

(2026)苏辐咨(环评)字第(0009)号

JSEP 江苏省辐射环境保护咨询有限公司
JIANGSU RADIATION ENVIRONMENTAL PROTECTION CONSULTING CO.,LTD.

核技术利用建设项目

宜兴市九洲封头锻造有限公司扩建 1 座固定式 X 射线探伤房项目 环境影响报告表

宜兴市九洲封头锻造有限公司(公章)

2026年5月



生态环境部监制

打印编号: 1781688050000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	20e1q0		
建设项目名称	宜兴市九洲封头锻造有限公司扩建1座固定式X射线探伤房项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	宜兴市九洲封头锻造有限公司		
统一社会信用代码	91320282750524655W		
法定代表人 (签章)	袁文新		
主要负责人 (签字)	陈科健		
直接负责的主管人员 (签字)	陈科健		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	江苏省辐射环境保护咨询有限公司		
统一社会信用代码	91320000134779865N		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
韩晨	03520240532000000011	BH071941	韩晨
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
胡涵	表1 建设项目基本概况 表2 放射源表 3 非密封放射性物质 表4 射线装置表 5 废弃物 表6 评价依据 表7 保护目标 与评价标准	BH071938	胡涵
韩晨	表8 环境质量与辐射现状 表9 项目工程 分析与源项 表10 辐射安全与防护 表11 环境影响分析 表12 辐射安全管 理 表13 结论与建议	BH071941	韩晨

目 录

表 1 项目基本情况 1

表 2 放射源 5

表 3 非密封放射性物质 5

表 4 射线装置 6

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 7

表 6 评价依据 8

表 7 保护目标与评价标准11

表 8 环境质量和辐射现状 15

表 9 项目工程分析与源项 19

表 10 辐射安全与防护 26

表 11 环境影响分析 35

表 12 辐射安全管理 51

表 13 结论与建议 55

表 14 审批 60

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表..... 61

附图：

附图 1 宜兴市九洲封头锻造有限公司地理位置图

附图 2 宜兴市九洲封头锻造有限公司本项目周围环境地理位置图

附图 3 本项目所在车间周围环境示意图

附图 4 本项目探伤房平面及剖面布置图

附件：

附件 1 项目委托书

附件 2 射线装置使用承诺书

附件 3 辐射防护屏蔽设计说明

附件 4 危废处置合同复印件

附件 5 辐射环境现状监测报告复印件及检测单位资质证书

附件 6 辐射安全许可证正副本复印件

附件 7 已有核技术利用项目环评批复及验收意见

附件 8 已有核技术利用项目 2026 年度检测报告复印件

附件 9 辐射工作人员 2025 年度个人剂量检测报告复印件

附件 10 辐射工作人员考核证书

附件 11 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书

附件 12 废胶片处置承诺书

表 1 项目基本情况

建设项目名称		宜兴市九洲封头锻造有限公司 扩建 1 座固定式 X 射线探伤房项目			
建设单位		宜兴市九洲封头锻造有限公司			
法人代表	袁文新	联系人	陈科健	联系电话	
注册地址		宜兴市万石镇万园路 192 号			
项目建设地点		宜兴市万石镇万园路 192 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	250	项目环保投资（万元）	100.5	投资比例（环保投资/总投资）	40.2
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） 360.7
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.项目概述： 1.1 建设单位基本情况 宜兴市九洲封头锻造有限公司成立于 2003 年 6 月，注册地址为宜兴市万石镇万园路 192 号，经营范围包括封头、化工设备、机械设备、保温管道、冷库设备的制造；锻压件的加工；普通货运；自营和代理各类商品及技术的进出口业务（国家限定企业经营				

或禁止进出口的商品和技术除外)。

1.2 项目规模 and 任务由来

宜兴市九洲封头锻造有限公司在现厂区内使用 3 座固定式 X 射线探伤房 (1#、2#、3#探伤房)，共配备了 7 台 X 射线探伤机，公司原有核技术利用项目环评批复及验收意见复印件见附件 7。

因产品质量检测需要，公司拟在厂区新建车间南部中间位置 (现有 3 座 X 射线探伤房北侧) 扩建一座 X 射线探伤房 (4#探伤房，含曝光室及辅房)，并在探伤房内配备 2 台 X 射线探伤机 (2 台 XXGH3505P 型周向机从公司现有探伤机调配，调配后仅在本项目探伤房中使用，最大管电压 350kV，最大管电流 5mA)；主要用于检测公司生产的封头产品，产品最大尺寸：直径约 10m，厚度不超过 50mm。公司拟拆除现有 3 座探伤房辅房，待本项目建设完成后，与本项目共用辅房。

公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，实现 2 班制，均从公司现有辐射工作人员调配，其中 1 人兼任辐射防护负责人。本项目探伤房每年工作 50 周，每周最大曝光时间不超过 20h，预计探伤房曝光室内年曝光时间最大为 1000h (含训机时间)，每次探伤仅开启 1 台 X 射线探伤机。

本次评价核技术应用项目情况一览表见表 1-1：

表 1-1 本次评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称 型号	数量	最大 管电压 kV	最大 管电流 mA	射线 装置 类别	工作场所 名称	活动种 类	环评情况及 审批时间	许可、验 收情况	备注
1	XXGH3505P 型 X 射线探伤 机	2	350	5	II	4#探伤房	已购	本次环评	未许可、 未验收	周向 机，从 现有探 伤机中 调配

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管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录 (2021 年版)》，本项目为使用 X 射线探伤机进行无损检测，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。受宜兴市九洲封头锻造有限公司委托，江苏省辐射环境保护咨询有限公司承担该项目的环评评价工作。我公司通过资料调研、项目

工程分析、现场勘查、监测等工作的基础上，编制了项目环境影响报告表。

2. 项目周边保护目标及项目选址情况

宜兴市九洲封头锻造有限公司厂区位于宜兴市万石镇万园路 192 号，地理位置图见附图 1。其厂区东侧为万园路、宜兴市万盛石化机械设备有限公司和无锡华莊锅炉有限公司；南侧为道路，道路南侧为无锡市博诺机械有限公司和江苏中茂包装科技有限公司；西侧为宜兴市太平电力设备有限公司、华康路；北侧为江苏泓宇帆金属科技有限公司厂区内过道及在建厂房。厂区周围环境图见附图 2。

本项目固定式 X 射线探伤房拟建址位于公司北侧新建厂房南部中间（公司现有探伤房北侧），X 射线探伤房拟建址东侧为 6#厂房、喷淋塔、7#厂房，南侧为厂区在用 3 座探伤房、5#厂房，西侧为 4#厂房内加热炉控制室、加热炉、3#厂房，北侧为新建厂房、厂区内道路。本项目所在车间平面布置图见附图 3。

本项目固定式 X 射线探伤房包含曝光室、操作室、洗片室、评片室、档案室等辅房。曝光室为单层结构，辅房位于曝光室东侧，为二层结构，一层南侧自西向东依次为操作室、档案室；一层中部自西向东依次为切片室、洗片室、烘箱室；一层北侧自西向东依次为档案室、评片室和办公室；二层为档案室。本项目固定式 X 射线探伤房平面及剖面设计图见附图 4。

本项目探伤房曝光室周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。

3. 建设单位已有核技术利用项目许可情况

宜兴市九洲封头锻造有限公司目前已申领无锡市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证[00537]”，种类和范围为“使用 II 类射线装置”，发证日期为 2023 年 11 月 06 日，有效期至 2028 年 12 月 15 日，许可使用 7 台 X 射线探伤机，公司辐射安全许可证正副本件附件 6。公司现有 3 座固定式 X 射线探伤房在用，原有核技术利用项目环评批复复印件及验收意见复印件见附件 7。

公司现有核技术应用项目见表 1-2。

表 1-2 现有核技术利用项目一览表

序号	装置名称	型号	类别	数量	使用场所	环评审批	环保验收、许可情况	备注
1	X 射线探伤机	XXH3005P	II	1	1#探伤房	苏环辐（表）审	已许可、已验收	

2	X 射线探伤机	XXCH3505	II	1	1#探伤房	[2014]063号， 2014.5.28 辐射安全分 析报告 2023.8（替 换原审批的 7 台 X 射线探伤 机）		
3	X 射线探伤机	XXCH3505	II	1	2#探伤房			
4	X 射线探伤机	RD-360LGP	II	1	3#探伤房			
5	X 射线探伤机	XXGH3505P	II	3	3#探伤房			

调配 2 台至
本项目 4#探
伤房内使用

4. 实践正当性

本项目的建设将满足企业提升产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，探伤机的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	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	2	XXGH3505P 型	350	5	无损检测	4#探伤房	周向机
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	/	通过通风管道排出曝光室，臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小。
废显（定）影剂	液态	/	/	约 25kg	约 300kg	/	集中收集后暂存于危废库	收集贮存危废库后委托泰州联泰固废处置有限公司回收处理。
废胶片	固态	/	/	约 2kg	约 24kg	/	集中收集后暂存于危废库	收集贮存危废库后委托泰州联泰固废处置有限公司回收处理。
第一次、第二次胶片清洗废水	液态	/	/	约 150 kg	约 1800kg	/	不暂存	通过管道进入厂区废水处理设施：三效蒸发器，处理后生成结晶盐（作为危废处理）。
第三次及以上胶片清洗废水	液态	/	/	约 50kg	约 600kg	/	不暂存	通过管道进入厂区废水处理设施：三效蒸发器，处理后生成结晶盐（作为危废处理）。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订本），中华人民共和国 2014 年主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正本），中华人民共和国 2018 年主席令第 24 号，自 2018 年 12 月 29 日起施行； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国 2003 年主席令第 6 号，自 2003 年 10 月 1 日起施行； 4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订），中华人民共和国 2020 年主席令第 43 号，自 2020 年 9 月 1 日起施行； 5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修正本），中华人民共和国 2017 年国务院令第 682 号，自 2017 年 10 月 1 日起施行； 6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修正本），中华人民共和国 2019 年国务院令第 709 号，自 2019 年 3 月 2 日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国 2011 年原环境保护部令第 18 号公布，自 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 年修正本），中华人民共和国 2021 年生态环境部令第 20 号修正，自 2021 年 1 月 4 日起施行； 9) 《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 2020 年令 第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行； 10) 《国家危险废物名录（2025 年版）》，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，2025 年 1 月 1 日起施行； 11) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会 2017 年公告第 66 号，自 2017 年 12 月 5 日起施行； 12) 《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》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145 号，自 2006 年 9 月 26 日起施行； 13) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，中华人民共和国生态环境部公告 2019 年第 39 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行；
------	--

	14) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部 2019 年部令第 9 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行；关于发布《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》配套文件的公告，中华人民共和国生态环境部 2019 年公告第 38 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行； 15) 《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》，中华人民共和国生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行； 16) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修正本)，江苏省人民代表大会常务委员会公告 2018 年第 2 号，自 2018 年 5 月 1 日起施行； 17) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74 号，自 2018 年 6 月 9 日起施行； 18) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2020〕1 号，自 2020 年 1 月 8 日起施行； 19) 关于发布《生态环境分区管控技术指南 总纲》等 3 项国家生态环境标准的公告(公告 2025 年第 41 号)，2025 年 12 月 25 日印发； 20) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书(表)编制单位监管工作的通知》(苏环办〔2021〕187 号)，2021 年 5 月 31 日印发。 21) 江苏省自然资源厅关于宜兴市生态空间管控区域调整方案的复函》(苏自然资函〔2025〕64 号)，2025 年 2 月 14 日印发； 22) 《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》(苏环办〔2020〕401 号)，2020 年 12 月 31 日印发； 23) 《省生态环境厅关于印发<江苏省固体废物全过程环境监管工作意见>的通知》(苏环办〔2024〕16 号)，2024 年 1 月 29 日印发； 24) 《省生态环境厅关于做好<危险废物贮存污染控制标准>等标准规范实施后危险废物环境管理衔接工作的通知》(苏环办〔2023〕154 号)，2023 年 6 月 5 日印发。
技术标准	1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)； 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) 《生态环境分区管控技术指南 总纲》(HJ 1430-2025) 4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) ; 5) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) ; 6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) ; 7) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) ; 8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及第1号修改单; 9) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) ; 10) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019) 。
其他	附图: 附图 1 宜兴市九洲封头锻造有限公司地理位置图 附图 2 宜兴市九洲封头锻造有限公司本项目周围环境示意图 附图 3 本项目所在车间平面布置示意图 附图 4 本项目探伤房平面及剖面设计图 附件: 附件 1 项目委托书 附件 2 射线装置使用承诺书 附件 3 辐射防护屏蔽设计说明 附件 4 危废处置合同复印件 附件 5 辐射环境现状监测报告复印件及检测单位资质证书 附件 6 辐射安全许可证正副本复印件 附件 7 已有核技术利用项目环评批复及验收意见 附件 8 已有核技术利用项目 2026 年度检测报告复印件 附件 9 辐射工作人员 2025 年度个人剂量检测报告复印件 附件 10 辐射工作人员考核证书 附件 11 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书 附件 12 废胶片处置承诺书

表 7 保护目标与评价标准

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）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”相关规定，确定本项目评价范围为探伤房曝光室边界外 50m 区域。本项目 50m 评价范围见附图 2。						
保护目标 本项目位于宜兴市万石镇万园路 192 号宜兴市九洲封头锻造有限公司厂区内。曝光室周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。 对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74 号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）及《江苏省自然资源厅关于宜兴市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕64 号），本项目不进入且评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域，本项目位置属于宜兴市万石镇工业集中区重点管控单元（环境管控单元编码：ZH32028223678），见附件 11。 本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。 根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为： 1、从事本项目探伤操作的辐射工作人员。 2、曝光室周围公众。						
表7-1 本项目保护目标情况一览表						
序号	保护目标名称		方位	最近距离	人员数量	剂量约束值 (mSv/年)
1	辐射工作人员	操作室、洗片室、评片室等	曝光室东侧	紧邻	4 人	5 (职业人员)
2	周围公众	6#、7#厂房	曝光室东侧	约 6m	约 5-10 人	0.1 (公众)
3		5#厂房	曝光室南侧	约 16m	约 3-5 人	

4		3#、4#厂房	曝光室西侧	约 2m	约 5-10 人
5		新建厂房	曝光室北侧	约 2m	约 5-10 人
6		江苏泓宇帆金属科技有限公司	曝光室北侧	约 45m	流动人员， 现状为过道 及车间施工 工地

评价标准

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

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 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： 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。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受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。

2) 本项目剂量约束值：

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“4.3.4.1·除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。”职业人员按年剂量限值1/4取值，公众按照其年剂量限值的1/10取值，本项目剂量约束值如下：

A) 职业照射的年剂量约束值不超过5mSv/a;

B) 公众照射的年剂量约束值不超过0.1mSv/a。

辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：

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。

监督区：

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。

3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）：

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。”以及“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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。”。

确定本项目曝光室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

A) 职业人员每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

B) 公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

C) 曝光室外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

确定本项目曝光室顶的辐射屏蔽应满足：

曝光室顶部外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4) 项目管理目标限值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），确定本项目管理目标限值为：

（1）曝光室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：a) 本项目职业人员每周的周围

剂量当量参考控制水平，其值应不大于100 μ Sv/周，公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于5 μ Sv/周，b) 曝光室外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 μ Sv/h。

曝光室顶的辐射屏蔽执行顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平取100 μ Sv/h（曝光室顶部没有人员到达，处于自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内的邻近建筑物均为单层建筑，高处无人员到达）。

（2）职业人员年剂量约束值不超过5mSv，公众年剂量约束值不超过0.1mSv。

5) 参考资料

1) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第13卷第2期，1993年3月），江苏省环境监测站。

表 7-3 江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

项目	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	7.0	12.3	14.0

现状评价时，参考“测值范围”数值进行评价。表格中数据已扣除宇宙响应值。

2) 方杰，辐射防护导论[M].北京：原子能出版社，1991

表 8 环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

宜兴市九洲封头锻造有限公司厂区位于宜兴市万石镇万园路 192 号，其厂区东侧为万园路、宜兴市万盛石化机械设备有限公司和无锡华莊锅炉有限公司；南侧为道路，道路南侧为无锡市博诺机械有限公司和江苏中茂包装科技有限公司；西侧为宜兴市太平电力设备有限公司、华康路；北侧为江苏泓宇帆金属科技有限公司在建车间。

本项目固定式 X 射线探伤房拟建址位于公司北侧新建厂房南部中间，X 射线探伤房拟建址东侧为 6#厂房、喷淋塔、7#厂房，南侧为厂区在用 3 座探伤房、5#厂房，西侧为 4#厂房加热炉控制室、加热炉、3#厂房，北侧为新建车间、厂区内道路。

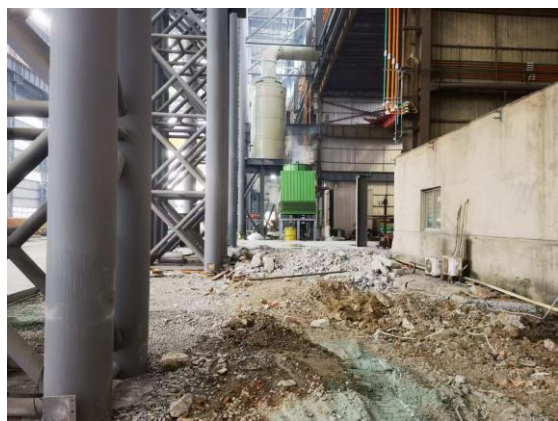
本项目固定式 X 射线探伤房包含曝光室、操作室、洗片室、评片室、档案室等辅房。曝光室为单层结构，辅房位于曝光室东侧，为二层结构，一层南侧自西向东依次为操作室、档案室；一层中部自西向东依次为切片室、洗片室、烘箱室；一层北侧自西向东依次为档案室、评片室和办公室；二层为档案室。

本项目探伤房曝光室周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。

本项目拟建址及周围环境现状见图 8-1。



探伤房拟建址现状



探伤房拟建址东侧现状

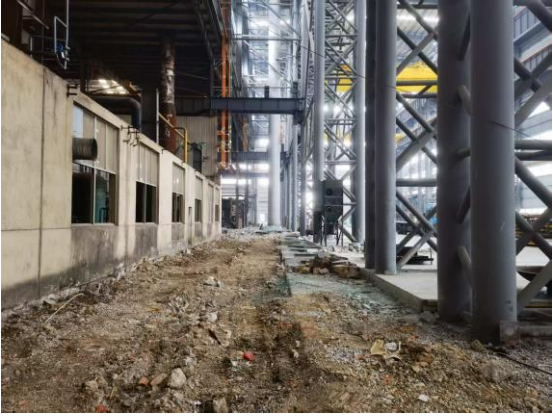
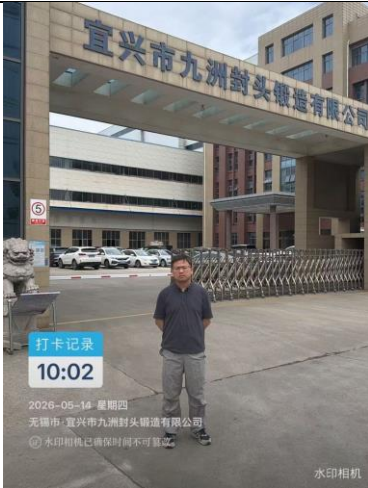
	
探伤房拟建址南侧现有 3 座 X 射线探伤房	探伤房拟建址西侧现状
	
探伤房拟建址北侧现状	探伤房所在车间北侧在建厂房现状
	
工程师现场踏勘照片	

图 8-1 本项目拟建址及周围环境现状照片

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象： 本项目探伤房曝光室拟建址周围辐射环境。

监测因子： γ 辐射剂量率。

监测点位：本项目探伤房曝光室拟建址及周围布设 6 个监测点位，分别位于探伤房曝光室拟建址及四周。

3. 监测方案、质量保证措施

监测方案：根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在本项目探伤房曝光室拟建址周围布设监测点位，对本项目探伤房曝光室拟建址周围环境 γ 辐射剂量率进行检测。

质量保证措施：检测机构已通过检验检测机构资质认定，合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性，同时满足相关标准要求。检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和公司《质量体系文件》的要求，实施全过程质量控制。检测人员均经过考核，检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测报告实行三级审核制度，检测时仪器使用前后检查是否正常。

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏省辐射环境保护咨询有限公司

监测仪器：FH40G 型 X- γ 辐射监测仪（仪器编号：030850+11392）

测量范围：1nSv/h~100 μ Sv/h

能量响应范围：40keV~4.4MeV

检定有效日期：2025.6.20~2026.6.19

检定单位：江苏省计量科学研究院

证书编号：Y2025-0060597

监测日期：2026 年 5 月 14 日

天气：晴

评价方法：参考表 7-4 江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目探伤房曝光室拟建址周围现状环境辐射剂量率监测结果见表 8-1（检测报告见附件 5），监测点位示意图见图 8-2。

表 8-1 本项目探伤房曝光室拟建址周围环境 γ 辐射剂量率

序号	检测点位	检测结果 (nGy/h)	标准偏差 (nGy/h)	备注
1	探伤房曝光室拟建址中部	67	1	平房
2	探伤房曝光室拟建址东侧	55	1	平房

3	探伤房曝光室拟建址南侧	56	1	楼房
4	探伤房曝光室拟建址西侧	59	2	平房
5	探伤房曝光室拟建址北侧	35	1	平房
6	探伤房所在车间北侧围墙处	73	0	道路

注：已扣除宇宙响应值。建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1。本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG 393，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy。监测时探伤房未开工建设。

根据表 8-1 的监测结果可知，本项目探伤房曝光室拟建址周围室内环境 γ 辐射剂量率在 (35~67) nGy/h，道路环境 γ 辐射剂量率为 73nGy/h，根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后道路 γ 辐射水平为 (18.1~102.3) nGy/h，室内 γ 辐射水平为 (50.7~129.4) nGy/h，本项目探伤房拟建址周围环境各检测点位 γ 辐射水平处于或略低于江苏省环境天然贯穿辐射水平测值范围内。

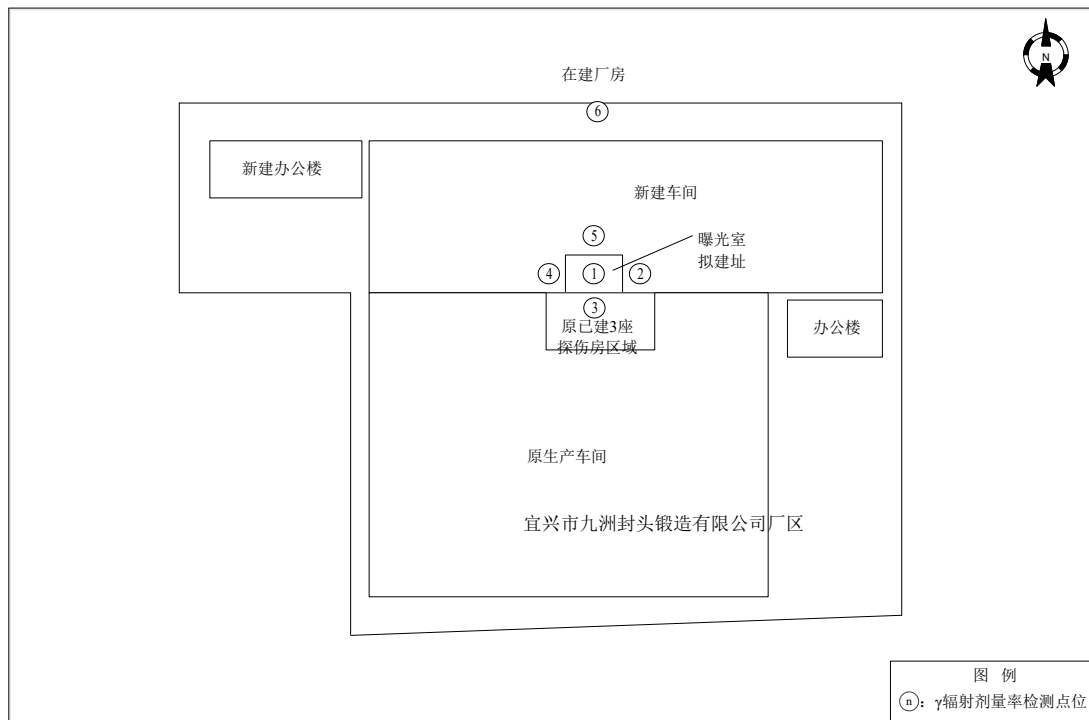


图 8-2 γ 辐射剂量率检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.工程设备

因产品质量检测需要，公司拟在厂区新建车间南部中间位置扩建一座 X 射线探伤房（4#探伤房，含曝光室及辅房），并在探伤房内配备 2 台 X 射线探伤机（2 台 XXCH3505 型周向机从公司现有探伤机调配，最大管电压 350kV，最大管电流 5mA）；主要用于检测公司生产的封头产品，最大尺寸：直径约 10m，厚度不超过 50mm。

本项目 X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与 X 射线发生器。X 射线发生器用于在控制器设置条件下进行曝光探伤。常见 X 射线探伤机外观图见图 9-1。



图 9-1 常见 X 射线探伤机外观图

2.工作原理

2.1 X 射线产生原理

X 射线发生器的核心部件是 X 射线管。X 射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成。X 射线管一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。

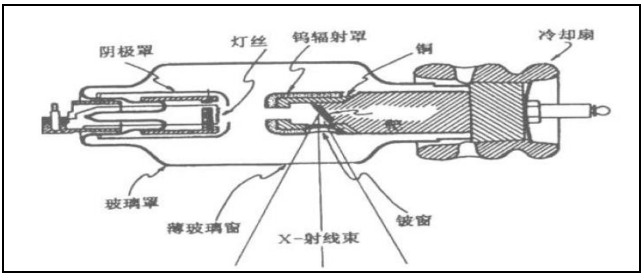


图 9-2 常见 X 射线管结构图

2.2 X 射线探伤工作原理

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

3. 工作流程及产污环节分析

X射线探伤时辐射工作人员通过轨道将工件从工件门运至曝光室内，在操作台进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

1) 辐射工作人员工作前需要开展各项检查，重点检查曝光室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。进入曝光室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X- γ 剂量率仪。交接班或当班使用便携式X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

2) 通过轨道将工件从工件门运至曝光室内，人员进入曝光室固定工件并在检测部位贴上感光胶片；

3) 将X射线探伤机固定到合适的位置；

4) 检查曝光室内人员滞留情况，确定无人后探伤工作人员关闭工件门，回到X射线探伤操作室并关闭人员门；

5) 探伤工作人员开启X射线探伤机进行无损检测，出束检测过程中产生X射线、少量臭氧和氮氧化物；

6) 达到预定照射时间和曝光量后关闭X射线探伤机，工作人员进入曝光室取下胶片；

7) 完成所有检测工作后，通过轨道将工件运出曝光室；

8) 辐射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，洗片过程中产生废胶片、废显（定）影剂、洗片冲洗废水。

固定式X射线探伤工作流程及产污环节见下图：

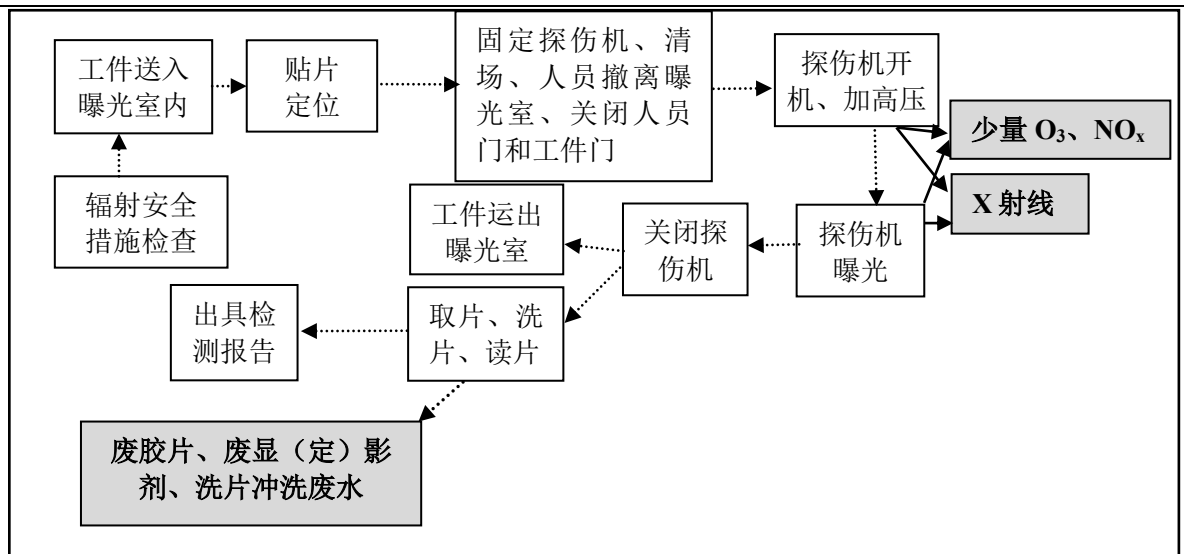


图 9-3 本项目探伤工作流程及产污环节

由图 9-3 可知，本项目固定式 X 射线探伤营运中产生的主要污染物如下

- (1) 探伤机出束过程中产生的 X 射线；
- (2) X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；
- (3) 当定影、显影剂在使用至无法起效时产生的废显（定）影剂；
- (4) 胶片冲洗过程产生洗片冲洗废水；
- (5) 探伤工作中可能产生废胶片。

4. 原有工艺不足和改进情况分析

根据现场调查可知，公司已有的固定式 X 射线探伤房项目工艺流程合理，已根据相应标准要求检测过程中采取安全防护措施。本项目扩建的固定式 X 射线探伤房与已有项目工艺流程一致，不存在工艺不足情况。

5. 工件信息

本项目探伤房主要用于公司生产的封头产品质量检测，最大尺寸：直径约 10m，厚度不超过 50mm。封头产品示意图见图 9-4。



图 9-4 本项目探伤工件示意图

5.人员配置及工作制度

工作制度：本项目探伤房辐射工作人员实行两班制，探伤房 X 射线探伤房周开机曝光时间不超过 20 小时，年开机曝光时间不超过 1000 小时（含训机时间）。本项目探伤房每次探伤只使用 1 台探伤机，不存在在曝光室内同时使用多台探伤机的情况。若探伤机长时间不用或初次使用需要先进行训机，训机过程也产生 X 射线。每台 X 射线探伤机使用之前应制作相应的曝光曲线，并定期对曝光曲线进行校验，新购或大修后的设备应重新制作曝光曲线，曝光曲线制作过程中，也产生 X 射线。训机在探伤房曝光室内进行，此时间包含在探伤房内年最大曝光时间 1000h 内。

人员配置：宜兴市九洲封头锻造有限公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，均为公司现有辐射工作人员。本项目辐射工作人员也负责公司现有探伤房的探伤作业，但不同时在 2 座及以上探伤房开展探伤作业。

污染源项描述

1.放射性污染源分析

由 X 射线探伤机工作原理可知，X 射线管只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对装置周围的工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线管在开机曝光期间，X 射线是本项目主要污染物。本项目 X 射线辐射类型分为以下 3 类，X 射线探伤机参数见表 9-1。

（1）有用线束

又称主射线，由于厂家未能提供本项目设备技术参数说明，X 射线探伤机输出量参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1，保守以 300kV 及 400kV 下 X 射线管输出量较大值进行插值计算得到，350kV 的 X 射线管 1m 处的输出量为 $22.2\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

（2）漏射线

由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中表 1 及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目管电压 350kV 的探伤机距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率 $<5.0\text{mSv/h}$ （ $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ）。

（3）散射线

当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射。根据《工

业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，本项目 350kV 的 X 射线 90°散射辐射最高能量为 250kV。

表9-1 本项目探伤机输出量参数

序号	射线装置	有用线束辐射输出量 $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$	距靶点 1m 处的泄漏 射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	90° 散射后 能量 (kV)
1	XXGH3505P 型 X 射线探伤机	22.2	5×10^3	250

2.非放射性污染源分析

（1）固体废物和废水

本项目会产生废显（定）影剂及废胶片，废显（定）影剂及废胶片（含重金属）属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16，废物代码为 900-019-16。每月预计产生废显（定）影剂 25kg，废胶片 2kg；每年预计产生废显（定）影剂 300kg，废胶片 24kg。

本项目运行后，评片和洗片过程可能会产生第一、二次胶片清洗废水，由于第一、二次胶片清洗废水含有重金属离子将参照危废管理，每月预计产生第一、二次胶片清洗废水 150kg，每年预计产生第一、二次胶片清洗废水 1800kg。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾和生活污水。

本项目运行后，评片和洗片过程可能会产生第三次及以上胶片清洗废水不作为危废处理，每月预计产生 50kg，每年预计产生 600kg。

（2）废气

X 射线探伤机在工作状态时，会使曝光室内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1.工作场所布局及分区

宜兴市九洲封头锻造有限公司扩建 1 座固定式 X 射线探伤房包括曝光室、操作室、洗片室、评片室等辅房，辅房位于曝光室东侧，人员门采用迷道形式。本项目拟配备 2 台 X 射线周向探伤机，主射线朝东墙、西墙、顶部及底部照射，操作室位于探伤房东南部，操作台位于操作室东南部，已合理避开探伤机有用线束方向。本项目 X 射线探伤房布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室应避开有用线束照射的方向并应与曝光室分开的要求，本项目探伤房工作场所布局设计基本合理。

本项目拟将固定式X射线探伤房曝光室实体屏蔽边界作为控制区边界，在曝光室出入口设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将操作室、洗片室、评片室等辅房的实体边界及曝光室南侧与现有探伤房间过道等处作为监督区边界，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，监督区入口处拟设立表明监督区的标牌，工作时无关人等不得进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定要求。两区划分示意情况见图10-1。

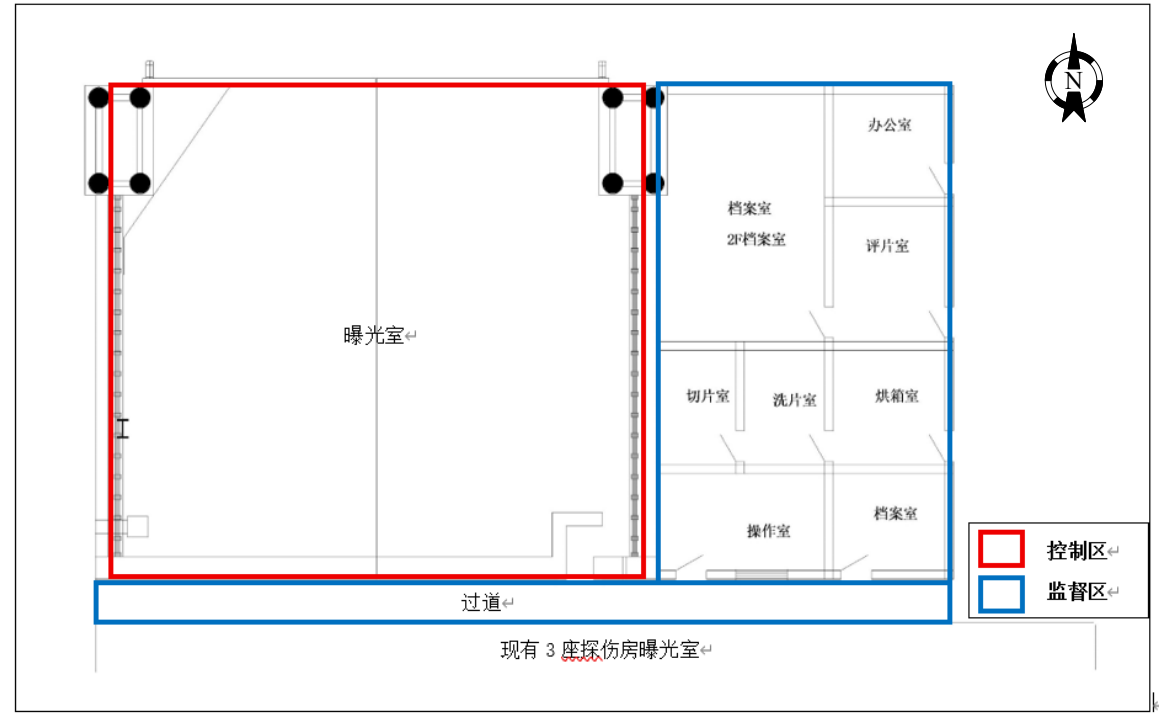


表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	探伤房曝光室	操作室、切片室、洗片室、烘箱室、评片室、办公室、档案室及曝光室南侧与现有探伤房间过道
划分依据	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1“注册者或者许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定位控制区，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 a) “采取适当的手段划出监督区的边界”。
分区管理措施	对控制区进行严格控制，曝光室内在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为辐射工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b) 在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌。
辐射防护措施	探伤房曝光室工件门和人员门上粘贴电离辐射警告标识。	入口处的适当地点设立标明监督区的标牌。

2.探伤房辐射屏蔽设计

本项目探伤房曝光室内部净长宽高为 14.8m（长）×13.75m（宽）×10.0m（高），曝光室屏蔽设计见表 10-2 和附图 4。

表 10-2 本项目固定式 X 射线探伤房屏蔽设计一览表

屏蔽体名称	屏蔽材料及厚度	备注
曝光室东侧、西侧墙体	东墙、西墙 8200mm 以下拟采用 800 mm 砼，8200mm 以上拟采用 500mm 砼；东西墙北侧拟对车间钢立柱浇筑混凝土，浇筑后混凝土立柱为 2000mm 砼	/
曝光室南侧、北侧墙体	拟采用 650 mm 砼	
曝光室顶部	拟采用 400 mm 砼	
曝光室迷道墙体	迷道内墙采用 400mm 砼、外墙拟采用 650 mm 砼	
曝光室工件门（北侧）	工件门拟采用 25 mmPb+10mmFe	
曝光室人员门（南侧）	人员门拟采用 25 mmPb+10mmFe	
通风管道	曝光室西墙拟采用 U 型地下穿墙通风管道，通风管道直径 400mm，埋地深度为 600mm，从曝光室地下穿过西墙，室外风管延至曝光室屋顶高	/
电缆管道	探伤室东墙与操作室之间拟设 U 型地下穿墙电缆管道，电缆管道直径 220mm，埋地深度为 400mm	

防护门门洞	工件门门洞 13.0m 宽×7.00m 高，工件门拟采用电动双开门，单扇工件门 6.95m 宽×7.40m 高；双开门搭接处采取互相咬合式拼接，双开门接缝处搭接 150mm；工件门左右各搭接 450mm，上下各搭接 180mm； 人员门门洞 0.8m 宽×2.0m 高，人员门 1.30m 宽×2.30m 高；人员门左右各搭接 250mm，上下各搭接 150mm； 防护门与墙体缝隙宽度小于 10mm	工件门、人员门与墙体重叠部分不小于工件门、人员门与墙体缝隙宽度的 10 倍要求
-------	---	---

注：混凝土密度为 2.35g/cm³，铅密度为 11.34g/cm³。

3.辐射安全措施设计

3.1 辐射防护措施

为确保辐射安全，保障 X 射线探伤项目安全运行，公司拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等标准要求设计相应的辐射安全装置和保护措施，本项目探伤房辐射安全与防护设施及措施与标准对照情况见表 10-3，辐射安全措施示意图见附图 5。

表 10-3 本项目探伤房辐射安全与防护设施及措施与标准对照情况一览表

序号	装置和措施	GBZ 117-2022 标准要求	本项目拟采取的辐射安全措施	是否满足
1	门-机联锁装置	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	曝光室工件门及人员门拟设置门机联锁装置，即使用中的 X 射线探伤机与防护门联锁。只有当工件门及人员门完全关闭后才能进行探伤作业。在探伤过程中，工件门或人员门被意外打开时，X 射线探伤机能立刻停止出束。在曝光室工件门旁及迷道口处拟设置紧急开门开关，以方便曝光室内部的人员在紧急情况下离开曝光室	是
2	信号指示装置	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“预备”和“照射”信号意义的说明	曝光室工件门、人员门上方及曝光室内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，X 射线探伤机工作时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近曝光室或在曝光室外做不必要的逗留。 “预备”信号拟持续足够长的时间，以确保曝光室内人员安全离开，“预备”信号和“照射”信号拟有明显的区别，并且拟与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。曝光室工件门、人员门上方及曝光室内醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。曝光室拟设置照射状态指示装置与 X	是

			射线探伤机进行联锁	
3	监视装置	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	拟在曝光室内西南角、东北角、迷道内、工件门外各安装 1 个摄像头，在操作台拟设置专用的监视器，可监视曝光室内人员的活动和探伤设备的运行情况	是
4	标志标识	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	曝光室工件门及人员门外设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留	是
5	急停装置、钥匙开关和开门开关	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	拟在曝光室内东墙、西墙处各设置 3 个急停按钮，在南墙设置 2 个急停按钮，在迷道内及操作台处各设置 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。本项目紧急停机按钮的设置能够使人员处在曝光室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。紧急停机按钮拟设有标签，标明使用方法	是
6	机械通风装置	6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次	本项目曝光室拟设直径 400mm 的 U 型埋地通风管，从曝光室地下穿过西墙，最终将臭氧和氮氧化物排出曝光室。本项目曝光室体积约为 2035m ³ ，拟设置为 7500m ³ /h 风机，每小时约能对探伤室进行 3.6 次换气，能够满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求	是
7	辐射探测报警装置	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置	拟在曝光室迷道口处设置固定式辐射探测报警装置，操作台处拟设置对应报警灯及剂量率显示界面	是
8	钥匙开关	/	操作台处拟设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线探伤机才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出	是
9	辐射监测仪器	4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护； 4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪	公司已为本项目配备 1 台便携式辐射监测仪，拟新增 2 台个人剂量报警仪，现有辐射工作人员已委托有资质单位对进行个人剂量监测及职业健康体检	是
10	规章制度	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； 4.6 应制定辐射事故应急预案	公司已成立辐射防护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，工作过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故	是

3.2 操作防护措施

(1) 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中 5.1.2 及 5.2.1.2 要求对本项目固定式 X 射线探伤房进行检查, 重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员在进入曝光室时, 除佩戴常规个人剂量计外, 还拟携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时, 辐射工作人员立即退出曝光室, 同时防止其他人进入曝光室, 并立即向辐射防护负责人报告。

(3) 辐射工作人员拟定期测量曝光室外周围区域的剂量率水平, 包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时, 立即终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 当班或交接班使用便携式 X- γ 剂量率仪前, 拟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, 则不应开始检测工作。

(5) 辐射工作人员拟正确使用配备的辐射防护装置, 如附加屏蔽, 把潜在的辐射降到最低。

(6) 在每一次照射前, 辐射工作人员都拟确认曝光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, 才能开始检测工作。

3.3 设备退役措施

本项目工业探伤设施不再使用, 本项目探伤房及 X 射线探伤机应根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 6.3 要求实施退役, 具体包括以下部分。

(1) 委托厂家将 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。

(2) 当射线装置从现场移走后, 会按监管机构要求办理相关手续。

(3) 将清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

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辐射安全要求。

三废的治理

1. 固废

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活垃圾，本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

本项目评片和洗片过程可能会产生废显（定）影剂、洗片冲洗废水和废胶片。在产生废显（定）影剂后立即用废液桶收集，并在探伤工作结束后运至危废库中废显（定）影剂存放区域；探伤产生废胶片在工作结束后收集运至危废库中废胶片存放区域；废显（定）影剂和废胶片入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。洗片冲洗废水通过管道进入公司废水处理设施：三效蒸发器，处理后生成结晶盐作为危废处理，委托泰州联泰固废处置有限公司处理处置，详见附件 4 危废处置合同。

本项目危废库位于宜兴市九洲封头锻造有限公司厂区南侧，详见附图 2。该危废库已按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，能够防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐。危废库内设消防设施，防止出现火灾。危废库门上张贴环保标识牌，明确危险废物种类，建设单位制定危废库管理制度，危废库由专人管理，做好危险废物情况的记录，注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、使用量等登记工作。危废库内划定废显（定）影剂和废胶片存放区域确保满足本项目的存放需求。

建设单位按照《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》等管理规定，制定危险废物管理计划、建立危险废物管理台账，在江苏省固体废物管理信息系统中实时申报危险废物的产生、贮存、转移等相关信息，在系统中打印的危废标志标识按规范要求张贴，实施对危险废物的规范化管理。

2. 废水

本项目不产生放射性液体废物。本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，产生的生活污水进入公司污水管网，最终进入污水处理厂处理。

3. 废气

本项目运行后不会产生放射性气体废物。X 射线探伤机在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。本项目探伤房曝光室西墙设置 1 个 $\phi 400\text{mm}$ 通风管道，使用 U 型过墙方式埋于地下 600mm 以下，接至曝光室西墙外通过机械排风排出曝光室，排风口高出探伤房顶部，臭氧及氮氧化物密度均大于空

气，一般较易沉积在曝光室底部，底部进风有效排出臭氧及氮氧化物，排风口区域为厂区车间，无长期居留人员，避免了向人口密集区。拟安装轴流风机排风量约为 $7500\text{m}^3/\text{h}$ ，曝光室体积约为 2035m^3 ，每小时有效换气次数 3.6 次，探伤作业时全程开启风机，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求，且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目的主体工程为建设 1 座固定式 X 射线探伤房（包括曝光室及其辅房）。施工过程中的扬尘、噪声、废水、固废，主要是通过施工管理等措施来进行控制。具体施工流程产污环节如下所示：

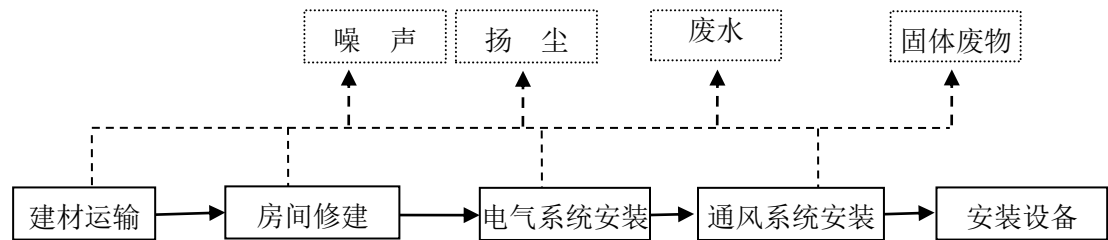


图 11-1 施工期工艺流程及产污环节图

（一）施工期扬尘

施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，针对上述大气污染拟采取以下措施：a、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b、车辆在运输建筑材料时采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（二）施工期噪声

施工期噪声包括土建施工过程、通风及电气设备安装过程中机械产生的噪声，由于项目评价范围内均为企业，公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。在施工时拟严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备。

（三）施工期废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水和施工废水。施工废水拟先经简易沉淀设施进行沉淀处理后，用于施工场地泼洒或水泥砂浆的配制；施工人员产生的生活污水拟通过厂区化粪池收集后排入污水管网。

（四）施工固废

施工期固废主要是装修过程中产生固体废物和施工人员产生的垃圾，装修固体废物为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集。该单位在施工期间认真搞好组织工作，文明施工，切实落实各种环保措施，将施工期的影响控制在公司内局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目探伤房曝光室通过混凝土屏蔽墙、屋顶、工件门对射线进行防护，探伤房内配备 2 台 X 射线探伤机，探伤时只开启其中 1 台探伤机进行探伤作业；本报告以 X 射线探伤机开机时对周围辐射影响进行理论预测分析。

一、X 射线探伤机辐射影响分析

本项目探伤房配套 2 台 XXGH3505P 型周向 X 射线探伤机，最大管电压为 350kV，最大管电流为 5mA。

使用周向探伤机时，探伤房曝光室东、西屏蔽墙及屋顶需要屏蔽有用射线，其他屏蔽体需要屏蔽泄漏辐射及散射辐射。本项目每次只开启一台探伤机进行探伤作业。预测时，选择 3505 型周向探伤机满功率运行工况，探伤机离地最大高度为 1.5m，探伤机距南、北墙体最近距离约为 2m，距东、西墙最近距离约为 1.5m，探伤机活动区域见附图 4。预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。本项目探伤房周围关注点及其需要防护的射线见表 11-1。

表 11-1 X 射线探伤时关注点及其需要防护的射线

序号	关注点	需要屏蔽的辐射源	剂量率控制水平
1	东墙外30cm	有用线束	2.5μSv/h
2	西墙外30cm	有用线束	2.5μSv/h
3	顶部外30cm	有用线束	100μSv/h
3	南墙外30cm	非有用线束*	2.5μSv/h
4	南侧人员门外30cm	非有用线束*	2.5μSv/h
5	北侧侧工件门外30cm	非有用线束*	2.5μSv/h
6	北墙外30cm	非有用线束*	2.5μSv/h

*注：非有用线束为漏射线叠加散射线

1.有用线束辐射影响分析

预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式，曝光室周围各关注点处的辐射剂量率理论计算结果见表 11-2。

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

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；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/(mA·h)，取值见表 9-1；

B ：屏蔽透射因子；利用《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的什值层公式 $B=10^{-X/TVL}$ 计算 B 值， X 取值为探伤房曝光室屏蔽设计厚度， TVL 取值根据《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 B.2，350kV 下 X 射线在混凝土中的什值层厚度 TVL 保守取 100 mm（以 300kV、400kV 的插值法取值）。

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

表 11-2 本项目探伤房曝光室 X 射线探伤机有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	TVL (mm)	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
东墙外 30cm (8.2m 以下)	800mm 砼	100	5	$22.2\times 60\times 10^3$	1.0×10^{-8}	2.6	9.85×10^{-3}	2.5	满足
东墙外 30cm (8.2m 以上)	500mm 砼	100	5	$22.2\times 60\times 10^3$	1.0×10^{-5}	9.3	0.770	2.5	满足
西墙外 30cm (8.2m 以下)	800mm 砼	100	5	$22.2\times 60\times 10^3$	1.0×10^{-8}	2.6	9.85×10^{-3}	2.5	满足
西墙外 30cm (8.2m 以上)	500mm 砼	100	5	$22.2\times 60\times 10^3$	1.0×10^{-5}	9.3	0.770	2.5	满足
顶部表面外 30cm	400mm 砼	100	5	$22.2\times 60\times 10^3$	1.0×10^{-4}	9.2	7.87	100	满足

注：[1]东、西墙表面外 30cm（8.2m 以下）的 R =探伤机距离东、西墙内侧最近距离 1.5m+墙厚 0.8m+关注点 0.3m=2.6m；

[2] 东、西墙表面外 30cm（8.2m 以上）的 R =探伤机距离东、西墙 8.2m 以上最近距离 8.5m（由 CAD 图纸量取）+墙厚 0.5m+关注点 0.3m=9.3m；

[3]顶部表面外 30cm 的 R =探伤机距离顶部内侧最近距离 8.5m+墙厚 0.4m+关注点 0.3m=9.2m。

从表 11-2 中预测结果可以看出，当本项目 3505 型周向探伤机以管电压 350kV，管电流 5mA 满功率运行时，有用线束对探伤房曝光室东、西屏蔽墙外 30cm 等处关注点贡献的最大剂量率为 0.770 $\mu\text{Sv/h}$ ，顶部外 30cm 处关注点的最大剂量率为 7.87 $\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤房辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

2.非有用线束屏蔽效果预测

非有用线束方向预测计算模式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

① 泄漏辐射

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

式中：

$\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

$\dot{H}_L$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1，取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

B ：屏蔽透射因子，利用《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的什值层公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算 B 值， X 取值为探伤房曝光室屏蔽设计厚度， TVL 取值根据《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 B.2，350kV 下 X 射线在铅中的什值层厚度 TVL 取 6.95 mm（以 300kV、400kV 的插值法取值），350kV 下 X 射线在混凝土中的什值层厚度 TVL 保守取 100 mm。

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

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

式中：

$\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，详见表 9-1。

B ：屏蔽透射因子，利用《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的什值层公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算 B 值， X 取值为探伤房曝光室屏蔽设计厚度， TVL 取值根据《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 B.2，250kV 下 X 射线在铅中的什值层厚度 TVL 取 2.9 mm，250kV 下 X 射线在混凝土中的什值层厚度 TVL 保守取 90 mm。

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, 可以用水的 α 值保守估计, 取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的附录 B 表 B.4.2。

R_s : 散射体至关注点的距离, m。

R_0 : 辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, m。

表 11-3 非有用线束方向关注点屏蔽效果预测表

关注点		南墙外 30cm	南墙人员门外 30cm	北墙外 30cm	工件门外 30cm
X 屏蔽材料设计厚度		650mm 混凝土	25mmPb +10mmFe	650mm 混凝土	25mmPb +10mmFe
泄漏辐射	TVL(mm)	100	6.95	100	6.95
	B	3.16×10^{-7}	2.53×10^{-4}	3.16×10^{-7}	2.53×10^{-4}
	$\dot{H}_L$	5000	5000	5000	5000
	$R(\text{m})$	2.95	4.285	6.77	2.985
	$H(\mu\text{Sv/h})$	1.82×10^{-4}	0.069	3.45×10^{-5}	0.142
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	250	250	250	250
	TVL(mm)	90	2.9	90	2.9
	B	5.99×10^{-8}	2.40×10^{-9}	5.99×10^{-8}	2.40×10^{-9}
	I(mA)	5	5	5	5
	$H_0(\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h}))$	$22.2 \times 60 \times 10^3$			
	$F(\text{m}^2)$	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ 保守取 $\frac{1}{50}$ (数据取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) B.4.2)			
	α				
	$R_0(\text{m})$				
	$R_s(\text{m})$	2.95	4.285	6.77	2.985
	$H(\mu\text{Sv/h})$	9.18×10^{-4}	1.74×10^{-5}	1.74×10^{-4}	3.58×10^{-5}
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)		1.10×10^{-3}	0.069	2.09×10^{-4}	0.142
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)		2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足

注: [1]南墙外 30cm 的 R =辐射源点到南墙的距离 2.0m+墙厚 0.65m+关注点 0.3m=2.95m;

[2]南墙人员门外 30cm 的 R=探伤机距离南墙内侧最近距离 2m+墙厚 0.4m+迷道内距离 0.9m+0.65m+门厚 0.035m+关注点 0.3m=4.285 m;

[3]北墙外 30cm 的 R=辐射源点到北墙（门洞上方）的距离 5.82m（由 CAD 图量取）+墙厚 0.65m+关注点 0.3m=6.77m;

[4]工件门外 30cm 的 R=探伤机距离工件门内侧最近距离 2.0m +门洞厚 0.65m+门厚 0.035m+关注点 0.3m=2.985m;

[3] Rs 为散射体（工件）至关注点距离；工件大小不定，因此保守取辐射源点至关注点的距离。

[5]人员门屏蔽仅考虑 Pb，未考虑 Fe，属于保守预测。

从表 11-3 中预测结果可以看出，当本项目 3505 型周向探伤机管电压为 350kV，管电流为 5mA 的满功率运行时，非有用线束对探伤房南、北屏蔽墙、人员门及工件门外 30cm 等处关注点辐射影响能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求。

根据企业提供的 2026 年现有 3 座 X 射线探伤房防护检测报告（附件 8），现有 3 座探伤房各屏蔽体表面 30cm 及周围 γ 辐射剂量率为（0.077~0.176）μSv/h，根据上文理论预测，本项目探伤房探伤机满功率运行时各屏蔽体表面 30cm 最大值为 0.142μSv/h，叠加现有核技术项目影响，仍能满足 2.5μSv/h 限值要求。本项目与现有 3 座探伤房不同时开机探伤。

3.迷道散射辐射影响分析

本项目固定式 X 射线探伤房探伤室采用“Z”型外迷道设计，利用散射降低人员门口处的辐射水平。本项目使用周向机开展探伤工作时迷道及射线进入迷道后散射示意图见图 11-1，X 射线经东墙、迷道内墙一次散射后到达人员门，散射路径如图中 O→A→B 所示，人员门采用 25 mmPb+10 mmFe 防护，根据《辐射防护导论》（方杰主编），迷道口处的反散射水平公式可按（公式 4）计算。

$$\dot{H}_{L,h}=\eta_{ys}\cdot\frac{F_{j0}\cdot\alpha_{v1}\cdot\alpha_1}{r_i^2\cdot r_{R1}^2}\quad\text{公式（4）}$$

式中：

$\dot{H}_{L,h}$ ：迷道出口处参考点的辐射剂量率，（μSv/h）；

η_{ys} ：辐射减弱的透射比；根据公式 $\eta_{ys}=10^{-X/TVL}$ 计算，其中 X 为屏蔽层铅厚度（mm），本项目取值为 25mm；参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 及附录 B 表 B.2，90° 散射后能量 250kV 下 X 射线在铅中的什值层厚度 TVL 取 2.9 mm；

F_{j0} ：距靶点 1m 的辐射剂量率（μSv·m²/h）；对于 X 射线， $F_{j0}=H_0\cdot I=22.2\times 60\times$

$10^3 \times 5 = 6.66 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$;

α_{γ} : 反射物的反射系数; 参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)附录B表B.3中保守取300kV的值, 本项目取 $\alpha_{\gamma 1} = 0.0019 \times 10000/400$;

a : 射线束在反射物上的投照面积, m^2 ; 本项目近似保守取值, $a_1 = \text{迷道入口高} 10.0\text{m} \times \text{宽} 0.8\text{m} = 8.0 \text{ m}^2$;

r_i : 辐射源同反射点之间的距离, m , 本项目取值为 $r_i = 1.599\text{m}$ (OA的实际距离);

r_R : 反射点到参考点的距离, m 。 $r_{R1} = 2.624\text{m}$ (AB的实际距离)

迷道散射的计算参数及结果如下:

表 11-4 本项目 X 射线迷道散射计算

参数	主射线散射
$F_{j0} (\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h})$	6.66×10^6
$\alpha_{\gamma 1}$	0.0475
$a_1 (\text{m}^2)$	8.0
$r_1 (\text{m})$	1.599
$r_{R1} (\text{m})$	2.624
$\eta_{\gamma S}$	2.10×10^{-9}
$\dot{H}_{L,h} (\mu\text{Sv/h})$	3.44×10^{-5}

注: [1]人员门屏蔽仅考虑铅的厚度, 未考虑 Fe 的厚度。

表 11-4 预测结果表明, 本项目固定式 X 射线曝光室使用 XXGH-3505P 型周向探伤机探伤时, 经一次散射并经人员门屏蔽后在门外的辐射剂量率约为 $3.44 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$, 叠加非主射线穿墙、穿门辐射剂量率后, 曝光室迷道出口辐射剂量率约为 $0.069 \mu\text{Sv/h}$, 能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

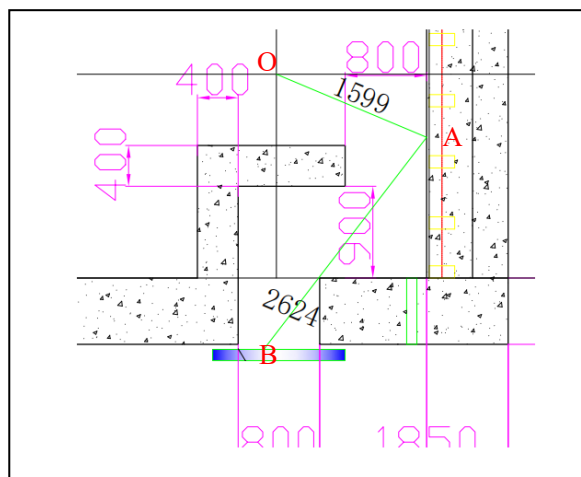


图 11-1 X 射线在迷道内散射路径示意图

4.天空反散射辐射影响分析

本项目探伤房顶部人员不可到达，但 X 射线穿透探伤房顶后因大气散射返回地面，可能会造成探伤房周围出现较高的辐射水平，因此曝光室顶的屏蔽主要考虑穿透 X 射线的天空反散射影响，天空反散射示意图见图 11-2。

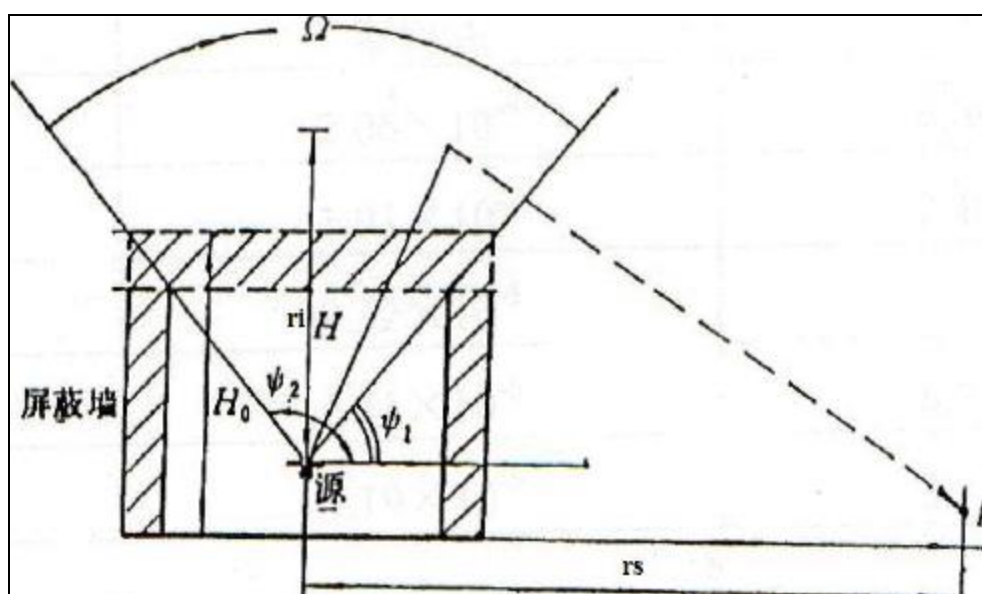


图 11-2 天空反散射示意图

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：

$$\eta_{ys} \leq 0.67 \frac{H_{L,h} \cdot r_i^2 \cdot r_s^2}{\dot{D}_{10} \cdot \Omega^{1.3}}$$

推导出：

$$H_{L,h} = \frac{\eta_{ys} \cdot \dot{D}_{10} \cdot \Omega^{1.3}}{0.67 \cdot r_i^2 \cdot r_s^2} \quad \text{公式 (5)}$$

式中：

0.67：单位换算系数；

$H_{L,h}$ ：参考点处相应的剂量当量率，Sv/h；

η_{ys} ：透射比；

r_i ：辐射源到屋顶上方 2m 处的距离 m；

r_s ：室外参考点到源的水平距离，本项目探伤房周围 50m 内没有敏感点， r_s 通过公式 $r_s = \frac{b \cdot r_i}{r_i - c}$ 计算得到；

$\dot{D}_{10}$ ：离源上方 1m 处的吸收剂量指数率，Gy·m²/min；对于 X 辐射源， $\dot{D}_{10} = I\delta_a$ 其中 I 是电流，mA； δ_a 是 X 射线发射率常数，Gy·m²·mA⁻¹·min⁻¹，从《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.1 查取（ δ_a 与 GBZ/T 250-2014 表 B.1 中的 X 射线输出量为同一物理量），该物理量取值与有用射束辐射影响预测计算中取值均查自 GBZ/T 250-2014 表 B.1。

Ω ：辐射源对屋顶张的立体角，单位为球面度，sr。 $\Omega = 4 \tan^{-1} \frac{ab}{cd}$ ，其中 a 是屋顶长度之半， b 是屋顶宽度之半， c 是辐射源到屋顶表面中心的最小距离（此处 a 、 b 的值统一取探伤室的内净尺寸，不包含四周墙体的厚度， c 统一取到屋顶外表面的距离，即加上屋顶墙体厚度）； d 是源到屋顶边缘的距离， $d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ 。

表 11-5 本项目 X 射线天空反散射计算

参数	主射线散射
$\dot{D}_{10}(\text{Gy} \cdot \text{m}^2/\text{min})$	22.2×5/1000=0.111
$\Omega(\text{sr})$	1.78
η_{ys}	1.00E-06
$r_i(\text{m})$	10.9
$a(\text{m})$	7.4
$b(\text{m})$	6.875
$c(\text{m})$	8.5
$d(\text{m})$	13.2
$r_s(\text{m})$	31.2
$H_{L,h}(\text{Sv/h})$	7.40×10 ⁻¹³

表 11-5 预测结果表明，当本项目管电压为 350kV，管电流为 5mA 的周向探伤机满功率运行时，天空反散射影响值约 7.40×10⁻⁷ μSv/h，叠加 X 射线探伤室四周墙体、工件门外最大辐射剂量率 0.142 μSv/h 后，关注点总剂量率约为 0.142 μSv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于

2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

5. 电缆沟、通风管道及门—墙接缝处辐射防护分析

(1) 本项目通风管道和电缆管道均拟采用埋地 U 型设计，其中通风管道直径为 400 mm，管道埋地深约 600 mm，从曝光室地下穿过西墙，室外风管延至曝光室屋顶高；电缆管道直径为 220 mm，管道埋地深约 400 mm，从曝光室内越墙穿至操作室。X 射线经过 U 型埋地管道至少会经过 3 次散射到达管道口处。根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，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”，可推断通风口及电缆管道口处的辐射剂量率能够满足标准要求。

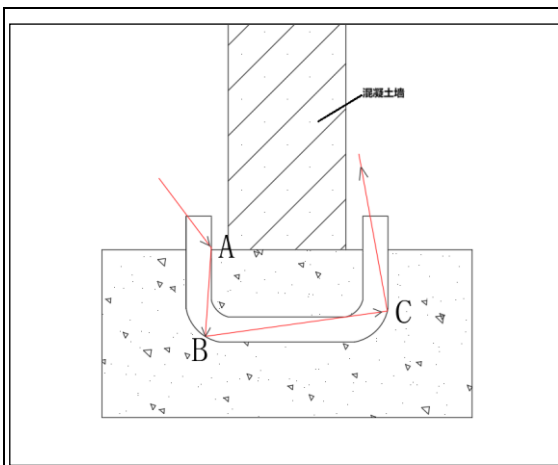


图 11-3 本项目电缆管道散射示意图

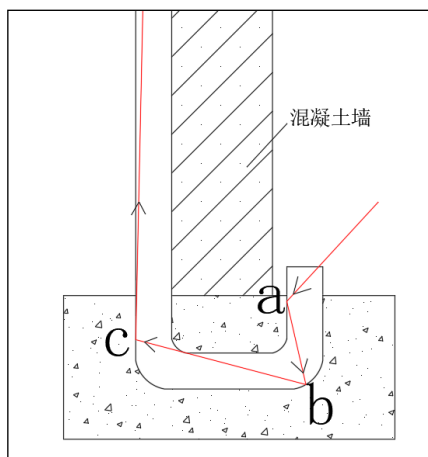


图 11-4 本项目通风管道散射示意图

(2) 本项目工件门、人员门设计尺寸均大于门洞，工件门门洞 13.0m 宽 $\times$ 7.00m 高，工件门拟采用电动双开门，单扇工件门 6.95m 宽 $\times$ 7.40m 高；双开门搭接处采取互相咬合式拼接，双开门接缝处搭接 150mm；工件门左右各搭接 450mm，上下各搭接 180mm；人员门门洞 0.8m 宽 $\times$ 2.0m 高，人员门 1.30m 宽 $\times$ 2.30m 高；人员门左右各搭接 250mm，上下各搭接 150mm；工件门、人员门与墙体之间的缝隙宽度均小于 10mm，2 扇工件门交汇处缝隙宽度小于 10mm，工件门、人员门与墙体重叠部分不小于工件门、人员门与墙体缝隙宽度的 10 倍，2 扇工件门搭接部分不小于交汇处缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断防护门缝隙处的辐射剂量率能满足标准要求。

6. X 射线探伤时人员有效剂量估算

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

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \text{公式 (6)}$$

式中： H_c ：参考点的年剂量水平， $\mu\text{Sv/a}$ ；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ：照射时间，h；

U ：使用因子；

T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为固定式 X 射线探伤房曝光室周围 50m 范围内其他人员。本项目操作室位于曝光室东侧。

根据表 11-2、11-3 结果代入公式（6），对各关注点处最大辐射剂量率值进行周剂量估算及年剂量估算，结果见表 11-6。

表 11-6 本项目 X 射线探伤房周围保护目标辐射影响理论估算结果表

位置	居留因子	使用因子	关注点参考辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	周剂量估算值 ^[1] ($\mu\text{Sv/周}$)	目标管理值($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量估算值(mSv/年)	目标管理值(mSv/年)
曝光室东侧 (操作室、切片室等)	1	1	9.85×10^{-3}	0.197	100 (工作人员)	9.85×10^{-3}	5 (工作人员)
曝光室南侧 (探伤房间过道)	1	1	6.90×10^{-2}	1.38		6.90×10^{-2}	
曝光室南侧 (5#厂房)	1/4	1	0.179 ^[2]	0.895	5 (公众)	4.48×10^{-2}	0.1 (公众)
曝光室西侧 4#厂房	1	1	9.85×10^{-3}	0.197		9.85×10^{-3}	
曝光室北侧 (新建厂房车间过道)	1/4	1	0.142	0.71		3.55×10^{-2}	
曝光室东侧 6#厂房	1	1	2.46×10^{-5} ^[3]	4.93×10^{-4}		2.46×10^{-3}	
曝光室北侧 (江苏泓宇帆金属科技有限公司)	1/4	1	6.31×10^{-6} ^[3]	3.16×10^{-5}		1.58×10^{-3}	

注：[1]本项目 X 射线探伤机周曝光时间最长不超过 20h，年曝光时间最长为 1000h；

[2] 关注点辐射剂量率，本项目南侧最大剂量率为 $0.069 \mu\text{Sv/h}$ ，根据企业 2026 年度检测报告（见附件 8），现有 3 座探伤房南侧屏蔽体外的最大剂量率 $0.179 \mu\text{Sv/h}$ ，由于企业探伤期间，探伤房不同时开展探伤作业，因此该关注点计算保守取较大值估算；

[3]按照东侧、北侧曝光室表面 30cm 估算值通过距离反比平方推算结果。

根据表 11-6 理论计算结果，本项目探伤房 X 射线探伤时辐射工作人员周有效剂量最大为 $1.38 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $6.90 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ；周围公众周有效剂量最大为 $0.895 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $4.48 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标限值要求。

由于本项目辐射工作人员为现有人员调配，除负责本项目探伤作业，企业现有 3 座探伤房的探伤作业也有本项目辐射工作人员负责。根据企业辐射工作人员 2025 年度个人剂量检测情况，见表 11-7，叠加表 11-6 理论预测结果，本项目辐射工作人员年有效剂量仍能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标限值要求。

表 11-7 辐射工作人员 2025 年度个人剂量情况表

姓名	2025 年一季 度（mSv）	2025 年二季 度（mSv）	2025 年三季 度（mSv）	2025 年四季 度（mSv）	2025 年年有 效剂量 （mSv）
陈科健	0.0243	0.0241	0.0181	0.0830	0.1495
史丽萍	0.0243	0.0523	0.0181	0.0540	0.1487
谈敏杰	0.0243	0.0241	0.0181	0.0730	0.1395
蒋朝晖	0.0243	0.0241	0.0181	0.0650	0.1315

根据企业提供现有 3 座 X 射线探伤房 2026 年辐射防护检测报告（附件 8），现有 3 座探伤房运行时对公众处的 γ 辐射剂量率为（0.075~0.085） $\mu\text{Sv/h}$ ，根据原环评报告，现有 3 座探伤房周探伤时间约 10h，年探伤时间约 500h，周围公众周有效剂量最大为 0.85 μSv ，年有效剂量为 0.043mSv，叠加本项目对公众的影响，仍能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众的限值要求。

二、探伤设施的退役

本项目工业探伤设施不再使用，本项目探伤房及 X 射线探伤机应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.3 要求实施退役，具体包括以下部分。

- （1）委托厂家将 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。
- （2）当射线装置从现场移走后，会按监管机构要求办理相关手续。
- （3）清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

三、放射性“三废”的治理措施评价

本项目运行过程中没有放射性废水、废气、放射性固体废物产生。

四、非放射性“三废”治理措施评价

1、废气处理措施

本项目运行后不会产生放射性气体废物。X 射线探伤机在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。本项目探伤房曝光室西墙设置 1 个

φ400mm 通风管道，使用 U 型过墙方式埋于地下 600mm 以下，接至曝光室西墙外通过机械排风排出曝光室，排风口高出探伤房顶部，臭氧及氮氧化物密度均大于空气，一般较易沉积在曝光室底部，底部进风有效排出臭氧及氮氧化物，排风口区域为厂区车间，无长期居留人员，避免了向人口密集区。拟安装轴流风机排风量约为 7500m³/h，曝光室体积约为 2035m³，每小时有效换气次数 3.6 次，探伤作业时全程开启风机，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求，且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

2、废水处理措施

本项目不产生放射性液体废物。本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，产生的生活污水进入公司污水管网，最终进入污水处理厂处理。

3、固体废物

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活垃圾，本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

本项目评片和洗片过程中可能会产生废显（定）影剂和废胶片。在产生废显（定）影剂后立即用废液桶收集，并在探伤工作结束后运至危废库中废显（定）影剂存放区域；探伤产生废胶片在工作结束后收集运至危废库中废胶片存放区域；废显（定）影剂和废胶片入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。洗片冲洗废水通过管道进入公司废水处理设施：三效蒸发器，处理后生成结晶盐作为危废处理。

本项目危废库位于宜兴市九洲封头锻造有限公司厂区南侧。该危废库已按照《危险废物贮存污染控制标准 GB18597-2023》相关要求建设，能够防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐。危废库内设消防设施，防止出现火灾。危废库门上张贴环保标识牌，明确危险废物种类，建设单位制定危废库管理制度，危废库由专人管理，做好危险废物情况的记录，注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、使用量等登记工作。危废库内划定废显（定）影剂和废胶片存放区域确保满足本项目的存放需求。

建设单位按照《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上

线运行工作的通知》等管理规定，制定危险废物管理计划、建立危险废物管理台账，在江苏省固体废物管理信息系统中实时申报危险废物的产生、贮存、转移等相关信息，在系统中打印的危废标志标识按规范要求张贴，实施对危险废物的规范化管理。

事故影响分析

本项目 X 射线探伤机均为Ⅱ类射线装置。在 X 射线探伤机探伤过程中，若不采取适当的屏蔽措施，可能对操作 X 射线探伤机的辐射工作人员及周围公众造成放射性损伤，X 射线探伤机在开机曝光期间，会产生 X 射线，可能会造成意外照射。

本项目可能发生的辐射事故：

1) X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下，曝光室门机联锁失效，工作人员误入曝光室；

2) 曝光室门机联锁失效，工件门未完全关闭，X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下对曝光室周围人员造成意外照射；

3) 探伤操作人员未发现曝光室内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射；

4) 探伤机进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

5) 曝光室防护门屏蔽受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

本项目针对上述可能发生的辐射事故提出预防措施：

1) 误入人员可按下室内紧急停机按钮并通过紧急开门按钮逃离曝光室，辐射工作人员对于人员误入曝光室应及时按下急停按钮，停止探伤机曝光，核算人员误照射剂量，并及时到专业医院就诊检查治疗。

2) 辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保完好。确保在所有防护门关闭后，X 射线探伤机才能进行照射；定期认真地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，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的 安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

3) X 射线探伤时辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。

4) 探伤工作人员在进入探伤房时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。

5) 对辐射工作人员造成意外照射, 应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计, 剂量超标的人员应及时调岗, 并及时到专业医院就诊检查治疗。

6) 建设单位制定《固定式射线探伤操作规程》。凡涉及对 X 射线探伤机进行操作, 必须按操作规程执行, 探伤作业时, 至少有 2 名操作人员同时在场, 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。

7) 定期对探伤机进行维护、保养, 对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

8) 辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业, 同时定期进行辐射安全与防护培训, 提升安全与防护意识。

9) 公司在日常工作中应加强辐射安全管理, 定期对探伤机进行检查、维护, 发现问题及时维修; 严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作, 每次探伤前检查探伤房门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性, 定期检测曝光室的周围辐射水平, 确保安全措施有效运行; 同时针对可能发生的辐射安全事故, 完善切实可行的辐射事故应急预案, 以能够有序应对事故。此外, 公司应完善应急计划演练, 配备应急物品, 通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度, 提高制度的可操作性。

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》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置及放射源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；辐射工作人员及管理人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的考核，管理人员考核类型为“辐射安全管理”，辐射工作人员考核类型为“X 射线探伤”。

宜兴市九洲封头锻造有限公司已成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。本项目配备 4 名辐射工作人员，均已通过生态环境部培训平台上的线上考核，考核类型为“X 射线探伤”。此外，担任本项目辐射防护负责人的 1 名辐射工作人员还需通过管理人员相关考核，考核类型为“辐射安全管理”。

辐射安全管理规章制度

公司已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定相关辐射安全管理制度，包括操作规程、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、事故应急制度等。

公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司相关制度均已落实且严格执行，公司各项辐射安全管理制度执行情况良好。公司还应针对本项目对已有辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

岗位职责：制定管理人员、辐射工作人员、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。

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。

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是探伤装置的运行和维修时辐射安全管理。

设备维修制度：明确探伤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，确保探伤装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

射线装置使用登记、台账管理制度：根据射线装置使用具体情况制定制度，重点是射线装置使用状况、出入库等的记录。

人员培训计划：制定人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。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通过生态环境部组织的考核后方可上岗。

监测方案：制定监测方案，方案中应明确监测仪器定期送有资质单位检定或校准，写明检定周期；明确监测频次和监测项目（内容）、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，监测结果存档。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。工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

事故应急方案：依据《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）的要求建立事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、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、应急演习计划；辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故调查、报告和处 理程序；应急领导小组成员姓名及联络电话、当地的救援报警电话。

职业健康体检：公司应组织工作人员上岗前进行职业健康体检，在岗期间定期复检，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查，辐射工作人员无论何种原因脱离辐射工作时，公司应及时安排其进行离岗时的职业健康检查，以评价其离岗时的健康状况；如果最后一次在岗期间职业健康检查在离岗前三个月内，可视为离岗时检查，但应按离岗时检查项目补充未检查项目；公司应建立辐射工作人员职业健康监护档案。

此外，公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

辐射监测

宜兴市九洲封头锻造有限公司现有 3 座 X 射线探伤房已于 2026 年 4 月委托江苏宁大卫防检测技术有限公司开展年度检测，检测结果符合《工业探伤放射防护标准》GBZ117-2022 要求；委托常州环宇信科环境检测有限公司开展辐射工作人员外照射个人剂量检测，近 1 年检测结果未出现人员受照剂量超标的情况。详见附件 8、附件 9。

1. 监测方案

针对本项目新建探伤房，制定如下监测方案：

1) 委托有资质单位定期对曝光室周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1~2 次；

2) 曝光室内进行探伤作业时公司辐射安全管理人员对曝光室周围的辐射水平进行监测（每月一次），并做好相关记录。若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

3) 公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，已委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，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。生态环境法规文件中关于个人剂量档案保存期限的规定（《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修正本）》中要求为“应当长期保存”；同时根据《放射工作人员职业健康管理暂行办法》单位须终生保存，内容包括：职业史、既往病史、照射接触史、历次体检结果、个人剂量监测数据、培训记录、放射性疾病诊疗资料等。公司将从严执行，终生保存个人剂量档案、职业健康监护档案等内容。

本项目辐射监测方案具体见表 12-1。

表 12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测因子	监测方式	监测周期	监测点位
探伤房曝光室	验收监测	X-γ 辐射剂量率	委托有资质单位进行	项目运行前 1 次	①通过巡测发现辐射水平异常高的位置； ②曝光室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点； ③曝光室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每
	年度监测		委托有资质单位进行	每年 1~2 次	
	自主监测		自行监测	每月一次	

					个墙面至少测 3 个点； ④人员经常活动的位置（包含天空反散射可能影响区域）。
辐射工作人员	职业性外照射个人监测	个人剂量当量	委托有资质单位进行	每 3 个月一次	/

2. 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》（GBZ 117-2022）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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器；公司已为本项目配备1台辐射剂量巡测仪，拟新增2台个人剂量报警仪。项目运行后公司应定期对探伤房周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

辐射事故应急

宜兴市九洲封头锻造有限公司已制定《辐射事故应急预案》，应急预案内容包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （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）应急演练计划；
- （4）辐射事故分级与应急响应措施；
- （5）辐射事故调查、报告和处理程序。

宜兴市九洲封头锻造有限公司应依据《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）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告，并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

宜兴市九洲封头锻造有限公司按照其制定的《辐射事故应急预案》，每年组织开展一次应急演练，辐射防护机构管理人员、辐射工作人员全员参与，熟悉演练过

程并作好相关记录。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

宜兴市九洲封头锻造有限公司厂区位于宜兴市万石镇万园路 192 号，地理位置图见附图 1。其厂区东侧为万园路、宜兴市万盛石化机械设备有限公司和无锡华莊锅炉有限公司；南侧为道路，道路南侧为无锡市博诺机械有限公司和江苏中茂包装科技有限公司；西侧为宜兴市太平电力设备有限公司、华康路；北侧为江苏泓宇帆金属科技有限公司厂区内过道及在建厂房。

本项目固定式 X 射线探伤房拟建址位于公司北侧新建厂房南部中间（公司现有探伤房北侧），X 射线探伤房拟建址东侧为 6#厂房、喷淋塔、7#厂房，南侧为厂区内在用 3 座探伤房、5#厂房，西侧为 4#厂房内加热炉控制室、加热炉、3#厂房，北侧为新建厂房、厂区内道路。

本项目固定式 X 射线探伤房周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及探伤室周围评价范围内的公众。

1.2 实践正当性

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。

1.3 项目分区与布局

本项目拟将曝光室边界作为本项目的辐射防护控制区边界，探伤期间禁止任何人员进入；将探伤室东侧相邻辅房区域、南侧与现有 3 座探伤房相邻过道区域作为辐射防护监督区边界。辐射防护分区满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射工作场所控制区和监督区的划分要求。

本项目拟配备 2 台 X 射线周向探伤机，主射线朝东墙、西墙、顶部及底部照射。操作台位于操作室东南部，已合理避开探伤机有用线束方向。本项目固定式 X 射线探伤房布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室避开主射线方向、操作室与探伤室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

1.4 辐射安全措施

(1) 辐射安全措施

本项目固定式 X 射线探伤房曝光室工件门及人员门拟设置门机联锁装置，曝光室工件门旁及迷道口处拟设置紧急开门开关；曝光室工件门、人员门上方及曝光室内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机进行联锁；曝光室工件门、人员门上方及曝光室内醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；曝光室工件门及人员门外醒目位置处拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在曝光室内设置 8 个紧急停机按钮，迷道内及操作台处各设置 1 个紧急停机按钮；操作台处拟设置钥匙开关；探伤室迷道口处拟设置固定式辐射探测报警装置；拟在曝光室内、迷道内及工件门外安装摄像头。

(2) 操作防护措施

辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 及 5.2.1.2 要求对本项目固定式 X、 γ 射线探伤房进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常。辐射工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还拟携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员立即退出探伤室，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。辐射工作人员拟定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，立即终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。使用便携式 X- γ 剂量率仪前，拟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，则不应开始检测工作。辐射工作人员拟正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。在每一次照射前，辐射工作人员都拟确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门人员门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测工作。

(3) 探伤机退役处理措施

当 X 射线探伤机不再使用时，拟实施退役程序。X 射线探伤机的 X 射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；退役时拟清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

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辐射安全要求。

1.5 辐射安全管理

宜兴市九洲封头有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责，已制定相关的辐射安全管理制度及辐射事故应急预案。本项目拟配备 4 名探伤工作人员（其中 1 人兼职辐射防护负责人，均为现有辐射工作人员），辐射工作人员均通过辐射安全和防护专业知识考核合格后上岗。辐射防护负责人还需参加并通过管理人员相关考核。辐射工作人员已进行个人剂量监测和职业健康体检，并建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。

该公司已为本项目配备 1 台环境辐射剂量巡测仪，用于对本项目探伤现场周围的辐射水平进行监测。该公司还拟新增 2 台个人剂量报警仪。

在落实以上辐射安全管理措施后，本项目的辐射安全管理措施将能够满足辐射安全要求。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

根据理论预测结果，本项目固定式 X 射线探伤房运行后曝光室周围的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的辐射剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束限值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

2.3 “三废”处理措施

本项目运行过程中没有放射性废水、废气、固废产生。

本项目 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线可使空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物。曝光室拟设 U 型埋地通风管，本项目曝光室内通风管道每小时约能对探伤室进行 3.6 次换气，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目运行后产生的显影、定影废液、胶片清洗废水及废胶片，显影、定影废液及废胶片属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16（900-019-16）的危险废物，胶片清洗废水中含重金属，参照 HW16（900-019-16）作危废处理，不得随意排放。探伤过程中产生的显影、定影废液、废胶片在收集后贮存于公司危废库内，定期交由泰州联泰固废处置有限公司处理处置。洗片冲洗废水通过管道进入公司废水处理设施：三效蒸发器，处理后生成结晶盐作为危废处理。

辐射工作人员生活污水拟排入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，宜兴市九洲封头锻造有限公司扩建 1 座固定式 X 射线探伤房项目在落实本报告提出的各项辐射安全措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其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。

建议和承诺

1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

4) 建设单位在获得本项目环评批复后且探伤房建设完成后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求申领辐射安全许可证。

5) 项目运行后，建设单位应根据《建设项目环境保护管理条例》（2017 修改版），参考《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》要求，及时完成自主竣工验收。验收期限一般不超过 3 个月，若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。

6) 建设单位应按照江苏省生态环境厅发布的《核技术利用单位辐射安全标准化建

设指南（工业射线探伤类）》编制自评估报告，每年一月各单位根据上一年度辐射安全改进提升情况再次进行自评估，自评估报告作为年度评估报告附件，于 1 月 31 日前一并上传至国家核技术利用申报系统。

表 14 审批

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

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用Ⅱ类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	/
辐射安全和防护措施	本项目固定式 X 射线探伤房曝光室内净尺寸为 14.8m 长×13.75m 宽×10.0m 高。曝光室东墙、西墙 8200mm 以下拟采用 800 mm 砼，8200mm 以上拟采用 500mm 砼；东西墙北侧拟对车间钢立柱浇筑混凝土，浇筑后混凝土立柱为 2000mm 砼；南墙、北墙拟采用 650mm 砼，顶部墙体拟采用 400mm 砼，工件门拟采用 25 mmPb+10mmFe；人员门拟采用 25 mmPb+10mmFe	曝光室表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h 及无人员到达的探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平为 100μSv/h”的要求。	100
	本项目固定式 X 射线探伤房曝光室工件门及人员门拟设置门机联锁装置，曝光室工件门旁及迷道口处拟设置紧急开门开关；曝光室工件门、人员门上方及探伤室内拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机进行联锁；曝光室工件门、人员门上方及探伤室内醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；曝光室工件门及人员门外醒目位置处拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在曝光室内设置 8 个紧急停机按钮，迷道内及操作台处各设置 1 个紧急停机按钮；操作台处拟设置钥匙开关；曝光室迷道口处拟设置固定式辐射探测报警装置；拟在曝光室内及工件门外安装摄像头。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的相关要求	
人员配备	本项目配备 4 名辐射工作人员，辐射工作人员应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。辐射管理人员需通过相关管理考核。	满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	定期投入
	公司已委托有资质的单位对 4 名辐射工作人员开展个人剂量监测（3 个月/次），并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案		
	公司已定期（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）组织 4 名辐射工作人员进行职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员职业健康监护档案		
监测仪器和防护用品	公司已配备 1 台 X-γ 剂量率巡检仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目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，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	/
	本项目拟新增 2 台个人剂量报警仪		0.5
辐射安全	公司已根据相关标准要求，制定了一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职	满足《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	/

管理制度	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、台账管理制度以及辐射事故应急预案等制度	安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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预案	
------	--	---	--

以上措施需在项目运行前落实。