

# 核技术利用建设项目

南京玻璃纤维研究设计院有限公司

南京玻纤院测试评价与创新平台建设项目（辐射专题）

## 环境影响报告表

南京玻璃纤维研究设计院有限公司

2021 年 11 月

生态环境部监制

# 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.....	5
表 5 废弃物(重点是放射性废弃物).....	6
表 6 评价依据.....	7
表 7 保护目标与评价标准.....	9
表 8 环境质量和辐射现状.....	14
表 9 项目工程分析和源项.....	19
表 10 辐射安全与防护.....	23
表 11 环境影响分析.....	30
表 12 辐射安全管理.....	41
表 13 结论与建议.....	45
表 14 审批.....	49

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		南京玻纤院测试评价与创新平台建设项目（辐射专题）				
建设单位		南京玻璃纤维研究设计院有限公司				
法人代表	张文进	联系人	陆强	联系电话	13601460452	
注册地址		南京市雨花台区雨花西路安德里 30 号				
项目建设地点		南京市雨花台区雨花西路安德里 30 号 （南京玻璃纤维研究设计院有限公司现有厂区内）				
立项审批部门	南京市雨花台区行政审批局	批准文号	雨审批复[2021]77 号 2108-320114-89-01-624055			
建设项目总投资(万元)	80	项目环保投资(万元)	30	投资比例(环保投资/总投资)	37.5%	
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m <sup>2</sup> )	120	
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	制备 PET 用放射性药物			
		<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	/					
<b>项目概况</b>						
<p><b>1.建设单位基本情况、建设规模和项目由来及原有核技术利用项目许可情况</b></p> <p><b>1.1 建设单位基本情况、建设规模和项目由来</b></p> <p>南京玻璃纤维研究设计院有限公司（简称“南京玻纤院”）为中材科技股份有限公司的全资子公司，隶属于中国建材集团有限公司。</p> <p>南京玻纤院建有多项创新平台和行业服务平台，是国际标准化组织 ISO/TC61/SC13“增强纤维和复合材料”委员会国内对口单位。</p> <p>为了开展材料检测，及开展相关检测技术、方法标准及装备研究，完成关键测试评价技术攻关，完善补齐专用测试评价设备仪器，搭建工程化应用的评价装置，形成全面系统的测试评价能力，南京玻纤院拟投资 12530 万元实施南京玻纤院测试评价与创新平台建设项目，目前该项目已完成了江苏省项目投资备案，备案证号为雨审批复【2021】77 号（项目代码为 2108-320114-89-01-624055）。</p> <p>南京玻纤院测试评价与创新平台建设项目新增仪器设备 58 台套，改造南京玻纤院现有 12 号、13 号、20 号楼厂房，改造建筑面积共 3076m<sup>2</sup>。</p>						

其中，新增的 58 台套仪器设备中有 2 台工业 CT：

(1) 1 台型号为 Diondo d2 的工业 CT 探伤机（最大管电压为 240KV，最大管电流为 1mA）；

(2) 1 台型号为 Diondo d5 的工业 CT 探伤机（最大管电压为 450KV，最大管电流为 3.3mA）；

2 台工业 CT 具体情况具体见表 1-1。

**表 1-1 南京玻璃纤维研究设计院有限公司核技术利用项目表**

序号	装置名称	数量	类别	设备型号	最大管电压(kV)	最大管电流 (mA)	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	备注
1	工业 CT	1 台	II类	Diondo d2	240	1.0	CT 探伤室	使用	本次环评	未许可	锥束 30°
2	工业 CT	1 台	II类	Diondo d5	450	3.3	CT 探伤室	使用	本次环评	未许可	定向机

备注：240KV 工业 CT 主射方向由东向西出束，且能够根据检测工件的检测部位调节出束角度，出束装置由水平方向向南或北调整角度大小不超过 30°

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号)，南京玻璃纤维研究设计院有限公司拟购置的 2 台工业 CT，属于工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，为 II 类射线装置。

**表 1-2 射线装置分类表**

装置类别	医用射线装置	非医用射线装置
I 类射线装置	质子治疗装置	生产放射性同位素用加速器（不含制备正电子发射计算机断层显像装置（PET）用放射性药物的加速器）
	重离子治疗装置	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器
	其他粒子能量大于等于 100 兆电子伏的医用加速器	/
II 类射线装置	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	粒子能量小于 100 兆电子伏的非医用加速器
	制备正电子发射计算机断层显像装置（PET）放射性药物的加速器	工业辐照用加速器
	X 射线治疗机（深部、浅部）	工业探伤用加速器
	术中放射治疗装置	安全检查用加速器
	血管造影用 X 射线装置	车辆检查用 X 射线装置
	/	工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置
	/	工业用 X 射线探伤装置
/	中子发生器	
III 类射线装置	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	人体安全检查用 X 射线装置
	医用诊断 X 射线装置	X 射线行李包检查装置
	口腔（牙科）X 射线装置	X 射线衍射仪
	放射治疗模拟定位装置	X 射线荧光仪
	X 射线血液辐照仪	其他各类 X 射线检测装置（测厚、称重、测孔径、

	测密度等)
/	离子注(植)入装置
/	兽用 X 射线装置
/	电子束焊机
其他不能被豁免的 X 射线装置	

依据《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》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版)等法律法规的规定,本项目的2台工业CT属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版)“55-172,核技术利用建设项目中的使用II类射线装置”,应编制环境影响报告表。

受南京玻璃纤维研究设计院有限公司委托,江苏国恒安全评价咨询服务有限公司承担《南京玻纤院测试评价与创新平台建设项目(辐射专题)》(以下简称为“本项目”)环境影响评价工作。我公司通过资料调研和资料分析,编制了本项目环境影响报告表,提交建设单位报请审批。

南京玻纤院测试评价与创新平台建设项目(辐射专题)非辐射类项目应另行环评,不涵盖在本项目范围内。

### 1.2 原有核技术利用项目许可情况

本项目拟建于南京市雨花台区雨花西路安德里30号,南京玻璃纤维研究设计院有限公司现有厂区内。

南京玻璃纤维研究设计院下属分公司江宁分公司,位于南京市江宁区彤天路99号,曾申领南京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[A0048],种类和范围为“使用V类放射源”,有效期至2021年11月16日。

南京玻璃纤维研究设计院有限公司江宁分公司2021年6月25日已经办理辐射安全许可证注销手续,注销号为苏环辐审[2021]A075号,各类放射源已按规范处置。

表 1-3 南京玻璃纤维研究设计院有限公司江宁分公司  
原有放射源一览表

序号	核素	出厂日期	出厂活度	标号	编码	类别	环评情况	目前情况
1	Kr-85	20040401	1.11E+10	/	0101KR219735	V	环评登记表	已办理注销手续,注销证号苏环辐审[2021]A075号
2	Kr-85	20071101	3.7E+9	/	0107KR000795			
3	Kr-85	20110808	1.11E+10	11KR3C0039	0111KR001155			

### 2.项目周边保护目标和项目选址情况

本项目选址位于南京市雨花台区雨花西路安德里30号,南京玻璃纤维研究设计院

有限公司现有厂区内。南京玻璃纤维研究设计院有限公司东侧为君悦城市花园小区、南京玻纤院住宅区和安德里 28 号小区；南侧为雨花南路，隔路为枫情国度尚园小区、龙福山庄和万科翡翠天际；西侧为龙福花园小区和宁芜铁路；北侧为包装机械厂宿舍和南京第四建筑工程公司。

本项目探伤室拟建于南京玻璃纤维研究设计院有限公司现有厂区的东南部。本项目探伤室拟建址东侧为厂区现有道路，隔路为东仓库；南侧紧邻为机房、走廊和化学分析室（3），再往南分别为厂区道路、力学试验室和配电室；西侧由东到西分别为无损实验室、化学分析室（1）和厂区道路；北侧由南往北分别为厂区道路、环境试验室和北仓库。

本项目探伤室为一层建筑，本项目探伤室上方、下方均无建筑。

本项目距离最近南厂界约 80 米，其 50 米评价范围内主要为实验室、机房、厂区道路和仓库等，无居民区、学校等环境敏感目标。本项目环境保护目标为探伤室周围公众及本项目辐射工作人员。

南京玻璃纤维研究设计院有限公司地理位置图见附图 1，周边环境概况图见附图 2，厂区总平面布置图见附图 3。

### **3.与产业政策的相符性**

本项目使用工业 CT 机对检测样品进行质量检测，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展和改革委员会 2019 年令第 29 号），本项目不属于鼓励类、限制类、淘汰类。根据《江苏省工业和信息产业结构调整限制、淘汰目录和能耗限额》（2015 本）（苏政办发〔2015〕118 号）的相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类，故本项目的建设符合国家现行产业政策。

### **4.实践正当性**

南京玻璃纤维研究设计院有限公司在厂区内使用 2 台工业 CT 机对检测样品进行无损检测，确保其产品质量。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，对周围环境、职业人员或公众影响较小，且能够提升行业产品质量和安全性，因此该项目符合《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。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一)加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二)X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	工业CT	II类	1	Diondo d2	240	1.0	无损检测	探伤室	锥束30°
2	工业CT	II类	1	Diondo d5	450	3.3	无损检测	探伤室	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( $\mu$ A)	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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过通风系统排入大气，臭氧在常温下可自行分解，对环境影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放量用 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/m<sup>3</sup>)和活度(Bq)。



表 6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），国家主席令第 9 号，1989 年 12 月 26 日发布实施，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起实施；</li> <li>2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），中华人民共和国主席令第 24 号，2018 年 12 月 29 日公布实施；</li> <li>3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日起实施；</li> <li>4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订版），国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日公布施行；</li> <li>5) 《建设项目环境保护管理条例》（修订本），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；</li> <li>6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），2020 年 12 月 25 日经《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令 20 号）修改，2021 年 1 月 4 日公布实施；</li> <li>7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部部令第 16 号公布，2021 年 1 月 1 日起施行；</li> <li>8) 《射线装置分类》，环境保护部及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；</li> <li>9) 《国家危险废物名录》（2021 版），生态环境部令第 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</li> <li>10) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第 2 号，2018 年 3 月 28 日修正，2018 年 5 月 1 日起施行；</li> <li>11) 《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号），2018 年 6 月 9 日发布施行；</li> <li>12) 《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），2020 年 1 月 8 日发布施行；</li> <li>13) 《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 日印发实施；</li> <li>14) 《南京市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（南京市生态环境局，</li> </ol>
------------------	--

	<p>2020.12.18)；</p> <p>15)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，生态环境部公告第38号，2019年10月25日印发；</p> <p>16)《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告第39号，2019年10月25日印发；</p> <p>17)《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>18)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》生态环境部公告2019年第57号，2020年1月1日施行。</p>
<b>技术标准</b>	<p>1)《建设项目环境影响评价技术导则总纲》(HJ2.1-2016)；</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》(HJ10.1-2016)；</p> <p>3)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>4)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>5)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>6)《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)；</p> <p>7)《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)。</p>
<b>其他</b>	<p>1) 建设单位提供的射线装置相关资料；</p> <p>2) 项目委托书；</p> <p>3) 射线装置使用承诺书；</p> <p>4) 探伤室辐射屏蔽防护设计说明；</p> <p>6) 建设单位承诺书；</p> <p>7) 备案证；</p> <p>8) 辐射环境现状检测报告复印件；；</p> <p>9) 现有项目辐射安全许可证；</p> <p>10) 现有项目辐射安全许可证注销手续；</p> <p>11) 审批信息表。</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》(HJ10.1-2016)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改建 CT 探伤室边界外 50m 区域,评价范围见图 7-1。

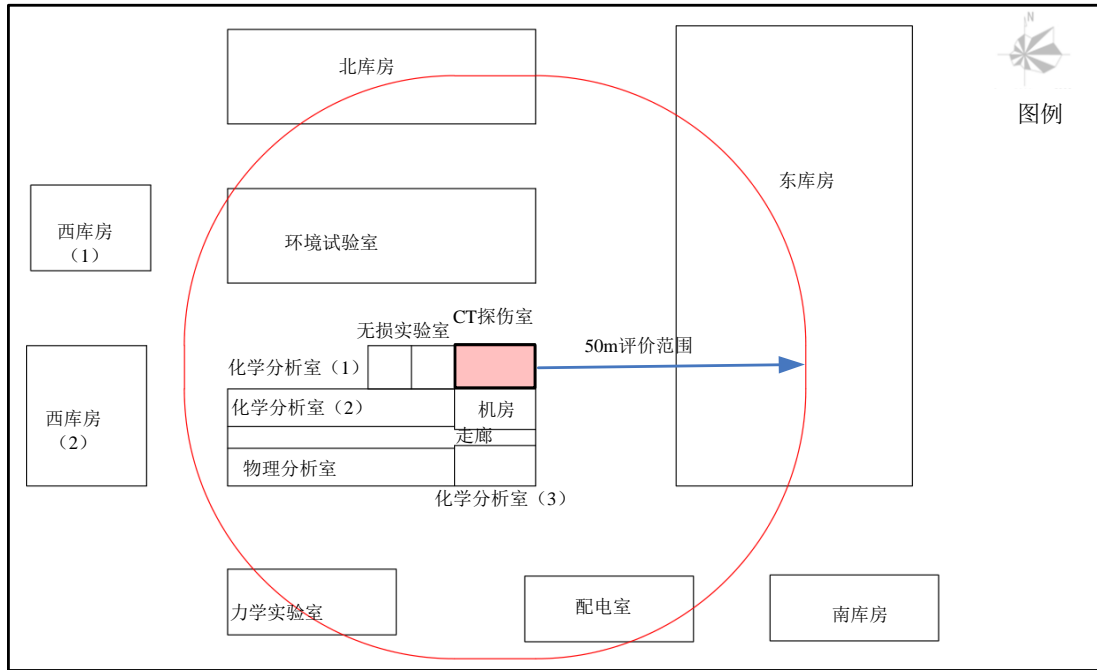


图 7-1 评价范围示意图

表 7-1 改建 CT 探伤室周围环境描述

方位	距离(米)	环境描述
东	1-26	改建 CT 探伤室东侧厂区道路
	26-50	东库房
南	0.24-7.5	机房
	7.5-10.5	机房南侧走廊
	10.5-18.0	化学分析室(3)
	18-33	改建 CT 探伤室南侧厂区道路
	33-46	力学实验室、配电室
	46-50	力学实验室、配电室南侧厂区道路
西	0.24-8.5	无损实验室
	8.5-16	化学分析实验室(1)
	16-50	改建 CT 探伤室西侧厂区道路
北	1.0-12	改建 CT 探伤室北侧厂区道路
	12-29	环境试验室
	29-41	环境试验室北侧厂区道路
	41-50	北仓库

### 保护目标

本项目建设地点位于南京市雨花台区雨花西路安德里 30 号，对照《江苏省国家级生态保护红线规划》和《江苏省生态空间管控区域规划》，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。

本项目探伤室周围 50m 范围无居民区、学校等环境敏感目标，根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：

- 1、本项目探伤室辐射工作人员。
- 2、本项目探伤室周围公众

**表 7-2 改建 CT 探伤室周围保护目标一览表**

方位	距离（米）	环境描述	保护目标名称	人员规模
/	相邻	CT 探伤室	辐射工作人员	4 人
东	1-26	改建 CT 探伤室东侧厂区道路	公众人员	/
	26-50	东库房	公众人员	约 2 人
南	0.24-7.5	机房	公众人员	约 1 人
	7.5-10.5	机房南侧走廊	公众人员	/
	10.5-18.0	化学分析室（3）	公众人员	约 5 人
	18-33	改建 CT 探伤室南侧厂区道路	公众人员	/
	33-46	力学试验室、配电室	公众人员	约 8 人
	46-50	力学试验室、配电室南侧厂区道路	公众人员	/
西	0.24-8.5	无损实验室	公众人员	约 2 人
	8.5-16	化学分析实验室（1）	公众人员	约 4 人
	16-50	改建 CT 探伤室西侧厂区道路	公众人员	/
北	1.0-12	改建 CT 探伤室北侧厂区道路	公众人员	/
	12-29	环境试验室	公众人员	约 4 人
	29-41	环境试验室北侧厂区道路	公众人员	/
	41-50	北仓库	公众人员	约 2 人

**评价标准**

**1)) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）**

**表 7-3 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。

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。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

## 2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

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。

### 3.1.2 控制台

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

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设置有钥匙开关，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。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

## 4 工业 X 射线探伤室探伤的放射防护要求

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

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

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  $100\mu\text{ Sv/周}$ ，对公众不大于  $5\mu\text{ Sv/周}$ ；

b)关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{ Sv/h}$ 。

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 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  $100\mu\text{ Sv/h}$ 。

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。

4.1.11 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。

### **3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)**

#### **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  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  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。

**参考资料：**

(1) 《辐射防护导论》，方杰主编。

(2) 《辐射防护手册》，李德平、潘自强主编。

(3) 《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 7-4 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
(均值±3S) *	58.5-100.5	66.2-164.0

注：评价时可参考（均值±3s）数值，即室外剂量率58.5~100.5nGy/h，室内剂量率66.2~164.0nGy/h。

**本项目管理目标**

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）、《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》

（GBZ/T250-2014）评价标准，确定本项目的管理目标职业人员按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值1/4取值，公众按照1/10取值。

**辐射剂量率控制水平：**铅房四周墙、防护门表面外30cm处剂量率不超过**2.5μ Sv/h**，铅房顶部表面外30cm处剂量率不超过**100μ Sv/h**（人员不可达）。

**辐射剂量控制水平：**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**；

职业人员周有效剂量不超过**100μ Sv**（年工作时间按50周计算）；

公众周有效剂量不超过**2μ Sv**（年工作时间按50周计算）。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 1.项目地理和场所位置

本项目选址位于南京市雨花台区雨花西路安德里 30 号，南京玻璃纤维研究设计院有限公司现有厂区内。南京玻璃纤维研究设计院有限公司东侧为君悦城市花园小区、南京玻纤院住宅区和安德里 28 号小区；南侧为雨花南路，隔路为枫情国度尚园小区、龙福山庄和万科翡翠天际；西侧为龙福花园小区和宁芜铁路；北侧为包装机械厂宿舍和南京第四建筑工程公司。

本项目探伤室拟建于南京玻璃纤维研究设计院有限公司现有厂区的东南部。本项目探伤室拟建址东侧为厂区现有道路，隔路为东仓库；南侧紧邻为机房、走廊和化学分析室（3），再往南分别为厂区道路、力学试验室和配电室；西侧由东到西分别为无损实验室、化学分析室（1）和厂区道路；北侧由南往北分别为厂区道路、环境试验室和北仓库。

本项目探伤室为一层建筑，本项目探伤室上方、下方均无建筑。

本项目距离最近南厂界约 80 米，其 50 米评价范围内主要为实验室、机房、厂区道路和仓库等，无居民区、学校等环境敏感目标。本项目环境保护目标为探伤室周围公众及本项目辐射工作人员。



改建 CT 探伤室东侧



改建 CT 探伤室南侧





图 8-1 改建 CT 探伤室周围环境现状照片

## 2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目改建 CT 探伤室的周围及内部辐射环境

监测因子：环境 $\gamma$  辐射剂量率

监测点位：在本项目改建工业 CT 探伤室周围及内部布置 26 个监测点位。

表 8-1 本项目监测点位一览表

序号	监测点位
1	改建 CT 探伤室北侧
2	改建 CT 探伤室东侧
3	改建 CT 探伤室南侧（机房内）
4	二楼理化实验室
5	化学分析实验室（2）
6	无损实验室
7	化学分析室（1）
8	改建 CT 探伤室内
9	
10	
11	
12	
13	

14	机房南侧走廊
15	化学分析室 (3)
16	物理分析室
17	改建 CT 探伤室南侧厂区道路
18	力学试验室
19	配电室
20	改建 CT 探伤室东侧厂区道路
21	东库房
22	改建 CT 探伤室北侧厂区道路
23	环境试验室
24	环境试验室北侧厂区道路
25	北库房
26	改建 CT 探伤室西侧厂区道路

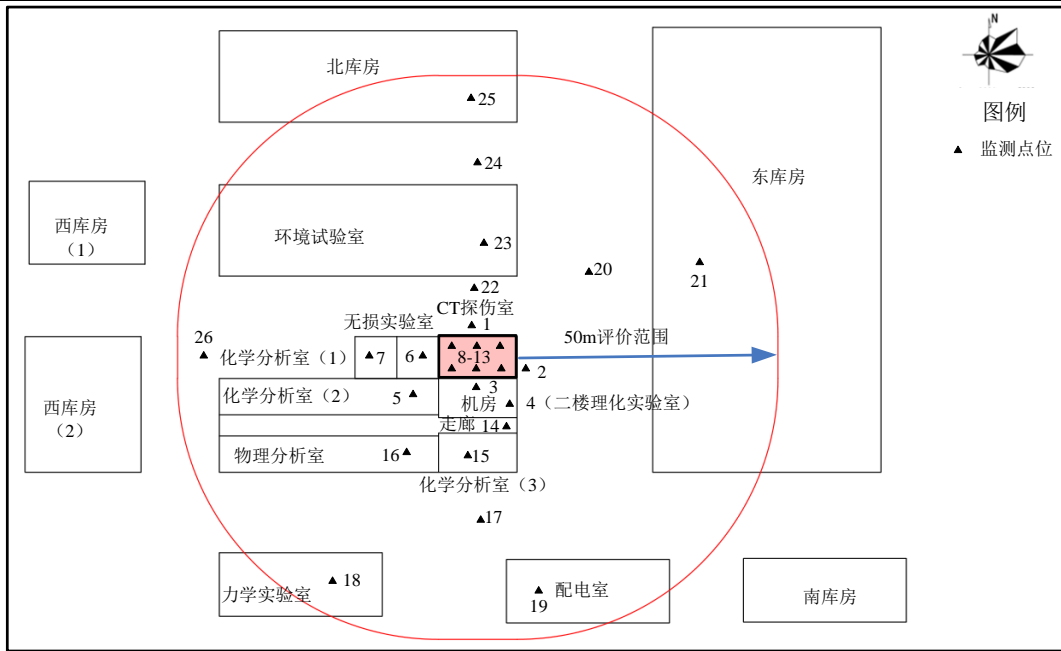


图 8-2 本项目环境质量现状监测点位示意图

### 3 监测方案、质量保证措施

监测方案：根据《《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），《环境γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在探伤室拟建址内部、周围及探伤室其他区域布设监测点位，检测探伤室内部及周围辐射环境。

质量保证措施：江苏康达检测技术股份有限公司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并持有合格证书，检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测报告实行二级审核制度，检测时仪器使用前后检查是否正常。

### 4.监测结果及环境现状调查结果评价

检测单位：江苏康达检测技术股份有限公司

主要检测仪器：便携式多功能辐射仪（设备编号：X-038-04，有效日期：2021.4.14-2022.4.13）

监测项目：环境 $\gamma$  辐射剂量率

监测布点：具体点位见图 8-2

监测时间：2021 年 11 月 5 日

监测方法：《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），《环境 $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

评价方法：参考表 7-4 江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

检测结果见表 8-2。

**表 8-2 周围剂量当量率测量结果**

序号	监测点位	检测结果 (nSv/h)
1	改建 CT 探伤室北侧	128
2	改建 CT 探伤室东侧	114
3	改建 CT 探伤室南侧（机房内）	113
4	二楼理化实验室	112
5	化学分析实验室（2）	114
6	无损实验室	126
7	化学分析室（1）	123
8	改建 CT 探伤室内	114
9		115
10		117
11		116
12		118
13		115
14	机房南侧走廊	115
15	化学分析室（3）	117
16	物理分析室	114
17	改建 CT 探伤室南侧厂区道路	100
18	力学试验室	108
19	配电室	106
20	改建 CT 探伤室东侧厂区道路	114
21	东库房	115
22	改建 CT 探伤室北侧厂区道路	129
23	环境试验室	116
24	环境试验室北侧厂区道路	118
25	北库房	114
26	改建 CT 探伤室西侧厂区道路	123

#### 4.环境现状调查结果评价

由表 8-2 监测结果可知，工业 CT 探伤室拟建址周围环境 $\gamma$  辐射剂量率在 **100nSv/h~129nSv/h** 之间，处于江苏省天然贯穿辐射本底水平涨落范围内。

## 表 9 项目工程分析和源项

### 工程设备与工艺分析

#### 1.工程概况

本项目拟建于南京市雨花台区雨花西路安德里 30 号，南京玻璃纤维研究设计院有限公司现有厂区内。

南京玻璃纤维研究设计院下属分公司江宁分公司，位于南京市江宁区彤天路 99 号，曾申领南京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[A0048]，种类和范围为“使用 V 类放射源”，有效期至 2021 年 11 月 16 日。

南京玻璃纤维研究设计院有限公司江宁分公司 2021 年 6 月 25 日已经办理辐射安全许可证注销手续，注销号为苏环辐审[2021]A075 号，各类辐射源已按规范处置。

本项目新增 2 台工业 CT：

(1) 1 台型号为 Diondo d2 的工业 CT 探伤机（最大管电压为 240KV，最大管电流为 1mA）；

(2) 1 台型号为 Diondo d5 的工业 CT 探伤机（最大管电压为 450KV，最大管电流为 3.3mA）；

2 台工业 CT 均自带铅房屏蔽，安置于改建的探伤室内，均属 II 类射线装置。

南京玻璃纤维研究设计院有限公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员；本项目周开机曝光时间为 15 小时，年工作 50 周，年开机曝光时间为 750 小时。

#### 2.工作流程

##### 2.1 工业 X 射线探伤机原理

常见 X 射线探伤装置外观见图 9-1。



图 9-1 常见 X 射线探伤机

X 射线探伤机的核心部件是 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。X 射线管示意图见图 9-2。

工业 CT 的工作原理是 X 射线穿透检测工件后被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线光转换为微弱的可见光，通过光学镜头和 CCD 相机传输到监视器，人在监视器上看到的就是检测图像，这被称为“光电转换”过程，在这个过程中同时输出另一路信号送给计算机，通过图像处理软件将检测图像存档管理。本项目进行工件检测时，先根据检测部位调整出束角度，然后在检测过程中，工件进行周向转动，从而在计算机上呈现出工件 360° 检测图像。

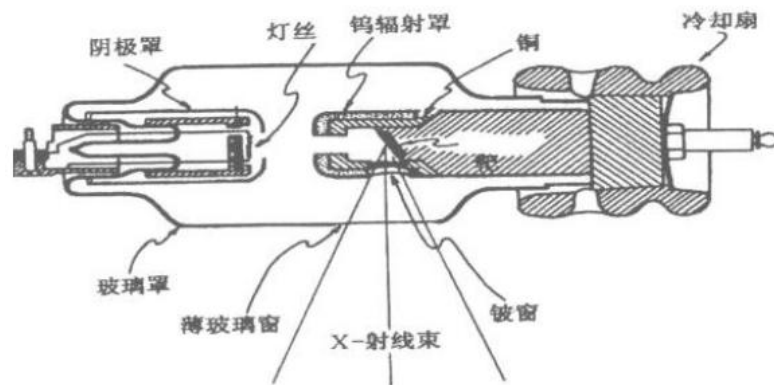


图 9-2 典型 X 射线管结构图

## 2.2 探伤工作流程

探伤时将被待测样品通过防护门运至工业 CT 铅房内，探伤工作人员在操作台进行远距离操作，对待测样品进行无损检测，其工作流程如下：

- 1) 探待测样品送进 CT 铅房内探伤，工件手动送入；
- 2) 检查 CT 铅房内人员滞留情况，确定无人后工作人员关闭防护门；
- 3) 工作人员开启工业 CT 机进行无损检测，CT 开机会发出 X 射线，并产生少量臭氧及氮氧化物；
- 4) 达到预定照射时间和曝光量后关闭 CT 机，曝光结束；
- 5) 探伤完后用推车将待测样品运出 CT 探伤室；
- 6) 工作人员判断待测样品质量、缺陷等。

工业 CT 探伤作业流程及产污环节示意图如下图 9-3：

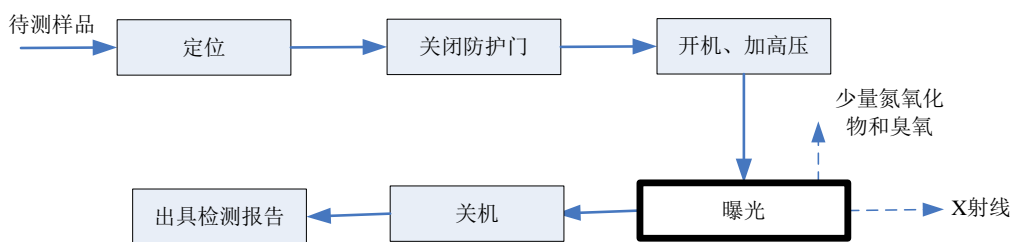


图 9-3 X 射线探伤作业流程及产污环节示意图

### 2.3 污染途径

本项目射线装置的主要放射性污染物为 X 射线，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，本项目使用的工业 CT 只有在开机并处于出束状态时(曝光状态)才会发射 X 射线。在开机曝光期间，X 射线是污染环境的主要污染因子，其它时间不产生 X 射线，不会对周围环境产生影响。

#### 正常工况的污染途径：

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

#### 事故工况的污染途径：

本项目 2 台工业 CT 均属 II 类射线装置，发生的事故工况主要有以下两种情况：

① 工业 CT 机对工件进行探伤时，门机联锁失效，工作人员误入辐射控制区，受到额外的照射；

②工业 CT 在对工件进行探伤时，门机联锁失效，铅防护门未完全关闭的情况下工业 X 射线探伤机就出束，致使 X 射线泄漏到辐射控制区外面，给周围活动的人员造成额外的照射。

### 污染源项描述

#### 1.辐射污染源分析

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

#### 2.非辐射污染源分析

工业 CT 在工作状态时，会使铅房内的空气产生电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目铅房内不设置通风管道，少量臭氧和氮氧化物通过开关铅房防护门排入探伤室，然后通过探伤室东侧墙壁上的 2 台排风扇排入大气，2 台排风扇可保证有效通风换气次数

不小于 3 次/小时,臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气。探伤室东侧为厂区现有道路,隔路为东仓库,非人员密集地区,这部分废气对周围环境影响较小。

本项目探伤作业均使用电脑即时成像,不使用胶片、显影液、定影液,因此不涉及危险废物。本项目所使用的工业 CT 在使用过程中无其它放射性废气、废水和固体废物产生。



## 表 10 辐射安全与防护

### 项目安全措施

#### 1.项目布局及分区合理性分析

本项目 2 台 CT 拟安装于改建的工业 CT 探伤室内，设备安装位置和操作台位置见图 10-1。2 台工业 CT 均自带铅房屏蔽，240KV 工业 CT 铅房尺寸为 2516×1706×1930（mm），450KV 工业 CT 铅房尺寸为 4613×2303×2855（mm）。

操作台位于铅房北侧，铅房和操作台分开独立设置，本项目布局满足《工业 X 射线探伤防护要求》（GBZ117-2015）中关于操作室（本项目为操作台）与曝光室（本项目为铅房）分开设计的要求。

本项目将 2 台工业 CT 铅房作为本项目的辐射防护控制区，防护门明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，探伤时任何人不得进入；将探伤室除铅房外的其他区域作为辐射防护监督区，探伤时无关人员等不得进入，本项目分区见图 10-1。本项目辐射防护分区的划分符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中关于辐射工作场所的分区规定。

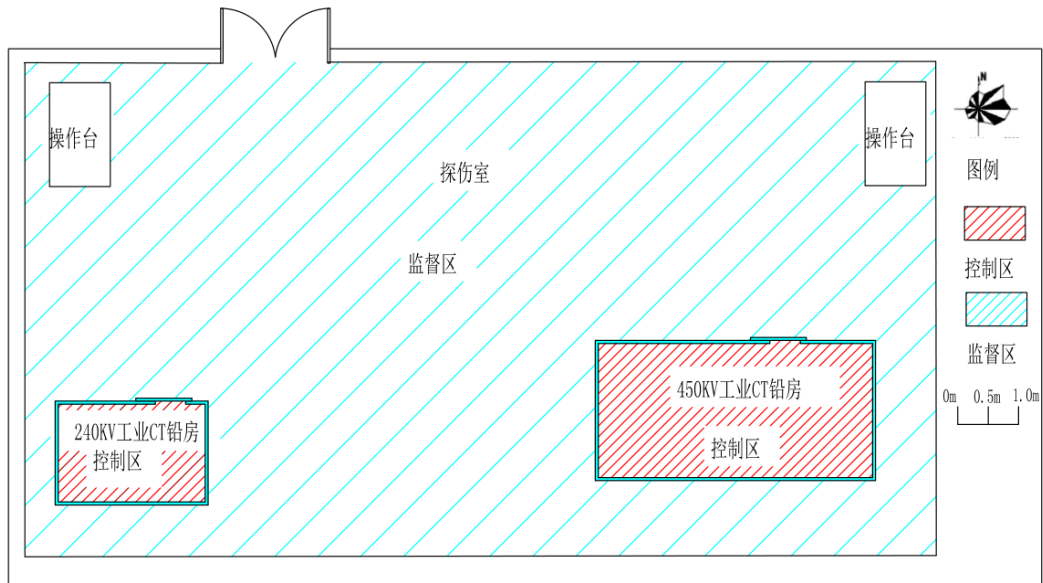


图 10-1 本项目工业 CT 探伤室监督区及控制区示意图

建设单位根据探伤室探伤工件及工作人员的走向，对人流、物流进行了路径规划，具体如下：

在确认探伤机关闭的情况下，人员从 CT 机的防护门进入铅房内，调整探伤机及待测工件位置，工作结束后人员均原路返回到操作台，穿戴好防护用品后便可展开工作。检测完成后，确认探伤机已停止工作后，将待测工件从 CT 防护门取出，此路线可减少

不必要照射，其设计基本可行。本项目辐射工作场所人流及物流路径见图 10-2。

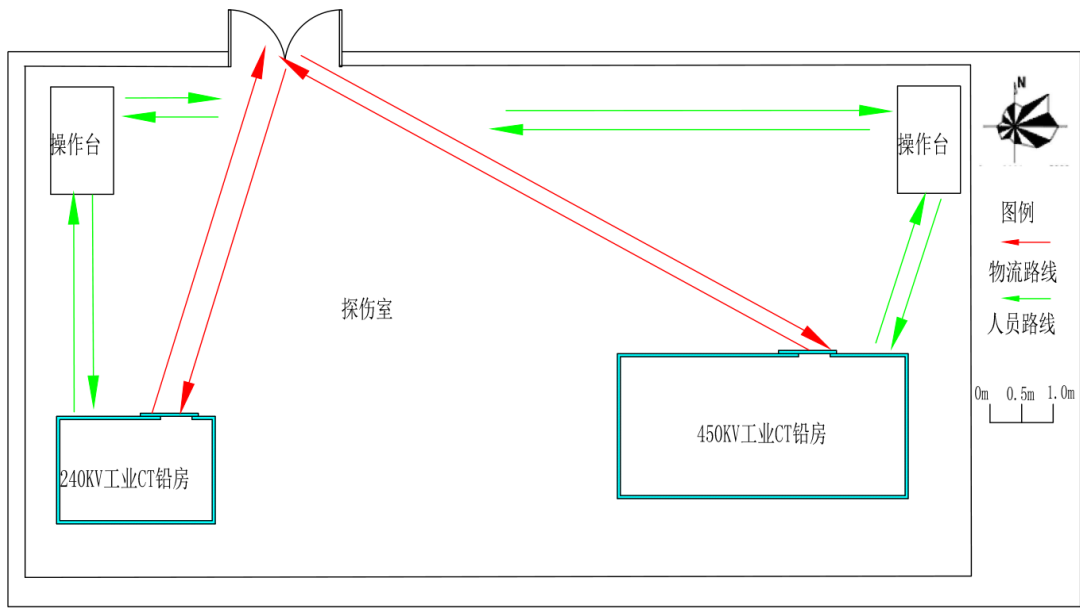


图 10-2 本项目符合工作场所人流与物流路径

## 2 辐射防护屏蔽

根据建设单位提供的设计资料，2 台工业 CT 均自带铅房屏蔽，屏蔽措施见表 10-1 和 10-2。

表 10-1 本项目 240KV 工业 CT 屏蔽措施一览表

序号	项目	屏蔽措施
1	北面（操作面）	20mm 厚铅板
2	防护门（北面）	20mm 厚铅板
3	南面	12mm 厚铅板
4	西面（主照面）	16mm 厚铅板
5	东面	12mm 厚铅板
6	顶面	12mm 厚铅板
7	底面	12mm 厚铅板
8	穿线孔（东面）	12mm 厚铅板

注：240KV 工业 CT 东西布置，主射方向由东向西。

表 10-2 本项目 450KV 工业 CT 屏蔽措施一览表

序号	项目	屏蔽措施
1	北面（操作面）	38mm 厚铅板
2	防护门（北面）	38mm 厚铅板
3	南面	38mm 厚铅板
4	西面（主照面）	55mm 厚铅板
5	东面	38mm 厚铅板
6	顶面	38mm 厚铅板
7	底面	18mm 厚铅板
8	穿线孔（西面）	38mm 厚铅板

注：450KV 工业 CT 东西布置，主射方向由东向西。

本项目 CT 探伤房的平面布置图和剖面图见附图 4 和附图 5。

### **3.辐射防护与安全措施**

#### **1、防护安全要求**

(1) 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避免有用线束照射的方向（《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.1）。

**本项目 2 台工业 CT 均自带铅房屏蔽，操作台位于铅房北侧，满足上述要求。**

(2) 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区（《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.2）。

**本项目将 2 台工业 CT 自带铅房内部划为控制区，探伤室其余部分划为监督区，满足上述要求。**

(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  $100\mu\text{ Sv/周}$ ，对公众不大于  $5\mu\text{ Sv/周}$ ；

b): 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{ Sv/h}$ 。

（《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.3）。

**根据表 11 环境影响分析，本项目满足上述要求。**

(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（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  $100\mu\text{ Sv/h}$ 。

（《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.4）。

**根据表 11 环境影响分析，本项目满足上述要求。**

(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。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（《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.5）。

**本项目在铅房屏蔽室防护门可以打开的地方，均安装了门机联锁开关，设备运行**

过程中，任何一处可开启之处被外力开启时，X 射线立即停止发射。

本项目在铅房屏蔽室和操作台附近均安装了紧急停止开关，紧急情况下，一旦按下任何一个紧急停止开关，X 射线立即停止，同时设备整体也会立即停止运行。

(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(《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 4.1.6)。

本项目在设备操作面，安装了工作状态指示灯，射线开启时，指示灯自动闪烁进行警示。

本项目在相关场所和设备周围，张贴辐射安全警示标识。

(7) 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁(《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 4.1.7)。

本项目在铅房屏蔽室防护门打开的地方，均安装了门机锁开关，设备运行过程中，任何一处可开启之处被外力开启时，X 射线立即停止发射。

(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(《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 4.1.8)。

本项目拟按照要求张贴辐射安全警示标识。

(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(《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 4.1.9)。

本项目在相关场所和设备周围，张贴电离辐射安全警示标识。

(10) 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(《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 4.1.10)。

本项目在操作台、设备操作面、电器柜和铅房内部均设置了急停按钮，紧急情况下，一旦按下任何一个紧急停止开关，X 射线立即停止，同时设备整体也会立即停止运行。

(11) 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(《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015))

4.1.11)。

本项目铅房内不设置通风管道，少量臭氧和氮氧化物通过开关铅房防护门排入探伤室，然后通过探伤室东侧墙壁上的 2 台排风扇排入大气，2 台排风扇可保证有效通风换气次数不小于 3 次/小时，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气。探伤室东侧为厂区现有道路，隔路为东仓库，非人员密集地区，这部分废气对周围环境影响较小。

## **2、安全操作要求**

(1) 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（《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.2.1）。

**本项目拟按照要求配置个人剂量计、个人剂量报警仪。**

(2) 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（《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.2.2）。

**本项目执行相关规定。**

(3) 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（《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.2.3）。

**本项目执行相关规定。**

(4) 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低（《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.2.4）。

**本项目执行相关规定。**

(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（《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.2.5）。

**本项目执行相关规定。**

(6) 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大必须开门探伤,应遵循现场探伤放射防护要求（《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.2.6）。

本项目执行相关规定。

本项目辐射安全设施布局图见图 10-3。

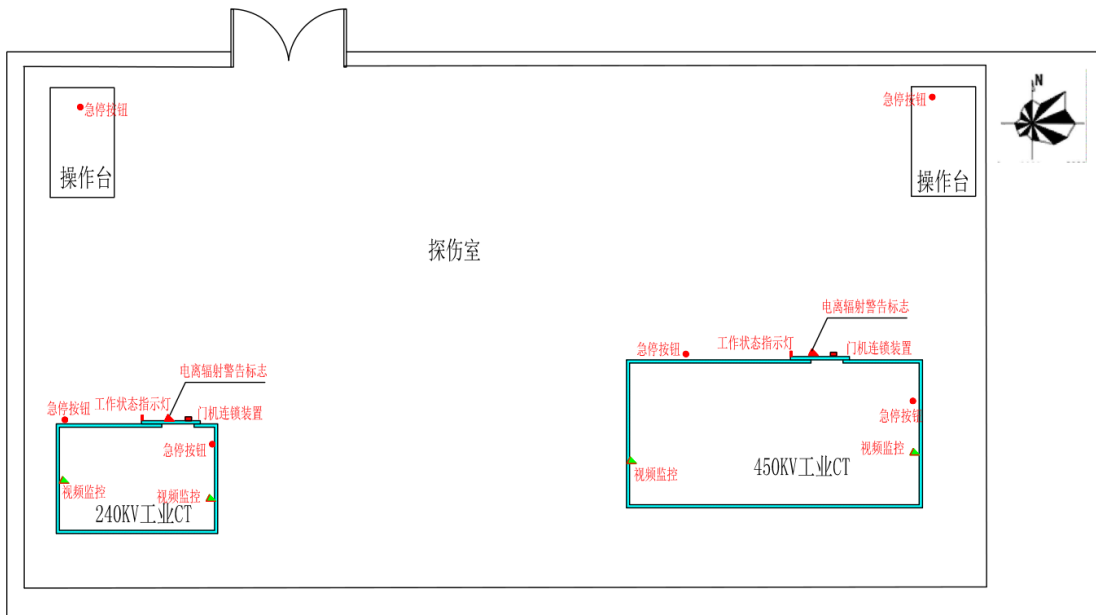


图 10-3 本项目辐射安全设施布局图

#### 4.人员培训与防护

依据《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），本项目拟配备的 4 名职业工作人员可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台免费学习相关知识，并应通过生态环境部培训平台报名并参加考核，获得培训合格证后，方可上岗从事辐射相关工作。辐射工作人员工作期间必须佩带合格的个人剂量计，携带个人剂量报警仪器，个人剂量计交由有相关资质的单位，每季度检测一次，并及时建立或更新个人剂量监测档案。探伤现场操作时，还需配备一定量的防护用品。公司拟配备监测仪器具体情况见表 10-3。

表 10-3 本项目拟配备的监测仪器

序号	仪器名称	台/套
1	个人剂量计	4
2	个人剂量报警仪	4
3	便携式 X-γ	1

### 三废的治理

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

本项目铅房内不设通风管道，少量的少量臭氧和氮氧化物通过开关铅房防护门排入探伤室内，然后通过设在探伤室东侧墙壁上的 2 台排风扇排入大气，2 台排风扇总的通风量为 2000m<sup>3</sup>/h。

本项目探伤室体积  $V=15\times 8.0\times 4.6=552\text{m}^3$ ，1 小时 3 次通风共需排放量为  $552\times 3=1656\text{m}^3$ 。

所以，本项目探伤室每小时有效通风换气次数能满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中铅房每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求，有效避免探伤室空气中臭氧和氮氧化物等有害气体的积累。

**表 11 环境影响分析**

**建设阶段对环境的影响**

本项目不新征用地，也不新增建筑面积，探伤室为改造后的现有厂房，辐射设备自带铅房屏蔽，施工期仅进行设备安装调试，工期较短，故本次评价不再对施工期的环境影响作具体分析。

**运行阶段对环境的影响**

**一、辐射环境影响分析**

本项目 2 台工业 CT 均自带铅房屏蔽，铅房通过四周铅板、顶部铅板、底部铅板和含铅防护门对 X 射线进行防护。根据建设单位提供资料，探伤时仅开启 1 台工业 CT，年曝光时间最大约为 750h。

由于 2 台工业 CT 均自带铅房屏蔽，铅房屏蔽厚度不同，故分别对 2 台工业 CT 满功率运行时对各自铅房四周墙壁、顶部、防护门、穿线孔的辐射环境影响进行预测，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。

由于 2 台工业 CT 各自年开机时间未定，为保守起见，辐射工作人员和公众人员剂量估算按照 450KV 工业 CT 年开机 750h 进行估算。

根据建设单位的资料可知，240KV 工业 CT 主射方向由东向西进行，且能够根据检测工件的检测部位调节出束角度，出束装置由水平方向向南或北调整角度大小不超过 30°。对于设备由东向西出束时，需考虑有用线束与泄露辐射产生的影响，其他方向则需同时考虑泄露辐射与散射辐射产生的影响。

根据建设单位料可知，450KV 工业 CT 主射方向由东向西进行。对于设备由东向西出束时，需考虑有用线束产生的影响，其他方向则需同时考虑泄露辐射与散射辐射产生的影响。

本项目对于 CT 的辐射环境影响，选取设备外 0.3m 处作为关注点进行考虑（设备位于一层，无地下结构，因此设备下方不设关注点），其他关注点分布情况见图 11-1 和表 11-1。



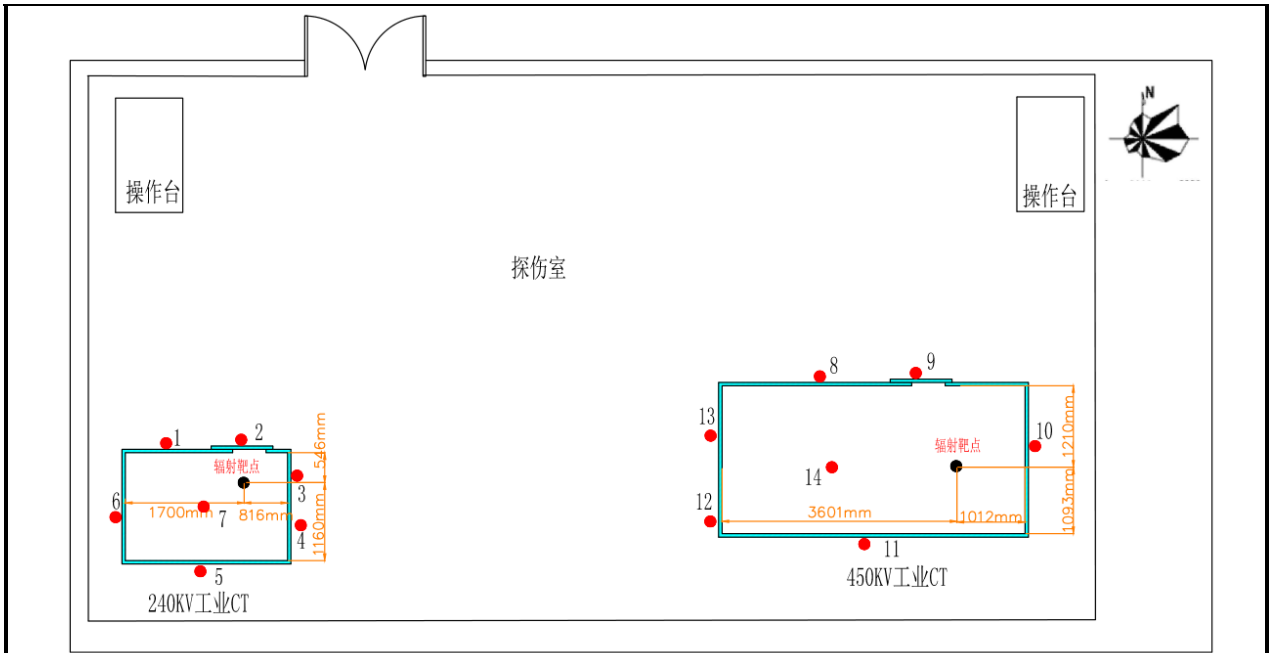


图 11-1 本项目各关注点点位示意图

## 1. 预测模式及参数选择

### 1.1 预测模式

#### (1) 有用线束屏蔽估算

实际探伤时，管头组装体发射的 X 射线受到检测件的屏蔽，在距离靶 R(m)处由 X 射线探伤机产生的初级 X 射线周围剂量当量率(以下简称剂量率)，可根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)给出的辐射屏蔽估算方法进行计算。

$$H = \frac{I \times H_0 \times B}{R^2} \quad (1)$$

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，单位为毫安 (mA)；

$H_0$ —距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以  $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ ，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录表 B.1；

B—屏蔽透射因子；

R--辐射源点 (靶点) 至关注点的距离，单位为米 (m)。

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式 (2) 计算：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (2)$$

式中：

X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—半值层厚度。

### (2) 泄露辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表 1，管电压大于 200kV 时，距 X 射线管焦点 1m 处的泄露辐射剂量率应小于 5mSv/h。出厂合格的 X 射线机都必须满足该要求。非主射方向无检测件屏蔽，射线在空气中衰减与距离平方成反比，可依据下式估算出漏射线造成的控制区和监督区边界范围。

$$H = \frac{H_L \times B}{R^2} \quad (3)$$

式中：

H——距靶点 R(m)处泄露辐射剂量率(μSv/h)；

R——辐射源点(靶点)至关注点的距离，单位为米(m)；

B——屏蔽透射因子，无屏蔽为 1；

$H_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率(μSv/h)。

### (3) 散射辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B，根据《辐射防护导论》和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)附录 B 表 B.2 推算得出。关注点的散射辐射剂量率 H (μ Sv/h) 按式 (4) 计算：

$$H = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \quad (4)$$

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，单位为毫安 (mA)；

$H_0$ —距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以  $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ ，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)附录表 B.1；

B—屏蔽透射因子；

F— $R_0$  处的辐射野面积，单位为平方米 ( $\text{m}^2$ )，本项目取  $0.3\text{m}^2$ ；

$\alpha$ —散射因子，入射辐射被单位面积 ( $1\text{m}^2$ ) 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  $\alpha$  值时，可以水的  $\alpha$  值保守估计，见附录 B 表 B.3，本项目取 0.0475；

$R_0$ —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

$R_s$ —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

则非有用线束方向剂量率是泄漏辐射和散射辐射在该点剂量率总和。

$$H_{\text{总}} = \frac{H_L}{R^2} B + \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \quad (5)$$

## 1.2 240KV 工业 CT 相关参数的选取

根据 ICRP33，铅的 200kV 时 X 射线什值层 1.4mm，250kV 时 X 射线什值层 2.9mm，利用插值法计算得铅对 240kV 时 X 射线什值层 2.6mm，屏蔽透射因子根据式(2)计算。

### (1) X 射线机的输出量

X 射线机的输出量和照射量率与 X 管类型、电压和电压波形、靶的材料和形状、以及过滤板材料和厚度有关。可以通过查阅有关参数表或图获取。

根据 ICRP33，滤过条件为 3mm 铝时，管电压为 200kV 的 X 射线在距辐射源点（靶点）1m 处输出量  $H_0$  为  $8.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，管电压为 250kV 的 X 射线在距辐射源点（靶点）1m 处输出量  $H_0$  为  $13.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，用插值法计算出管电压为 240kV 的 X 射线在距辐射源点（靶点）1m 处输出量  $H_0$  为  $12.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

### (2) 泄漏辐射剂量率

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，当 X 射线机管电压大于 200kV 时，距靶点 1m 处的泄露辐射剂量率为  $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

漏射辐射剂量率按照式(3)计算。

### (3) 90° 散射辐射剂量率

散射辐射剂量率按照式(4)计算。

## 1.3 450KV 工业 CT 相关参数的选取

根据 ICRP33，铅的 500kV X 射线什值层 10.3mm，400kV X 射线什值层 8.2mm，利用插值法计算得铅对 450kV X 射线什值层 9.25mm，屏蔽透射因子根据式(2)计算。

### (1) X 射线机的输出量

X 射线机的输出量和照射量率与 X 管类型、电压和电压波形、靶的材料和形状、以及过滤板材料和厚度有关。可以通过查阅有关参数表或图获取。

根据 ICRP33，滤过条件为 3mm 铜时，管电压为 450kV 的 X 射线在距辐射源点（靶点）1m 处输出量  $H_0$  为  $32\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

### (2) 泄漏辐射剂量率

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 1, 当 X 射线机管电压大于 200kV 时, 距靶点 1m 处的泄露辐射剂量率为  $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

漏射辐射剂量率按照式(3)计算。

### (3)90° 散射辐射剂量率

散射辐射剂量率按照式(4)计算

## 2 四周墙壁、屋顶、防护门和穿线孔屏蔽效果预测

预测结果见表 11-1。

表 11-1 评价点的辐射剂量率计算结果 (墙体或防护门外 30cm)

序号	CT	位置	靶点至关注点距离 (m)	散射体至关注点距离 (m)	屏蔽层厚度	辐射方式	透射因子 (B)	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	240KV 工业 CT铅 房	北墙外	0.85	0.85	20mm 铅板	漏射	$2.03 \times 10^{-8}$	$1.40 \times 10^{-4}$	$2.69 \times 10^{-4}$	2.5
						散射	$2.03 \times 10^{-8}$	$1.29 \times 10^{-4}$		
2		防护门	0.85	0.85	20mm 铅板	漏射	$2.03 \times 10^{-8}$	$1.40 \times 10^{-4}$	$2.69 \times 10^{-4}$	2.5
						散射	$2.03 \times 10^{-8}$	$1.29 \times 10^{-4}$		
3		东墙外	1.12	1.20	12mm 铅板	漏射	$2.42 \times 10^{-5}$	0.097	0.14	2.5
						散射	$2.42 \times 10^{-5}$	0.044		
4		穿线孔	1.12	1.20	12mm 铅板	漏射	$2.42 \times 10^{-5}$	0.097	0.14	2.5
						散射	$2.42 \times 10^{-5}$	0.044		
5		南墙外	1.46	1.46	12mm 铅板	漏射	$2.42 \times 10^{-5}$	0.057	0.075	2.5
						散射	$2.42 \times 10^{-5}$	0.018		
6		西墙外	2.00	1.92	16mm 铅板	主射	$7.02 \times 10^{-7}$	0.14	0.14	2.5
						漏射	$7.02 \times 10^{-7}$	$8.78 \times 10^{-4}$		
7		房顶外	0.85	0.85	12mm 铅板	漏射	$2.42 \times 10^{-5}$	0.17	0.32	100
						散射	$2.42 \times 10^{-5}$	0.15		
8	450KV 工业 CT铅 房	北墙外	1.51	1.51	38mm 铅板	漏射	$7.80 \times 10^{-5}$	0.17	0.58	2.5
						散射	$7.80 \times 10^{-5}$	0.41		
9		防护门	1.51	1.51	38mm 铅板	漏射	$7.80 \times 10^{-5}$	0.17	0.58	2.5
						散射	$7.80 \times 10^{-5}$	0.41		
10		东墙外	1.31	1.41	38mm 铅板	漏射	$7.80 \times 10^{-5}$	0.23	0.85	2.5
						散射	$7.80 \times 10^{-5}$	0.62		
11		南墙外	1.39	1.39	38mm 铅板	漏射	$7.80 \times 10^{-5}$	0.20	0.77	2.5
						散射	$7.80 \times 10^{-5}$	0.57		
12		穿线孔	3.90	2.90	55mm 铅板	主射	$1.13 \times 10^{-6}$	0.47	0.47	2.5
						漏射	$1.13 \times 10^{-6}$	0.00037		
13		西墙外	3.90	2.90	55mm 铅板	主射	$1.13 \times 10^{-6}$	0.47	0.47	2.5
						漏射	$1.13 \times 10^{-6}$	0.00037		
14		房顶外	1.10	1.10	38mm 铅板	漏射	$7.80 \times 10^{-5}$	0.32	1.76	100
						散射	$7.80 \times 10^{-5}$	1.44		

备注: (1) 探伤时最多开启 1 台工业 CT, 240KV 工业 CT 射线源距待测样品距离为 80-900mm; 450 工业 CT 射线源距待测样品距离为 1000mm;

(2) 不考虑防护门厚度, 至防护门的距离保守取和到墙壁距离一致;

(3) 240KV 工业 CT 铅房净高为 1.93m, 辐射靶点距地面高度 1.38m, 忽略铅房顶部厚度, 到达顶部外 30cm 处距离为 0.85m;

(4) 450KV 工业 CT 铅房净高为 2.855m, 辐射靶点距地面高度 2.055m, 忽略铅房顶部厚度, 到达顶部外 30cm 处距离为 1.1m。

从表 11-1 中预测结果可以看出, 当本项目管电压为 240kV, 管电流为 1mA 的工业 CT 满功率运行时, 铅房四周墙、防护门外和穿线孔外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 0.14  $\mu$  Sv/h, 探伤房顶部 30cm 处的剂量率约为 0.32 $\mu$  Sv/h, 能够满足《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/T250-2014)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu$  Sv/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 100 $\mu$  Sv/h”的要求。

从表 11-1 中预测结果还可以看出, 当本项目管电压为 450kV, 管电流为 3.3mA 的工业 CT 满功率运行时, 铅房四周墙、防护门外和穿线孔外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 0.85 $\mu$  Sv/h, 探伤房顶部 30cm 处的剂量率约为 1.76 $\mu$  Sv/h, 能够满足《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/T250-2014)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu$  Sv/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 100 $\mu$  Sv/h”的要求。

### 3 天空反散射辐射剂量估算

本项目铅房顶部人员不可到达, 但 X 射线穿透铅房顶后因大气散射返回地面, 可能会造成铅房周围出现较高的辐射水平, 因此铅房房顶的屏蔽还要考虑 X 射线的天空反散射影响。

天空反散射辐射水平预测模式采用《辐射防护导论》(方杰主编)第一节散射辐射的屏蔽一、屋顶的屏蔽计算中 1.X 射线源的公示 6.1 可以演变得到:

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

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;

$\eta_{r,s}$ : 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。

$D_{10}$ : 离源上方 1m 处的吸收剂量指数率, Gy.m<sup>2</sup>/min; 对于 X 辐射源,  $D_{10}=I\delta_a$

其中 I 是电流, mA;  $\delta_a$  是 X 射线发射率常数, Gy.m<sup>2</sup>.mA<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, 从《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)表 B.1 查取”(  $\delta_a$  与 GBZT250-2014 表 B.1 中的 X

射线输出量为同一物理量), 以使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 GBZT250-2014 表 B.1。

$\Omega$ : 辐射源对屋顶张的立体角, 单位为球面度, sr。

$\Omega = 4\text{tg}^{-1}(ab/cd)$ , 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; d 是源到屋顶边缘的距离,  $d=(a^2+b^2+c^2)^{1/2}$ 。

表 11-2 天空反散射对于地面关注点处剂量率

参数	CT	a	b	c	d	$\Omega$	$\eta_{r,s}$	$D_{10}$ ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ )	$r_i$	$r_s$	$H_{L,h}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
天空反散射	240KV	1.258	0.853	0.767	1.702	2.752	$7.02 \times 10^{-7}$	$7.74 \times 10^5$	2.55	4.10	0.010
	450KV	2.307	1.152	1.541	3.004	2.084	$1.13 \times 10^{-6}$	$6.34 \times 10^6$	2.80	9.73	0.018

表 11-3 主射线在天空反散射地面关注点处剂量率

参数	CT	设计厚度 (mm)	I (mA)	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h}$ )	B	$R^*(\text{m})$	H ( $\mu\text{Sv/h}$ )
主射线	240KV	16mm 铅板	1.0	$7.74 \times 10^5$	$7.02 \times 10^{-7}$	4.10	0.032
	450KV	38mm 铅板	3.3	$1.92 \times 10^6$	$1.13 \times 10^{-6}$	9.73	0.076

对于 240KV 工业 CT, 当主射线朝西时, 墙外距离探伤机 4.10m 处关注点主射线和天空反散射的复合剂量率为  $0.042\mu\text{Sv/h}$ , 小于西墙外 30cm 处辐射剂量率  $0.14\mu\text{Sv/h}$ , 对周边影响也能满足《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/T250-2014) 中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

对于 450KV 工业 CT, 当主射线朝西时, 墙外距离探伤机 9.73m 处关注点主射线和天空反散射的复合剂量率为  $0.094\mu\text{Sv/h}$ , 小于西墙外 30cm 处辐射剂量率  $0.47\mu\text{Sv/h}$ , 对周边影响也能满足《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/T250-2014) 中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

#### 4 穿线孔、防护门及门缝隙处辐射防护分析

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宫, 是能保证迷道口工作人员的安全”。

本项目穿线孔采用“S”型迷宫穿线孔, 确保穿线孔的设置不破坏铅房的屏蔽效果。

本项目探伤房防护门与主体设备之间的重叠部分均不小于门与墙体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能散射出门缝隙，防护门缝隙处的辐射剂量率均能够满足标准要求。

## 5 辐射工作人员和公众剂量估算

$$H_c = H_{c,d} \times t \times U \times T$$

$H_c$ ，参考点的周剂量水平， $\mu$  Sv/周；

$H_{c,d}$ ，参考点处剂量率， $\mu$  Sv/h；

$t$ ，探伤房周照射时间，h/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。

本项目辐射工作人员工作时位于探伤室的控制台处操作。本项目辐射工作人员是工业 CT 机操作人员，公众主要为探伤室周围其他工作人员。根据表 11-1 估算结果估算各参考点处年有效剂量。

表 11-4 本项目探伤室铅房墙、顶、门外辐射影响理论估算结果汇总表

位置	使用因子	居留因子	剂量率 ( $\mu$ Sv/h)	剂量率控制水平 ( $\mu$ Sv/h)	周剂量率估算值 ( $\mu$ Sv/周)	目标管理值 ( $\mu$ Sv/周)	年剂量估算 ( $mSv/a$ )	目标管理值 ( $mSv/a$ )	结论
北墙外	1/2	1	0.58	2.5	4.35	100(工作人员)	0.22	5(工作人员)	满足
防护门	1/2	1	0.58	2.5	4.35	100(工作人员)	0.22	5(工作人员)	满足
东墙外	1/2	1	0.85	2.5	6.38	100(工作人员)	0.32	5(工作人员)	满足
南墙外	1/2	1	0.77	2.5	5.78	100(工作人员)	0.29	5(工作人员)	满足
穿线孔	1/2	1	0.47	2.5	3.53	100(工作人员)	0.18	5(工作人员)	满足
西墙外	1/2	1	0.47	2.5	3.53	100(工作人员)	0.18	5(工作人员)	满足
房顶外	/	/	1.76	100	/	/	/	/	满足
天空反散射地面关注点	1	1	0.094	2.5	1.41	100(工作人员)	0.071	5(工作人员)	满足

注：①2 台工业 CT 不同时开机，每台 CT 年开机时间未定，保守按 450KV 工业 CT 年开机 750h 估算其周剂量估算值和年剂量；

②工业 CT 主射线由东向西，四周墙使用因子为 1/2，天空反散射地面关注点使用因子为 1；

③本项目居留因子取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 A.1。

表 11-5 本项目保护目标有效剂量估算结果

方位	距离 (m)	环境描述	保护目标名称	居留因子	受照射时间(h)	铅房外墙表面处 30cm处 辐射剂量率 (μ Sv/h)	关注点辐射剂量率 (μ Sv/h)	周有效受照剂量 (μ Sv/周)	年有效受照剂量 (mSv/a)
东	1-26	改建 CT 探伤室东侧厂区道路	公众	1/8	750	0.85	0.16	0.30	0.015
	26-50	东库房	公众	1	750		0.0024	0.036	0.0018
南	0.24-7.5	机房	公众	1/2	750	0.77	0.18	1.35	0.068
	7.5-10.5	机房南侧走廊	公众	1/2	750		0.015	0.11	0.0056
	10.5-18.0	化学分析室 (3)	公众	1	750		0.0086	0.13	0.0065
	18-33	改建 CT 探伤室南侧厂区道路	公众	1/8	750		0.0035	0.0066	0.00033
	33-46	力学试验室、配电室	公众	1	750		0.0012	0.018	0.00090
	46-50	力学试验室、配电室南侧厂区道路	公众	1/8	750		0.000063	0.00012	0.0000059
西	0.24-8.5	无损实验室	公众	1	750	0.47	0.039	0.59	0.029
	8.5-16	化学分析室 (1)	公众	1	750		0.015	0.23	0.011
	16-50	改建 CT 探伤室西侧厂区道路	公众	1/8	750		0.0083	0.016	0.00078
北	1.0-12	改建 CT 探伤室北侧厂区道路	公众	1/8	750	0.58	0.027	0.051	0.0025
	12-29	环境试验室	公众	1	750		0.0041	0.062	0.0031
	29-41	环境实验室北侧厂区道路	公众	1/8	750		0.0011	0.0021	0.00010
	41-50	北仓库	公众	1	750		0.00060	0.0090	0.00045

注：①2 台工业 CT 不同时开机，每台 CT 年开机时间未定，保守按照 450KVCT 年开机 750h 进行估算；

②本项目居留因子取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中表 A.1；

③关注点辐射剂量率以铅房四周最近距离无屏蔽保守进行估算，仅考虑距离衰减；

④本项目保护目标有效剂量以四周东南西北侧距离最近点处进行剂量估算。

从表 11-4、11-5 中预测结果可以看出，当本项目探伤机满功率运行时，辐射工作人员周有效剂量最大为 6.38μ Sv，年有效剂量最大为 0.32mSv；周围公众周有效剂量最大为



1.35 $\mu$  Sv, 年有效剂量最大为 0.068mSv。能够满足《电离辐射防护与辐射安全基本标准》(GB18871-2002) 及本项目管理目标限值要求。

## 二、废气环境影响分析

本项目工业 CT 机在工作状态时, 会使铅房内的空气产生电离产生少量臭氧和氮氧化物, 少量臭氧和氮氧化物通过开关铅房防护门排入探伤室内, 在探伤室东侧墙壁设 2 台排风扇进行通风, 总的通风量为 2000m<sup>3</sup>/h。本项目探伤室体积  $V=15 \times 8.0 \times 4.6=552\text{m}^3$ , 1 小时 3 次通风共需排放量为  $552 \times 3=1656\text{m}^3$ 。

所以, 本项目可保证探伤室有效换气次数不小于 3 次/h, 少量臭氧和氮氧化物可通过排风扇排出。臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气。探伤室东侧为厂区现有道路, 隔路为东仓库, 非人员密集地区, 这部分废气对周围环境影响较小。

## 事故影响分析

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

### 1、事故风险识别

该公司使用的工业 CT 属 II 类射线装置, 发生的事故状况主要有以下两种情况:

- 1) 工业 CT 在对工件进行曝光的工况下, 铅房门机连锁失效, 工作人员误入铅房;
- 2) 工业 CT 在对工件进行曝光的工况下, 铅房门机连锁失效, 工件门未完全关闭对探伤室周围人员造成意外照射;
- 3) 探伤操作人员未发现铅房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) 工业 CT 进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射;
- 5) 铅房防护门屏蔽受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

### 2、事故处理办法

- 1) 对于人员误入铅房应及时按下急停按钮, 停止曝光, 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铅房门机连锁装置, 确保完好;
- 3) 发现人员滞留, 立即按下急停按钮, 停止曝光, 核算人员误照射剂量, 并及时到专业医院就诊检查治疗;

4) 检修、维修时工业 CT 机应处于断电状态，调试时应按正常流程进行开机调试，避免人员意外照射，发生误照射应立即停止曝光；

5) 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。对辐射工作人员造成异常照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，并及时到专业医院就诊检查治疗。

### **3、事故风险预防措施及应急预案**

公司应加强辐射安全管理，指派专人对射线装置的驱动装置、设备零部件进行维护保养，并用专用卡尺测量设备连接部位是否满足要求。一经发现探伤设备不符合要求，立即向负责人汇报，并停止使用该设备，送厂家进行维修。

平时工作中应加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故发生。

在进行探伤过程中应采取距离防护、控制照射方向、控制探伤时段和曝光时间等措施，对工作人员及项目周围公众进行辐射防护。

探伤期间禁止任何人进入控制区，禁止无关人员进入监督区，在确保工作人员和公众人员安全的情况下，实施探伤，避免发生事故。发现非工作人员进入控制区，工作人员应予以警示，请其迅速转移到安全区。不听告诫者，可要求安保部门协调解决。当有人误入探伤区而得不到及时处理时，应本着以人为本的原则而暂时中止作业，记录来人个人信息、受照射时间及误入原因报有关部门备案。

一旦发生意外受照事故，立即启动《辐射事故应急预案》。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

本项目的工业 CT 属于 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，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。

南京玻璃纤维研究设计院有限公司承诺建立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，公司应在项目运行前自主在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，辐射工作人员报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须确保辐射工作人员都通过考核后方能正式进行上岗作业。

**辐射安全管理规章制度**

**规章制度**

南京玻璃纤维研究设计院有限公司承诺制订一系列辐射防护管理制度，所定制度包括：《辐射防护管理领导小组》、《辐射防护管理制度》、《工业 CT 机使用程序和操作制度》、《工业 CT 机使用登记制度》、《辐射工作人员安全培训》、《辐射防护和安全保卫制度》、《监测仪器、仪表管理制度》、《辐射事故应急预案》、《监测方案》、《设备检修与维护制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》等规章制度，并得到有效落实，并在之后的实际工作中不断对制度进行完善和补充，使其具有较强的针对性和可操作性。现本报告提出如下建议：

**岗位职责：**完善管理人员、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：**完善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完善辐射防护和安全保卫制度，重点是完善探伤装置的运行和维修时辐射安全管理。

**设备维修制度：**完善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。

**人员培训计划：**完善人员培训计划，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。

**监测方案：**根据本报告表 12 监测方案内容完善本项目探伤室监测方案，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。

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，公司应完善事故应急预案，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。

公司应完善相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

## 辐射监测

### 1.监测方案

- 1) 委托有资质单位定期对探伤室周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1~2 次；
- 2) 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，并按《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部第 18 号令)要求建立个人剂量档案，个人剂量档案终生保存。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。
- 3) 进行探伤作业时公司辐射安全管理人员对探伤室周围的辐射水平进行监测，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。

监测点位包括：

2 台工业 CT 铅房四周铅板外 30cm 处，防护门外 30cm 处和操作台处，并将监测数据记录存档。

## 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 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）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；公司拟配置有 1 台辐射剂量巡测仪及 4 台个人剂量报警仪。项目运行后公司应定期对探伤室周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，公司拟委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并定期组织职业健康体检，公司拟为辐射工作人员建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

## 辐射事故应急

南京玻璃纤维研究设计院有限公司应针对工业 CT 可能产生的辐射事故情况制定并完善辐射事故应急预案，应急预案内容应包括：

- （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）应急演习计划；
- （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。

南京玻璃纤维研究设计院有限公司应依据《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 2 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。

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。公司应经常监测检测室周围的环境辐

射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

**表 13 结论与建议**

**结论**

**1. 实践正当性**

南京玻璃纤维研究设计院有限公司在厂区使用 2 台自屏蔽工业 CT 对待测样品进行无损检测，确保产品质量。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，对周围环境、职业人员或公众影响较小，且能够提升行业产品质量和安全性，因此该项目符合《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。

**2. 辐射安全与防护分析结论**

**1) 选址、布局合理性**

本项目选址位于南京市雨花台区雨花西路安德里 30 号，南京玻璃纤维研究设计院有限公司现有厂区内。南京玻璃纤维研究设计院有限公司东侧为君悦城市花园小区、南京玻纤院住宅区和安德里 28 号小区；南侧为雨花南路，隔路为枫情国度尚园小区、龙福山庄和万科翡翠天际；西侧为龙福花园小区和宁芜铁路；北侧为包装机械厂宿舍和南京第四建筑工程公司。

本项目探伤室拟建于南京玻璃纤维研究设计院有限公司现有厂区的东南部。本项目探伤室拟建址东侧为厂区现有道路，隔路为东仓库；南侧紧邻为机房、走廊和化学分析室（3），再往南分别为厂区道路、力学试验室和配电室；西侧由东到西分别为无损实验室、化学分析室（1）和厂区道路；北侧由南往北分别为厂区道路、环境试验室和北仓库。

本项目探伤室为一层建筑，本项目探伤室上方、下方均无建筑。

本项目距离最近南厂界约 80 米，其 50 米评价范围内主要为实验室、机房、厂区道路和仓库等，无居民区、学校等环境敏感目标。本项目环境保护目标为探伤室周围公众及本项目辐射工作人员。

本项目选址基本合理。

本项目 2 台工业 CT 均自带铅房屏蔽，操作台均位于铅房外，本项目探伤室布局合理。

**2) 辐射防护措施**

本项目铅房通过四周铅板、顶部铅板、底部铅板和含铅防护门对 X 射线进行屏蔽。

本项目将探伤室铅房边界作为本项目的辐射防护控制区边界，将探伤室除铅房外的其他区域作为本项目的辐射防护监督区边界。

### 3) 辐射安全措施

铅房防护门与探伤机设置高压联动的门-机安全联锁装置，防止人员误入。在铅房的防护门的上方及内部设置带有“预备”“照射”状态的工作状态指示灯，以提醒工作人员和其它人员在照射时不要靠近和逗留。门-机联锁装置和声光报警工作指示灯应定期检查，确保有效；铅房防护门外设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；在操作台及铅房内部四周墙壁上设置急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。在操作台设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置；设置有高压接通时的外部报警装置；操作台设置有与铅房防护门联锁的接口，当所有能进入铅房的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通 X 射线管管电压在任何一个铅房门开启时能立即切断；设有钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，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；设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。拟配置了 1 台辐射剂量巡测仪及 4 台个人剂量报警仪；用于对瞬时辐射剂量率的实时报警及探伤室周围环境辐射水平监测。以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

### 3. 辐射环境影响分析结论

本项目铅房通过四周铅板、顶部铅板、底部铅板和含铅防护门对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目工业 CT 以最大功率运行时其铅房表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的剂量率限值要求。由预测结果可知，本项目辐射工作人员所受年有效剂量、周围公众年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）剂量限值要求和本项目的目标管理值要求。

### 4. 辐射环境管理

公司拟成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前制定并完善辐射安全管理制度；公司为本项目配备的辐射工作人员在上岗前参加并通过辐射安全与防护知识的考核，对辐射工作人员进行职业健康体检和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。



综上所述，南京玻璃纤维研究设计院有限公司南京玻纤院测试评价与创新平台建设项目（辐射专题）符合实践正当化原则，采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，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，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

## 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, 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。

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室建成后根据《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) 根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外, 其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月; 需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的, 验收期限可以适当延期, 但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。

表 14 审批

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

公章

经办人：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人：

年 月 日

表 13-1 240KV 工业 CT 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

验收项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资(万元)																											
辐射防护	240KV 工业 CT 铅房尺寸为 2516×1706×1930 (mm), 铅房屏蔽措施见下表: <b>240KV 工业 CT 铅房屏蔽措施一览表</b>	铅房表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业 X 射线探伤防护要求》(GBZ117-2015)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 剂量率限值要求。 辐射工作人员及公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求, 也符合本项目目标管理值的要求。(工作人员年有效剂量约束值 5mSv, 公众年有效剂量约束值 0.1mSv)	7.0																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>项目</th> <th>屏蔽措施</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>北面(操作面)</td> <td>20mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>防护门(北面)</td> <td>20mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>南面</td> <td>12mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>西面(主照面)</td> <td>16mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>东面</td> <td>12mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>顶面</td> <td>12mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>底面</td> <td>12mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>穿线孔(东面)</td> <td>12mm 厚铅板</td> </tr> </tbody> </table>			序号	项目	屏蔽措施	1	北面(操作面)	20mm 厚铅板	2	防护门(北面)	20mm 厚铅板	3	南面	12mm 厚铅板	4	西面(主照面)	16mm 厚铅板	5	东面	12mm 厚铅板	6	顶面	12mm 厚铅板	7	底面	12mm 厚铅板	8	穿线孔(东面)	12mm 厚铅板
	序号			项目	屏蔽措施																									
	1			北面(操作面)	20mm 厚铅板																									
	2			防护门(北面)	20mm 厚铅板																									
	3			南面	12mm 厚铅板																									
	4			西面(主照面)	16mm 厚铅板																									
	5			东面	12mm 厚铅板																									
	6			顶面	12mm 厚铅板																									
	7			底面	12mm 厚铅板																									
8	穿线孔(东面)	12mm 厚铅板																												
本工业 CT 机主射线朝向西墙照射, 探伤机最大管电压不超过 240kV, 最大管电流不超过 1.0mA。																														
本项目拟在铅房与操作台之间设置“S”型迷宫穿线孔, 240KV 工业 CT 和电器柜之间电缆通过“S”型迷宫穿线孔连接, 电缆管道的设置不破坏铅房的屏蔽效果。	0.5																													
废气: 臭氧在常温常压下稳定性较差, 可自行分解为氧气。铅房内不设置通风措施, 通过开关防护门将臭氧及氮氧化物抽排出铅房。探伤室在东侧拟设施通风设施, 确保每小时有限通风换气次数不小于 3 次, 将臭氧和氮氧化物排出探伤室, 对周围环境空气影响较小。 本项目探伤室内体积为 552m <sup>3</sup> (15m×8m×4.6m), 安装排风量为 2000m <sup>3</sup> /h 以上的风机即能够满足本项目通风需求。	本项目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环境影响较小	0.5																												
铅房防护门均设置与 CT 机高压联动的门-机安全联锁装置, 防护门内外同时设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置, 门-机联锁装置、工作状态的指示灯和声音提示装置定期检查, 确保有效; 铅房防护门内外均设置“当心电离辐射”警告标志, 提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。铅房内及控制台安装紧急停机按钮, 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。在控制台拟设计“钥匙开关”, 只有在打开钥匙开关后, X 射线管才能出束。	能满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 要求。	5.0																												
完善岗位职责及操作规程等工作制度	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求	/																												
拟配置 1 台辐射巡测仪及 4 台个人剂量报警仪	根据《辐射环境监测技术规范》及《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) 满足工作场所日常监测要求。	2.0																												
辐射	公司拟成立辐射安全管理机构, 并以文件形式明确各成员职责。	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	/																											

安全管理	管理制度：制定并完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等。	素与射线装置安全许可管理办法》成立安全管理机构，并制定相应制度	/
	4 名辐射工作人员上岗前应通过辐射安全与防护知识考核。（每 5 年重新参加考核）	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 2019 年 12 月 23 日），辐射工作人员应持有培训合格证或考核合格证	定期投入
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测（常规监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天。个人剂量档案终生保存）。	根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量检测，根据《放射工作人员职业健康管理规范》（中华人民共和国卫生部令第 55 号），个人剂量档案应终生保存。	每年投入
	职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。（两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。）	根据《放射工作人员职业健康管理规范》（中华人民共和国卫生部令第 55 号）公司应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	每年投入

表 13-2 450KV 工业 CT 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

验收项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资(万元)																											
辐射防护措施	450KV 工业 CT 铅房尺寸为 4613×2303×2855 (mm)，铅房屏蔽措施见下表： <b>450KV 工业 CT 铅房屏蔽措施一览表</b>	铅房表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业 X 射线探伤防护要求》(GBZ117-2015)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)剂量率限值要求。 辐射工作人员及公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（工作人员年有效剂量约束值 5mSv，公众年有效剂量约束值 0.1mSv）	7.0																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>项目</th> <th>屏蔽措施</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>北面（操作面）</td> <td>38mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>防护门（北面）</td> <td>38mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>南面</td> <td>38mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>西面（主照面）</td> <td>55mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>东面</td> <td>38mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>顶面</td> <td>38mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>底面</td> <td>18mm 厚铅板</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>穿线孔（西面）</td> <td>38mm 厚铅板</td> </tr> </tbody> </table>			序号	项目	屏蔽措施	1	北面（操作面）	38mm 厚铅板	2	防护门（北面）	38mm 厚铅板	3	南面	38mm 厚铅板	4	西面（主照面）	55mm 厚铅板	5	东面	38mm 厚铅板	6	顶面	38mm 厚铅板	7	底面	18mm 厚铅板	8	穿线孔（西面）	38mm 厚铅板
	序号			项目	屏蔽措施																									
	1			北面（操作面）	38mm 厚铅板																									
	2			防护门（北面）	38mm 厚铅板																									
	3			南面	38mm 厚铅板																									
	4			西面（主照面）	55mm 厚铅板																									
	5			东面	38mm 厚铅板																									
	6			顶面	38mm 厚铅板																									
7	底面	18mm 厚铅板																												
8	穿线孔（西面）	38mm 厚铅板																												
本工业 CT 机主射线朝向西墙照射，探伤机最大管电压不超过 450kV，最大管电流不超过 3.3mA。																														
本项目拟在铅房与操作台之间设置“S”型迷宫穿线孔，450KV 工业 CT 和电器柜之间电缆通过“S”型迷宫穿线孔连接，电缆管道的设置不破坏铅房的屏蔽效果。	0.5																													
污染防治措施	废气：臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。铅房内不设置通风措施，通过开关防护门将臭氧及氮氧化物抽排出铅房。探伤室在东侧拟设通风设施，确保每小时有限通风换气次数不小于 3 次，将臭氧和氮氧化物排出探伤室，对周围环境空气影响较小。	本项目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环境影响较小	0.5																											

	本项目探伤室内体积为 552m <sup>3</sup> (15m×8m×4.6m), 安装排风量为 2000m <sup>3</sup> /h 以上的风机即能够满足本项目通风需求。		
辐射安全措施	铅房防护门均设置与 CT 机高压联动的门-机安全联锁装置, 防护门内外同时设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置, 门-机联锁装置、工作状态的指示灯和声音提示装置定期检查, 确保有效; 铅房防护门内外均设置“当心电离辐射”警告标志, 提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。铅房内及控制台安装紧急停机按钮, 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。在控制台拟设计“钥匙开关”, 只有在打开钥匙开关后, X 射线管才能出束。	能满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 要求。	5.0
	完善岗位职责及操作规程等工作制度	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求	/
	拟配置 1 台辐射巡测仪及 4 台个人剂量报警仪	根据《辐射环境监测技术规范》及《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) 满足工作场所日常监测要求。	2.0
辐射安全管理	公司拟成立辐射安全管理机构, 并以文件形式明确各成员职责。	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》成立安全管理机构, 并制定相应制度	/
	管理制度: 制定并完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等。		/
	4 名辐射工作人员上岗前应通过辐射安全与防护知识考核。(每 5 年重新参加考核)	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 2019 年 12 月 23 日), 辐射工作人员应持有培训合格证或考核合格证	定期投入
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计, 开展个人剂量监测(常规监测周期一般为 30 天, 最长不应超过 90 天。个人剂量档案终生保存)。	根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) 辐射工作人员正常开展个人剂量检测, 根据《放射工作人员职业健康管理实施办法》(中华人民共和国卫生部令第 55 号), 个人剂量档案应终生保存。	每年投入
职业健康体检: 定期组织职业健康体检, 并按相关要求建立职业健康监护档案。(两次检查的时间间隔不应超过 2 年, 必要时可增加临时性检查。)	根据《放射工作人员职业健康管理实施办法》(中华人民共和国卫生部令第 55 号) 公司应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	每年投入	