

报告编号: WKFHP-25052

核技术利用建设项目
雁谷科技（浙江）有限公司
配套 X 射线探伤室项目
环境影响报告表
（报批稿）



生态环境部监制

核技术利用建设项目

雁谷科技（浙江）有限公司
配套 X 射线探伤室项目
环境影响报告表



建设单位名称：雁谷科技（浙江）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省绍兴市柯桥区平水镇会稽村 1 幢

邮政编码：

联系人：

电子邮箱：

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）	9
表 6	评价依据	10
表 7	保护目标与评价标准	13
表 8	环境质量和辐射现状	20
表 9	项目工程分析与源项	23
表 10	辐射安全与防护	29
表 11	环境影响分析	36
表 12	辐射安全管理	47
表 13	结论与建议	53

表 1 项目基本情况

建设项目名称		雁谷科技（浙江）有限公司配套 X 射线探伤室项目				
建设单位		雁谷科技（浙江）有限公司				
法人代表			联系人		联系电话	
注册地址		浙江省绍兴市柯桥区平水镇会稽村 1 幢				
项目建设地点		浙江省绍兴市柯桥区平水镇会稽村 1 幢 2#车间一层				
立项审批部门		柯桥区兰亭度假区		项目代码	2508-330603-99-02-353335	
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%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m²）	82.75
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	/				
	1.1 项目概述					
1.1.1 建设单位简介						
雁谷科技（浙江）有限公司（以下简称“公司”）成立于 2022 年 5 月 31 日，法人代表为汪庆强，注册地址位于浙江省绍兴市柯桥区平水镇会稽村 1 幢，是一家专业从事压缩空气干燥机生产，兼新材料技术、环保装备及电子专用材料等研发、制造、销售及服务于一体的高科技企业。 公司租用绍兴市卓越节能设备有限公司部分厂房用于生产和办公，租赁范围包括西侧办公楼、1#车间全部及 2#车间一层。公司于 2024 年 2 月委托浙江天川环保科技有限公司编制了主体工程《雁谷科技（浙江）有限公司年产 10000 立方余热（鼓风热）压缩空气干燥机建设项目环境影响报告表》，于 2024 年 2 月 23 日取得绍兴市生态环境局《关于雁谷科技（浙江）有限						

公司年产 10000 立方余热（鼓风热）压缩空气干燥机建设项目环境影响报告表的审查意见》（绍市环柯审〔2024〕7 号），同意本项目建设，并于 2025 年 5 月 28 日完成了先行验收（先行验收的部分为年产 6400 立方余热（鼓风热）压缩空气干燥机），环评批复和验收意见见附件 6。

为了对主体工程的生产线进行提升改造，提高产品质量，满足市场需要，公司配套建设了 X 射线探伤室项目，项目代码为：2508-330603-99-02-353335，项目备案（赋码）信息表见附件 5。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

为了满足主体工程（雁谷科技（浙江）有限公司年产 10000 立方余热（鼓风热）压缩空气干燥机建设项目）生产的换热器和吸附塔等产品的无损检测需求，公司拟在 2#车间一层西侧建设一间混凝土探伤室，并配套建设操作间、暗室和评片室。本项目拟购 2 台 X 射线探伤机，1 台 XXH-2505 型 X 射线周向探伤机，1 台 XXQ-2505 型 X 射线定向探伤机，探伤作业产生的各类危险废物暂存依托公司现有危险废物存贮间，不另设。

根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号关于《发布射线装置分类的公告》：本项目使用的 2 台 X 射线探伤机属于 II 类射线装置；对照中华人民共和国生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目。因此，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，雁谷科技（浙江）有限公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行辐射环境影响评价，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容与规模

雁谷科技（浙江）有限公司拟在浙江省绍兴市柯桥区平水镇会稽村 1 幢厂房 2#车间一层西侧建设一间混凝土探伤室，并配套建设操作间、暗室和评片室。本项目拟购 2 台 X 射线探伤机，1 台 XXH-2505 型 X 射线周向探伤机，1 台 XXQ-2505 型 X 射线定向探伤机，最大管电压均为 250kV，管电流均为 5mA。2 台 X 射线探伤机均放置于探伤室内，不存在同时运行的工况，探伤作业产生的各类危险废物暂存依托公司现有危险废物存贮间，不另设。危险废物存

贮间位于公司 2#车间一层东侧，面积约 20m²。

射线装置参数详见表 1-1。

表1-1 本项目射线装置配置一览表

设备名称	类别	规格	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	主射方向
X射线周向探伤机	II类	XXH-2505	1台	250	5	拟建探伤室	垂直周向，朝向顶部、底部、东侧和西侧
X射线定向探伤机	II类	XXQ-2505	1台	250	5	拟建探伤室	定向，朝向南侧

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 公司地理位置

雁谷科技（浙江）有限公司位于浙江省绍兴市柯桥区平水镇会稽村 1 幢。公司所在厂区东侧为绍兴市卓越节能设备有限公司办公楼、员工宿舍楼，再向东为平水大道；南侧为昌峰路，隔路边绿化带为绍兴柯桥诚拓装饰材料有限公司，东南侧为徽川湘饭店；西侧为山体，北侧为山体，东北侧为中国石化西湖桥加油站。公司地理位置示意图见附图 1，项目周围环境关系及评价范围示意图见附图 2。

1.2.2 项目周边环境概况

本项目拟建于公司厂区内 2#车间内，2#车间东侧隔厂内绿化为厂区东边界；南侧为厂内道路；西侧隔消防通道为公司办公楼；北侧隔消防通道为 1#车间。

探伤室拟建于 2#车间一层西侧（2#车间为二层建筑，一层层高约 7m，无地下室）。东侧紧邻 2#车间主要生产区域，约 19m 处为卷板机和转运平台区，约 25m 处为激光切割机区，约 35m 处为管轮机区，约 40m 处为埋弧焊接区，约 47m 处为危险废物存贮间；南侧约 8m 处为中压电动力柜配电房和厂区内道路，约 11m 处为昌峰路（厂区外道路），约 46m 处为绿化带，约 50m 处为绍兴柯桥诚拓装饰材料有限公司外墙（其人员进出门位于雁谷公司东南侧）；西侧紧邻 2#车间西墙，约 1m 处为消防通道，约 12m 为办公楼；北侧约 3m 处为评片室和暗室，约 6.5m 处为 1#、2#车间过道（消防通道），约 17m 处为 1#车间生产区，约 38m 处为油漆房；顶部正上方为 2#车间二层，属绍兴市卓越节能设备有限公司，大部分空间作仓库用于堆放物品，很少人员流动。

本项目厂区平面布局示意图见附图 4，项目周围实景图见附图 3。

1.2.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为评价范围 50m 内从事探伤操作的辐射工作人员及公众成员。

1.3 相关规划符合性分析

1.3.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省绍兴市柯桥区平水镇会稽村 1 幢，根据业主提供的租房协议和不动产权证（见附件 4）。本项目用地性质为工业用地，项目建设符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

1.3.2 与绍兴市生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

根据绍兴市生态环境局关于印发《绍兴市生态环境分区管控动态更新方案》的通知（绍市环发〔2024〕36 号），生态环境分区管控是以改善生态环境质量为核心，明确生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，划定生态环境管控单元，在一张图上落实“三线”的管控要求，编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。本项目与绍兴生态环境分区管控动态更新方案符合性判定情况如下：

（1）生态保护红线

根据《绍兴市柯桥区生态环境管控单元分类图》（见附图 11），本项目位于绍兴市柯桥区平水镇工业区产业集聚重点管控单元（ZH33060320007），与《绍兴市国土空间总体规划（2021-2035）》中的市域三条控制线图（见附图 10）对比，本项目属于城镇开发边界内，不涉及永久基本农田，亦不涉及生态保护红线。

（2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场所周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

本项目设施运行过程中会消耗一定的电能，主要依托市政电力管网提供，电能利用效率较高，且项目消耗资源量相较于区域资源利用总量较少。因此，本项目符合资源利用上线的要求。

（4）生态环境准入清单

根据《绍兴市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于“ZH33060320007，浙江省绍兴市柯桥区平水镇工业区产业集聚重点管控单元”，属于重点管控单元（产业集聚），该管控单元生态环境准入清单见表 1-3。

表 1-3 雁谷科技（浙江）有限公司所在管控单元生态环境准入清单

生态环境管控要求		本项目状况	符合性分析
空间布局	1、优化产业布局和结构，实施分区差别化的	本项目为配套 X 射线探伤室	符合

约束	产业准入条件。 2、禁止新建三类工业项目，现有三类工业项目扩建、改建不得增加污染物排放总量，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升改造。 3、合理规划布局居住、医疗卫生、文化教育等功能区块，与工业区块、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。 4、严格执行畜禽养殖禁养区规定。	项目，不属于三类工业项目。企业租赁厂区周围有绿化带和道路，以保障环境安全和公众健康。本项目不涉及畜禽养殖。	
污染物排放管控	1、严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。 2、新建二类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平，推动企业绿色低碳技术改造。新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，强化“两高”行业排污许可证管理，推进减污降碳协同控制。重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。 3、加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，深化工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。 4、加强土壤和地下水污染防治与修复。	本项目为核技术利用项目，不涉及废水、污染物总量控制，产生的危险废物不外排，定期委托有资质单位处理处置。	符合
环境风险防控	1、定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险。 2、强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制；加强风险防控体系建设。	企业按规定编制环境突发事件应急预案，定期对周边河道、环境和监控风险进行评估，定期开展环境风险管控。	符合
资源开发率要求	推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。	本项目仅消耗少量电能，不涉及水资源消耗，不使用煤炭等高污染燃料。	符合

综上，本项目的建设符合《绍兴市生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

1.4 选址合理性分析

本项目探伤工件主要为公司自产的换热器和吸附塔等产品，考虑到生产工艺流程，本项目位于公司 2#车间一层西侧，2#车间一层为主要生产车间，工件门朝向东侧，可方便工件的抽检、入库和再加工等流程，因此布局合理。根据业主提供的租房协议和不动产权证（见附件 4），本项目用地性质为工业用地，周围无环境制约因素。项目探伤室周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射

影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

1.5 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

1.6 实践正当性分析

X 射线探伤在工业上的应用在我国是一门成熟的核技术应用实践，对保证产品质量方面有十分重要的作用。本项目实施的目的是对公司自产换热器和吸附塔等产品进行无损检测，从而提高产品质量和生产水平，其产生的经济利益和社会效益足以弥补其可能引起的辐射危害，经辐射屏蔽防护和安全管理后，其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的年有效剂量符合剂量约束值的要求，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。因此该核技术应用实践具有正当性，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。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

本项目为新建项目，公司无原有核技术利用及许可情况。

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
本项目不涉及								

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
本项目不涉及										

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
本项目不涉及										

（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 射线周向探伤机	II 类	1 台	XXH-2505	250	5	固定式探伤	2#车间一层探伤室	拟购，本次评价
2	X 射线定向探伤机	II 类	1 台	XXQ-2505	250	5	固定式探伤	2#车间一层探伤室	拟购，本次评价

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	排放至大气外环境中，经大气扩散稀释，臭氧在常温下 20-30 分钟后可自行分解为氧气。
废显（定）影液	液态	/	/	5kg	60kg	/	废显（定）影液与洗片废液使用专用防渗漏容器收集、废胶片用专用包装袋收集，存放于危险废物存贮间	定期委托有资质的单位处理处置
洗片废液	液态	/	/	12.5kg	150kg	/		
废胶片	固态	/	/	2.5kg	30kg	/		

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

法律文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法（2014 年修订）》，主席令第九号，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 年修订）》，主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行； (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（2020 年修订）》，主席令第四十三号，2020 年 9 月 1 日起施行； (4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行； (5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》，国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行； (7) 《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； (8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修改）》，生态环境部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (9) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行； (10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局，2006 年 9 月 26 日起施行； (11) 《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，2019 年 12 月 24 日印发； (12) 《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； (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 11 令 第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行； (14) 《国家危险废物名录（2025 年版）》，2024 年 11 月 26 日生态环境部、国
------	--

	家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号公布，自 2025 年 1 月 1 日起施行； （15）《危险废物转移管理办法》，2021 年 11 月 30 日生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号公布，2022 年 1 月 1 日起施行； （16）《关于发布<建设项目危险废物环境影响评价指南>的公告》，原环境保护部公告 2017 年第 43 号，2017 年 9 月 1 日印发； （17）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中华人民共和国国家发展和改革委员会第 7 号令，2024 年 2 月 1 日起施行； （18）《浙江省生态环境保护条例》，2022 年 5 月 27 日浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 71 号通过，2022 年 8 月 1 日起施行； （19）《浙江省固体废物污染环境防治条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 80 号，2006 年 3 月 29 日通过，2022 年 9 月 29 日修订通过，2023 年 1 月 1 日起施行； （20）《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日起施行； （21）《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日起施行； （22）《浙江省生态环境厅关于发布<省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2024 年本）>的通知》，浙环发[2024]67 号，浙江省生态环境厅，2025 年 2 月 2 日起施行； （23）《绍兴市人民政府办公室关于印发绍兴市生态环境分区管控动态更新方案的通知》，绍市环发〔2024〕36 号，绍兴市人民政府办公室，2024 年 6 月 24 日起施行。
技术标准	（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （3）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； （4）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单； （5）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； （6）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

	(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)； (8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)； (9) 《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020)； (10) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)，2023 年 7 月 1 日实施； (11) 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022)，2023 年 7 月 1 日实施； (12)《工作场所有害因素职业接触限制第 1 部分：化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)，2020 年 4 月 1 日实施。
其他	(1) 环评委托书； (2) 公司提供的其他与工程建设有关的技术资料； (3) 《辐射防护导论》方杰主编。

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》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置的评价范围，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）”，结合本项目的辐射污染特点（II类射线装置），确定评价范围为 X 射线探伤室边界 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为本项目辐射工作人员、公司其他工作人员和公众人员，具体见表7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标

环境保护目标	所在位置	人员规模	方位	与探伤室边界最近距离（m）	剂量约束值
辐射工作人员	操作室	2 人	北侧	紧邻	剂量约束值 ≤5mSv/a
	暗室			约 3	
	评片室				
公众成员	卷板机和转运平台区（2#车间 1F）	约 2 人次/d	东侧	约 19	剂量约束值 ≤0.25mSv/a
	激光切割机区（2#车间 1F）	约 2 人/d		约 25	
	管轮机区（2#车间 1F）	约 5 人/d		约 35	
	埋弧焊接区（2#车间 1F）	约 2 人/d		约 40	
	危险废物存贮间（2#车间 1F）	约 3 人/d		约 47	
	中压电动力柜配电房	约 2 人次/d	南侧	约 8	
	配电房所在厂区内道路	约 15 人次/d		约 8	
	厂区外道路（昌峰路）	约 80 人次/d		约 11	
	绍兴柯桥诚拓装饰材料有限公司	约 30 人次/d		约 55	
	徽川湘饭店	约 50 人次/d	西侧	约 53	
	消防通道	约 20 人次/d		约 1	
	西侧办公楼	约 30 人/d		约 12	
	1#、2#车间过道（消防通道）	约 20 人次/d	北侧	约 6.5	
	1#车间生产区	约 10 人/d		约 17	
	油漆房	约 3 人/d		约 38	
	2#车间 2F	约 1 人次/d	顶部	约 2.5	

注：1.拟建探伤室在 2#车间一层西侧，为二层建筑，无地下室。

2.2#车间 2F 属绍兴市卓越节能设备有限公司，大部分空间作仓库堆放物品，较少人员流动。

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

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。

（1）防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束的潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

（2）辐射工作场所的分区

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

6.4.2.2 注册者和许可证持有者应：

- a) 采用适当的手段划出监督区的边界；
- b) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；
- c) 定期审查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

（3）剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

- a) 年有效剂量，1mSv；

（4）剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 11.4.3.2 条款：“剂

量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内”，遵循辐射防护最优化的原则，结合项目实际情况，本次评价取职业照射剂量限值的 25%、公众照射剂量限值的 25%分别作为本项目剂量约束值管理目标，具体见表 7-2。

表 7-2 剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业人员	5.0mSv/a
公众人员	0.25mSv/a

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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（包括固定式探伤和移动式探伤），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。本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

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/T250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周；

b)屏蔽体外 30m 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/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 μ Sv/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 GB18871 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。

7.3.3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平。

3.1.1 探伤室墙和入口处周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平 (H_c) 和导出剂量率参考控制水平 ($H_{c,d}$)：人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,\max}$ ： $H_{c,\max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c ： H_c 为上述 a) 中 $H_{c,d}$ 和 b) 中的 $H_{c,\max}$ 二者的较小者。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或者探伤室旁邻建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2a) 的条件外, 应考虑下列情况:

穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤房外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和, 应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

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

3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中, 应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

7.3.4 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)

本标准规定了危险废物贮存污染控制的总体要求、贮存设施选址和污染控制要求、容器和包装物污染控制要求、贮存过程污染控制要求, 以及污染物排放、环境监测、环境应急、实施与监督等环境管理要求。

6.1.1 贮存设施应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径, 采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施, 不应露天堆放危险废物。

6.1.2 贮存设施应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区, 避免不相容的危险废物接触、混合。

6.1.3 贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和

墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

6.1.4 贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存的危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数不大于 10^{-7}cm/s ），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 10^{-10}cm/s ），或其他防渗性能等效的材料。

6.1.5 同一贮存设施宜采用相同的防渗、防腐工艺（包括防渗、防腐结构或材料），防渗、防腐材料应覆盖所有可能与废物及其渗滤液、泄漏液等接触的构筑物表面；采用不同防渗、防腐工艺应分别建设贮存分区。

6.1.6 贮存设施应采取技术和管理措施防止无关人员进入。

7.3.5 项目管理目标

综合考虑《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）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改清单、《工作场所有害因素职业接触限制第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）等评价标准，确定本项目的管理目标如下：

（1）周围剂量当量率：

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.3 条款要求，本项目探伤室的四侧墙体外 30cm 处、工件门和人员进出门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。本项目探伤室顶棚为人员不可到达区域，顶部正上方为 2#车间二层，属于绍兴市卓越节能设备有限公司，主要作仓库堆放物品，较少人员流动，无地下室，因此探伤室顶部外表面 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

（2）个人剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）条款 4.3.2.1 与 11.4.3.2 的要求，本项目个人年有效剂量控制水平如下：

A. 职业人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；

B. 公众年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ 。

（3）通风要求

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.10 条款的要求，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。

（4）臭氧排放要求

根据《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）中“臭氧最高容许浓度为“0.3mg/m³”。

（5）危险废物处置

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中的相关要求以及《危险废物转移管理办法》、《危险废物污染防治技术政策》（环发[2001]199 号）的规定，对危险废物进行分类管理、存放、运输和处理处置。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

8.1.1 项目地理位置

本项目位于浙江省绍兴市柯桥区平水镇会稽村 1 幢。公司厂区东侧紧邻绍兴市卓越节能设备有限公司办公楼及员工宿舍楼，再向东为平水大道；南侧为昌峰路，隔路为绍兴柯桥诚拓装饰材料有限公司；西侧为山体；北侧为山体，东北侧为中国石化西湖桥加油站。

8.1.2 项目场所位置

本项目拟建探伤室位于会稽村厂房 2#车间内，2#车间所在厂房为两层建筑，其中一层归属公司，为公司主要生产车间之一，探伤室位于其西侧；二层属于绍兴市卓越节能设备有限公司，大部分空间主要作仓库用于堆放物品，较少人员流动，无地下室。

探伤室东侧紧邻 2#车间主要生产区域，约 19m 处为卷板机和转运平台区，约 25m 处为激光切割机区，约 35m 处为管轮机区，约 40m 处为埋弧焊接区，约 47m 处为危险废物存贮间；南侧约 8m 处为中压电力柜配电房和厂区内道路，约 11m 处为昌峰路（厂区外道路）；西侧紧邻 2#车间西墙，约 1m 处为消防通道，约 12m 处为办公楼；北侧约 3m 处为评片室和暗室，约 6.5m 处为 1#、2#车间过道（消防通道），约 17m 处为 1#车间生产区，约 38m 处为油漆房；顶部正上方为 2#车间二层，属绍兴市卓越节能设备有限公司，大部分空间作仓库用于堆放物品，很少人员流动。

8.2 辐射环境质量现状评价

8.2.1 监测目的

通过现场监测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

8.2.2 环境现状评价对象

本项目探伤工作场所及周边环境。

8.2.3 监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

8.2.4 监测点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）等要求，结合现场条件，对本项目各辐射工作场所及周围环境进行监测布点。

本项目受检场所 1 处，共布设 12 个监测点位，布点情况见附图 5，监测报告及监测资质见附件 8。

8.2.5 监测方案

- (1) 监测单位：浙江亿达检测技术有限公司（资质证书编号：211112051235）；
- (2) 监测时间：2025 年 8 月 6 日；
- (3) 监测方式：现场检测；
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）等；
- (5) 监测频次：即时测量，每个监测点在仪器读数稳定后以 10 秒的间隔读取 10 个数据；
- (6) 监测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：天气：晴；室外温度 36℃；室内温度：27℃；相对湿度：54%；
- (8) 监测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 监测仪器设备参数

仪器名称	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H (内置探头：6150AD-b/H 外置探头：6150AD6/H)
仪器编号	165455+167510
生产厂家	Automess
量程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV 外置探头：60keV-1.3MeV
检定证书编号	2025H21-20-5773017001
检定有效期	2025 年 02 月 28 日至 2026 年 02 月 27 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准因子 C_f	1.06
探测限	10nSv/h

8.2.6 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，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。

(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，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

8.2.7 监测结果及评价

监测结果见表8-2。

表8-2本项目拟建场所及周围环境辐射本底监测结果

位点编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		位置
		平均值	标准差	
1#	本项目拟建探伤室区域	104	2	室内
2#	本项目拟建操作室区域	121	2	室内
3#	本项目评片室区域	156	4	室内
4#	本项目暗室区域	151	4	室内
5#	1#车间 1F	106	3	室内
6#	1#、2#车间中间消防通道	84	2	室外
7#	2#车间南侧通道（配电房外侧）	105	2	室外
8#	2#车间 1F	127	3	室内
9#	2#车间 2F	135	3	室内
10#	2#车间西侧办公楼一楼车间	80	2	室内
11#	2#车间西侧消防通道	90	4	室外
12#	厂区南侧道路（昌峰路）	68	2	室外

注：1、本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为1m，仪器读数稳定后，以10s为间隔读取10个数据；

2、本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 HJ1157-2021，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；

3、 γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 25.5nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，1#~5#、8#~10#点位取 0.8，6#、7#、11#和 12#点位取 1；

由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，绍兴市室内的 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 61nGy/h~335nGy/h，绍兴市道路上 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围为 51nGy/h~154nGy/h。由表 8-2 可知：本项目拟建探伤工作场所及周围环境室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 80nGy/h~156nGy/h，室外 γ 辐射空气吸收剂量率为 68nGy/h~105nGy/h，因此本项目工作场所拟建场所及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 建设期工程分析

本项目建设产生的主要污染为建设混凝土探伤室及其配套操作室、暗室、评片室等辅助用房过程中产生的施工扬尘、施工废水以及施工人员产生的生活污水、施工噪声、建筑垃圾和生活垃圾等。同时，X 射线探伤机调试期间会电离空气产生的少量臭氧和氮氧化物。但施工期短、施工作业范围有限，对周围环境的影响较小，可通过下述简单处理降低环境影响。

施工期间产生的少量地面扬尘可通过覆盖防尘网或喷淋等措施来降低影响；施工期间产生的少量的含泥浆废水会进行收集并妥善处理，建议在采取简单的沉淀处理后排入已有的排污管道。施工人员产生的生活污水经化粪池预处理后排入市政污水管网。整个施工过程产生的少量的建筑垃圾，企业会收集并妥善处理处置。施工人员产生的生活垃圾经收集后交环卫部门清运。施工期间采用低噪声设备进行作业，且仅在白天施工，施工结束后噪声结束。调试阶段产生的少量臭氧和氮氧化物可通过探伤室的通风管道排出，并在车间排气系统的作用下扩散在室外，20-30min 内便可有效分解为氧气，对周围环境的影响可以忽略。

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 探伤机特点及作用方式

工业 X 射线探伤机，包括 X 射线管头组装体、智能控制器、电源电缆及连接电缆在内的对物体内部结构进行 X 射线摄影或断层检查的设备总称。X 射线探伤机设备示意图见图 9-1。



图 9-1 典型 X 射线探伤机外观示意图

9.2.2 工作原理

X 射线管主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

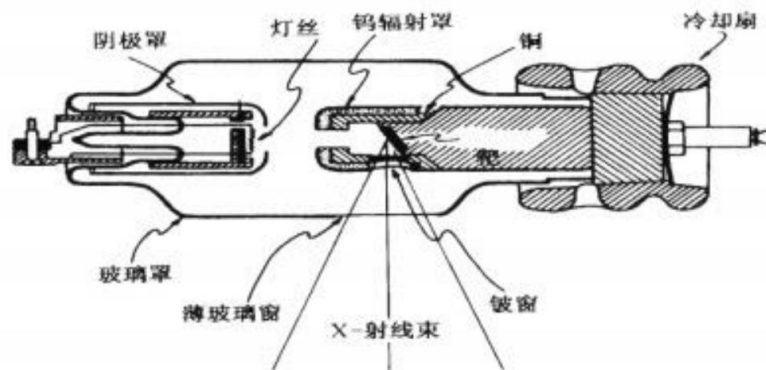


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

9.2.3 工艺流程及产污环节

公司 X 射线探伤工作在固定的探伤室内进行，X 射线探伤机拟放置在探伤室内。将需要进行探伤的工件通过平板车送入探伤室内，探伤机位置根据工件位置调整。将探伤工件送入探伤室且调整好探伤机位置后，工作人员在工件待检部位布 X 射线胶片并加以编号。检查无误后，工作人员撤离探伤室，并将探伤室防护门关闭，然后根据探伤工件材质厚度、待检部位、检查性质等因素调节相应管电压、管电流和曝光时间等，检查无误即进行曝光。当达到预定的照射时间后，关闭电源。待全部曝光摄片完成后，工作人员进入探伤室，打开探伤室门将探伤工件送出探伤室外，从探伤工件上取下已经探伤的 X 片，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。探伤工艺流程及产污环节见图 9-3。

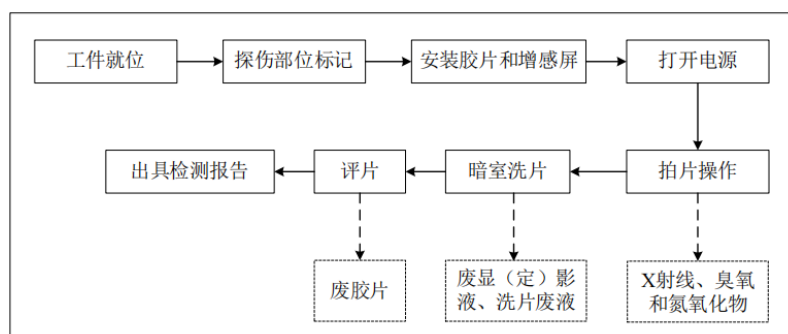


图 9-3X 射线探伤机探伤工艺流程及产污环节示意图

探伤检测后将照射过的暗袋放至暗室，在无可见光只有暗室红灯的情况下拆开暗袋，取出胶片放入洗片架，从取出胶片直至定影操作结束，以下所有操作过程均必须在暗室内进行，采用手动洗片的方式。

① 显影：将带胶片的洗片夹依次放入显影槽内，目视放置位置，保证胶片之间的间隔至少 12mm，不要多放，正常显影在 20℃时 5~8min。显影过程中最好是 1min 内将胶片作为水平和垂直方向搅动数秒钟。

② 停影：在显影结束后，将洗片夹从显影槽内取出，放入流动清水中去除胶片上附着的残留显影液，停影时间控制在 0.5~1min。

③ 定影：将停显后的胶片立即放入定影槽内，注意胶片之间不得互相接触，以免出现叠影。为保证均匀而快速的定影，胶片在刚浸入定影液时以及最初的 1min，均应做上下方向的搅动约 10 次，然后让其在定影中浸渍到定影结束。定影时间至少为底片通透时间的两倍。但对于刚配置不久的定影液，定影时间不得超过 15min。

④ 冲洗：定影完成后，将洗片夹从定影槽中取出，放置在流动水中冲洗 20~30min，去除胶片上附着的残留定影液。

⑤ 干燥：冲洗完成后，将胶片从洗片夹中取出，通过悬挂或其他方式将胶片在环境温度的静止空气或循环空气下进行干燥。

⑥ 显影液或定影液经过一定数量的胶片处理后，其洗片性能将下降，此时应配置新液替换旧液，废液采用专用防渗容器收集后转移到危废暂存间暂存。

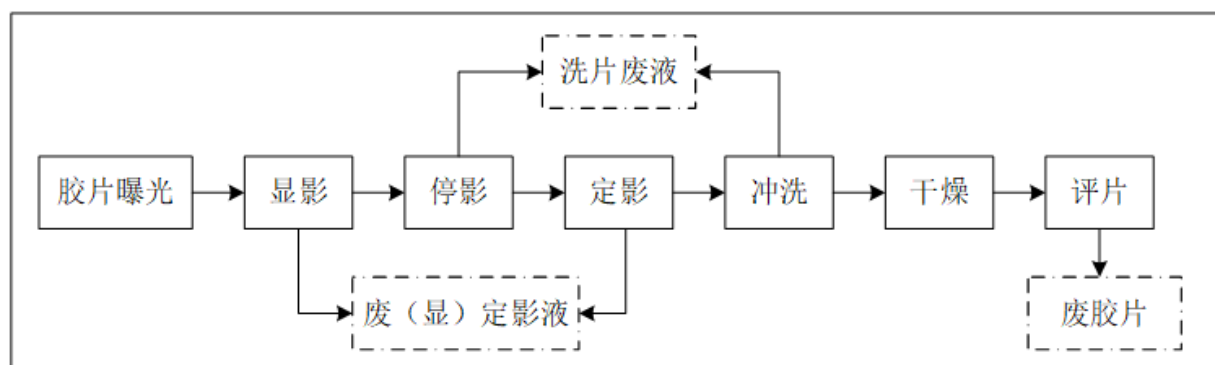


图 9-4 暗室洗片工艺流程及产污环节示意图

9.2.4 运行工况和人员配置计划

本项目探伤设备为2台X射线探伤机，属II类射线装置，均存放于探伤室内且只在探伤室内使用。探伤工作时，仅允许开启一台，不存在2台同时运行的工况。具体探伤工件和工作人员安排如下：

本项目探伤工件为公司自产换热器和吸附塔等产品，均为不锈钢、低合金钢和碳钢材质。换热器年产360台，最大尺寸为3275mm（长）×930mm（宽）×1100mm（高），吸附塔年产60台，最大尺寸为2420mm（长）×2420mm（宽）×3600mm（高）。本项目拟配2名辐射工作人员，由企业现有工作人员经考核合格后上岗，共同负责探伤装置操作，每年工作300天（50周，每周工作6天），日工作8h（昼间一班制）。采用抽检模式进行探伤作业，以探伤工件放入探伤室，工件门关闭为一个批次，每批次至少设定3个探伤位置，每个位置拍摄3张照片，即每批次至少拍摄9张照片，年拍片量约3000张，单次拍片曝光时间约为3min，无重复曝光情况，周曝光时间为3h，年曝光时间为150h。

9.3污染源项描述

9.3.1运行期正常工况污染源项

（1）X射线

本项目X射线探伤机的最大管电压250kV，最大管电流为5mA，为II类射线装置，由X射线装置的工作原理可知，X射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，正常工况时，在开机曝光时间，X射线是本项目的主要污染因子。

辐射场中的X射线主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射。

① 有用线束

根据《X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录B表B.1，有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量，由表B.1可知，保守按250kV的最大输出量 $16.5\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 计算，即 $9.9\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

② 漏射辐射

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第5.1.1条款表1，本项目X射线探伤机在额定工作条件下（250kV），距X射线管焦点100cm处的漏射线所致周围剂量当量率取 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

③ 散射辐射

根据《X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）4.2.3，X射线散射辐射距辐射源点（靶点）1m处输出量参考附录B表B.1，与有用线束输出量相同，为 $9.9\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

（2）臭氧和氮氧化物

本项目 X 射线探伤机工作时产生射线，会造成探伤室内空气电离产生少量的臭氧和氮

氧化物。本项目探伤室西侧设有 1 个排风口，通风管道是直径为 200mm，埋地 600mm，穿越形式为 U 型，设置风量为 940m³/h，探伤室的净容积为 101.76m³，平均每小时换气约 9 次。可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.10 条款“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”的要求。

（3）废显（定）影液和废胶片

探伤作业完成后，需对拍摄的底片进行显（定）影，在此过程产生的一定数量的废显（定）影液、洗片废液与废胶片，属于《国家危险废物名录（2025 年版）》中感光材料废物，危废代码为 HW16：900-019-16，并无放射性。

根据建设单位提供的资料，X 射线机拍片量每年不超过 3000 张，洗片由人工操作进行。按洗 100 张片用 2L 显（定）影液，冲洗废液约 5L，经估算项目工作过程中每年产生的废显（定）影液约 60L（密度按 1g/cm³ 计算，约 60kg），冲洗废液约 150L（密度按 1g/cm³ 计算，约 150kg）；每年产生废胶片约 90 张（废片率按 3% 计算。一张废胶片 10g，共约 0.9kg），该部分危险废物定期委托有资质单位处置，完好的胶片由公司定期建档备查。

根据《承压设备无损检测第 1 部分：通用要求》（NB/T47013.1-2015）中第 7.3.3 条款要求，无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。7 年后若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。经与建设单位核实，存档满 7 年后的胶片均作为危废交有资质单位处理处置。基于本项目运行后的第 8 年开始，同一年既有探伤洗片产生的废胶片，又有存档期满后产生的废胶片，本次评价保守考虑来核算废胶片年产生量，即 90（单年废胶片量）+2910（第 8 年作为危废的废胶片量）=3000 张，单张胶片平均重量约 10g，折算重量为 30kg。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》（原环境保护部公告 2017 年第 43 号）要求，本次评价明确危险废物的名称、数量、类别、形态、危险特性和污染防治措施等内容，项目危险固体废物分析汇总表见表 9-1。

表 9-1 项目危险废物分析结果汇总表

序号	危废名称	危废类别	危险废物代码	产生量（Kg/a）	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
----	------	------	--------	-----------	---------	----	------	------	------	------	--------

1	废显 (定) 影液	HW16	900- 019-16	60	胶片 冲洗	液 态	卤化 银 硼砂 对苯 二酚	卤化 银、 对苯 二酚	每次 探伤 洗片 作业	T	贮存: 废显(定) 影液、洗片废液置 于专用防渗漏容 器内, 废胶片置于 包装袋内, 分类、 分区存放在 2#车 间 1 层东侧的危 险废物贮存间内; 处置: 定期委托有 资质单位处置。
2	洗片废 液	HW16	900- 019-16	150						T	
3	废胶片	HW16	900- 019-16	30	阅片	固 态	卤化 银	卤化 银	每次 探伤 存档 期满	T	

(4) 工作人员产生的生活垃圾

运营期间工作人员产生的生活垃圾经收集后交由环卫部门清运。

9.3.2 运行期事故工况污染源项

根据建设单位 X 射线探伤机的使用特点, 在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量 X 射线照射:

(1) X 射线探伤机在对工件进行出束的工况下, 门-机联锁失效, 至使防护门未完全关闭, X 射线泄漏到探伤室外面, 给周围活动的人员造成不必要的照射; 或在门-机联锁失效、探伤期间, 工作人员误打开防护门, 使其受到额外的照射;

(2) 维修时厂家维修人员和运行单位人员管理不当, 探伤机发生异常出束, 维修人员受到超剂量照射。

本项目事故工况污染源项同正常工况污染源项。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局

本项目辐射工作场所位于2#车间一层西侧，由探伤室、操作间、评片室和暗室组成，危险废物暂存于公司现有的危险废物存贮间（2#车间1层东侧）内，各功能设施完善。

本项目探伤室净容积为 101.76m³，内尺寸为 5.3m（长）×4.8m（宽）×4.0m（高）。工件门位于探伤室东侧，电动开启，便于工件进出，门体尺寸为 3.8m（宽）×4.4m（高），门洞尺寸为 3.0m（宽）×4.0m（高）。人员进出门位于探伤室北侧。待测工件最大尺寸：2420mm（长）×2420mm（宽）×3600mm（高），尺寸可方便待测工件进出探伤室且满足防护门关闭时最大工件的探伤需求。探伤室东侧工件门外为 2#车间主要生产区域，探伤工件在该处由吊机吊起，运输放置在平板车上，平板车位于探伤室滑轨轨道上，通过滑轨将探伤工件放置在检测需要的位置上。滑轨沿东西方向设计，从工件门处开始一直延伸至距西墙 500mm 处停止，滑轨宽 1000mm。（详见附图 8 黑色虚线部分）操作室位于探伤室北侧，X 射线定向探伤机运行时有用线束朝向探伤室南侧，X 射线周向探伤机运行时有用线束朝向探伤室顶部、底部、东侧和西侧，操作室与探伤室分开，且可避开有用线束直射。如图 11-1，在探伤室内画出探伤机作业范围。探伤室西侧地坪处设有一个通风管道，尺寸为 Φ200mm，在混凝土屏蔽墙体内埋深 600mm，设计风量为 940m³/h。探伤室北侧地坪处设有 2 个穿线管，尺寸为 Φ200mm，在混凝土屏蔽墙体内埋深亦为 600mm，通风管道和穿线管道的穿越形式均为 U 型穿越。

因此，本项目探伤室布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.1 条款要求，合理可行。

10.1.2 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理。将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区

（附图6红色部分），在探伤室防护门等显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明，确保正常工作时，控制区内无无关人员进入。将探伤室外墙1m的空间范围以及操作室、评片室等其他区域划为监督区（附图6黄色部分），在监督区临界范围处划定红色警戒线，并在附近醒目处张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，确保正常工作时，监督区内无无关人员滞留。监督区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。分区管理见附图6。

10.1.3 辐射工作场所屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目探伤室的设计图纸见附图，各侧墙体、防护门的屏蔽防护设计方案见表 10-1。

表 10-1 拟建探伤室屏蔽情况一览表

项目		设计情况
探伤室	外尺寸	面积：175.50m ² ，尺寸为：6500mm（长）×6000mm（宽）×4500mm（高）
	内尺寸	面积：101.76m ² ，尺寸为：5300mm（长）×4800mm（宽）×4000mm（高）
四侧防护墙		600mm 混凝土
顶部		500mm 混凝土
工件防护门（探伤室东侧）		推拉门，内衬 14mm 铅；门的尺寸为：3800mm（宽）×4400mm（高）；门洞的尺寸为：3000mm（宽）×4000mm（高），上下左右搭接宽度分别为：200mm、200mm、400mm 和 400mm。
迷道口防护门（探伤室北侧）		推拉门，内衬 14mm 铅；门的尺寸为：1200mm（宽）×2300mm（高）；门洞的尺寸为：800mm（宽）×2000mm（高），上下左右搭接宽度分别为：150mm、150mm、200mm 和 200mm。迷道内墙尺寸：1300（宽）×4000（高），迷道外墙尺寸：1700（宽）×4000（高）。
穿墙管道（U 型）		控制线缆直径（Φ200mm），位于探伤室北侧，埋地 600mm，连接外部操作间。
通风管道（U 型）		Φ200mm，位于探伤室西侧，埋地 600mm，设计风量 940m ³ /h，排风通向探伤室外，排风管道外口朝向非人员活动密集区。
滑轨		滑轨从工件门中部开始，由东向西延伸至距西墙 500mm 处停止，宽度为 1000mm。

注：混凝土密度不小于 2.35g/cm³，铅密度不小于 11.3g/cm³。探伤室所在车间厂房为二层建筑，无地下室。

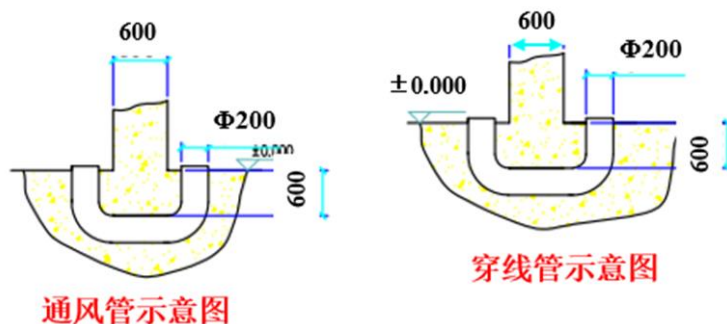


图 10-1 探伤室通风管和穿线管结构示意图

10.1.4 辐射安全和防护及环保措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）以及辐射管理的相关制度，本项目 X 射线探伤机投入使用前，拟具备以下辐射安全和防护措施：

1、X 射线探伤机固有安全属性

X 射线探伤机固有安全属性的要求见表 10-2。

表 10-2 探伤机固有安全属性基本要求

装置名称	设备技术要求	
X 射线探伤机	X 射线管头组合体	X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）5.1.1 款表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。
	操作室控制台	a) 应设置有高压接通时的外部报警仪或指示装置。 b) 应设置紧急停机开关。

2、拟建探伤室所采用的防护设施

探伤工作场所拟设置辐射安全防护设施如下：

（1）操作室位于探伤室北侧，已避开有用线束直射的方向且与探伤室分开设置。探伤室的屏蔽墙厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素，满足使用 X 射线机屏蔽要求。

（2）探伤工作场所拟按 GB18871 的管理要求进行两区划分与两区管理。

（3）探伤室工件防护门拟设置门-机联锁装置，在防护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。

（4）探伤室防护门门口和内部醒目位置同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与每台探伤机联锁。“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”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别，在醒目位置张贴对“照射”和“预备”信号意义的说明。

（5）探伤室内东北墙角和西南墙角各安装有 1 个监控探头，迷道内安装有 1 个监控探头，探伤室外东南墙角和操作台上各安装有 1 个监控探头，以对探伤室内设备运行情况、工件门和人员进出防护门的安全及人员活动情况进行全程、无死角地监控。

（6）探伤室工件门和人员进出门上均设置有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

（7）探伤室南侧、西侧、北侧墙体各设置 1 个急停按钮，同时在操作室设置一个急停

按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮安装，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。每个按钮处设有标签，标明使用方法。

(8) 探伤室内拟设置 1 台固定式剂量率报警装置，监测探头设置在探伤室内，射线在线监控显示屏设置在操作室，可实时显示探伤室内实时剂量率，并与防护门联锁。

(9) 探伤室设置有机机械通风装置，通风口设置于地坪靠近西墙，西墙外紧邻消防通道，已避开人员流动密集区，穿越形式为 U 型。设计风量为 $940\text{m}^3/\text{h}$ ，探伤室净体积为 101.76m^3 ，每小时有效换气次数约 9 次。探伤室北侧设有穿线管，与操作室相连接，用于用电设备供电。穿线管和通风管尺寸均为 $\Phi 200\text{mm}$ ，在混凝土屏蔽墙体内埋深 600mm。

本项目探伤工作场所安全设施布置示意图见附图 7。

3、安全操作放射防护措施

(1) 建设单位对探伤室放射防护安全应负主体责任，建设单位需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，并制定辐射事故应急预案，将各项辐射环境管理规章制度张贴于操作室墙壁等处。

(2) 建设单位需配备便携式 X- γ 剂量率仪、个人剂量报警仪和个人剂量计，并定期委托资质单位进行监测。按 GBZ98 的要求进行职业健康监护，组织辐射工作人员参加辐射防护培训并获得符合 GB/T9445 要求的无损探伤人员资格方可上岗。

(3) 探伤工作人员在进入探伤室时，应佩戴常规个人剂量计、个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。交接班和当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

(4) 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器等，把潜在的辐射降到最低。

(5) 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

(6) 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告；

(7) 探伤工作场所内拟设置灭火器材，作为应急物资使用。

4、探伤机的检查和维护

(1) 建设单位的日检，每次工作开始前进行检查的项目包括：

- a) X 射线探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 安全联锁是否正常工作；
- d) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- e) 螺栓等连接件是否连接良好；

(2) 设备维护

- a) 公司将对 X 射线实时成像检测系统的设备维护负责，每年至少维护一次；
- b) 设备维护将由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。设备维护包括 X 射线实时成像检测系统的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏，需更换零部件时，保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 公司拟做好设备维护记录。

5、辐射监测仪器和防护用品配置

本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划

序号	名称	数量
1	个人剂量计	2 枚
2	个人剂量报警仪	1 台
3	便携式 X-γ 剂量率仪	1 台
4	固定式场所辐射探测报警装置	1 台

用于 X 射线探伤机放射防护检测的仪器，将按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，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。

6、探伤设施的退役

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的第 6.3 条款要求，本项目后期投入使用后，对拟报废的 X 射线探伤机，公司将射线装置内的 X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

10.2 三废的治理

(1) 非放射性废气

X 射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物。通过通风系统（探伤室净容积约 101.76m³，设计风量 940m³/h，每小时有效通风换气约 9 次），少量臭氧和氮氧化物通过通风管道排至探伤室外，且避开了人员流动密集处，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

(2) 危险废物

公司年拍片量约 3000 张，产生一定量的废显（定）影液、洗片废液及废胶片，属于危险废物，建设单位将废显（定）影液、洗片废液桶装和废胶片装袋收集后存放在危险废物存贮间，并由专人保管，公司定期委托有资质单位处理处置，建立相关台账。

本项目危险废物存贮间依托现有，占地面积约为 20m²，位于 2#车间一层东侧，贮存能力约 25t/a。主体工程产生的危险废物主要包括废活性炭、漆渣、废口罩等，预估最大产量约为 22t/a，本项目废（显）定影液产生量为 24kg/a，洗片废液产生量为 60kg/a，废胶片产生量为 12kg/a，产生量较小，贮存期限一般不超过 1 年。危险废物存贮间剩余容量能满足本项目危废贮存的容积要求。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》要求，本次评价明确危险废物贮存场所（设施）的名称、位置、占地面积、贮存方式、贮存容积、贮存周期等内容，见表 10-4。

表 10-4 危险废物贮存场所（设施）基本情况表

序号	贮存场所（设施）名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积	贮存方式	贮存能力	贮存周期
1	危险废物存贮间	废显（定）影液	HW16	900-019-16	2#车间一层东侧	20m ²	专用防渗容器	约 25t/a	一年
2		洗片废液	HW16	900-019-16					一年
3		废胶片	HW16	900-019-16			专用包装袋		一年

该场所已按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，满足“防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐”的要求，由专人管理。危险废物存贮间门上设有显著的危废标识，地面已作水泥硬化并防渗防腐处理。公司对危险废物暂存场所的日常管理具体措施如下：

- ①危险废物存贮间已派专人管理，其他人员未经允许不得进入内。
- ②危险废物存贮间不得贮存除危险废物以外的其他废弃物。

③当危险废物贮存到一定数量时，管理人员及时通知公司安全环保部办理相关手续联系有资质单位上门回收处理。

④危险废物贮存前做好统一包装（液体桶装、固体袋装），防止渗漏，同时配备计量称重设备进行称重，危废包装容器粘贴符合规定的标签，注明危险废物名称、来源、数量、主要成分和性质。

⑤ 危险废物贮存前进行检验，确保同预定接收的危险废物一致，并登记注册。

⑥危废暂存间管理人员已做好危险废物情况的记录，记录上注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、废物出库日期及接收单位名称；每转移一车次同类危险废物，填写、运行一份危险废物转移联单，危险废物电子转移联单数据已在信息系统中保存。

⑦危险废物存贮间管理人员定期对所贮存的危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损，及时清理更换。

10.3 建设项目环保投资

本项目总投资 500 万元，其中环保投资约 10 万元，占本项目总投资的 2%。具体投资及环保投资估算一览表如下：

表 10-5 本项目投资及环保投资估算一览表

环保措施主要内容	费用（万元）
环评费用	3
验收费用	2
2 枚个人剂量计、1 台个人剂量报警仪	0.2
1 台便携式 X-γ 剂量率仪	0.5
1 台固定式场所辐射探测报警装置	0.6
2 名辐射工作人员体检及上岗考试费用	0.1
探伤室施工建筑垃圾及生活垃圾处置	0.6
废胶片、废显（定）影液及洗片废液专用防渗容器/包装袋及处置	2.5
年度评估检测	0.5
合计	10

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 土建施工阶段

本项目施工涉及探伤室和操作室的施工建设，评片室和暗室的改造建设，工程量较小，施工期较短，施工期对环境的影响较小。材料运输、基础建设过程中产生的少量扬尘可通过湿法作业或一定的遮盖措施减小影响；拟采用低噪声设备，避免夜间作业以减少施工期噪声影响；施工期间施工人员产生的少量生活污水经建设单位化粪池预处理后纳入市政污水管网；产生的少量建筑垃圾于指定位置堆放后按规定处置，生活垃圾统一收集后委托环卫部门及时清运处理。总体而言，土建施工阶段产生的污染对环境影响较小，且随施工结束而不复存在。

11.1.2 设备调试阶段

本项目 X 射线探伤机安装调试阶段对于环境主要影响为 X 射线、臭氧和氮氧化物以及包装材料等固废。调试由设备厂商负责，调试前建设单位需建立完整的安全管理制度。本项目探伤设备的安装与调试均由专业人员在探伤室内进行，经过墙体的屏蔽与距离衰减后，设备产生的辐射对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其他固体废物进行处置，将其出售至物资综合利用公司。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

为分析预测 X 射线探伤室投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改清单中计算方法进行理论计算。

本项目探伤室拟配置 2 台 X 射线探伤机，探伤机参数与出束方向见表 11-1。

表 11-1 本项目探伤室拟配置探伤机参数信息一览表

探伤机名称	探伤机型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	有用线束朝向
X 射线周向探伤机	XXH-2505	250	5	顶部、底部、东侧、西侧
X 射线定向探伤机	XXQ-2505	250	5	南侧

根据 GBZ/T250-2014 第 3.2.1 条款“相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射”。因此，本次评价探伤室顶部、东侧、西侧和南侧考虑有用线束；由于探伤室正下方无地下室，不做特殊防护，不考虑朝向底部的辐射。北侧按泄

漏辐射与散射辐射考虑。本项目探伤室所在厂房为二层建筑（二层属于绍兴市卓越节能设备有限公司，主要作仓库存放东西，人员流动较少），顶棚屏蔽防护采用 500mm 混凝土，具备有效的屏蔽能力，因此本报告不考虑天空反散射影响。

本次拟购 2 台 X 射线探伤机，一台周向机（XXH-2505），一台定向机（XXQ-2505），二者仅型号和有用线束照射方向有差别，其余参数均相同，每次拍片仅单台设备运行，不存在两台设备同时运行的工况。两台设备靶点移动范围距四侧内墙的最近距离均为 1m，定向探伤机靶点距顶部内侧的最近距离为 1.5m，周向探伤机靶点距顶部内侧的最近距离为 2.5m。由于 X 射线定向探伤机仅朝南侧照射，出束线与中心轴间最大张角为 20° ，根据 $\tan 20^\circ \times 3.3 = 1.2\text{m}$ ，小于 1.5m，故定向探伤机出束时不会照射到顶部。因此，顶部内侧与靶点的最近距离按周向探伤机距顶部墙体的最近距离 2.5m 计算。探伤机靶点距地面的最近距离为 0.5m。

11.2.1 关注点的选取

根据本项目工程特征及探伤室周围环境状况，选择剂量关注点为探伤室四侧墙体外、顶棚外、工件门外和人员防护门外 30cm 处。关注点的分布情况见图 11-1 和图 11-2，剂量关注点情况列于表 11-2。

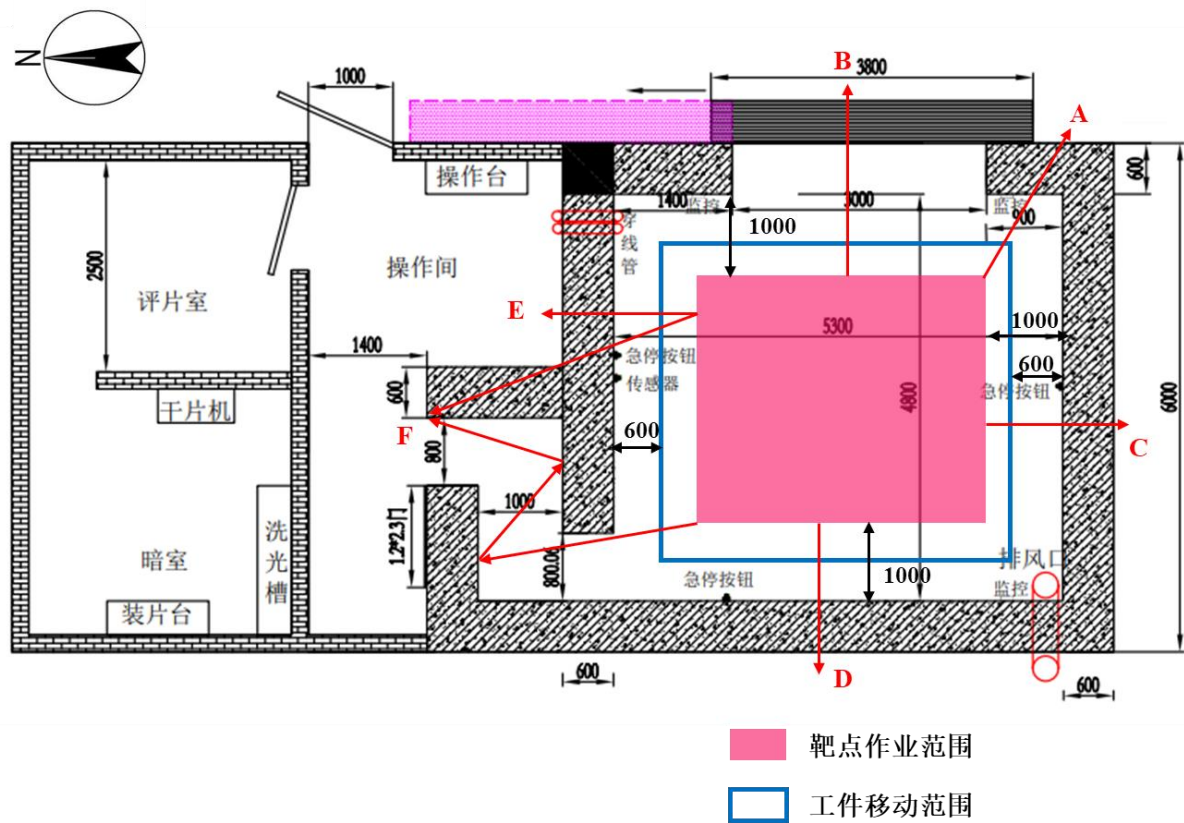


图 11-1 本项目探伤室预测点位平面示意图（单位：mm）

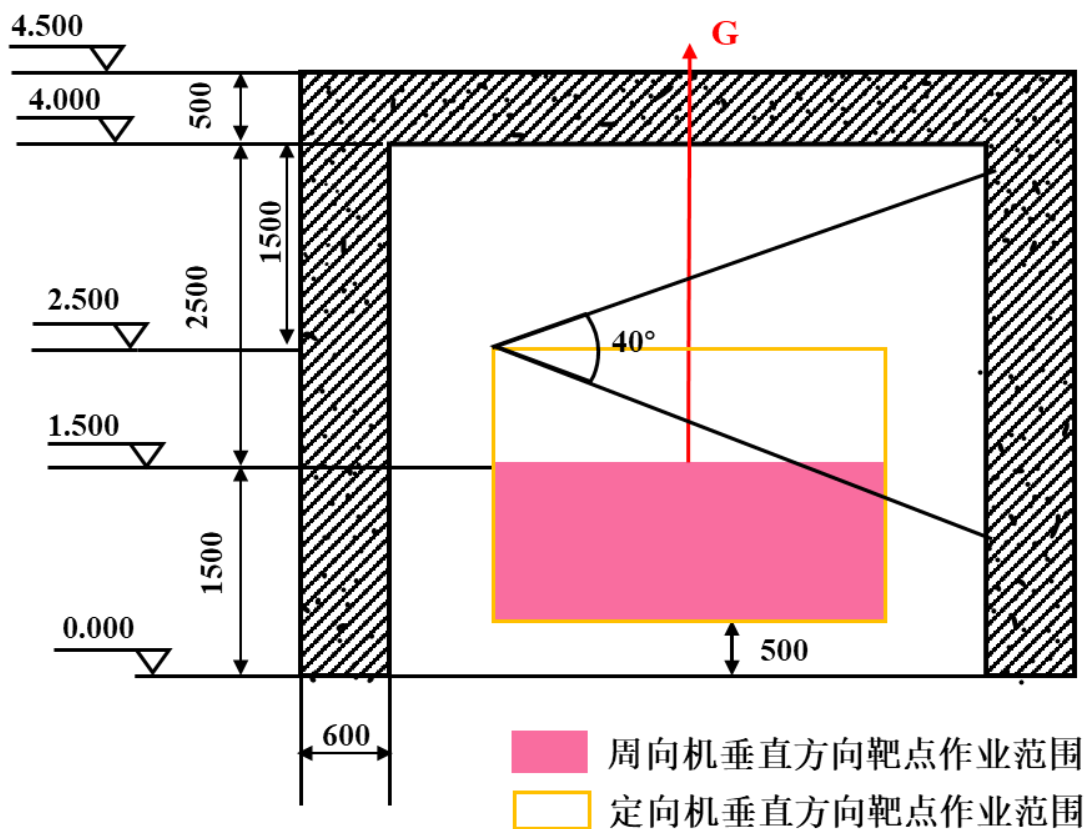


图 11-2 本项目探伤室预测点位剖面示意图（单位：mm）

表 11-2 本项目探伤室关注点位一览表

关注点位	点位描述	源点与关注点距离 R（m）	散射体至关注点距离 Rs（m）	需屏蔽的辐射源
A	东侧防护墙外 30cm 处	1.9	/	有用线束
B	东侧工件门外 30cm 处	1.9	/	有用线束
C	南侧防护墙外 30cm 处	1.9	/	有用线束
D	西侧防护墙外 30cm 处	1.9	/	有用线束
E	北侧防护墙外 30cm 处	1.9	1.5	漏射辐射、散射辐射
F	人员进出门外 30cm 处	3.5	3.1	迷道散射、漏射辐射、散射辐射
G	顶部外 30cm 处	3.3	/	有用线束

注：R=源点与屏蔽体外侧距离+0.3m，结果向下保留一位小数；
Rs=散射体移动区域与屏蔽体外侧距离+0.3m，结果向下保留一位小数。

11.2.2 计算公式选取

（1）有用线束计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的有用线束辐射剂量率 H （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式 11-1 计算，然后由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽透射因子 B：

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

式中：

I——X 射线探伤机在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目取值 5mA；

H₀——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv•m²/（mA•h），以 mGy•m²/（mA•min）为单位的值乘以 6×10⁴（1Gy=1Sv）；根据 GBZ/T250-2014 表 B.1，保守计算 250kV 管电压下 X 射线输出量为 16.5mGy•m²/（mA•min），即 H₀=9.9×10⁵μSv•m²/（mA•h）；

B——屏蔽透射因子；根据 GBZ/T250-2014 附录 B 图 B.2 曲线，穿过 500mm 混凝土时的透射因子读取 3.0×10⁻⁶；通过外延法可得到 250kV 有用线束穿过 600mm 混凝土时的透射因子取 2.8×10⁻⁷；根据 GBZ/T250-2014 附录 B 图 B.1 曲线，通过外延法可得到 250kV 有用线束穿过 14mm 铅时的透射因子取 4.6×10⁻⁷。

R——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

（2）泄漏辐射计算公式

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 H（μSv/h）按式 11-2 计算：

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

式中：

B——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.2 的相应值，确定泄漏辐射的 TVL，当管电压为 250kV 时，铅对应的 TVL 值为 2.9mm，混凝土对应的 TVL 值为 90mm。然后按式 11-3 计算：

$$B = 10^{-X/TVL} (\text{式 } 11-3)$$

得到 250kV 穿过 14mm 铅的屏蔽透射因子为 1.5×10⁻⁵，250kV 穿过 600mm 混凝土的屏蔽透射因子为 2.2×10⁻⁷；

R——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m），取值见表 11-1；

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（μSv/h），根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，当 X 射线管电压>200kV 时，H_L取值 5×10³μSv/h。

（3）散射辐射计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），在给定屏蔽物质厚度 X

时，屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-4）计算。

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

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，mA，本项目取值 5mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；根据 GBZ/T250-2014 表 B.1，保守计算 250kV 管电压下 X 射线输出量为 $16.5 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即 $H_0 = 9.9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子，根据公式 $B = 10^{-X/\text{TVL}}$ 计算，其中 X 为屏蔽层厚度，mm；查询 GBZ/T250-2014 表 2，本项目原始 X 射线能量为 250kV，对应的 90°散射辐射最高能量为 200kV，根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.2，200kV X 射线在铅中的 TVL 为 1.4mm，屏蔽透射因子为 1.0×10^{-10} ；在混凝土中的 TVL 为 86mm，屏蔽透射因子为 1.1×10^{-7} ；

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 ）散射体散射在距其 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。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，见 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.3；

R_0 ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ ——根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）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，其值为：60（150kV）和 50（200~400kV）。本项目取值 50；

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

（4）迷道散射计算公式

根据《辐射防护导论》（方杰主编），迷道口处的反散射水平可以按式（11-5）计算：

$$\dot{H}_{1,rj} = \eta_{\gamma s} \cdot \frac{D_{10} \cdot \alpha_1 \cdot A_1 (\alpha_2 \cdot A_1)^{j-1}}{(d_1 \cdot d_{r1} \cdot d_{r2} \dots d_{rj})^2} \dots\dots\dots \text{（式11-5）}$$

式中：

$\dot{H}_{1,rj}$ ——参考点相应的剂量当量率， $\mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

$\eta_{\gamma s}$ ——辐射减弱的透射比；根据公式 $\eta_{\gamma s} = 10^{-X/\text{TVL}}$ 计算，其中 X 为屏蔽层铅厚（mm），本项目为 14mm 铅。

D_{10} ——辐射源处辐射水平， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；根据公式 $D_{10} = I \cdot \delta_\alpha$ 计算，其中 I 为电子束流强，

mA; δ_α 为距辐射源点(靶点)1m处输出量, Gy·m²/(mA·min); 根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1 可知, 保守计算 250kV 时 X 射线距辐射源点 1m 处输出量为 16.5mGy·m²/(mA·min), 即 $9.9 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 则 D_{10} 取值为 $4.95 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / \text{h}$;

α_γ ——反射物的反射系数; 根据光子散射后的能量 E 和散射角 θ , 对照《辐射防护导论》图6.4取值。

A_1 ——射线束在反射物上的投照面积, m²; 根据 $A_1 = \text{散射宽度} \times \text{迷道高度}$ 计算, 散射宽度为 2.0m, 迷道高度为 4.0m, 则 $A_1 = 8.0 \text{m}^2$ 。

A_2 ——迷道截面积, m²; 根据 $A_2 = \text{迷道宽度} \times \text{迷道高度}$ 计算, 迷道宽度为 0.8m, 迷道高度为 4.0m, 则 $A_2 = 3.2 \text{m}^2$ 。

d_l ——辐射源同反射点之间的距离, m, 本项目取值为 $d_l = 2.6 \text{m}$ 。

dr ——反射点到参考点的距离, m。 $dr_1 = 1.0 \text{m}$, $dr_2 = 1.4 \text{m}$;

本项目 j 取 2。

在任何迷道的设计中, 沿 X 射线源方向的路线, 所设计迷道墙厚度的总和应不小于直射所需的屏蔽厚度。

光子散射后的能量 E 按式 (11-5) 计算

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1 - \cos \theta)}{0.511}} \dots\dots\dots (\text{式} 11 - 6)$$

式中:

E_0 ——入射光子能量, MeV。

θ ——散射角, °。

第一次反射的入射光子能量取 0.25MeV 时, 散射角 θ 取 30°, 则 α_1 为 0.024; 第二次反射的入射光子能量根据式 (11-6) 计算得 0.23MeV, 散射角 θ 取 30°, 则 α_2 为 0.025; 第三次反射的入射光子能量根据式 (11-5) 计算得 0.22MeV。根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.2, 由内插法可知 220kV X 射线在铅中的什值层 TVL 为 2mm, $\eta_{\gamma S}$ 为 1×10^{-7} 。

11.2.3 预测结果

根据公式 (11-1) ~ (11-5), 代入相关参数, 本项目探伤室运行时周围环境辐射水平预测结果见表 11-3 ~ 表 11-7。

表 11-3 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 X	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 /$ (mA·h))	B	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
------	--------	-----------	--	---	-------	-----------------------------------

A（东墙）	600mm 混凝土	5	9.9E+05	2.8E-07	1.9	3.84E-01
B（工件门）	14mm 铅			4.6E-07	1.9	6.31E-01
C（南墙）	600mm 混凝土			2.8E-07	1.9	3.84E-01
D（西墙）	600mm 混凝土			2.8E-07	1.9	3.84E-01
G（顶部）	500mm 混凝土			3.0E-06	3.3	1.36E+00

表 11-4 漏射辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 X	B	H _L （μSv/h）	R（m）	Ĥ（μSv/h）
E（北墙）	600mm 混凝土	2.2E-07	5000	1.9	3.05E-04
F（人员进出门）	14mm 铅	1.5E-05	5000	3.5	6.12E-03

表 11-5 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 X	B	I（mA）	H ₀ （μSv·m ² /（mA·h））	$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$	R _s （m）	Ĥ（μSv/h）
E（北墙）	600mm 混凝土	1.1E-07	5	9.9E+05	50	1.5	4.84E-03
F（人员进出门）	14mm 铅	1.0E-10	5	9.9E+05	50	3.1	1.03E-06

表 11-6 迷道散射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 X	η_{ys}	d1	dr1	dr2	D ₁₀	Ĥ（μSv/h）
F（人员进出门）	14mm 铅	1.0E-07	2.6	1.0	1.4	4.95E+06	5.7E-04

表 11-7 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

关注点位	有用线束（μSv/h）	泄漏辐射（μSv/h）	散射辐射（μSv/h）	迷道散射（μSv/h）	总剂量率（μSv/h）	GBZ117-2022 标准限值（μSv/h）	是否达标
A（东墙）	3.84E-01	/	/	/	3.84E-01	2.5	达标
B（工件门）	6.31E-01	/	/	/	6.31E-01	2.5	达标
C（南墙）	3.84E-01	/	/	/	3.84E-01	2.5	达标
D（西墙）	3.84E-01	/	/	/	3.84E-01	2.5	达标
E（北墙）	/	3.05E-04	4.84E-03	/	5.15E-03	2.5	达标
F（人员进出门）	/	6.12E-03	1.03E-06	5.7E-04	6.70E-03	2.5	达标
G（顶部）	1.36E+00	/	/	/	1.36E+00	2.5	达标

因此，本项目 X 射线探伤机在最大工况正常运行时，各关注点辐射剂量率均不大于 2.5μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”和“探伤室顶部有建筑时外表面 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”的要求。

11.2.4 探伤室局部贯穿辐射影响分析

本项目电缆穿线管设置于探伤室北侧墙体地坪处，共 2 个穿线管，采用地埋式走线，埋深 600mm，穿越形式为 U 型，直径为 200mm。本项目通风管设置探伤室西墙地坪处，通风管埋深 600mm，直径为 200mm，穿越形式为 U 型。根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189 页的实例证明，本项目所有射线均需经过三次以上散射才能经各类管道散射至探伤室墙外，经过 U 型管道的多重反射、吸收和削减后辐射能量急剧下降，射线通过管道外漏可忽略不计。因此，本项目电缆口及通风孔的布置方式不会破坏墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

11.2.5 人员受照剂量计算

（1）计算公式

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）第 3.1.1 条款中的公式（1），人员受照剂量计算公式如下：

$$E = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11-6)$$

式中：

E——年有效剂量，mSv/a；

$\dot{H}$ ——关注点周围辐射剂当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T——居留因子；

U——探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本项目均取 1；

t——探伤装置年照射时间，h/a。

本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 A.1，具体数值见下表：

表 11-8 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)	示例
全居留	1	控制室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

（2）预测结果

由于射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系，同方向人员受照剂量仅需考虑与源点距离最近且居留因子最大的保护目标。本项目居留因子均按保守取值。利用表 11-3 至表 11-8 的相关数据，本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见表 11-9。

表 11-9 人员受照剂量计算参数及计算结果一览表

人员属性		居留因子	源点与关注点距离 (m)	源点与保护目标的距离 (m)	关注点处辐射剂量率取值 ($\mu\text{Sv/h}$)	保护目标处辐射剂量率取值 ($\mu\text{Sv/h}$)	周受照时间 (h/周)	周受照总剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)	年受照时间 (h/a)	年受照总剂量 (mSv/a)
职业	操作室	1	1.9	1.9	5.15E-03	5.15E-03	3.0	1.55E-02	150	7.73E-04
公众	卷板机和转运平台区	1	1.9	20.6	3.84E-01	3.27E-03	3.0	9.80E-03	150	4.90E-04
	激光切割机区	1	1.9	26.6	3.84E-01	1.96E-03	3.0	5.88E-03	150	2.94E-04
	管轮机区	1	1.9	36.6	3.84E-01	1.03E-03	3.0	3.10E-03	150	1.55E-04
	埋弧焊接区	1	1.9	41.6	3.84E-01	8.01E-04	3.0	2.40E-03	150	1.20E-04
	危险废物存贮间	1/2	1.9	48.6	3.84E-01	5.87E-04	3.0	8.80E-04	150	4.40E-05
	中压电力柜配电房	1/16	1.9	9.6	3.84E-01	1.50E-02	3.0	2.82E-03	150	1.41E-04
	配电房所在厂区内道路	1/8	1.9	9.6	3.84E-01	1.50E-02	3.0	5.64E-03	150	2.82E-04
	厂区外道路 (昌峰路)	1/8	1.9	12.6	3.84E-01	8.73E-03	3.0	3.27E-03	150	1.64E-04
	消防通道	1/8	1.9	2.6	3.84E-01	2.05E-01	3.0	7.69E-02	150	3.84E-03
	西侧办公楼	1	1.9	13.6	3.84E-01	7.49E-03	3.0	2.25E-02	150	1.12E-03
	1#、2#车间中间消防通道	1/8	1.9	8.1	5.15E-03	2.83E-04	3.0	1.06E-04	150	5.31E-06
	1#车间	1	1.9	18.6	5.15E-03	5.37E-05	3.0	1.61E-04	150	8.06E-06
	油漆房	1	1.9	39.6	5.15E-03	1.19E-05	3.0	3.56E-05	150	1.78E-06
	2#车间 2F	1/2	3.3	5.6	1.36E+00	4.72E-01	3.0	7.08E-01	150	3.54E-02

注：本项目探伤机开机运行的时候，辐射人员均位于操作室，故本次职业人员受照剂量仅考虑操作室处的辐射剂量贡献值。

根据表 11-9 可知，本项目 X 射线探伤机运行后所致辐射工作人员最大受照周有效剂量为 $1.55 \times 10^{-2} \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量为 $7.73 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ；所致公众最大受照周有效剂量为 $7.08 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量为 $3.54 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。因此，本项目职业人员和公众年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5 \text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 0.25 \text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20 \text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 1.0 \text{mSv/a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-

2022) “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 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ”的要求。

11.2.6 “三废”环境影响分析

(1) 臭氧和氮氧化物

X 射线照射会使探伤室内空气电离产生臭氧和氮氧化物。本项目探伤室西侧地坪处设有一个 U 型通风管, 设计排风量为 $940\text{m}^3/\text{h}$, 探伤室内体积为 101.76m^3 , 每小时有效换气次数约 9 次, 可将探伤室内产生的少量废气排出室外, 并在短时间内分解为氧气, 能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中关于“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

(2) 固废

本项目洗片与评片过程中产生的废显(定)影液、洗片废液及废胶片属于危险废物, 公司拟采用专用防渗容器和专用包装袋统一收集后暂存于公司现有的危险废物存贮间内, 并定期委托有资质单位处置。

11.3 探伤室屏蔽防护能力分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 的规定, 结合建设单位探伤室屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果, 对该建设单位使用的探伤室的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析:

(1) 设计中, 该探伤室的设置已充分考虑周围的放射安全, 且探伤室与操作室分开; 结合理论计算结果可知: 探伤室四侧屏蔽体和顶部的防护性能均能满足辐射防护;

(2) 由辐射环境影响预测分析可知, 辐射工作人员和公众成员所受有效剂量能符合《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;

(3) 本项目在探伤过程中产生的 X 射线, 使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物, 探伤室内的机械排风系统将臭氧和氮氧化物排至室外, 不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此, 本项目探伤室屏蔽能力能达到管电压不大于 250kV 、管电流不大于 5mA 的射线装置正常工作时的辐射防护要求。

11.4 事故影响分析

11.4.1 事故风险分析

建设单位使用的射线装置属 II 类射线装置, 可能的事故工况主要有以下几种情况:

(1) 检测过程中，门-机联锁装置、紧急停机按钮等失效使工作人员和公众误闯或误留，引发辐射事故。

(2) 操作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射，引发辐射事故。

11.4.2 事故防范措施

(1) 从事X射线探伤的辐射工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格证，业务熟练；严格遵守射线装置的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；做好X射线探伤的日常维护保养，定期检查，保证设备始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，并及时通知有关人员进行维修，做好故障记录，不允许设备带故障运行。

(2) 定期检查维护，确保门机联锁装置、紧急停机按钮、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等安全措施正常运转，保持完好；定期对射线装置进行检修维护，定期对周围辐射水平进行检测，发现异常，需及时切断电源，并请厂家对设备进行维护维修。

(3) 射线装置在调试和使用时，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施，调试和维修工作由厂家专业人员承担。

发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。对于射线装置被盗事故，还应向公安部门报告。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用Ⅱ类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有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，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

本项目为建设单位首次开展核技术利用建设项目，目前处于筹建阶段。建设单位承诺尽快成立辐射安全与环境保护管理机构，全面负责单位的辐射安全与环境保护管理工作，并配备相应的成员，确定管理机构领导、成员及辐射防护管理专（兼）职人员，做到分工清晰、职责明确，并在日后运行过程中，根据人事变动情况及时调整机构组成。

12.1.2 辐射人员管理

（1）个人剂量检测

建设单位拟为新增辐射工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪。使用个人剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过 3 个月，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案将终生保存。

（2）辐射工作人员培训

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《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》（2019 年，第 57 号）精神，所有辐射工作人员必须通过生态环境部举办的辐射安全和防护专业知识培训及相关法律法规的培训和考核，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）自主培训并参加 X 射线探伤专业考核取得成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

建设单位拟新增 2 名辐射工作人员，由公司现有员工参加生态环境部组织的辐射安全与防护平台自主学习，考核合格后上岗，并按时每五年重新进行考核。

（3）辐射工作人员职业健康体检

新增辐射工作人员上岗前，将进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准

的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员将定期进行在岗期间职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，公司将对其进行离岗前的职业健康检查，并建立个人健康档案。

建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，建立个人健康档案，并终生保存，并每 2 年进行在岗期间体检，离岗前进行离岗体检。

12.1.3 辐射安全和防护状况年度评估报告

建设单位核技术利用项目正式开展后，将对开展的核技术利用项目辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的辐射安全和防护状况年度评估报告。辐射安全与防护状况年度评估报告包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等方面的内容。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。

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》等法律法规要求，建设单位承诺将制定以下方面的管理制度：

辐射安全和防护保卫制度：根据本项目的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线探伤机的保管、运行和维修时的辐射安全管理。

X 射线探伤机安全操作规程：明确辐射工作人员资质条件要求、X 射线探伤机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确探伤机探伤时的操作步骤，明确每次探伤工作前，操作人员应检查安全联锁、报警设备和警示灯等的性能，确保辐射安全措施的有效性。

设备检修维护制度：明确探伤装置及辐射监测设备维修计划、维修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，确保探伤装置及剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。重点是明确：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。

辐射工作人员岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员的岗位责任，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。

射线装置使用登记和台账管理制度：应记载 X 射线探伤机的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对探伤装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度，制定 X 射线探伤机的使用登记制度。

人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

人员管理制度：明确辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质单位进行监测，公司明确个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量检测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标，并做好岗前监测；明确辐射工作人员进行职业健康体检的周期，公司建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

辐射环境监测制度：购置辐射监测仪器等设备，明确日常工作的监测项目和监测频次，监测方式有公司自主监测与有资质单位开展的年度监测。监测结果妥善保存，并定期上报生态环境行政主管部门。

辐射事故应急预案：根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号文）的要求，建设单位应成立单位负责人为领导的辐射事故应急领导小组。针对可能产生的辐射污染情况制定事故应急制度，该制度要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证及时上报、渠道畅通，并附上各联系部门及联系人的联系方式。同时根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的故事情节；演练参与人员等。

自行检查和年度评估制度：定期对探伤机及探伤室的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求，使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

辐射安全档案管理制度：公司须建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员如调离辐射工作岗位，

公司应当将个人剂量档案终生保存；新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康监护档案且终生保存。公司应在工作场所醒目位置张贴《操作规程》、《辐射安全与防护保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》与《辐射事故应急预案》等制度，并做好使用登记和台账记录工作。在日后的工作实践中，公司应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度进行。

12.3 辐射监测

12.3.1 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》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等要求，使用Ⅱ类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。公司拟为辐射工作人员配置 1 台个人剂量报警仪和 2 枚个人剂量计，配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪。

12.3.2 个人剂量监测

探伤工作人员工作时将佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量计须定期（一般为一个月，最长不超过三个月）送检。公司将建立剂量约束值和剂量评价制度，对受到超剂量约束值的进行评价，跟踪分析高剂量的原因，优化实践行为，并指定专职辐射管理人员负责对个人剂量检测结果（检测报告）统一管理，建立档案，个人剂量档案将终生保存。

12.3.3 探伤工作场所辐射监测

本项目正式投入使用后，公司将定期（每年 1 次）委托有资质的单位对探伤室周围环境进行监测，并建立监测档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

①年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量当量率进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告将作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

②日常自我监测

定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定辐射工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 8.3.4 条款，本项目射线装置投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。

③监测内容和要求

A、监测内容：周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点将参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。

监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-1 辐射监测计划

场所名称	监测内容	监测类型	监测点位	监测依据	监测周期
探伤工作场所	周围剂量当量率	年度监测	探伤室顶部、四侧墙体及防护铅门外 30cm 离地面高度 1m 处，各穿线孔、通风孔以及四周环境保护目标	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）	1 次/年
		自主监测			1 次/季度
		验收监测			竣工验收
	个人剂量检测	个人剂量当量	所有辐射工作人员	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）	一般为一个月，最长不超过三个月

企业制定设备和检测仪器维护维修制度，每年应对便携式 X- γ 剂量率仪和个人剂量报警仪进行校准，每次使用前应检查设备外观、电池状态，查看设备上的校准标签，确认设备在校准有效期内；每次使用前，应启动设备进行基本的功能测试，确保显示屏、按键、报警等功能正常。

12.3.4 环保竣工验收

建设单位将根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不投入生产或者使用。“三同时”验收一览表见表 12-2。

表 12-2 “三同时”验收一览表

项目	“三同时”措施	验收要求
辐射安全管理机构	拟设专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者指派 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。	满足《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》中的有关要求。
工作场所机房屏蔽防护设计	探伤室的屏蔽防护设计详见本报告表 10-1。	探伤室周围满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平。

工作场所辐射防护措施	辐射工作场所的辐射安全和防护措施详见本报告 10.1.4。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。
人员配备	本项目 2 名新增辐射工作人员均将参加辐射防护培训，取得成绩合格单，方可上岗。	满足《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》（2019 年，第 57 号）的要求。
	本项目 2 名辐射工作人员拟配置个人剂量计，个人剂量计监测周期一般为一个月，最长不超过三个月，并建立个人剂量监测档案。2 名辐射工作人员拟配置个人剂量报警仪。	满足《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求。
	本项目 2 名辐射工作人员拟进行岗前、在岗或离岗职业健康检查，拟建立个人健康档案。	满足《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》中的有关要求。
辐射安全管理制度	建设单位拟制定一系列辐射安全管理制度，内容包括辐射防护与安全保卫制度、自行检查和年度评估制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急预案、辐射安全档案管理制度、安全操作规程等辐射管理制度。	满足《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》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。

12.4 辐射事故应急

公司将制定《辐射事故应急预案》，制定《辐射事故应急预案》后，将制定计划定期组织应急人员进行应急预案的培训和演练。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，结合单位的实际情况和事故工况分析，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （1）应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）。
- （2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备。
- （3）辐射事故分级与应急响应措施。
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序。

发生辐射事故时，建设单位将立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。建设单位必须加强管理，杜绝辐射安全事故的发生。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 项目概况

雁谷科技（浙江）有限公司为提升主体工程生产线，保证产品质量和生产的安全，拟在公司厂房 2#车间一层西侧配套建设一间 X 射线混凝土探伤室及操作室、暗室、评片室等辅助房间。公司拟购置 2 台便携式 X 射线探伤机（1 台 XXH-2505 型 X 射线周向探伤机，1 台 XXQ-2505 型 X 射线定向探伤机）用于自生产换热器、吸附塔等产品的无损检测。

(2) 项目位置

雁谷科技（浙江）有限公司位于浙江省绍兴市柯桥区平水镇会稽村 1 幢。厂区东侧为绍兴市卓越节能设备有限公司办公楼、员工宿舍楼，再向东为平水大道，南侧为昌峰路，隔路为绍兴柯桥诚拓装饰材料有限公司，西侧为山体，北侧为山体，东北侧为中国石化西湖桥加油站。本项目拟建探伤室位于 2#车间一层西侧，2#车间为两层建筑，一层楼高约 7m。探伤室东侧紧邻 2#车间主要生产区域，约 19m 处为卷板机和转运平台区，约 25m 处为激光切割机区，约 35m 处为管轮机区，约 40m 处为埋弧焊接区，约 47m 处为危险废物存贮间；南侧约 8m 处为中压电力柜配电房和厂区内道路，约 11m 处为昌峰路（厂区外道路）；西侧紧邻 2#车间西墙，约 1m 处为消防通道，约 12m 处为办公楼；北侧约 3m 处为评片室和暗室，约 6.5m 处为 1#、2#车间过道（消防通道），约 17m 处为 1#车间生产区，约 38m 处为油漆房；顶部正上方为 2#车间二层，属绍兴市卓越节能设备有限公司，大部分空间作仓库用于堆放物品，很少人员流动。探伤室所在厂房无地下室。

(3) 项目布局及分区

建设单位拟将探伤室内部区域划为控制区，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入。在探伤室防护门显著位置设置电离辐射警告标志；将探伤室四周墙体 1m 范围内区域、操作室、评片室和暗室等区域划为监督区，对该区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率，在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。由上述可知，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定。

(4) 辐射安全防护措施结论

本项目探伤工作场所由探伤室、操作室、评片室和暗室组成。探伤室外尺寸为 6.5m（长）

×6.0m（宽）×4.5m（高）。探伤室内部和防护门上方设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线机联锁；防护门上有电离辐射警告标识，采用电动移门，并设置门-机联锁；探伤室内及操作台有设置急停按钮，探伤室拟安装 1 台固定式剂量率报警装置等；本项目拟配备 2 枚个人剂量计、1 台便携式 X-γ 剂量率仪和 1 台个人剂量报警仪。在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

（5）辐射安全管理结论

建设单位按规定拟成立辐射防护管理领导小组，拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度。

建设单位拟组织 2 名新增辐射工作人员参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方能上岗，并拟委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

建设单位在成立辐射防护管理领导小组、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的的能力。本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

（1）主要污染因子

本项目主要污染因子为 X 射线、臭氧和氮氧化物、废胶片、废显（定）影液和洗片废液。

（2）辐射剂量率影响预测结论

本项目 X 射线探伤机在最大工况正常运行时，探伤室四侧及防护门处关注点辐射剂量率最大值为 $6.31 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，顶棚关注点辐射剂量率为 $1.36 \mu\text{Sv/h}$ 。满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平。

（3）个人剂量影响预测结论

本项目 X 射线探伤机运行后所致辐射工作人员受照年有效剂量为 $7.73 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ，周有效剂量为 $1.55 \times 10^{-2} \mu\text{Sv}$ ；所致公众最大受照年有效剂量为 $3.54 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，周有效剂量为 $7.08 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}$ 。本项目辐射工作人员和公众年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5 \text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 0.25 \text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20 \text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 1.0 \text{mSv/a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤

放射防护标准》（GBZ117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于 100 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/周”的要求。

（4）非辐射环境影响分析结论

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固废产生。

本项目产生的少量臭氧和氮氧化物可通过探伤室西侧通风管道排出室外，通风管道直径 200mm，埋深 600mm，穿越形式为 U 型，设计风量为 940m³/h，探伤室内净容积为 101.76m³，有效换气次数约 9 次。排至室外的臭氧，短时间内便可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。探伤洗片和评片过程中产生的废显（定）影液、废胶片及洗片废液均属于危险废物，公司拟采用专用防渗容器和包装袋收集，并分区暂存于危险废物存贮间内，随后定期委托有资质的单位收集处置。工作人员产生的生活污水经厂区污水处理设施处理达标后纳管排放，不对周围水环境造成影响。工作人员产生的生活垃圾经收集后交由当地环卫部门统一清运。以上措施落实后，本项目运行对周围环境影响较小。

13.1.3 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

（2）实践正当性分析结论

本项目的建设是为了保证产品质量和生产的安全需要，因此，该项目的实践是必要的。本项目运行过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，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。

（3）选址合理性分析

本项目位于浙江省绍兴市柯桥区平水镇会稽村 1 幢，平水大道以西，昌峰路以北，公司厂区 2#车间厂房一层西侧，不新增土地。同时，本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。项目探伤室周围 50m 范围内无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

(4) 项目可行性

综上所述，本项目选址合理，符合国家产业政策，符合实践正当性原则，符合绍兴市生态环境分区管控动态更新方案相关要求，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，建设单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

(1) 建设单位应加强对探伤室以及探伤工作场所内人员进出的管理，健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护与操作的理解和执行水平，杜绝辐射事故的发生。

(2) 辐射工作人员应规范运行设备并有效使用个人剂量计、个人剂量报警仪等监测用品；建设单位应定期对探伤设备、防护设施进行检查与维修。

(3) 建设单位应严格执行相关法律法规，落实有关规定，并及时更新完善，提高制度可执行性。

13.2.2 承诺

(1) 建设单位在本项目报批后，承诺及时向生态环境部门申领辐射安全许可证。

(2) 建设单位承诺在本项目 X 射线探伤机正式运行前根据《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ1326-2023），在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制竣工环境保护验收监测报告表。

(3) 建设单位加强对废显（定）影液、废胶片、洗片废水等危险废物的日常管理。