

核技术利用建设项目
宁夏宏禹检测技术有限公司便携式工业 X
射线探伤机（野外使用）项目环境影响报
告表

宁夏宏禹检测技术有限公司

2025 年 4 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
宁夏宏禹检测技术有限公司便携式工业 X
射线探伤机（野外使用）项目环境影响报
告表

建设单位名称：宁夏宏禹检测技术有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：宁夏银川市西夏区文萃南街 282 号

邮政编码：750000

联系人：张子扬

电子邮箱：nhycgs@163.com 联系电话：13649555214

编制说明

《核技术应用项目环境影响报告表》由具有从事辐射环境影响评价工作资质的单位编制。

1.申请领取许可证的辐射工作单位从事下列活动的，应当组织编制环境影响报告表：制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的；以上项目的改、扩建（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置的）。

2.密封源要注明名称并说明源强。

3.“环境影响分析”主要是指利用核技术应用项目周围环境现状资料、设备技术参数及环境本底监测数据，分析核技术应用项目对环境造成的影响，给出结论。同时提出减少环境影响的建议。

4.《核技术应用项目环境影响报告表》报自治区生态环境部门审批。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		宁夏宏禹检测技术有限公司便携式工业 X 射线探伤机（野外使用）项目			
建设单位		宁夏宏禹检测技术有限公司			
法定代表人	徐晶	联系人	张子扬	联系电话	13649555214
注册地址		宁夏银川市西夏区文萃南街 282 号			
项目建设地点		宁夏银川市西夏区文萃南街 282 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		10	项目环保投资（万元）	6.8	投资比例（环保投资/总投资） 68%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m²）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用反射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 甲 <input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
<input type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> III类			
项目概述					
1.1 建设单位情况					
<p>宁夏宏禹检测技术有限公司为宁夏水务投资集团有限公司的全资子公司，成立于 2009 年，注册资金 1000 万元，位于银川西夏区文萃南街 282 号。公司目前具备的检测能力有：水利工程质量检测岩土工程类甲级、混凝土工程类甲级、量测类乙级、金属结构类乙级。公司致力于打造检测资质更全、设备使用效率更高、技术服务能力更强、招标咨询业务更高质量的检测、监测、技术服务平台；公司始终遵循“科学、公正、准确、高效”的质量方针，坚持质量第一、诚信至上、客户满意的经营理念，与客户建立长期合作关系，达成共赢目的，为水利事业高质量发展做出贡献。先后承担了清水河流域治理、清水河流域城乡供水、都市圈供水、固扩更新改造等一大批区内重点水利项目的工程检测业务。</p> <p>为进一步完善检测业务种类，建设单位拟购买 XXGH-2505L 型便携式工业 X 射线探伤机 1 台，在宁夏回族自治区内开展水利工程质量检测，利用 X 射线无损检测对水利工程金属管道焊缝内部缺陷（焊缝的气孔、夹渣、未焊透等体积性缺陷）进行抽检排查，金属管道材质为钢板。</p>					

1.2 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》第一类鼓励类中“十四机械”中第 1 条“科学仪器和工业仪表：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”，本项目属于“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，属于鼓励类项目，符合国家产业政策。

1.3 实践正当性分析

宁夏宏禹检测技术有限公司主营业务涉及水利工程质量检测业务，使用便携式工业 X 射线探伤机利用 X 射线无损探伤，对宁夏回族自治区水利工程施工安装现场的金属结构类管道焊缝进行抽检，并对焊缝内部结构进行判定，确保工程质量及安全生产，减少经济损失。

在采取辐射防护屏蔽和安全管理措施后，其产生的经济效益与社会效益远大于可能引起的辐射危害，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“实践的正当性”的原则与要求。

1.4 目的和任务的由来

宁夏宏禹检测技术有限公司根据发展需要，现拟购置 XXGH-2505L 型便携式工业 X 射线探伤机 1 台，用于无损检测工作，通过 X 射线无损探伤手段，可实现对金属结构内部的“可视化”，能够实现金属结构焊缝内部存在的的气孔、夹渣、未焊透等缺陷的无损检测，为金属结构内部是否存在缺陷的判定提供方便，同时也为金属结构类检修提供技术支持。

X 射线探伤通过比较被检测物和其内部缺陷对射线的吸收程度，判断射线穿透后的强度差别，从而使缺陷在底片上显示出来，准确评定是否出现部件内部裂纹、松动脱落或隐患缺陷等故障。

利用 X 射线具有较强的穿透能力这一特点来探测非透明材料或装置的缺陷或者其内部结构的检测法，称为工业 X 射线无损探伤，该方法常作为检查设备质量、材料内部缺陷的手段，从而达到无损检测的目的。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 01 月 04 日）规定，使用 II 类射线装置应当组织编制环境影响报告表。根据宁夏回族自治区生态环境厅关于印发《宁

夏回族自治区建设项目环境影响评价文件分级审批规定（2024 年本）》的通知（宁环规发（2024）13 号）》，该报告表应报宁夏回族自治区生态环境厅审批。宁夏宏禹检测技术有限公司于 2025 年 3 月 26 日委托众旺达（宁夏）技术咨询有限公司对“宁夏宏禹检测技术有限公司便携式工业 X 射线探伤机（野外使用）项目”进行环境影响评价，环评委托书见附件 1。

1.5 项目建设规模

(1) 项目建设规模

宁夏宏禹检测技术有限公司拟购置 1 台 XXGH-2505L 型便携式工业 X 射线探伤机，其最大管电压为 250kV，最大管电流为 5.0mA。根据《射线装置分类》（2017 年），本项目使用的便携式工业 X 射线探伤机为 II 类射线装置。射线装置基本情况见表 1-1。

表 1-1 射线装置基本情况一览表

设备名称	型号	生产厂家	类别	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	数量	用途	投射类型	安装形式	使用场所
便携式工业 X 射线探伤机	XXGH-2505L	黄石上方检测设备有限公司	II	250	5.0	1	探伤	周向	移动式	移动探伤作业地点

(2) 项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况一览表

序号	名称	年用量	来源	备注
1	胶片	50 盒/a	外购	卤化银
2	高反差显影粉	30 袋/a	外购	碳酸钠、亚硫酸钠、溴化钾等
3	快速坚膜定影粉	30 袋/a	外购	硫代硫酸钠、无水亚硫酸钠等
4	新鲜水用量	707.1L/a	/	显影液配制新鲜水用量 113.55L、定影液配制新鲜水用量 113.55L、停显新鲜水用水量 240L、水洗新鲜水用量 240L

1.6 便携式工业 X 射线探伤机储存场所选址情况及项目周边环境保护目标

宁夏宏禹检测技术有限公司位于银川市银川西夏区文萃南街 282 号，北侧、西侧均为宁夏中通快递有限公司，南侧为国家电网宁夏 110KV 变电站，东侧

宁夏宏禹检测技术有限公司办公区，办公区东侧为文萃南街，隔文萃南街为天地宁夏支护装备有限公司。

本次通过对宁夏宏禹检测技术有限公司实验区预留室进行改造（实验区为一层框架结构），房间名称由预留室更改为设备间；改造后的设备间分为四个区域，分别为湿区（洗片室）、干区（观片室）、库房、危险废物贮存点，自南向北依次为洗片室、库房、观片室，危险废物贮存点位于洗片室东侧。

本项目便携式工业 X 射线探伤机计划存放于宁夏宏禹检测技术有限公司一楼设备间库房内。库房长×宽×高：3.4m×1.7m×3m，设置防盗门、视频监控、实体墙、无窗户；探伤机和线缆分别存放于箱体上锁，分区标识存放；设有专人负责设备管理。

由于 X 射线探伤机只有在开机通电操作时才会产生 X 射线，本项目便携式工业 X 射线探伤机为室外探伤，不在库房内进行调试或者使用，仅作为设备暂存管理使用；库房设置防盗门、视频监控、实体墙、无窗户、电离辐射标志。因此，便携式工业 X 射线探伤机储存场所选址合理。

项目同时建设洗片室、观片室，用于探伤结束后已成像胶片的显影，以此判断检查设备质量及材料内部缺陷；项目胶片处理过程中产生的废显（定）影液、废包装桶（废桶），暂存本项目设置的危废贮存点，定期交有危险废物处理资质的单位处理。

项目库房、洗片室、观片室、危废贮存点及相邻区域平面布局见图 1-1。项目与银川市金凤区位置关系见图 1-2，周边环境见图 1-3，库房现状照片见图 1-4。

本项目便携式工业 X 射线探伤机室外探伤作业地点不固定，主要为宁夏回族自治区境内城区以外的输配水工程，不在人口密集区等环境敏感点开展探伤检测工作，抽检范围四周空旷无居民。

探伤作业时周边环境保护目标为从事 X 射线探伤作业的辐射工作人员，以及其他工作人员、公众。建设单位应在实际探伤工作过程中，熟悉工作区及周边环境情况，尤其是对可能被影响到的人员建立必要的管控和防护措施，对 X 射线探伤机的管电压、管电流、射线水平照射角度等进行合理的设置，从而缩小控制区和监督区的范围，同时利用便携式工业 X 射线探伤机控制器 0~5min 延时启动曝光功能，更好的保护辐射工作人员。，典型探伤现场布局见图 1-5。

1.7 工作人员配备情况

本项目拟配备 3 名工作人员，其中 2 名辐射工作人员，1 名库管；探伤工作时现场监护人员 1 人，现场操作人员 1 人，探伤结束后现场监护人员负责观片，现场操作人员负责洗片，现场监护人员、现场操作人员同时负责辐射安全管理工作；配备 1 名库管人员负责设备及档案管理。

现场监护人员负责探伤作业期间的现场安全管理，确保检测区域人员和环境安全；

岗位职责：

(1)核心职责：

①安全警戒与区域管控

根据检测方案设置警戒线、警示标识，划分控制区和监督区，禁止无关人员进入控制区。巡查防护措施有效性，发现隐患立即上报并协助整改。

②应急响应与协调

监测异常情况（如设备故障、人员误入），立即通知操作员停机并启动应急预案。

与操作人员保持实时沟通，协调资源解决现场问题。

③安全监督与培训

监督操作人员遵守辐射防护规程（如佩戴剂量仪、保持安全距离）。

参与辐射安全培训，掌握应急处理技能，指导现场人员规范作业。

(2)支持性职责：

协助记录违规行为及整改结果，完善安全档案。

现场操作人员主要负责探伤设备的操作与基本维护，确保设备使用过程的安全性和有效性。

岗位职责：

(1)核心职责：

①设备操作与参数控制

操作前检查设备（X 射线机、电缆、控制器等）完整性，确保无漏电、机械故障。

根据检测方案远程设置曝光时间、管电压、电流等参数，执行试曝光并校准

成像质量。

②辐射安全与防护

佩戴个人剂量报警仪，监测作业环境辐射值。

设备运行时撤离控制区，仅在监督区外进行操作。

③质量与合规管理

记录设备运行参数、检测条件及异常事件，确保数据可追溯。

探伤操作完成后规范回收设备，检查设备状态并提交使用报告。

(2)支持性职责：

参与设备定期校验，配合第三方检测机构完成计量认证。

洗片人员主要负责探伤胶片的显影处理，确保成像质量满足检测要求。

岗位职责：

(1)核心职责：

①胶片显影与处理

严格按照显影工艺（显影→停显→定影→水洗→干燥）操作，控制药液浓度、温度及时间，避免划痕、污染。

定期清洁显影槽、干燥设备，更换老化药液，记录维护日志。

②质量检验与反馈

检查胶片清晰度、对比度，剔除废片并标记问题（如灰雾过重、显影不均），退回重新处理。

保存合格胶片并标注唯一编号，确保与检测报告对应。

(2)支持性职责：

协助库管人员管理胶片库存，避免受潮、过期。

观片人员主要负责探伤胶片影像的分析与评定，提供准确的检测结果。

岗位职责：

(1)核心职责：

①影像分析与判定

使用观片灯、放大镜等工具，识别气孔、裂纹、未熔合等缺陷，标注位置及尺寸。

对疑难影像组织会商，确保结论准确。

②报告编制与归档

编制检测报告，明确缺陷等级（如 I / II / III 级），附影像图及检测参数，经审核后存档。

维护电子档案系统，确保报告与胶片信息一致，便于追溯。

(2)支持性职责：

参与新员工影像判读培训，统一缺陷评定标准。

库管人员主要负责探伤设备的管理和维护，确保设备安全可靠。

岗位职责：

(1)核心职责：

①设备全生命周期管理

建立设备台账，记录采购、校准、维修、报废信息等。

制定设备运输方案（防震、防潮），确保存储环境温湿度符合要求。

使用记录：记录设备使用情况、维护保养情况及辐射防护措施实施情况。定期审查使用记录，发现异常及时上报。

②档案与合规管理

归档技术报告、胶片、操作记录，设置查阅权限。

管理人员健康档案，确保年度体检覆盖率 100%。

(2)支持性职责：

配合监管部门开展辐射安全检查，提供台账及检测记录。

1.8 原有核技术利用项目许可情况

宁夏宏禹检测技术有限公司未开展过核技术利用活动，此次项目为初次开展核技术利用活动。

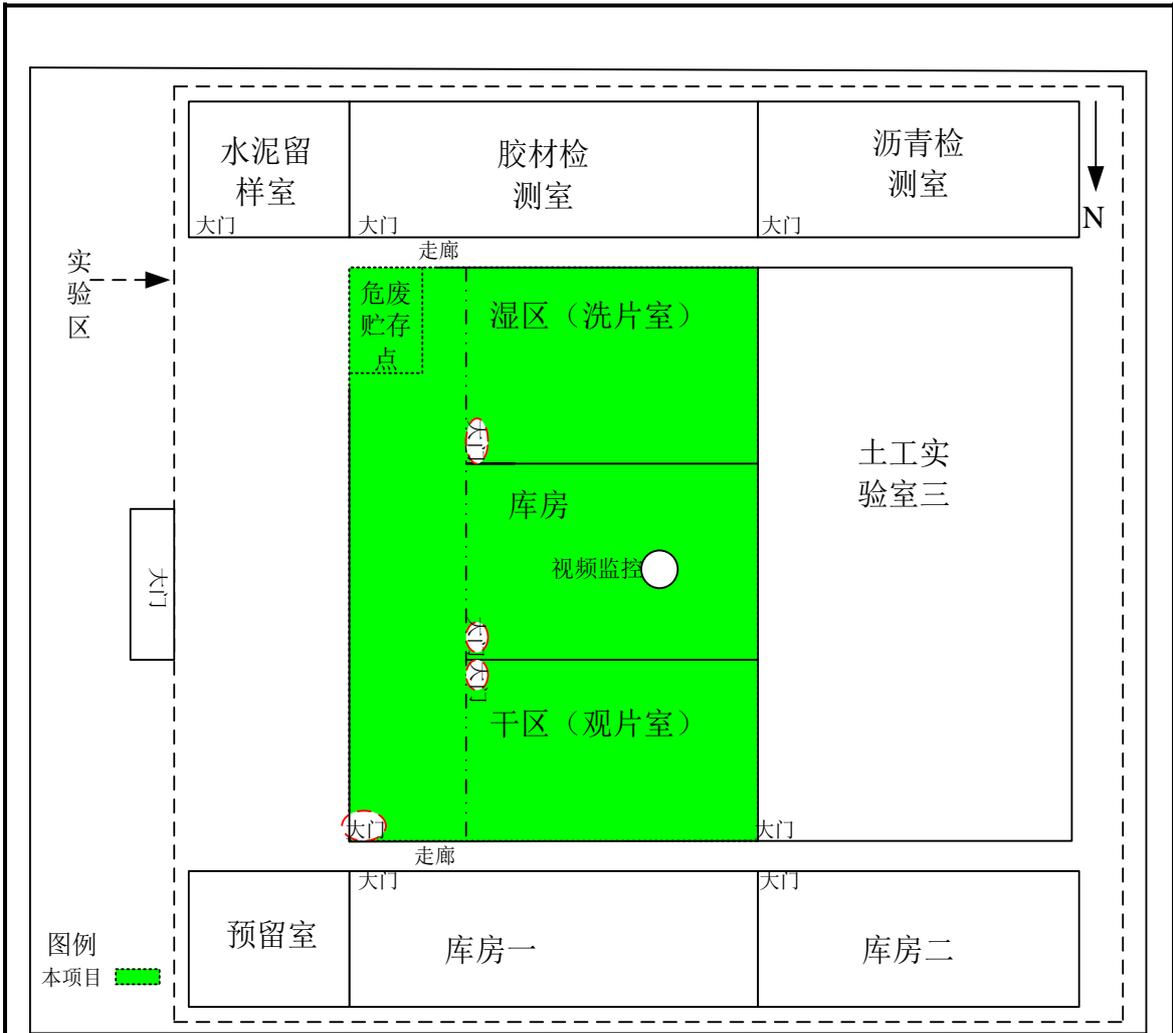


图 1-1 平面布局图



图 1-3 本项目周边环境关系图



图 1-4 设备间现状照片



图 1-5 典型探伤现场布局图

表 2 放射源

序号	核素名称	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	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	便携式工业 X 射线探伤机	II	1	XXG-2505	250	5.0	无损检测	移动探伤作业地点	/

(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 (uA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 Bq	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废显（定）影剂	液态	/	/	/	707.1kg/a	/	厂区内危险贮存点贮存	定期交有危险废物处理资质的单位处理
废包装袋	固态	/	/	/	60 个	/	厂区内危险贮存点贮存	定期交有危险废物处理资质的单位处理

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/m³，年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(5) 《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，（2020 年 11 月 30 日）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置放射防护条例》（2005 年 9 月 14 日中华人民共和国国务院令 第 449 号公布。根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行）；</p> <p>(8) 关于发布《射线装置分类》的公告，原环境保护部、原国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号；</p> <p>(9) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展改革委第 7 号令）；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发（2006）145 号，（2006 年 9 月 26 日）；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录（2025 年版）》（生态环境部令 第 36 号），2025.1.1；</p> <p>(12) 《宁夏回族自治区辐射污染防治办法》，宁夏回族自治区人民政府令 第 102 号（2019 年 2 月 1 日）；</p> <p>(13) 《宁夏回族自治区辐射事故应急预案》（宁政办发（2022）23 号）；</p> <p>(14) 关于印发《宁夏回族自治区建设项目环境影响评价文件分级审批规定（2024 年本）》的通知（宁环规发〔2024〕13 号）；</p> <p>(15) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令 第 9 号，2019 年 9 月）；</p>
------	--

	(16)原宁夏回族自治区环境保护厅《关于进一步加强和规范危险废物转移管理有关工作的通知》（宁环发〔2017〕38号），2017.5.11。
技术标准	<p>(1)《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》（公告 2019 年第 57 号）；</p> <p>(2)《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(4)《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；</p> <p>(5)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(6)《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(7)《生态环境部核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）；</p> <p>(8)《辐射事故应急监测技术规范》（HJ1155-2020）；</p> <p>(9)《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(10)《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录（2021 年版）》；</p> <p>(11)《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(12)《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）；</p> <p>(13)《2023 年全国辐射环境质量报告》；</p> <p>(14)《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环境保护部办公厅 2017 年 9 月 1 日印发）；</p> <p>(15)《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）；</p> <p>(16)《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；</p> <p>(17)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）。</p>
其他	<p>(1)环境影响评价委托书；</p> <p>(2)建设单位提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的格式和内容》（HJ10.1-2016）中“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”的要求（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）。

结合本项目实际探伤工作情况及理论计算结果，现场探伤监督区边界为 563m，控制区边界为 329m；本项目现场探伤以监督区边界以内的范围为评价范围，即监督区边界以内 563m 范围内；同时探伤作业要避开居民点等公众区域，在空旷条件下，确保监督区范围内无公众情况下开展探伤工作。

7.2 保护目标

本项目便携式工业 X 射线探伤机室外探伤作业地点不固定，主要为宁夏回族自治区境内城区以外的输配水工程，不在人口密集区等环境敏感点开展探伤检测工作。探伤作业时周边环境保护目标主要为从事 X 射线探伤作业的辐射工作人员，以及的探伤作业周边出现的其他工作人员、公众。

结合本项目的评价范围，确定保护目标为评价范围内从事 X 射线探伤的辐射工作人员，以及 X 射线探伤现场评价范围内活动的其他工作人员、公众。

建设单位确定辐射工作人员为 2 人。保护目标具体分布情况见表 7-1。

表 7-1 保护目标具体分布情况

类型	工作场所	保护目标	方位	人数	剂量管理约束值 (mSv/a)
辐射工作人员	移动探伤 现场	X 射线探伤 作业人员	探伤现场控制 区外	2 人	5
其他工作人员、 公众		其他工作人员、 公众	探伤现场监督 区内	不定	0.1

7.3 评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

1、剂量限值

1.1 职业照射

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

附录 B 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。

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：

连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），剂量约束可取限值的 10%~30%，本次评价从辐射防护最优化原则出发，尽量避免不必要的附加剂量照射，并为其它可能的辐射照射留下余额，本次评价取其 25%，即 5mSv 作为本项目职业照射剂量约束值。

1.2 公众照射

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：

年有效剂量，1mSv；

特殊情况下，若 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

眼晶体的年当量剂量，15mSv；

皮肤的年当量剂量，50mSv。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），剂量约束可取限值的 10%~30%，本次评价从辐射防护最优化原则出发，尽量避免不必要的附加剂量照射，对于公众成员本次评价取其 10%，即 0.1mSv 作为公众照射剂量约束值。

二、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

5.1.1X 射线装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线空气比释动能率应符合表 7-2 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	漏射线空气比释动能率 mGy/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

7 移动式探伤的放射防护要求

7.1 作业前准备

7.1.1 在实施移动式探伤工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、作业空间等。

7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的探伤机至少配备两名专职工作人员。

7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

7.2 分区设置

7.2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区。

7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入”射线工作区警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

7.2.4 控制区的边界临时拉起警戒线。

7.2.5 移动式探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。

7.2.6 至少配备 2 台个人剂量监测报警仪，并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量监测报警仪。

7.2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

7.2.9 便携式工业 X 射线探伤机与控制器通过 25 米电缆连接、控制器设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

7.3 安全警示

7.3.1 委托单位应配合做好探伤作业的辐射防护工作，通过合适的途径提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。

7.3.2 应在监督区边界醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

7.4 边界巡查与检测

7.4.1 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

7.4.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的视野范围，确保没有人员进入

控制区。

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

开始探伤检测工作之前，应对便携式 X- γ 剂量率仪、个人剂量监测报警仪及个人剂量计进行检查，确认能正常工作。

7.4.5 移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量监测报警仪。

7.5 移动式探伤操作要求

7.5.1 X 射线移动式探伤

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

7.7.7 移动式探伤放射防护检测

7.7.1 检测要求

7.7.1.1 进行移动式探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

7.7.1.2 当 X 射线探伤机、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

7.7.1.3 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。

7.7.1.4 探伤机停止工作时，应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机停止工作。

7.7.2 检测方法

在探伤机处于照射状态，用便携式 X- γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，参照第 7.2.2 条确定的剂量率值确定控制区边界，以 2.5 μ Sv/h 为监督区边界。X 射线探伤机停止照射后，确定控制区边界和监督区边界。

7.7.4 结果评价

控制区边界不应超过第 7.2.2 条确定的剂量率值，监督区边界不应超过 2.5 μ Sv/h。

本项目便携式工业 X 射线探伤机，最大管电压为 250kV，最大管电流为 5.0mA，其 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值取小于 5mSv，因本项目周工作时间不足 7 小时，控制区边界周围剂量当量率取不超过 15 μ Sv/h，监督区边界不应超过 2.5 μ Sv/h。

三、本项目管理目标

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对新建 X 射线探伤机项目设定的管理目标为：辐射剂量控制水平：职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv。辐射剂量率控制水平：控制区边界外周围剂量当量率应低于 15uSv/h；监督区位于控制区外，监督区周围剂量当量率应控制在 2.5~15uSv/h 之间，监督区边界外周围剂量当量率应低于 2.5uSv/h。

相关标准限值要求见表 7-3。

表 7-3 相关标准限值要求一览表

分类	标准要求限值		本项目执行剂量约束值/剂量当量率	参考标准
	类别	剂量限值		
年有效剂量	职业照射	20mSv	5mSv	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
	公众照射	1mSv	0.1mSv	
射线装置外剂量率	控制区剂量当量率	>15μSv/h	>15μSv/h	《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)
	监督区剂量当量率	2.5~15μSv/h	2.5~15μSv/h	
	监督区外剂量当量率	<2.5μSv/h	<2.5μSv/h	

四、其它相关标准

本项目生产过程中涉及的危险废物的产生、收集、贮存、处置等过程执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）、《危险废物转移管理办法》及《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）相关要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目为移动现场探伤，无固定的探伤工作场所，故不进行辐射环境现状调查和检测。项目环境天然辐射水平参照《2023 年全国辐射环境质量报告》中宁夏地区 6 个自动站空气吸收剂量率年均值范围为 60.0~115nGy/h。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

9.1 工程设备

9.1.1 设备组成

本项目拟购置 XXGH-2505L 型便携式工业 X 射线探伤机主要由以下设备组成：X 射线发生器 1 台（XXGH2505L）、控制器 1 台（XXGH2505L）、电源电缆（10m）1 根、控制电缆（25m）1 根、接地线（5m）1 根、保险管 2 个。

1、X 射线发生器

X 射线发生器由 X 射线管、高压变压器、温度继电器、气体压力表、冷却风扇等组成。

X 射线发生器为给合式结构，高压变压器和 X 射线管安装在同一管桶内，管桶用铝加工而成，而且是密封的内部充有六氟化硫绝缘气体，它对于高电压有良好的电绝缘性能。

X 射线发生器采用阳极接地强迫风冷式，并设有压力指示仪表，当压力低于 0.35MPa 不允许工作，同时设有温度保护检测，本机还具有欠压、过压、欠流、过流、放电检测等保护功能，若出现上述故障，机器自动停止曝光，且有数码指示及声音提示故障类型，确保整机安全。

此外，在管桶内铁芯和外部散热器上各装有一个温度继电器，用于防止温度过高而损坏机器。发生器上有射线警示用的闪光灯电源，可以进行射线警示。X 射线发生器两端安装有端环，可使其立放或卧放，方便搬运。

2、SF-07 控制器

控制器由以下几部分组成：

前面板：LED 显示屏、故障和状态指示灯、飞梭旋钮和按钮。

侧面板：电源插座、连接电缆插座、电源开关、警示灯插座、门机连锁插座、保险丝座、接地柱。

内部电路：电源电路、整流电路、滤波电路、变频电路、控制电路及其它电路等。

控制器面板见图 9-1：

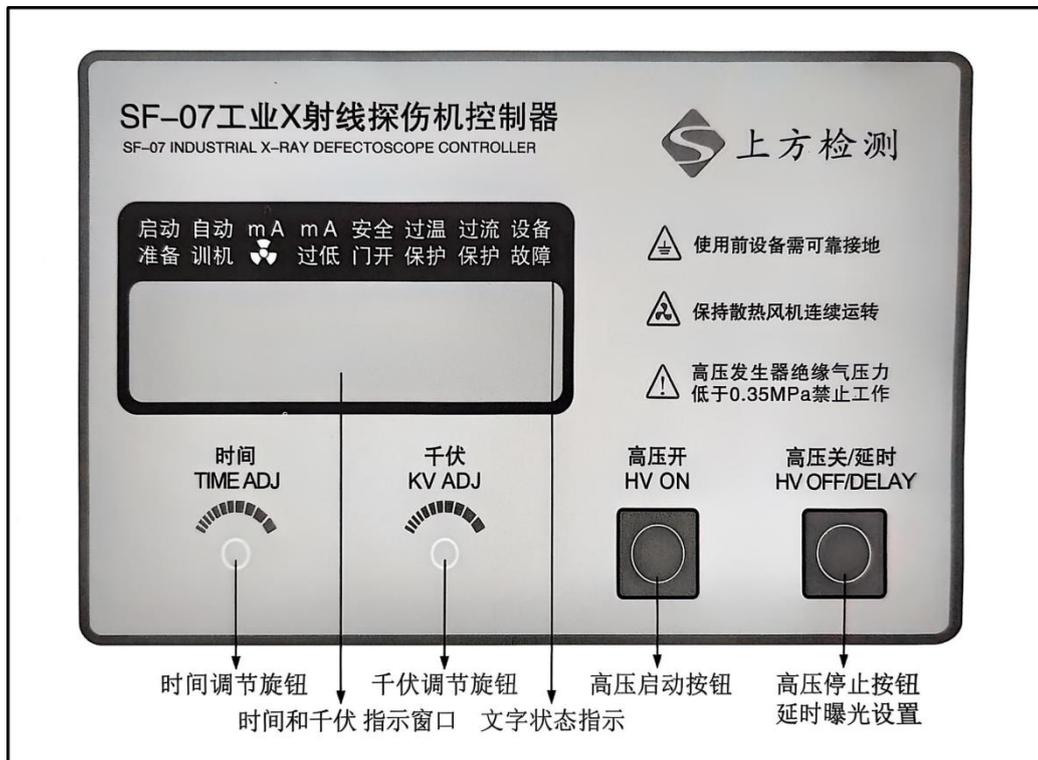


图 9-1 控制器面板图

控制器具体特点如下：

- (1)控制线路板采用贴片元件，数字化微机控制，免参数调整及维修，抗干扰能力强；
- (2)回路为模块化结构，风道式散热，连续工作可靠性高；
- (3)时间和千伏调节采用飞梭旋钮，调节迅速，方便可靠；
- (4)变频控制启动速率自适应不同发生器，电压具有软启动缓关断；
- (5)全自动训机功能，放电自动降压，时间自动步进；
- (6)曝光和工作时间严格 1:1 进行；断电不受影响；连续工作模式下时间 0.1-30min 可调；
- (7)配有防水防尘警示灯插座，可外接 AC220V 曝光警示灯；
- (8)延时曝光时间可自由调节，默认最大 5 分钟，其他要求可定制；
- (9)上盖采用内部扣合方式，便捷可靠，且打开可自由停止定位；箱体四周橡胶减震护角，野外工作更放心；可累计记录曝光时间；无需开盖，特定组合按钮可设置多种兼容机型参数；

(10)SF-07 控制台采用全桥整流滤波，后经 IGBT 模块调压，LC 滤波后获得稳定的直流电压，再经变频逆变升压后供给 X 射线管。此种电路结构极大的提高了机器的功率因数，非常节能环保。微机根据设定的千伏值，自动调整和稳定输出电压，并根据不同千伏值变频调节稳定管电流。根据不同厚度的透照要求，可通过面板上的旋钮，选择不同的千伏值和时间值。

9.1.2 技术参数

主要技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 XXGH-2505L 型便携式工业 X 射线探伤机主要技术参数

设备名称	项目	技术参数
XXG-2505 型 X 射线探伤	生产厂家	黄石上方检测设备有限公司
	说明	用于焊缝探测
	输入电压	220V ±10%，50~60HZ
	容量 KVA	2.5
	输出管电压 KVP	130-250
	输出管电流 mA	2-5
	输出流动	±1%
	X 射线管焦点 mm ²	1.0×3.5
	X 射线管辐射角	360×30°
	发生器冷却方式	强迫风冷
	发生器绝缘方式	气体绝缘
	发生器气体压力 Mpa	0.35-0.45
	发生器重量	23.5kg
	控制器型号	SF07
	控制器线路结构	数码显示
	控制器尺寸 mm	320×270×190
控制器重量 Kg	9	

9.1.3 XXGH-2505L 型便携式工业 X 射线探伤机实物

XXGH-2505L 型便携式工业 X 射线探伤机实物见图 9-2:



图 9-2 XXGH-2505L 型便携式工业 X 射线探伤机实物图

9.2 工艺分析

9.2.1 工作原理

XXGH-2505L 型便携式工业 X 射线探伤机主要由 X 射线管和高压电源组成。

X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，用高原子序数的难融金属钨制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接镶嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面被钨靶突然阻挡从而产生 X 射线。

本项目便携式工业 X 射线探伤机利用材料厚度对 X 射线吸收程度的差异，通过 X 射线透视胶片、从胶片上显示出焊缝的内部缺陷，根据观察其缺陷的性质、大小和部位来评定材料制品的质量。从而可防止由于材料内部缺陷等引起的重大事故。

9.2.2 工艺流程及产污环节

1、设备出库。根据设备台账管理制度，库管人员打开库房，辐射工作人员持任务单，领取便携式工业 X 射线探伤机，现场防护设施（电离辐射警示标志、警戒线、声光警示灯、无关人员禁止入内警示牌）、便携式 X-γ 剂量率仪、个人剂量监测报警仪，个人防护用品（含铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅内裤、铅面罩、铅手套）个人剂量计和对讲机，辐射工作人员在台账上登记，并经库管人员确认后，设备方可出库。

2、运输。运输时采用防震措施，避免因剧烈震动而造成接头松动包位移，X 射线管破损等，确保运输过程中设备安全

3、进场

(1)发布 X 射线探伤通知。现场监护人员对工作场所进行清场，现场操作人员将探伤设备放到指定的拍片位置，探伤机运至探伤现场，现场操作人员根据设备的材料和厚度选取合适的曝光条件，确定射线检测具体参数。发布 X 射线探伤通知，现场操作人员检查电源盘、电源线有无破损、绝缘老化情况，检查电源搭接是否牢固。

(2)划定控制区监督区边界。现场监护人员和探伤工作人员采用对讲机保持联系畅通，佩戴个人剂量计、佩戴个人剂量监测报警仪，穿戴个人防护用品，在探伤工作人员短时间开机的情况下，现场监护人员通过使用便携式 X-γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率到 2.5uGy/h 划定监督区边界，到

15uGy/h 划定控制区边界。使用便携式 X- γ 剂量率仪对原划定的控制区和监督区进行修正，以确定控制区及监督区的边界。

(3) 布设现场防护设施。现场监护人员在确定的控制区边界和监督区边界拉上警戒线，控制区设置“禁止进入 X 射线工作区”警告牌，监督区设置“无关人员禁止入内”警告牌，并同时设置电离辐射警示标志和声光警示灯，现场监护人员一同确认控制区及监督区内已无非探伤人员后，离开控制区，在监督区边界进行警戒。

(4) 本项目使用的便携式工业 X 射线探伤机为 II 类射线装置，投射类型为周向式，作业人员通过推车将 X 射线探伤机移入管道内进行管内探伤作业。

4、试曝光（训机）。

(1) 准备工作

探伤作业前，确认场内无其他人员且各种辐射安全措施到位后，通知设备操作人员操作控制器进行试曝光。现场操作人员连接便携式工业 X 射线探伤机与控制器，控制器与外部电源连接。本项目便携式工业 X 射线探伤机进行探伤时利用控制电缆长度（25 米）达到距离防护的目的。

训机场所为便携式工业 X 射线探伤机无损探伤现场，每次抽检前自动训机一次；整个训机过程中，射线警示灯闪动不进行曝光，故不产生 X 射线。

(2) 开机自检

打开控制器电源开关，蜂鸣器发出“滴”的一声响，操作面板上文字状态“启动准备”闪烁，KV 位置窗口显示当前机器型号，仪器进入自检准备阶段，约 6 秒后，蜂鸣器再次发出“滴”的一声响，自检准备结束，且“启动准备”指示灯常亮，进入工作待机状态，此时可通过旋转面板上的“时间”和“千伏”旋钮调节到您需要的数值，断电后仪器会自动记忆最后一次数值。

上电后，“启动准备”闪烁完毕，蜂鸣器“滴”的一声响之后所有状态灯熄灭，则控制器直接进入休息状态，继续上次未休息完成的时间，休息完成则回到工作待机状态。

(3) 自动训机

上述过程完毕后，系统将根据记忆的管头停用时间判断是否需要自动训机。

设备每次上电后进入自动训机待机状态，调节千伏旋钮，设置合理的训机曝

光电压（一般训机曝光电压等于工作曝光电压），按“高压开”按钮，即可开始自动训机模式，训机过程中控制器会自动步进千伏值，直到千伏值达到设定的训机千伏值；如果训机过程中，发生器有放电现象，系统会自动降压。时间倒计时归零自动休息，休息结束后（如果训机未完成）仪器进入自动训机状态，需要再次按动“高压开”继续自动训机。

训机中途人为按“高压关/延时”按钮停止训机；要重新训机，需要再次按动“高压开”，继续自动训机。训机待机状态，长按压“时间”旋钮，时间显示闪烁，旋转“时间”旋钮可调节自动步进时间值，此值断电会自动记忆。

整个训机过程“自动训机”状态指示会常亮，即使在休息过程也会常亮。当训机完成，“自动训机”指示灯熄灭，“启动准备”指示点亮，控制器进入正常工作状态。

若不需要自动训机，在训机待机状态下，长按“高压关/延时”约 1.5 秒，蜂鸣器发出“滴.滴”的两声响，“自动训机”指示熄灭，“启动准备”常亮，则退出训机状态，进入正常工作状态。

5、曝光设置

整个曝光执行过程分为三个阶段：延时准备、曝光、关闭。

(1)延时准备

为了便于操作人员撤离现场免受射线的辐射，本机设置了延时启动曝光的功能。在产生射线之前，系统将根据用户设定的延时时间自动延时启动曝光。

当控制器“启动准备”常亮时，长按“高压关延时”按钮约 1.5 秒，时间显示闪烁，此时可通过旋转“时间”旋钮调节延时时间，调节完毕，再次按一下“高压关延时”按钮即可退出调节，或者 2 秒时间内没有动作系统会自动退出延时设置过程。

调节好延时时间后，按“高压开”按钮，开始按照设置的延时时间倒计时，并 1 秒发出“滴”的一声响，当倒计时结束则自动开始曝光。

若不重新设置延时时间，则每次曝光按照相同的时间延时（仪器断电后再次打开则延时时间复位为零）。若要取消本次延时功能，在延时过程中按下“高压关/延时”按键即可，此时仪器延时时间复位为零，直接按“高压开”按键则立即开始曝光

(2)曝光

时间和千伏参数设置完毕后，按下“高压开”按键，即可开始曝光工作。随即“mA”状态图标闪烁，机器开始正常工作，曝光过程中随时可以调节千伏数值，时间指示倒计时显示，当时间减至零时，蜂鸣器发出“滴…”的一长声响即曝光结束，仪器进入休息状态，此时只有时间和千伏显示，时间指示再次倒计时显示，当休息时间结束后，仪器发出“滴.滴…”的一短一长声响，仪器休息结束可以再次开始曝光。

便携式工业 X 射线探伤机曝光时，现场操作人员填写检测信息以及设备运行记录。现场监护人员在曝光检测时在监督区边界警戒，若有其他人员进入监督区及时通知设备操作人员终止探伤工作，关闭射线机。

(3)关闭

曝光过程中可以随时通过“高压关/延时”按钮来停止本次工作。并且仪器自动按照已工作的时间进行 1: 1 休息，时间不足 0.1 按照 0.1 时间休息（连续工作模式除外）。仪器休息总时间断电不受影响。

6、报警显示

系统在工作过程中检测到故障，会立即停止当前曝光，蜂鸣器发出连续“滴、滴”急促声响。对应文字状态故障显示，且时间位显示故障代码（代码对应参见故障排查）。此时可通过按下“高压关延时”按键来试探是否可关闭报警，若可以关闭报警则说明线路有接触不良地方，此时应根据报警指示做进一步检查和排除。若报警不可以关闭则要重点检查线路和发生器的连接是否可靠。请依据“故障排查”做仔细检查，若仍不能排除报警应送回本公司检修。

若报警在曝光过程产生，则时间位交替显示故障代码和剩余曝光时间，可依据此时间决定补拍曝光时间。

7、过温保护

当射线发生器工作在封闭环境或现场不利于散热的情况时，长时间的工作容易发生过热保护，此时曝光停止且“过热保护”指示常亮，蜂鸣器发出连续“滴、滴”急促声，时间位交替闪烁显示剩余时间和“HT”代码，这时通过按下“高压关/延时”按键，可暂停声响，等待机器冷却，当机器温度降到正常范围时，则退出报警状态。

8、探伤结束。达到预定曝光时间和曝光量后，探伤检测结束，关闭机器设备，操作人员携带个人剂量监测报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪进入控制区，收回探伤机，清理完现场后解除警戒并离场。

9、专用车辆运输送回库房。

10、根据设备台账管理制度，在出入库台账上登记，并将所有设备入库。

11、胶片处理

(1)溶液配制

将 1 加仑高反差显影粉完全溶于 3.785L 水中，静置一天后待用；年需高反差显影粉 30 袋（每袋 1 加仑），配制显影液年需水量 113.55L；

将 1 加仑快速坚膜定影粉完全溶于 3.785L 水中，静置一天后待用；年需快速坚膜定影粉 30 袋（每袋 1 加仑），配制定影液年需水量 113.55L；

(2)胶片处理程序

胶片处理过程可分为显影、停显、定影、水洗和干燥五个步骤。

显影：将胶片放入配制好显影溶液浸泡 4~6min，成像后取出。

停显：将成像后的胶片，放入 50 升水槽中浸制约 0.5min，去除附着在胶片上的杂质。年用水量 240L。

定影：停显结束后取出胶片，放入配制好定影溶液浸泡 5~15min，保护已显影的影像，使其达到稳定状态。

水洗：定影结束后取出胶片，放入 50 升水槽中浸制约 30~60min，去除附着在胶片上的化学物质。年用水量 240L。

干燥：水洗后将胶片悬挂起来自然晾干。

(3)射线照相底片的评定。评片人员对观察到的影像做出分析判断。

(4)射线照相检测的记录与报告。评片人员应对射线照相检验结果及有关事项进行详细记录，并出具报告。所有使用胶片全部入档管理。

本项目工艺流程及产污环节见图 9-3。

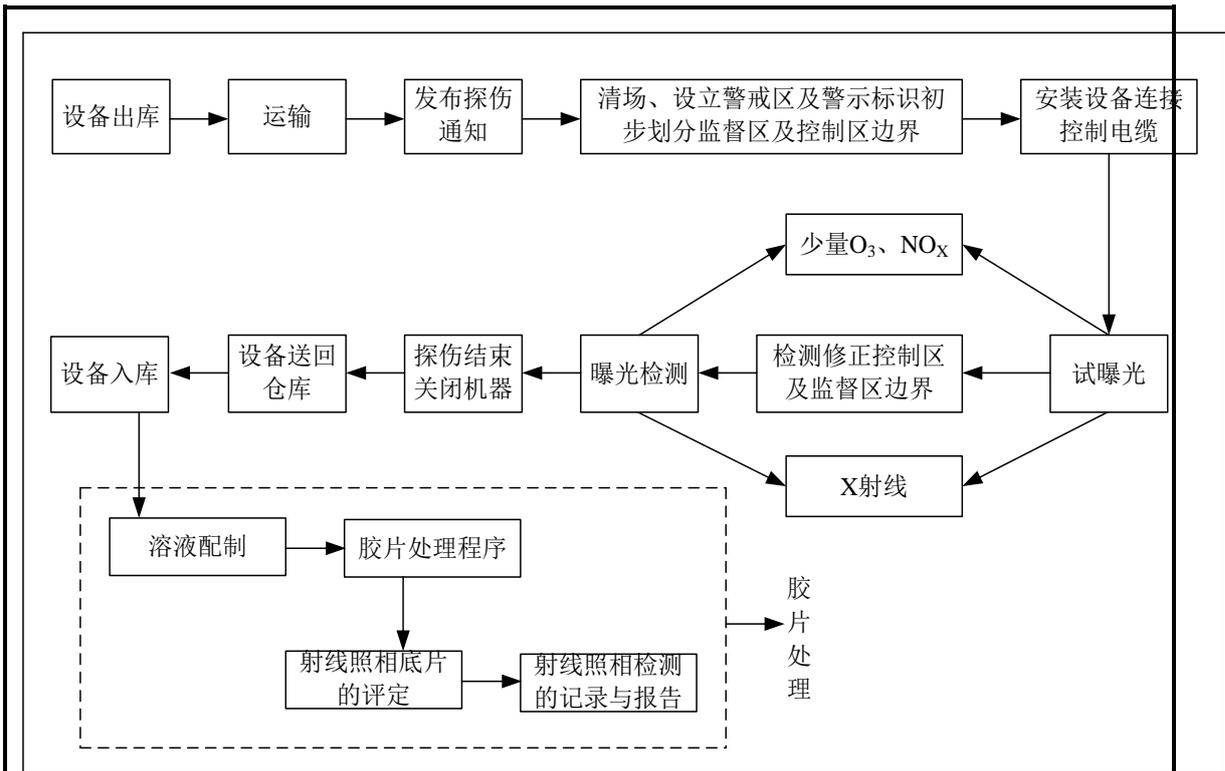


图 9-3 工艺流程及产污环节示意图

9.2.3 工作状态与频次

本项目拟配置 2 名专职辐射工作人员负责 X 射线探伤机的操作工作。

根据建设单位提供的资料计算可知：年承接工程最大量管道长 70km，每节管道 12m，则焊缝条数为： $70000/12=5833$ 条；按规范 SL432-2024《水利工程压力钢管制造安装及验收规范》及设计要求确定 X 射线抽检数量为焊缝总量 2%，则抽检的焊缝条数为： $5833 \times 0.02=117$ 条。

按平均管径 1m 计算，管道周长为 3.14m，胶片规格为 300×80mm，计算得胶片数量为 $3.14/0.3 \approx 12$ 张。

1 次曝光角度为 360° ，1 个周长需要 2 次才能完成全部曝光，1 次曝光可拍 7 张片子可求得 14 张胶片曝光 2 次，曝光 1 次需要工时 3 分钟，1 条焊缝需要 6 分钟，117 条焊缝需要曝光 702 分钟，共计年曝光时间 11.7 小时，则辐射工作人员年受照时间 11.7 小时。

9.2.4 污染源项描述

1、X 射线

由便携式工业 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线发生是随控制器开、关而发生的、消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于曝光状态时才会

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，污染途径是 X 射线外照射。便携式工业 X 射线探伤机在运行时无放射性废气、废液和固体废弃物产生。本项目便携式工业 X 射线探伤机最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，X 射线过滤条件为 3mm 铝，由于设备技术参数未提供输出量，本次环评输出量参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附表 B.1 中 250kV 管电压，滤过条件 3mm 铝进行取值，即输出量 H 取 $13.9\text{mGy m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

3、臭氧及氮氧化物

本项目探伤现场为开放式场所，探伤装置系统产生的 X 射线会使空气电离产生 O_3 和 NO_x （以 NO_2 为主），产生量较小，经空气稀释和自然分解后，对周围环境影响较小。

3、正常工况污染途径分析

便携式工业 X 射线探伤机在不接通电源并且未加高压状态下，无 X 射线产生。在对设备进行探伤检测时，X 射线经透射、反射，对作业场所及周围环境产生辐射影响。

4、废显（定）影液、废包装袋

胶片处理过程中产生的废显（定）影剂，产生量为 707.1kg/a ，废显（定）影剂属于《国家危险废物名录》中“HW16 感光材料废物”中的非特定行业 900-019-16 其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸，危险特性为毒性（T），在厂区内危险废物贮存点贮存，定期交有危险废物处理资质的单位处理。

本项目高反差显影粉、快速坚膜定影粉采用袋装，显影、定影粉废包装桶产生量约 60 个/a。显影、定影废包装袋属于《国家危险废物名录》中“HW49 其他废物”中的 900-041-49 含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质，危险特性为毒性（T）和感染性（In），在厂区内危险废物贮存点贮存，定期交有危险废物处理资质的单位处理。

9.2.5 事故工况污染途径分析

便携式工业 X 射线探伤机在事故工况下，主要是探伤过程中人员误入探伤现场，从而导致人员接受到附加照射。在事故工况下现场操作人员应立即中断电源，关闭便携式工业 X 射线探伤机。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

10.1 辐射工作场所分区管理

10.1.1 控制区、监督区的理论划分

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），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。参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），一般将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围内化为控制区，控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线工作区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作。将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围化为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，同时设专人警戒。在进行探伤作业时辐射工作人员将结合作业现场实际情况，使用便携式 X- γ 剂量率仪划定控制区和监督区。

本项目控制区、监督区划分示意图见图 10-1。

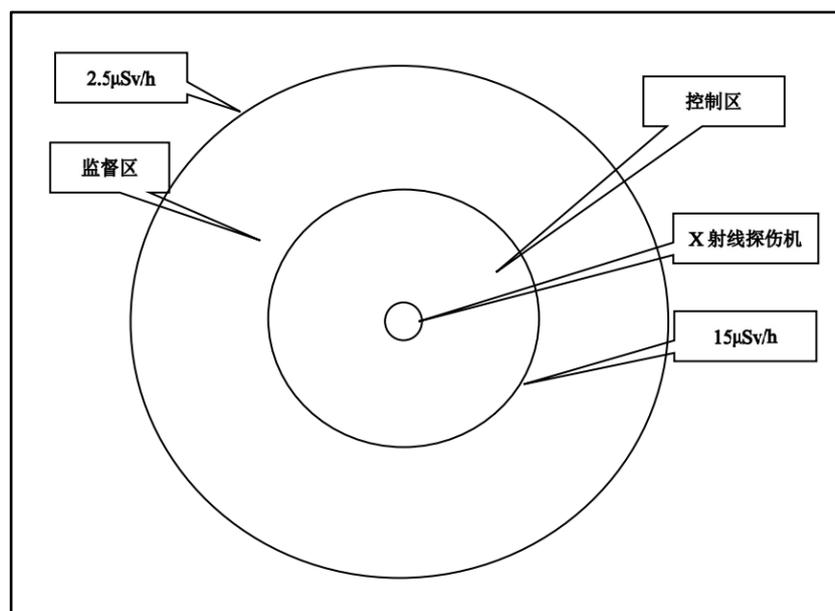


图 10-1 控制区、监督区划分示意图

10.1.2 实际移动式探伤过程中控制区和监督区的划分方法

工作人员根据拟被检测设备厚度以及周边环境条件，选取合适的曝光条件，确定射线检测具体参数。

现场监护人员、现场操作人员确定现场射线检测开始时间及结束时间。现场监护人员和现场操作人员采用对讲机保持联系畅通，在探伤工作人员短时间开机

的情况下，现场监护人员通过使用便携式 X- γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率到 2.5uGy/h 划定监督区边界，到 15uGy/h 划定控制区边界。

移动式探伤时，一方面由于射线装置工作电压的变化，另一方面由于探伤工件厚度的变化，控制区和监督区边界随着现场情况的不同其距离也不同理论计算结果仅为实际移动式探伤时控制区和监督区初设边界，根据现场实际情况，实际移动式探伤时需根据便携式 X- γ 剂量率仪的实测结果对控制区和监督区边界进行调整。

进行正式探伤作业时，现场监护人员在探伤四周以该剂量为基础，确定控制区边界和监督区边界，拉上警戒线。在控制区设置“禁止进入 X 射线工作区”警告牌，监督区设置“无关人员禁止入内”警告牌，并同时设置电离辐射警示标志和声光警示灯，确认控制区及监督区内已无非探伤人员后，离开控制区，在监督区边界进行警戒。

10.2 辐射安全和防护措施

1、严格 X 射线探伤机库房管理要求。

本项目便携式工业 X 射线探伤机单独存放，存放地点位于宁夏宏禹检测技术有限公司一楼现有设备间内，在设备间内用实体围墙隔出一小间作为库房，根据设备台账管理制度，便携式工业 X 射线探伤机使用时进行出入库登记，出入库登记记录明确领取和归还时间、人员，使用地点、用途等项目，检查电源盘、电源线、电缆有无破损等情况，经库管人员和辐射工作人员签字确认后方可出库。领取电离辐射警示标志、警戒线、声光警示灯等现场防护设施、监测仪器、个人防护用品等。

2、紧急停机

便携式工业 X 射线探伤机控制器上设有电源开关、高压开关按钮、高压关/延时按钮，并按要求设置辐射警示标志、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。便携式工业 X 射线探伤机与控制器通过 25m 电缆连接，紧急情况下，现场操作人员通过对讲机与现场监护人员进行联系。现场操作人员按下控制器上电源开关按钮，关闭电源。同时便携式工业 X 射线探伤机控制器 0~5min 延时启动曝光功能，避免探伤作业对环境保护目标的潜在照射危险。

3、警示标示及警戒线

在库房设置电离辐射警示标示和视频监控设施，便携式工业 X 射线探伤机、控制区、监督区的边界处分别设置 1 个醒目的电离辐射警示标示和声光警示灯等。在控制区边缘设置醒目的警示标志，悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌。在监督区边界悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，并安排专人负责警戒，防止无关人员入内。探伤时在探伤现场设置扬声器，用于提醒现场人员注意和撤离辐射工作区。

在 X 射线探伤工作开始前，必须对探伤现场进行清场，确保无其他人员的情况下方可进行探伤作业。使用便携式 X- γ 剂量率仪开展分区监测，标记出控制区和监督区范围和边界，设置警戒线。

4、作业现场

作业现场配置 1 台便携式 X- γ 剂量率仪，随时监测工作区域的辐射剂量率，停机情况后现场辐射剂量率恢复至本底水平时，其他人员方可进入。使用 X 射线探伤的主要危害是外照射，因此在操作中必须充分利用时间、距离和屏蔽防护。探伤的工作条件（如便携式工业 X 射线探伤机输出电流、管电压、照射方向、探伤构件厚度等）变动时，必须进行场所监测，并验证确定的控制区和监督区。在工作状态下应监测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的。

5、配备必要的监测仪器和防护用品。本项目作业现场配备 8 个电离辐射警示标志，4 套警戒线，4 个声光警示灯，1 台便携式 X- γ 剂量率仪，2 台个人剂量监测报警仪、2 个人剂量计，2 套防护用品（铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅内裤、铅面罩、铅手套），并按《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求使用监测仪器和防护用品。

6、对便携式工业 X 射线探伤机进行定期维护，每年至少维护一次。设备维护由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。设备维护包括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，须保证所更换的零部件都来自设备制造商，并做好设备维护记录。

7、本项目 2 名辐射工作人员需取得辐射安全与防护考核合格证书，当建设单位拟更换或新增辐射工作人员时，须组织对新入职辐射工作的人员进行辐射安全与防护知识教育培训，通过辐射安全与防护考核后方可上岗，杜绝无证上岗。同时要求工作人员熟练掌握操作技能，从而达到减少受照剂量的目的。

8、个人剂量监测。本项目 2 名辐射工作人员均应配备个人剂量计，探伤作业期间必须佩戴。公司定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

9、对从事 X 射线探伤的工作人员定期进行职业健康体检并形成制度，建立个人健康档案，凡发现接触射线的工作人员出现不适应症，须及时采取应急措施。

10、探伤作业时，在控制区边缘合适的位置设置电离辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”。在监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，防止无关人员入内。作业前对控制区和监督区进行清场，确保控制区和监督区无其他人员，在控制区和监督区边界处设置声光警示灯、警戒线及电离辐射警示标志。

11、在实际探伤工作过程中，熟悉工作区及周边环境情况，尤其是对可能被影响到的人员、设备等建立必要的管控和防护措施，对便携式工业 X 射线探伤机的管电压、管电流、射线水平照射角度等进行合理的设置，从而缩小控制区和监督区的范围。同时利用便携式工业 X 射线探伤机控制器 0~5min 延时启动曝光功能，更好的保护辐射工作人员，避免探伤作业对环境保护目标的潜在照射危险。

12、便携式工业 X 射线探伤机到达使用年限或者不再使用时，须对便携式工业 X 射线探伤机进行报废处理破坏射线装置 X 射线发生器，确保其不能再产生 X 射线。

10.3 辐射安全制度

1、严格按照操作规程进行作业，并对辐射工作人员进行操作规程培训，确保工作人员熟练掌握操作技巧。

2、使用 X 射线探伤的主要危害是外照射，操作人员必须在独立的操作位进行操作。

3、配备便携式 X-γ 剂量率仪，定期对辐射工作场所进行监测，做好记录。

4、为操作人员配备必要的个人防护用品(含铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅内裤、铅面罩、铅手套)、个人剂量计、个人剂量监测报警仪、对讲机等。

5、定期对便携式工业 X 射线探伤机进行维护保养，使便携式工业 X 射线探伤机处于良好的工作状态。发现达到规定使用寿命的部件必须按时更换，防止因

设备故障而发生辐射事故。

6、对从事辐射工作的人员进行辐射安全与防护培训，培训考核合格方能上岗。

7、辐射工作人员均应进行个人剂量的监测并建立档案。

8、对从事工业 X 射线探伤的工作人员定期体检并形成制度，凡发现接触射线的工作人员出现不适应症应及时采取应急措施。

9、设备安装场地附近应张贴醒目的“当心电离辐射”警示标志，并安装工作状态显示装置；控制区边界也应张贴醒目的安全警示标志，严禁无关人员进出控制区，同时应增加声光警示灯。

10.3 环保投资

本项目总投资 10 万元，环保投资 6.8 万元，占总投资的 68%。环保设施（措施）及其投资估算见表 10-1。

表 10-1 环保设施（措施）及投资估算一览表

环保设施		数量	投资（万元）
库房防护设施	电离辐射标志	1 个	0.1
	视频监控器	1 个	0.8
场所设施	电离辐射标志	8 个	1.5
	声光警示灯	4 个	
	警戒线	4 个盘	
	无关人员禁止入内警示牌	4 个	
	扬声器	1 个	
监测设备	便携式 X-γ 剂量率仪	1 台	2.5
个人防护用品	防护用品(含铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅内裤、铅面罩、铅手套)	2 套	0.5
	个人剂量监测报警仪	2 套	0.2
其他投资	个人剂量计	2 人	0.1
	对讲机	2 个	0.1
固废处置	危废贮存点：设置危险废物贮存点 1 处。	1 处	1.0
合计			6.8

三废的治理

本项目 X 射线探伤过程中不产生放射性废气、废水及放射性固体废弃物。现场探伤过程中产生的臭氧和氮氧化物，由于产生量小且作业场地为开放式场所，经空气稀释和自然分解后，对周围环境影响较小。

项目胶片处理过程中不产生废气、废水，胶片处理过程中产生的废显（定）影剂，属于《国家危险废物名录》中“HW16 感光材料废物”中的 900-019-16 其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸，危险特性为毒性（T），在厂区内危险废物贮存点贮存，定期交有危险废物处理资质的单位处理。

废显影、定影包装袋属于《国家危险废物名录》中“HW49 其他废物”中的 900-041-49 含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质，危险特性为毒性（T）和感染性（In），在厂区内危险废物贮存点贮存，定期交有危险废物处理资质的单位处理。

表 11 环境影响分析

建设或安装阶段对环境的影响

由于便携式工业 X 射线探伤机只有在开机并处于出束过程中才会产生 X 射线，在使用时才会产生 X 射线，项目建设阶段仅是购置便携式工业 X 射线探伤机，该便携式工业 X 射线探伤机无需专门调试和安装，不会对周围环境产生影响，也不会产生放射性废气、废液和固体废弃物，对周围环境不会产生辐射污染。

运行阶段对环境的影响

11.1 现场探伤场所控制区及监督区距离估算

本项目 XXGH-2505L 型便携式工业 X 射线探伤机用于宁夏回族自治区水利工程质量管理金属结构类焊缝检测；在实际操作过程中，现场监护人员应手持便携式 X- γ 剂量率仪按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），将作业场所中周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的范围内化为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围化为监督区。

主射束方向控制区及监督区距离

(1)根据《辐射防护导论》（方杰主编）计算公式（式 1： $Ka=I\delta_x/(r^2/r_0^2)$ ）可计算出便携式工业 X 射线探伤机曝光时产生的空气比释动能率。

式中： Ka -距 X 射线管焦斑 n 处的空气比释动能率，mGy/min；

I -管电流，mA；

δ_x -发射率常数，mGy $m^2 mA^{-1} min^{-1}$ ；由于设备技术参数未提供输出量，本次环评输出量参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附录表 B1，滤过条件 3mm 铝进行取值，见表 11-1。

r_0 -X 射线管钨靶离焦点的距离，m，本项目取 1m；

r -X 射线机距计算点的距离，m，本项目取 1m。

表 11-1 X 射线空气比释动能率计算结果一览表

管电压	管电流 (mA)	发射率常数 (mGy $m^2/mA.min$)	X 射线管钨靶高焦点的距离 (m)	X 射线机距计算点的距离 (m)	空气比释动能率 (mGy/min)
250	4.0	13.9	1	1	55.6
200	4.5	8.9	1	1	40.05
150	5.0	5.2	1	1	26.0

根据建设单位提供的资料，XXGH-2505L 型便携式工业 X 射线探伤机其工件厚度对应典型工况见表 11-2。

表 11-2 便携式工业 X 射线探伤机工况

管电压 (kV)	管电流 (mA)	工件厚度 (mm)
		钢板
250	4.0	5~32
200	4.5	5~32
150	5	5~32

当探伤工件为钢板时，查询《辐射防护导论》（方杰主编 P103 图 3.23）可得各管

电压下对应的 X 射线在钢板中的近似什值层厚度，具体见表 11-3。

表 11-3 各管电压下对应 X 射线在钢板中的近似什值层厚度

管电压 (kV)	250	200	150
什值层厚度 (cm)	1.6	1.3	1.0

(2)根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014): 4.1 有用线束在给定屏蔽物质厚度 X 时, 关注点的剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$) 按照(式 2: $H=I \times H_0 \times B/R^2$) 计算。

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

H_0 -距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv m}^2/(\text{mA h})$, 以 $\text{mSv m}^2/(\text{mA min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 , 见附录表 B.1;

B-屏蔽透射因子, $B=10^{-X/\text{TVL}}$, TVL-什值层厚度 (mm), X-屏蔽物质厚度 (mm), 根据建设单位提供的数据, 被检工件厚度为 10~32mm。

R-辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为 m, 取 1m。

(3)根据辐射场中某点的照射量、吸收剂量均与该点和源的距离的平方成反比, 也就是平方反比定律, 可计算出本项目控制区和监督区的距离: $D_1/D_2=R_2^2/R_1^2$ (式 3)(控制区边界剂量率控制水平为 $15\mu\text{Sv/h}$, 监督区边界剂量率控制水平为 $2.5\mu\text{Sv/h}$)。

D_1 -距 X 射线管焦点 R_1 处辐射剂量率;

D_2 -距 X 射线管焦点 R_2 处辐射剂量率;

R_1 -距 X 射线管焦点处的距离;

R_2 -距 X 射线管焦点处的距离。

由以上参数可计算出主射束方向控制区及监督区的防护距离见表 11-4。

表 11-4 不同工况条件下主射束方向控制区及监督区的防护距离（钢板）

运行工况		过滤条件 铝	距辐射源点 (靶点) 1m 处 输出量 H_0 $\mu\text{Sv m}^2/(\text{mA h})$	屏蔽 物质的厚 度 X	什值 层厚度 TVL	屏蔽 透射因 子 B	关注点的剂 量率 H $\mu\text{Sv/h}$	距离	
管电 压 kV	管电 流 mA							控制区 距离 (m)	监督区 距离 (m)
250	4.0	3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	10	16	0.2371	791090.2682	229.6505	562.5265
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	20	16	0.0562	187597.0661	111.8323	273.9322
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	30	16	0.0133	44486.2750	54.4587	133.3961
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	32	16	0.0100	33360.0000	47.1593	115.5162
200	4.5	3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	10	13	0.1701	408811.4034	165.0881	404.3817
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	20	13	0.0289	69549.2150	68.0927	166.7923
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	30	13	0.0049	11832.0900	28.0857	68.7956
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	32	13	0.0035	8302.6228	23.5268	57.6285
150	5	3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	10	10	0.1000	156000.0000	101.9804	249.7999
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	20	10	0.0100	15600.0000	32.2490	78.9937
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	30	10	0.0010	1560.0000	10.1980	24.9800
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	32	10	0.0006	984.2935	8.1006	19.8423

以上计算结果仅为典型工件对应工况下辐射防护距离，在实际探伤过程中，随着管电压及管电流的变化，以及工件材质、厚度等条件不同，应充分使用便携式 X- γ 剂量率仪由远至近划分控制区和监督区。

根据上述计算可知，本项目 X 射线探伤装置以射线装置为中心，主束方向控制区最大距离为 329m，监督区最大距离为 563m；由于探伤装置在现场探伤时管电压、管电流、照射方向、被检测设备的厚度及形状以及探伤现场的不同情况对辐射场的剂量水平有很大的影响。因此，本项目主射线方向及泄漏射线方向防护距离的估算只能作为现场控制区与监督区的划分参考。现场探伤作业时在对所有其他人员进行清场后，使用便携式 X- γ 剂量率仪测量现场剂量划分控制区、监督区，场所周围剂量当量率大于 15 $\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为控制区，控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。

项目便携式工业 X 射线探伤机控制器设置有延时曝光功能，延时曝光时间 0~5min，曝光设置完成后工作人员可迅速离开，故本次不考虑铅板等屏蔽状态。

11.2 对探伤工作人员的辐射影响

根据建设单位提供的资料，本项目购置 1 台便携式工业 X 射线探伤机，操作人员年最大受照时间为 11.7h（最大操作时间计算见表 9 项目工程分析与源项 9.4 工作状态与频次），在进行探伤作业时，操作人员位于控制区以外通过计算机进行曝光，则操

作人员所能接受到最大辐射剂量率为控制区边界剂量率 $15\mu\text{Sv/h}$ 。

$$H=K \times D_r \times t \times T \quad (\text{式 6})$$

式中：H-年有效剂量，Sv/a；

K-空气吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy，本项目取 1；

D_r -空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

t-年受照时间，h/a，取 11.7h/a；

T-居留因子，取 1。

根据探伤工作状态与工作频次，考虑到射线装置运行时，辐射操作人员操作控制器，便携式工业 X 射线探伤机与控制器通过 25m 电缆连接。按照整个探伤过程中作业人员在 X 射线探伤现场的周围剂量当量率取控制区边界剂量率 $15\mu\text{Sv/h}$ 进行计算，居留因子取 1，由式 6 计算可知，辐射工作人员最大年有效剂量为 0.1755mSv ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（B18871-2002）中规定的职业人员年剂量管理目标值不超过 5mSv/a 的管理要求。

11.3 对公众的影响

因建设单位人员管理严格，在探伤现场偶尔逗留的其他工作人员、公众居留因子取 1/16，其所能接触到最大 X 辐射剂量率按照监督区边界最大值 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 来计算，则公众年最大有效剂量为 0.005mSv/a ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中本项目规定的对公众成员年剂量管理约束值 0.1mSv 的要求。

11.4 监督区边界工作人员的辐射剂量

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）：4.1 有用线束在给屏蔽物质厚度 X 时，关注点的剂量率 H（ $\mu\text{Sv/h}$ ）按照（式 2： $H=I \times H_0 \times B/R^2$ ）计算。

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

H_0 -距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv m}^2/(\text{mA h})$ ，以 $\text{mSv m}^2/(\text{mA min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1；

B-屏蔽透射因子， $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，TVL-什值层厚度（mm），X-屏蔽物质厚度（mm），根据建设单位提供的数据，被检工件厚度为 10~32mm。

R-辐射源点（靶点）至监督区边界的距离，单位为 m。

由以上参数可计算出主射束方向监督区边界工作人员的辐射剂量见表 11-5。

表 11-5 不同工况条件下主射束方向监督区边界工作人员的辐射剂量

运行工况		过滤 条件 铝	距辐射源点 (靶点) 1m 处 输出量 H_0 $\mu\text{Sv m}^2/(\text{mA h})$	屏蔽 物质 的厚 度 X	半值 层厚 度 TVL	屏蔽透 射因子 B	监督区距 离 (m)	监督区边界的 剂量率 H $\mu\text{Sv/h}$
管电 压 kV	管电 流 mA							
250	4.0	3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	10	16	0.2371	562.5265	2.5000
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	20	16	0.0562	273.9322	2.5000
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	30	16	0.0133	133.3961	2.5000
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	32	16	0.0100	115.5162	2.5000
200	4.5	3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	10	13	0.1701	404.3817	2.4999
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	20	13	0.0289	166.7923	2.5000
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	30	13	0.0049	68.7956	2.5000
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	32	13	0.0035	57.6285	2.5000
150	5	3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	10	10	0.1000	249.7999	2.5000
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	20	10	0.0100	78.9937	2.5000
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	30	10	0.0010	24.9800	2.5000
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	32	10	0.0006	19.8423	2.5000

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对新建 X 射线探伤机项目设定的管理目标为：监督区位于控制区外，监督区周围剂量当量率应控制在 2.5~15 $\mu\text{Sv/h}$ 之间，经计算本项目监督区边界工作人员的辐射剂量 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）。

事故影响分析

本项目配备 1 台便携式工业 X 射线探伤机，为便携式移动现场探伤，无固定的探伤工作场所。不进行探伤时存放于宁夏宏禹检测技术有限公司一楼库房内，库房设置防盗门、视频监控、实体墙、无窗户、电离辐射标志；射线装置不通电不会产生 X 射线，对周围环境和人员不会产生辐射影响。本项目环境事故影响分析目的是分析和预测便携式工业 X 射线探伤机在运行期间存在的潜在危险和有害因素，可能发生的突发性事件或事故，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范应急与减缓措施，以使本项目事故概率、损失和环境影响达到可接受的水平。

1、主要环境风险及其后果分析

便携式工业 X 射线探伤机在进行探伤过程中会发生以下事故风险：

人员误入正在进行探伤作业的工作场所，而导致人员误入照射区域受到照射，不同距离单次探时间计算人受照剂量。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）：4.1 有用线束在给定屏蔽物质厚度 X 时，关注点的剂量率 H（ $\mu\text{Sv/h}$ ）按照（式 2： $H=I \times H_0 \times B/R^2$ ）计算。

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

H_0 -距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv m}^2/(\text{mA h})$ ，以 $\text{mSv m}^2/(\text{mA min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1；

B-屏蔽透射因子， $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，TVL-什值层厚度（mm），X-屏蔽物质厚度（mm），根据建设单位提供的数据，被检工件厚度为 10mm。

R-辐射源点（靶点）至人员误入的距离，单位为 m。

人员误入的辐射剂量见表 11-6。

表 11-6 不同工况条件不同距离下人员误入的剂量

运行工况		过滤条件 铝	距辐射源点 (靶点) 1m 处 输出量 H_0 $\mu\text{Sv m}^2/(\text{mA h})$	屏蔽 物质的 厚度 X	什值 层厚 度 TVL	屏蔽透 射因子 B	误入的距 离 (m)	监督区边界的 剂量率 H $\mu\text{Sv/h}$
管电 压 kV	管电 流 mA							
250	4.0	3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	10	16	0.2371	1	791090.2682
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	10	16	0.2371	5	31643.6107
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	10	16	0.2371	10	7910.9027
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	10	16	0.2371	20	1977.7257
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	10	16	0.2371	30	878.9892
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	10	16	0.2371	40	494.4314
		3mm	$13.9 \times 6 \times 10^4$	10	16	0.2371	50	316.4361
200	4.5	3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	10	13	0.1701	1	408811.4034
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	10	13	0.1701	5	16352.4561
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	10	13	0.1701	10	4088.1140
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	10	13	0.1701	20	1022.0285
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	10	13	0.1701	30	454.2349
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	10	13	0.1701	40	255.5071
		3mm	$8.9 \times 6 \times 10^4$	10	13	0.1701	50	163.5246
150	5	3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	10	10	0.1000	1	140400.0000
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	10	10	0.1000	5	5616.0000
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	10	10	0.1000	10	1404.0000
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	10	10	0.1000	20	351.0000
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	10	10	0.1000	30	156.0000
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	10	10	0.1000	40	87.7500
		3mm	$5.2 \times 6 \times 10^4$	10	10	0.1000	50	56.1600

经计算本项目人员误入的辐射剂量均超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，不满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）。

便携式工业 X 射线探伤机对人体的照射主要来自于其产生的 X 射线。X 射线具有穿透能力强、能量相对较高、电离密度小等特点，因此射线对人体主要危害是外照射。一般来说，剂量越大，危害就越大。人体受危害的程度与电离辐射的剂量有很大关系，不同剂量引起的危害不同。但同等的剂量条件下，不同个体的机能状态不同，敏感程度存在一定差异，故危害程度也有所不同。不同剂量引起的危害见表 11-8。

表 11-8 不同剂量引起的危害

剂量 (Sv)	危害程度
0~0.25	无明显自觉症状
0.25~0.5	出现可恢复的机能变化, 有血液学的改变
0.5~1.0	出现机能变化, 血相改变
1.0~6.0	可好几现轻、中、重度放射病
6	可出现死亡

2、环境风险防范措施

(1)便携式工业 X 射线探伤机不进行探伤作业时, 存放于库房内, 由 1 名库管人员进行严格管理, 设置防盗门、视频监控、实体墙、无窗户、电离辐射标志。便携式工业 X 射线探伤机使用时应做好出入库登记, 出入库登记记录应明确领取和归还时间、人员, 使用地点、用途等项目, 经库管人员和辐射工作人员签字确认后方可出库, 与防护物资一同取用, 一同归还, 杜绝因探伤机通电出束导致的事故照射的发生。

(2)在库房设置电离辐射警示标示和监控设施, 便携式工业 X 射线探伤机、控制区、监督区的边界处分别设置 1 个醒目的电离辐射警示标示和声光警示灯等。在探伤过程中通过声光提示他人不得进入探伤区域。在 X 射线探伤工作开始前, 必须对探伤现场进行清场, 确保无其他人员的情况下方可进行探伤作业。根据估算结果以及工作经验初步划定并标记出控制区和监督区范围和边界, 设置警戒线。

(3)作业现场设置 1 台便携式 X- γ 剂量率仪, 为辐射工作场所配置个人剂量监测报警仪, 辐射工作人员可根据个人剂量监测报警仪是否报警而正确判断是否安全。每次辐射工作人员进行现场巡视时, 辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量监测报警仪。

(4)本项目配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪, 2 台个人剂量监测报警仪, 2 个人剂量计, 2 套防护用品(含铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅内裤、铅面罩、铅手套), 并按《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)要求使用监测仪器和防护用品。

(5)建立完善的《X 射线现场探伤操作规程》等制度, 规定了必须进行清场的工作程序同时还规定了进行巡逻的工作程序, 杜绝人员误入作业现场。加强辐射安全管理, 严格落实各项措施, 杜绝探伤误照事故的发生。严格遵循每次检测前清场制度, 在确保控制区内无人的前提下方可进行检测作业。

危险废物贮存影响分析

本项目胶片处理过程中产生的废显（定）影剂，产生量为 780.8kg/a；显影、停显、定影、水洗废桶及废包装桶产生量约 30 个/a；在厂区内危险废物贮存点贮存，定期交由危险废物处理资质的单位处理。

(1)危险废物贮存过程环境影响分析

本项目危险废物由防渗漏容器盛装，暂存于危险废物贮存点。危险废物贮存点进行防风、防雨、防晒、地面防渗防腐处理，确保渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s。

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中相关要求：贮存点应具有固定的区域边界，并应采取与其他区域进行隔离的措施，应采取防风、防雨、防晒和防止危险物流失、扬散等措施；贮存危险废物应置于容器或包装物中，不应直接散堆；贮存点应及时清运贮存危险废物，实时贮存量不应超过 3 吨。

另外，建设单位应按照《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）中要求，对厂区固体废物贮存场所进行相关的标志、标识。

(2)运输过程环境影响分析

项目危险废物运输过程主要为厂外运输。企业对于危险废物厂外的运输过程，应严格按照《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）中要求执行。

危险废物包装材质要与危险废物相容，能有效隔断危险废物迁移扩散途径，并达到防渗、防漏要求，包装好的危险废物应设置相应的标签，标签信息应填写完整详实。盛装过危险废物的包装袋或包装容器破损后应按危险废物进行管理和处置。

制定危险废物收集操作规程，内容包括适用范围、操作程序和方法、专用设备和工具、转移和交接、安全保障和应急防护等。

参照《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）附录 B 填写《危险废物厂内转运记录表》。在危险废物收集和转运过程中，采取相应的安全防护和污染防治措施，包括防爆、防火、防中毒、防泄漏、防飞扬、防雨或其他防止污染环境的措施。

根据《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）中要求，危险废物的运输，应由持有危险废物经营许可证的单位按照其许可证的经营范围组织实施，承担危险废物运输的单位应获得交通运输部门颁发的危险货物运输资质。

危险废物公路运输按照《道路危险货物运输管理规定》（交通部令〔2005 年〕第

9号)、《危险货物道路运输规则》(JT617-2018)以及《汽车运输、装卸危险货物作业规程》(JT618-2004)执行。同时,运输单位承运危险废物时,应在危险废物包装上按要求设置标志。危险废物公路运输时,运输车辆应按照《道路运输危险货物车辆标志》(GB13392)设置车辆标志。

按相应要求运输后,固体废物在收集、运输过程基本不会出现跑冒滴漏的情况,不会污染周边环境。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与生态环境保护管理机构的设置

按照《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，为了加强对放射性同位素射线装置安全和防护的监督管理，促进放射性同位素、射线装置的安全应用，正确应对突发性放射性事故，确保事故发生时能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障公司内职工生命安全和财产安全，维护正常的工作秩序，建设单位应成立辐射安全与生态环境管理领导小组，统一管理公司内辐射安全防护工作。

领导小组的职责是：

- 1、全面负责公司内的辐射安全管理工作；
- 2、制定安全规章制度并检查监督实施；
- 3、负责公司内辐射设备操作人员的法规教育和安全环保知识培训；
- 4、检查安全环保设施，开展环保监测，对公司内使用便携式工业 X 射线探伤机安全防护情况进行年度评估；
- 5、实施辐射工作人员的健康体检并做好体检资料的档案管理工作；
- 6、编制辐射事故应急预案，妥善处理有可能发生的辐射事故；
- 7、定期向生态环境部门报告辐射安全管理工作。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修改）》，制定辐射安全与环境保护管理制度。

1、制定辐射安全管理规定

本项目依法取得生态环境部门相关批复手续后方可使用射线装置。建设单位在射线装置日常使用过程中应严格按照监管部门要求进行辐射安全管理。

2、制定辐射工作岗位职责

建设单位应依照规定制定相关人员的安全岗位职能，明确上至监督人员、下至操作人员的安全职责，确保安全责任落实到具体的人并能顺利实施。至少有 1 名技术人员专职负责辐射安全与生态环境管理工作，定期对本单位的辐射安全进

行自查，配合生态环境部门的检查。

3、制定辐射安全操作规程

制定安全操作规程，详细阐述便携式工业 X 射线探伤机开机前的检查、启动、运行、停机及故障处理等方面的操作步骤，确保探伤工作全过程在受控状态下进行。辐射工作人员必须按操作规程进行操作，并做好个人的防护。

4、制定便携式工业 X 射线探伤机库房管理制度

制定严格的库房、设备管理制度，防止因设备管理不善导致射线装置丢失。

5、建设单位应制定辐射设备维护检修制度

明确规定须定期对便携式工业 X 射线探伤机、防护设备进行检测维护，做好检修记录。建设单位必须严格落实检修维护制度，建立检修维护记录。定期对辐射安全和防护设施进行检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录。

6、制定监测设备使用与校验管理制度

对日常巡测的辐射监测设备进行定期校验。

7、制定辐射工作人员培训/再培训管理制度

建设单位定期组织辐射安全培训，辐射工作人员必须通过辐射安全培训平台考核。

8、自行检查和评估制度

建设单位应制定辐射安全防护自行检查和评估制度，定期对本公司辐射防护工作人员执行国家法律法规和条例的情况进行监督检查，定期进行安全和防护知识教育培训和考核、个人剂量检测和职业健康检查，每年由辐射防护安全管理小组对本年度辐射安全防护工作进行年度评估，评估结果存档，发现安全隐患时及时上报，并限期整改，落实到人。建设单位必须于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

9、辐射安全许可证

在取得本次环评批复后，建设单位应按照申请程序，申请领取辐射安全许可证。

10、探伤机使用人员管理

建设单位须对辐射工作的人员进行辐射安全与防护知识教育培训，通过辐射安全与防护考核后方可上岗，杜绝无证上岗。同时要求工作人员熟练掌握操作技能，从而达到减少受照剂量的目的。

辐射监测

建设单位应根据实际情况，建立辐射剂量监测制度，主要为工作场所辐射水平监测和个人剂量监测。

1、工作场所监测

(1)监测频率：每年至少委托有资质单位监测一次；企业应配备便携式 X- γ 剂量率仪对工作场所定期进行监测并建档。

(2)检测要求

进行移动式探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区；当探伤场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线；在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可接受的；探伤机停止工作时，应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

(3)监测内容：X 辐射剂量率。

监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

(4)结果评价：控制区边界周围剂量当量率取不超过 15 μ Sv/h，监督区边界不应超过 2.5 μ Sv/h

2、个人剂量监测

辐射工作人员个人剂量监测按照《职业性外照个人监测规范》（GBZ128-2016）执行。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，个人剂量计应定期送有资质的单位进行检查和评估，并建立个人剂量档案和健康档案。

(1)监测频率：监测周期为三个月，每年 4 次，建立个人剂量档案。

(2)监测内容：X 辐射累积剂量。

结果评价：辐射工作人员年有效剂量约束值不超过 5mSv。

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》第四十二条之规定，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备；发生辐射事故时生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。

结合实际情况及可能发生的辐射事故，建设单位应制定《辐射事故应急预案》，预案中应包括但不限于以下内容：

1、适用范围

说明辐射事故应急预案的适用范围。本项目辐射事故应急预案的适用范围主要为射线装置发生辐射事故时的应对工作，同时说明辐射事故应急预案与综合应急预案、其他相关专项应急预案（如突发环境事件应急预案）的衔接关系。

2、组织机构及职责

建设单位应成立辐射事故应急处理领导小组，发生事故时应积极组织开展辐射事故的应急处理和救援工作。辐射事故应急组织机构及体系可以用应急组织机构图表示。辐射事故应急组织机构应当置于企业统一的领导、管理和指挥之下。应急组织机构应设置若干应急工作小组，应急工作小组包括但不限于技术处置组、安全保卫组、舆情应对组和后勤保障组等，明确各应急工作小组的构成单位（部门）、人员（包括替代人员）及职责分工。应急组织机构图和应急工作小组设置可列入附件。明确应急情况下的指挥机制，在开展前期处置的基础上，明确政府及其有关部门介入后，应急组织机构在指挥、协调、配合、保障等方面的任务和职责。

3、辐射事故应急救援应遵循的原则

- (1)迅速报告的原则；
- (2)主动抢救的原则；
- (3)生命第一的原则；
- (4)科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
- (5)保护现场，收集证据的原则。

4、辐射事故风险分析

本项目便携式工业 X 射线探伤机在进行探伤过程中会发生以下事故风险：控制器的电源开关按钮失灵，无法正常关闭 X 射线探伤机，从而导致人员接受到附加照射；人员误入正在进行探伤作业的工作场所，而导致人员误入照射区域受到照射。以上风险导致人员受到超过年剂量限值的异常照射将会导致辐射事故。

5、响应启动明确本单位的辐射事故应急值班机构和应急值班电话，向本单位应急值班机构报告的形式和内容，本单位内部的通知、启动流程。发生或可能发生辐射事故时，明确向相关政府部门报告的流程和内容，包括但不限于以下方面。

(1)本单位负责进行事故报告的机构或人员、相关政府部门的联络方式。

(2)发生辐射事故时，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。情况特别紧急时，可用电话口头初报，随后再书面报告。

(3)造成或可能造成人员超剂量限值照射的，同时向当地卫生健康部门报告。

6、处置措施

应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案。发生人员误照时及时采取关停、隔离等措施控制辐射照射，并协助受到异常照射的人员接受医学检查和处理，本项目便携式工业 X 射线探伤机在发生辐射事故时应在规定时间内断电。

7、应急终止和恢复措施

事故处置完成并满足以下条件，应急响应可终止。

- (1)射线装置得到有效控制。
- (2)辐射安全风险经过排查被彻底消除。

(3)人员得到有效救治。

(4)现场的应急响应措施无继续的必要。

(5)政府主管部门启动应急的，由政府主管部门宣布应急处置终止。

应急终止后，需采取相应恢复措施，包括分析总结事故概况、事故原因事故处理过程、事故后果、经验教训、改进行动、措施及跟踪等，形成总结报告，必要时报送当地生态环境主管部门。根据应急实践经验，及时对应急预案及相关实施程序进行修订。

8、应急保障

(1)宣传和培训

制定辐射事故应急培训计划方案，每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训，重点培训内容包括：应急响应程序；设备的原理和使用方法；辐射事故的现场控制方法；公众和应急人员的安全防护措施，环境保护的应急措施。

(2)应急演练

结合本单位实际情况，有计划、有重点的组织辐射事故应急预案演练，演练完毕总结评估应急预案的可操作性，必要时对应急预案做出修改和完善。

(3)应急物资装备保障

辐射事故处置所需的应急物资及相关器材，包括应急办公用品、应急通讯器材、应急监测设备、应急处置用品、个人防护用品、应急后勤保障用品等。列出应急物资装备清单，明确应急物资和装备的类型数量、性能、有效日期、存放位置、运输及使用条件、管理和维护责任人及其联系方式等内容。

(4)预案修订

明确应急预案修订的具体要求，特别是建设单位在辐射事故应急处理领导小组人员发生变化、应急处置程序需要完善等情况下，需及时修订应急预案，保证应急预案的可操作性和时效性。

表 13 结论与建议

结论

一、辐射安全与防护分析结论

宁夏宏禹检测技术有限公司便携式工业 X 射线探伤机（野外使用）项目在对探伤工作场所分区，便携式 X- γ 剂量率仪、个人剂量计、个人剂量监测报警仪以及防护用品等防护设施落实各项污染防治措施及辐射安全管理要求后，监督区、控制区的划分满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：辐射工作人员和公众年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及本项目剂量约束值要求（职业人员 $<5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $<0.1\text{mSv/a}$ ）。

二、环境影响分析结论

1、建设或安装过程对环境的影响分析结论

由于便携式工业 X 射线探伤机只有在开机并处于出束过程中才会产生 X 射线，在取得辐射安全许可证后购买使用才会产生 X 射线，因此建设阶段过程中不产生 X 射线，不会对周围环境产生影响，也不会产生放射性废气、废液和固体废弃物对周围环境不会产生辐射污染。

2、运行（使用）后对环境的影响

(1)工作场所分区

工作人员根据拟被检测设备厚度以及周边环境条件，选取合适的曝光条件，确定射线检测具体参数。

现场监护人员、现场操作人员确定现场射线检测开始时间及结束时间。现场监护人员和现场操作人员采用对讲机保持联系畅通，在探伤工作人员短时间开机的情况下，现场监护人员通过使用便携式 X- γ 剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率到 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 划定监督区边界，到 $15\mu\text{Gy/h}$ 划定控制区边界。

移动式探伤时，一方面由于射线装置工作电压的变化，另一方面由于探伤工件厚度的变化，控制区和监督区边界随着现场情况的不同其距离也不同理论计算结果仅为实际移动式探伤时控制区和监督区初设边界，根据现场实际情况，实际移动式探伤时需根据便携式 X- γ 剂量率仪的实测结果对控制区和监督区边界进行调整。

进行正式探伤作业时，现场监护人员在探伤四周以该剂量为基础，确定控制区边界和监督区边界，拉上警戒线。在控制区设置“禁止进入 X 射线工作区”警告牌，监督

区设置“无关人员禁止入内”警告牌，并同时设置电离辐射警示标志和声光警示灯，确认控制区及监督区内已无非探伤人员后，离开控制区，在监督区边界进行警戒。

(2)对探伤工作人员的辐射影响结论辐射工作人员最大年附加有效剂量为0.1755mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对辐射工作人员年剂量管理约束值5mSv的要求。

(3)对公众的辐射影响结论

公众年最大有效剂量为0.005mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中本项目规定的对公众成员年剂量管理约束值0.1mSv的要求。

三、可行性分析结论

1、与产业政策的符合性

根据《产业结构调整指导目录(2024年本)》第一类鼓励类中“十四机械”中第1条“科学仪器和工业仪表：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”，本项目属于“工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业政策。

2、实践正当性

宁夏宏禹检测技术有限公司主营业务涉及水利工程质量检测业务，使用便携式工业X射线探伤机利用X射线无损探伤，对宁夏回族自治区水利工程施工安装现场的金属结构类管道焊缝进行抽检，并对焊缝内部结构进行判定，避免水利工程安全事故的发生和人员伤亡，确保安全生产，减少经济损失。

在采取辐射防护屏蔽和安全管理措施后，其产生的经济效益与社会效益远大于可能引起的辐射危害，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“实践的正当性”的原则与要求。

综上所述，宁夏宏禹检测技术有限公司便携式工业X射线探伤机(野外使用)项目符合产业政策与实践的正当性，在采取严格的污染防治措施及辐射环境管理措施后，工作场所分区符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中对控制区、监督区划分的要求；辐射工作人员及公众年附加有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。因此，从环保角度分析，该项目的运行是可行的。

建议和承诺

- 1、便携式工业 X 射线探伤机应按照检定周期按期检定。
- 2、不断完善相关管理制度及辐射事故应急预案，加强日常演练，做到有备无患。
- 3、在本次环评结束后建设单位应按照申请程序，申请领取辐射安全许可证。