

核技术利用建设项目

河南汇紫检验检测有限公司
X 射线现场探伤项目
环境影响报告表

河南汇紫检验检测有限公司



2026 年 4 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

河南汇紫检验检测有限公司
X 射线现场探伤项目
环境影响报告表

建设单位名称：河南汇紫检验检测有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：河南省信阳市平桥区平桥镇平安家园3号楼

邮政编码：464100

联系人：付丽佳

电子邮箱：1624096004@qq.com 联系电话：18530919827



目录

表1 项目基本情况 1

表2 放射源 7

表3 非密封放射性物质 7

表4 射线装置 7

表5 废弃物 9

表6 评价依据 10

表7 保护目标与评价标准 12

表8 环境质量和辐射现状 21

表9 项目工程分析与源项 22

表10 辐射安全与防护 32

表11 环境影响分析 45

表12 辐射安全管理 57

表13 结论与建议 63

表14 审批 66

附件

- 附件一：委托书
- 附件二：建设单位营业执照
- 附件三：场地租赁协议
- 附件四：各辐射安全管理制度及预案
- 附件五：相关人员考核合格成绩报告单

附图

- 附图一：项目地理位置图
- 附图二：项目周边环境示意图
- 附图三：厂区平面布置图
- 附图四：现场照片

表1 项目基本情况

建设项目名称		河南汇紫检验检测有限公司 X 射线现场探伤项目			
建设单位		河南汇紫检验检测有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		河南省信阳市平桥区平桥镇 312 国道南侧（中心大街西侧）平安家园 3 号楼第一层 101 号、2 层 201			
项目建设地点		探伤作业地点：现场探伤，地点不固定。 便携式 X 射线探伤机存放地点：公司租赁用房第二层设备存放间内			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		200	项目环保投资 (万元)	36	投资比例(环保 投资/总投资) 18%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积 (m ²) /
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封性 放射性物质	☐ 生产	☐ 制备PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			

1.1 建设单位简介

河南汇紫检验检测有限公司（以下简称“建设单位”）成立于 2024 年 3 月，注册地址位于河南省信阳市平桥镇 312 国道南侧（中心大街西侧）平安家园 3 号楼第一层 101 号、2 层 201。

公司以特种设备检测、安全生产检验检测、建设工程质量检测、水利工程质量检测服务为主业，坚持“科学公正、守法高效、优质服务、持续改进”的质量方针，努力提高检测技术和服务水平，全体员工恪守“科学公正、诚信守法、顾客满意”的经营理念，以雄厚的技术实力、严格的质量管理和勤奋务实的工作作风竭诚为顾客提供优质服务。

1.2 项目由来

为满足客户需要，建设单位拟购置 4 台便携式 X 射线探伤机用于在客户现场进行 X 射线无损检测，本项目 X 射线探伤作业均在委托单位所在地的室外进行，便携式 X 射线探伤机在作业过程中需使用定影液、显影液和胶片。

根据《射线装置分类》管理要求，本项目拟新增的便携式 X 射线探伤机属于“工业用 X 射线探伤装置”类别，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》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可办法》等法律法规规定，使用射线装置的单位应当在申请辐射安全许可证前应组织编制环境影响评价文件。依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于其“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”中“使用Ⅱ类射线装置”类别，应编制环境影响报告表。

受河南汇紫检验检测有限公司委托，我公司承担本项目环境影响评价工作（委托书见附件），接受委托后我公司对现场进行了调查和资料收集工作，在此基础上编写了本项目的环境影响报告表。

1.3 评价目的

（1）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

（2）满足国家和地方环保部门对建设项目环境管理规定的要求，为该项目的辐射环境管理提供科学依据；

（3）从辐射环境保护角度，论述本项目的可能性。

1.4 评价内容

（1）评价本项目所采取的辐射防护措施是否符合相关标准或规范要求；

（2）估算职业人员及公众人员的附加年剂量，评价是否满足限值要求；

（3）依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定，对建设单位从事辐射活动的 ability 进行评价。

1.5 项目建设内容及规模

建设单位拟购置 4 台便携式 X 射线探伤机，均属于Ⅱ类射线装置。

本项目拟购置的射线装置参数见表 1-1。

表 1-1 本项目拟购置的射线装置参数一览表

装置名称	规格型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	出束方向	发射角度	射线装置类别	备注
便携式 X 射线探伤机	XXG-3005	1 台	300	5	定向	40°+5°	Ⅱ类	拟购
便携式 X 射线探伤机	XXG-2005	1 台	200	5	定向	40°+5°	Ⅱ类	拟购
便携式 X 射线探伤机	XXG2505L	1 台	250	5	定向	40°+5°	Ⅱ类	拟购
便携式 X 射线探伤机	XXHZ-3005	1 台	300	5	周向	40°×360°	Ⅱ类	拟购

根据建设单位提供的资料，本项目单台便携式 X 射线探伤机现场探伤作业全年最多开展 200 天，每天开机曝光 10~40 次，单次曝光时间 2~3 分钟，探伤作业期间每天训机 1 次，每次训机 3 分钟。本项目拟安排 8 名辐射工作人员，分为 4 组，每 2 名辐射工作人员使用 1 台便携式 X 射线探伤机，保守估计每组人员全天累计曝光时间最多 123 分钟（含训机时间），单台全年累计曝光时间最多约 410 小时（含训机时间）。

本项目各射线装置预计最大运行时间统计情况见表 1-2。

表 1-2 本项目各射线装置预计最大运行时间统计情况表

规格型号	年工作天数 (天)	每天最多检测工件数 (件)	单次最大曝光时间 (min)	全天累计最大曝光时间 (含训机) (min)	周工作时间 (h)	全年累计最大曝光时间 (h)
<u>XXG-3005</u>	<u>200</u>	<u>40</u>	<u>3</u>	<u>123</u>	<u>10.25</u>	<u>410</u>
<u>XXG-2005</u>	<u>200</u>	<u>40</u>	<u>3</u>	<u>123</u>	<u>10.25</u>	<u>410</u>
<u>XXG2505L</u>	<u>200</u>	<u>40</u>	<u>3</u>	<u>123</u>	<u>10.25</u>	<u>410</u>
<u>XXHZ-3005</u>	<u>200</u>	<u>40</u>	<u>3</u>	<u>123</u>	<u>10.25</u>	<u>410</u>

1.6 建设项目位置及周围环境概况

本项目位于河南省信阳市平桥镇 312 国道南侧（中心大街西侧）平安家园 3 号楼。西侧、北侧均为百尚平安家园小区，东侧临平中大街，南侧为闲置空地。本项目便携式 X 射线探伤机不使用时拟暂存于二楼设备存放间内，配套暗室位于一楼，评片室位于二楼。

本项目地理位置情况见图 1-1，本项目周边环境概况见图 1-2，项目平面布局情况见图 1-3。

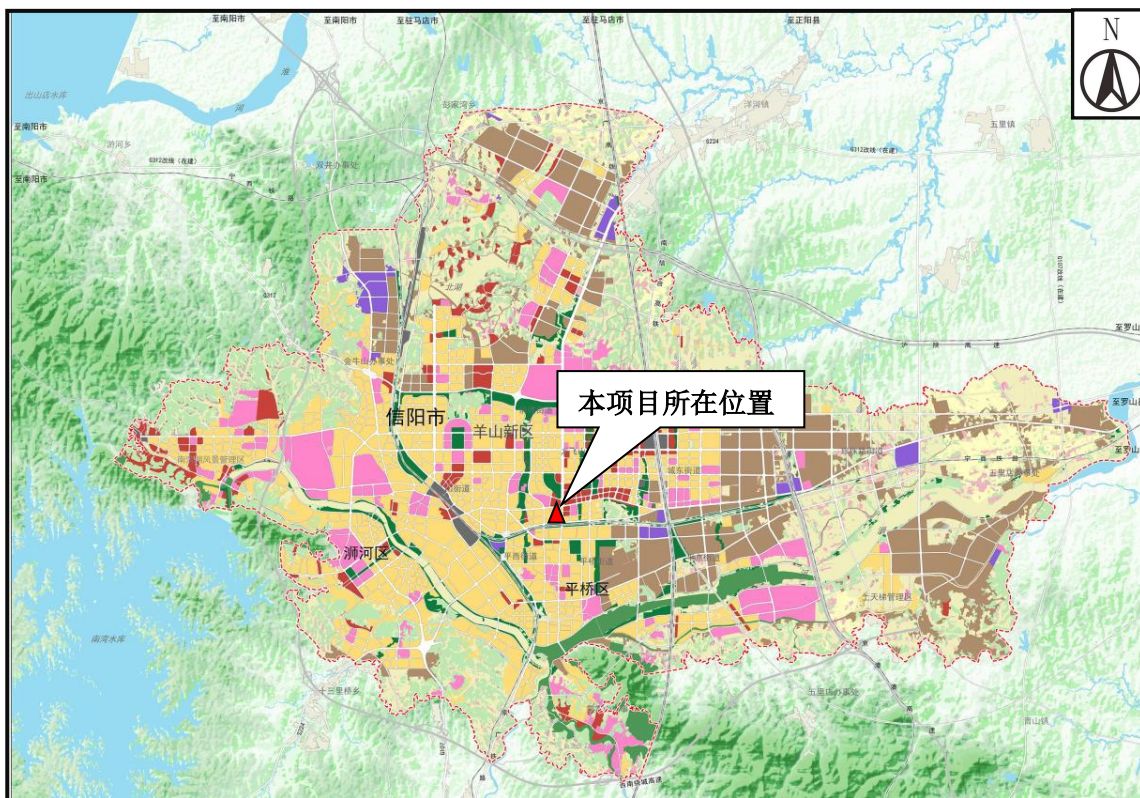


图 1-1 项目地理位置示意图



图 1-2 项目周边环境示意图

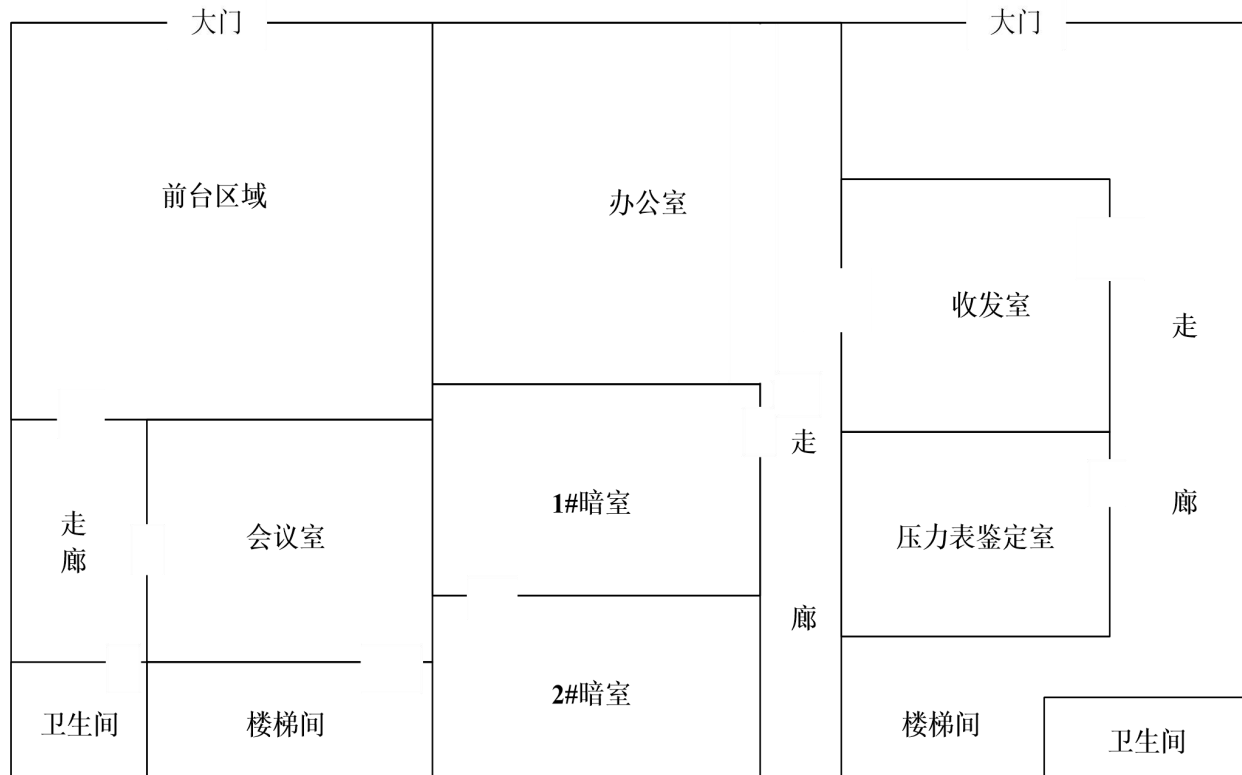


图 1-3(1) 项目一层平面布局示意图

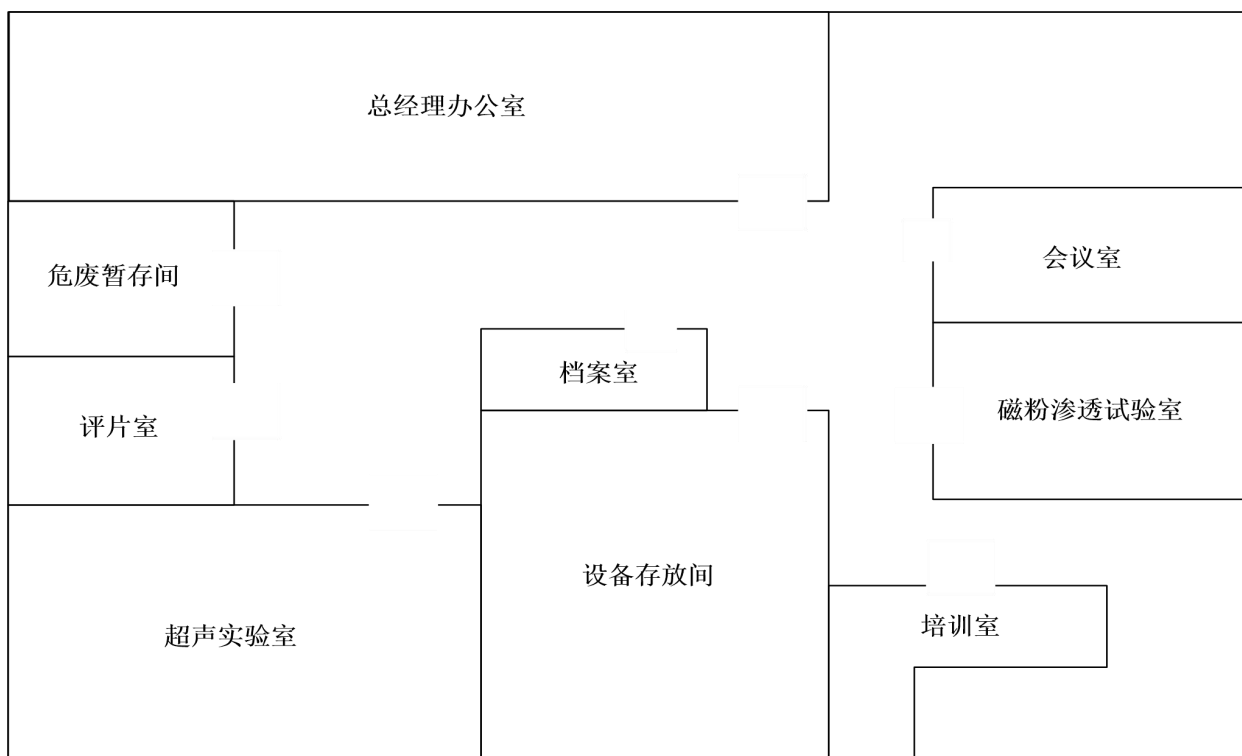


图 1-3(2) 项目二层平面布局示意图

1.7 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于该名录中第一类“鼓励类”第三十一项“科技服务业”第 1 款“工业设计、气象、生物及医药、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务，科技普及”中的“检验检测服务”，不属于该目录中的“限制类”和“淘汰类”产业，符合国家当前产业政策。

1.8 实践正当性

本项目各便携式 X 射线探伤机均利用 X 射线进行无损检测，能够准确检查出产品的内部缺陷，能有效提高产品质量，避免后续生产浪费，具有明显的经济效益；通过采取合理有效的辐射安全防护措施，落实严格规范的辐射安全管理制度，本项目正常运行产生的辐射影响满足国家标准要求，与其带来的利益相比是可以接受的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的“辐射防护实践正当性”原则。

1.9 现有核技术利用项目情况及管理情况

本项目为建设单位首次开展核技术利用项目，无现有核技术利用项目。

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 射线装置，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 X 射线探伤机	II 类	1	XXG-3005	300	5	无损检测	现场探伤，地点 不固定	拟购
2	便携式 X 射线探伤机	II 类	1	XXG-2005	200	5	无损检测	现场探伤，地点 不固定	拟购
3	便携式 X 射线探伤机	II 类	1	XXG2505L	250	5	无损检测	现场探伤，地点 不固定	拟购
4	便携式 X 射线探伤机	II 类	1	XXHZ-3005	300	5	无损检测	现场探伤，地点 不固定	拟购

(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 (mA)	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

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	少量	/	不暂存	排入大气，稀释转化
废显影液	液态	/	/	/	0.063t	/	分类收集后暂存在建设单位危废暂存间	委托有资质的单位处置
废定影液	液态	/	/	/	0.063t	/		委托有资质的单位处置
废胶片	固态	/	/	/	0.042t	/		委托有资质的单位处置

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固态为 mg/m³；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/m³）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》，2015 年 1 月 1 日施行； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日施行； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行； (4) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》，2017 年 10 月 1 日施行； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日施行；2019 年 3 月 2 日根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006 年，国家环境保护总局令第 31 号公布，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号第四次修订； (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），中华人民共和国生态环境部第 16 号令，2021 年 1 月 1 日实施； (9) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，2019 年 11 月 1 日起施行； (10) 《关于发布射线装置分类的公告》，2017 年 12 月 6 日起施行； (11) 《河南省辐射污染防治条例》，2016 年 3 月 1 日起施行； (12) 《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。
技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）； (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）； (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (4) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； (5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及 1 号修改单；

	(6) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98-2020)； (7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)； (8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (9) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (10) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)； (11) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)。
其他	(1) 《辐射防护技术与管理第一卷—电离辐射防护技术与管理》(张丹枫、赵兰才编著)； (2) 《辐射防护导论》(方杰主编)； (3) 项目委托书； (4) 河南汇紫检验检测有限公司提供的相关技术资料。

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内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关规定：“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（无实体边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，无实体边界，根据公司拟配备的便携式 X 射线探伤机的参数及对应探伤工件的厚度，本项目探伤评价范围为探伤现场射线机表面不低于 100m 范围内区域。

7.2 保护目标

公司在实施现场探伤时，可能受到辐射影响的人群有公司现场辐射工作人员和探伤作业现场周围一般公众等。

本项目主要环境保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标情况一览表

工作场所	位置描述	环境保护目标	人数（人）	照射类型	剂量约束值（mSv/a）
现场探伤作业工作场所	现场探伤监督区内	探伤工作人员	8	职业照射	5
	<u>现场探伤监督区外（不低于 100m 范围内）</u>	<u>探伤作业现场周围一般公众</u>	<u>流动人群</u>	<u>公众照射</u>	<u>0.25</u>

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）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。本次评价引用以下条款：

附录 B 剂量限值 and 表面污染控制水平

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照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

①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;

②任何一年中的有效剂量，50mSv;

③眼晶体的年当量剂量，150mSv;

④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

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：

①年有效剂量：1mSv;

②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv;

本项目公众人员辐射剂量约束值：结合本项目所在地审管部门的要求，本项目中，探伤工作场所周围非辐射工作人员及公众人员接受的有效剂量管理目标值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）公众照射剂量限值四分之一执行，即 0.25mSv/a。

但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

（2）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

本次评价引用以下条款：

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 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。

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表

管电压 (kV)	漏射线所致周围剂量当量率 (mSv)
<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、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。

7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应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、警告标识和报警信号等，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。

a) 对于 X 射线探伤, 如果每周实际开机时间高于 7 h, 控制区边界周围剂量当量率应按下式进行计算:

$$\dot{H} = \frac{100}{\tau}$$

式中: $\dot{H}$ —控制区边界周围剂量当量率, 单位为微希沃特每小时 ($\mu\text{Sv/h}$);

100—5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值, 即 $100\mu\text{Sv/周}$;

τ —每周实际开机时间, 单位为小时 (h)。

根据建设单位提供的资料, 本项目单台探伤机现场探伤作业全年最多 200 天, 每天开机曝光 10~40 次, 单次曝光时间 2~3 分钟, 探伤作业期间每天训机 1 次, 每次 3 分钟。按照最大曝光次数和曝光时间 (包括训机) 计算, 则单台便携式 X 射线探伤机每天最大曝光时间为 123 分钟, 每周工作 5 天, 每周最大曝光时间约为 10.25h (615 分钟) > 7h。本项目存在每周开机曝光时间高于 7 小时的情况, 根据上述公式进行计算可得, 控制区边界周围剂量当量率为 $9.8\mu\text{Sv/h}$ 。

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

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。为了使控制区的范围尽量小, 应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施。

7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X- γ 剂量率仪, 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 移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

7.2.10 探伤机控制台（X 射线发生器控制面板或 γ 射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

7.3 安全警示

7.3.1 委托单位（业主单位）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 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。

7.3.3 X 和 γ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

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

7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口的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照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

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。

7.4.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X- γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X- γ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光

异常或不能正常终止。

7.4.5 移动式探伤期间,工作人员除进行常规个人监测外,还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X- γ 剂量率仪,两者均应使用。

综上,本项目将作业场所周围剂量当量率大于 9.8 μ Sv/h 的范围内划为控制区,将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为监督区。

8 放射防护检测

8.1 检测的一般要求

8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定,并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器,并按规定进行定期检定/校准,取得相应证书。使用前,应对辐射检测仪器进行检查,包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

8.2 探伤机检测

8.2.1 防护性能检测

8.2.1.1 检测方法

X 射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T 26837 的要求进行。

8.2.1.2 检测周期

使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后,应进行安全装置的性能检测。

8.2.1.3 结果评价

X 射线探伤机防护性能检测结果评价按本标准第 5.1.1 条的要求。

8.4 移动式探伤放射防护检测

8.4.1 检测要求

8.4.1.1 进行移动式探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

8.4.1.2 当 X 射线探伤机或 γ 放射源、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。

8.4.1.3 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。

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

8.4.2 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，参照本标准第 7.2.2 条确定的剂量率值确定控制区边界，以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 为监督区边界。 γ 射线探伤机收回放射源至屏蔽位置或 X 射线探伤机停止照射后，确定控制区边界和监督区边界。

8.4.3 检测周期

每次移动式探伤作业时，运营单位均要开展此项监测。凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：

- a) 新开展现场射线探伤的单位；
- b) 每年抽检一次；
- c) 在居民区进行的移动式探伤；
- d) 发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv 。

8.4.4 结果评价

控制区边界不应超过本标准第 7.2.2 条确定的剂量率值，监督区边界不应超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

8.5 放射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ128 的相关要求进行外照射个人监测。

8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。

(3) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)

4 监测要求

4.1 监测的量和单位

职业性外照射个人监测的量有 Hp(10)、Hp(3)、Hp(0.07):

a) Hp(10), 适用于体表下 10mm 深处的器官或组织的监测, 在特定条件下用于有效剂量评价, 单位为毫希沃特 (mSv)。

4.2 监测类型

外照射个人监测类型可分为常规监测、任务相关监测和特殊监测。

4.3 监测周期或频次

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月, 最长不应超过 3 个月。

4.3.2 任务相关监测和特殊监测应根据辐射监测实践的需要进行。

8.1 记录

8.1.1 一般要求如下:

a)记录包括: 预处理、测量、校准、个人监测结果、质量保证和剂量评价等内容, 必要时包括工作场所监测的结果;

b)清楚、扼要、准确地记录完整监测过程;

c)采用多种方式备份监测记录, 妥善保存原始记录数据。便于在剂量估算方法变化时, 对剂量数据的复核;

d)准许放射工作人员查询本人职业照射记录; 职业健康管理人员查询相关职业照射记录及有关资料。

8.1.3 异常结果调查:

当工作人员职业外照射个人监测结果超过调查水平时, 按附录 C 的 C.4 所示的内容进行调查。

8.2 档案

8.2.1 个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录，调查登记参见附录 C 的 C.4。

8.2.2 职业照射个人剂量档案终生保存。

（4）剂量率控制指标

综合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及建设单位实际，结合本项目 X 射线现场探伤情况，确定本项目的年有效剂量管理目标限值要求以及其他控制指标见表 7-3。

表 7-3 本项目管理目标限值及项目关注点剂量率控制值一览表

项目		限值
职业人员管理目标值		5mSv
公众管理目标值		0.25mSv
X 射线现场探伤	控制区：周围剂量当量率大于 9.8μSv/h 区域	9.8μSv/h
	监督区：控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 区域	2.5μSv/h

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

河南汇紫检验检测有限公司地处河南省信阳市平桥镇 312 国道南侧（中心大街西侧）平安家园 3 号楼，本项目便携式 X 射线探伤机存放于公司二楼设备存放间。

河南汇紫检验检测有限公司内设有储存射线装置的探伤机存放间，主要在公司外野外、项目工地使用。

公司在实施现场探伤之前，应对工作环境进行全面的评估，评估内容应至少包括工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间等，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

公司地理位置见附图一。

8.2 环境现状监测

河南汇紫检验检测有限公司在客户单位探伤场所进行移动探伤检测工作，公司所在场地内不使用、不调试本项目射线装置，项目运营过程中对公司所在场地周围环境无辐射影响，故本项目不再进行环境辐射水平现状监测。

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 项目概况

现因业务发展需要，河南汇紫检验检测有限公司拟新建 X 射线现场探伤项目，新增 4 台便携式 X 射线探伤机，主要用于委托客户工程现场的钢结构、管道焊接处等的无损检测。

本次拟购置的 4 台便携式 X 射线探伤机具体参数见表 9-1。

表 9-1 本项目拟购置的射线装置参数一览表

装置名称	规格型号	数量	最大管电压(kV)	最大管电流 (mA)	出束方向	发射角度	射线装置类别	备注
便携式 X 射线探伤机	XXG-3005	1	300	5	定向	40°+5°	II 类	拟购
便携式 X 射线探伤机	XXG-2005	1	200	5	定向	40°+5°	II 类	拟购
便携式 X 射线探伤机	XXG2505L	1	250	5	定向	40°+5°	II 类	拟购
便携式 X 射线探伤机	XXHZ-3005	1	300	5	周向	40°×360°	II 类	拟购

公司拟为新增的 4 台 X 射线机配备 8 名辐射工作人员，均为新增工作人员，根据建设单位提供的资料可知，本项目单台探伤机现场探伤作业全年最多 200 天，每天开机曝光 10~40 次，单次曝光时间 2~3 分钟，探伤作业期间每天训机 1 次，每次 3 分钟。每周工作 5 天，单日曝光时间 2.05h，探伤时应有至少 2 名辐射工作人员同时在场。

9.1.2 工作原理

便携式 X 射线探伤机是利用 X 射线对物件的强穿透力进行透射的无损检测装置，它利用射线透过物体时会发生吸收和散射这一特性，通过测量材料中因缺陷存在影响射线的吸收来探测缺陷存在。X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的 X 射线感光片进行照射，射线在穿过缺陷时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，显影后的胶片将产生一个较黑的图像显示缺陷所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。根据胶片上有缺陷部位与无缺陷部位黑度图像的差异对比可判别出缺陷的种类、数量和大小。

典型的 X 射线管结构见图 9-1。

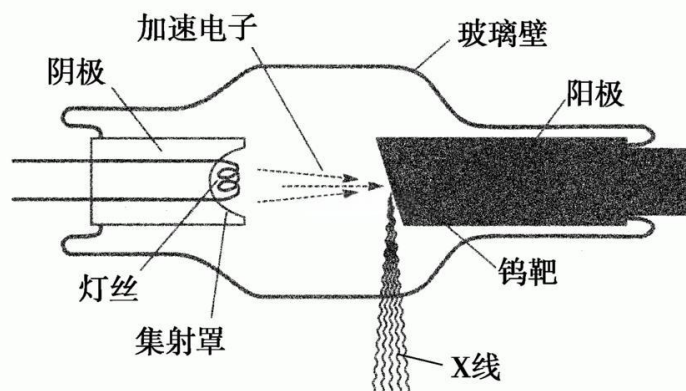


图 9-1 典型的 X 射线管结构示意图

X 射线检测基本原理：X 射线具有较强的穿透能力，利用 X 射线对被检物件进行透照时，X 射线在穿过缺陷部位时的减弱程度会明显不同于周围正常部位，缺陷部位会产生明显的颜色不同的图像，工作人员可以根据图像来判断工件内部是否有缺陷以及缺陷的性质、位置及大小等信息，进而达到提高产品质量的目的。

X 射线探伤机工作原理：X 射线探伤机是利用 X 射线检测工件内部有无缺陷的检测装置。其工作原理如下：利用 X 射线对检测位置处贴的感光片进行照射，若工件内部存在缺陷（裂缝），射线在穿过缺陷部位时的衰减量，会明显少于周围完好部位，使胶片受到更多的照射，最终会在显影后的胶片上产生较黑的图像，工作人员可以根据影像来判断工件内部是否有缺陷以及缺陷的性质、位置等，实现无损检测，达到提高产品质量的目的。

9.1.3 装置结构和工作方式

本项目拟使用的 4 台便携式 X 射线探伤机型号包括 XXG-3005、XXG-2005、XXG2505L、XXHZ-3005，主要装置结构均包括 X 射线发生器、智能控制器、电源电缆、连接电缆等。

（1）X 射线发生器

X 射线发生器为组合式结构，高电压变压器(包括 X 射线管灯丝绕组)和 X 射线管装在同一管桶内，管桶用铝加工而成，而且是密封的内部充有六氟化硫(SF_6 是氟化学制品的一种)绝缘气体，它对高电压有良好的电绝缘性能。

为便于 X 射线管散热采用了阳极接地方式，在阳极靶伸出端安装一个多叶片的铝

散热器，并在散热器上装有风扇，用风扇强迫冷却，以加强散热效果。在管桶内还铺设了一层防散射用的铅板。另外在管桶内壁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，可以进行射线提示。

（2）智能控制器

控制器的主要作用是将交流电转换成管头所需的脉冲电，按照设定参数调节 X 射线管的工作电压和工作电流，保证产生稳定的射线，并自动控制曝光时间。

（3）工作方式

曝光操作之前首先要设定曝光参数，即 KV 值和曝光时间，本控制器具有自动记忆功能，可记忆最近一次设定的曝光参数，在关机后不会丢失。

当确认显示窗口的 KV 值与曝光时间都设定好之后，按下开高压按钮并持续 1 秒钟，即可启动曝光操作，同时操作面板上的射线警示灯闪动，时间显示窗口开始倒计时。

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，延时时间设定范围 0~3min，同时延时指示灯亮；延时时间设定好后，再按一下停高压按钮返回工作待命状态。

9.1.4 射线装置基本参数

本项目便携式 X 射线探伤机相关技术参数见表 9-2。

表 9-2 本项目便携式 X 射线探伤机技术参数一览表

射线装置名称	生产厂家	型号	技术参数	数值	技术参数来源
便携式 X 射线探伤机	丹东东方射线仪器有限公司	XXG-3005	最大管电压 (kV)	300	设备厂家
			最大管电流 (mA)	5	设备厂家
			额定管功率 (W)	3.0kW	设备厂家
			滤过条件	3mm 铜	设备厂家
			距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量	11.3mGy·m ² /(mA·min)，即 6.78 × 10 ⁵ μSv·m ² /(mA·h)	GBZ/T250-2014 中“表 B.1X 射线输出量”

			距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率	5mSv/h ($5.0 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$)	GBZ117-2022 中“表 1 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值”
			有用线束角度	40°	设备厂家
便携式 X 射线探伤机	丹东东方射线仪器有限公司	XXG-2005	最大管电压 (kV)	200	设备厂家
			最大管电流 (mA)	5	设备厂家
			额定管功率 (W)	2.0kW	设备厂家
			滤过条件	3mm 铝	设备厂家
			距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量	$8.9 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$, 即 $5.34 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	GBZ/T250-2014 中“表 B.1X 射线输出量”
			距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率	<u>$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$</u>	GBZ117-2022 中“表 1X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值”
			有用线束角度	40°	设备厂家
便携式 X 射线探伤机	黄石上方检测设备有限公司	XXG2505L	最大管电压 (kV)	250	设备厂家
			最大管电流 (mA)	5	设备厂家
			额定管功率 (W)	2.5kW	设备厂家
			滤过条件	0.5mm 铜	设备厂家
			距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量	$16.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$, 即 $9.9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	GBZ/T250-2014 中“表 B.1X 射线输出量”
			距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率	$5.0 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	GBZ117-2022 中“表 1X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值”
			有用线束角度	40°	设备厂家
便携式 X 射线探伤机	丹东理工电气有限公司	XXHZ-3005	最大管电压 (kV)	300	设备厂家
			最大管电流 (mA)	5	设备厂家
			额定管功率 (W)	3.0kW	设备厂家
			滤过条件	3mm 铜	设备厂家
			距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量	$11.3 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$, 即 $6.78 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	GBZ/T250-2014 中“表 B.1X 射线输出量”
			距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率	$5.0 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	GBZ117-2022 中“表 1X 射线管头组装体漏射线所致周围剂

					量当量率控制值”
			有用线束角度	360°	设备厂家

9.1.5 工作流程

本项目 X 射线探伤作业在委托方探伤工地进行，其工作流程如下：

（1）接受探伤任务。明确现场探伤任务，制定现场探伤作业方案，该作业方案应包括工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确设备操作人员和现场巡视警戒人员的职责和分工等；

（2）设备出库：根据设备出入口管理制度，工作人员持任务单，由库房管理人员（双人双锁）打开库房，在出入口台账上登记后，领取设备；

（3）运输：公司配备有专用运输工具，运输设备至探伤检查地点；

（4）现场调查：对探伤现场开展调查，并根据现场情况制定探伤方案，做好仪器准备等工作。设备操作人员应检查探伤机各部件是否齐配套、齐全和完好，电源线是否接好，线缆插口是否牢固等，如有故障，立即取消探伤工作计划；

（5）划定控制区和监督区范围：以被检物件（或探伤机）为中心，预测、估算控制区和监督区的范围，在控制区和监督区边界设置警戒线（绳）、警示牌、报警灯，清场，设专人警戒，其他无关人员禁止出入该区域，必要时派专人警戒；

（6）训机：将便携式 X 射线探伤机置于探照部位附近的适当位置，调整 X 射线管的照射方向，连接探伤机电缆线，接通电源，启动设备、设置参数进行训机；

（7）试曝光：探伤工作人员远距离操作探伤机进行试曝光，根据事先制定的探伤方案，设置曝光参数，开启声光报警装置，确认场内无人且各项安全防护措施到位后，打开探伤机控制钥匙，开机进行试曝光。试曝光期间借助 X-γ剂量率仪对控制区、监督区边界进行修正，并根据检测结果对监督区和控制区边界进行调整。当场地受限时，应增加一定的防护装置（如铅板等）或采取其他防护措施；

（8）探伤机曝光：试曝光结束后，按同样流程开始正式曝光。

（9）拆卸设备：达到预定照射时间和曝光量后关闭探伤机电源，利用 X-γ剂量率仪对周围环境进行监测，确认设备已关机工作人员进入控制区，收回 X 射线探伤机，取下胶片，曝光结束后探伤工作人员解除警戒并离场；

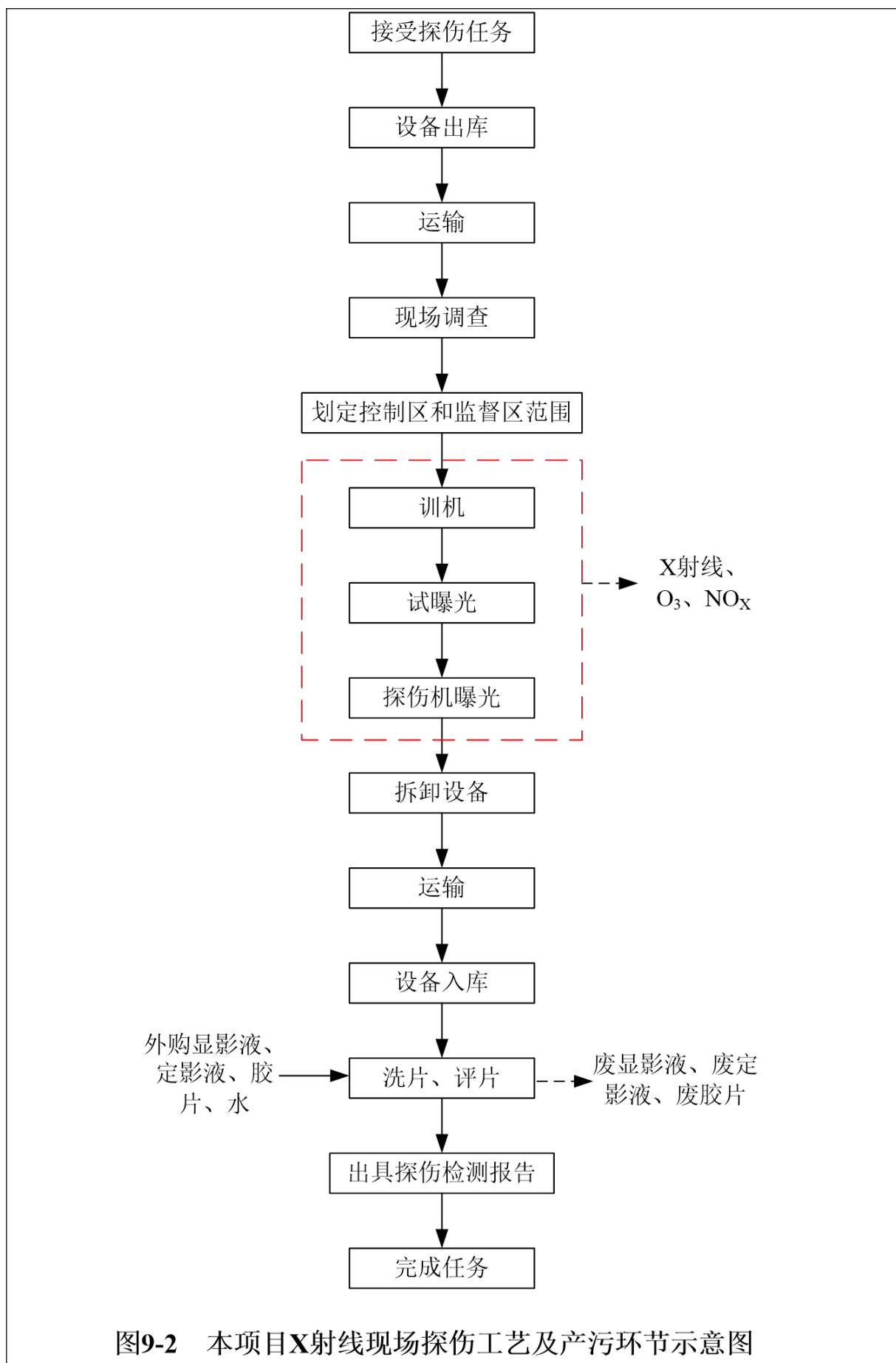
(10) 运输：采用车辆将设备运送回公司探伤机存放间存放，至少一名操作人员随车押运；

(11) 设备入库：进行入库台账登记后，设备入库。

(12) 洗片、评片：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，本项工作不在探伤现场进行，公司采用的洗片方式采用暗室洗片的方式进行，公司设定的暗室能够满足本项目的洗片要求。

(13) 出具探伤检测报告，完成任务。

本项目 X 射线现场探伤工艺及产污环节见图 9-2。



9.2 辐射工作人员配置情况

本项目配备的辐射工作人员为新聘工作人员，总人数 8 人，目前均已通过核技术利用辐射安全与防护考核考试（证书见附件），辐射工作人员配备情况见表 9-3。

表 9-3 本项目辐射工作人员配备情况表

序号	姓名	岗位	证书编号	个人剂量监测
1	郭景行	日常管理、 操作岗位	FS25HA1200368	拟委托有资质的单位开展个人剂量监测
2	周萌萌		FS25HA1200420	拟委托有资质的单位开展个人剂量监测
3	李俊辰		FS25HA1200413	拟委托有资质的单位开展个人剂量监测
4	江 巍		FS25HA1200416	拟委托有资质的单位开展个人剂量监测
5	李 波		FS25HA1200470	拟委托有资质的单位开展个人剂量监测
6	刘 江		FS25HA1200415	拟委托有资质的单位开展个人剂量监测
7	杨保森		FS25HA1200419	拟委托有资质的单位开展个人剂量监测
8	薛铮泰		FS25HA1200414	拟委托有资质的单位开展个人剂量监测

9.3 污染源项描述

9.3.1 辐射污染源分析

正常工况条件下便携式 X 射线探伤机在开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的 X 射线。关机状态不产生辐射。

由便携式 X 射线探伤机工作原理可知，探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对探伤现场工作人员和公众产生一定外照射，因此便携式 X 射线探伤机在开机曝光期间，X 射线是本项目主要污染物。

9.3.2 非辐射污染源分析

9.3.2.1 废气污染

本项目便携式 X 射线探伤机在曝光期间，发出的 X 射线会使周围空气发生电离，产生少量不具有放射性的有害气体，主要为臭氧和氮氧化物。本项目探伤现场为开放性场地，产生的臭氧和氮氧化物将很快弥散在大气环境中，臭氧常温下可自行分解为

氧气，对周围环境空气质量影响较小。

9.3.2.2 废水污染

本项目便携式 X 射线探伤机正常运行过程中无废水产生。

9.3.2.3 固体废物污染

本项目洗片和评片过程会产生一定量废胶片，显影液、定影液使用一定时间后需进行更换会产生废显影液、废定影液，废显影液中含有硫酸甲基对氨基苯酚和对苯二酚等强氧化剂；废定影液主要含有硫代硫酸钠和钾矾或铬矾等化学物质。根据建设单位提供的资料，项目探伤多数情况可通过显示屏直接看到检测结果，只有少部分需要返回公司进行洗片和评片，需要洗片量约为 4000 张/年，废片率按 5%考虑则项目废胶片产生量约为 200 张/a，单张胶片重量平均按 10g 计，则项目废胶片产生量约为 0.042t/a（按照每年存档过期胶片和废胶片最大叠加值考虑）。定影液及显影液的消耗量均按 10L/1000 张胶片考虑，则项目废显影液及废定影液的产生量均为 0.063t/a（密度均按 1.5g/cm³考虑）。本项目产生的废胶片和废显影液、废定影液均属于《国家危险废物名录（2025 年版）》中的 HW16 感光材料废物，危废代码：900-019-16。

9.3.3 正常工况污染源描述

本项目辐射实践的污染因子分为放射性污染源和非放射性污染源。放射性污染源主要包括 X 射线；非放射性污染源主要包括 O₃、NO_x，详见表 9-4。

表 9-4 正常工况污染因子及污染途径

设备名称	污染因子		污染途径
便携式 X 射线探伤机	放射性	X 射线	对工作人员及周围公众造成外照射
	非放射性	O ₃ 及 NO _x	空气流通扩散对工作人员、周边公众以及设施的损害

9.3.4 非正常工况污染源描述

事故工况下，污染因子及污染途径与正常运行时一致，仍为 X 射线、O₃ 及 NO_x。区别在于可能对工作人员及周围公众造成的影响程度更大。

本项目可能发生的事故工况主要有以下几种情形：

- （1）工作人员尚未撤离至控制区外，X 射线探伤机运行造成误照射；
- （2）检测工作过程中，工作人员或公众误闯或误留在控制区、监督区内，使工作

人员或公众造成不必要照射；

（3）维修期间的事故，维修工程师在检修期间误开机出束，造成辐射伤害；

（4）X 射线检测装置控制系统出现故障，不能停止曝光，维修人员维修时受到一定照射；

（5）X 射线装置发生被盗或丢失，使 X 射线探伤机使用不当，造成周围人员受到不必要的照射。

（6）操作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射；

（7）废（显）定影液、废胶片等危险废物暂存不当或暂存过程中出现泄漏等，对环境造成不必要的影响。

建设单位应认真执行辐射安全与防护相关管理制度，做好事故预防及应急工作，尽量避免事故发生，一旦发生事故，应按照应急预案要求进行事故应急处理，减少事故影响。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 项目工作场所布局分区

为加强辐射源所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域”。

在利用便携式 X 射线探伤机进行现场探伤时，配备 X- γ 剂量率仪对现场进行监测。探伤作业前应将无关人员清离出场，划分控制区和监督区，实施“两区”管理。

根据建设单位提供的资料，本项目单台设备最大周曝光时间约为 10.25h，周开机时间 $>7h$ ，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，**将作业场所中周围剂量当量率大于 $9.8\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为控制区**，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。

控制区：**将作业场所中周围剂量当量率大于 $9.8\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区**，同时控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、地形地物、临时屏障或设置警戒线（绳）等。控制区的边界应有清晰可见的电离辐射警示标志和“禁止进入射线工作区”的警示牌，探伤时严禁任何人员在此区域内活动。

监督区：将作业场所中控制区边界外、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。监督区边界处设置警戒线（绳）等，应有清晰可见的电离辐射警示标志和“无关人员禁止入内”的警示牌，公众不得进入该区域，设置专人在该区域边界进行警戒和巡视。

分析上述方案，项目工作场所控制区、监督区划分，满足《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）、关于分区管理要求，工作场所分区合理。

10.1.2 辐射安全及防护措施

10.1.2.1 人员辐射安全措施

(1) 辐射工作人员

辐射工作人员主要从以下几方面采取防护措施：

①时间防护

在确保产品质量的前提下，在每次使用探伤机进行探伤之前，根据工件满足的实际质量要求制定最优化的探伤方案，并根据工作人员的工作经验以及熟练度选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。如果工程区域周围有人群等敏感目标，作业时间尽量避开公众活动的高峰时段。

②距离防护

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 条要求，辐射工作场所应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，确保周边公众受到不必要的辐射照射。

电离辐射标志及电离辐射警告标志见图 10-1。

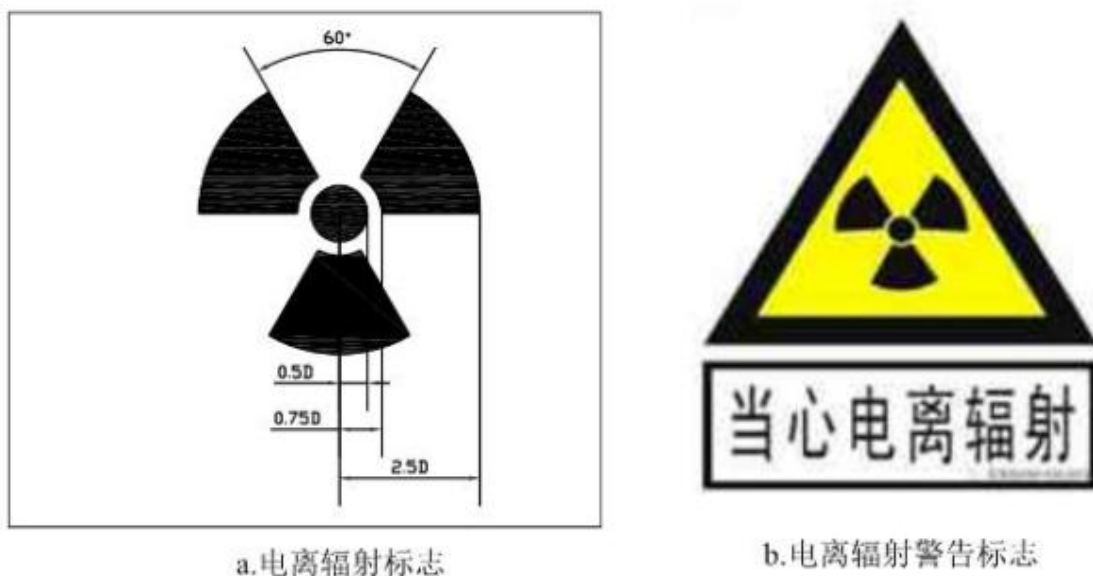


图 10-1 电离辐射警告标志示意图

③屏蔽防护

现场探伤对象大部分为厂房内安装的设备 and 管道焊接接头，辐射工作人员的可完全利用墙体进行屏蔽防护。若出现无任何墙体等实体防护的情况，可使用定向 X 射线机、准直器、铅屏风等进行有效防护。

④个人剂量监测

为了确保工作人员的安全，辐射工作人员在操作期间，必须佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪。

佩戴要求：在从事无损检测作业期间个人剂量计应在胸前佩戴，个人剂量报警仪应保持开机状态。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量报警仪会发生声光报警，及时提醒工作人员注意安全。个人剂量计用于记录受照剂量，建设单位应定期（最少每季度一次）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，并对档案永久保存。

⑤人员培训

辐射工作人员已按照《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）的相关规定，通过相关培训及考核。

（2）公众

现场探伤均是安排在夜间进行，一般探伤时间内，探伤场所除探伤工作人员外无其他人员。若存在多家单位在同一地点均有施工活动，在进行探伤作业前进行多家单位会签探伤作业审批单，确定探伤作业时间和地点，避开探伤作业与其他工种作业交叉施工现象。

公众主要依托辐射工作场所的屏蔽体等屏蔽射线；同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在监督区边界张贴明显可见的电离辐射警告标志，禁止无关人员进入，以增加公众与射线源之间的防护距离，避免受到不必要的照射。

10.1.2.2 现场探伤安全管理和防护措施

①每次使用设备时，建设单位应制定探伤方案。现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划，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、警告标识和报警信号等，并将相应设施内容进行现场公示。委托方应给予探伤工人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。

②加强从业人员管理，按照法规要求做好人员培训工作，严禁无证人员操作探伤装置。建设单位确保开展现场探伤工作的每台设备配备 2 名工作人员，其中 1 名为安全员，具体责任到人。

③场现探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作。监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

现场探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

④在探伤现场控制区、监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

现场有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在控制区的所有边界都能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。警示信号指示装置应与探伤机联锁。

控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，确保没有人员进入控制区。现场探伤若位于空旷地带，采用塔吊灯照明措施；若处于建筑内，采用日光灯及灯带照明；若上述照明不能满足要求，采用便携式 LED 灯等以达到现场探伤照明要求。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

⑤探伤机控制台设置在合适位置并设有延时开机装置，以便尽可能降低工作人员的受照剂量。操作位避开有用线束照射的方向，辐射工作人员在操作位进行远程操作。

⑥建设单位综合考虑控制器与辐射源和被检物体的距离、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。在满足监督区以及控制区要求的情况下，进行探伤作业时尽可能利用沟槽内、墙体后操作、铅屏风等屏蔽射线以及减少出束时间等综合措施，以尽可能的降低工作人员接受到的辐射水平。

当利用天然实体物无法有效屏蔽射线对工作人员和公众的影响时，狭小空间内现场探伤时根据实际情况主束方向增加 2mm 铅当量的铅屏风，非主束方向探伤机覆盖 2mm 铅当量的铅屏风。探伤工作人员在非主束方向进行操作，通过增加防护能有效减少对工作人员和公众的影响。

⑦开始现场探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有其他工作人员，并防止有人进入控制区。使用 X 射线探伤装置进行现场探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。在第一次试曝光期间，便携式剂量仪测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确；必要时调整控制区的范围和边界。当 X 射线探伤装置、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。辐射工作人员对控制区和监督区内进行清场，确定其中无公众后方可开机，必要时设专人警戒。现场探伤期间工作人员对监督区边界进行巡检，以防止无关人员进入控制区、监督区。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。在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运营单位制定的指导水平。探伤机停止工作时，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。

⑧用于 X 射线探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定，并取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

每个工作组配备 1 套应急器材；厚度为 2mm 铅当量的铅防护衣、铅手套。

⑨现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量计应定期送交有资质的检测公司进行测量，并建立个人剂量档案。

⑩每次便携式 X 射线探伤机探伤工作前，工作人员应检查探伤机外观、电缆、配件、液体制冷设备、安全联锁、报警装置和警示灯、螺栓等的性能。探伤前对辐射安全措施进行检查确保辐射安全措施的有效。定期维护设备，发现问题及时维修，有使用寿命的必须按时更换，防止因设备故障而发生辐射事故。探伤机检修均由设备生产厂家承担，该公司人员不承担检修工作。

⑪每个月对探伤装置的配件进行检查、维护，每 3 个月对探伤装置的性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修。并做好记录。严禁使用铭牌模糊不清、联锁装置等存在故障的探伤装置。

10.1.2.3 设备固有的安全性

(1) 连接电缆

便携式 X 射线机的控制器与高压发生器的连接电缆长度应大于或等于 20m。

(2) 控制台

①设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出，未经许可不能启动。

②标示有与防护性能相关的操作标志，设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告标识。

③设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

④设置有高压接通时的外部报警或指示装置，X 射线机在工作时能正常工作。

(3) 安全联锁装置

①控制台上设置有紧急停机开关，如果误开机，能够及时的按下停机开关。

②警示信号指示装置与探伤机联锁。

(4) X 射线发生器

只有在 X 射线发生器接通时，控制器才能发出发射指令。X 射线发生器断开时，不会有 X 射线射出。

10.1.2.4 贮存、取用辐射安全防护措施

(1) 便携式 X 射线探伤机存放安全措施

①便携式 X 射线探伤机存放在公司第二层独立的设备存放间内，只存放 X 射线探伤机及相关防护用品，不和爆炸物品、腐蚀性物品一起存放，且严禁在 X 射线探伤机存放间内使用和维修射线装置。

②便携式 X 射线探伤机存放间周围设置明显的电离辐射警告标志，采用制度上墙方式，明确操作规程。

③便携式 X 射线探伤机存放间设置可靠的防盗锁具，防盗门安装两把防盗锁，双人双锁，有防盗设施，出门应保持在锁紧状态，钥匙仅由授权人员掌管。

④便携式 X 射线探伤机控制钥匙及其他组件存放时应进行分离存放，并安排不同的人员负责保管，只有经过公司批准，相关人员均在场的情况下，X 射线探机方可组装完毕，以此来确保 X 射线探伤机现场存放安全。

⑤定期检查物品清单，确认探伤源的存放地点。

⑥便携式 X 射线探伤机存放间室内室外均应设置监控设备，外部摄像头监防盗门状态，内部摄像头监控室内的实时动态，摄像头的监视器安装在检测中心办公室处；视频监控装置可 24 小时查看，视频监控资料至少应存储 3 个月，及时保证周边及 X 射线机储存室的实时监控和可追溯，保证 X 射线机储存室和周边环境的安全；

⑦贮存场所应防火、防水、防潮通风、防盗、防丢失、防破坏的安全措施。

(2) 便携式 X 射线探伤机取用过程安全措施

公司高度重视便携式 X 射线探伤机取用过程管控，在使用前建立便携式 X 射线探伤机出/入库管理制度，建立健全设备台账。制度应明确以下内容：

①设置专人管理射线装置的出/入库工作，禁止非辐射工作人员领取射线装置，工作人员必须将探伤装置的情况如实填写。

②设备取用、归还要面对面交接，交接班前必须做好日常检查（保证设备完整、紧固易松螺丝、随机文件完备）。

③取用设备必须提前预约并填写探伤装置使用登记表、提供委托任务凭证，经负责人批准，认真仔细核对探伤装置名称、编号、设备状态等信息，确认无误后，由设备管理员和使用人员共同签字确认，方可领取出库。

④归还时应再次填写探伤装置使用登记表，核对探伤装置名称、编号等信息后，填写设备状况、归还时间等信息，并经归还人员和管理员共同签字确认。

⑤X 射线探伤机定期由有资质的单位或厂家进行检修维护，以确保设备正常工作。当发生故障时，应立即通知负责人，除指定维修人员外，任何人不得私自修理。

10.1.2.5 运输辐射安全措施

①便携式 X 射线探伤机现场运输时，由专车运输，专人押运，押运人员全程监护探伤装置。

②使用本公司车辆运输，运输过程至少有 1 名辐射工作人员随车押运，探伤机在不使用时，其控制钥匙和其他组件由不同人员保管。在作业现场设备应在工作人员控制范围内。

③开展异地移动探伤作业前，建设单位应按照《河南省辐射污染防治条例》第十三条：跨省辖市转移使用放射性同位素和射线装置的，应当在转移活动实施前五日内向使用地省辖市环境保护行政主管部门备案，使用活动结束后十日内办理备案注销手续。异省使用时遵循各地的管理规定，需异地备案的应做好与当地生态环境部门的备案工作。

10.1.2.6 其他措施

建立辐射事故应急预案，发生或发现辐射事故后，当事人立即向单位的辐射安全负责人和法定代表人报告，建设单位应根据法规要求，立即向放射源使用地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

本项目通过工作场所布局、分区；设备自身的辐射防护设计；设备固有安全性、安全联锁装置、紧急停止开关、安全警示标志、警示系统等辐射防护措施进行辐射安全防护，能够满足辐射防护需求。

10.1.3 监测设备及防护用品

10.1.3.1 监测设备

本项目 X 射线现场探伤每组拟配置 4 台 X-γ辐射检测仪，用于对探伤现场进行监测；另外对 X-γ辐射检测仪定期开展计量校验或比对验证，确保日常监测数据的准确性和有效性。

此外，本项目辐射工作人员每人均配备 1 台个人剂量报警仪，在无损检测工作期间正确佩戴，同时个人剂量报警仪应定期开展计量校检。

本项目拟配置的监测设备情况见表 10-2。

表 10-2 本项目拟配置监测设备一览表

序号	监测设备名称	数量（套/台）
1	X-γ辐射检测仪	4
2	个人剂量报警仪	8

10.1.3.2 防护用品

本项目拟配置相关安全防护用品，在日常使用中应注意妥善保管，另外在日常使用中应经常进行检查，发现损坏应及时予以更换。

本项目拟配备的安全防护用品见表 10-3。

表 10-3 本项目拟配置安全防护用品一览表

序号	防护用品名称	数量（套/个）
1	辐射防护铅衣、铅手套（2mm 铅当量）	8
2	个人剂量计	8
3	电离辐射安全警示标志	若干
4	100 米安全警示线	若干
5	提示“预备”和“照射”状态指示灯	若干
6	声音提示装置	1 套/组
7	大功率喊话器	1 套/组
8	铅屏风（2mm 铅当量）	1 个/组
9	设备存放间监控摄像装置	1

10.1.4 辐射防护措施列表对比分析

10.1.4.1 与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）相符性分析

本项目拟配备的防护设施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）标准对照分析表见表 10-4。

表 10-4 与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）标准对照分析表

序号	标准要求	项目拟采取的安全防护设施	相符性
1	使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员	本项目 4 台便携式 X 射线探伤机拟配备 8 名辐射专职工作人员	相符
2	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、警告标识和报警信号等，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	建设单位拟在进行探伤前，根据现场情况，制定详细的探伤方案，并在探伤现场进行通告的粘贴，悬挂警告标识和报警信号等，避免人员进入探伤现场	相符
3	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	建设单位拟在进行探伤作业前，先进行控制区与监督区的划分，并在两区的边界设置警示标识；探伤工作在控制区内进行	相符

4	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；控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等	建设单位拟在控制区边界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”警告牌；探伤作业人员在控制区边界外操作；建设单位拟配置安全警示线	相符
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。为了使控制区的范围尽量小，应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施	建设单位在进行探伤作业工作中，控制区内不同时进行其他工作	相符
6	每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式X-γ剂量率仪，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报警仪	建设单位为此项目拟配备4台X-γ辐射检测仪，同时配备8台个人剂量报警仪和8台个人剂量计，并定期进行检定校准	相符
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。应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于2.5μSv/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	本项目在进行探伤作业时，工作人员会适时进行控制区边界代表点的剂量率检测，当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。将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于2.5μSv/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	相符
8	移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区	建设单位在进行探伤作业前，会根据场地的情况制定探伤方案，在多楼层的工厂或工地实施时，拉警戒线，防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区	相符
9	探伤机控制台（X射线发生器控制面板或γ射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量	探伤机控制台设有延时开机装置，能够保证工作人员达到控制区边界外	相符
10	应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。X射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁；在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息	建设单位拟配备提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；夜晚作业时控制区边界设置警示灯。警示信号指示装置与探伤机联锁。监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息	相符
11	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。控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。在试运行（或初次曝光）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	在进行探伤作业前，要先进行清场，并拉警戒线，确保控制区以及监督区范围内没有任何其他人员。项目拟配备8名辐射工作人员，在进行探伤时，确保至少2名辐射工作人员在场，确保没有人员进入控制区以及监督区。开始移动式探伤工作之前，对便携式X-γ剂量率仪	相符

	界。开始移动式探伤工作之前，应对便携式 X-γ 剂量率仪进行检查，确认能正常工作。在移动式探伤工作期间，便携式 X-γ 剂量率仪应一直处于开机状态，防止射线曝光异常或不能正常终止。移动式探伤期间，工作人员除进行常规个人监测外，还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X-γ 剂量率仪，两者均应使用	以及个人剂量报警仪进行检查，确认能正常工作，在移动式探伤工作期间，便携式 X-γ 剂量率仪以及个人剂量报警仪一直处于开机状态；根据理论计算值划定控制区，并根据现场实际检测值进行调整	
12	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	建设单位根据控制器与 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	相符

由上表可知，本项目拟建防护设施符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）标准要求。

10.1.4.2 与《辐射安全与防护监督检查技术程序（第四版）》-II类非医用 X 线装置监督检查技术程序要求分析

本项目与《辐射安全与防护监督检查技术程序（第四版）》-II类非医用 X 线装置监督检查技术程序要求相符性见表 10-5。

表 10-5 与《辐射安全与防护监督检查技术程序（第四版）》分析表

序号	项目	检查内容	本项目拟建情况	相符性
1	B 场所设施（移动式）	控制台有钥匙控制	探伤机配套控制台设有钥匙控制	相符
2		控制台上紧急停机按钮	控制台上设置紧急停机按钮	相符
3		声光报警	现场拟配备声光报警装置	相符
4		警戒线及警示标志	拟在控制区、监督区边界设置警戒线及警示标志	相符
5	C 监测设备	便携式辐射监测仪	每台探伤机配备至少 2 名辐射工作人员作为 1 组，每组配置 1 台 X-γ 辐射检测仪	相符
6		个人剂量报警仪	拟为每名辐射工作人员配备个人剂量报警仪	相符
7		个人剂量计	拟为每名辐射工作人员配备个人剂量计	相符
8	D 应急物资	灭火器材	拟设置灭火器材	相符

综上所述，本项目 X 射线现场探伤辐射防护设计情况满足《辐射安全与防护监督检查技术程序（第四版）》-II类非医用 X 线装置监督检查技术程序中的各项辐射安全与防护措施。

此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等规定，

建设单位还应安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，个人剂量档案应当终身保存。

10.2 三废的治理

10.2.1 废气治理措施

(1) 放射性废气

本项目不产生放射性废气。

(2) 非放射性废气

本项目 X 射线探伤机在曝光期间，发出的 X 射线会使周围空气发生电离，产生少量不具有放射性的有害气体，主要为臭氧、氮氧化物等。由于本项目 X 射线探伤机的 X 射线能量相对较低，有害气体产额较小，且探伤地点周围为开放的场所，大气扩散条件良好，产生的 O₃、氮氧化物气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小。

10.2.2 废水（液）处理措施

(1) 放射性废水（液）

本项目不产生放射性废水、废液。

(2) 非放射性废水（液）

本项目不产生非放射性废液（废水）。

10.2.3 固体废物处理措施

(1) 放射性固废

本项目不会产生放射性固体废物。

(2) 非放射性固废

本次 X 射线现场探伤项目洗片和评片过程会产生一定量废胶片，显影液、定影液使用一定时间后不能再使用会产生废显影液、废定影液，探伤现场不进行洗片作业，洗片均在公司暗室内进行，废显影液、废定影液、废胶片属于《国家危险废物名录（2025 年版）》中的“HW16 感光材料废物 900-019-16 其他行业产生的废显（定）影剂、胶片和废像纸”，废显影液、废定影液的产生量均为 0.063t/a，废胶片的产生量为 0.042t/a。

针对上述各类危险废物，评价要求将其分类收集后暂存在建设单位危废暂存间，定

期交有资质的单位处置，危险废物暂存场所严格按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)相关要求设置与管理：

①建立危险废物产生、外运、处置及最终去向的详细台账，并按照《危险废物转移联单管理办法》的要求做好危险废物转移联单填报登记工作；

②危废暂存间按照相关管理要求设置警示标志；

③危废间暂存点地面、接缝处、裙角应重点防渗，本项目将废显影液及废定影液等分类收集后并用塑料桶密封盛装，防止废显影液及废定影液渗漏。同时废显影液、废定影液收集桶应放置于塑料托盘之上，托盘材质应与所存放危废不相容。

④公司与具有相应危险废物处理资质的单位签订处置协议，并报于当地生态环境行政主管部门备案，将本项目产生的各类危险废物交具有相应资质的危险处理单位处置。建设单位严禁将产生的危险废物与一般工业固体废物混合处置，严禁将危险废物交由不具备相关危险废物处置单位处置。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线现场探伤地点不固定，便携式 X 射线探伤机存放间位于二楼独立房间内，建设阶段对环境不产生放射性影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 X 射线装置工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。

11.2.1 移动式 X 射线探伤辐射环境影响分析

本项目探伤作业为现场探伤，无实体屏蔽设施，因此必须对探伤工作场所进行严格的区域限制，通过距离防护减少对辐射工作人员和公众人员的影响。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规定，本项目对现场探伤工作场所实行分区管理，将剂量率大于 $9.8\mu\text{Gy/h}$ 的区域划设为控制区，将控制区边界外、剂量率大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 的区域划设为监督区。

根据建设单位提供材料，本项目使用的射线装置参数见表 11-1。

表 11-1 本项目拟设置表 X 探伤机参数一览表

装置名称	规格型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	焦距 (mm)	出束方式	有用线束角度	类别	待检工件最大厚度
X 射线探伤机	XXG-3005	300	5	600mm	定向	40°	II 类	50mm 钢
X 射线探伤机	XXG-2005	200	5	600mm	定向	40°	II 类	30mm 钢
便携式 X 射线探伤机	XXG2505L	250	5	600mm	定向	40°	II 类	40mm 钢
便携式 X 射线探伤机	XXHZ-3005	300	5	600mm	周向	360°	II 类	50mm 钢

本项目探伤时主要考虑主射线束、漏射线束以及散射线束的影响。为初步了解本项目便携式 X 射线探伤机在进行现场探伤时需划定的控制区、监督区的距离，反映现场探伤时便携式 X 射线探伤机对周围环境的辐射影响，对运行过程中主束方向辐射剂量率和非主束方向剂量率进行保守理论预测估算。

11.2.1.1 控制区、监督区范围计算

(1) 主束区域辐射环境影响

在主束区域范围内无论有无探照工件，均只考虑有用线束的影响。

按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），有用线束贯穿屏蔽体至关注点处的剂量率按下式计算：

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

根据公式 11-1 可推导出主束衰减至剂量率限值所需距离计算公式如下：

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

式中： $\dot{H}$ ——关注点的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

屏蔽透射因子查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附录 B 图 B.1、图 B.2，若图中无相应的透射曲线，可保守按下式计算：

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

式中：X——屏蔽物质厚度，mm；

TVL——什值层厚度，mm，根据《辐射防护导论》（方杰主编）P103 页，图 3.23 查得：300kV、250kV、200kV 电压下钢的什值层厚度分别为 2.1cm、1.8cm 和 1.5cm。

（2）非主束区域辐射环境影响

①泄漏线辐射环境影响

按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），泄漏辐射贯穿屏蔽体至关注点处的剂量率按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{公式11-4})$$

式中： $\dot{H}$ ——泄漏辐射致关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_L$ ——距辐射源点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B ——屏蔽透射因子；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

②散射线辐射环境影响

按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，散射辐射贯穿屏蔽体至关注点处的剂量率按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{公式11-5})$$

式中： $\dot{H}$ ——散射辐射致关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_0 ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

B——屏蔽透射因子；

F—— R_0 处的辐射野面积， 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 处的散射辐射剂量与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_0 ——辐射源点至探伤工件的距离，m；

R_s ——散射体至关注点的距离，m。

由于非主束方向需要同时考虑漏射线辐射和散射线辐射的影响，且 R_0 （辐射源点（靶点）至探伤工件的距离）相比于 R_s （散射体至关注点的距离）较小， R （辐射源点（靶点）至关注点的距离）近似等于 R_s （散射体至关注点的距离），因此非主射线方向衰减至剂量率限值所需的距离计算公式根据公式 11-4、公式 11-5 推导如下：

$$R = \sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B_1 \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} + B_2 \cdot H_L}{\dot{H}}} \quad (\text{公式11-6})$$

式中：I——X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B_1 ——散射辐射时的屏蔽透射因子，本次按最不利无屏蔽条件考虑，取 1；

B_2 ——漏射辐射时的屏蔽透射因子，本次按最不利无屏蔽条件考虑，取 1；

F—— R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ——散射因子；

R_0 ——辐射源点至探伤工件的距离，m；

H_L ——距辐射源点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}$ ——关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

现场探伤项目各计算参数选取结果见表 11-2。

表 11-2 现场探伤项目各计算参数选取情况一览表

序号	计算参数	参数取值说明		
1	$\dot{H}$	主束区域： <u>$H=9.8\mu\text{Gy/h}$（控制区）</u> ， $H=2.5\mu\text{Gy/h}$ （监督区）； 非主束区域： <u>$H=9.8\mu\text{Gy/h}$（控制区）</u> ， $H=2.5\mu\text{Gy/h}$ （监督区）		
2	H_L	根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1： 管电压在 150~200kV 范围时， H_L 取 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；管电压 $U>200\text{kV}$ ， H_L 取 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$		
3	H_0	<u>XXG-3005 型设备取值为 $6.78\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$</u>		
		<u>XXG-2005 型设备取值为 $5.34\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$</u>		
		<u>XXG2505L 型设备取值为 $9.9\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$</u>		
		<u>XXHZ-3005 型设备取值为 $6.78\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$</u>		
4	I	XXG-3005 型设备最大管电流为 5mA		
		XXG-2005 型设备最大管电流为 5mA		
		XXG2505L 型设备最大管电流为 5mA		
		XXHZ-3005 型设备最大管电流为 5mA		
5	B	<u>XXG-3005 型设备</u>	无屏蔽状态	<u>$X=0\text{cm}$，$B=1$</u>
			<u>10mm 工件屏蔽状态</u>	<u>$X=1\text{cm}$，$B=0.3341$</u>
			<u>50mm 工件屏蔽状态</u>	<u>$X=5\text{cm}$，$B=0.0042$</u>
		<u>XXG-2005 型设备</u>	无屏蔽状态	<u>$X=0\text{cm}$，$B=1$</u>
			<u>10mm 工件屏蔽状态</u>	<u>$X=1\text{cm}$，$B=0.2154$</u>
			<u>30mm 工件屏蔽状态</u>	<u>$X=3\text{cm}$，$B=0.001$</u>
		<u>XXG2505L 型设备</u>	无屏蔽状态	<u>$X=0\text{cm}$，$B=1$</u>
			<u>10mm 工件屏蔽状态</u>	<u>$X=1\text{cm}$，$B=0.2783$</u>
			<u>40mm 工件屏蔽状态</u>	<u>$X=4\text{cm}$，$B=0.006$</u>
		<u>XXHZ-3005 型设备</u>	无屏蔽状态	<u>$X=0\text{cm}$，$B=1$</u>
			<u>10mm 工件屏蔽状态</u>	<u>$X=1\text{cm}$，$B=0.3341$</u>
			<u>50mm 工件屏蔽状态</u>	<u>$X=5\text{cm}$，$B=0.0042$</u>

6	B ₁ 、B ₂	按最不利无屏蔽条件考虑，均取 1
7	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B.4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，R ₀ ² /F·α 的值为 50（200~400kV），本项目参照取 50。 则项目各型号设备的 $\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ 的值均取 0.02

根据单位提供的资料，对不同厚度工件进行无损检测时，根据工件厚度选用不同电压等级便携式 X 射线探伤机，同一个探伤作业现场不会同时使用 2 台 X 射线探伤机进行曝光。

表 11-3 项目 X 射线现场探伤主束区及非主束区控制区和监督区边界计算结果表

序号	规格型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	屏蔽条件	主束区域距离 (m)		非主束区域距离 (m)	
					控制区	监督区	控制区	监督区
<u>1</u>	<u>XXG-3005</u>	<u>300</u>	<u>5</u>	无屏蔽状态	<u>589</u>	<u>1166</u>	<u>87</u>	<u>171</u>
				<u>10mm 工件屏蔽状态</u>	<u>341</u>	<u>674</u>	/	/
				<u>50mm 工件屏蔽状态</u>	<u>39</u>	<u>76</u>	/	/
<u>2</u>	<u>XXG-2005</u>	<u>200</u>	<u>5</u>	无屏蔽状态	<u>523</u>	<u>1035</u>	<u>78</u>	<u>154</u>
				<u>10mm 工件屏蔽状态</u>	<u>243</u>	<u>481</u>	/	/
				<u>30mm 工件屏蔽状态</u>	<u>17</u>	<u>33</u>	/	/
<u>3</u>	<u>XXG2505L</u>	<u>250</u>	<u>5</u>	无屏蔽状态	<u>711</u>	<u>1409</u>	<u>104</u>	<u>205</u>
				<u>10mm 工件屏蔽状态</u>	<u>376</u>	<u>744</u>	/	/
				<u>40mm 工件屏蔽状态</u>	<u>56</u>	<u>110</u>	/	/
<u>4</u>	<u>XXHZ-3005</u>	<u>300</u>	<u>5</u>	无屏蔽状态	<u>589</u>	<u>1166</u>	<u>81</u>	<u>171</u>
				<u>10mm 工件屏蔽状态</u>	<u>341</u>	<u>674</u>	/	/
				<u>50mm 工件屏蔽状态</u>	<u>39</u>	<u>76</u>	/	/

上述理论计算结果仅为本项目移动式 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考，实际探伤过程中移动式 X 射线探伤机的管电压的改变、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的变化以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平变化，从而改变控制区和监督区的范围。因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求：在第一次工作开始前，根据上

述理论估算值和经验划定并标志出控制区边界；在第一次工作期间，借助辐射测量仪进行检测，将作业场所中周围剂量当量率在 9.8μSv/h 以上的范围内划为控制区，控制区边界外剂量当量率在 2.5μSv/h 以上的范围内划为监督区。

公司在进行 X 射线探伤过程中应注意对控制区和监督区的管理，探伤时在探伤区域四周，放置大型待测工件或对 X 射线探伤机附加一定的防护装置，如集光筒、活动防护罩、防护挡板、限束板等或采取其他防护措施，或采取在主射线方向及非主射线方向待探伤钢板后垂直放置铅屏风，以限制射线束中的有用及无用射线，减小散射面积，减少散射量，屏蔽漏射线，降低探伤作业现场周围的辐射水平，缩小控制区和监督区的范围。

11.2.1.2 辐射工作人员和公众剂量估算及评价

根据设备运行时间，计算工作人员的年有效剂量，按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）—2000 年报告附录 A，X-γ射线产生的外照射人均年当量剂量计算公式如下：

$$H_{E.r} = H \times t \times T \times 10^{-3} \quad (\text{公式11-7})$$

式中：H_{E.r}——X-γ射线外照射人均年剂量，mSv/a；

Ḑ_I——X-γ射线空气吸收剂量率，μSv/h；

t——X-γ照射时间，取 410h/a；

T——居留因子，无量纲。

现场探伤人辐射工作人员和公众剂量估算结果见表 11-4。

表 11-4 现场探伤人辐射工作人员和公众剂量估算结果一览表

序号	人员类别	位置	$\dot{H}$ (μSv/h)	t (h/a)	T	$H_{E.r}$ (mSv/a)	管理限值 (mSv/a)
1	辐射工作人员	控制区边界	9.8	410	1	4.018	5
2	辐射工作人员	监督区边界	2.5		1	1.025	5
3	公众人员	监督区边界	2.5		1/16	0.064	0.25

备注：本项目保守取控制区边界剂量率 9.8μSv/h 作为操作人员的受照剂量率，监督区边界剂量率 2.5μSv/h 作为巡护人员和公众人员的受照剂量率。

由上表计算结果可知：

1、本项目 X 射线探伤机正常运行时，职业人员受到的附加年有效剂量最大约为

4.018mSv/a，实际运行过程中，每台探伤机配备 2 名辐射工作人员，辐射工作人员轮流进行探伤作业和巡护作业，实际职业人员受到的附加年有效剂量小于 4.018mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的不超过 20mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的不超过 5mSv/a 的管理限值要求。

2、本项目 X 射线探伤机正常运行时，公众人员受到的附加年有效剂量最大约为 0.064mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的不超过 5mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的不超过 0.25mSv/a 的管理限值要求。

同时，公司应及时关注辐射工作人员的个人剂量检测结果，若测量结果有异常或超过个人剂量管理限值，应及时查明原因并及时为其调换岗位。

11.2.1.3 工作人员上岗情况评价

河南汇紫检验检测有限公司已根据《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》的要求安排本项目拟配置的辐射工作人员在网上参与辐射安全与防护知识及相关法律法规的培训，并报名参加考核且成绩合格，已做到持证上岗。

11.2.2 事故影响分析

11.2.2.1 事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号)第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-5。

表 11-5 辐射事故等级划分表

事故等级	事故类型
特别重大辐射事故	<u>I 类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡</u>
重大辐射事故	<u>I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾</u>
较大辐射事故	<u>III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾</u>
一般辐射事故	<u>IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射</u>

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（从慧玲，原子能出版社），急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系见表 11-6。

表 11-6 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系表

辐射剂量/Gy	急性放射病发生率(%)	辐射剂量/Gy	死亡率(%)
<u>0.70</u>	<u>1</u>	<u>2.00</u>	<u>1</u>
<u>0.90</u>	<u>10</u>	<u>2.50</u>	<u>10</u>
<u>1.00</u>	<u>20</u>	<u>2.80</u>	<u>20</u>
<u>1.05</u>	<u>30</u>	<u>3.00</u>	<u>30</u>
<u>1.10</u>	<u>40</u>	<u>3.20</u>	<u>40</u>
<u>1.20</u>	<u>50</u>	<u>3.50</u>	<u>50</u>
<u>1.25</u>	<u>60</u>	<u>3.60</u>	<u>60</u>
<u>1.35</u>	<u>70</u>	<u>3.75</u>	<u>70</u>
<u>1.40</u>	<u>80</u>	<u>4.00</u>	<u>80</u>
<u>1.60</u>	<u>90</u>	<u>4.50</u>	<u>90</u>
<u>2.00</u>	<u>99</u>	<u>5.50</u>	<u>99</u>

11.2.2.2 事故风险识别

(1) 安全防护设施或设备故障导致误照射事故

X 射线探伤机出现故障，造成周围人员受到不必要的照射。

为避免此类事故发生，X 射线探伤机出现故障时，应及时切断电源，联系有维修资质的人员前来对设备进行维修或返厂维修，不得私自拆卸维修 X 射线装置。

(2) 人员误操作导致误照射事故

①工作人员尚未撤离至控制区外，X 射线探伤机运行造成误照射；操作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射。

为避免此类事故发生，探伤机操作人员需进行专业培训，加强管理，禁止未经过培训的操作人员操作 X 射线探伤机。

②检测工作过程中，工作人员或公众误闯或误留，使工作人员或公众造成不必要照射。

为避免此类事故发生，检测工作过程中，加强专人巡视，避免周围人员误闯或误留现场作业场地。

11.2.2.3 事故后果分析

当发生上述误照射事故时，存在有用线束直接照射人体的情形，考虑最不利影响，按照前述的计算方法，辐射源点与计算点的距离取不同值，可计算出事故状况下不同距离处的附加剂量率水平，以便于估算人员在不同受照射时间下的附加剂量。

误照射不同距离处的附加剂量率计算结果见表 11-7。

表 11-7 误照射不同距离处的附加剂量率计算结果一览表

I (mA)	$\frac{H_0}{(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))}$	B	R(m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)	附加剂量 mSv				
					1min	2min	3min	4min	5min
XXG-3005									
5	6.78×10^5	1	1	3.39×10^6	56.50	113.00	169.50	226.00	282.50
5	6.78×10^5	1	2	1.7×10^6	14.13	28.25	42.38	56.50	70.63
5	6.78×10^5	1	3	1.13×10^6	6.28	12.56	18.83	25.11	31.39
5	6.78×10^5	1	4	8.48×10^5	3.53	7.06	10.59	14.13	17.66
5	6.78×10^5	1	5	6.78×10^5	2.26	4.52	6.78	9.04	11.30
5	6.78×10^5	1	10	3.39×10^5	0.57	1.13	1.70	2.26	2.83
5	6.78×10^5	1	15	2.26×10^5	0.25	0.50	0.75	1.00	1.26
5	6.78×10^5	1	20	1.7×10^5	0.14	0.28	0.42	0.57	0.71
5	6.78×10^5	1	25	1.36×10^5	0.09	0.18	0.27	0.36	0.45
5	6.78×10^5	1	30	1.13×10^5	0.06	0.13	0.19	0.25	0.31
5	6.78×10^5	1	35	9.69×10^4	0.05	0.09	0.14	0.18	0.23
5	6.78×10^5	1	40	8.48×10^4	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18
XXG-2005									
5	5.34×10^5	1	1	2.67×10^6	44.50	89.00	133.50	178.00	222.50
5	5.34×10^5	1	2	1.34×10^6	11.13	22.25	33.38	44.50	55.63
5	5.34×10^5	1	3	8.90×10^5	4.94	9.89	14.83	19.78	24.72
5	5.34×10^5	1	4	6.68×10^5	2.78	5.56	8.34	11.13	13.91
5	5.34×10^5	1	5	5.34×10^5	1.78	3.56	5.34	7.12	8.90
5	5.34×10^5	1	10	2.67×10^5	0.45	0.89	1.34	1.78	2.23
5	5.34×10^5	1	15	1.78×10^5	0.20	0.40	0.59	0.79	0.99
5	5.34×10^5	1	20	1.34×10^5	0.11	0.22	0.33	0.45	0.56
5	5.34×10^5	1	25	1.07×10^5	0.07	0.14	0.21	0.29	0.36
5	5.34×10^5	1	30	8.90×10^4	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25

<u>5</u>	<u>5.34×10^5</u>	<u>1</u>	<u>35</u>	<u>7.63×10^4</u>	<u>0.04</u>	<u>0.07</u>	<u>0.11</u>	<u>0.15</u>	<u>0.18</u>
<u>5</u>	<u>5.34×10^5</u>	<u>1</u>	<u>40</u>	<u>6.68×10^4</u>	<u>0.03</u>	<u>0.06</u>	<u>0.08</u>	<u>0.11</u>	<u>0.14</u>
<u>XXG2505L</u>									
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>4.95×10^6</u>	<u>82.5</u>	<u>165</u>	<u>247.5</u>	<u>330</u>	<u>412.5</u>
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>2.48×10^6</u>	<u>20.63</u>	<u>41.25</u>	<u>61.88</u>	<u>82.50</u>	<u>103.13</u>
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>1.65×10^6</u>	<u>9.17</u>	<u>18.33</u>	<u>27.50</u>	<u>36.67</u>	<u>45.83</u>
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>4</u>	<u>1.24×10^6</u>	<u>5.16</u>	<u>10.31</u>	<u>15.47</u>	<u>20.63</u>	<u>25.78</u>
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>9.9×10^5</u>	<u>3.30</u>	<u>6.60</u>	<u>9.90</u>	<u>13.20</u>	<u>16.50</u>
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>10</u>	<u>4.95×10^5</u>	<u>0.83</u>	<u>1.65</u>	<u>2.48</u>	<u>3.3</u>	<u>4.13</u>
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>15</u>	<u>3.3×10^5</u>	<u>0.37</u>	<u>0.73</u>	<u>1.1</u>	<u>1.47</u>	<u>1.83</u>
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>20</u>	<u>2.48×10^5</u>	<u>0.21</u>	<u>0.41</u>	<u>0.62</u>	<u>0.83</u>	<u>1.03</u>
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>25</u>	<u>1.98×10^5</u>	<u>0.13</u>	<u>0.26</u>	<u>0.40</u>	<u>0.53</u>	<u>0.66</u>
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>30</u>	<u>1.65×10^5</u>	<u>0.09</u>	<u>0.18</u>	<u>0.28</u>	<u>0.37</u>	<u>0.46</u>
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>35</u>	<u>1.41×10^5</u>	<u>0.07</u>	<u>0.14</u>	<u>0.20</u>	<u>0.27</u>	<u>0.34</u>
<u>5</u>	<u>9.90×10^5</u>	<u>1</u>	<u>40</u>	<u>1.24×10^5</u>	<u>0.05</u>	<u>0.10</u>	<u>0.16</u>	<u>0.21</u>	<u>0.26</u>
<u>XXHZ-3005</u>									
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>3.39×10^6</u>	<u>56.50</u>	<u>113.00</u>	<u>169.50</u>	<u>226.00</u>	<u>282.50</u>
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>1.7×10^6</u>	<u>14.13</u>	<u>28.25</u>	<u>42.38</u>	<u>56.50</u>	<u>70.63</u>
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>1.13×10^6</u>	<u>6.28</u>	<u>12.56</u>	<u>18.83</u>	<u>25.11</u>	<u>31.39</u>
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>4</u>	<u>8.48×10^5</u>	<u>3.53</u>	<u>7.06</u>	<u>10.59</u>	<u>14.13</u>	<u>17.66</u>
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>2.26</u>	<u>4.52</u>	<u>6.78</u>	<u>9.04</u>	<u>11.30</u>
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>10</u>	<u>3.39×10^5</u>	<u>0.57</u>	<u>1.13</u>	<u>1.70</u>	<u>2.26</u>	<u>2.83</u>
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>15</u>	<u>2.26×10^5</u>	<u>0.25</u>	<u>0.50</u>	<u>0.75</u>	<u>1.00</u>	<u>1.26</u>
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>20</u>	<u>1.7×10^5</u>	<u>0.14</u>	<u>0.28</u>	<u>0.42</u>	<u>0.57</u>	<u>0.71</u>
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>25</u>	<u>1.36×10^5</u>	<u>0.09</u>	<u>0.18</u>	<u>0.27</u>	<u>0.36</u>	<u>0.45</u>
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>30</u>	<u>1.13×10^5</u>	<u>0.06</u>	<u>0.13</u>	<u>0.19</u>	<u>0.25</u>	<u>0.31</u>
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>35</u>	<u>9.69×10^4</u>	<u>0.05</u>	<u>0.09</u>	<u>0.14</u>	<u>0.18</u>	<u>0.23</u>
<u>5</u>	<u>6.78×10^5</u>	<u>1</u>	<u>40</u>	<u>8.48×10^4</u>	<u>0.04</u>	<u>0.07</u>	<u>0.11</u>	<u>0.14</u>	<u>0.18</u>

由上表可知：人员误入正在出束的 X 射线设备控制区内，距离较近的人员在短时间内可受到较高剂量的外照射影响，使工作人员或公众造成不必要照射，对人员身体造成一定伤害。

综上所述，建设单位制定了详细完整的辐射事故应急预案，一旦发生辐射事故，

能够迅速采取有效的应急处理措施，将辐射事故影响控制到最低程度。

11.2.2.4 事故处置方法及预防措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，要求建设方严格执行以下风险预防措施：

①定期对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

②在野外、工地探伤作业前，按项目应制定工作方案，该工作方案主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工。工作期间做好相关记录，与方案一同存档备查；

③在野外或工地作业现场应张贴公告，并将公告发给各协助部门。公告中应包括作业性质、时间、地点、控制范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容；

④凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须严格按照操作规程执行。探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，并配备现场安全员（可以为现场的两名操作人员之一）。操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

⑤必须制定探伤机操作安全防护措施，X 射线探伤机曝光前待人员全部撤离后才进行，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外辐射；

⑥每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换；

⑦建设单位所有辐射工作人员均须自行在网上参加辐射安全与防护知识及相关法律法规的培训，并报名参加考核，所有辐射工作人员均须持证上岗。

⑧一旦发生辐射事故，立即断电、启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急领导小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门。同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合

各相关部门做好辐射事故调查工作。

综上所述，河南汇紫检验检测有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤作业，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射安全与防护知识的培训，定期检查探伤设备及监测仪器的性能，尽可能避免辐射事故的发生。

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

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》以及《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）中相关要求，建设单位已成立了辐射安全与环境保护领导小组，并制定了领导小组的工作制度及相关职责。

12.2 辐射安全管理规章制度

(1) 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）修订》和《辐射安全与防护监督检查技术程序（第四版）》-II类非医用 X 线装置监督检查技术程序的的相关要求，建设单位已制定的辐射安全管理制度见表 12-1。

表 12-1 建设单位辐射安全管理制度制定情况一览表

序号	许可管理办法及监督检查程序要求的制度	制定情况
1	辐射安全管理规定	已制定《辐射安全管理制度》，规定了在辐射活动中应遵守的各项管理要求
2	操作规程	已制定《现场探伤操作规程》，明确了射线装置在使用前后的安全操作程序及要求
3	岗位职责	已制定《辐射工作人员岗位职责》，明确了辐射工作人员应具备的条件及岗位职责
4	辐射防护和安全保卫制度	已制定《辐射防护与安全保卫管理制度》，提出了射线装置的安全保卫要求，符合项目实际
5	非固定场所使用的管理规定	已制定《射线装置非固定场所使用管理制度》，明确现场探伤相关要求
6	设备检修维护制度	已制定《辐射安全和防护设施维护与维修制度》，明确了设备及辐射安全防护设施的维护维修内容及要求，制定了重大问题管理措施
7	监测方案	已制定《辐射监测方案》，制定了详细、完整的辐射环境检测计划及检测方案，内容全面，具有较强的可操作性
8	监测仪表使用与校验管理制度	已制定《监测仪表使用与检验管理制度》，对检测仪器仪表提出了管理和使用要求，制定了校验或比对验证计划
9	人员培训计划	已制定《辐射工作人员培训/再培训管理制度》，规定了辐射工作人员的培训范围及相关要求
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定《个人剂量监测管理制度》，对个人剂量检测及日常管理提出要求

建设单位制定各项规章制度符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》

第十六条第六款的要求，具有可行性。建设单位应严格执行以上的规章制度，责任到人，将辐射事故和危害降到最低限度。

（2）辐射工作人员培训制度

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》以及《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）中相关要求，且至少有 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。辐射工作人员及辐射防护负责人上岗前需进行辐射防护培训，经考核合格后方可上岗。

本项目拟配备 1 名辐射安全与防护专职管理人员，具有本科学历，同时配备 8 名辐射工作人员，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法规要求，建设单位应在项目投入运行前，组织本项目辐射工作人员进行辐射安全培训，通过考核后方可上岗操作。项目后期运行中，若因工作需要变更辐射工作人员时，应组织新增辐射工作人员参加辐射安全与防护知识培训，通过考核后方可从事辐射工作。

12.4 辐射事故应急

为有效处理放射性事件，强化放射性事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，将放射意外可能造成的损害降到最低限度，以保护工作人员，放射设备安全和减少财物损失，建设单位应依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）第四十条及《突发环境事件信息报告办法》（原环保部令 17 号）的有关规定制定辐射事故应急预案。辐射事故应急预案需包含以下内容：

（1）建设单位成立辐射事故应急工作领导小组，由应急工作领导小组组长全面负责公司的辐射事故应急工作，明确各成员的职责，做到分工明确、职责分明；

（2）制定辐射事故应急预案，对组织机构、应急措施、上报流程、应急部门响应电话等提出要求。一旦发生辐射事故，公司立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报当地生态环境行政主管部门，同时上报应急管理部门和公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射

的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作，不得隐瞒事故的真实情况；

(3) 建设单位应定期对应急人员进行培训，并定期组织辐射事故应急演练，演练时模拟一般辐射事故场景，演练后及时进行总结评估，提出相关程序、措施的改建建议，形成评估报告。培训和应急演练相关资料应纳入档案进行保存。

该预案规定的应急处理措施能尽可能缩短工作人员和公众受照射的时间，使事故危害降到最低，该预案须具备对射线装置辐射事故的应急处理能力，具有可操作性。

12.5 从事辐射活动能力评价

目前，建设单位已具备以下条件：

- (1) 建设单位成立了辐射安全与环境保护管理领导小组；
- (2) 辐射工作人员配备齐全，专业结构合理，有一定的安全文化素养；
- (3) 辐射工作场所的防护设施效能符合辐射防护要求；
- (4) 辐射安全规章制度较全，基本适应现行辐射工作需要。

通过以上分析，本报告认为河南汇紫检验检测有限公司已具备使用 II 类射线装置的综合管理能力。

12.6 环保投资概算

本项目总投资 200 万元，其中辐射环保投资 36 万元，占总投资比例的 18%，本项目环保投资情况见表 12-2。

表 12-2 本项目环保投资一览表

	项目	内容	数量	投资额(万元)
辐射安全防护和治理措施	监测设备	X-γ辐射检测仪	4 台	20
		个人计量报警仪	8 台	
人员配备	防护用品	个人剂量计	8 台	10
		辐射防护铅衣、铅手套(2mm 铅当量)	8 套	
		电离辐射安全警示标志	若干	
		100 米安全警示线	若干	
		提示“预备”和“照射”状态指示灯	若干	

		声音提示装置	1 台	
		大功率喊话器	1 台	
		<u>铅屏风（2mm 铅当量）</u>	<u>1 个/组</u>	
		设备存放间监控摄像装置	1 套	
	辐射防护与安全培训	辐射工作人员防护与安全培训		1.5
个人剂量检测和职业健康监护	辐射工作人员个人剂量检测、个人职业健康监护档案和个人剂量档案			
危险废物管理		设置危废暂存间，收集后定期委托有资质的单位进行处置	4	
监测		委托有资质单位定期对辐射工作场所监测	0.5	
环保投资合计				36
项目总投资				200
环保投资占总投资的比例（%）				18

12.7 项目竣工环境保护验收内容

建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

12.7.1 信息公开要求

除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

- (1) 建设项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；
- (2) 对建设项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；
- (3) 验收报告编制完成后 5 个工作日内予以公开，公示期限不少于 20 个工作日。

建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

12.7.2 验收期限要求

除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。

12.7.3 验收内容

本项目竣工环境保护验收建议内容见表 12-3。

表 12-3 本项目竣工环境保护验收建议内容一览表

项目	对象		验收内容
相关资料、 手续	环评及环评批复等文件		环评报告及批复所列事项履行情况
实际项目内 容及方案设 计情况	射线装置	数量	便携式 X 射线探伤机：4 台
		参数	XXG-3005 型（300kV、5mA）1 台 XXG-2005 型（200kV、5mA）1 台 XXG2505L 型（250kV、5mA）1 台 XXHZ-3005 型（300kV、5mA）1 台
场所设施			控制台有钥匙控制，专人管理钥匙，控制台紧急停 机按钮
辐射安全管 理机构	辐射防护管理		及时更新完善辐射安全管理机构及相关管理制度， 配备经过相关部门培训合格的辐射防护技术人员， 并定期安排人员复训
辐射安全防 护措施	安全措施（联锁装置、警示 标志、工作指示灯等）		控制台设置紧急停机按钮和操控锁定开关，钥匙由 专人负责管理
			配置警戒线、警示牌、声光报警装置、对讲设备、 警示标识等安全警示设施
	屏蔽能力达标		将剂量率大于 9.8μGy/h 的区域划设为控制区，将 控制区边界外、剂量率大于 2.5μGy/h 的区域划设 为监督区 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 （GB18871-2002）中规定的年剂量标准限值要求， 亦满足工作人员 5mSv/a、公众人员 0.25mSv/a 的年 剂量管理限值要求
人员配备	辐射防护与安全培训和考核		项目辐射工作人员应全部参加辐射安全与防护培 训，考核合格后上岗
	个人剂量监测		为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，每 3 个月 送检并建立个人剂量档案
	人员职业健康监测		辐射工作人员定期进行体检，并建立职业健康档案
监测仪器防 护用品	个人剂量报警仪、X-γ辐射检 测仪、固定式剂量监测报警 装置		辐射工作场所配备 4 台 X-γ辐射检测仪、8 台个人 剂量报警仪和 8 台个人剂量计等
辐射安全管 理制度	《辐射安全管理制度》、《个 人剂量监测管理制度》、《辐 射工作人员培训/再培训管理 制度》、《辐射工作人员岗		及时更新、完善有关管理制度等

	位职责》、《辐射安全和防护设施维护与维修制度》、《监测仪表使用与检验管理制度》、《辐射监测方案》、《现场探伤操作规程》、《辐射事故应急预案》等	
辐射安全许可证		本项目建成后,应及时向当地生态环境保护部门申请辐射安全许可证,取得辐射安全许可证后方可开展工作

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 产业政策符合性分析

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于该名录中第一类“鼓励类”第三十一项“科技服务业”第 1 款“工业设计、气象、生物及医药、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务、计量测试、质量认证和检验检测服务，科技普及”中的“检验检测服务”，不属于该目录中的“限制类”和“淘汰类”产业，符合国家当前产业政策。

13.1.2 实践的正当性

本项目利用 X 射线进行无损检测，能够准确检查出产品的内部缺陷，能有效提高客户的产品质量，避免后序生产浪费，具有明显的经济效益；通过采取合理有效的辐射安全防护措施，落实严格规范的辐射安全管理制度，本项目正常运行产生的辐射影响满足国家标准要求，与其带来的利益相比是可以接受的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的“辐射防护实践正当性”原则。

13.1.3 辐射环境影响评价结论

1、本项目 X 射线探伤机正常运行时，职业人员受到的附加年有效剂量最大约为 4.018mSv/a，实际运行过程中，每台探伤机配备 2 名辐射工作人员，辐射工作人员轮流进行探伤作业和巡护作业，实际职业人员受到的附加年有效剂量小于 4.018mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中提出的不超过 20mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的不超过 5mSv/a 的管理限值要求。

2、本项目 X 射线探伤机正常运行时，公众人员受到的附加年有效剂量最大约为 0.064mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的不超过 5mSv/a 的标准限值要求，亦满足本次评价提出的不超过 0.25mSv/a 的管理限值要求。

13.1.4 其他环境应影响评价结论

13.1.4.1 有害气体环境影响分析结论

本项目产生的有害气体为少量的臭氧、氮氧化物等。X 射线装置在开机状态下，

空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。X 射线探伤机在室外作业，均利于上述有害气体的扩散，对周围环境和人员影响较小。

13.1.4.2 固废环境影响分析结论

本项目 X 射线探伤机在作业过程中需使用定影液、显影液和胶片。本项目产生废（显）定影液、废胶片、废 X 射线管等危险废物，属于《国家危险废物名录（2025 年版）》中规定的危险废物，集中收集后暂存在厂区危废暂存间，委托有资质单位处置。

采取上述措施后，本项目产生的固体废物对周围环境影响较小。

13.1.5 辐射环境管理制度

建设单位已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关要求，制定了相关规章制度，如《辐射安全管理制度》、《个人剂量监测管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射安全和防护设施维护与维修制度》、《监测仪表使用与检验管理制度》、《辐射监测方案》、《现场探伤操作规程》、《辐射事故应急预案》等。辐射环境管理制度可以满足要求。

13.1.6 总体结论

综上所述，河南汇紫检验检测有限公司 X 射线现场探伤项目符合正当性原则，工作人员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”的要求，也符合本评价提出的剂量限值的要求。从辐射安全和环境保护的角度而言，河南汇紫检验检测有限公司 X 射线现场探伤项目是可行的。

13.2 建议和承诺

- 1、建设单位应定期或不定期针对 X 射线装置的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查，确保仪器的完好和有效；
- 2、针对本项目可能出现的辐射事故，建设单位应加强辐射工作人员的安全思想教育，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故的发生；
- 3、建设单位应认真保管好探伤设备的各种档案资料以及定期的测试报告，做到各种数据有据可查；
- 4、建设单位公司应及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置；
- 5、在探伤设备上留下联系方式，以便不慎丢失时，能与捡拾者建立联系；
- 6、注意非辐射危害的防护，如火灾、外爆、机械、电气和有毒物质的危害等，预防由这些原因间接引起的辐射事故。
- 7、建设单位应配备辐射监测仪器定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。
- 8、认真落实环评提出的管理措施和辐射防护措施要求，完善管理制度。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人

公 章

年 月 日