

核技术利用项目

固定式 X 射线探伤线技术改造项目
环境影响报告表

(公示稿)

南京龙超金属制造科技有限公司

2021年12月

生态环境部监制

核技术利用项目

固定式 X 射线探伤线技术改造项目

环境影响报告表

(公示稿)

南京龙超金属制造科技有限公司

2021 年 12 月

生态环境部监制

核技术利用项目

固定式 X 射线探伤线技术改造项目 环境影响报告表

建设单位名称：南京龙超金属制造科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：



通讯地址：南京市江宁区湖熟街道波光路 26 号

邮政编码：211100

联系人：曹雪纯

电子邮箱：738902462@qq.com

联系电话：18351946606

编制单位和编制人员情况表

项目编号	qa991u		
建设项目名称	固定式X射线探伤线技术改造项目		
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)	南京龙超金属制造科技有限公司		
统一社会信用代码	913201156983639885		
法定代表人 (签章)	李志超		
主要负责人 (签字)	李志超		
直接负责的主管人员 (签字)	曹雪纯		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	南京瑞森辐射技术有限公司		
统一社会信用代码	91320106694645355K		
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
陈朝晖	2014035320352013321405000117	BH019830	陈朝晖
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张晋	表1 项目基本情况 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 表8 环境质量与辐射现状	BH039209	张晋
陈朝晖	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	BH019830	陈朝晖

环评项目负责人职业资格证



姓名: 陈朝晖
 Full Name: _____
 性别: _____
 Sex: _____
 出生年月: 1969年12月
 Date of Birth: _____
 专业类别: _____
 Professional Type: _____
 核准日期: 2014年05月
 Approval Date: _____

持证人姓名:
 Signature of the holder: _____

签发单位盖章:
 Issued by: _____
 签发日期: 2014年09月04日
 Issued on: _____

2014035320352013321405000117
 管理号:
 File No.

江苏省社会保险权益记录单 (参保单位)



参保单位名称: 南京瑞森辐射技术有限公司
 统一社会信用代码: 91320106694645355X

现参保地: 玄武区
 查询时间: 2021年02月12日

共1页, 第1页

单位参保险种		养老保险		医疗保险		失业保险	
缴费总人数		32		32		32	
序号	姓名	公民身份证号(社保卡编号)	缴费起止年月	缴费月数			
1	陈朝晖	3196912202038	202107 - 202112	6			

说明:

1. 本权益单涉及单位及参保人员信息, 单位应妥善保管。
2. 本权益单为打印时生成, 不可随意篡改。
3. 本权益单已加盖电子印章, 不可随意篡改。
4. 本权益记录单自有效期为16个月, 如有疑问, 请使用江苏智慧人社APP, 扫描右上方二维码进行验证(可多次验证)。





江苏省社会保险权益记录单（参保单位）

参保单位全称：南京瑞森瑞射技术有限公司

现参保地：玄武区

统一社会信用代码：91320106694645355K

查询时间：202107-202112

共1页，第1页

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险	
缴费总人数	32	32	32	
序号	姓名	公民身份号码（社会保障号）	缴费起止年月	缴费月数
1	张智	612526199804112313	202107 - 202112	6

说明：

1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已加盖电子印章，不再加盖鲜章。
4. 本权益单记录单出具后有效期内（6个月），如需核对真伪，请使用江苏省人社APP，扫描右上方二维码进行验证（可多次验证）。



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.....	- 16 -
表 9	项目工程分析与源项.....	- 19 -
表 10	辐射安全与防护.....	- 22 -
表 11	环境影响分析.....	- 27 -
表 12	辐射安全管理.....	- 39 -
表 13	结论与建议.....	- 42 -
表 14	审批.....	- 46 -
附图 1	南京龙超金属制造科技有限公司本项目地理位置示意图.....	- 49 -
附图 2	南京龙超金属制造科技有限公司周围环境示意图.....	- 50 -
附图 3	南京龙超金属科技制造有限公司平面布置示意图.....	- 51 -
附图 4	本项目探伤房平面布置及周围环境示意.....	- 52 -
附图 5	本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图.....	- 53 -
附件 1	项目委托书.....	- 54 -
附件 2	射线装置使用承诺书.....	- 55 -
附件 3	投资项目备案证.....	- 56 -
附件 4	原有核技术利用项目环保手续履行情况.....	- 57 -
附件 5	一般项目环评及其批复.....	- 67 -
附件 6	辐射安全许可证.....	- 69 -
附件 7	辐射环境现状监测报告.....	- 72 -
附件 8	危险废物处置协议及处置单位资质.....	- 80 -
附件 9	辐射安全管理规章制度.....	- 84 -
附件 10	现有核技术利用项目辐射监测开展情况.....	- 100 -
附件 11	探伤室防护参数说明.....	- 116 -
附件 12	危险废物台账、危废转移联单.....	- 117 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		固定式 X 射线探伤线技术改造项目			
建设单位		南京龙超金属制造科技有限公司 (统一社会信用代码: 913201156983639885)			
法人代表	李志超	联系人	曹雪纯	联系电话	18351946606
注册地址		南京市江宁区湖熟街道波光路 26 号			
项目建设地点		南京市江宁区湖熟街道波光路 26 号公司 2#厂房内			
立项审批部门		南京市江宁区行政审批局	批准文号	2109-320115-89-02-362229	
建设项目总投资 (万元)		70	项目环保投资 (万元)	10	投资比例(环保 投资/总投资) 14%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性物质		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
项目概述					
一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来					
<p>南京龙超金属制造科技有限公司(以下简称“公司”)位于南京市江宁区湖熟街道波光路 26 号,注册资金 3000 万元,是一家集铝合金、铜合金、镁合金、铸造及精密加工为一体的拥有自主研发新材料、新产品、研制、生产、加工、销售的高新技术企业。</p> <p>2014 年 3 月,南京龙超金属科技制造有限公司于公司厂房内新建 1 座固定式 X</p>					

射线探伤房（1#），该项目于2014年7月完成环境影响评价工作，并于2014年7月28日取得（原）江苏省环境保护厅的批复，批复文号：苏环辐（表）审[2014]093号；2017年1月，公司于厂区内扩建1座固定式X射线探伤房（2#），扩建项目于2017年3月完成环境影响评价工作，并于2017年3月8日取得（原）南京市环境保护局的批复，批复文号：宁环辐[2017]016号；以上新建、扩建项目均于2018年2月完成竣工环境保护验收，其环评、批复及验收文件详见附件4。

根据公司发展需求，为了保证产品质量，加强产品检测力度，南京龙超金属制造科技有限公司拟在公司2#厂房内再行扩建2座固定式X射线探伤房（3#、4#），配备5台工业X射线探伤机对本公司的产品进行无损检测。2#厂房为公司“航空航天增材制造应用技术改造项目”建设内容，该项目已于2018年11月完成环境影响评价工作，并于2018年12月27日取得（原）南京市江宁区环境保护局的批复，批复文号：江宁环审[2018]259号（详见附件5）。本次技术改造项目已进行立项备案，并于2021年9月15日获得南京市江宁区行政审批局核准的投资备案证，备案证号：江宁审批报备（2021）392号，项目代码为：2109-320115-89-02-362229，详见附件3。

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，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，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》（生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目拟扩建的固定式X射线探伤房（配备5台X射线探伤机），属于“172核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。受南京龙超金属制造科技有限公司的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该公司固定式X射线探伤线技术改造项目的环评工作（委托合同见附件1）。我公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。本项目核技术利用情况见表1-1。

表 1-1 本项目核技术利用项目一览表

序号	射线装置名称型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	工业 X 射线机 (XXH-2505)	1	250	5	II	4# 探伤房	未使	本次环评	未许可	周向

2	工业 X 射线机 (XXQ-2005)	1	200	5	II	4# 探伤房	用	本次环评	未许可	定向
3	工业 X 射线机 (XXH-2505)	1	250	5	II	3# 探伤房		本次环评	未许可	周向
4	工业 X 射线机 (XXQ-2005)	1	200	5	II	3# 探伤房		本次环评	未许可	定向
5	工业 X 射线机 (MXR-225/22)	1	225	13	II	3# 探伤房		本次环评	未许可	定向

二、项目选址情况

南京龙超金属制造科技有限公司位于南京市江宁区湖熟街道波光路 26 号，公司东南侧为波光路，西南侧为东兴复合材料有限公司，西北侧为居民楼及空地，东北侧为南京大源塑木新材料有限公司。本项目拟扩建的 2 座固定式 X 射线探伤房位于公司 2# 厂房西北部，呈东南-西北方向并列相邻设置。2# 厂房东侧为厂内道路及 5# 厂房；东南侧为办公楼及厂内道路，西南侧为厂内道路及 1# 厂房，西北侧为厂内道路、打磨厂房及原料库。探伤房四面均位于 2# 厂房内，2# 厂房为单层建筑，探伤房上方无建筑，下方为土层。本项目地理位置示意图见图 1，公司周围环境状况见图 2，公司平面布局示意图见图 3，探伤房平面布置及周围环境示意图见图 4。

本项目探伤房周围 50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，亦不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区，项目运行后的环境保护目标主要是本项目探伤辐射工作人员、厂区内其他工作人员及周围公众等。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见图 5。

三、产业政策相符性

项目属于核技术在无损检测领域内的运用，根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》相关条款，属于该指导目录中“第一类 鼓励类”第十四项“机械”中第 6 条“无损检测设备”，符合当前国家产业政策。

对照《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年本）》，本项目属于该

指导目录中“第一类 鼓励类”第十二项“机械”中第6条“无损检测设备”，符合当前江苏省的产业政策。

四、实践正当性

本项目的运行，可用于开展本公司产品的质量检测，并可提高产品质量，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

五、原有核技术利用项目履行环保手续情况

南京龙超金属制造科技有限公司于2019年7月取得辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证〔A0738〕，种类和范围为“使用II类射线装置”，有效期至：2024年7月9日。公司原有辐射安全许可证正副本见附件6。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活度种类	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已经产生的中子流强度 (n/s)

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(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	工业X射线探伤机	II	1	XXH-2505	250	5	工业探伤	4#探伤房	周向
2	工业X射线探伤机	II	1	XXQ-2005	200	5	工业探伤	4#探伤房	定向
3	工业X射线探伤机	II	1	XXH-2505	250	5	工业探伤	3#探伤房	周向
4	工业 X 射线探伤机	II	1	XXQ-2005	200	5	工业探伤	3#探伤房	定向
5	工业 X 射线探伤机	II	1	MXR-225/22	225	13	工业探伤	3#探伤房	定向

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	用途	工作场所	操作方式			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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过机械通风系统排入外环境，臭氧约 25 分钟后分解一半。
洗片废液	液态	/	/	/	200kg	/	统一收集后存放在危废库中	在危废库中储存，最终交由南京乾鼎长环保能源发展有限公司处置（危废处置协议见附件 8）
废胶片	固态	/	/	/	2kg	/		
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修订本), 国家主席令 9 号, 2015 年 1 月 1 日起实施;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(修正版), 中华人民共和国主席令 24 号, 2018 年 12 月 29 日发布施行;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 国家主席令 6 号, 2003 年 10 月 1 日起施行;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订版), 国务院令 682 号, 2017 年 10 月 1 日施行;</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 国务院令 449 号, 2005 年 12 月 1 日施行; 2019 年修改, 国务院令 709 号, 2019 年 3 月 2 日施行;</p> <p>(6) 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公告 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日起实施;</p> <p>(7) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》, 国家环境保护总局, 环发〔2006〕145 号, 2006 年 9 月 26 日发布施行;</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 生态环境部部令 16 号, 自 2021 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正本), 生态环境部部令 20 号, 2021 年 1 月 4 日起施行;</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行;</p> <p>(11) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修改本), 江苏省人大常委会公告第 2 号, 2018 年 5 月 1 日施行;</p> <p>(12) 《江苏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, 2018 年 6 月 9 日发布;</p> <p>(13) 《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, 2020 年 1 月 8 日发布;</p>
------	---

	<p>(14) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日发布；</p> <p>(15) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》，国家发展和改革委员会令第29号，2020年1月1日起施行；</p> <p>(16) 《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012年本）（2013年修正）》，苏经信产业〔2013〕183号，2013年3月15日印发；</p> <p>(17) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告2019年第39号，2019年10月25日发布；</p> <p>(18) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部部令第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(19) 《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》（生态环境部公告2019年第38号，2019年11月1日起施行）；</p> <p>(20) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年修正本），2018年10月26日国家主席令第16号公布，自公布之日起施行；</p> <p>(21) 《江苏省大气污染防治条例》（2018年第二次修正本），江苏省人民代表大会常务委员会关于修改《江苏省湖泊保护条例》等十八件地方性法规的决定，2018年11月23日公布实施；</p> <p>(22) 《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，2020年1月1日起施行。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(4) 《核辐射环境质量评价的一般规定》（GB 11215-1989）；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）；</p> <p>(7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）；</p>

	<p>(9) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB 22448-2008）；</p> <p>(10) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(11) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）。</p>
其他	<p>附图：</p> <p>(1) 南京龙超金属制造科技有限公司本项目地理位置示意图（附图 1）；</p> <p>(2) 南京龙超金属制造科技有限公司周围环境示意图（附图 2）；</p> <p>(3) 南京龙超金属科技制造有限公司平面布置示意图（附图 3）；</p> <p>(4) 本项目探伤房平面布置及周围环境示意图（附图 4）；</p> <p>(5) 本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图（附图 5）。</p> <p>附件：</p> <p>(1) 项目委托书（附件 1）；</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书（附件 2）；</p> <p>(3) 投资项目备案证（附件 3）；</p> <p>(4) 原有核技术利用项目环保手续履行情况（附件 4）；</p> <p>(5) 一般项目环评及其批复（附件 5）；</p> <p>(6) 辐射安全许可证（附件 6）；</p> <p>(7) 辐射环境现状监测报告（附件 7）；</p> <p>(8) 危险废物处置协议及处置单位资质（附件 8）；</p> <p>(9) 辐射安全管理规章制度（附件 9）；</p> <p>(10) 现有核技术利用项目辐射监测开展情况（附件 10）；</p> <p>(11) 探伤室防护参数说明（附件 11）；</p> <p>(12) 危险废物台账、危废转移联单（附件 12）。</p>

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“放射源和线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，以及根据本项目的特点，本项目的评价范围确定为本项目扩建 2 座固定式 X 射线探伤房的屏蔽体边界外周围 50m 范围内区域，评价范围详见附图 2。

保护目标

本项目探伤房周围 50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，亦不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区，项目运行后的环境保护目标主要是本项目探伤辐射工作人员、厂区内其他工作人员及周围公众等。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

编号	保护目标名称	方位	距离	人口规模
1	辐射工作人员	西北侧，操作间	/	4 人
2	周围公众	东南侧，办公区	35~45m	约 20 人
		四周，其他工作人员	0~50m	流动人员

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射 剂量限值	应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值： 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv 任何一年中的有效剂量，50mSv
公众照射 剂量限值	实践使公众中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： 年有效剂量，1mSv； 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。

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。

2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）：

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。本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置（以下简称 X 射线装置或探伤机）进行探伤的工作。

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，控制室应与探伤室分开并尽量避免有用线束照射的方向。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 100 μ Sv/周，对公众不大于 5 μ Sv/周；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

4.1.4 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 4.1.3；

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

4.1.6 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。“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。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 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。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）；

3 探伤室屏蔽要求

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（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（ $H_{c,d}$ ）：

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平 H 。如下：

职业工作人员： $H \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众： $H \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）按式（1）计算：

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

H_c ——周剂量参考控制水平，单位为微希每周（ $\text{Sv}/\text{周}$ ）；

U ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子；

t ——探伤装置周照射时间，单位为小时每周（ $\text{h}/\text{周}$ ）。

t 按式（2）计算：

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

W ——X 射线探伤的周工作负荷（平均每周 X 射线探伤照射的累积“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值）， $\text{mA} \cdot \text{min}/\text{周}$ ；

60——一小时与分钟的换算系数；

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

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c, \text{max}}$ ：

$$H_{c, \text{max}} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c ：

H_c 为上述 a) 中的 $H_{c,d}$ 和 b) 中的 $H_{c,max}$ 二者的较小值。

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，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 3.1.2 a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 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室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 3.1.1 c) 的剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。

2) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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半值层厚度 (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形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避免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 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和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。

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)、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 确定本项目的管理目标，辐射工作人员取国家标准的 1/4 作为剂

量约束值：即职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众取国家标准的 1/10 作为剂量约束值，即公众年有效剂量不超过 0.1mSv；探伤房四周屏蔽墙外表面 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5μSv/h，顶部外表面 30cm 处辐射剂量率不大于 100μSv/h（探伤房顶部人员不可达）。

5、参考资料：

《辐射防护导论》，方杰主编。

《辐射防护手册》，李德平、潘自强主编。

《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。

江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	室外剂量率	室内剂量率
均值	79.5	115.1
标准差 (s)	7.0	16.3
评价时参考范围取标准差±3s		
(均值±3s) *	58.5~100.5	66.2~164.0

*：评价时参考数值

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

南京龙超金属制造科技有限公司位于南京市江宁区湖熟街道波光路 26 号，公司东南侧为波光路，西南侧为东兴复合材料有限公司，西北侧为居民楼及空地，东北侧为南京大源塑木新材料有限公司。本项目拟扩建的 2 座固定式 X 射线探伤房位于公司 2#厂房西北部，呈东南-西北方向并列相邻设置。2#厂房东北侧为厂内道路及 5#厂房；东南侧为办公楼及厂内道路，西南侧为厂内道路及 1#厂房，西北侧为厂内道路、打磨厂房及原料库。探伤房四面均位于 2#厂房内，2#厂房为单层建筑，探伤房上方无建筑，下方为土层。

本项目探伤房周围 50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，亦不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区，项目运行后的环境保护目标主要是本项目探伤辐射工作人员、厂区内其他工作人员及周围公众等，项目选址可行。本项目探伤房周围环境现状见图 8-1~图 8-4。



图 8-1 探伤房拟建址东北侧



图 8-2 探伤房拟建址东南侧



图 8-3 探伤房拟建址西南侧



图 8-4 探伤房拟建址西北侧

二、辐射环境现状调查

根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）相关方法和要求，在进行环境现场调查时，于探伤室拟建址周围进行布点，测量辐射现状剂量率，监测结

果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-5。

监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司（公司检测资质见附件 7）

检测仪器：6150 AD 6/H+6150 AD-b/H 型 X- γ 剂量率仪（设备编号：NJRS-126，
检定有效期：2020 年 11 月 12 日~2021 年 11 月 11 日）。

能量响应：20keV~7MeV

测量范围：99nSv/h~100 μ Sv/h

监测日期：2021 年 9 月 7 日

天气：多云

监测布点：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

监测过程质量控制：本项目监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有合格证书，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检验，监测报告实行校核、由授权签字人签发。

评价方法：参照江苏省天然贯穿辐射剂量水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质量。

表 8-1 固定式 X 射线探伤线技术改造项目拟建址及周围 γ 辐射剂量率

测点编号	测点描述	测量结果（nGy/h）
1	固定式 X 射线探伤线技术改造项目拟建址东北部	83
2	固定式 X 射线探伤线技术改造项目拟建址西南部	73
3	固定式 X 射线探伤线技术改造项目拟建址东北侧	76
4	固定式 X 射线探伤线技术改造项目拟建址西南侧	71
5	固定式 X 射线探伤线技术改造项目拟建址西北侧	74
6	固定式 X 射线探伤线技术改造项目拟建址东北侧	65

注：测量数据未扣宇宙响应值。

由表 8-1 监测结果可知，南京龙超金属制造科技有限公司固定式 X 射线探伤线技术改造项目拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率在 65nGy/h~83nGy/h 之间，处于江苏省环境天然贯穿辐射本底水平涨落范围内。

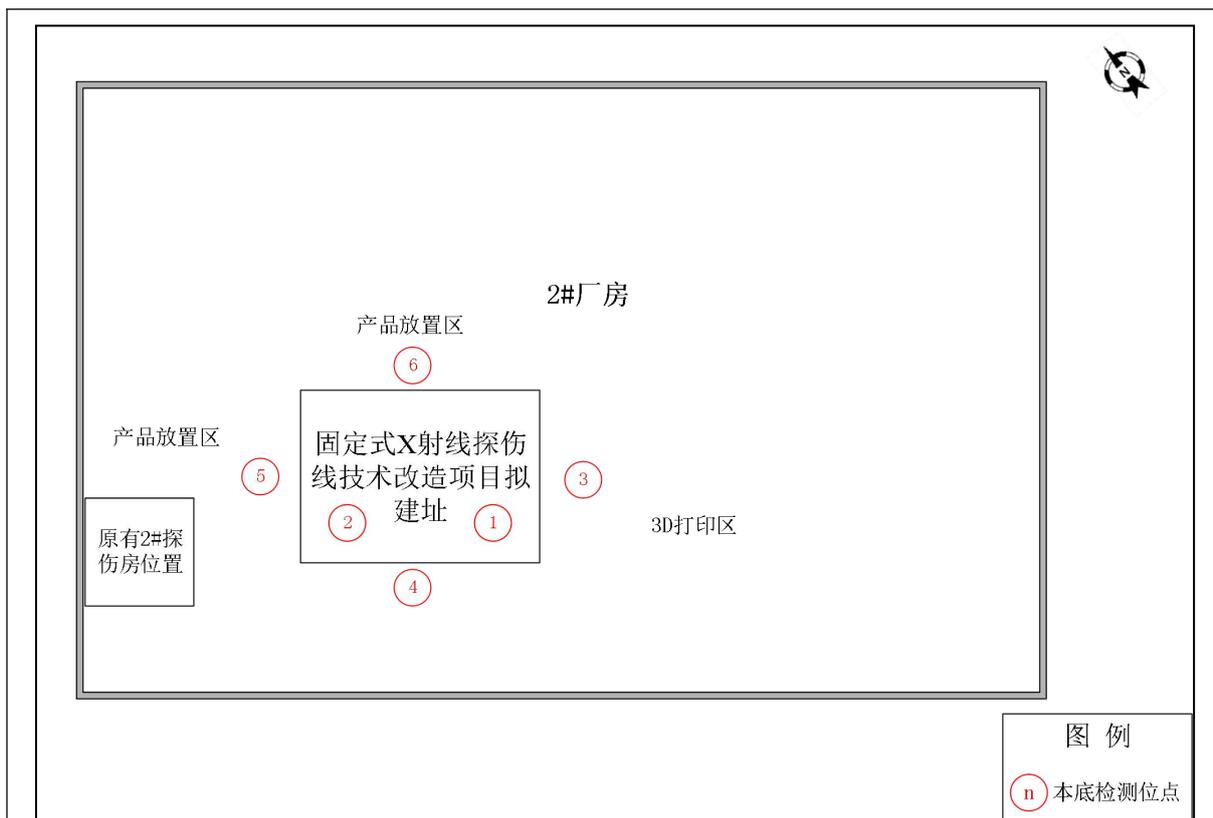


图 8-5 固定式 X 射线探伤线技术改造项目拟建址及周围环境 γ 辐射监测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、工程设备

为了保证产品质量，南京龙超金属制造科技有限公司拟在 2#厂房内扩建 2 座固定式 X 射线探伤房，并拟配备 5 台 X 射线探伤机（详见表 9-1）用于对公产品进行无损检测工作。本项目探伤房主要包含探伤室（曝光室）、操作间以及暗室，探伤室人员入口处设置迷道，操作间、暗室位于探伤室西南侧。

表 9-1 本项目工程设备一览表

工业 X 射线探伤机					
型号	XXH-2505	XXQ-2005	XXH-2505	XXQ-2005	MXR-225/22
数量	1	1	1	1	1
最大管电压	250kV	200kV	250kV	200kV	225kV
最大管电流	5mA	5mA	5mA	5mA	13mA
额定管功率	1250kW	1000kW	1250kW	1000kW	3000kW
射线装置类别	II 类				
工作场所名称	4#探伤房	4#探伤房	3#探伤房	3#探伤房	3#探伤房
射线方向	周向	定向，向下	周向	定向，向下	定向，向下

南京龙超金属制造科技有限公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，均为计划新培训人员，且到岗后作为本项目专职辐射工作人员，不兼职其他工作。本项目投入运行后，每座探伤房年探伤总时间预计不超过 600 小时。

二、工作原理

1、X 射线探伤机工作原理

X 射线探伤机核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中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。利用 X 射线胶片照相技术可对探测物件或装置的缺陷进行无损检测。常见的 X 射线探伤机见图 9-1 所示。



图 9-1 常见 X 射线探伤装置

2、X 射线无损检测原理

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。

三、工作流程及产污环节分析

固定式 X 射线探伤时，被探伤工件通过工件门运至探伤室内，辐射工作人员在操作平台上进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程见图 9-2:

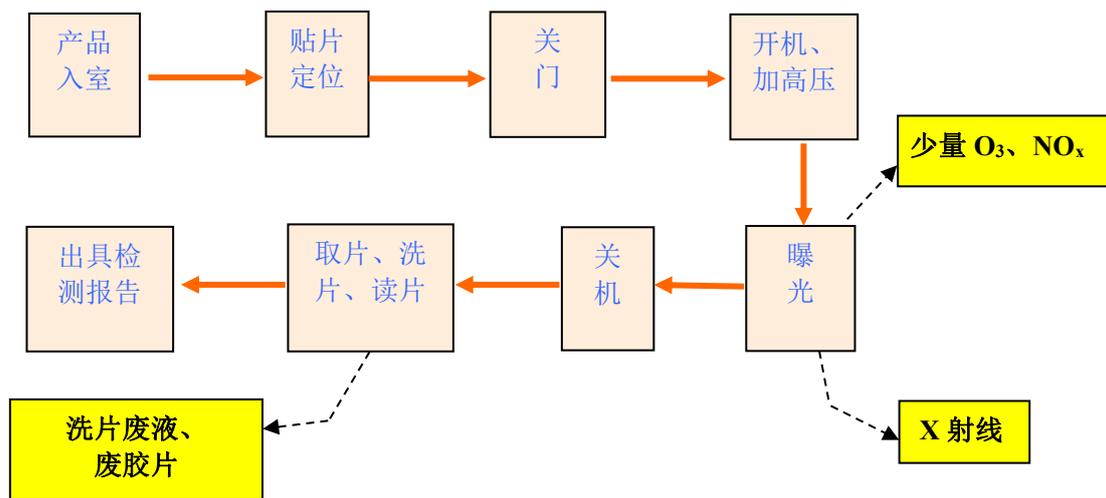


图 9-2 固定式 X 射线探伤工作流程及产污环节

- (1) 产品入室：将被探伤工件通过工件门运至探伤室内固定；
- (2) 贴片定位：在工件需检测的部位贴上感光胶片，并将 X 射线探伤机放置在合

适的位置；

(3) 关门：检查探伤室内人员滞留情况，确定无人后工作人员关闭防护门；

(4) 开机、加高压、曝光：辐射工作人员开启X射线探伤机进行无损检测；

(5) 关机：达到预定照射时间和曝光量后关闭X射线探伤机，辐射工作人员取下胶片，曝光结束；

(6) 取片、洗片、读片、出具检测报告：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。

污染源项描述

一、放射性污染

由 X 射线探伤机工作原理可知，探伤机只有在开机并处于出束状态时(曝光状态)才会发出 X 射线，对探伤房外工作人员和公众产生一定外照射，因此探伤机在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。

二、其他污染

1、废气：

X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤室内的空气发生电离产生少量臭氧和氮氧化物。

2、废水：

本项目投运后，洗片作业时产生的洗片废液（含重金属）属于《国家危险废物名录》中 HW16 号危险废物。

本项目工作人员会产生少量生活废水。

3、固废：

本项目投运后，洗片作业产生少量废胶片属于《国家危险废物名录》中 HW16 号危险废物。

本项目工作人员会产生少量生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、项目工作场所布局合理性分析

本项目探伤房主要包含探伤室（曝光室）、操作间以及暗室。探伤室人员入口处设置迷道，操作间及暗室位于探伤室西南侧且独立于探伤室之外，探伤房布局设计满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中探伤室与控制室必须分开的要求，探伤房布局基本合理。

南京龙超金属制造科技有限公司拟对探伤房进行分区管理，拟将探伤室划分控制区，探伤期间禁止任何人员进入，拟将操作间、暗室划分为监督区（如图 10-1 所示）。该分区管理能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的有关探伤工作场所分区管理的要求。

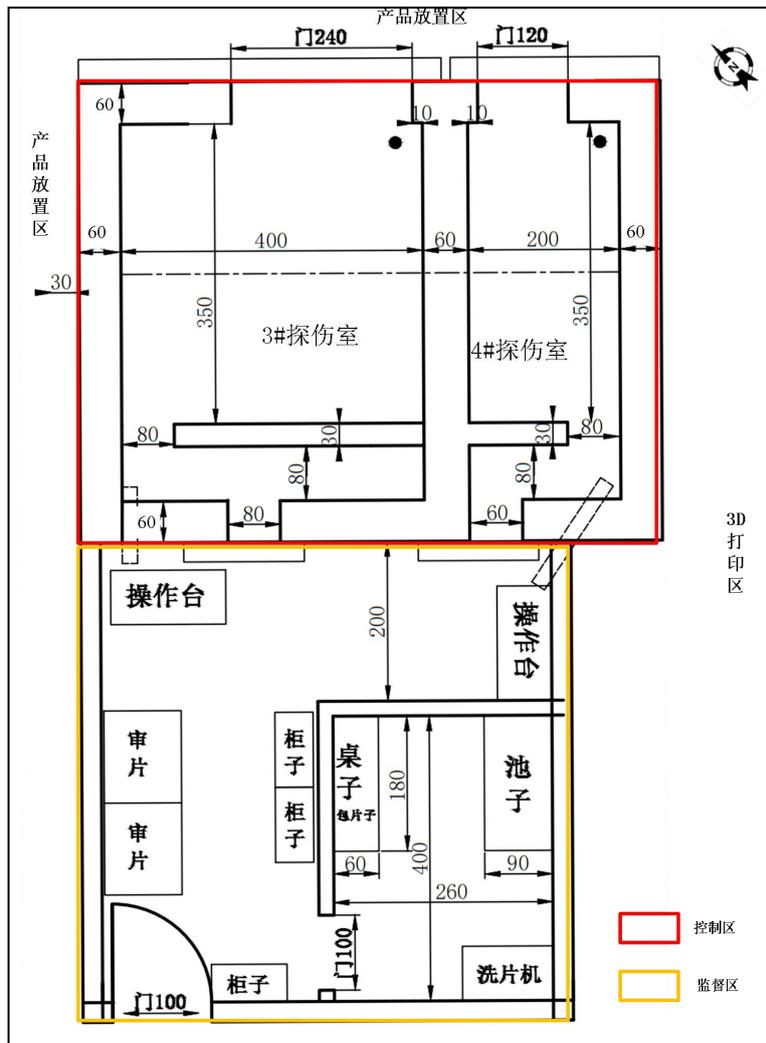


图 10-1 本项目辐射工作场所分区示意图

二、辐射防护屏蔽设计

探伤室主要通过混凝土屏蔽墙体、含铅屏蔽门进行辐射防护。3#探伤室内部面积为 14m²,4#探伤室内部面积为 7m²。本项目 2 座探伤室四周墙体均为 600mm 厚混凝土,中间共用墙体为 600mm 厚混凝土,迷道采用 300mm 厚混凝土进行屏蔽,顶部采用 350mm 厚混凝土进行屏蔽,工件门采用 14mm 厚铅板、人员门采用 7mm 厚铅板进行屏蔽。详见表 10-1。

表 10-1 本项目探伤室屏蔽防护设计一览表

屏蔽体		防护材料及厚度
3#探伤室	东南侧墙体	600mm 混凝土
	西南侧墙体	600mm 混凝土
	西北侧墙体	600mm 混凝土
	东北侧墙体	600mm 混凝土
	迷道墙	300mm 混凝土
	顶面	350mm 混凝土
	工件门	14mmPb
	人员防护门	7mmPb
4#探伤室	东南侧墙体	600mm 混凝土
	西南侧墙体	600mm 混凝土
	西北侧墙体	600mm 混凝土
	东北侧墙体	600mm 混凝土
	迷道墙	300mm 混凝土
	顶面	350mm 混凝土
	工件门	14mmPb
	人员防护门	7mmPb

三、辐射安全措施设计

为确保辐射安全,保障 X 射线装置安全运行,南京龙超金属制造科技有限公司根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015)设计有相应的辐射安全装置和保护措施。主要有:

(1) 安装门-机联锁装置。探伤室防护门设计门-机联锁装置,即操作平台或 X 射线管头组装体上的接口与防护门联锁,只有当防护门完全关闭后才能接通 X 射线管管电压,进行探伤作业。防护门打开时立即停止 X 射线照射,关上门不能自动开始 X

射线照射。

(2) 设计安装指示灯和声音提示装置。探伤室防护门上方设计有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，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探伤室或在室外做不必要的逗留。“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，并且与该工作场所内使用的其他报警信号也有明显区别。

(3) 探伤室设计照射状态指示装置与 X 射线探伤装置进行联锁。

(4) 探伤室内、外醒目位置处设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。

(5) 探伤室防护门外设置“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。

(6) 安装紧急停机按钮。探伤室内设计安装紧急停机按钮，当出现紧急事故时，探伤机能立即停止照射。紧急停机按钮拟设置标明使用方法的标签。

(7) 设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(8) 探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

(9) 交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

(10) 探伤工作人员应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。

(11) 在每一次照射前，操作人员都应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。

(12) 在探伤室北墙与操作平台之间设“U”型埋地电缆管道，控制电缆布设于电缆管道内，电缆管道的设置不破坏探伤室的屏蔽效果。

(13) 探伤室东北角顶部已设置排风口，设置有机械通风系统。

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。

公司已与南京乾鼎长环保能源发展有限公司签订危废处置协议，本项目产生的该类洗片废液将进行集中收集并存储在危废库中，定期交由南京乾鼎长环保能源发展有限公司处置。公司应注意洗片废液暂存时使用的容器应耐腐蚀，贮存措施保证应能做到“防雨淋、防渗漏、防流失”。

工作人员生活废水将进入市政污水管网，对环境影响较小。

三、固体废物

本项目运行后产生的固体废物为少量的废胶片及工作人员生活垃圾。

废胶片属《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的危险废物，不得随意排放。公司拟将本项目产生的废胶片进行集中收集并存储在危废库中，定期交由南京乾鼎长环保能源发展有限公司处置。

工作人员产生的一般生活垃圾将进行分类收集，交由城市环卫部门处理，对环境影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目探伤房主要包含探伤室（曝光室）、操作间及暗室。该项目建设过程中，将产生施工噪声、扬尘、废水和少量建筑垃圾污染，其主要影响对象为企业员工和周围公众，施工时对环境会产生如下影响：

1、大气：本项目在建设施工期需进行的墙体浇筑、内饰装潢等，各种施工将产生地面扬尘，另外机械作业、材料运输时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，设立围挡，并保持施工场地一定的湿度。

2、噪声：整个建筑施工阶段过程中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准，尽量新建噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

3、固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

4、废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

该公司在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司内部局部区域，且随着施工期结束而停止，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

南京龙超金属制造科技有限公司拟在 2#厂房扩建 2 座固定式 X 射线探伤房（3#、4#），并拟为 3#探伤房配备 1 台 XXH-2505 型周向 X 射线探伤机（最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，额定管功率 1250kW）、1 台 XXQ-2005 型定向 X 射线探伤机（最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA，最大管功率 1000kW）、1 台 MXR-225/22 型定向 X 射线探伤机（最大管电压为 225kV，最大管电流为 13mA，最大管功率 3000kW）；拟为 4#探伤房配置 1 台 XXH-2505 型周向 X 射线探伤机（最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA，额定管功率 1250kW）、1 台 XXQ-2005 型定向 X 射线探伤机（最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA，额定管功率 1000kW）。根据建设单位提供资料，探伤作业时，周向机摆放位置尽量避免有用线束照射控制室和人员门；

定向机主射线方向为朝下。因此在进行预测计算时，两座探伤房均选用周向机、各参考点均作为主射线方向进行预测。

1、预测模型

本次评价的辐射水平预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式：

(1) 有用线束：

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

上式中：

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ，可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 B.1 得到，管电压为 250kV 时，按滤过条件 0.5mmCu 查输出量为 $16.5 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B —屏蔽透射因子，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B.1 得到；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

(2) 漏射线：

辐射屏蔽透射因子 B 按公式 11-2 计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad \text{公式 11-2}$$

上式中：

X —屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL —查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.2；

泄漏辐射所致参考点剂量率利用下列公式 11-3 计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{公式 11-3}$$

上式中：

B —屏蔽透射因子，使用公式 11-2 计算得到；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

(3) 散射线

散射辐射所致装置外剂量率利用公式 (11-4) 计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{公式 11-4}$$

上式中:

B —屏蔽透射因子, 使用公式 11-2 计算得到;

H_0 —距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的附录表 B.1 得到, 管电压为 250kV 时, 输出量为 $16.5 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$; 管电压为 225kV 时, 保守计算也按 250kV 取 $16.5 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

$R_0^2 / F \cdot \alpha$ ——根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中“B.4.2: 当 X 射线探伤装置圆锥中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时, 4.2.3 式 (9) 的 $R_0^2 / F \cdot \alpha$ 因子的值为: 60 (150kV) 和 50 (200kV~400kV)”, 本项目取 50;

R_s —散射体至关注点的距离, 单位为米 (m)。

2、预测计算

根据公司探伤实际工况, 探伤过程中每间探伤室内仅有 1 台探伤机, 探伤机一般位于探伤室中间, 探伤部件位于轨道上。如图 11-1 所示, 在探伤房周围共取 10 个参考点:

A—3#探伤房东南侧屏蔽墙外 30cm 处;

B—3#探伤房人员防护门外 30cm 处;

C—3#探伤房西北侧屏蔽墙外 30cm 处;

D—3#探伤房防护大门外 30cm 处;

E—3#探伤房顶部 30cm 处;

F—4#探伤房东南侧屏蔽墙外 30cm 处;

G—4#探伤房人员防护门外 30cm 处;

H—4#探伤房西北侧屏蔽墙外 30cm 处;

I—4#探伤房防护大门外 30cm 处;

J—4#探伤房顶部 30cm 处。

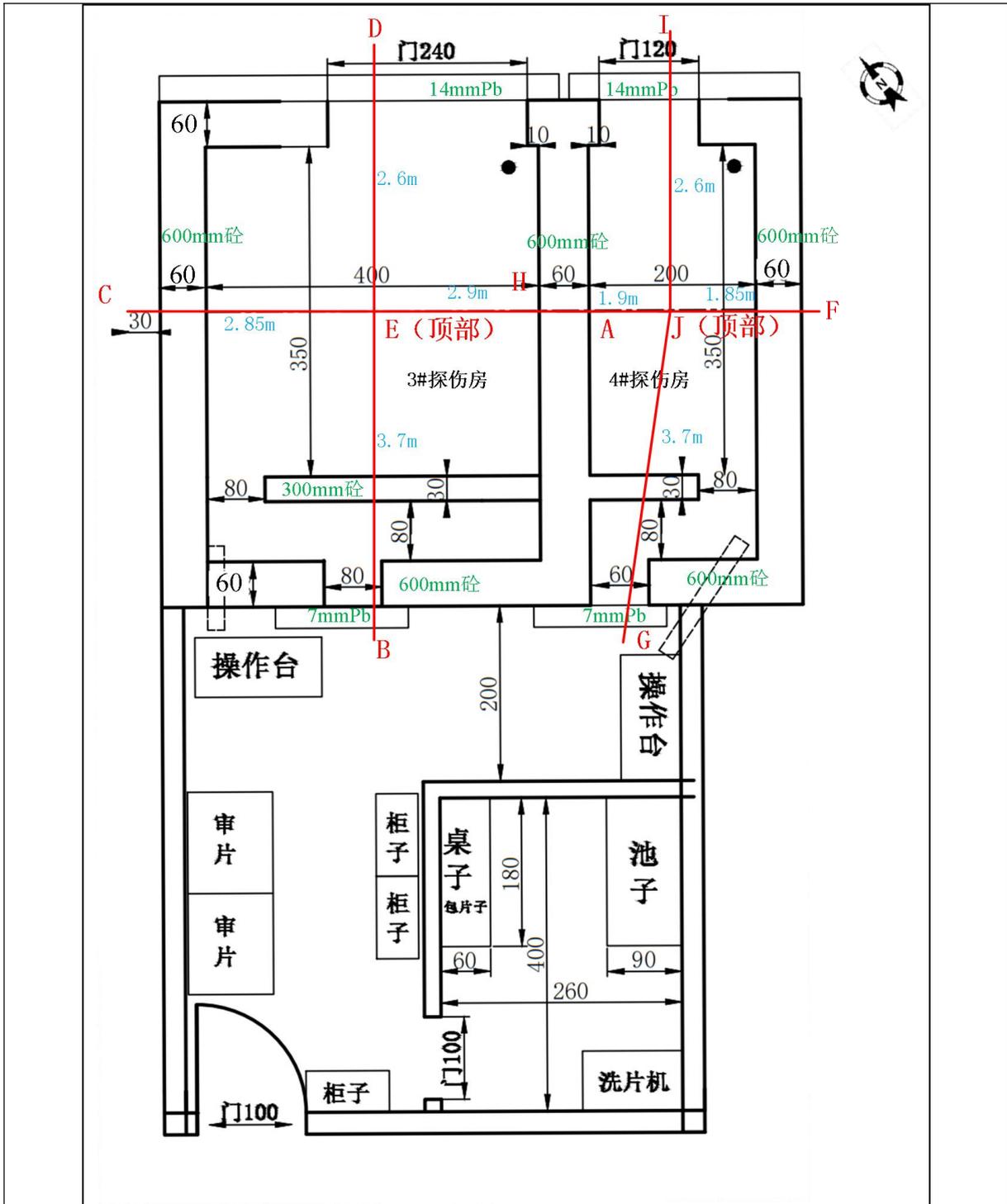


图 11-1 预测计算选取点位示意图

(1) 3#探伤房外辐射水平预测

XXH2505 周向型 X 射线探伤机管电压为 250kV、管电流为 5mA、额定管功率 1250kV，MXR-225/22 定向型 X 射线探伤机管电压为 225kV、管电流为 13mA、额定管功率 3000kV。MXR-225/22 型探伤机虽功率更大，但其为定向机，主射线方向向下，各参考点均为散射方向，其散射线能量低于 XXH2505 型周向机主射线能量。故选取

XXH2505 周向型 X 射线探伤机满功率运行工况下进行预测评价，各参考点均作为主射方向进行预测计算，将相关参数代入公式（1），可得到探伤室屏蔽计算结果，见表 11-2。

表 11-2 3#探伤室外关注点辐射水平

点位描述	参考距离	屏蔽材料及厚度	电流 (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)	屏蔽透射因子 B	参考点剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
A, 东南侧屏蔽墙外 30cm	2.9m	600mm 砼	5	$16.5\times 6\times 10^4$	2.6×10^{-7}	0.15
B, 人员防护门外 30cm	3.75m	300mm 砼 +7mmPb	5	$16.5\times 6\times 10^4$	7.2×10^{-8}	0.03
C, 西北侧屏蔽墙外 30cm	2.9m	600mm 砼	5	$16.5\times 6\times 10^4$	2.6×10^{-7}	0.15
D, 防护大门外 30cm	2.65m	14mmPb	5	$16.5\times 6\times 10^4$	4×10^{-7}	0.28
E, 探伤房顶部 30cm	4.4m	350mm 砼	5	$16.5\times 6\times 10^4$	1.2×10^{-4}	30.68

注： R_A =探伤机至屏蔽体距离 2m+墙厚 0.6m+参考点 0.3m=2.9m；

R_B =探伤机至迷道墙内 1.75m+迷道内墙厚 0.3m+迷道宽度 0.8m+迷道外墙厚度 0.6m+参考点 0.3m=3.75m；

R_C =探伤机至墙距离 2.0m+墙厚 0.6m+参考点 0.3m=2.9m；

R_D =探伤机至墙距离 1.75m+墙厚 0.6m+参考点 0.3m=2.65m；

R_E =探伤机至屋顶距离 3.8m+屋顶厚 0.3m+参考点 0.3m=4.4m；

探伤机房顶部人员无法到达。

由表 11-2，3#探伤房在辐射影响最强的情况下（即 1 台 XXH2505 周向型 X 射线探伤机满功率运行时），探伤室四周关注点的辐射水平最高为 $0.28\mu\text{Sv/h}$ ，顶部为 $30.68\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业 X 射线探伤房放射防护要求》（GBZ 117-2015）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的标准要求及本项目“探伤房四周屏蔽墙外表面 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，顶部外表面 30cm 处辐射剂量率不大于 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的管理目标限值要求。

3#探伤房中其他 X 射线探伤机管功率均小于计算时选取参考对象，则其余探伤机在工作时，探伤房的防护也能够满足上述要求。

（2）4#探伤房外辐射水平预测

在预测 4#探伤房室外关注点的辐射水平时，选取 1 台 XXH2505 周向型 X 射线探伤机（管电压为 250kV，管电流为 5mA）在满功率运行工况下进行预测评价，将相关参数代入公式（1），可得到探伤室屏蔽计算结果及周剂量评价结果见表 11-3。

表 11-3 4#探伤室外关注点辐射水平

4#探伤室参考点位置	参考距离	屏蔽材料及厚度	电流 (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)	屏蔽透射因子 B	参考点剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
F, 东南侧屏蔽墙外 30cm	1.9m	600mm 砼	5	$16.5\times 6\times 10^4$	2.6×10^{-7}	0.36
G, 人员防护门外 30cm	3.75m	300mm 砼 +7mmPb	5	$16.5\times 6\times 10^4$	7.2×10^{-8}	0.03
H, 西北侧屏蔽墙外 30cm	1.9m	600mm 砼	5	$16.5\times 6\times 10^4$	2.6×10^{-7}	0.36
I, 防护大门外 30cm	2.65m	14mmPb	5	$16.5\times 6\times 10^4$	4×10^{-7}	0.28
J, 探伤房顶部 30cm	4.4m	350mm 砼	5	$16.5\times 6\times 10^4$	1.2×10^{-4}	30.68

注： R_F =探伤机至屏蔽体距离 1m+墙厚 0.6m+参考点 0.3m=2.9m；
 R_G =探伤机至迷道墙内 1.75m+迷道内墙厚 0.3m+迷道宽度 0.8m+迷道外墙厚度 0.6m+参考点 0.3m=3.75m；
 R_H =探伤机至墙距离 1m+墙厚 0.6m+参考点 0.3m=1.9m；
 R_I =探伤机至墙距离 1.75m+墙厚 0.6m+参考点 0.3m=2.6m；
 R_J =探伤机至屋顶距离 3.8m+屋顶厚 0.3m+参考点 0.3m=4.4m；
 探伤机房顶部人员无法到达。

由表 11-3 可知，4#探伤房在辐射影响最强的情况下（即 1 台 XXH2505 周向型 X 射线探伤机满功率运行时），探伤室四周关注点的辐射水平最高为 $0.36\mu\text{Sv/h}$ ，顶部为 $30.68\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业 X 射线探伤房放射防护要求》（GBZ 117-2015）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的标准要求及本项目“探伤房四周屏蔽墙外表面 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，顶部外表面 30cm 处辐射剂量率不大于 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的管理目标限值要求。

4#探伤房中其他 X 射线探伤机管功率均小于计算时选取参考对象，则其余探伤机在工作时，探伤房的防护也能够满足上述要求。

(3) 两座探伤房同时进行探伤作业时叠加剂量影响

当 3#、4#探伤房同时进行探伤作业时，探伤房外剂量水平存在叠加影响，保守考虑的情况下，剂量叠加结果见表 11-4。

表 11-4 2 座探伤房同时作业时剂量叠加情况

关注点位置描述	叠加参考点	剂量叠加结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准要求符合情况
4#探伤室东南侧墙外 30cm 处	A+F	$0.15+0.36=0.51$	2.5	符合

3#探伤房人员防护门外 30cm 处	B+G	$0.03+0.03=0.06$	2.5	符合
4#探伤房人员防护门外 30cm 处	B+G	$0.03+0.03=0.06$	2.5	符合
3#探伤房西北侧墙外 30cm 处	C+H	$0.15+0.36=0.51$	2.5	符合
3#探伤房防护大门外 30cm 处	D+I	$0.28+0.28=0.56$	2.5	符合
4#探伤房防护大门外 30cm 处	D+I	$0.28+0.28=0.56$	2.5	符合
探伤房顶部 30cm 处	E+J	$30.68+30.68=61.36$	100	符合

由表 11-4 保守计算可知，2 座探伤房同时进行探伤作业时，探伤室四周关注点的辐射水平最高不会超过 $0.56\mu\text{Sv/h}$ ，顶部不会超过 $61.36\mu\text{Sv/h}$ ，也能够满足《工业 X 射线探伤房放射防护要求》（GBZ 117-2015）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的标准要求及本项目“探伤房四周屏蔽墙外表面 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，顶部外表面 30cm 处辐射剂量率不大于 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的管理目标限值要求。

（4）天空反散射影响

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1.2 b)1)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室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的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 $H_0(\mu\text{Sv/h})$ 加以控制”，天空反散射示意图见图 11-2。

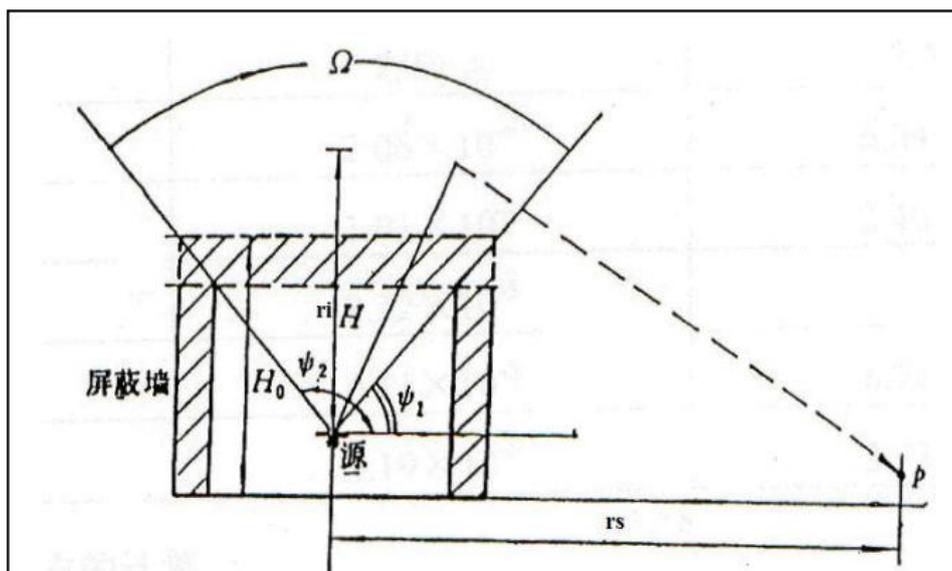


图 11-2 天空反散射示意图

参考《辐射防护导论》(方杰主编)第六章第一节散射辐射的屏蔽 一、屋顶的屏蔽计算中 1.X 辐射源的公式 6.1 可以演变得得到:

$$H_{L, h} = \eta_{r, s} \cdot D_{10} \Omega^{1.3} / (0.67 \cdot r_1^2 \cdot r_s^2) \quad \text{公式 11-6}$$

式中:

D_{10} : 离源上方 1m 处的吸收剂量指数率, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$; 对于 X 辐射源, $D_{10} = I \delta_a$; 其中 I 是电流, mA; δ_a 是 X 射线发射率常数, $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 可查阅《辐射防护导论》附图 4。

r_i : 辐射源到屋顶上方 2m 处的距离, m;

Ω : 辐射源对屋顶张的立体角, 单位为球面度, sr, $\Omega = 4 \text{tg}^{-1} (ab/cd)$ (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; d 是源到屋顶边缘的距离, $d = (a^2 + b^2 + c^2)^{1/2}$);

$\eta_{r,s}$: 透射比;

r_s : 是室外参考点到源的水平距离, m;

$H_{L, h}$: 考察点处剂量率, 这里指本项目环境敏感点处的瞬时辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-7 探伤房天空反散射所致地面剂量率

参数	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	Ω	$\eta_{r,s}$	D_{10} $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$	r_i (m)	r_s (m)	$H_{L, h}$
3#探伤房天空反散射	2.9	2.6	4.15	5.7	1.24	1.2×10^{-4}	4.95×10^6	6.15	7.58	0.54
4#探伤房天空反散射	2.9	1.6	4.15	5.3	0.83	1.2×10^{-4}	4.95×10^6	6.15	7.58	0.32

表 11-8 探伤房主射线在天空反散射地面关注点处剂量率

参数	屏蔽厚度	I (mA)	H_0	B	R^* (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
3#探伤房主射线	600mm 砼	5	$16.5 \times 6 \times 10^4$	2.6×10^{-7}	7.58	0.02
4#探伤房主射线	600mm 砼	5	$16.5 \times 6 \times 10^4$	2.6×10^{-7}	7.58	0.02

根据表 11-7、11-8 计算结果可知, 距 3#探伤房墙外 7.58m 处关注点的主射线和天空反散射复合剂量率为 $0.56 \mu\text{Sv/h}$, 小于目标控制值 $2.5 \mu\text{Sv/h}$; 距 4#探伤房墙外 6.58m 处关注点的主射线和天空反散射复合剂量率为 $0.34 \mu\text{Sv/h}$, 小于目标控制值 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。当 3#、4#探伤房同时开展探伤作业时, 保守预测探伤房外剂量率不会超过 $0.56 + 0.34 = 0.9 \mu\text{Sv/h}$, 仍小于目标控制值 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

二、辐射工作人员和公众剂量估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T$$

公式 11-5

上式中： 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 —探伤装置年照射时间，单位为 h/a；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子，可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录表 A.1 得到。

表 11-5 3#探伤室辐射工作人员及周围公众剂量计算结果

参考点 保护目标	参数	\dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	U 使用 因子	T 居留 因子	t 照射 时间 (h/a)	参考点处剂量水平 (mSv/a)		评价 结果
						\dot{H} 估算值	\dot{H}_c 控制值	
A, 东南侧屏蔽 墙外 30cm	公众	0.15	1	1/4	600	0.02	0.1	满足
B, 人员防护门 外 30cm	工作 人员	0.03	1	1	600	0.02	5	满足
C, 西北侧屏蔽 墙外 30cm	公众	0.15	1	1/4	600	0.02	0.1	满足
D, 防护大门外 30cm	公众	0.28	1	1/8	600	0.02	0.1	满足
探伤房外 7.58m 处	公众	0.56	1	1/8	600	0.04	0.1	满足

注：1、探伤室顶部人员不可达；
2、天空反散射公众参考点处为产品堆放区。

表 11-6 4#探伤室辐射工作人员及周围公众剂量计算结果

参考点 保护目标	参数	\dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	U 使用 因子	T 居留 因子	t 照射 时间 (h/a)	参考点处剂量水平 (mSv/a)		评价 结果
						\dot{H} 估算值	\dot{H}_c 控制值	
F, 东南侧屏蔽 墙外 30cm	公众	0.36	1	1/4	600	0.05	0.1	满足
G, 人员防护门 外 30cm	工作 人员	0.03	1	1	600	0.02	5	满足
H, 西北侧屏蔽 墙外 30cm	公众	0.36	1	1/4	600	0.05	0.1	满足

I, 防护大门外 30cm	公众	0.28	1	1/8	600	0.02	0.1	满足
探伤房外 7.58m 处	公众	0.34	1	1/8	600	0.02	0.1	满足

注：1、探伤室顶部人员不可达；
2、天空反散射公众参考点处为产品堆放区。

由表 11-5、11-6 可知，本项目投入运行后，每座探伤房年曝光时间按 600 小时计，则 3#探伤房辐射工作人员年有效剂量为 0.02mSv，周围公众年有效剂量最大为 0.04mSv，天空反散射所致公众年有效剂量为 0.04mSv；4#探伤房辐射工作人员年有效剂量为 0.02mSv，周围公众年有效剂量最大为 0.05mSv，天空反散射所致公众年有效剂量为 0.02mSv。即使考虑 2 座探伤房剂量叠加影响，2 座探伤房东南侧公众年有效剂量不会超过 $0.02\text{mSv}+0.05\text{mSv}=0.07\text{mSv}$ ，西南侧工作人员年有效剂量不会超过 $0.02\text{mSv}+0.02\text{mSv}=0.04\text{mSv}$ ，西北侧公众年有效剂量不会超过 $0.05\text{mSv}+0.02\text{mSv}=0.07\text{mSv}$ ，东北侧公众年有效剂量不会超过 $0.04\text{mSv}+0.04\text{mSv}=0.08\text{mSv}$ ，天空反散射所致年有效剂量不会超过 $0.04\text{mSv}+0.02\text{mSv}=0.06\text{mSv}$ ，以上结果均能够满足《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管理目标限值要求（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）。

三、通风口辐射防护分析

公司拟在 2 座探伤室内顶面东北角各设一通风口，排风口各位于 2 座探伤室顶部东北角，排风口孔径均为 100mm。查《辐射防护导论》（方杰主编）表 3.5，250kV 管电压下宽束 X 射线铅和混凝土的什值层相差 32 倍，探伤房顶部为 350mm 混凝土防护，排风口均拟安装 12mmPb 当量的屏蔽罩作为补偿防护措施，其屏蔽能够满足放射防护要求。经铅屏蔽罩屏蔽后，通风口产生的辐射影响较小。

四、电缆管道辐射防护分析

本项目探伤房在西南侧设 U 型穿墙线缆管，控制线缆布设在线缆管道内。U 型穿墙线缆管的设置能够避免 X 射线直接照射线缆口，且不会破坏屏蔽墙的整体屏蔽效果，因此本项目穿线线缆管的设计能够满足辐射防护要求。

综上所述，本项目扩建 2 座固定式 X 射线探伤房屏蔽设计能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”、“对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的

剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求及本项目“探伤房四周屏蔽墙外表面 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，顶部外表面 30cm 处辐射剂量率不大于 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的管理目标限值要求；本项目扩建 2 座固定式 X 射线探伤房辐射防护能够满足《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“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 ”的管理目标要求。

三废影响分析

1、臭氧和氮氧化物处理

工业 X 射线探伤装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ），少量臭氧和氮氧化物可通过探伤房内机械通风装置排出。探伤房所在 2#车间高 10m ，设有多处门窗及排风扇，本项目产生的少量臭氧和氮氧化物可通过风扇通风及车间门窗自然通风扩散至车间外，对 2#车间内的工作人员影响较小。臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

本项目 3#固定式 X 射线探伤房内部容积约为 76.8m^3 ，4#固定式 X 射线探伤房内部容积约为 39.3m^3 ，建设单位为两座探伤房拟安装的机械通风装置排风量均为 $450\text{m}^3/\text{h}$ 。建成后 3#固定式 X 射线探伤房每小时通风换气次数为 5.8 次，4#固定式 X 射线探伤房每小时通风换气次数为 11.4 次，均能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的标准要求。

2、废水

本项目产生的洗片废液，将进行统一收集，存放在危废库中，定期交由南京乾鼎长环保能源发展有限公司（单位资质见附件 8）处置。

工作人员产生的生活污水，将接入市政污水管网，对周围环境影响较小。

3、固体废物

本项目产生的废胶片将进行统一收集，存放在危废库中，定期交由南京乾鼎长环保能源发展有限公司处置。

工作人员产生的一般生活垃圾，经分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

事故影响分析

X 射线探伤机只有在开机曝光时才产生 X 射线，因此，X 射线检测事故多为开机误照射事故，主要有：

(1) 由于安全联锁装置失灵，人员误入或误留在探伤室内受到误照射。

(2) 机器调试、检修时误照。探伤机在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

(3) 误传联络信号误照射。在有人贴胶片时，由于联络信号传递失误而开机，造成误照射。

(4) 多人作业，配合失误受照。多人一起作业时，一人去开机，而其余人却仍在探伤室而受到误照射。

针对以上可能发生的事故风险，公司已制定辐射事故应急方案，依照《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》（原国家环保总局，环发[2006]145号）和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，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 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，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目开展工业 X 射线探伤使用的 X 射线探伤机属 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，南京龙超金属制造科技有限公司已成立辐射安全与环境保护管理领导小组，并以文件形式明确各成员管理职责。辐射安全与环境保护管理机构文件详见附件 9。

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需在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。南京龙超金属制造科技有限公司拟为本项目配置 4 名辐射工作人员，拟组织 4 名辐射工作人员参加辐射安全与防护相关知识的学习，参加考核并取得考核合格证书后方可到岗工作。

辐射安全管理规章制度

南京龙超金属制造科技有限公司已成立辐射安全与环境保护管理领导小组（详见附件 9），并以文件形式制定了人员岗位职责。公司应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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，进一步完善操作规程、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，并有完善现有的辐射事故应急方案。

现对各项制度提出相应的建议和要求：

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善制定辐射防护和保卫制度，重点是 X 射线探伤机的运行和维修时辐射安全管理。

探伤操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、X 射线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 X 射线探伤操作步骤以及探伤过程中必须采取的辐射安全措施。

设备维修制度：明确 X 射线探伤机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 X 射线探伤机、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

岗位职责：明确管理人员、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。

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。

台账管理制度：根据本项目情况，完善的射线装置台账制度，并在日常工作中落实到位，对公司使用的所有射线的型号、规格、数量等均需记录在台账上，做到有据可查。

监测方案：购置辐射监测仪器和个人剂量报警设备，制定监测方案，方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。对辐射工作人员进行个人剂量监测并建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境部门及卫生部门调查处理。

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

综上所述，南京龙超金属制造科技有限公司在落实上述制度后，能够确保公司使用的 X 射线探伤机的安全使用，满足国家相关的管理及技术层面要求。

辐射监测

公司使用的 X 射线探伤机属 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用 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，以满足射线装置日常运行时对探伤房周围 X 射线的辐射防护和环境进行监测。

公司拟配备 1 台环境辐射剂量巡测仪，并计划为本项目配备 4 台个人剂量报警仪，用于对 X 射线探伤机日常运行时的探伤室外辐射水平进行监测，且定期（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。公司拟为本项目 4 名辐射工作人员均配备个人剂量计，计划开展个人剂量监测和职业健康监护，并建立完整的个人剂量监测和职业健康监护档案。

公司已委托有资质的单位定期对现有的 1#、2#探伤房进行环境监测、场所监测，并对 1#、2#探伤房的辐射工作人员进行个人剂量监测，监测报告详见附件 10。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，南京龙超金属制造科技有限公司已制定相应的辐射事故应急预案。自 1#、2#探伤房投运以来，公司尚未出现过辐射事故，因此未启动过辐射事故应急预案。公司应针对本次固定式 X 射线探伤线技术改造项目可能产生的辐射事故情况进一步完善事故应急方案，其主要内容应明确辐射事故应急领导小组的组织机构、组成人员及职责；明确应急人员培训内容及培训周期等；明确辐射应急救援急响应措施；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；应明确应急演练制度和环保、公安及卫生部门的联系方式。落实以上措施后，才能够满足辐射安全的要求。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

南京龙超金属制造科技有限公司位于南京市江宁区湖熟街道波光路 26 号，公司拟在厂区 2#厂房内扩建 2 座固定式 X 射线探伤房，并拟配备 2 台 XXH-2505 型周向 X 射线探伤机(最大管电压为 250kV，最大管电流为 5mA)、2 台 XXQ-2005 型定向 X 射线探伤机（最大管电压为 200kV，最大管电流为 5mA）、1 台 MXR-225/22 型定向 X 射线探伤机（最大管电压为 225kV，最大管电流为 13mA）用于开展公司生产的产品进行无损检测工作。

二、项目建设的必要性及产业政策符合性

本项目的建设，可进一步提升公司的无损检测能力，保证公司产品质量，为客户提供更优质的产品。对照国家《产业结构调整指导目录（2019 年本）》、《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012 年本）》，本项目均为鼓励类项目，符合当前国家和江苏省的产业政策。

三、实践正当性

本项目的运行，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够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》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

四、选址合理性

南京龙超金属制造科技有限公司位于南京市江宁区湖熟街道波光路 26 号，公司东南侧为波光路，西南侧为东兴复合材料有限公司，西北侧为居民楼及空地，东北侧为南京大源塑木新材料有限公司。本项目拟扩建的 2 座固定式 X 射线探伤房位于公司 2#厂房西北部，呈东南-西北方向并列相邻设置。2#厂房东北侧为厂内道路及 5#厂房；东南侧为办公楼及厂内道路，西南侧为厂内道路及 1#厂房，西北侧为厂内道路、打磨厂房及原料库。探伤房四面均位于 2#厂房内，2#厂房为单层建筑，探伤房上方无建筑，下方为土层。

本项目探伤房周围 50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，亦不涉及国家公园、世界文化和自然遗产地等环境敏感区，项目运行后的环境保护目

标主要是本项目探伤辐射工作人员、厂区内其他工作人员及周围公众等。

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。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

本项目射线装置机房与控制室分开，区域划分明确，选址及布局合理。

五、辐射环境现状

本次固定式 X 射线探伤线技术改造项目拟建址及周围环境本底辐射剂量率在 65nGy/h~83nGy/h 之间，与江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果相比较，均未见异常。

六、环境影响评价

本项目拟采取的辐射防护屏蔽措施适当，符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的相关要求。根据预测结果，在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，本项目投入运行后对辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《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年有效剂量限值要求以及本项目管理目标限值要求（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）。

七、辐射安全措施评价

探伤室防护门设计门机联锁装置；探伤室门口和内部均拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；探伤室内、外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明；拟设计工作状态指示灯与探伤机进行联锁；防护门外设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；探伤室内安装紧急停机按钮。

落实以上措施后，能够满足辐射安全的要求。

八、洗片废液及废胶片处理评价

本项目运行后每年产生少量的洗片废液及废胶片，属《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的危险废物，不得随意排放。公司拟将本项目产生的该类废水及废胶片进行集中收集、存放，并委托南京乾鼎长环保能源发展有限公司处置。

九、通风设施评价

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的要求，探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次。南京龙超金属制造科技有限公司拟在探伤室内设置机械通风装置，排风口位于探伤室西南角顶部。根据理论预测，本项目 2 座探伤房通风设计均能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的标准要求。

十、辐射安全管理评价

南京龙超金属制造科技有限公司已按规定成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责；公司已制定可行的辐射安全管理制度，并在以后的实际工作中不断对各管理制度进行补充和完善。

公司拟配备 1 台环境辐射剂量巡测仪，用于对 X 射线探伤机日常运行时的探伤室外辐射水平进行监测。公司计划为本项目配备 4 名辐射工作人员，为本项目配备 4 台个人剂量报警仪，辐射工作人员均配备个人剂量计，拟开展个人剂量监测和职业健康监护，并建立完整的个人剂量监测和职业健康监护档案。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需在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。

综上所述，南京龙超金属制造科技有限公司固定式 X 射线探伤线技术改造项目在落实本报告中提出的辐射安全、辐射防护及安全管理等措施后，该公司将具备与其所从事的辐射活动技术和能力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符合辐射环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

建议与承诺

1、公司应定期或不定期针对 X 射线探伤房管理、操作、安全措施的实施情

况进行检查，确保设施的完好和有效。

2、该项目运行中，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，以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。

3、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

4、公司取得本项目环评批复、满足辐射安全许可证换领条件时，应及时申请换领辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过3个月，需要对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。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人签字

公章

年 月 日

审批意见:

经办人签字

公章

年 月 日

辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，或指派1名具有本科以上学历的技术人员专职从事辐射防护和环境保护管理工作。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：探伤室主要通过混凝土屏蔽墙体、含铅屏蔽门进行辐射防护。3#探伤室内部面积为14m ² ，4#探伤室内部面积为7m ² 。本项目2座探伤室四周墙体均为600mm厚混凝土，中间共用墙体为600mm厚混凝土，迷道采用300mm厚混凝土、顶面采用350mm厚混凝土土进行屏蔽，工件门采用14mm厚铅板、人员门采用7mm厚铅板进行屏蔽。工作人员和周围公众的年有效剂量符合项目剂量约束值要求。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求。	6
	安全措施：本项目探伤室防护门设计门机联锁装置；探伤室防护门上方及内部均设计有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；探伤室拟设计照射状态指示装置与X射线探伤装置进行联锁；探伤室内、外醒目位置处设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；探伤室防护门外拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；探伤室内设计安装紧急停机按钮。	满足《工业X射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求。	
人员配备	配置4名辐射工作人员。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求	1
	辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。		
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		
	辐射工作人员定期进行职业健康体检，并建立放射工作人员职业健康档案。		
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪1台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	/
	拟配备个人剂量报警仪4台。	满足《工业X射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求。	1

辐射安全管理制度	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、辐射事故应急措施等制度；根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
洗片废液、废胶片暂存设施和处理	本项目运行后每年产生少量的洗片废液及废胶片，属《国家危险废物名录》中编号为HW16的危险废物，不得随意排放。公司拟将本项目产生的该类废水及废胶片进行集中收集并委托有资质单位处置。公司应注意洗片废液暂存时使用的容器应耐腐蚀，贮存措施应做到“防雨淋、防渗漏、防流失”。	满足环境保护管理要求	1
废气处理	本项目探伤室内曝光过程中产生的少量臭氧和氮氧化物通过机械通风装置及探伤室顶部的排风口排放，常温下可以自行分解为氧气，对环境影响较小。	满足《工业X射线探伤放射卫生防护要求》(GBZ 117-2015)的相关要求。	1
总计	/	/	10

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。