

核技术利用建设项目

安徽笃舜智能装备有限公司 新增 6 台 X 射线探伤机项目 环境影响报告表

安徽笃舜智能装备有限公司

2023 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

安徽笃舜智能装备有限公司 新增 6 台 X 射线探伤机项目 环境影响报告表

建设单位名称：安徽笃舜智能装备有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：安徽省宿州市宿马园区泗城路 666 号

邮政编码： 234122

联系人： **

电子邮箱： 19955709876@qq.com

联系电话： *****

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	8
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	10
表 6 评价依据	11
表 7 保护目标与评价标准	13
表 8 环境质量和辐射现状	16
表 9 项目工程分析和源项	19
表 10 辐射安全与防护	25
表 11 环境影响分析	29
表 12 辐射安全管理	41
表 13 结论与建议	46
表 14 审批	49
本报告表的附图与附件	48

表 1 项目基本情况

项目名称		新增 6 台 X 射线探伤机项目				
建设单位		安徽笃舜智能装备有限公司				
法人代表		岳彩民	联系人	**	联系电话	*****
通讯地址		安徽省宿州市宿马园区泗城路 666 号				
建设地点		安徽省宿州市宿马园区泗城路 666 号				
立项审批部门		宿马园区经发部		批准文号	宿马经发（2023）69 号	
建设项目总投资（万元）		500	项目环保投资（万元）	10	投资比例（环保投资/总投资）	2%
建设性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			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					
	项目概述 1.1 项目概况 安徽笃舜智能装备有限公司，成立于 2017 年 7 月 21 日(营业执照见附件 1)，主要经营范围：智能机械设备、化工设备、钢结构件、金属制品的生产、加工、销售，机电设备的批发、零售，压力容器制造，从事自动化科技、计算机科技领域的技术开发、咨询、服务、转让。 安徽笃舜智能装备有限公司新建智能装备产品研发和生产基地”项目已于					

2018 年 6 月 1 日在宿马园区经发部备案，于 2019 年 4 月 22 日取得项目环评批复；安徽笃舜智能装备有限公司 X 射线探伤项目已于 2020 年 3 月 5 日取得宿州市生态环境局审批意见（宿环建函[2020]13 号，详见附件 3）；安徽笃舜智能装备有限公司新增 6 台 X 射线探伤机项目已于 2023 年 6 月 27 日取得宿马园区经发部项目备案表（宿马经发（2023）69 号，项目代码：2306-341366-04-03-800455，详见附件 4）。

本次环评专门针对“新增 6 台 X 射线探伤机项目”进行环境影响评价，本项目 X 射线探伤室位于公司西北侧厂房（利用原有探伤室）（详见附图 1 项目地理位置图和附图 2 厂区总平面布置图）。

本次探伤项目建设背景：现有两台 X 探伤设备已不能满足公司配套的需求，为对公司生产的压力容器等钢制产品进行无损检测，确保产品质量合格率，为客户提供更优质的服务，项目拟在原有探伤室内新增 6 台 X 射线探伤机（属于 II 类射线装置），根据产品大小、质量以及时效要求，灵活分配使用探伤机，对公司生产的产品进行探伤检测。本项目属于扩建项目，项目建成后在公司现有探伤室开展探伤作业。

X 射线探伤机在使用过程中可能对环境产生一定的辐射影响。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令 第 31 号）及《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021）本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目”“……生产、使用 II 类射线装置的；……”，环评类别为环境影响报告表。因此，安徽笃舜智能装备有限公司委托我公司对其新增 6 台 X 射线探伤机项目进行环境影响评价。

本项目拟新增 6 台 X 射线探伤机用于探伤室探伤，核技术利用类型属使用 II 类射线装置。本项目 X 射线探伤机主要技术参数见表 1-1， 建设项目组成见表 1-2.

表 1-1 X 射线探伤机主要技术参数

序号	装置名称	类别	设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	数量	工作场所	环评 情况	备注
1	X 射线探伤机	II 类	XGH2505 型	250	5	1	探伤室	原有	周向
2	X 射线探伤机	II 类	XT-3005 型	300	5	1	探伤室	原有	定向
3	X 射线探伤机	II 类	XXG-3505C 型	350	5	2	探伤室	新增	周向
4	X 射线探伤机	II 类	XXG-3505T 型	350	5	1	探伤室	新增	定向

5	X 射线探伤机	II 类	XXG-2005 型	200	5	1	探伤室	新增	定向
6	X 射线探伤机	II 类	XXGH-2505 型	250	5	1	探伤室	新增	周向
7	X 射线探伤机	II 类	XXG3505-C 型	350	5	1	探伤室	新增	周向

表 1-2 建设项目组成一览表

工程类别	工程名称	工程内容及规模	备注
主体工程	曝光室	1 间, 13390mm (L) × 8500mm (W) × 8000mm (H) , 墙厚 700mm, 顶板厚 450mm, 1 台单梁起重行车	原有
辅助工程	探伤辅房	操作室 (面积 15m ² 含迷道) 评片室 (面积 10m ²)、资料档案室 (面积 9m ²)、暗室面积 16m ²)	原有
公用工程	给水系统	市政管网供水	依托现有
	排水系统	厂区采用雨污分流; 生活污水经厂区化粪池预处理后进园区污水处处理厂	依托现有
	供电系统	市政管网统一供电	依托现有
环保工程	废气处理	探伤室排风系统	依托现有
	废水处理	无工业废水	依托现有
	噪声治理	通过隔声、减震等措施降低设备噪声	依托现有
	生活垃圾	厂区垃圾桶内暂存, 由环卫部门统一清运	依托现有
	危险废物	设置危废库, 委托有资质的单位定期处理	依托现有

1.2 项目选址及周边保护目标情况

安徽笃舜智能装备有限公司位于安徽省宿州市宿马园区泗城路 666 号, 项目中心地理位置坐标为: 东经 117.268555E, 北纬 33.674812N, 公司北侧为安徽皖鹏新能源车辆制造有限公司, 东侧隔采石路为安徽爱进家智能科技有限公司, 南侧为龙城路 (泗城路), 西侧为安徽庆瑞铝业有限公司。

本项目 X 射线探伤室位于公司西北侧厂房内的西南侧, 探伤室南侧 50 米范围内隔车间厂房外墙为生产厂房; 探伤室北侧 50 米范围内为生产车间, 东侧 50 米范围内隔生产车间为厂内通道和生产厂房, 西侧 35 米为安徽庆瑞铝业有限公司 (邻厂)。

探伤室一层设置曝光间及探伤辅房, 二层设置评片室、检测室及资料室等, 详见附件 6。

本项目将射线装置使用场所及周边 50 m 范围内的人员作为保护目标, 主要为操作射线装置的职业工作人员、本公司生产车间其他工作人员、安徽庆瑞铝业

有限公司员工。

公司地理位置图见附图 1，周边概况见附图 3，探伤室平面布置见附图 2

1.3 实践正当性分析

安徽笃舜智能装备有限公司为提高服务，项目拟在原有探伤室内新增 6 台 X 射线探伤机(属于 II 类射线装置)，根据产品大小、质量以及时效要求，灵活分配使用探伤机，对公司生产的产品进行探伤检测，项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加探伤室周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.4 与相关环境保护政策相符性分析

对照《中共安徽省委安徽省人民政府关于全面打造水清岸绿产业优美丽长江（安徽）经济带的实施意见（升级版）》（皖发[2021]19 号）、《关于印发安徽省长江经济带发展负面清单实施细则（试行）的通知》、《中华人民共和国长江保护法》等相关政策要求，本项目的政策相符性分析汇总见表 1-3。

表 1-3 与其它相关政策相符性分析

序号	政策名称	相关要求	本项目情况	相符性
1	《中共安徽省委安徽省人民政府关于全面打造水清岸绿产业优美丽长江（安徽）经济带的实施意见（升级版）》（皖	①严禁 1 公里范围内新建化工项目。长江干支流岸线 1 公里范围内，严禁新建、扩建化工园区和化工项目。已批未开工的项目，依法停止建设，支持重新选址。已经开工建设的项目，严格进行检查评估，不符合岸线规划和环保、安全要求的，全部依法依规停建搬迁。 ②严控 5 公里范围内新建重化工重污染项目。长江干流岸线 5 公里范围内，全面落实长江岸线功能定位要求，实施严格的化工项目市场准入制度，除提升安全、环保、节能水平，以及质量升级、结构调整的改扩建项目外，严控新建石油化工和煤化工等重化工、重污染项目，严禁新建布局重化工园区。合规化工园区内，严禁新批环境基础设施不完善或长期不能稳定运行的	本项目为扩建 X 射线探伤检测系统应用项目，不属于石油化工和煤化工等重化工、重污染项目。且项目边界距离长江安徽段 240km，厂界距离主要支流新汴河 1.1km，不在 1 公里严禁新建项目范围内，不属于长江干流岸线 5 公里范围内严格控制新建石油化工和煤化工等重化工、重污染项目	

2	发 (2021) 19 号	企业新建和扩建化工项目		
		③严管 15 公里范围内新建项目。长江干流岸线 15 公里范围内，严把各类项目准入门槛，严格执行环境保护标准，把主要污染物和重点重金属排放总量控制目标作为新（改、扩）建项目环评审批的前置条件，禁止建设没有环境容量和减排总量项目。在岸线开发、河段利用、区域活动和产业发展等方面，严格执行《长江经济带发展负面清单指南（试行）》《安徽省长江经济带发展负面清单实施细则（试行）》。实施备案、环评、安评、能评等并联审批，未落实生态环保、安全生产、能源节约要求的，一律不得开工建设		
	《关于印发安徽省长江经济带发展负面清单实施细则（试行）的通知》	1. 禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目	本项目位于安徽省宿州市宿马现代产业园区，周边无自然保护区和风景名胜区	
		2. 禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，以及网箱养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目	项目不在饮用水源保护区范围内	
		3. 禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建排污口，以及围湖造田、围海造地或围填海等投资建设项目。禁止在国家湿地公园的岸线和河段范围内挖沙、采矿，以及任何不符合主体功能定位的投资建设项目。	本项目不新增排污口，排污口依托安徽笃舜智能装备有限公司现有排污口，且排污口不在水产种质资源保护区范围内	
		4. 禁止在生态保护红线和永久基本农田范围内投资建设除国家重大战略资源勘查项目、生态保护修复和环境治理项目、重大基础设施项目、军事国防项目以及农牧民基本生产生活等必要的民生项目以外的项目	本项目位于安徽笃舜智能装备有限公司现有厂区内，项目与最近生态红线的直线距离约 1.1 公里，不在宿州市生态红线范围内。本项目与生态保护红线相对位置附图 5	
		5. 禁止在长江干支流 1 公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等高污染项目	本项目边界距离长江安徽段 240km，厂界距离主要支流新汴河 1.1km，不在 1 公里严	

			禁新建项目范围内,不在 1 公里严禁新建项目范围内	
		6. 禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项	本项目不属于法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目	
3	《中华人民共和国长江保护法》	禁止在长江干支流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。	本项目为扩建 X 射线探伤检测系统应用项目,不属于石油化工和煤化工等重化工、重污染项目。本项目边界距离长江安徽段 240km,厂界距离主要支流新汴河 1.1km,不在 1 公里严禁新建项目范围内,不在 1 公里严禁新建项目范围内	
		禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库;但是以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。		

1.5 原有核技术利用项目许可情况

安徽笃舜智能装备有限公司现有项目有 2 台 X 射线探伤机型号分别为 XGH2505 型、XT-3005 型,现有环评《安徽笃舜智能装备有限公司 X 射线探伤项目环境影响评价报告表》于 2020 年 3 月 5 日获得宿州市生态环境局批复,批文号为宿环建函[2020]13 号,2020 年 5 月 19 号获得宿州市生态环境局颁发的辐射安全许可证(证书编号为皖环辐证[L0182],详见附件 5),项目现有 2 台探伤机正常运行。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II 类	2	XXG-3505C 型	350	5	探伤	探伤室内	周向
2	X 射线探伤机	II 类	1	XXG-3505T 型	350	5	探伤	探伤室内	定向
3	X 射线探伤机	II 类	1	XXG-2005 型	200	5	探伤	探伤室内	定向
4	X 射线探伤机	II 类	1	XXGH-2505 型	250	5	探伤	探伤室内	周向
5	X 射线探伤机	II 类	1	XXG3505-C 型	350	5	探伤	探伤室内	周向
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (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（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）影液	液态	/	/	45L	450L	/	暂存于公司危废间内	定期送有危废处置资质的单位进行处置
废胶片	固态	/	/	20 张	200 张	/	暂存于公司危废间内	定期送有危废处置资质的单位进行处置
O ₃ 、NO _x	气态	/	/	少量	少量	/	/	直接排入外环境，臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小

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》(2014 年修订), 国家主席令第 9 号, 2015 年 1 月 1 日起施行 (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修正), 国家主席令第 24 号, 2018 年 12 月 29 日起施行 (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 国家主席令第 6 号, 2003 年 10 月 1 日起施行 (4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订), 国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行 (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修订), 国务院令第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起施行 (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正), 生态环境部令第 20 号, 自 2021 年 1 月 4 日起施行 (7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 生态环境部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行 (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 原环境保护部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行 (9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 国家环境保护总局文件, 环发[2006] 145 号, 2006 年 9 月 26 日起施行 (10) 《射线装置分类》(2017 年修订), 原环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年公告第 66 号公布, 自 2017 年 12 月 5 日起施行 (11) 《国家危险废物名录(2021 年版)》, 2021 年 1 月 1 日起施行 (12) 关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知, 环办[2013]103 号, 2014 年 1 月 1 日起施行 (13) 《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 11 月 1 日起施行 (14) 《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》, 生态环境部公告 2019 年第 38 号, 2019 年 11 月 1 日起施行 (15)《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》,生态环境部公告 2019 年第 39 号, 2019 年 10 月 25 日发布 (16) 《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 (17) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2021 年修改), 中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 49 号, 2021 年 12 月 30 日起施行 (18) 《安徽省环境保护条例》, 2017 年 11 月 17 日安徽省第十二届人民代表大会常务委员会第四十一次会议修订, 2018 年 1 月 1 日起施行。 (19) 《安徽省放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》, 2015 年 8 月 12 日施行。
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》(HJ 10.1-2016) (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (4) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护原则》(GB22448-2008);

	(5) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)； (6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)； (7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (8) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)。 (9) 《环境影响评价技术导则·声环境》(HJ2.4-2021)； (10) 《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ2034-2013)； (11) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) (12) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)
其他	(1) 安徽笃舜智能装备有限公司新增 6 台 X 射线探伤机项目委托书、承诺书； (2) 《安徽笃舜智能装备有限公司新增 6 台 X 射线探伤机项目辐射环境现状监测报告》； (3) 《安徽笃舜智能装备有限公司 X 射线探伤项目环境影响评价报告》及批复(宿环建函[2020]13 号)； (4) 安徽笃舜智能装备有限公司提供的其他可行性资料。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目利用 X 射线探伤机对送检工件进行无损检验，为使用 II 类射线装置，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)中的要求，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，主要包括本公司车间、库房、办公室、安徽庆瑞铝业有限公司。评价范围见附图 4，周边环境描述见表 7-1。

保护目标

本公司 X 射线探伤项目，位于西北厂房的探伤房，厂界周围 500m 范围内无自然保护区、风景名胜区和文物古迹等需要特殊保护的环境敏感对象，不会因项目的实施而改变区域环境现有功能。保护目标主要考虑现场探伤对辐射工作人员以及周围活动的公众成员的影响。

本项目评价范围为以探伤室边界为中心半径 50m 的区域，主要环境保护目标见表 7-1，项目周边环保目标详见附图 4 中的辐射环境影响评价范围。

表 7-1 本项目新建探伤室周围环境描述

方位	周围点位及距离	环境保护目标及数量	年管理剂量约束
探伤室西侧	探伤操作室 1m	辐射工作人员/3 人	$\leq 5\text{mSv}$
	厂区道路及邻厂 5m~50m	本厂及邻厂公众/10 人	$\leq 0.25\text{mSv}$
探伤室南侧	厂房一 3m~50m	本厂公众/15 人	$\leq 0.25\text{mSv}$
探伤室东侧	厂房一及厂区道路 3~50m	本厂公众/20 人	$\leq 0.25\text{mSv}$
探伤室北侧	厂区道路及邻厂 5~50m	本厂及邻厂公众/15 人	$\leq 0.25\text{mSv}$

评价标准

1、剂量约束

根据《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB18871-2002)，工作人员的职业照射和公众照射的剂量限值详见表 7-2。

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	剂量限值
职业照射	工作场所人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； b) 任何一年中的有效剂量，50mSv； c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv； d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量 500mSv。
公众照射	实践使公众中有关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

	a) 年有效剂量, 1mSv; B) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年的有效剂量可提高到 5mSv; c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv; d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。
--	--

工作人员的照射和公众照射的年剂量详见表 7-3。

表 7-3 工作人员职业照射和公众照射的年剂量限值

职业工作人员		公众	
身体器官	剂量限值	身体器官	剂量限值
有效剂量	$\leq 20\text{mSv}$	有效剂量	$\leq 1\text{mSv}$
眼晶体	$\leq 150\text{mSv}$	眼晶体	$\leq 15\text{mSv}$
四肢或皮肤	$\leq 500\text{mSv}$	四肢或皮肤	$\leq 50\text{mSv}$

注：表中剂量限值不包括医疗照射和天然本底照射

依照照射剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求, 相关标准又提出了剂量约束值, 即对职业人员、公众人员一般取其剂量限值的 1/10-3/10 作为剂量约束值。为后期规模扩大或周围其他辐射预留照射剂量空间, 本评价报告取规定限值的 1/4, 即以 5.0mSv 作为职业工作人员的年管理剂量约束值; 以 0.25mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值。

2、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 第 2.2 和 3.1.1 条:

2.2 条规定: 探伤室辐射屏蔽设计和计量估算中需确定的探伤室外对探伤室屏蔽结构起决定性作用的位置, 通常为距探伤室外表面 30cm 处人员可能受照剂量最大的位置。在距探伤室一定距离处, 公众成员居留因子大并可能受照剂量大的位置也应作为关注点。

3.1.1 条规定: 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c , 职业工作人员 $\leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$; 公众 $\leq 5\text{Sv}/\text{周}$ 。

3、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 第 6 条:

6.1 探伤室放射防护要求

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

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

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

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\ \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

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

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

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

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

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

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

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理和场所位置

安徽笃舜智能装备有限公司位于安徽省宿州市宿马园区泗城路 666 号,项目中心地理位置坐标为:东经 117.268555E, 北纬 33.674812N, 公司北侧为安徽皖鹏新能源车辆制造有限公司, 东侧为安徽爱进家智能科技有限公司, 南侧为龙城路(泗城路), 西侧为安徽庆瑞铝业有限公司。

本项目 X 射线探伤室位于公司西北侧厂房内的西南侧, 探伤室南侧 50 米范围内隔车间厂房外墙为生产厂房; 探伤室北侧 50 米范围内为生产车间, 东侧 50 米范围内隔生产车间为厂内通道和生产厂房, 西侧 35 米为安徽庆瑞铝业有限公司(邻厂)。

探伤室一层设置曝光间及探伤辅房, 二层设置评片室、检测室及资料室等。

2、评价对象、监测因子和监测点位

评价对象: 对探伤室及周围辐射环境质量进行监测评价;

监测因子: X- γ 空气吸收剂量率;

监测点位: 本次监测点位布设在探伤室及周边环境保护目标处

具体监测点位见附件 7 检测报告。

3、质量保证体系

(1) 合理布设监测点位, 保证各监测点布设的科学性和可比性。

(2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准, 监测人员经考核并持有合格证书上岗。

(3) 监测仪器每年定期经剂量部门检定, 检定合格后方可使用。

(4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常, 并用检验源对仪器进行校验。

(5) 由专业人员按操作规程操作仪器, 并做好记录。

(6) 监测报告严格实行三级审核制度, 经过校验、审核, 最后由技术总负责审定。

4、监测单位和时间

合肥鑫鼎环保科技有限责任公司根据监测方案及布点要求, 于 2023 年 4 月

14 日对本项目探伤室及周边环境现状进行了监测，并出具了监测报告，报告编号为：XDJC-2023-04020，详见附件 7。

5、监测仪器

主要检测仪器详见表 8-1

表 8-1 主要检测仪器

仪器名称	型号	技术指标	检定证书及有效期
X-γ 剂量率仪	BH3103B	能量响应： 25-3000keV 量程范围： (1-10000)×10 ⁻⁸ Gy/h	2022J0504 有效期至 2023 年 5 月 22 日
噪声分析仪 /声校准器	AWA5680 多功 能声级计/ AWA6221B 型声 校准器	量程范围：35dB (A) ~130dB (A) 频率范围： 20Hz~12.5kHz/ 标准声压级：94dB (A) 频率范围： 1000Hz	多功能声级计： E2023-0014073 有效期至 2024 年 1 月 16 日/ 声校准器：E2023-0014074 有效期至 2024 年 1 月 15 日

6、监测结果及统计分析

监测结果见表 8-2、8-3。

表 8-2 环境空气吸收剂量率监测结果

编号	监测点位描述	空气吸收剂量 (×10 ⁻⁸ Gy/h)	备注
		均值	/
1	探伤室北侧	10.2	距离地面1米处
2	探伤室东侧	11.0	
3	探伤室南侧	9.8	
4	暗室	9.5	
5	评片室	9.7	
6	探伤室西侧	10.2	
7	操作位	10.1	
8	探伤室内	10.4	

表 8-3 声环境质量现状监测结果单位：LeqdB (A)

点位	监测名称	监测值	
		昼间	夜间
1	北侧厂界外 1 米	56	46
2	东侧厂界外 1 米	55	47
3	南侧厂界外 1 米	53	45
4	西侧厂界外 1 米	55	46

本项目应用场所及周边环境现状本底在 95-110nGy/h 范围内，根据《安徽

省生态环境状况公报》（2022 年）中数据显示，2022 年，全省伽玛辐射空气吸收剂量率（含宇宙射线贡献值）平均值为 99.6nGy/h，范围为 69.2~119nGy/h；由此可知，本项目建设位置周围环境监测值与安徽省天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

由表 8-3 可知，项目四周厂界外 1m 处声环境质量为昼间：53-56dB（A），夜间 45-47 dB（A）。满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类要求。

表 9 项目工程分析和源项

工程设备和工艺分析

9.1 工程概况

安徽笃舜智能装备有限公司在现有探伤房扩建 6 台 X 射线探伤机,用于送检的工件进行无损检测。

表 9-1 新增 X 射线探伤机主要技术参数表

序号	装置名称	类别	设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	数量	备注
1	X 射线探伤机	Ⅱ类	XXG-3505C 型	350	5	2	周向
2	X 射线探伤机	Ⅱ类	XXG-3505T 型	350	5	1	定向
3	X 射线探伤机	Ⅱ类	XXG-2005 型	200	5	1	定向
4	X 射线探伤机	Ⅱ类	XXGH-2505 型	250	5	1	周向
5	X 射线探伤机	Ⅱ类	XXG3505-C 型	350	5	1	周向

9.2 X 射线探伤机工作原理

工业 X 射线探伤机由 X 射线管和高压电源组成,核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管,由阴极和阳极组成,阴极通常是装在聚焦杯中的钨制灯丝,阳极靶则根据应用的需要,由不同材料制成各种形状,一般采用高原子序数的难熔金属如钨、铂、金等制成。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焦成束,直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体高电压加在 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靶突然阻挡而产生 X 射线。

典型的 X 射线管结构见图 9-1。

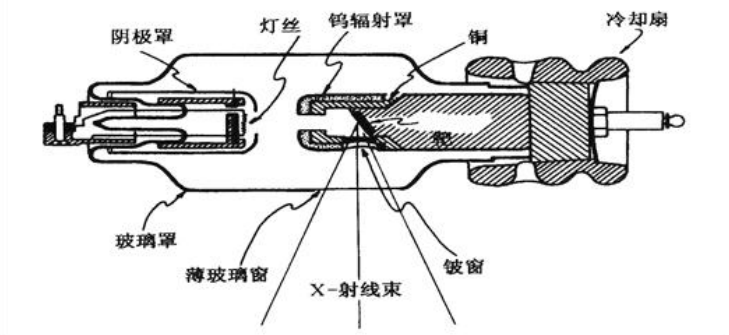


图 9-1 典型 X 射线管结构

9.3X 射线工业探伤原理

工业 X 射线探伤机包括实时成像和胶片成像系统两种形式,本项目所使用探伤机采用胶片成像系统,是利用 X 射线穿透试件,以胶片作为记录信息的无损检测方法。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检部位进行透照,当射线在穿过有缺陷部位时,该区域的透过射线强度就会与周围产生差异,把胶片放在适当的位置使其在透射线的作用下感光,由于缺陷部位和完好部位透射射线强度不同,底片上相应部位就会出现黑度差异。把底片放在观片灯光屏上借助透过光线观察,依据看到的不同形状的影响来判断缺陷情况及评价试件质量。

9.4 主要技术参数

本项目 X 射线探伤机主要技术参数见表 9-2.

表 9-2 X 射线探伤机主要技术参数一览表

型号	技术参数
X 射线探伤机 XXG-3505C 型	1: 管电压调节范围 200~350KV 2: X 射线管电流 (平均值) 2~5mA 3: 射线管毫安稳定度 $\pm 2\%$ 4: 射线管焦点 1.5*3.5 5: X 射线辐射角 $360^{\circ} \times 25^{\circ}$ 6: 最大穿透能力 $\leq 60\text{mm}$ (钢板 A3) 7: 冷却方式: 强迫风冷 8: 绝缘方式: sf6 气体绝缘 9: 工作压力 0.35-0.45 (mpa) 10: X 射线发生器尺寸: 340*340*830mm 11: 工作方式 1: 1 5 分钟工作 5 分钟休息 12: 日常工作管电压: 255KV 13: 日常工作管电流: 5mA
X 射线探伤机 XXG-3505T 型	1: 管电压调节范围 200~350KV 2: X 射线管电流 (平均值) 2~5mA 3: 射线管毫安稳定度 $\pm 2\%$ 4: 射线管焦点 2.5*2.5 5: X 射线辐射角 $40+5^{\circ}$ 6: 最大穿透能力 $\leq 60\text{mm}$ (钢板 A3) 7: 冷却方式: 强迫风冷 8: 绝缘方式: sf6 气体绝缘 9: 工作压力 0.35-0.45 (mpa) 10: X 射线发生器尺寸: 340*340*670mm 11: 工作方式 1: 1 5 分钟工作 5 分钟休息 12: 日常工作管电压: 255KV 13: 日常工作管电流: 5mA
X 射线探伤机 XXG2005 型	1: 管电压调节范围 50~200KV 2: X 射线管电流 (平均值) 4.2~5mA 3: 射线管毫安稳定度 $\pm 2\%$ 4: 射线管焦点 1.0*3.5

	5: X 射线辐射角 $40\pm5^\circ$ 6: 最大穿透能力 $\leq 24\text{mm}$ (钢板 A3) 7: 冷却方式: 强迫风冷 8: 绝缘方式: sf6 气体绝缘 9: 工作压力 0.35-0.45 (mpa) 10: X 射线发生器尺寸: 280*280*615mm 11: 工作方式 1: 1 5 分钟工作 5 分钟休息 12: 日常工作管电压: 155KV 13: 日常工作管电流: 5mA
X 射线探伤机 XXGH2505 型	1: 管电压调节范围 100~250KV 2: X 射线管电流 (平均值) 4.2~5mA 3: 射线管毫安稳定度 $\pm 2\%$ 4: 射线管焦点 1.0*5.0 5: X 射线辐射角 $360^\circ \times 25^\circ$ 6: 最大穿透能力 $\leq 34\text{mm}$ (钢板 A3) 7: 冷却方式: 强迫风冷 8: 绝缘方式: sf6 气体绝缘 9: 工作压力 0.35-0.45 (mpa) 10: X 射线发生器尺寸: 320*320*650mm 11: 工作方式 1: 1 5 分钟工作 5 分钟休息 12: 日常工作管电压: 185KV 13: 日常工作管电流: 5mA
X 射线探伤机 XXG3505C 型	1: 管电压调节范围 250~350KV 2: X 射线管电流 (平均值) 4.2~5mA 3: 射线管毫安稳定度 $\pm 2\%$ 4: 射线管焦点 1.0*3.5 5: X 射线辐射角 $360^\circ \times 30^\circ$ 6: 最大穿透能力 $\leq 50\text{mm}$ (钢板 A3) 7: 冷却方式: 强迫风冷 8: 绝缘方式: sf6 气体绝缘 9: 工作压力 0.35-0.45 (mpa) 10: X 射线发生器尺寸: 340*340*670mm 11: 工作方式 1: 1 5 分钟工作 5 分钟休息 12: 日常工作管电压: 265KV 13: 日常工作管电流: 5mA

9.5 探伤室情况

本项目利用原有探伤室, 曝光室内净尺寸 13.39m (L) $\times$ 8.5m (W) $\times$ 8m (H), 墙厚 700mm, 顶板厚 450mm。其他辅房包括暗室、资料室、评片室、操作室。探伤室主体结构采用商品砼统一标号为 C30, 容重量 2.35T/m^3 的混凝土砼。探伤室电动大铅门体尺寸为: 6300m (L) $\times$ 5900mm (W) $\times$ 20mm (D); 手动小铅门尺寸为: 1200m (L) $\times$ 2300mm (W) $\times$ 6mm (D)。

本项目探伤室 X 射线探伤机主要技术参数见表 9-3。

表 9-3 探伤室屏蔽设计指标

序号	机房设计	屏蔽防护
1	四周屏蔽墙	混凝土结构厚 700mm
2	屋顶	混凝土结构厚 450mm
3	工件进出防护门(自动门)	Pb20mm
4	人员门(防护小铅门)	Pb6mm

注：混凝土密度不小于 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$

9.6 工作流程

X 射线探伤机的工作流程

本项目探伤工艺流程主要有：放置固定好探伤工件、待检工件准备、关闭防护门、设置电压和曝光时间、调整焦距离、X 射线成像、关机等。

①每次开机前进行常规检查，包括：探伤机外观是否存在可见的损坏；电缆是否有断裂、扭曲及配件破损；安全联锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行；螺栓等连接件是否连接良好。

②用电源电缆连接控制箱，电源电压为单相220V，接地必须可靠，确保安全。

③用低压电缆连接控制箱与探伤机主机。

④工业X射线探伤机首次使用或停用48小时以上时，必须按规定进行训机，合格后方可使用。

⑤根据受检工件的厚度，按曝光曲线选择适当的透照参数(电压、时间)，贴片，进行透照。

⑥最高管电压的选择除保证所执行的标准以外，各种规格的探伤机最高电压不得超过满负荷的90%。

⑦整个使用过程要保证探伤机按1:1的间歇时间操作。

⑧开机前，确保探伤室内无人员，透照过程中如探伤机故障无法排除，要及时送交维修。

⑨透照结束后，关闭控制箱电源开关，切断电源，拆下电源线和低压电缆，将设备擦拭干净，及时认真填写运行记录。

X 射线探伤机使用流程示意图见图 9-2。

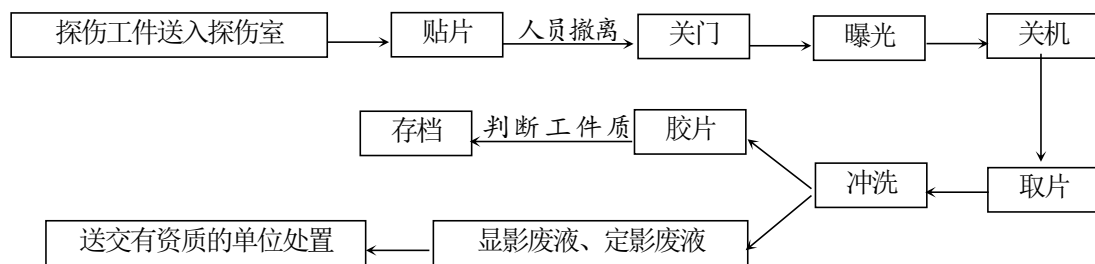


图 9-2 X 射线探伤机使用工艺流程示意图

9.7 人流、物流路径规划

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中要求“探伤室一般应设有人员门和单独的工件门”。公司根据要求, 设置了工件门及人员进出门, 对人员、物流进行了路径规划. 本项目曝光室北墙设置有工件进出门, 西墙设置有人员进出门, 工件均从工件门进出曝光室, 辐射工作人员均从人员门进出曝光室。

污染源项描述

9.8 正常工况

①当 X 射线管发射的电子轰击靶物质时，产生韧致辐射，即 X 射线，X 射线经透射、漏射和散射，对作业场所及其周围环境产生辐射影响。

②X 射线与空气作用产生的极少量臭氧、氮氧化物等有害气体

③探伤作业中冲洗胶片产生的废显、定影液(含冲洗废水)，废胶片。

9.9 事故工况

(1) X 射线探伤机在对工件照射检测的情况下，灯-机联锁、门-机联锁失效，致使铅防护门未完全关闭，造成 X 射线泄漏到探伤室外，给操作人员或周围活动的人员造成不必要的照射。

(2) 探伤机工作、探伤室防护门关闭时，工作人员未及时退出探伤室造成的误照射。

(3) 设备检修时，操作人员误操作，形成误照射。

(4) 检查和维修不到位，仪器和装置发生故障。

(5) 急停按钮、个人剂量报警仪失效，人员未及时撤离正在出束的探伤室，受到不必要的照射。

(6) 未安全操作。

9.10 主要污染因子

本项目新增装置均为工业 X 射线装置，X 射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。在开机出束时，有用束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。此外，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。

在胶片冲洗过程中会产生一定量的废显、定影液(含冲洗废水)和废胶片。根据企业提供资料，公司预计每年使用显影液的量约为 50L，定影液的量约为 58L，使用胶片约 3000 张。预计本项目废显影液、废定影液(含冲洗废水)产生量约为 450L/a，废胶片产生量约 200 张/年。

表 10 辐射安全与防护

辐射防护与安全管理措施

10.1 生产场所布局

本项目探伤房设计有曝光室、操作室、暗室、更衣室、资料室。本项目操作室、暗室、更衣室、资料室均位于曝光室西墙外。本项目曝光室设置有单独的人员门和工件门，人员门采用迷路形式，探伤房外墙无可攀爬的设施，探伤房顶部人员不可到达；因此本项目工作场所布局设计基本合理，能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中关于控制室与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向的要求。

公司拟将曝光室设置为控制区，探伤期间禁止任何人员进入；将操作室、暗室、更衣室、资料室及曝光室工件门外 1m 范围设置为监督区，在工件门外 1m 处设置地面标识线或警戒标识线，并在出入门外表面醒目位置设置电离辐射警告标志，禁止非辐射工作人员进入。本项目辐射防护分区示意图 10-1，其划分符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区”的要求。

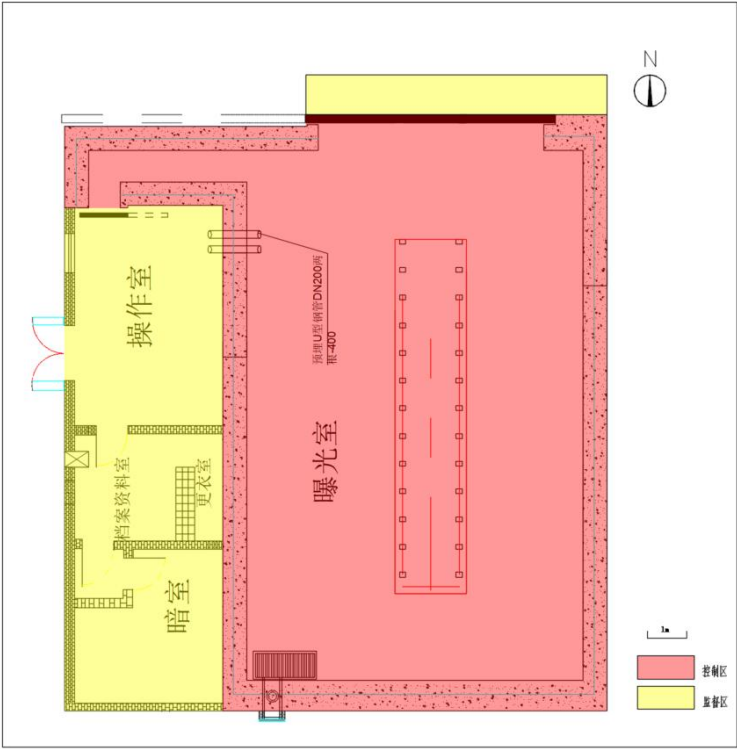


图 10-1 本项目控制区和监督区划分示意图

10.2 辐射防护屏蔽及相关环保措施

10.2.1 探伤室

本项目探伤房曝光室内净尺寸为 13.39m (L) × 8.5m (W) × 8m (H)，曝光室四周采用 700mm 混凝土，顶部采用 450mm 混凝土进行屏蔽；工件门采用 20mmPb 铅防护门；人员门采用 6mmPb 铅防护门。

本项目曝光室可通过轴流风机抽排曝光室内产生的臭氧及氮氧化物。拟安装的轴流风机排风量约为 5000m³/h，探伤作业时全程开启风机。

本项目探伤机电缆管道（直径 200mm）采用 U 型管设计，埋于地下 400mm，避免 X 射线直接照射线缆管道口，并加装 15mmPb 铅防护罩进行屏补偿。利用散射降低通风管道及线缆管道口的辐射水平。

本项目工件门、人员门与墙体搭接宽度不小于门缝间隙 10 倍。

本项目探伤房尺寸及外观示意图见附图 5，曝光室屏蔽防护参数见表 10-1。

表 10-1 探伤室屏蔽措施

序号	机房设计	屏蔽防护
1	四周屏蔽墙	混凝土结构厚 700mm
2	屋顶	混凝土结构厚 450mm
3	工件进出防护门(自动门)	20mmPb
4	人员门（防护小铅门）	6mmPb

注：混凝土密度不小于 2.35g/cm³

10.2.2 联锁装置

（1）门—机联锁装置：探伤室防护门设置联锁装置，在门关闭后，X 射线探伤机才能进行探伤作业，当门打开时，立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

（2）工作指示灯及联锁装置：探伤室的防护门上方及内部安装工作状态指示灯。当 X 射线探伤机启动时，工作指示灯亮，提示人员不得进出机房；当 X 射线探伤机关闭时，工作指示灯熄灯，此时人员可以进出。同时，工作状态指示灯与 X 射线探伤机进行联锁。

10.2.3 紧急停机按钮

探伤室四周墙壁及操作间各设置 1 个紧急停机按钮，紧急停机按钮按下后，可立即终止作业。

10.2.4 警告标志

探伤室的防护门上明显位置均需粘贴电离辐射警告标志，提示当心电离辐射，注意安全，避免无关人员误入探伤室。

10.2.5 防护设备

公司为工作人员配备个人剂量计 2 套，X- γ 辐射剂量仪 1 台，个人剂量报警仪 1 台，安装固定式剂量报警仪 1 台。

探伤室内安装闭路监视系统，操作人员确保无人员滞留探伤室内方可开展探伤作业。

10.2.6 通风设施

探伤室南墙布有排臭氧通风槽，安装轴流风机一台，功率 1.5kW，通风量约为 5000m³/h。本项目探伤室的容积 816m³，故本项目探伤室的通风设置满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

10.2.7 控制台

1) 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；

2) 设置有高压接通时的外部报警或指示装置；

3) 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压，已接通的 X 射线管管电压在探伤室门开启时能立即切断；

4) 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是才能拔出；

5) 设置 1 个紧急停机按钮紧急停机按钮按下后，可立即终止作业；

6) 设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告灯标识。

10.2.8 暗室

暗室冲洗胶片水槽进行防腐、防渗、防漏处理，废显影液、废定影液及废胶片等采用专用的容器分类存放，防止风吹雨淋和日晒，由专人进行管理，并做好记录；所有危废暂存于公司危废暂存间，定期送有处置资质公司处置。

10.2.9 其他

本项目安排现有 3 名辐射工作人员，工作人员上岗前进行培训，进行安全防

护和安全思想教育，通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，持证上岗。设备要定期检修，有规定使用寿命的部件，到时必须更换，防止因设备故障而发生的辐射事故。

三废的治理

(1) 本项目 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。

本项目新建 X 射线探伤室及防护门均拟采取符合要求的屏蔽措施，机房内采用机械通风换气，每小时有效通风换气次数不小于 3 次，避免机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体的积累。

(2) 本项目每年使用显影液的量约为 50L，定影液的量约为 58L，使用胶片约 3000 张。预计本项目废显影液、废定影液(含冲洗废水)产生量约为 450L/a，废胶片产生量约 200 张/年，产生的废显影液、废定影液(含冲洗废水)、废胶片等危险废物暂存于公司危废间内，定期送有处置资质公司处置。

同时为防止危险固体废物在厂内临时存储过程中对环境产生污染影响，根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)和《危险废物贮存、收集、运输技术规范》(HJ2025-2012)的相关内容，废显影液、废定影液及废胶片等采用专用的容器分类存放，防止风吹雨淋和日晒，由专人进行管理，做好危险废物排放量及处置记录。

表 11 环境影响分析

环境影响分析

11.1 施工期环境影响分析

本项目建设内容主要为探伤机设备的调试、安装，依托原有探伤室，项目无土建施工环境产生的影响较小。

本项目设备的安装、调试由设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在门上粘贴电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

由于设备的安装调试均在探伤室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

11.2 运营期环境影响分析

本项目运行后主要的环境影响是 X 射线检测过程中透射 X 射线对周围环境的辐射影响。

根据企业提供参考资料，本项目 6 台 X 射线探伤机不同时使用，每次探伤时仅开启 1 台。因此本项目保守选取 XXG-3505C 周向机（最大管电压为 350kV、最大管电流为 5mA）进行计算，

本项目 X 射线探伤装置出束时，根据工件摆放情况，周向探伤机主射线方向为东墙、西墙、屋顶及地面。使用定向探伤机探伤工件时，会根据探伤工件的情况挪动探伤机，因此定向探伤机大多数情况下主射线方向为东墙，少数情况下主射线方向为屋顶和地面，极少数情况下主射线方向为西墙。由于探伤机在探伤室内不固定，无法避免不朝向操作室和人员门照射，实际工作中，尽量避免朝向操作室和人员门照射，

因此本项目评价拟将曝光室顶部、底部、东墙及西墙均按照有用射束照射进行估算，曝光室北墙、南墙及北侧工件防护门按照非有用线束照射进行预测计算。本项目探伤机工作时活动范围及关注点见图 11-1。

表 11-1 本项目关注点的辐射环境影响情况

序号	关注点位置	各关注点需屏蔽的辐射源
①	曝光室东侧屏蔽墙外 30cm 处	主射
②	曝光室南侧屏蔽墙外 30cm 处	漏射、散射

③	曝光室西侧屏蔽墙外 30cm 处	主射
④	曝光室北侧屏蔽墙外 30cm 处	漏射、散射
⑤	曝光室北侧工件门外 30cm 处	漏射、散射
⑥	曝光室顶部外 30cm 处	漏射、散射
⑦	曝光室西侧人员门外 30cm 处	漏射、散射
⑧	操作室、更衣室、暗室	漏射、散射

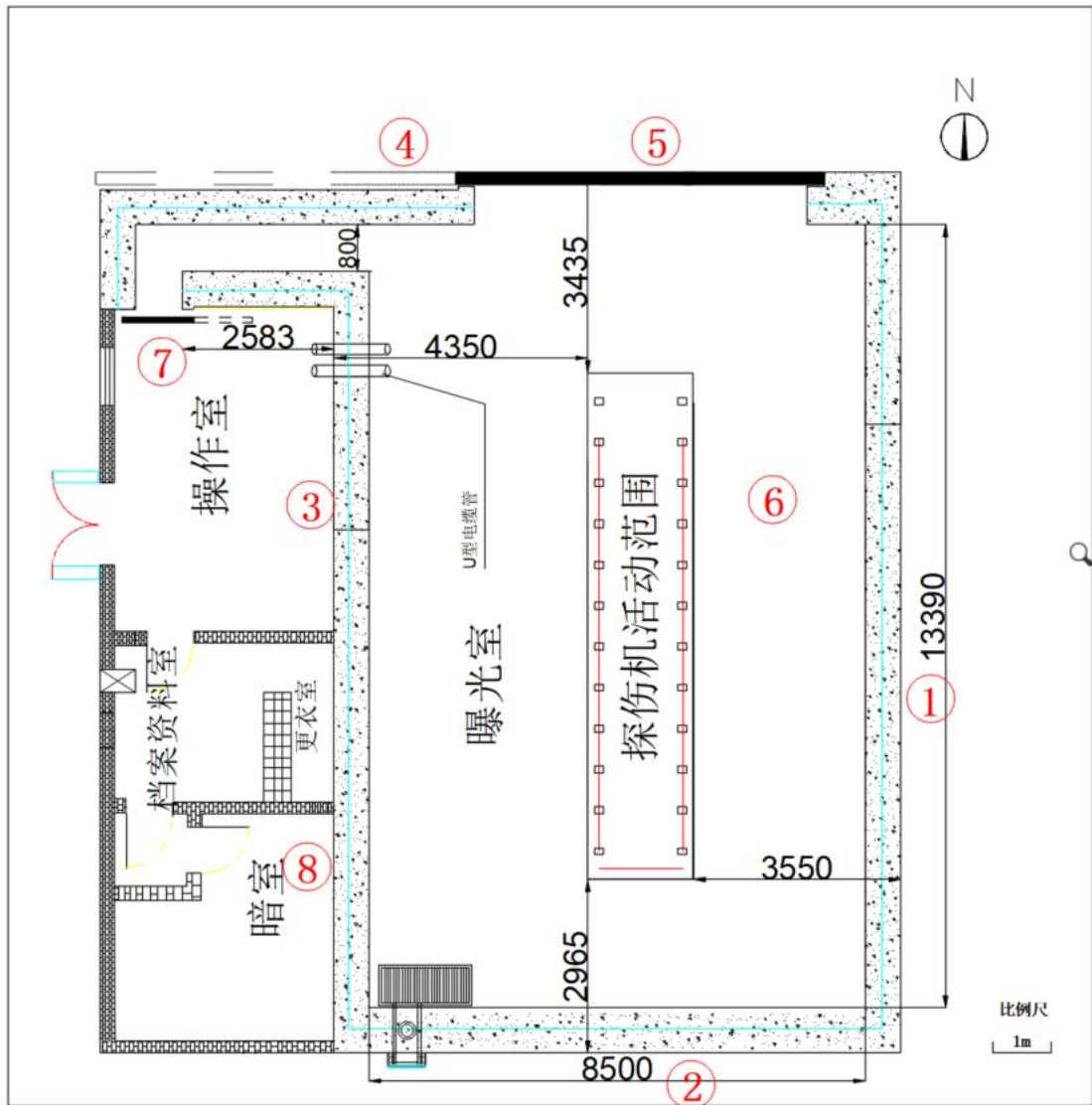


图 11-1 本项目关注点示意图。

1、估算模式选取

本项目 X 射线无损检测采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式估算 CT 装置表面 30cm 处的辐射水平，估算模式如下：

（1）有用线束

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

上式中： $\dot{H}$ —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；

B —屏蔽透射因子，查《医用外照射源的辐射防护》（ICRP.33）表3，采用内插法得出130kV射线对应的TVL值，并按式（11-4）计算得出；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

（2）非有用线束

①漏射线

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

上式中： B —屏蔽透射因子；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_L$ —距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ），其典型值见《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中表1。

②散射线

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-3)$$

上式中： 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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

B —屏蔽透射因子；

F — R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其1m处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_0 —辐射源点（靶点）至检测工件的距离，单位为米（m）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

③屏蔽物质厚度X与屏蔽透射因子B的相应关系

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（11-4）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-4)$$

上式中：X —屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—对于泄漏辐射，可直接根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2 查得相应的 TVL 值；对于散射辐射，先根据 GBZ/T 250-2014 中表 2 查得本项目所对应的 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值，再根据 GBZ/T 250-2014 中附录 B 表 B.2 查得 90° 散射辐射的 TVL 值。

2、估算结果

（1）有用线束方向屏蔽剂量计算

本项目 X 射线探伤机的最大管电压为 350kV、最大管电流为 5mA，有用线束照射方向为东墙、西墙、顶部，将相关参数带入公式（11-1），可估算出曝光室各侧屏蔽墙外 30cm 处的瞬时剂量，其屏蔽防护计算参数及计算结果见表 11-1。

表 11-1 曝光室主射面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体参数	东侧屏蔽墙外 30cm 处	西侧屏蔽墙外 30cm 处	顶部屏蔽墙外 30cm 处
设计厚度	700mm 混凝土	700mm 混凝土	450mm 混凝土
I (mA)	5	5	5
$H_0 (\mu Sv \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot h^{-1})$	1.674×10^6	1.674×10^6	1.674×10^6
B	1.00×10^{-7}	1.00×10^{-7}	3.16×10^{-5}
R (m)	3.85	4.65	7.30
参考点处 剂量率 $\dot{H} (\mu Sv/h)$	$\dot{H}$ 估算值 0.056	0.039	4.967
	$\dot{H}_c$ 控制 值 2.5	2.5	100
	评价结果 满足	满足	满足

注：①根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录表 B.1，本项目保守取 350kV，滤过条件 3mmAl，采用内插法 X 射线输出量为 $27.9mGy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ；即 $H_0 = 27.9 \times 6 \times 10^4 = 1.674 \times 10^6 \mu Sv \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot h^{-1}$ ；

②根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录表 B.2 可知，本项目 350kV 管电压下混凝土的半值层厚度（TVL）为 100mm；

③本项目 X 射线机距各侧屏蔽墙距离保守取探伤区域范围内距离屏蔽墙最近的距离，如图 11-1；

$R_{东} = X$ 射线机距东侧屏蔽墙距离 3.55m+参考点 0.3m=3.85m；

$R_{西} = X$ 射线机距西侧屏蔽墙距离 4.35m+参考点 0.3m=4.65m；

$R_{顶} = X$ 射线机距顶部屏蔽墙距离 8m-1m+参考点 0.3m=7.3m，，探伤机离地面约 1m。

由表 11-1 可知，当本项目 X 射线机以满功率运行时，受主射线照射影响的东侧和西侧屏蔽墙外参考点处的辐射剂量率最大为 0.056 $\mu Sv/h$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu Sv/h$ ”的要求，顶部上方无人员到达，满足 100

μSv/h 的要求。

(2) 非有用线束方向屏蔽剂量计算

将相关参数带入公式 (11-2)、(11-3)、(11-4)，可估算出本项目 X 射线机以满功率运行时，非有用线束方向参考点的瞬时剂量，计算结果见表 11-2。

表 11-2 曝光室其他各侧屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体 参数		曝光室南侧屏蔽墙外 30cm 处	曝光室北侧屏蔽墙外 30cm 处	曝光室北侧工件门外 30cm 处	曝光室西侧人员门外 30cm 处	操作室、更衣室、暗室处
泄漏辐射	设计厚度 (mm)	700mm 混凝土	700mm 混凝土	20mmPb	700mm 混凝土	700mm 混凝土
	TVL (mm)	100	100	6.95	6.95	100
	B	1.00×10^{-7}	1.00×10^{-7}	1.33×10^{-3}	1.00×10^{-7}	1.00×10^{-7}
	$\dot{H}_L$ (μSv/h)	5000	5000	5000	5000	5000
	R (m)	3.265	3.735	3.735	6.933	4.65
	参考点处漏射辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值 (μSv/h)	4.69×10^{-5}	3.58×10^{-5}	0.475	1.04×10^{-5}	2.31×10^{-5}
散射辐射	TVL (mm)	90	90	2.9	/	90
	B	1.67×10^{-8}	1.67×10^{-8}	1.27×10^{-7}	/	1.67×10^{-8}
	I (mA)	5	5	5	/	5
	H_0 (μSv·m ² ·mA ⁻¹ ·h ⁻¹)	1.674×10^6	1.674×10^6	1.674×10^6	/	1.674×10^6
	R _s (m)	3.265	3.735	3.735	/	4.65
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	1/50	1/50	1/50	/	1/50
参考点处复合辐射剂量率 $\dot{H}$ (μSv/h)	参考点处散射辐射剂量率 $\dot{H}$ 估算值 (μSv/h)	2.62×10^{-4}	2.00×10^{-4}	1.52×10^{-3}	2.36×10^{-3} (见注⑤)	1.29×10^{-4}
	$\dot{H}$ 估算值	3.09×10^{-4}	2.36×10^{-3}	0.477	2.46×10^{-3}	1.52×10^{-3}
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足

注：① H_L 的值《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 表 1，散射能量根据 GBZ/T 250-2014 中表 2 查得本项目所对应的 90° 散射辐射最高能量为 250kV；

②查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 B 表 B.2，250kV 对应铅的 TVL 值为 2.9，对应混凝土的 TVL 值为 90；采用内插法可得 350kV 对应铅的 TVL 值为 6.95，对应混凝土的 TVL 值为 100；

③本项目探伤机工作时在曝光室的位置非固定不变，因此本项目探伤机距离南侧、西侧的距离按照最小距离保守计算；

$R_{\text{南侧}}=R_{\text{东侧}}=X$ 射线机距南侧屏蔽墙最短距离 2.965m+参考点 0.3m=3.265m;

$R_{\text{北侧}}=R_{\text{北侧}}=X$ 射线机距北侧屏蔽墙最短距离 3.435m+参考点 0.3m=3.735m;

$R_{\text{工件}}=R_{\text{工件}}=X$ 射线机距北侧工件门最短距离 3.435m+参考点 0.3m=3.735m;

$R_{\text{人员}}=R_{\text{人员}}=X$ 射线机距人员门最短距离 4.350m+2.583m=6.933m;

④ $R_0^2/F \cdot \alpha$ 值保守取《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的推荐值 50;

⑤曝光室西侧人员门外 30cm 处的漏射辐射剂量仅考虑漏射线穿西侧屏蔽墙的剂量，散射辐射剂量见表 11-3。

本项目探伤房曝光室采用迷道设计，利用散射降低人员门口处的辐射水平，避免 X 射线直接照射迷道入口，射线进入迷道后散射示意图见图 11-2。迷道口处的散射水平可以通过下式进行估算（公式由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中式（10）导出）：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot F_1 \cdot \alpha_1 \cdot F_2 \cdot \alpha_2 \cdot B}{R_0^2 \cdot R_1^2 \cdot R_2^2} \quad (11-5)$$

式中意义同公式（11-3）。

如图 11-2 所示，探伤机正常工作时，主射线打到工件上，产生第一次散射进入迷道，在迷道散经第二次散射后穿出人员门，至少经过 2 次散射，路径为 $O \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C$ 。

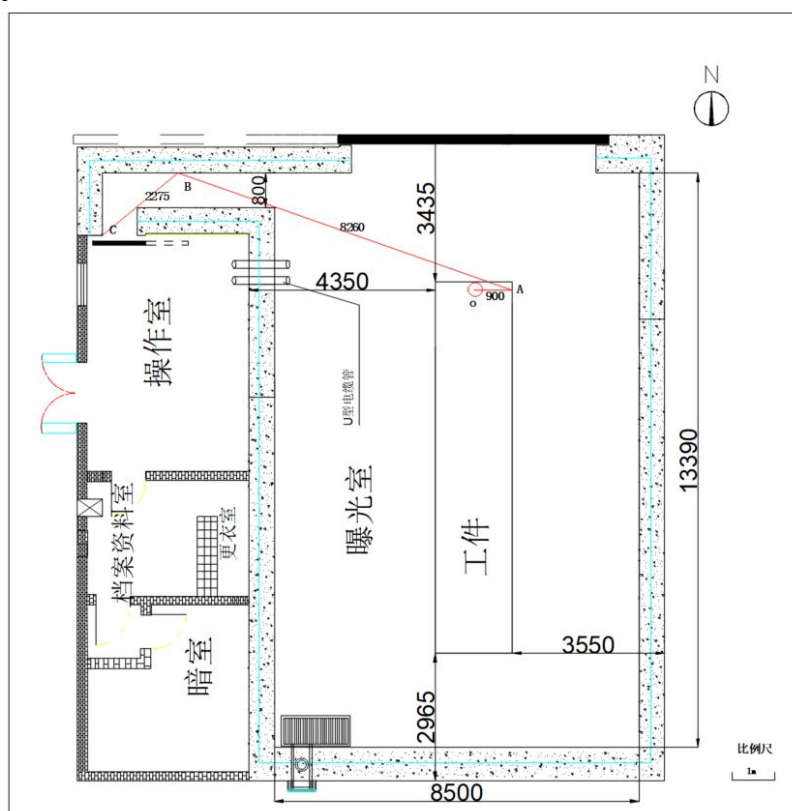


图 11-2 迷道及人员门散射线路路径示意图（单位：mm）

表 11-3 迷道散射及人员门屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体		曝光室东侧人员门外 30cm 处
参数		
设计厚度（mm）		6mmPb
$H_0\left(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\text{h}^{-1}\right)$		1.674×10^6
I（mA）		5
$R_0\left(\text{m}\right)$		0.9
第一次散射	散射后相应的 kV 值	250
	α_1	0.02
	$R_1\left(\text{m}\right)$	8.26
	$F_1\left(\text{m}^2\right)$	0.553
第二次散射	散射后相应的 kV 值	200
	α_2	0.022
	$R_2\left(\text{m}\right)$	2.275
	$F_2\left(\text{m}^2\right)$	6.4
	B	5.62×10^{-7}
	参考点处散射辐射 剂量率 $\dot{H}$ 估算值 $\left(\mu\text{Sv/h}\right)$	2.36×10^{-3}
参考点处漏射和散射辐射复合 剂量率 $\dot{H}\left(\mu\text{Sv/h}\right)$	$\dot{H}$ 估算值	2.46×10^{-3}
	$\dot{H}_c$ 控制值	2.5
	评价结果	满足

注：①散射后能量相应的 kV 值查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 2；

②根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录表 B.2 可知，200kV 铅的半值层厚度（TVL）为 1.4mm；

③ α_1 、 α_2 分别为入射铁和铅的反射系数，取值参考《辐射防护导论》中图 6.4 及相关内容；

④ F_1 为射线在工件上的照射面积 $=\pi (0.9\tan 25^\circ)^2=0.553\text{m}^2$ ； F_2 为散射射线在迷道上的照射面积 $=0.8\text{m} \times 8\text{m}=6.4\text{m}^2$ ；

⑤曝光室东侧人员门外 30cm 处⑦的泄露辐射剂量见表 11-2。

根据表 11-2、11-3 估算结果可知，本项目 X 射线机以满功率运行时，曝光室南墙、北墙、工件门、人员门、操作室、更衣室、暗室均能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中的要求和本项目辐射环境剂量率控制水平要求，即曝光室四周墙体、防护门外表面 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

综上所述，本项目曝光室的屏蔽防护设计能够满足其所配置的 X 射线机的防护要求。

3、天空反散射辐射影响分析

探伤机产生的辐射源通过屋顶泄漏，再经过天空中大气的反散射，返回至探伤室周围的地面附近，形成附加的辐射场，这种现象称为天空反散射。天空反散射是由于顶部屏蔽不足，光子被空气反散射下来造成的，由表 11-2 估算结果可

知，本项目曝光室顶部 30cm 处的辐射剂量率为 **4.97** $\mu\text{Sv/h}$ 。

天空反散射辐射水平预测模式采用《辐射防护导论》中推荐模式，具体计算公式如下：

$$\eta_{r,s} \leq 0.67 H_{L,h} \cdot r_i^2 \cdot r_s^2 / (D_{10} \cdot \Omega^{1.3}) \tag{5}$$

由公式 (5) 可导出：

$$H_{L,h} = (\eta_{r,s} \cdot D_{10} \cdot \Omega^{1.3} / (0.67 \cdot r_s^2 \cdot r_i^2))^{1/2} \tag{6}$$

式中：0.67：单位换算系数；

$H_{L,h}$ ：参考点处的剂量当量率， Sv/h ；

$\eta_{r,s}$ ：透射比；

r_i ：辐射源到屋顶上方 2m 处的距离，m；

r_s ：参考点到源的距离，m；

D_{10} ：离源上方 1m 处的吸收剂量指数率， $\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ， $D_{10}=1.672 \times 10^6 \times 5=8.37 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

Ω ：辐射源对屋顶张的立体角，单位为球面度，sr。 $\Omega=4\text{tg}^{-1}(\text{ab/cd})=4 \times \text{tg}^{-1}((6.695 \times 4.25) / (7 \times 10.58))=1.47\text{sr}$ ，其中 a 是屋顶长度之半 $a=6.695\text{m}$ ，b 是屋顶宽度之半 $b=4.25\text{m}$ ，c 是辐射源到屋顶表面中心的最小距离 $c=7\text{m}$ ；d 是源到屋顶边缘的距离， $d=(a^2+b^2+c^2)^{1/2}=(6.695^2+4.25^2+7^2)^{1/2}=10.58$

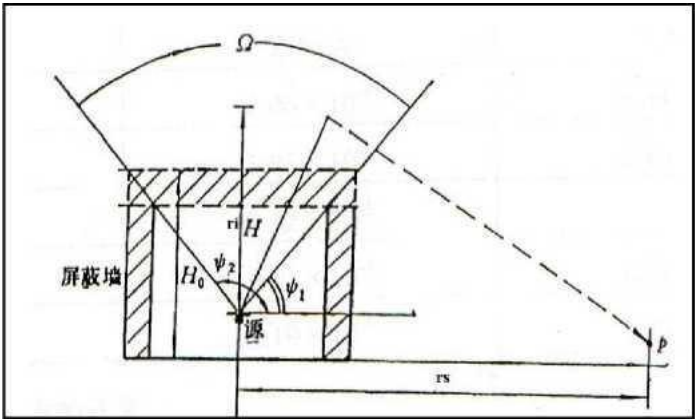


图 11-3 天空反散射示意图

表11-1 天空反散射对于地面关注点处剂量估算结果

关注点	$H_{L,h}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	D_{10} ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$)	Ω (sr)	$\eta_{r,s}$	r_s (m)	r_i (m)	
/	0.021	8.37×10^{-6}	1.47	3.16×10^{-5}	19.3	9	

注：周向探伤机主射线方向朝东墙、西墙、屋顶和地面； r_s ：以屋顶中央上方 2m 与屋顶边缘连线延长至离地面 1m 处关注点至探伤机的距离。

墙外距离探伤机 19.3m 处关注点天空反散射最大为 $0.021 \mu\text{Sv/h}$ 。小于关注点 1 处周围当量剂量率，不作为公众年有效剂量评估参数。

4、电缆沟、通风管道辐射影响分析

本项目探伤房电缆管道、通风管道采用地下 U 型管设计，利用散射降低管道口的辐射水平，避免 X 射线直接照射电缆口、通风口，未破坏探伤室的屏蔽结构，同时拟安装铅防护罩进行屏蔽补偿（15mmPb），射线至少经三次散射后才能从曝光室内到达穿墙管道室外出口（散射示意图 11-4），参考《辐射防护导论》P189 “实例也证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全。这时，迷道口也只需采用普通门”，因此本项目地下 U 型穿墙管道设计可以满足辐射防护要求。

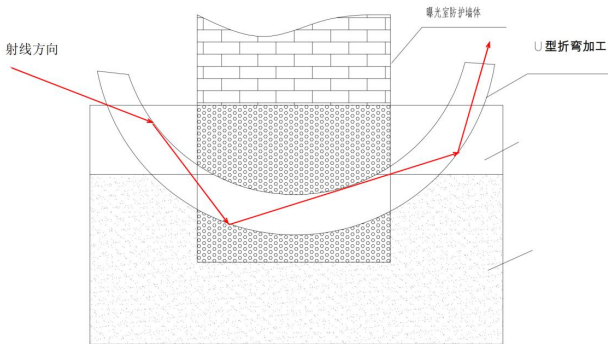


图 11-4 本项目地下 U 型电缆管及通风管散射示意图

二、辐射工作人员和公众剂量估算及评价

本项目辐射工作人员和周围公众年受照剂量预测可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式（1）来估算，估算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (11-6)$$

上式中：H—年剂量， $\mu\text{Sv/年}$ ；

$\dot{H}$ —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U—使用因子；

T—居留因子；

t—年照射时间，（h/年）。

本项目每年工作 50 周，每周工作时间约为 20 小时，探伤机年曝光时间约为 1000h。根据公式（11-6），可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的年受照剂量，具体计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 本项目所致辐射工作人员和周围公众年受照剂量估算一览表

保护目标	关注点位置	关注点剂量率 (μ Sv/h)	年工作时间 (h)	居留因子	年受照剂量 (mSv)
辐射工作人员	曝光室西侧操作室、更衣室、暗室	0.039	1000	1	0.039
周围公众	曝光室东侧厂房内走道	0.056	1000	1/4	0.014
	曝光室南侧厂内走道	3.09×10^{-4}	1000	1/4	7.73×10^{-5}
	曝光室北侧厂房内走道	0.477	1000	1/4	0.119

注：①关注点处剂量率值保守取屏蔽墙外 30cm 处剂量率最大值；

②曝光室顶部不可达，故不作计算要求。

根据表 11-4 可知，本项目所致辐射工作人员及周围公众年受照剂量均小于 0.25mSv，50m 评价范围内其他公众距本项目相对较远，经距离的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中。故本项目所致辐射工作人员和公众年受照剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员和公众受照剂量限值和本项目管理目标值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

11.4 废气对周围环境的影响分析

X 射线探伤机发射的 X 射线电离空气产生少量臭氧和氮氧化物，由于 X 射线探伤机在探伤室内，排出的少量臭氧和氮氧化物会从探伤室的排风系统排出，不会形成局部聚集，且臭氧在 50 分钟后自动分解为氧气，对环境不会产生影响。

本项目曝光室容积约为 910.52m^3 ，设计通风量为 $5000\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时换气次数不小于 5 次，能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。

11.5 固体废物对周围环境的影响分析

本项目产生的固体废物主要为废显影液、废定影液（含冲洗废水）及废胶片，其中废显影液、废定影液主要成分为苯二酚、亚硫酸钠，并含重金属银（含银浓度 $>10\text{mg/L}$ ），属感光材料废物，废胶片亦属感光材料废物，根据《国家危险废物名录》，以上废物均为危险废物（HW16 感光材料废物）。

本项目废显影液、废定影液（含冲洗废水）产生量约为 450L/a，废胶片产生

量约 200 张/年，全部送有危废处置资质的单位处置，不外排。

同时为防止危险固体废物在厂内临时存储过程中对环境产生污染影响，根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)和《危险废物贮存 收集 运输技术规范》(HJ2025-2012)的相关内容，本项目已采取以下措施：

①按照危险废物贮存污染控制标准要求，废显影液、废定影液及废胶片(HW16)等采用专用的容器分类存放，并置于车间危废暂存间内，防止风吹雨淋和日晒。危废暂存间设立危险废物警示标志，设置双人双锁，由专人进行管理，做好危险废物排放量及处置记录。

②危废暂存间的地面和四周围挡进行防渗处理，防渗材料需耐腐蚀，耐热且表面无裂隙，容器外设置围堰，同时设置泄漏液体的收集装置。

③对装有危废的容器进行定期检查，容器泄漏损坏时必须立即处理，并将危废装入完好容器内。

综上，本项目实施后产生的固体废物不会对周围环境产生影响。

事故影响分析

11.6 风险分析

根据国家相关规定，本项目所用 X 射线探伤机属 II 类射线装置，为高危险射线装置，根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（449 号令）第 40 条关于事故的分级原则，对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。因此公司在 X 射线探伤机探伤检测过程中，可能会出现如下事故：

（1）X 射线探伤机在对工件照射检测的情况下，灯-机联锁、门-机联锁失效，致使铅防护门未完全关闭，造成 X 射线泄漏到探伤室外，给操作人员或周围活动的人员造成不必要的照射。

（2）探伤机工作、探伤室防护门关闭时，工作人员未及时退出探伤室造成的误照射。

（3）设备检修时，操作人员误操作，形成误照射。

（4）检查和维修不到位，仪器和装置发生故障。

（5）急停按钮、个人剂量报警仪失效，人员未及时撤离正在出束的探伤室，受到不必要的照射。

(6) 未安全操作。

11.8 事故预防措施及应急预案

为了避免上述辐射事故的发生，建设单位应严格执行以下预防措施：

(1) 定期认真的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) 凡涉及对探伤机进行操作，必须有明确的操作规程，探伤作业时，至少要有两名工作人员同时在场，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。

(3) 每月对使用探伤机的安全装置进行维护、保养，对可能引起的操作失灵的关键零配件定期进行更换。

(4) 加强对探伤操作人员的培训，持证上岗。

一旦发生意外受照事故，立即启动《事故应急预案》。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

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》、《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》等法律法规要求，使用射线装置、放射性同位素的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员及辐射防护责任人必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

公司应成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责。

本项目运行后，原有 3 名辐射工作人员，应当及时通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加辐射安全和防护专业知识培训，自主学习并报名参加与本项目相关的考核，通过考核后，方能从事辐射工作。此外，担任本项目辐射防护负责人的专职管理人员仍需通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

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》的有关要求，“使用放射源和射线装置的单位要有健全操作规程、岗位职责、安全保卫制度、辐射防护措施、台账管理制度、人员培训计划和监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”的要求。安事金（江苏）锅炉制造有限公司应根据本项目的特点及以下内容制定相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

操作规程：制定 X 射线探伤操作规程，明确本项目辐射人员的资质条件要求、探伤装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是工作前的安全检查工作以及明确探伤装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施

施。

岗位职责：明确管理人员、射线装置操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

辐射防护和安全保卫制度：根据公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线装置运行和维修时的辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确射线装置和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。定期对探伤装置的配件、性能进行检查、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或安全锁、联锁装置等存在故障的探伤装置。确保射线检测装置、安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

台账管理制度：建立辐射装置台帐管理制度，设有仪器名称、型号、管电压、输出电流、用途、探伤机编号等；严格射线装置进出管理，坚决杜绝外借现象发生；辐射工作人员在使用射线装置前必须填写《射线装置使用登记台帐》。

人员培训计划和健康管理制：辐射工作人员应在上岗前进行健康检查，开展辐射安全知识培训。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》（生态环境部公告，2019 年第 57 号），新从事辐射活动的人员须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。人员在体检合格、辐射安全与防护相关知识考试合格后方可上岗工作。

（1）应明确佩戴个人剂量计的人员范围、佩戴时间、专人收集和管理要求等。

（2）个人剂量监测应符合以下要求，并在具体工作实践中落实：(a) 工作人员在开展探伤工作时应当正确佩戴个人剂量计，个人剂量计通常佩戴于左胸前，不同人员的个人剂量计不得混用；(b) 个人剂量计应由专人负责，统一保管，工作人员完成工作离开岗位时应及时交回个人剂量计；(c) 由有资质的单位进行个人剂量监测，监测周期不超过 3 个月；(d) 发现个人剂量监测结果异常的，立即核实和调查、采取有效的处理措施并及时报告发证机关；(e) 建立辐射工作人员个人剂量档案，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；(f)对年度个人剂量结果进行汇总登记并录入全国核技术利用辐射安全申报系统(<http://rr.mee.gov.cn>)。

(3)对辐射工作(职业)人员做好健康监护,每2年进行一次辐射职业健康体检,并建立个人健康档案。

(4)个人剂量监测落实:按规定开展个人剂量监测并做好存档。

监测方案:应明确关于辐射监测的制度性要求,包括但不限于对以下内容提出要求并落实:(a)辐射环境监测主要内容及要求,如辐射监测项目(内容)、频次、监测范围、监测布点等,做好相应监测记录,监测应该关注重点部位,结果存档;(b)委托有资质单位定期开展辐射环境年度检测;(c)明确对本单位仪器进行有效管理,以满足监测/检测需要,配备合格匹配的监测仪器仪表,并保证其有效性;(d)便携式辐射监测仪数量满足每个探伤场所不少于1台,定期送有资质的单位检定或校准;(e)配备能够读取数值的个人剂量报警仪,数量满足每个探伤场所不少于2台,定期检定或内部与有效期内监测设备进行比对校准;合理设置个人剂量报警仪的报警阈值,通常略高于正常工作水平,如设为 $2.5\mu\text{Sv/h}$;(f)明确对所有辐射工作人员开展个人剂量监测。

监测方案落实:按规定开展年度检测和个人剂量监测,仪器定期检定或校准。依据《安徽省环境保护条例》,在日常检测中发现个人剂量异常的,应当对有关人员采取保护措施,并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

事故应急预案:针对X射线机探伤作业可能产生的辐射事故制定辐射事故应急预案或应急措施,该预案或措施中要明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。当发生辐射事故时,公司应当立即启动辐射事故应急方案,采取有效的事故处理措施,防止事故恶化,并在1小时内向当地生态环境部门和公安部门报告,造成或可能造成人员超剂量照射时,还应同时报告当地卫生健康部门。

安徽笃舜智能装备有限公司应完善相关管理制度,并严格按照制度执行,在今后的工作实践中不断完善,提高制度的可操作性。

辐射监测

1、监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

公司拟为本项目配备 1 台辐射巡测仪、2 枚个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪，1 台固定式剂量报警仪，配备后将能够满足辐射监测仪器配置要求。

2、监测方案

安徽笃舜智能装备有限公司应根据辐射管理要求，制定如下监测方案：

（1）公司应定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作现场和周围环境的辐射水平进行监测；

（2）在每次开展探伤作业时，公司应对辐射工作场所周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录；

（3）本项目辐射工作人员均应佩带个人剂量计监测累积剂量，定期（1 季度/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案；

（4）公司应定期安排辐射工作人员进行职业健康体检，每两年一次，并建立职业健康档案；

（5）公司应对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

辐射事故应急

12.4 应急救援小组

为了做好辐射事故应急救援准备与响应工作，确保辐射事故时，能准确掌握情况，分析评价并决策，按事故状态采取必要和适当的响应行动，把危害降到最小程度，尽可能减少人员伤亡、财产损失以及对环境的影响，该公司制定了《辐射事故应急预案》，成立了辐射事故应急领导小组。总指挥组织安排放射性事故的预防和应急处理工作。安全主管协调调度各相关部门进行事故处理。

职责：

（1）负责事故现场的总调度。

（2）负责做好事故报警、情况调查、通报及事故处置工作，必要时代表领导小组对外发布有关信息。

(3) 负责警戒、治安保卫、疏散、道路管制工作。

(4) 负责急性职业病危害事故现场救援器材如：氧气、防毒面具、通风设备、担架的采购供应工作。

(5) 负责协助安全应急救援器材，做好现场安全处置及现场医疗救援指挥工作。

(6) 负责协助职业卫生管理部门进行事故调查、整理、通报工作，总结事故教训和防护经验。

(7) 负责组织筹集应急救援中所需经费。

12.5 应急内容

(1) 当发生辐射事故时，立即停止危害作业，应急机构组织相关人员进行现场处置和保护，将受害人转移到安全地带，注意通风和保温（如中暑则要注意降温），向市急救中心 120 发出求救信号，报告应急领导小组，应急领导小组必须在 2 小时内报告所在地（市）环保部门。

(2) 当发生辐射危害事故的危害状态为重大事故时，应急机构应立即响应应急领导小组，由应急领导小组在 2 小时内报告当地环保、卫生行政部门。

(3) 放射性疾病多是由于操作失误造成误照射引起放射性疾病，处理原则是：尽快清除放射性污染，避免再次受照射，保护受照人员，避免各种理化因素的刺激，送医院住院治疗并进行长期观察。

表 13 结论与建议

结论							
13.1 建设项目概况							
项目名称：新增 6 台 X 射线探伤机项目							
建设性质：扩建							
建设规模：依托现有 X 射线探伤室 1 间，新增 6 台工业 X 射线探伤机，为 II 类射线装置，技术参数如下。							
表 13-1 X 射线探伤机主要技术参数表							
序号	装置名称	类别	设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	数量	备注
1	X 射线探伤机	II 类	XXG-3505C 型	350	5	2	周向
2	X 射线探伤机	II 类	XXG-3505T 型	350	5	1	定向
3	X 射线探伤机	II 类	XXG-2005 型	200	5	1	定向
4	X 射线探伤机	II 类	XXGH-2505 型	250	5	1	周向
5	X 射线探伤机	II 类	XXG3505-C 型	350	5	1	周向
项目选址：安徽笃舜智能装备有限公司位于安徽省宿州市宿马园区泗城路 666 号，项目中心地理位置坐标为：东经 117.268555E， 北纬 33.674812N，公司北侧为安徽皖鹏新能源车辆制造有限公司，东侧为安徽爱进家智能科技有限公司，南侧为空地，西侧为安徽庆瑞铝业有限公司。							
本项目 X 射线探伤室位于公司西北侧厂房一层西南侧，探伤室南侧为厂房外墙；探伤室北侧为曝光间，东侧为洗片区域，探伤室地下为土层，无建筑，二层为办公室、评片台。探伤室西距安徽庆瑞铝业有限公司 35m，东距公司厂房 50m，南距公司厂房 15m。							
13.2 辐射安全与防护分析结论							
本项目主要放射性污染因子为 X 射线辐射，射线装置在屏蔽良好的探伤室内使用，屏蔽厚度满足相关标准要求，设置安全联锁装置、工作指示灯及警示标志，工作人员拟配备个人剂量计、个人剂量报警仪，X-γ 辐射剂量仪，有切实可行的射线装置操作规程。其它非放射性污染因子为废显、定影液，废胶片(均属危险废物)，危险废物定期送有危废处置资质的单位处置。工程采取的辐射安全与防护措施合理可行，在充分落实上述辐射安全与防护措施的情况下，工程的实							

施不会对周围环境产生明显影响。

13.3 环境影响分析结论

分析结果表明：本项目所致辐射工作人员及周围公众年受照剂量均小于 0.25mSv，50m 评价范围内其他公众距本项目相对较远，经距离的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中。故本项目所致辐射工作人员和公众年受照剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员和公众受照剂量限值和本项目管理目标值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。

综上，本项目实施后，对职业工作人员、公众人员的周附加剂量及年附加剂量值均满足《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）中相关标准限值要求。

本项目机房的屏蔽厚度满足标准的要求；对于职业工作人员应合理安排其工作，严格控制工作人员曝光操作时间，密切关注其个人剂量记录，以使其所受剂量不超过相应的剂量约束值；对于公众，应作好宣传工作，设立警示标志和指示灯，尽量使公众远离辐射区域。

13.4 项目的“正当性”

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。安徽笃舜智能装备有限公司在屏蔽良好的探伤室内使用X射线探伤机对送检的工件进行无损检验，使用过程中对周边环境影响较小，项目具有良好的社会效益和经济效益，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，其使用符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

13.5 项目可行性分析结论

综上所述，安徽笃舜智能装备有限公司新增6台X射线探伤机项目符合国家和地方产业政策要求；射线装置拟采取严格的屏蔽措施，配备符合要求的辐射防护用品，工作人员配备个人剂量计，有切实可行的射线装置操作规程；项目位置选择可行，工程的实施不会对周围环境产生明显影响。因此，本评价从环保角度认为，项目的建设是可行的。

建议和承诺

为了保护环境，确保污染源的长期稳定达标，减小对周围环境的影响，本评价提出以下要求：

（1）严格落实本项目所提各项屏蔽措施、管理措施及防护措施等相关措施，避免射线照射超标对职业工作人员及公众人员的伤害。

（2）加强对职业工作人员的宣传教育，相关岗位人员应取得上岗证及相应资质方可上岗工作。

（3）严格落实本项目所提各项防护安全和环保措施及各项规章制度。

（4）项目建成后进行竣工验收，如有不符合规定的要整改，对不满足环保要求的部分，应对其采取治理措施，直至满足环保要求。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：	
	公章
经办人： 年 月 日	
审批意见：	
	公章
经办人： 年 月 日	

本报告表的附图与附件

附图

附图 1：项目地理位置图

附图 2：项目平面布置图

附图 3：项目周边概况图

附图 4：辐射评价范围图

附图 5：生态保护红线图

附图 6：周边环境目标图

附件

附件 1：营业执照

附件 2：法人身份证

附件 3：现有项目批复

附件 4：备案表

附件 5：辐射安全许可证

附件 6：探伤室一、二层定置图

附件 7：检测报告

附件 8：危废处置协议

附件 9：厂房租赁协议

附件 10：环评合同

附件 11：现场踏勘记录

附件 12：内审表

附件 13：公示