护工作进行监督管理，主要工作职责如下：

（1）认真贯彻执行国家及国务院相关部门颁发的有关辐射方面的一系列法律法规、条例、办法与相应标准等。检查各级人员执行安全生产工作的情况，并直接领导、监督、检查安全生产措施方案的制定和实施。

（2）认真执行国家、省、市生态环境部门的有关文件精神。

（3）严格按照“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与防护条例”“放射性同位素与射线装置安全许可管理办法”等开展辐射安全与防护工作，做好射线装置安全保管工作。

（4）对本公司进行定期监督、检查各项制度的执行情况，发现问题及时进行整改。

（5）认真接受并积极配合各级环保部门对本公司辐射防护工作及辐射工作场所的监督检查与监测评价工作，根据环保部门的要求做好整改工作。

（6）从事辐射工作的工作人员持辐射培训证书上岗，定期进行辐射防护知识的培训和安全教育，对新上岗的辐射工作人员必须进行有效的岗前辐射防护与安全培训。

（7）认真做好本公司辐射工作人员的个人剂量监测，建立本公司辐射工作人员的个人剂量档案。对辐射工作人员进行身体健康体检并形成制度，建立个人职业健康管理档案。

（8）认真做好本公司辐射防护与安全管理工作，保障辐射工作人员和公众的健康安全。

（9）组织完成本公司辐射防护与安全年度安全评估报告，并及时上报环保主管部门。

（10）认真完成本公司领导交办与辐射防护与安全相关的各项工作。

12.2 辐射安全管理规章制度

公司根据国家相关法律法规，并结合项目内容情况，制定辐射安全管理和事故应急预案等相关各项规章制度（见附件 5），以确保项目运行后，X 射线探伤装置的安全运行。

12.1 公司辐射安全与防护制度名录

序号	类别	制度名称
1	辐射防护制度	《辐射防护与安全管理制度》
2	操作规程	《X射线探伤机操作规程》《辐射设备检修维护制度》
3	岗位职责	《辐射管理机构和责任人工作职责》《辐射工作人员岗位职责》
4	人员培训制度	《辐射人员培训计划、检测方案》
5	事故应急预案	《X射线探伤应急处理预案》
6	其他	《辐射工作人员健康管理规定》《辐射工作人员管理规定》《辐射剂量监测工作制度》《无损检测人员培训考核和持证上岗制度》《辐射监测仪表使用与校验制度》《辐射台账管理制度》

建设单位拟为本项目辐射工作人员配备必要的辐射防护用品和辅助防护设施，所有辐射工作人员均拟接受个人剂量监测并建立个人剂量档案和职业健康监护档案。制定辐射安全管理和事故应急预案等相关各项规章制度。对辐射工作场所及周边环境的 X-γ辐射剂量率进行定期监测，评估安全和防护状况，一旦发现安全隐患，应当立即进行整改。发生辐射事故时，立即启动应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境部门、公安部门和卫生主管部门报告。

12.3 辐射监测

本项目探伤设备在利用 X 射线对隔膜式气压供水罐进行无损检测探伤的同时，对周围环境来说存在一定的辐射影响。为保护环境，保障公众健康，公司必须加强管理，做好该项目 X 射线的辐射防护和屏蔽工作，并定期对探伤机探伤室四周环境 X 射线泄漏情况进行监测，监测项目为 X-γ剂量率。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求其监测计划如下：

（1）个人剂量监测

①为辐射工作人员配备必要的辐射防护用品和辅助防护设施。

②对探伤机操作人员的个人剂量进行长期跟踪监测，并建立个人剂量档案和健康管理档案。

③对探伤机操作人员进行意外事故的剂量监测，并做好详细记录。

（2）工作场所监测

建设单位应定期对辐射工作场所及周边环境的 X-γ辐射剂量率进行监测，对射线装置的安全和防护状况进行评估，一旦发现安全隐患，应当立即进行整改。

工作场所监测分为自行监测和委托监测。自行监测定期开展一次，包括探伤室外 30cm、防护门门缝等处，以及半径 50m 以内的 X-γ辐射剂量率监测。另外每次探伤作业前，操作人员检查人员门、工件门、探伤室安全装置及联锁装置。自行监测由各部门组织，并对监测数据的真实性、可靠性负责。

另外，公司还应委托有资质单位定期监测，每年开展一次，包括探伤室外 30cm、人员门、工件门门缝等处，以及半径 50m 以内的 X-γ辐射剂量率监测。

每次监测结果均应记录，并建立档案长期保存。

发生辐射事故时，立即启动应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境部门、公安部门和卫生主管部门报告。

表 12-2 辐射监测计划

监测对象	监测点位	监测方案	监测项目	检测频率	监测方式
探伤室	四周屏蔽体外 30cm 处、操作位、防护门门缝处及顶部等	实测	X-γ辐射剂量率	定期	自行监测
		实测	X-γ辐射剂量率	每年一次	委托有资质单位监测
	辐射防护装置	实测并检查	安全	每次使用	自行监测
外环境	探伤室周边 50m 内，监测高度距地 1m 处。	实测	X-γ辐射剂量率	每年一次	委托有资质单位监测
辐射工作人员	/	佩戴个人辐射剂量计	职业外照射个人剂量	每季度送检	送有资质单位检测
		/	健康体检	两年 1 次	
竣工环境保护验收监测	/	实测	X-γ辐射剂量率	本项目运行后	

12.4 本项目环保投资及辐射环境保护“三同时”验收清单

江西省瑞康供水设备有限公司 X 射线探伤机应用项目总投资 80 万元，其中环保投资为 33 万元，占总投资的 41.2%。环保投资情况见表 12-3。

表 12-3 辐射环境保护“三同时”验收清单及环保投资

序号	法律法规	法规要求	环保措施	竣工验收需落实	投资估算（万元）
1	环保部令第 3 号	使用I类、II类射线装置的，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	辐射安全管理制度	成立辐射安全管理领导小组	1.0
2	环保部令第 3 号	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修维护制度、人员培训计划、监测方案等。		制定《辐射防护和安全保卫制度》等	
3	环保部令第 3 号、第 18 号	有完善的辐射事故应急措施。		制定《辐射事故应急处理预案》	
4		使用场所设置明显的放射性标志，入口处应设置安全和防护设施以及必要的防护安全报警装置或者工作信号，有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	警示灯、电离辐射警示标志、安全联锁	严格落实本报告表表 10 中探伤室辐射安全防护措施	2.0
5	环保部令第 3 号	从事辐射工作的人员必须通过生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台辐射安全与防护培训结业考核，并取得结业证书。	组织辐射工作人员进行培训结业考核	辐射工作人员取得结业证书	1.0
6	环保部令第 3 号	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计测量报警、辐射监测等仪器。	配备辐射防护用品	公司拟配备个人剂量报警仪 2 台、便携式辐射监测仪 1 台，铅衣、铅帽等防护用品 1 套。	2.0
7	环保部令第 18 号	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	组织辐射工作人员进行个人剂量监测并建立档案	组织辐射工作人员进行剂量监测并建立档案	2.0
8	环保部令第 18 号	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府生态环境主管部门认定的环境监测机构进行监测。	年度监测	每年委托有资质单位对辐射工作场所至少进行一次监测	2.0
9	环保部令第 3 号	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	探伤室设置通风系统	探伤室设置通风系统	1.0

10	环保部令第18号	生产、销售、使用放射性同位素与放射装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	年度评估	每年1月31日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	1.0
11	《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）	6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应满足：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：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为100μSv/h。	根据预测，探伤室顶、探伤室四周剂量当量率均小于2.5μSv/h。	探伤室四周、顶棚空气比释动能率均小于周围剂量当量率参考控制水平	21
合计					33

12.5 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》等法律法规，江西省瑞康供水设备有限公司根据可能发生的辐射事故的风险，制定了本单位的应急方案，做好应急准备。发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防护措施，并在2小时内向当地生态环境主管部门、公安部门和卫生部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。公司的辐射事故应急预案包括了下列内容：

12.5.1 辐射事故组织机构及职能：

（1）辐射事故应急处理领导小组：

组长：***（法人）

副组长：***（技术部总监）

成员：***、***、***

（2）应急处理领导小组职责

①组织制定公司辐射事故应急处理预案和组织实施工作；

②事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理；

③按照辐射事故应急处理预案的要求，落实应急处理的各项工作；

④组织辐射事故应急人员的教育培训；

⑤负责与行政主管部门、环保、公安等相关部门的联络，报告应急处理工作；

⑥负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作。

12.5.2 辐射事故应急处理程序

（1）X 射线探伤机发生金属防护壳破损事故的、探伤设备正常探伤时发生非工作人员误入控制区、工作人员未采取有效防护措施造成人员受超剂量照射的：

①操作人员立即关机并切断电源；

②检测现场人员受照射剂量情况，进行身体状况检查，如发现有身体不适者，立即送往医院检查；

③检查、记录现场辐射剂量。

（2）X 射线探伤机发生失窃事故的：

①保护现场；

②及时报警（报警电话：110）

（2）除上述工作外，现场检测人员还应进行以下几项工作：

①事故发生后，现场工作人员立即通知工作场所的相关人员离开，并及时上报辐射事故应急处理领导小组组长及其成员；

②辐射事故应急处理领导小组组长事后应组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

（4）事故调查

①本单位发生重大放射性事故后，应立即成立事故调查组；

②调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管；

③编写并向有关部门上报事故报告书，同时协助生态环境主管部门进行事故调查、处理等方面的相关事宜。

（5）事故应急处理的责任划分

①辐射事故应急处理领导小组组长负责放射性事故应急处理的组织及指挥工作；

②探伤工作人员应及时向应急小组快速上报；并认真做好事故现场的保护工作；

③参加事故应急救援人员要自觉遵守纪律，服从命令，听从指挥，为完成救援任务尽职尽责，通过积极工作最大限度地控制事故危害，为尽快恢复生产创造条件。

表 13 结论与建议

13.1 结论

江西省瑞康供水设备有限公司位于江西省高安市独城镇（江西省制药机械厂），于 2009 年在公司厂区西侧中部建设并使用了 1 间探伤室，探伤室内已配备了 1 台 X 射线探伤机，型号为 XXQ-2005，用于公司生产的隔膜式气压供水罐的无损检测探伤工作。项目总投资 80 万元，其中环保投资 33 万元，占总投资的 41.2%。

13.1.1 可行性分析结论

江西省瑞康供水设备有限公司的探伤设备主要用于公司生产的隔膜式气压供水罐无损探伤，其应用能提高产品的质量，确保设备的安全可靠性。该公司的 X 射线装置在使用过程中产生电离辐射，对周围环境产生一定影响，但在使用过程中采取了必要的防护措施减少本项目的辐射影响，使本项目的辐射影响在相应的标准范围内，该项目给社会带来的利益远大于其可能引起的辐射影响。因此，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。本项目为 X 射线探伤机应用项目，不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的限制类和淘汰类，且本项目的建设，有利于提高和保证待检物的产品质量，符合国家法律法规，符合国家产业政策。

13.1.2 辐射安全管理与防护分析结论

为确保辐射安全，保障探伤设备安全运行，公司根据国家相关标准要求拟安装和已安装相应的辐射安全装置和保护措施。

①本项目探伤室防护门均设置门-机联锁装置。

②在本项目探伤室工件门和人员门外上方、探伤室内部同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线机联锁。

③本项目探伤室内部尺寸为 4800mm×4200mm×3200mm（长×宽×高）；四周防护及结构：四周屏蔽墙体和迷道均为 600mm 实心砖+80mm 混凝土+50mm 的硫酸钡水泥，等效约 620mm 混凝土；探伤室顶部防护及结构为 300mm 混凝土+50mm 硫酸钡水泥，等效约 380mm 混凝土 mm 铅当量；工件门和人员门的防护及结构均为 100mm 宽钢铅结构，10mm 钢+7mmPb+10mm 钢，铅当量为 8.25mmPb。

④本项目探伤室已设置有机械通风装置，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不小于 3 次。

⑤本项目探伤室防护门上均拟设置符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

⑥公司拟为本项目配备 1 台便携式辐射监测仪、2 台个人剂量报警仪、1 台固定式场所辐射探测报警装置，用于对 X 射线探伤机工作时周围环境辐射水平监测及对瞬时辐射剂量率的实时报警，并委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康体检；

⑦公司成立辐射防护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，工作过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故。

以上措施能够满足辐射安全管理的要求。公司辐射防护与安全措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求。

13.1.3 环境质量和辐射现状

现状监测结果表明，探伤室四周外及周围环境γ辐射剂量率水平在 60.9～123.2 nGy/h 之间（室内）和 70.5~71.8Gy/h（室外），均处于江西省宜春市辐射环境本底范围值 33.4～320.9nGy/h 之间（室内）和 15.3～369.4nGy/h 之间（室外）（来源于《中国环境天然放射性水平》）。项目所在地的γ辐射剂量率本底水平未见异常。

13.1.4 环境影响分析结论

理论计算表明，探伤室墙和防护门的关注点最高周围剂量当量率为 7.81E-02μSv/h，本项目探伤室顶棚外表面 30cm 处的剂量率为 6.77E-02μSv/h，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）标准中公式计算得到的导出剂量率控制水平要求，同时满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应满足：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”和“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”要求。

表 11-6 表明，本项目探伤设备对职业工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 5.15E-06mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，低于管理限值 5mSv。

对公众照射的最大年有效剂量值为 1.18E-03mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，低于管理限值 0.1mSv。

同时，本项目探伤设备对职业工作人员周剂量为 1.03E-04μSv/周，对公众为 2.36E-02μSv/周满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“6.1.3 a）关注点的周围剂量当量参考控制水平，对于放射工作场所，其值不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周”的要求。

综上所述，江西省瑞康供水设备有限公司 X 射线探伤机应用项目（固定探伤项目）符合实践正当化原则，已（拟）采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”及目标管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司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，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

13.2 建议

建议项目单位认真做好以下几项工作：

（1）公司应加强辐射工作人员个人剂量及日常运行时的辐射安全与防护管理。

（2）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，主动接受生态环境部门的监督管理。

（3）根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条（五），建设单位应购买个人剂量报警仪和 X-γ辐射巡测仪，定期对辐射工作场所进行监测，每年将检测仪器送往有计量资质的单位检定。

（4）建设单位应进一步建立健全辐射管理体系，制定和实施用以控制和管理公司内职业照射的规则程序，加强辐射防护知识培训和文化素质的培养，提高工作人员和有关人员对辐射防护的理解和执行的自觉性。

（5）加强管理做好各种环保设施的日常保养、检修和维护工作。

（6）相关的辐射管理规章制度应盖章上墙。

（7）建设单位应及时办理辐射安全许可证。

（8）建设单位对本报告提出的辐射管理和辐射防护措施，应尽快落实，在辐射防护设施建成并试运行后，建设单位应按照国家环境保护法律法规，进行项目竣工环保验收。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见： 公　　章 经办人 年　　月　　日
审批意见： 公　　章 经办人 年　　月　　日