

核技术利用建设项目

# 北方工业大学工业 CT 应用项目

## 环境影响报告表

建设单位：北方工业大学

二〇二三年十一月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

北方工业大学工业 CT 应用项目  
环境影响报告表

建设单位名称：北方工业大学

建设单位法人代表：张立峰

通讯地址：北京市石景山区晋元庄路5号

邮政编码：100144

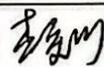
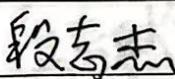
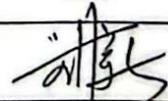
电子邮箱：duanzj17@tsinghua.org.cn

联系人：段志杰

联系电话：18811745883



## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	0384qp		
建设项目名称	北方工业大学工业CT应用项目		
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		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	北方工业大学		
统一社会信用代码	121000007178068020		
法定代表人 (签章)	张立峰		
主要负责人 (签字)	李全明 		
直接负责的主管人员 (签字)	段志杰 		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	辽宁省环保集团福浩生态环境有限公司		
统一社会信用代码	91210105730794850F		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
曲建伟	07352143507210158	BH007900	
<b>2 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
刘新	制图及附件	BH052158	
曲建伟	表1~表13	BH007900	

曲建伟环境影响评价师资格证



曲建伟缴纳养老保险证明

您可以使用手机扫描二维码或访问网站<http://218.60.150.1:8081/form/验证此单据真伪>，验证号码e06d371244784aabb41405b8f5503e7



## 辽宁省社会保险个人参保证明

曲建伟（社保编号：21180100188362，居民身份证号码：210103197803202112）当前在“辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司”参加企业职工基本养老保险、工伤保险。

社保经办机构（盖章）

打印时间：2023年11月9日

全部参保情况				
	起止年月	参保地	单位名称	实际缴费月数
养老保险	200411-202310	辽宁省省本级（省直）	辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司	228
	小 计			228
工伤保险	202201-202310	辽宁省省本级（省直）	辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司	14
	小 计			14
失业保险	起止年月	参保地	单位名称	实际缴费月数
	小 计			0

备注：

1. 本证明信息为打印时当前参保情况。今后发生变更的，以变更后的信息为准。
2. 本参保证明已签署经国家电子政务外网辽宁省电子认证注册的机构认证的电子印章，社保经办机构不再另行签章。
3. 本参保证明最终解释权由参保地社保经办机构所有。
4. 本参保证明请妥善保管，因保管不当等原因造成信息泄露等情况，由个人承担。

刘新缴纳养老保险证明

您可以使用手机扫描二维码或访问网站<http://218.60.150.1:8081/form/验证此单据真伪>，验证号码226bd0c77f4e4ab9b647c46a1f998c8f



## 辽宁省社会保险个人参保证明

刘新（社保编号：21180110189363，居民身份证号码：210114197112110920）当前在“辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司”参加企业职工基本养老保险、工伤保险。

社保经办机构（盖章）

打印时间：2023年11月9日

全部参保情况				
	起止年月	参保地	单位名称	实际缴费月数
养老保险	201404-202310	辽宁省省本级（省直）	辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司	115
	小 计			115
工伤保险	202209-202310	辽宁省省本级（省直）	辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司	14
	小 计			14
失业保险				
	小 计			0

备注：

1. 本证明信息为打印时当前参保情况。今后发生变更的，以变更后的信息为准。
2. 本参保证明已签署经国家电子政务外网辽宁省电子认证注册的机构认证的电子印章，社保经办机构不再另行签章。
3. 本参保证明最终解释权由参保地社保经办机构所有。
4. 本参保证明请妥善保管，因保管不当等原因造成信息泄露等情况，由个人承担。

## 填表说明

1.此环境影响报告表按照《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）的要求进行编制；

2.以下核技术利用建设项目需填报此环境影响报告表：

- 1) 制备 PET 用放射性药物的；
- 2) 医疗使用 I 类放射源的；
- 3) 使用 II 类、III 类放射源的；
- 4) 生产、使用 II 类射线装置的；
- 5) 乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；
- 6) 在野外进行放射性同位素示踪试验的。
- 7) 以上项目的改、扩建（不含在已许可场所增加不超过已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置的）

放射源分类见《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号），射线装置的分类见《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）。

3.此环境影响报告表中当量剂量与有效剂量等效使用。

# 目 录

表 1 项目基本概况.....	1
表 2 放射源.....	14
表 3 非密封放射性物质.....	14
表 4 射线装置.....	15
表 5 废弃物.....	16
表 6 评价依据.....	17
表 7 保护目标与评价标准.....	19
表 8 环境质量和辐射现状.....	26
表 9 项目工程分析与源项.....	33
表 10 辐射安全与防护.....	37
表 11 环境影响评价.....	49
表 12 辐射安全管理.....	58
表 13 结论与建议.....	64
表 14 审批.....	67

## 附件：

附件 1：环评委托书

附件 2：验收通过意见

附件 3：土地证明文件

附件 4：设备说明书-部分

附件 5：产品检测报告

附件 6：环境现状监测报告

附件 7：近期剂量计检测报告

附件 8：专家评审意见

附件 9：修改说明

## 附表：

环评审批基础信息表。

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		北方工业大学工业 CT 应用项目			
建设单位		北方工业大学			
法人代表	张立峰	联系人	段志杰	联系电话	1881174588
注册地址		北京市石景山区晋元庄路 5 号			
项目建设地点		北京市石景山区晋元庄路 5 号北方工业大学博智楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	348	项目环保投资 (万元)	20	投资比例 (环保投资/总投资)	5.7%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	75.14
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	/				
<h2>1 项目概述</h2> <h3>1.1 建设单位简介</h3> <p>北方工业大学，简称“北方工大”，学校位于北京市石景山区晋元庄路 5 号，为一所以工为主、文理兼融，具有学士、硕士、博士培养层次的多科性高等学府，是中华人民共和国教育部与北京市人民政府共建的北京市属重点高校，教育部“卓越工程师教育培养计划”高校、高校京西发展联盟成员单位。学校创立于 1946 年，前身是国立北平高级工业职业学校，新中国成立后曾先后隶属于冶金工业部和有色金属工业总公司，1985 年更为现名，1998 年划转北京市管理。现已发展成为一所以工为主，理、工、文、经、管、法、艺七大学科门类协调发展，工科优势突出、特色鲜明的高等院校。</p> <h3>1.2 任务由来</h3> <p>北方工业大学为满足本校师生就岩土材料宏微观尺度静动力学特性测试系统的</p>					

科研及教学需求，拟在本校第一实验楼（校内称为博智楼，以下报告中均称为博智楼）中的城市新兴风险与应急管理研究中心引进高分辨原位实验立体透视显微镜平台，该设备型号为 nanoVoxel-4000。

对照《射线装置分类》（环境保护部和国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日实施），该设备为工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，属于 II 类射线装置，根据《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）“五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目”可知，生产、使用 II 类射线装置，应编制环境影响报告表，报生态环境主管部门审批。

为保护环境，保障公众的环境权益，进一步完善相关的环保手续，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，北方工业大学委托辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司承担该项目环境影响评价的工作（委托书见附件）。评价单位在充分收集了有关资料，在完成辐射环境质量现状监测、污染源分析等工作的基础上，依照《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）的相关要求，编制完成了《北方工业大学工业 CT 应用项目环境影响报告表》。

### 1.3 产业政策、实践正当性及必要性

对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改），该项目属于国家鼓励类的“十四、机械，6、科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上 24 的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”中的无损检测设备。因此，本项目符合国家产业政策。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

工业 CT（高分辨原位实验立体透视显微镜平台）产生的工作原理是根据材料密度不同对 X 射线吸收程度的差异，通过扫描，从电脑上显示出受检物件的内部结构及

缺陷，对此操作过程为社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害。本项目在操设备工作时，有明确、正当的科研及教学目的，遵守最优化原则，能够严格控制受照剂量，在保证效果的前提下，对健康影响较小。因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

北方工业大学尚未开展核技术利用项目，本次引进工业 CT 旨在填补本校科研及教学的空白，拓展本校的发展领域，可见本项目的必要性。

#### 1.4 建设目的及规模

北方工业大学拟引进的高分辨原位实验立体透视显微镜平台，该平台设备最大管电压为 150kV，最大电流 0.5mA；型号为 nanoVoxel-4000，放置于博智楼（第一实验楼改造后地标为博智楼）城市新兴风险与应急管理研究中心（以下称为工业 CT 室），用于岩土材料宏观尺度静动力学特性测试系统的教学及教学使用。对照《线射装置分类表》该设备为工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置（以下均称为工业 CT），属于 II 类射线装置。

本项目拟所在的博智楼为三层建筑，无地下室；工业 CT 拟放置于该楼一层（层高 4m）的工业 CT 室内，该室面积为 75.14m<sup>2</sup>；室内拟放置一座工业 CT 铅房，铅房长 3117mm×宽 1644mm×高 3058mm（房体 2308mm，底角 150mm，顶灯 600mm）、一台置于铅房中的工业 CT 主机、一个操作台（长 1400mm×宽 700mm，高度可在 700mm-1100mm 之间调整）等，该设备为实时成像系统阅片，不进行洗片；铅房位于该室西南位置，操作台位于铅房外，操作人员位置距铅房 1.8m 处。

该室有两道房门，均位于该室北侧，东北门作为检测工件进出使用；西北门作为工作人员进出使用。

本项目拟配置 2 名工作人员，均为本校教职员工。将参加相应的学习，并通过专业为“X 射线探伤”，从业范围为“使用工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置”。及其他要求的相应考核，持证上岗；该单位将为本项目工作人员配备相应的个人剂量计及个人剂量报警仪等相关用品，并按规定进行职业健康体检、剂量计检测并建立相应的档案。

根据本项目建设单位提供信息，本项目工业 CT 每天最多工作 3 小时，每周最多工作 5 天，每年最多工作 100 天。

本项目基本情况见表 1-1；

本项目设备主要技术参数见表 1-2;

本项目设备基本组成情况一览见表 1-3。

**表 1-1 项目基本情况表**

序号	装置名称	类别	数量	工作场所	使用情况	环评情况及审批时间	辐射安全许可及验收情况
1	工业 CT (nanovoxel-4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台)	II	1台	城市新兴风险与应急管理研究中心	未使用	本次环评	未许可

**表 1-2 项目设备主要技术参数表**

主要技术指标		参数
分辨率		空间分辨率 $\leq 3\mu\text{m}$
多种扫描成像模式		DR、圆轨迹锥束 CT、超视野锥束 CT、螺旋 CT
开管射线源		电压范围 40-150kV, 最大电流 0.5mA, 功率 30W
探测器	大视场平板探测器	2940×2308 16bit; 探源尺寸: 49.5 $\mu\text{m}$ ; 16384 灰阶; 有效成像视野: $\geq 146\text{mm}\times 114\text{mm}$
样品台		高精度样品台, $\pm 360^\circ$ 旋转
检测工件		$\leq 25\text{kg}$ ; $\leq 300\text{mm}\times 600\text{mm}$

**表 1-3 项目设备基本组成情况一览表**

序号	名称	建设内容	备注
1	铅房(主箱体防护罩)	3.117m×1.644m×2.308m(高)	整体防护
2	主机	工业 CT (nanovoxel-4000 高分辨原位实验立体透视显微镜)	置于铅房中
3	操作台	位于铅房外	与设备配套安装
4	供电	高压发生器及电控柜	依托楼体供电系统
5	排风	机械通风量: 180m <sup>3</sup> /h	通风口位于铅房侧面, 外接排放管道, 通往室外

## 2 项目选址及周边保护目标

### 2.1 项目选址

项目选址在北京市石景山区晋元庄路 5 号, 北方工业大学博智楼内。该学校北侧为军科院小区及西黄新村南里; 东侧为五环路; 南侧为阜石路; 西侧为北京大学首钢

医院。

项目位于北方工业大学的博智楼，该楼为三层建筑，无地下室。工业 CT 拟放置于该楼一层的工业 CT 室内。该室北侧楼内走廊；东侧为办公室；南侧为校区内绿化带；西侧为门厅；楼上为实验室的部分区域；楼下为自然土层。该楼北侧为励学楼；东侧为校区内绿化区；南侧为敦品楼；西侧为艺术学院及博才楼。

建设单位地理位置（周边环境）示意图，见图 1-1；

项目所在楼宇位置示意图，见图 1-2。

项目拟建所在楼宇位置示意，见图 1-3；

项目房间对应楼上位置示意，见图 1-4；

项目房间布局示意，见图 1-5。

## 2.2 项目周边保护目标

按照《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）的规定，并结合项目特点，偏安全确定辐射环境评价范围为该项目实验室外周围 50m 范围。该范围均在校区内，仅南侧为敦品楼少部分，其余周围均为校区空地。故本项目环境保护目标主要为本项目工作人员及项目所在楼宇博智楼、南侧敦品楼及校区内流动人员。

本项目保护目标示意图（50m 评价范围）见图 1-6。

## 3 建设单位现状

### 3.1 建设项目

本项目拟建位置在北方工业大学博智楼内，北方工业大学坐落在北京市石景山区晋元庄路 5 号，地类（用途）为公共建筑用地（教育）；使用权类型为划拨，土地证见附件 1。据建设方提供信息，根据该建筑实际情况，对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》北京市实施细化规定，对该楼报备了环评登记表。该建筑于 2023 年进行了装修改造，完成后通过了北京市石景山区住房和城乡建设委员会的竣工联合验收，为《北京市建设工程竣工联合验收通过意见书》，证书编号为京竣联验（石）字[2023]0025 号。

环评登记表及验收通过意见书见附件 2。

### 3.2 核技术应用项目

北方工业大学按相关规定于 2020 年 3 月 16 日取得了《辐射安全许可证》，种类和我范围为使用 III 类射线装置；证书编号为京环辐证[H0048]；有效期至 2025 年 3 月 15 日；发证机关为北京市石景山区生态环境局。

射线装置情况见表 1-4。

表 1-4 北方工业大学射线装置情况一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所
1	医用诊断 X 线机	PLX2200	III	放射诊断用普通 X 射线机	放射科
2	牙科 X 射线机	MSD-H	III	口腔 X 射线摄影装置	口腔科拍片室
3	数字化 X 光机成像系统	DRX-Ascend	III	X 射线摄影装置	放射科 119 室

### 3.3 关于辐射安全与环境保护管理机构

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，北方工业大学将成立以校领导为组长的辐射安全与环境保护管理小组，负责该校辐射安全的日常管理工作。该小组符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作”的要求，可以满足公司日常辐射安全与环境保护管理的要求。

### 3.3 辐射工作人员个人剂量、体检、培训情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护部令第 47 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）及《放射工作人员职业健康管理辦法》的要求，北方工业大学按相应规定对辐射工作人员所受剂量进行监控，委托有资质的单位对辐射工作人员进行个人剂量检测，并按计划进行相应的培训，做到持证上岗及职业病健康体检。

根据建设方提供信息，北方工业大学目前有辐射工作人员 2 人，均在北方工业大学社区卫生服务中心工作，均经内部培训，持证上岗。该校委托北京市疾病预防控制中心对其剂量计进行检查，检测周期为 90 天，记录检测结果未见异常。近期剂量计

检测报告见附件。

本项目涉及辐射工作人员 2 人为本校教职员工，将接受培训，通过相应考核，持证上岗。并只为本项目工作。

#### **4.4 关于辐射安全管理制度**

北方工业大学目前将制定系列辐射安全管理制度，涵盖了射线装置使用、放射性工作人员培训、管理以及设备维修等相关规定。

#### **4.5 辐射事故应急预案**

针对使用射线装置的过程中可能发生的辐射事故，北方工业大学将制定相应的辐射事故应急预案，并定期进行应急演练。

#### **4.6 自行监测与年度评估报告**

自行监测：将利用便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪，定期对辐射工作场所及其周围环境辐射剂量率水平进行监测，并将监测数据记录存档保存。

年度评估：每年依据相关法律法规，将对辐射工作的安全和防护状况进行年度评估，并按时提交至相应管理部门。

#### **4.7 存在问题及建议整改**

北方工业大学将按相应规定安排辐射工作人员在具备资质的单位进行职业健康体检。



附图 1-1 建设单位地理位置（周边环境）示意图



附图 1-2 项目所在楼宇位置示意图



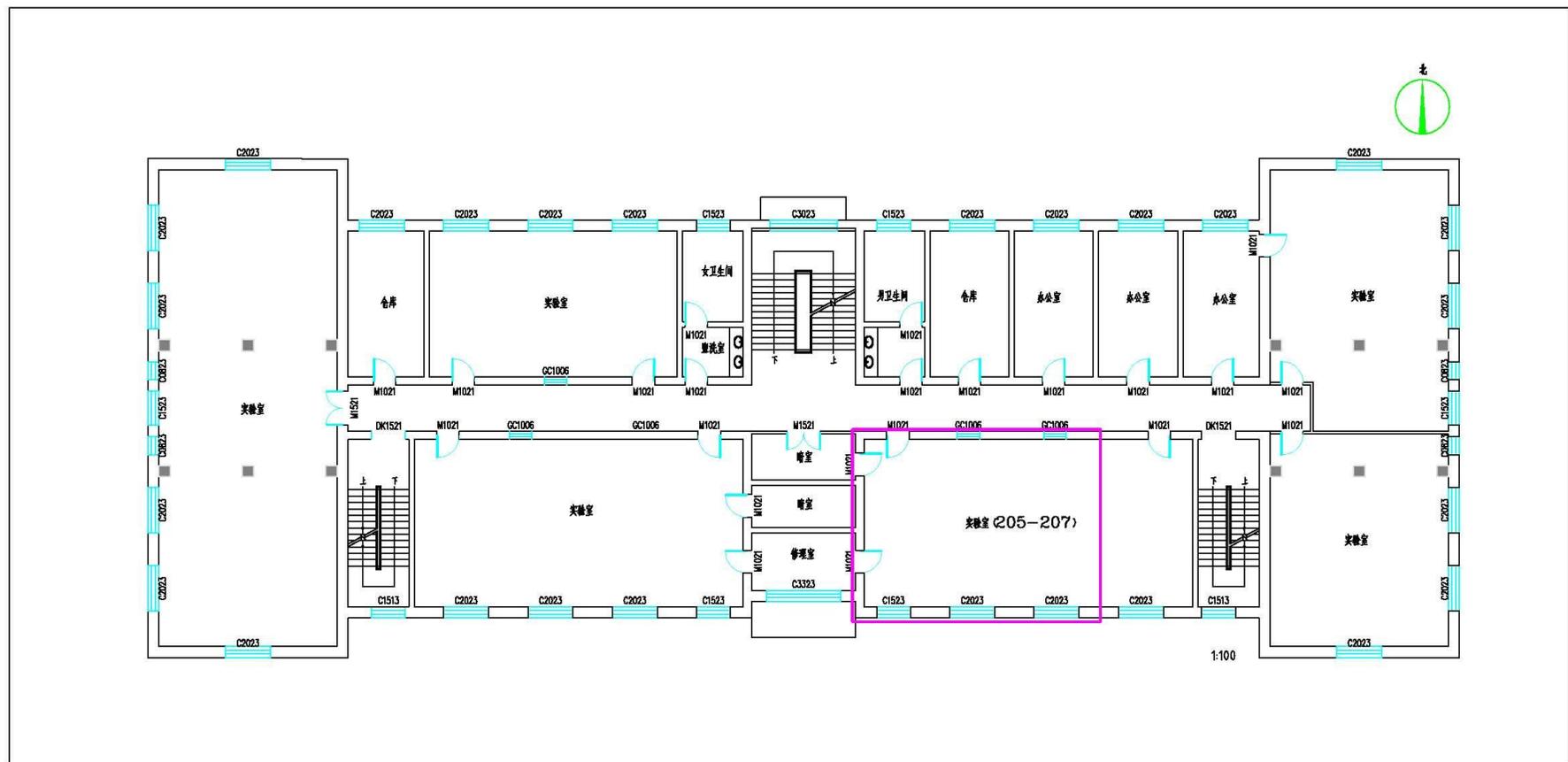


图1-4 项目房间对应楼上位置示意图

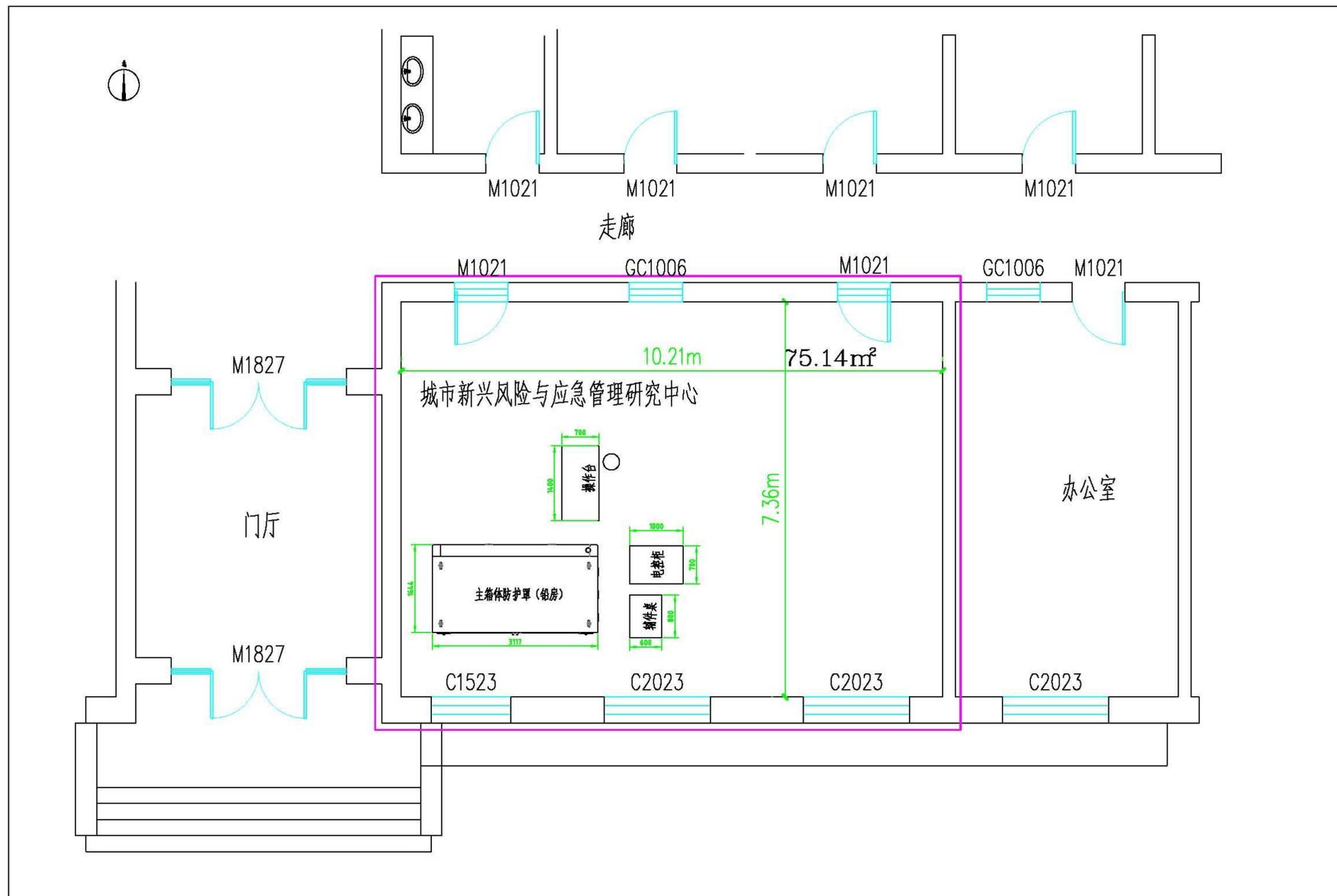


图1-5 项目房间布局示意图



附图 1-6 项目保护目标示意图 (50m 评价范围)

**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
无								

注：密封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
无										

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
无										

(二) X 射线，包括工业探伤、医用诊断和治疗等用途

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 (高分辨原位实验立体透视 显微镜平台)	II	1	nanoVoxel-4000	150	0.5	科研及教学	城市新兴风险 与应急管理研 究中心	博智楼
以下空白									

(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(kV)	中子强 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
									活度 (Bq)	贮存方式	数量	
无												

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	/	/	通过排风系统排入外环境
以下空白								

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>；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废弃物要注明，其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

法规 文件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 《中华人民共和国环境保护法》主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起施行，2018 年修订；</li> <li>2. 《中华人民共和国环境影响评价法》2018 年 12 月 29 日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议；</li> <li>3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行；</li> <li>4. 《建设项目环境保护管理条例》的决定，国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；</li> <li>5. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》2020 年 11 月 5 日由生态环境部部务会议审议通过，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</li> <li>6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》国务院 449 号令，依据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》国务院令 709 号，修订；</li> <li>7. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》原国家环境保护总局令 31 号，依据 2021 年 1 月 4 日《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）修订；</li> <li>8. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起施行；</li> <li>9. 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部和国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日实施；</li> <li>10. 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日实施；</li> <li>11. 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令 55 号，2007 年 3 月 23 日经卫生部部务会议讨论通过，2007 年 11 月 1 日施行；</li> <li>12. 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行；</li> <li>13. 《国家发展改革委关于修改&lt;产业结构调整指导目录（2019 年本）&gt;的决定》（第 49 号令）2021 年 12 月 27 日起实施；</li> <li>14. 《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》，北京市生态环境局文件，京环发[2011]347 号。</li> </ol>
----------	---

<p><b>技术标准</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）</li> <li>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）</li> <li>3. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</li> <li>4. 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）</li> <li>5. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</li> <li>6. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）</li> <li>7. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</li> <li>8. 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</li> </ol>
<p><b>其他</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.项目环境影响评价委托书；</li> <li>2.建设单位提供的有关资料。</li> </ol>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

#### 7.1.1 评价内容

本项目拟购使用 1 台 150kV 的工业 CT，主要对该射线装置使用过程中对工作人员、公众产生的影响进行分析评价。

#### 7.1.2 关注问题

- (1) 该射线装置的屏蔽是否满足国家相关标准的要求。
- (2) 辐射安全管理情况及污染防治措施是否满足辐射工作场所的要求。

#### 7.1.3 评价因子

主要为射线装置在使用过程中产生的 X 射线。

#### 7.1.4 评价范围

按照《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）的规定“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”的规定，结合项目特点，确定辐射环境评价范围为该项目工业 CT 室外周围 50m 的区域。

### 7.2 保护目标

本项目评价范围均在校区内，其中除本项目所在楼宇外，仅南侧有少部分在敦品楼，其余均为校区空地。故本项目环境保护目标主要为本项目工作人员及项目所在楼宇博智楼、南侧敦品楼内人员及校区内流动人员。

本项目主要环保目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标

人群组	位置	相对方位及最近距离	人数	剂量限值	剂量约束值
职业	操作室内工作人员	北侧 1.8 米	2 人	20mSv/a	5mSv/a
公众	博智楼内其他人员	北、东、西侧及上方 2 米以上	约 35 人	1mSv/a	0.1mSv/a
	校区内空地流动人员	北、东、南、西侧约 2 米以上	约 15 人		
	敦品楼内人员	南侧约 36 米以上	约 10 人		

### 7.3 评价标准

### 7.3.1 剂量限值及剂量约束值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）根据附录 B 中规定：

#### B1 剂量限值

##### B1.1 职业照射

###### B1.1.1 剂量限值

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

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

###### B1.1.2 特殊情况

在特殊情况下，可依据第 6 章 6.2.2 所规定的要求对剂量限值进行如下临时变更：

a) 依照审管部门的规定，可将 B1.1.1.1 中 a)项指出的剂量平均期破例延长到 10 个连续年；并且，在此期间内，任何工作人员所接受的年平均有效剂量不应超过 20mSv，任何单一年份不应超过 50mSv；此外，当任何一个工作人员自此延长平均期开始以来所接受的剂量累计达到 100mSv 时，应对这种情况进行审查；

b) 剂量限制的临时变更应遵循审管部门的规定，但任何一年内不得超过 50mSv，临时变更的期限不得超过 5 年。

#### B1.2 公众照射

##### B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值；

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

本项目职业照射年有效剂量取 GB18871-2002 中年有效剂量的 25%，即 5mSv/a 作为职业照射剂量限值的约束值。公众年有效剂量取 GB18871-2002 中年有效剂量的 10%即 0.1mSv/a 作为公众照射剂量限值的约束值。

### 7.3.2 剂量率控制水平

《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 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/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 $\mu$ Sv/h。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

- a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；
- b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 $\mu$ Sv/h。

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

本标准规定了工业 X 探伤室辐射屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

7.3.4 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了 X 射线和 $\gamma$ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和  $\gamma$  射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

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。

4.3 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。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

#### 4.6 应制定辐射事故应急预案

### 5 探伤机的放射防护要求

#### 5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 1 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

#### 6.1 探伤室放射防护要求

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

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

6.1.5 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。

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

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

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

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效

通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

## 6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，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- $\gamma$  剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应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。测量值应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。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$  剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 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。

6.2.6 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

## 8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

## 8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

## 8.3.2 辐射水平巡测

探伤室的放射防护检测，特别是验收检测时应首先进行周围辐射水平的巡测，用便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪巡测探伤室墙壁外 30cm 处的辐射水平，以发现可能出现的高辐射水平区。

辐射水平；探伤室四面屏蔽墙外及楼上如有人员活动的可能，应巡测墙上不同位置及门外 30cm 门四周的辐射水平。

### 8.3.3 辐射水平定点检测

一般情况下应检测以下各点：

- a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；
- b) 探伤室门外 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；
- c) 探伤室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；
- d) 人员可能到达的探伤室屋顶或探伤室上层（方）外 30cm 处，至少包括主射束到达范围的 5 个检测点；
- e) 人员经常活动的位置；
- f) 每次探伤结束后，检测探伤室的入口，以确保探伤机已经停止工作。

### 8.3.4 检测周期

探伤室建成后应进行验收检测；投入使用后每年至少进行 1 次常规检测。当  $\gamma$  射线探伤放射源的活度增加时，或者 X 射线探伤机额定电压增大时，应重新测量上述辐射水平，并根据测量结果对防护措施或设施做出合适的改进。

### 7.3.5 《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》（DB 11/T1033-2013）

本标准将管理等级共分为四级，管理等级的划分及相应的辐射安全和防护管理要求见表1。

表1 管理等级的划分及管理要求

管理等级	管理对象	管理要求
一级	$\gamma$ 射线移动式探伤	通用管理要求及一级管理要求
二级	$\gamma$ 射线固定式探伤	通用管理要求及二级管理要求
三级	X射线移动式探伤	通用管理要求及三级管理要求
四级	X射线固定式探伤	通用管理要求及四级管理要求

### 5.5 辐射监测要求

5.5.3 探伤室、放射源库和现场作业场所应配备便携式辐射监测仪。辐射工作人员均应配备个人剂量计，从事辐射工作时还应配备个人剂量报警仪。

5.5.4 应保证至少有 1 台辐射监测仪经过有资质部门的检定或校准，并确保在检定或校准的有效期内使用，其他监测仪器应与经过检定或校准的仪器定期进行对比。

#### 6.1 四级管理要求

6.1.2.1 屏蔽设计应充分考虑有用线束的方向和范围、装置的工作负荷及周围环境情况。在进行屏蔽墙设计时剂量约束值应取为  $0.3\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ ，探伤室屏蔽墙外 30cm 处比释动能率不大于  $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ，无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

6.1.2.2 应安装门-机联锁安全装置。联锁装置应具有以下功能：安全门开启时射线装置不能照射，在照射过程中安全门一旦开启射线装置自动停止，重新启动被终止的照射只能通过控制台进行。

6.1.2.3 应在控制台和无损检测厂房内及出入口处安装紧急停止按钮，并配有清晰的标识和说明。

6.1.2.4 探伤室工作人员出入口门外和被探伤物件出入口门外醒目位置应安装电离辐射警告标志和工作状态指示灯。探伤作业开始前，应有声音警示，探伤过程中指示灯应醒目显示禁止入内的标识

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目位置和场所位置

项目选址在北京市石景山区晋元庄路 5 号，北方工业大学博智楼内。该学校北侧为军科院小区及西黄新村南里；东侧为五环路；南侧为阜石路；西侧为北京大学首钢医院。

项目位于北方工业大学的博智楼，该楼为三层建筑，无地下室。工业 CT 放置于该楼一层的工业 CT 室内。该室北侧楼内走廊；东侧为办公室；南侧为校区内绿化带；西侧为门厅；楼上为实验室的部分区域；楼下为自然土层。该楼北侧为励学楼；东侧为校区内绿化区；南侧为敦品楼；西侧为艺术学院及博才楼。

本项目拟建位置现状见图 8-1；

所在楼宇 50m 范围内现状见图 8-2。



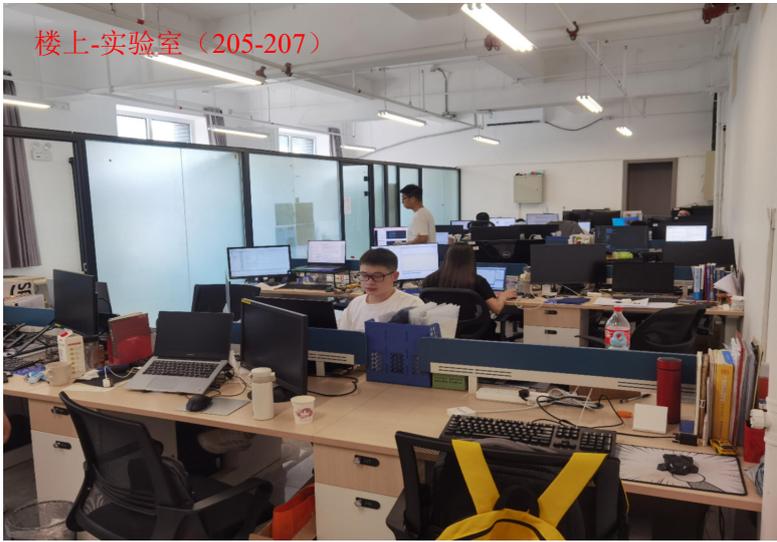


图 8-1 本项目拟建位置现状





图 8-2 所在楼宇 50m 范围内现状

## 8.2 项目所在地辐射环境质量现状评价

辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司于 2023 年 9 月 13 日对本项目拟定工作场所和周围环境进行了 $\gamma$ 辐射剂量率环境本底水平监测。

监测时天气条件：晴，东南风，1-3 级，全天气温 16°C~27°C，相对湿度：76%，符合监测条件。

### 8.2.1 监测仪器与规范

本次监测使用 X- $\gamma$ 射线剂量率的辐射环境检测仪器，监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 检测仪器参数表

监测仪器	环境监测X- $\gamma$ 辐射剂量率仪 6150AD5/H + 6150AD-b/H
监测项目	$\gamma$ 辐射剂量率
监测方法	直读法
量程	5nSv/h-99.99 $\mu$ Sv/h
能量响应	20keV-7MeV，相对响应之差 $\leq\pm 30\%$ （相对Cs-137参考 $\gamma$ 辐射源）
检定证书	DLjl2022-20414
检定（校准）证书	2022年9月26日~2023年9月25日
采用标准	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021 《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021

### 8.2.2 质量保证措施

①委托的检测机构已通过计量认证，具备相应的检测资质和检测能力；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的检测设备均通过计量部门检定（校准）合格，并在检定（校准）有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核，并取得检测上岗证；

⑤检测报告实行三级审核，经过校对、校核，最后由授权签字人签发。

### 8.2.3 监测结果

采用《辐射环境监测技术规范》（HJ/HJ 61—2021）中 8 数据处理与结果表示中的方式进行处理：

$$\dot{D} = C_f (E_f \dot{X} - \mu_c \dot{X}_c)$$

式中：

$\dot{D}$ —环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测结果，Gy/h；

$C_f$ —仪器检定/校准因子；本设备为 0.92；

$E_f$ —仪器检验源效率因子， $=A_0/A$ ，其中  $A_0$ 、 $A$  分别是检定时和测量当天检验源的净计数，如仪器无检验源，则该值取 1；

$\dot{X}$ —现场监测时仪器  $n$  次读数的平均值， $n \geq 10$ （空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 137-Cs 和 60-Co 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20Sv/Gy 和 1.16Sv/Gy），Gy/h；本设备以 Cs-137 为检定参考辐射源换算系数为 1.2。

$\mu_c$ —建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1；

$\dot{X}_c$ —测点处仪器对宇宙射线的响应值。（在实际环境监测中，测点的海拔高度、经纬度与湖（库）水面一般不同，应对湖（库）水面测得的进行修正，得到测点处仪器对宇宙射线的响应值。修正方法见附录 D。），Gy/h。

该设备宇宙射线影响为 35.3nSv/h（20230418 观音阁水库）。

按规范修正仪器对宇宙射线的响应值，附录 D.1 修正公式：

$$X'_c = \frac{D'_\text{宇}}{D_\text{宇}} X_c$$

式中：

$X'_c$ ——仪器在测点处对宇宙射线的响应值；

$D'_\text{宇}$ 和  $D_\text{宇}$ ——分别为测点处和湖（库）水面处宇宙射线电离成分在低大气层中产生的空气吸收剂量率，nGy/h；

$X_c$ ——仪器在湖（库）水面上对宇宙射线的响应值。

$D_\text{宇}$ 和  $D'_\text{宇}$ 可参照 UNSCEAR 2000 报告中的经验公式计算：

$$D_\text{宇} = D_\text{宇}(0)[0.21e^{-1.649h} + 0.79e^{0.4528h}]$$

$$D_\text{宇}(0) = \begin{cases} 30, & \lambda_m \leq 30^\circ N \\ 32, & \lambda_m > 30^\circ N \end{cases}$$

式中：

$D_\text{宇}(0)$ ——计算点所在海平面处宇宙射线电离成分所致空气吸收剂量率，nGy/h；

$h$ ——计算点的海拔高度，km；

$\lambda_m$ ——计算点的地磁纬度，N。

地磁纬度由计算点的地理纬度  $\lambda$  和地理经度  $\varphi$  按下式计算：

$$\sin\lambda_m = \sin\lambda \cos 11.7^\circ + \cos\lambda \sin 11.7^\circ \cos(\varphi - 291^\circ)$$

监测结果见表 8-2。

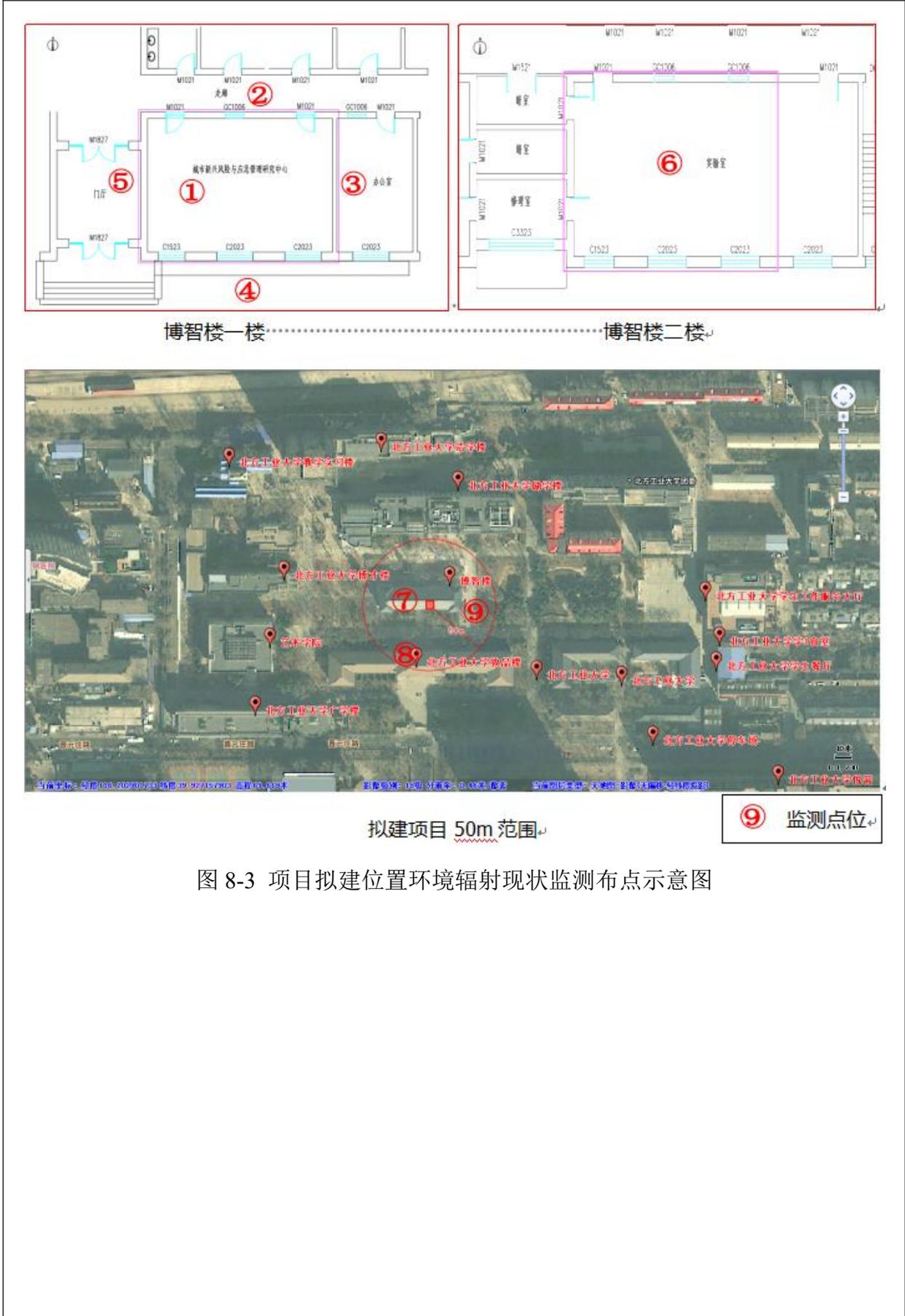
表 8-2 环境辐射现状监测结果

编号	位置	γ辐射剂量率 (nGy/h)	
		室内	室外
1	城市新兴风险与应急管理研究中心	77.2±1.4	---
2	北侧-走廊	78.1±1.9	---
3	东侧-办公室	81.9±2.2	---
4	南侧-绿化带	---	63.4±1.3
5	西侧-门厅	80.9±1.5	---
6	楼上-实验室	81.9±2.1	---

7	博智楼内	81.7±1.4	---
8	敦品楼内	85.0±2.3	---
9	校区内	---	66.4±2.3
监测结果范围		77.2~85.0	63.4~66.4

由表 8-2 可见，根据监测结果显示，项目拟建位置及周围环境辐射剂量率在 63.4~85.0nGy/h 之间，根据《2022 全国辐射环境质量报告》，北京环境 $\gamma$ 辐射剂量率连续自动监测结果为 61.0~90.0nGy/h，项目拟建位置所在地的环境 $\gamma$ 辐射剂量率均处在北京辐射本底正常涨落范围内。

项目拟建位置环境辐射现状监测布点示意图见图 8-3。



## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备与工艺分析

#### 9.1.1 设备组成

3D 显微断层扫描仪主要由 X 射线源、X 射线成像探测器、精密样品台、图像采集系统、三维图像重建和处理系统等组成。

其外形及内部结构见图 9-1、9-2。

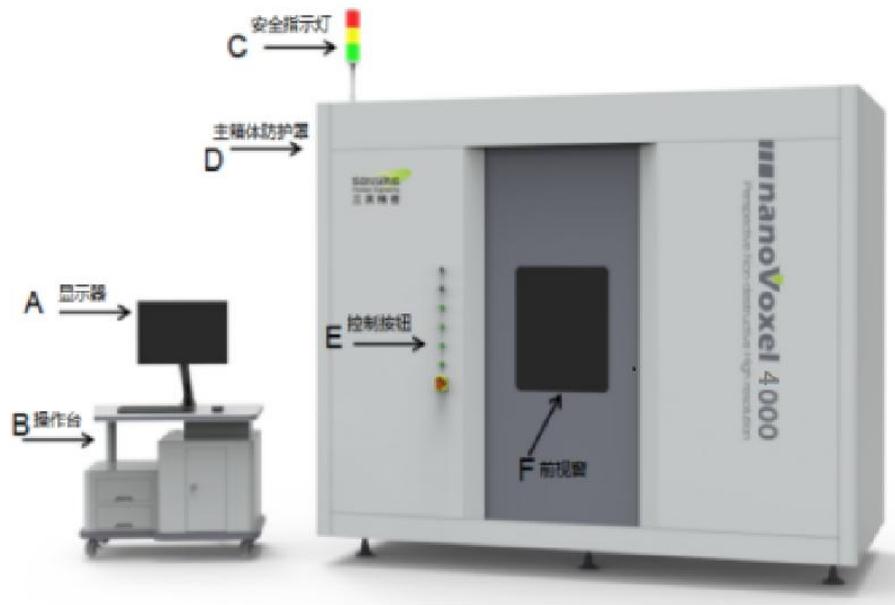


图9-1 工业CT铅房及操作台图片

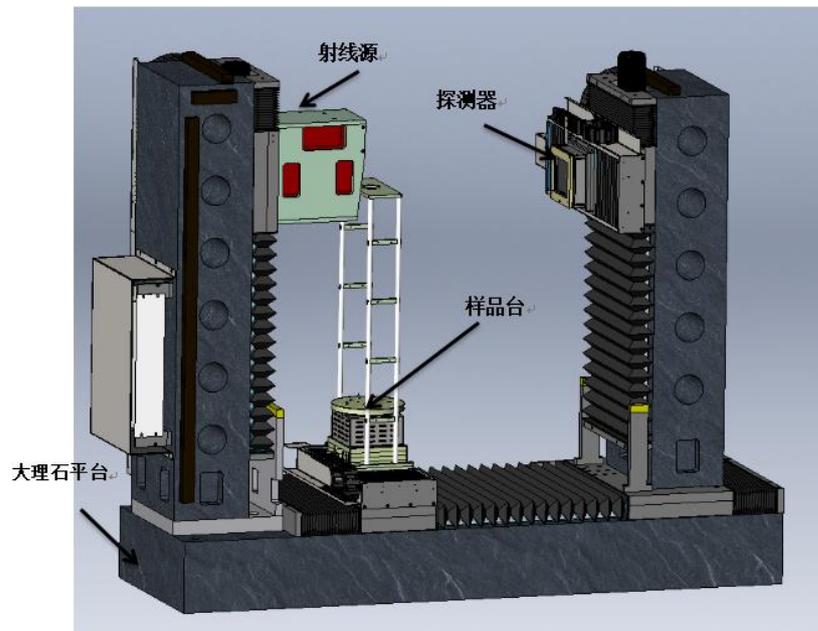


图9-2 工业CT铅房内部图

### 9.1.2 工作原理

通过系统控制电脑的程序命令，将高压发生器产生的高电压由高压线缆传输至射线管，射线管利用高压电场的作用将内部产生的高速电子流撞击靶，高速电子流的能量转换，其中一部分生成 X 射线，控制操作单元将固定在样品上的被检测样品进行驱动轴控制器移动导轨调整至待测位置，数字探测器可以将经过照射被检测样品的 X 射线转化成电子信号而形成实时灰度成像，得到显示内部结构的二维图像，并且可以将待测物旋转一周而得到的一系列二维图像数据用安装在图像处理工作站的程序进行图像数据的三维重建，得到待测物的三维结构数据，可以进行样品在两维空间上进行断层观察。

X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就被“蒸发”出来，“蒸发”出的电子经聚焦杯聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前加速到很高的速度，在 X 射线管内高速运动的电子与靶原子碰撞时，与原子核的库伦场相互作用，由于电子急剧减速而产生电磁波。电子与靶相撞之前的初速度各不相同，相撞减速的过程又不相同，少量电子经一次相撞就全部失去动能，而大部分电子经过多次制动后才逐渐失去动能，这就使得能量转换过程中发出的电磁波具有各种波长，从而形成连续 X 射线。典型的 X 射线管结构图如下：

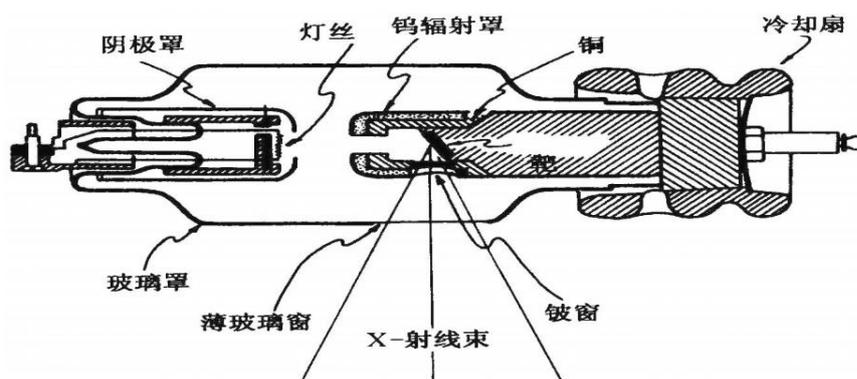


图 9-3 典型 X 射线管示意图

### 9.1.3 工艺流程及产污节点

开启设备的系统控制电脑，控制连接射线管的初级真空泵和涡轮分子真空泵对射线管内部进行抽真空，由真空监测计检测射线管的真空状态，待达到要求后，开启高压发生器产生高电压，并由高压线缆传输至射线管，射线管利用高压电场的作用将内部产生的高速

电子流转换成 X 射线，将被测物放置固定在样品台上，由控制操作单元移动至待测位置，被测物通过样品台的装置可旋转，射线源焦点根据需要在限定范围内垂直移动，数字探测器将经过被测物透照的 X 射线转换成实时的数字图像，软件可以进行图像处理与保存，设备具有技术，即可以对被测物进行 360 度成像的二维图像传输至图像处理工作站，由软件进行重建成三维立体数据信息，进行断层扫描分析，同时可以进行内部结构分析。

开机设备自检可以正常工作，打开移动门，固定被检测物品到样品台上，关闭移动防护门，打开 X 射线移动样品到检测位置操作系统控制电脑，保存 X 射线图像利用图像工作站进行图像数据处理，得到检测结果打开移动防护门，取出被检测样品。工艺流程见下图 9-4。

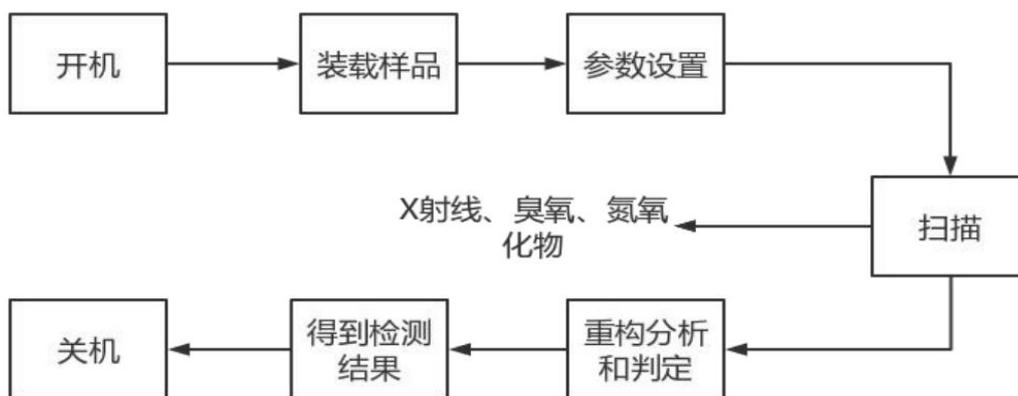


图 9-4 工艺流程及产污节点图

## 9.2 主要污染源项描述

### 9.2.1 施工期污染源分析

本项目在建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。

### 9.2.2 运行期污染源分析

#### (1) 正常工况：

①X 射线：由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，本项目使用的射线装置在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

②废气：射线装置在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等气体，经工业 CT 铅房设置的动力排风扇装置通过排风管道排出室外，管道出口避开了人员密集区域，臭氧量在环境中易自动分解，氮氧化物产额约为臭氧的 1/2，故对环

境影响较小。

③废水：本项目采用实时成像，不洗片，不产生废水。

④固废：本项目采用实时成像，不洗片，不产生固废。

## **(2) 事故工况：**

该单位使用的工业 CT 属II类射线装置，X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此，检修方便，断电状态下也较为安全。正常情况下，极少出现事故，但若因操作不当或出现机械故障后也可能出现事故，主要为：

①安全连锁系统故障或失效，铅房的防护门未关好开机导致射线泄漏，造成防护门外工作人员受到意外照射；

②安全连锁系统故障或失效，设备运行中其他人员闯入受到意外照射；

③设备线路老化短路或其他原因造成事故。

④人为有意造成事故。

一旦发生射线泄漏事故，建设方将按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》规定，立即切断电源，并启动的辐射应急方案。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

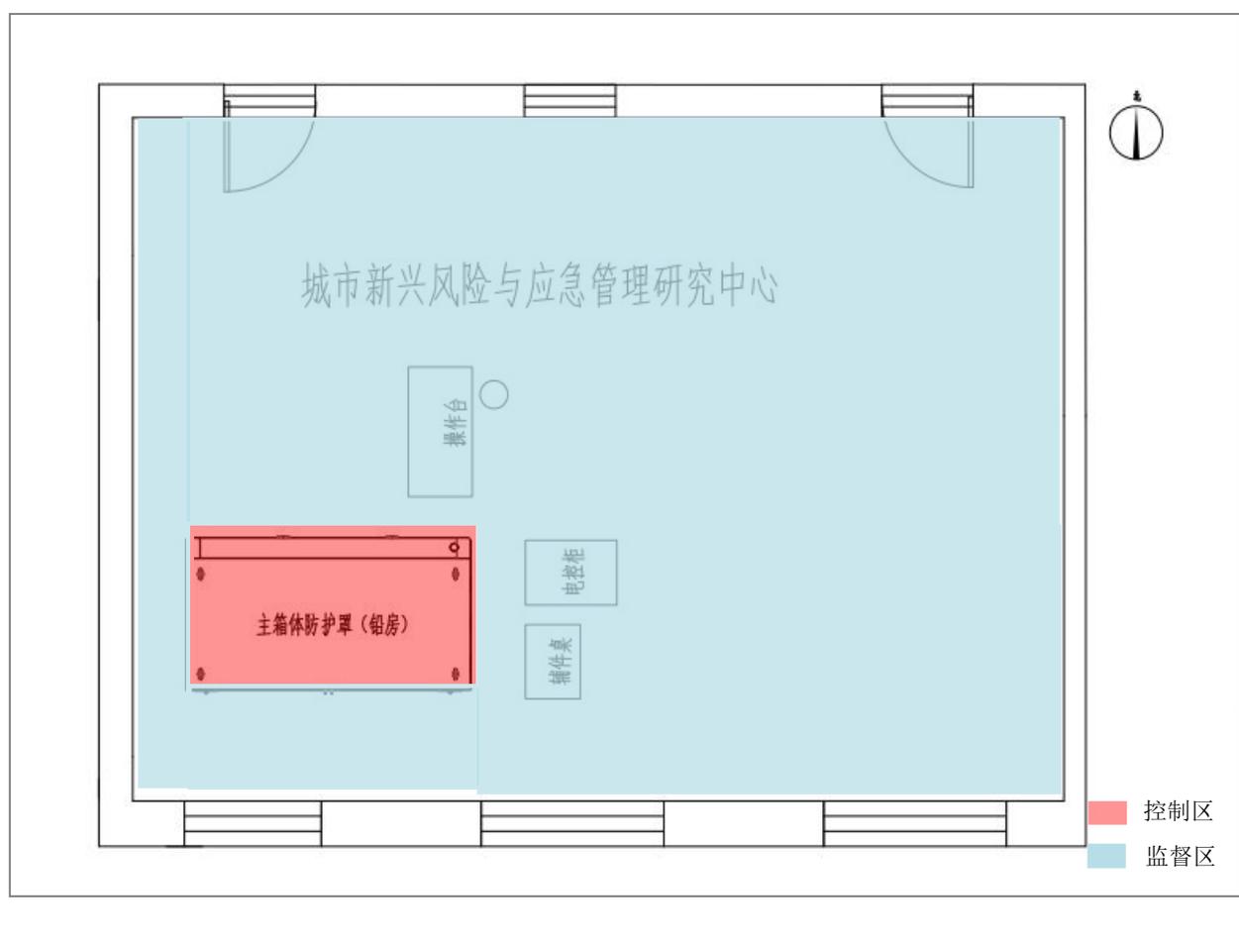
#### 10.1.1 工作场所分区

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。并根据本项目具体情况及其特点，划分工作场所管理区域。

将铅房（主箱体防护罩）划为控制区；铅房设有门机联锁，有工作指示灯及电离辐射标志。铅房外，工业 CT 室内，既铅房四周及铅房顶部至顶棚区域划为监督区；铅房顶部指示灯距离顶棚约 40 厘米，故工业 CT 室的楼上（二层）不设监督区；铅房底面有铅屏蔽，距离地面距离较低，无法容人，楼下为自然土层。

在工业 CT 运行期间，禁止非本项目工作人员进入，在工业 CT 室门外设置警示标志及相应的管理制度，并加强管理。

本项目分区管理示意图详见图 10-1



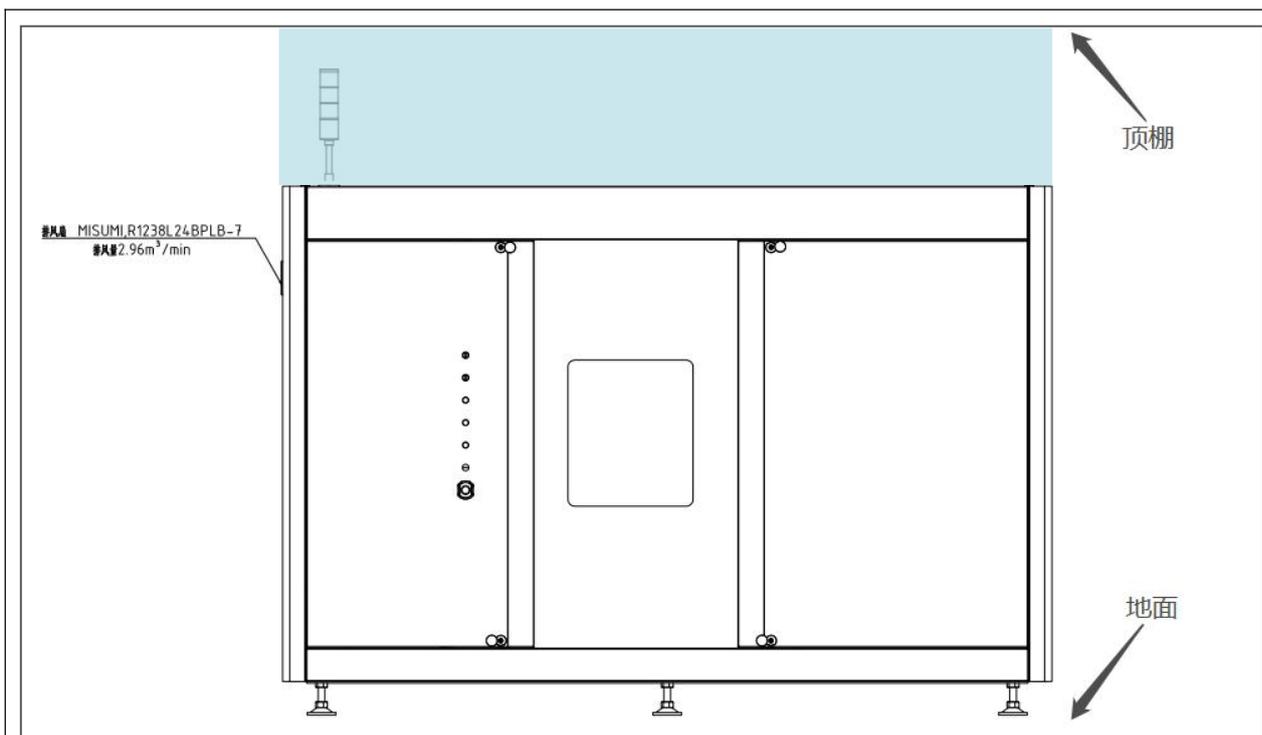


图 10-1 工业 CT 室分区管理示意图

### 10.1.2 工作场所辐射防护屏蔽设计

根据建设方提供的设计资料，工业 CT 室的位置及铅房各侧防护面、防护门的设置和屏蔽情况见表 10-1。

表 10-1 铅房各侧屏蔽情况

项目	工业 CT	高分辨原位实验立体透视显微镜平台 (nanoVoxel-4000)
铅房内部尺寸	2896mm×1200mm×2100mm (高)	主箱体防护罩
屏蔽体-西侧	8mm 铅板	主照面
屏蔽体-北侧	8mm 铅板/8mmPb 铅玻璃	工件门/铅玻璃视窗
屏蔽体-东面	6mm 铅板	射线出束点位置；排风口及排风管
屏蔽体-南面	8mm 铅板	检修门
屏蔽体-顶面	8mm 铅板	安全指示灯
屏蔽体-底面	8mm 铅板	带有底脚

电缆孔及排风孔处均配备钢铅结构防护罩，防护罩内采用铅板厚度与相对应墙体防护层厚度一致

### 10.1.3 辐射安全措施描述及评价

#### 10.1.3.1 工业 CT 固有的安全性

(1) 开机时自检系统首先进行系统诊断测试。若诊断测试正常，该设备会示意操作者可以进行下一步的流程操作；若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

(2) 当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。

(3) 当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，所有指示灯均熄灭，停止设备作业

(4) 过电流保护：设备带有过电流保护继电器，当管电流超过额定值时或高压对地放电时，设备会自动切断高压。

(5) 失电流保护：设备带有失电流保护继电器，当管电流低于 0.25mA 时，自动切断高压。

(6) 过电压保护：设备带有过电压保护继电器，当高压超过额定值时，自动切断高压。

(7) 继电保护：冷却循环油流量继电器、温度继电器及射线屏蔽室门开关的触点均为串联，在正常时均接通；若有一个没接通，不能达到高压。

#### **10.1.3.2 其他辐射安全防护措施**

(1) 防护门与 X 射线检查装置设有门机联锁。防护门未完全关闭时，设备不能接通高压出束。检测期间，误打开防护门，可以立即实现 X 射线停止出束。

(2) 箱体正面设置红色“紧急制动开关”，用力按下红色按钮，自动切断各功能电源，使仪器停止工作。恢复仪器工作时顺时针旋转“紧急制动开关”，复位之后旋转启动钥匙，同时设备进入可通电状态。

(3) 设置电离辐射警示标识，射线源处、箱体防护门及工业 CT 室门，均设置相应的警示标识并加以说明。

(4) 铅房顶部有安全指示灯（绿、黄、红灯亮、闪指示仪器运行的不同状态），检测工作期间具备声、光报警功能并与设备有效联锁。

(5) 铅房内有射线机、排风及电缆等装置，设置较满，无容人空间。

- (6) 铅房设有可视窗，用于观察被检测工件摆放情况。
- (7) 铅房内设置摄像头，图像输出在操作台的显示器上，可观察设备内部运行情况。
- (8) 铅房内设固定式场所辐射探测报警装置探头，显示器在铅房正面。

### 10.1.3.3 安全操作要求

(1) 正常使用工业 CT 前，检查探防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

(2) 工作人员在进入共工业 CT 室时，除佩戴常规个人剂量计外，还需携带个人剂量报警仪和便携式 X- $\gamma$  剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，工作人员应立即退出，同时防止其他人进入，并立即向辐射防护负责人报告。

(3) 定期测量铅房外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置，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，应终止工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪前，检查是否能正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$  剂量率仪不能正常工作，则不启动设备开始工作。

(5) 工作人员正确使用配备的辐射防护装置及设备，把潜在的辐射降到最低。

(6) 在每一次照射前，操作人员都需确认防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始工作。

(7) 按设备所限，不得检测超大及超重的工件。

### 10.1.3.4 机房通风

工业 CT 室专用铅房设有动力排风装置及通往室外的排风管道，位于铅房侧面，排风量为 180m<sup>3</sup>/h，频次不小于 3 次/h。

### 10.1.3.5 防护用品及监测设备

本项目防护用品全部新增。拟配置个人防护用品及监测仪器如下表所示：

**表 10-2 个人防护用品及监测仪器**

序号	名称	数量	用途
1	个人剂量计	2 支/人	辐射工作人员佩戴，工作期间对个人受到的照射剂量进行记录
2	个人剂量报警仪	2 台	辐射工作人员佩戴，实时监测辐射剂量是否超标
3	便携式 X- $\gamma$ 辐射剂量巡测仪	1 台	铅房屏蔽体外及周围环境定期进行辐射剂量率监测，验证屏蔽体的屏蔽效果

建设单位按照上述要求配置相应的个人防护用品和监测仪器后，基本能满足本次核技术利用项目的运行需求。

## **10.2 三废的治理**

### **10.2.1 废气**

工业 CT 室铅房设有排风装置及通往室外的排风管道，排风管道出口位于工业 CT 室南墙外，并其排风出口位置朝向避开人员密集区，风机排风量为 180m<sup>3</sup>/h，根据机房体积，排风频次远高于 3 次/h。本项目废气排放措施，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 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 次的要求。

### **10.2.2 废水及固废**

本项目设备为实时成像，不产生胶片和显（定）影液；本辐射工作人员产生的生活污水和生活垃圾依托厂区相应装置，统一处理。

## **10.3 事故预防措施**

辐射工作人员必须严格按照操作程序进行，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射，工作人员每次上班时首先要检查防护措施是否正常，若存在安全隐患，应立即报修，使其恢复正常。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和原国家环境保护总局环发[2006]145 号文件的规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

## **10.4 法规符合情况**

### **10.4.1 对照“环保部 3 号令”要求的满足情况**

本项目对照《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（环保部令第 3 号，2021 年）对使用射线装置单位承诺的对应检查情况，具体见表 10-3。

**表 10-3 项目执行“环保部 3 号令”要求对照表**

序号	相应要求	本项目情况	符合情况
1	使用II类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	将成立辐射安全管理小组，全面负责公司的辐射防护监督和管理的工作。1 名辐射安全专职管理人员均为本科学历	近期符合
2	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。	将制定了辐射工作人员培训计划，并本项目工作人员为本校在职教职员工，将通过相应考核及要求持证上岗。	近期符合
3	射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全设施。	设备使用场所出入口显著位置处均设置放射性警告标识和中文警示说明；设备自带屏蔽铅房、工作状态指示灯、安全连锁装置、紧急停机按钮等，可防止意外受照。	近期符合
4	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。	拟配备一台 X-γ 巡检仪；为每位辐射工作人员均配备了个人剂量计及个人剂量报警仪。	近期符合
5	有健全的操作规程、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、设备检修维护制度、人员健康管理制度、人员培训计划、监测方案等。	拟建立：操作规程、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、设备检修维护制度、人员健康管理制度、人员培训计划、监测方案等。	近期符合
6	有完善的辐射事故应急措施。	拟建立辐射事故应急处理预案。	近期符合

**10.4.2 对“环保部 18 号令”要求的满足情况**

对照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年）对拟使用射线装置的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“环保部 1 号令”要求的对照检查如表 10-4 所示。

**表 10-4 项目执行“环保部 18 号令”要求对照表**

序号	相应要求	本项目情况	符合情况
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其出口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全连锁、报警装置或者工作信号。	工业 CT 铅房顶部设置警示灯，铅房外有明显的当离辐射警示标识；工业 CT 室门外设置明显的电离辐射警告标志；工件入口门与控制台连锁。	近期符合
2	第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自	将委托有辐射水平监测资质单位每年对辐射工作场所及其周围环境进行 1 次监测	近期符合

	行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。		
3	第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	承诺每年1月31日前向生态环境管理部门提交年度评估报告。	近期符合
4	第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	本项目工作人员均为该校教职员工，将按规定参加相应的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训取得证书后持证上岗。	近期符合
5	第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应按照国家法律、行政法规及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	将对本项目工作人员均配备个人剂量计，并委托有资质的单位进行个人剂量监测。个人剂量计最长不超过3个月送检1次。严格执行个人剂量监测管理规定，建立个人剂量档案。	近期符合
6	第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备下列条件的机构进行个人剂量监测。	将委托有资质单位对本项目工作人员进行个人剂量监测。	近期符合





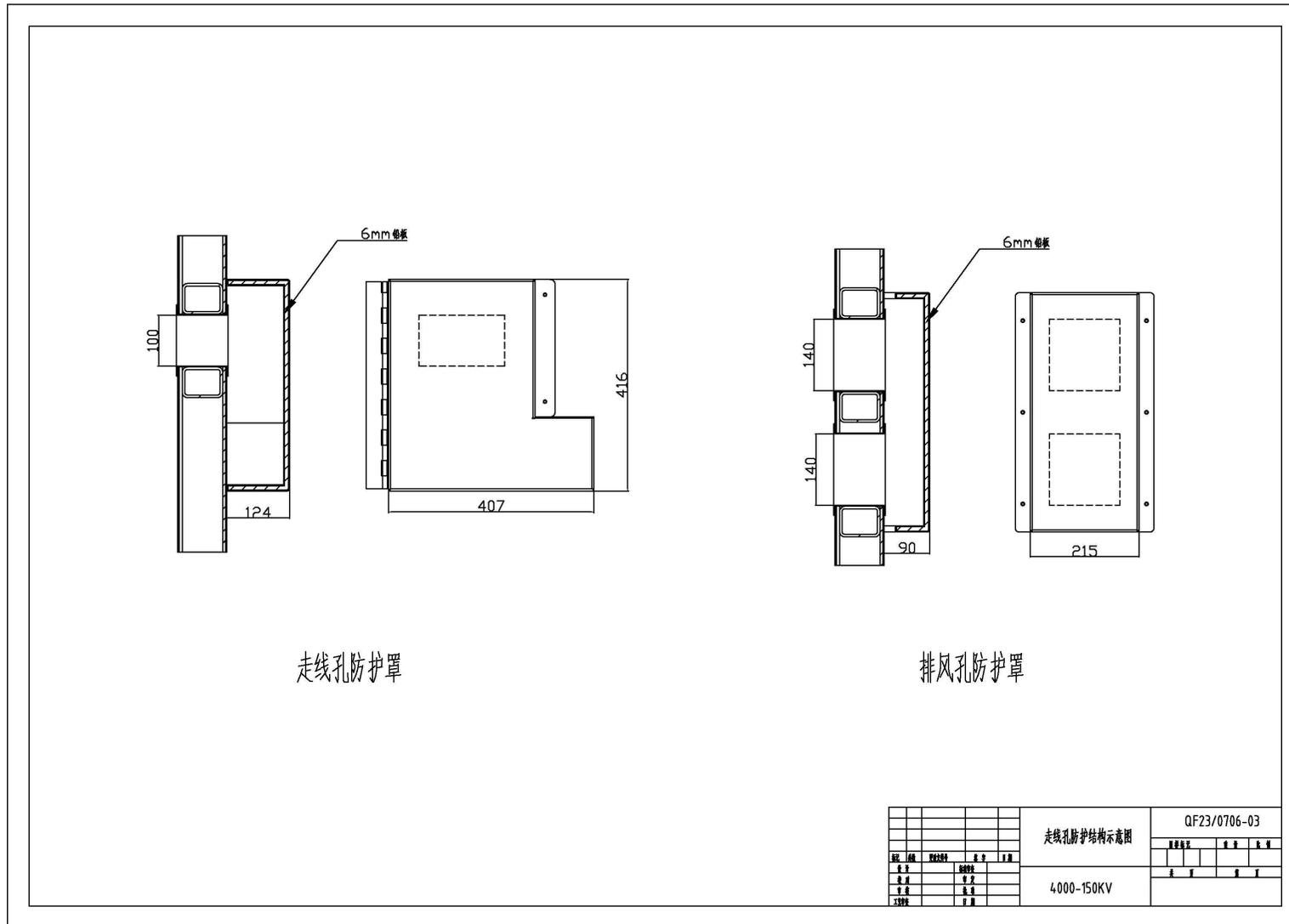


图 10-4 铅房防护设置图（走线口和排风防护罩）

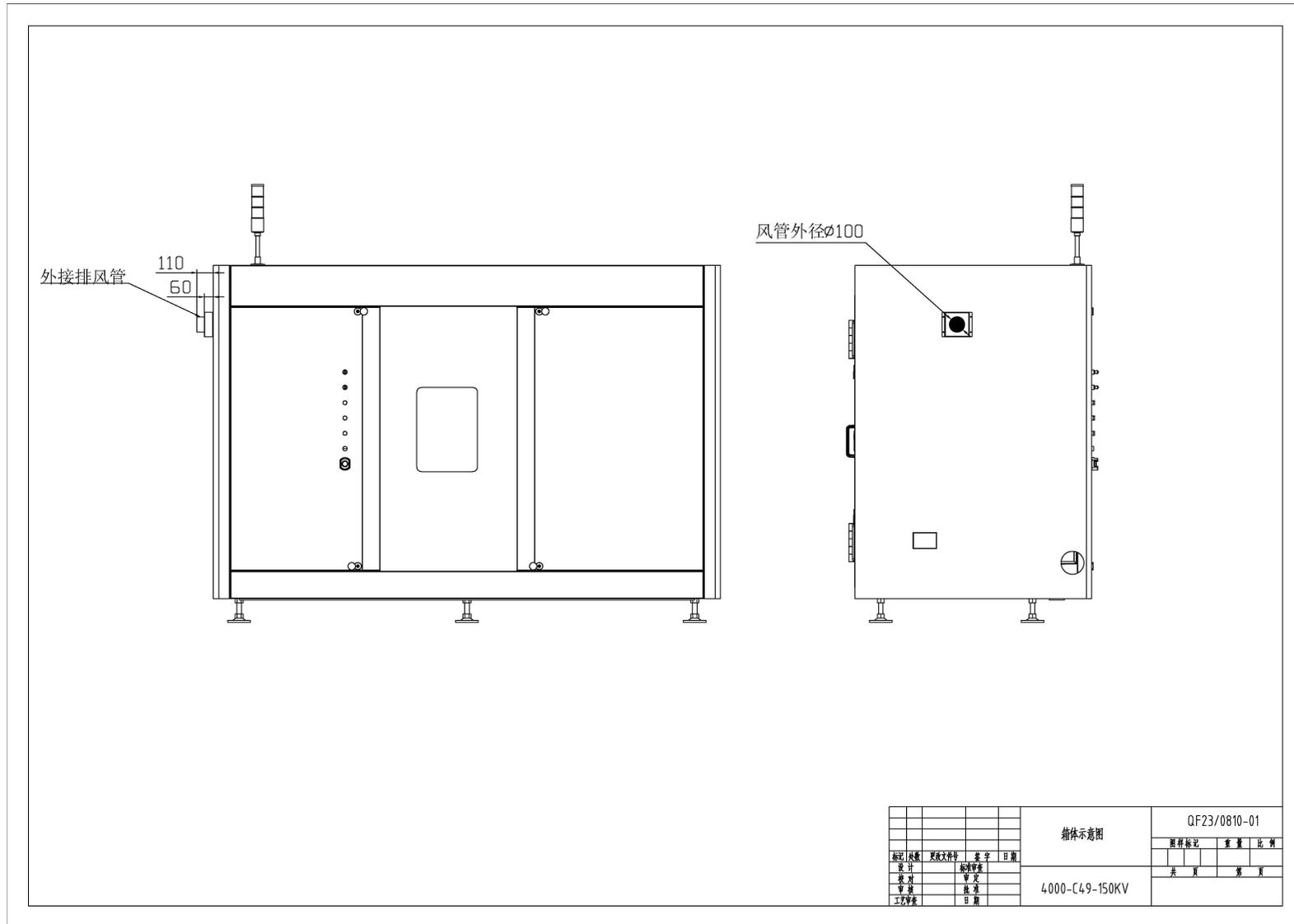


图 10-5 铅房外借风管示意图

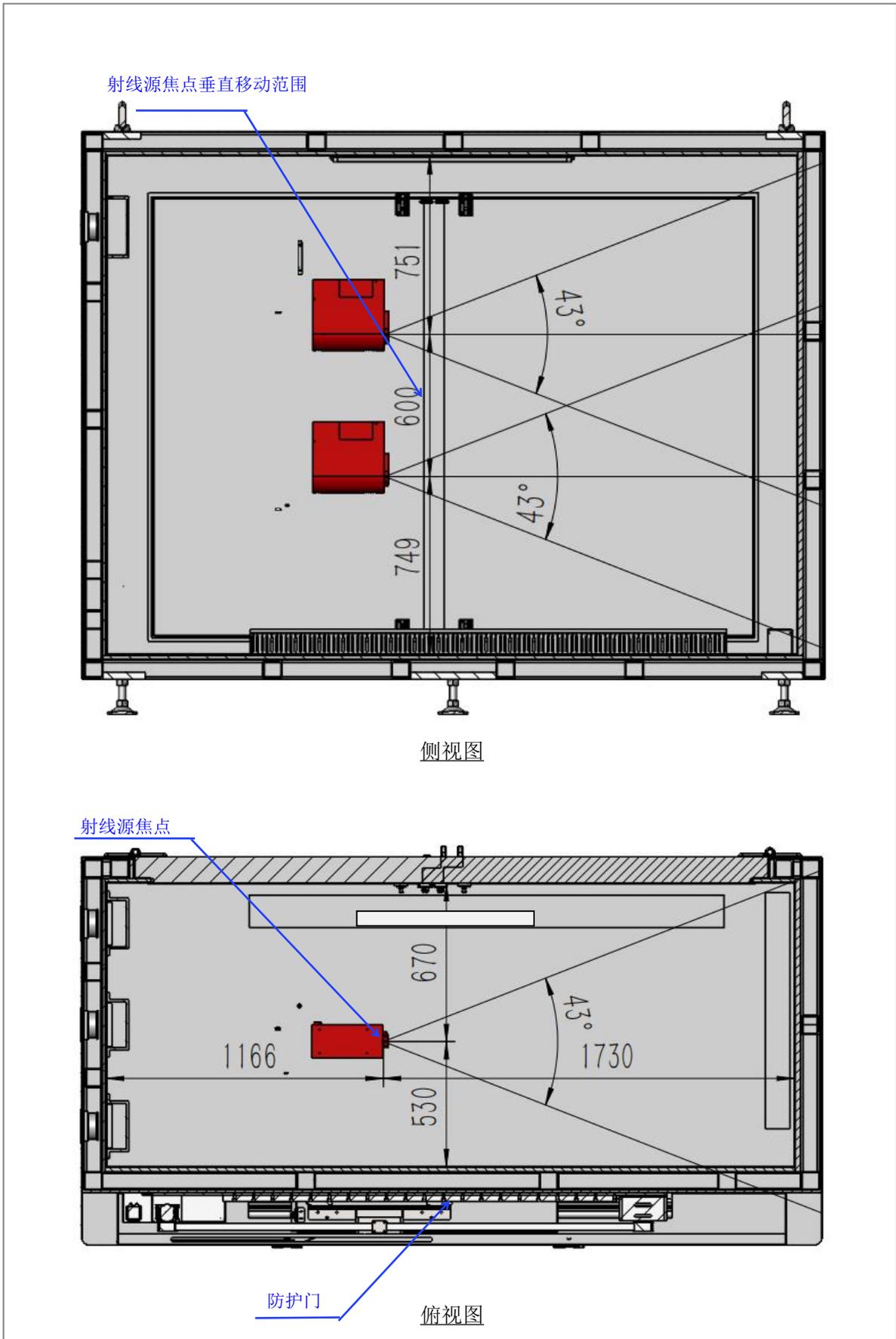


图 10-6 工业 CT 机焦点位置示意图

## 表 11 环境影响评价

### 11.1 建设阶段对环境的影响

工业 CT 设备只有在检测过程中才会产生辐射，其辐射的射线是随设备的开、关而产生和消失的。在工业 CT 安装过程中，其未通电运行，故不会对周围环境造成辐射影响，也无放射性废气、废水及固物产生。

项目拟建房间目前闲置，本项目工程量较小，施工过程主要为室内装饰及设备安装，其工期短，可能产生的噪声、扬尘、废水、固物等对周边环境的影响在可接受的范围内，随着施工期的结束，这些影响也随即结束。

#### 11.1.1 废水

施工期的废水主要是施工工人生活污水，将排入相应的污水处理设施，处理达标后排入市政管网。

#### 11.1.2 大气

在安装施工期将产生少量地面扬尘，另外机械作业时排放废气，通过时间及设备选用等方式，对周边环境的影响较小。

#### 11.1.3 固废

项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，由建设方运送至垃圾处理站统一清理。

本项目在建设过程中，将严格按照设计的参数进行施工。建设期间，无辐射影响，随着项目的建设完成，施工期的环境影响可消除。建设期无放射性“三废”排放。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

本项目参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中相应公式进行计算。本项目设备最大管电压 150kV；最大管电流为 0.5mA。

根据本项目建设单位提供信息，本项目工业 CT 每周最多工作 5 天，每天最多 3 小时，每年最多工作 100 天。

本项目计算均为电子表格插入相应公式关联后的自动计算科学计数。

#### 11.2.1 辐射环境影响分析

本项目拟配置的工业 CT 为定向机，主射方向朝西及西北角，射线头可垂直移动 600mm，故工业 CT 西侧按主射方向（有用线束）计算，其他方向按散射和漏射计算。

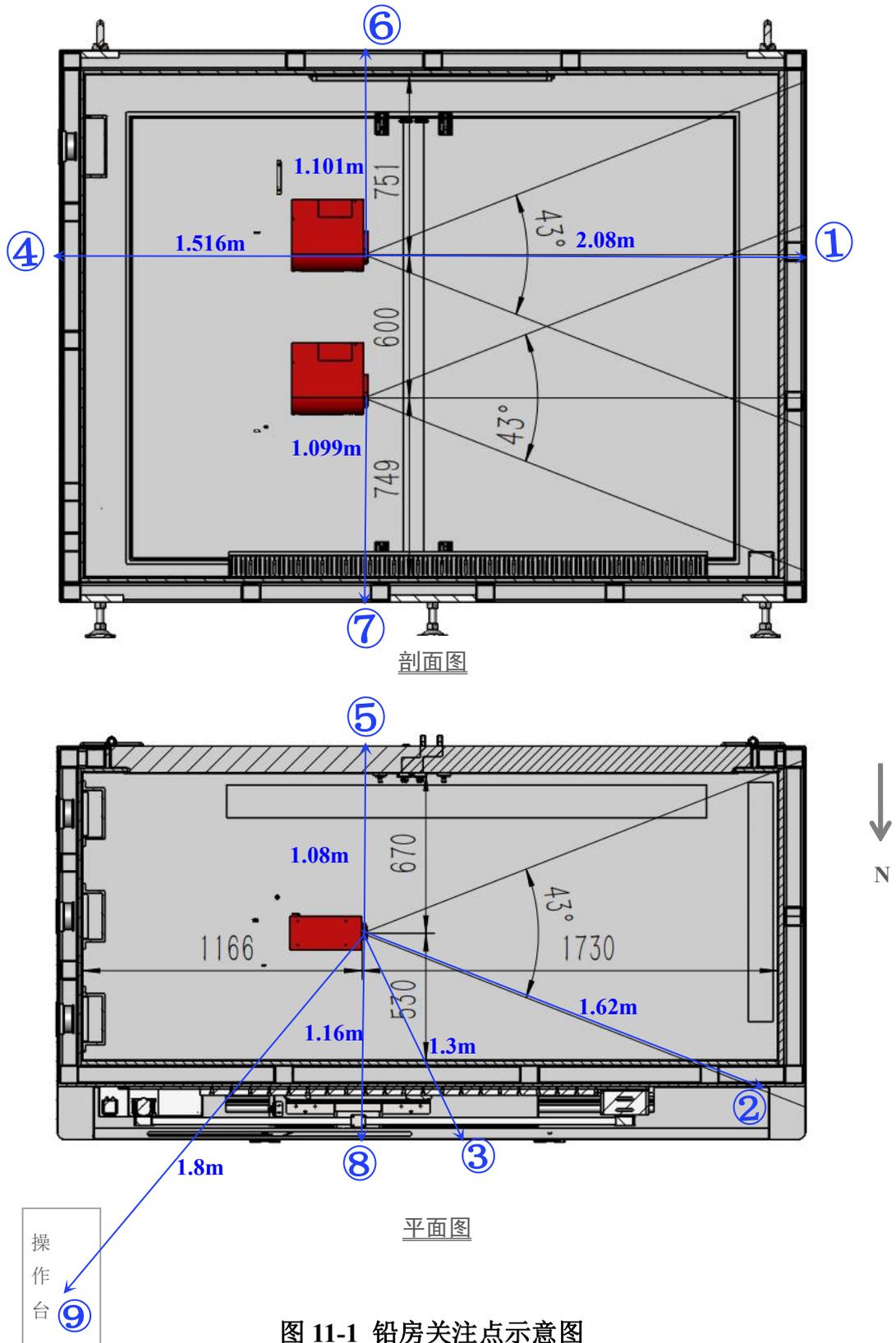


图 11-1 铅房关注点示意图

①有用线束所致屏蔽墙外剂量率利用下列公式计算：

$$H = \frac{I \cdot B \cdot H_0}{R^2}$$

式中：

$I$ —X 射线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， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，附录表 B.1（取较大值保守估计）中 150kV 对应  $18.3\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，换算后为  $1.10\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

$B$ —屏蔽透射因子，在给定屏蔽物质厚度  $X$  时，由附录 B.1 曲线（延续）查出相应的屏蔽投射因子  $B$ ，当厚度为 8mm 铅，对应值为  $1.30\text{E}-10$ ；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

表 11-1 有用线束关注点剂量率计算参数及结果

序号	位置	$I(\text{mA})$	$B$	$H_0 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2 (\text{mA}\cdot\text{h})$	$R (\text{m})$	$H (\mu\text{Sv/h})$
1	西侧	0.5	$1.30\text{E}-10$	$1.10\text{E}+06$	2.08	$1.65\text{E}-05$
2	西北角	0.5	$1.30\text{E}-10$	$1.10\text{E}+06$	1.62	$2.72\text{E}-05$

注：关注点为射线管头距离屏蔽体外 0.3m。

②漏射辐射所致屏蔽墙外剂量率利用下列公式计算：

$$H = \frac{B \cdot H_L}{R^2}$$

式中：

$B$ —屏蔽透射因子， $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ， $X$  为屏蔽体厚度，150kV 管电压下的铅的 TVL 为 0.96mm；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$H_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ ，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，X 射线管电压为  $150\leq\text{kV}\leq 200$  的距靶点 1m 处的漏射辐射剂量率  $H_L$  为  $2.5\text{E}+03\mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-2 关注点漏射剂量率估算结果

序号	位置	X (mm)	TVL (mm)	B	H <sub>L</sub> (μSv/h)	R (m)	H (μSv/h)
3	北侧	8	0.96	4.64E-09	2.5E+03	1.3	6.87E-06
4	东侧	6		5.62E-07		1.516	6.12E-04
5	南侧	8		4.64E-09		1.08	9.95E-06
6	顶部	8		4.64E-09		1.101	9.57E-06
7	底面	8		4.64E-09		1.099	9.61E-06
8	工件门-北侧	8		4.64E-09		1.16	8.62E-06
9	操作台-北侧	8		4.64E-09		1.8	3.58E-06

注：关注点为射线管头距离屏蔽体外 0.3m。

③散射辐射所致屏蔽墙外剂量率利用下列公式计算：

$$H = \frac{I \cdot B \cdot H_0}{R^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2}$$

式中：

I—X 射线在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

B—屏蔽透射因子，按表 2 并查附录 B 表 B.1 的相应值，然后按  $B=10^{-X/TVL}$  计算。查值表 2 为原始 X 射线  $150 \leq kV \leq 200$ ，散射辐射相应的 kV 值为 150；附录 B 其在铅中的 TVL 为 0.96mm；

H<sub>0</sub>—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m<sup>2</sup>/（mA·h），（取较大值保守估计）中 150kV 对应 18.3mSv·m<sup>2</sup>/（mA·min），换算后为 1.10E+06μSv·m<sup>2</sup>/（mA·h）；

F—R<sub>0</sub> 处的辐射野面积，单位为平方米（m<sup>2</sup>）；厂家提供为 146mm×144mm，为 0.0166m<sup>2</sup>。

a—散射因子，入射辐射被单位面积（1m<sup>2</sup>），表 B.3，保守取值  $\alpha=1.9E-03 \times 10000/400$ 。

R<sub>0</sub>—辐射源点（靶点）至检测工件的距离，单位为米（m）；本项目取 0.3m。

R—散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

表 11-3 关注点散射辐射剂量率估算结果

关注点	位置	X (mm)	TVL (mm)	B	I (mA)	H <sub>0</sub> μSv·m <sup>2</sup> (mA·h)	R (m)	H (μSv/h)
3	北侧	8	0.96	4.64E-09	0.5	1.10E+06	1.3	1.32E-05
4	东侧	6		5.62E-07			1.516	1.18E-03
5	南侧	8		4.64E-09			1.08	1.92E-05

6	顶部	8	4.64E-09	1.101	1.85E-05
7	底面	8	4.64E-09	1.099	1.85E-05
8	工件门-北侧	8	4.64E-09	1.16	1.66E-05
9	操作台-北侧	8	4.64E-09	1.8	6.91E-06

#### ④屏蔽墙外剂量率统计及分析

表 11-4 屏蔽体外关注点剂量率估算结果分析

关注点	位置	泄露辐射剂量 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率(合计) ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	西侧	/	/	1.65E-05
2	西北角	/	/	2.72E-05
3	北侧	6.87E-06	1.32E-05	2.01E-05
4	东侧	6.12E-04	1.18E-03	1.79E-03
5	南侧	9.95E-06	1.92E-05	2.91E-05
6	顶部	9.57E-06	1.85E-05	2.80E-05
7	底面	9.61E-06	1.85E-05	2.81E-05
8	工件门-北侧	8.62E-06	1.66E-05	2.53E-05
9	操作台-北侧	3.58E-06	6.91E-06	1.05E-05

由以上表格可知：铅房屏蔽墙外剂量率在  $2.81\text{E-}05\mu\text{Sv/h}\sim 1.79\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$  范围内，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的屏蔽防护要求。

#### ⑤通风口及电缆口屏蔽

本项目铅房设置的电缆孔及排风孔处均配备钢铅结构防护罩，防护罩内采用铅板厚度与相对应墙体防护层厚度一致，因防护罩均为铅房外罩，故距射线头距离均大于估算的关注点距离，据此分析，该处辐射剂量率均低于估算的关注点辐射剂量率，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的屏蔽防护要求。

#### ⑥辐射屏蔽的剂量参考控制水平

《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平。

a)周剂量参考控制水平( $H_c$ )和导出剂量率参考控制水平( $\dot{H}_{c,d}$ )

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

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

式中：

$\dot{H}_{c,d}$ —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$H_c$ —周剂量参考控制水平，单位为 $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

$U$ —人员在相应关注点方向照射的使用因子；本项目保守取值 1。

$T$ —人员在相应关注点的居留因子；居留因子保守取值 1。

$t$ —探伤装置周照射时间，每天最多工作 3h，每周 15h。

b)关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$

$$\dot{H}_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

c)关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

$\dot{H}_c$  为上述 a)中的 $\dot{H}_{c,d}$  和 b)中的 $\dot{H}_{c,max}$  二者的较小值。

辐射屏蔽的剂量参考控制水平见表 11-5

屏蔽位置		$H_c$ ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )	$T$	$U$	$t$ (h)	$\dot{H}_{c,d}$ 剂量率参考 控制水平 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	$\dot{H}_{c,max}$ 关注点最高剂 量率参考控制 水平( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
职业 工作 人员	西侧	100	1	1	15	6.67	2.5
	北侧	100	1	1	15	6.67	2.5
	东侧	100	1	1	15	6.67	2.5
	南侧	100	1	1	15	6.67	2.5
	顶部	100	1	1	15	6.67	2.5
	底面	100	1	1	15	6.67	2.5
	工件门-北侧	100	1	1	15	6.67	2.5
	操作台-北侧	100	1	1	15	6.67	2.5
公众	实验室-楼上	5	1	1	15	0.33	2.5

表 11-5 辐射屏蔽的剂量参考控制水平

注：距离铅房最近的居留时间较长的公众位置为工业 CT 室楼上的实验室，直线距离 2m 左右。

本项目辐射屏蔽的剂量参考控制水平取值为对 $\dot{H}_{c,d}$  和 $\dot{H}_{c,max}$  对比较小的职业工作人员取值  $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ；公众取值  $0.33 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

## ⑦ 保护目标剂量率统计及分析

表 11-6 保护目标剂量率计算统计结果分析

保护目标	相对方位及与铅房最近距离	相应关注点辐射剂量率 H (μSv/h)	距离衰减后剂辐射剂量率 H (μSv/h)
操作室内工作人员	北侧 1.8 米	1.05E-05	/
博智楼内其他人员	北、东、西侧及上方 2 米以上	1.79E-03	2.78E-04
校区内空地流动人员	北、东、南、西侧约 2 米以上	1.79E-03	2.78E-04
敦品楼内人员	南侧约 36 米以上	2.91E-05	2.47E-08

注：偏安全考虑，按与保护目标最近关注点的辐射剂量率最大值。

## ⑧ 周剂量及年剂量

采用下述公式分别对各人群组辐射环境所致的年有效剂量当量进行估算。

$$H_{Er} = D_r \times t \times T \times 10^{-3}$$

式中： $H_{Er}$ ：X 射线外照射年有效剂量，mSv；

$D_r$ ：参考点处的剂量率，μSv/h；

$t$ ：装置照射时间，单位为 h/周；本项目工业 CT 每周最多工作 5 天，每天最多 3 小时，每年最多工作 100 天。

$T$ —人员在相应关注点的居留因子；偏安全考虑，居留因子均取 1。

表 11-7 人员剂量估算结果

人群	保护目标	$D_r$ (μSv/h)	$T$	周工作时间 $t$ (h)	周剂量 (μSv/周)	年工作 时间 $t$ (h)	年剂量 (mSv/a)
职业	操作室内工作人员	1.05E-05	1	15	1.57E-04	300	3.15E-06
公众	博智楼内其他人员	7.63E-05	1		4.17E-03		8.35E-05
	校区内空地流动人员	2.78E-04	1		4.17E-03		8.34E-05
	敦品楼内人员	2.47E-08	1		3.71E-07		7.42E-09

根据上表估算可知：职业人员最大周剂量为 1.57E-04μSv/周；公众最大周剂量为 4.17E-03μSv/周。满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T250-2014 中人员在关注点的周剂量职业工作人员不大于 100μSv/周，公众不大于 5μSv/周的要求。

职业工作人员年剂量为 3.15E-06mSv，公众人员年剂量最大为 8.34E-05mSv，均满足

本项目管理目标值及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的中要求及本项目的剂量约束值，既职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众成员年有效剂量不超过 0.1mSv 要求。

### 11.2.2 非放射性环境影响分析

废气：射线装置在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等气体，经工业 CT 铅房设置的动力排风扇装置通过排风管道排出室外，铅房排风口并有铅板屏蔽，排风管道出口位于工业 CT 室南墙外，并避开人员密集区域，臭氧量在环境中易自动分解，氮氧化物产额约为臭氧的 1/2，故对环境影响较小。

固废和废水：本项目工作人员产生的生活污水及生活垃圾，依托校区原有的设备设施处理。

### 11.3 从事辐射活动的技术能力分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证所的要求，建设单位从事辐射活动的技术能力如下：

- （1）将成立以管理人员为组长的辐射安全管理机构。
- （2）从事辐射工作人员将参加相应的防护专业知识考核并持有培训合格证书，做到持证上岗；并将按规定进行相应的职业病健康体检，建立档案。
- （3）建设方对项目位置采取分区管理并设置警示标识，以提醒公众人员远离工业 CT 室，减少不必要照射。
- （4）拟购置 1 台 X- $\gamma$ 辐射巡测仪、2 台个人剂量报警仪及与辐射工作人员对应的个人剂量计，并将委托有资质单位对其辐射工作人员进行个人剂量检测及辐射巡检仪的年检。
- （5）将制定了操作规程及设备检修维护制度、辐射防护措施、监测方案和监测制度、个人剂量和健康管理制度等一系列规章制度，制定的规章制度需具有比较强的操作性，在日常工作中应严格按照这些规章进行操作。
- （6）将制定较为完善的辐射事故应急预案。

### 11.4 辐射事故风险分析

#### 11.4.1 可能发生的事故

- （1）运行过程中工业 CT 的门机联锁失效、无关人员误入导致的误照射。

(2) 工业 CT 正常工作时，非工作人员误留导致发生误照射。

(3) 设备进行维修时，发生意外出束，造成工作人员和周围公众受到额外的照射。

#### **11.4.2 事故后果**

本项目中的工业 CT 属于 II 类射线装置，为中危险射线装置，事故可能引起急性放射性损伤。长时间、大剂量照射甚至导致死亡。

#### **11.4.3 事故预防措施**

分析事故发生的原因，大多数是由于忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事件。为有效预防各类辐射事件发生，建议企业采取以下事故预防措施：

(1) 建设单位内部加强辐射安全管理，警钟长鸣，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

(2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。工作前检查确认辐射安全联锁、急停开关、工业 CT 完好性等各项安全措施的有效性，避免联锁失灵等设施设备事故。

(3) 辐射工作人员佩戴好个人剂量计、报警仪等防护剂量设备。当报警仪发出报警声时，人员立即停止相关工作，同时报告情况，管理人员到现场查明情况，解决问题，符合相关要求后方可恢复辐射工作。

(4) 开机前注意装置周围清场，工作期间不得脱岗。

#### **11.4.4 事故发生**

按照原国家环境保护总局环发[2006]145 号文件及的规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后一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，还应当同时向卫健部门报告，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。

建设单位将持续完善相关规定，并加强管理，使射线装置及辐射工作始终处于监控状态，避免辐射事故的发生。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

建设单位根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，将成立了辐射安全领导小组，负责全单位辐射安全监督管理工作，保障辐射工作人员、社会公众的健康与安全。在日后的工作实践中，建设单位将根据核技术应用情况及时对已有辐射防护安全工作领导小组成员作相应调整，确保调整后的辐射安全工作领导小组的基本组成涵盖当时核技术应用所涉及的相关部门，并根据实际管理需要明确领导小组职责，明确管理工作责任部门和责任人。

本项目拟配置 2 名辐射工作人员，专职从事本项目的辐射工作。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《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》的有关要求，建设单位将制定《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置操作规程》、《设备检修维护制度》、《岗位职责》、《放射工作人员培训计划》、《监测方案》等，各项制度基本要求及内容如下：

(1) 检测操作规程：明确工作人员的资质条件要求、检测的操作流程、工业 CT 操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。

(2) 岗位职责：明确管理人员、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。

(3) 辐射防护和安全保卫制度：根据公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是工业 CT 检测过程中的辐射安全管理。

(4) 设备维修制度：明确工业 CT 和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保工业 CT、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

(5) 射线装置使用登记、台帐管理制度：制定并完善射线装置台帐，明确装置数量、来源、去向，使用射线装置进行登记，明确使用人。

(6) 人员培训计划：制定并完善培训对象、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。

(7) 监测方案：制定并完善监测方案，方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报环境保护行政主管部门。

建设单位将在项目运营前，根据本项目运行管理和设备操作需求，及时更新相关规章制度，使其与实际使用情况相符，具有可操作性，并将上述更新完善后的制度粘贴在辐射工作场所。

### 12.3 辐射工作人员管理

#### ①配置数量合理可行性

本项目配置 1 台工业 CT，仅做科研教学使用，每天最多工作 3 小时，每周最多工作 5 天，每天最多工作 100 天，故拟配置 2 名辐射工作人员，人员配备数量是可行的。在上岗前进行辐射知识培训和设备操作技能培训。

#### ②辐射安全培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年第 57 号），本项目工作人员将通过 X 射线探伤辐射安全与防护考核，持证上岗。

#### ③个人剂量管理

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，建设单位将对辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，将当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关并建立并终生保存个人剂量监测档案。

#### ④职业健康检查

按照《放射工作人员职业健康管理辦法》安排辐射工作人员上岗前、在岗及离岗前职业健康检查，为放射工作人员建立个人健康档案并终生保存。

### 12.4 辐射监测

#### 12.4.1 营运期环境监测方案

##### (1) 工作场所辐射环境监测

建设单位至少一季度一次对辐射工作场所环境进行监测，并记录并存档。

建设单位需委托有资质的单位对辐射工作场所开展周期为一年一次的辐射防护监测。

本项目审批通过后，完工后 3 个月内应进行竣工验收监测。

根据本项目特点，一般情况下应检测以下各点：

- a) 通过巡测发现的辐射水平异常位置；
- b) 铅房防护门外左、中、右侧 30cm 处及门缝四周；
- c) 铅房屏蔽外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个面至少测 3 个点；
- d) 铅房顶部，若人员可以达到；
- e) 操作位；
- f) 每次工作结束后，工件门入口，以确保设备已经停止工作。

#### (2) 个人剂量监测

建设单位将依据《放射工作人员职业健康管理办法》第十一条：放射工作单位应当按照本办法和国家有关标准、规范的要求，安排本单位的放射工作人员接受个人剂量监测，并遵守下列规定：

- ①常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月；
- ②建立并终生保存个人剂量监测档案；
- ③允许放射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

#### 12.4.2 监测仪器配备

本项目拟配备 2 名辐射工作人员，将配备 1 台 X- $\gamma$ 剂量率测量仪、2 台个人剂量报警仪，每人配备 2 支个人剂量计，进行辐射工作时按相关要求佩戴及携带。

#### 12.5 辐射事故应急方案与措施

建设单位根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（国务院第 449 号令）、其它有关法律、法规的规定和职能管理部门要求，结合自身实际，将编制《辐射事故应急方案》。对突发放射性事故，坚持以预防为主、防治结合、严格管理、安全第一的方针，建立和加强相应的监测、应急制度，做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。同时不断完善应急反应机制，增强应急处理能力，实现应急工作的科学化、规范化。

- (1) 事故报告程序根据本项目的辐射事故等级，本项目一旦发生辐射事故，应迅速

电话向内部管理机构、上级生态环境主管部门报告，并在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向省生态环境厅报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫健委报告。

(2) 辐射事故应急处置措施本项目设备发生辐射事故时，立即切断设备电源或者就近按下急停按钮，迅速控制事故发展，消除事故源。

(3) 辐射事故后处理启动并组织实施应急方案，将事故受照人员撤离现场，检查人员受危害程度，并采取救护措施，保护事故现场，配合相关部门作好事故调查处理，并作好事故的善后工作。对可能受到辐射伤害人员，事故单位立即将其送至当地卫生部门指定的医院或者有条件救治辐射伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。查找事故原因，排除事故隐患，总结事故发生原因，杜绝事故的再次发生。

(4) 急演练组织工作人员根据项目运行过程中可能产生的各类辐射事故定期进行辐射事故演练，提高人员对突发事件的应急处理能力。应急演练过程记录在案，针对演练过程中发现的问题，及时进行整改，避免发生事故后，应急处置工作的不当。

#### (5) 辐射活动能力评价

建设单位从事辐射活动能力评价见表

**表 12-1 建设单位从事辐射活动能力评价一览表**

序号	相关要求	已（拟）采取的辐射安全管理措施	符合性
1	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构或至少有一名具有大专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	建设单位将成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，全面负责公司辐射安全与环境保护管理工作。	落实后符合
2	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试	配置 2 名辐射工作人员，均已安排参加辐射安全防护知识培训，并将通过相应考核，持证上岗。	落实后符合
3	从事辐射工作的人员必须开展个人剂量监测	项目将为辐射工作人员建立个人剂量监测档案，所有个人剂量计委托有资质公司进行统一检测。	落实后符合
4	从事辐射工作的人员必须开展人员职业健康检查	严格按照《放射工作人员职业健康管理办法》规定，对从事辐射的工作人员定期健康体检并建立职业健康监护档案。	落实后符合
5	配备与辐射类型和辐射水平相适	拟配备个人剂量计、个人剂量报警仪，X-γ辐射巡检	落实

	应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计	仪用于自检。	后符合
6	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、放射性同位素和射线装置台账制度、辐射事故应急措施	建设单位将建立辐射安全与环境保护管理小组，全面负责辐射安全与环境保护管理工作；并制定了《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射设备检修维护制度》、《辐射监测方案》、《辐射工作人员培训计划》、《个人剂量检测制度》、《健康管理规定》、《岗位职责》及《辐射事故应急预案》等。	符合

综上，建设单位各项管理规定落实后，具有较好的辐射管理能力，符合《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》的相关要求，随着项目运行后不断根据实际情况调整，可以满足本项目的辐射管理需求。

### 12.6“三同时”验收一览表

项目	措施	验收内容	验收要求
辐射安全管理机构	辐射防护管理	核实人员情况是否与实际相符。	按要求落实
辐射安全防护措施	屏蔽措施	屏蔽体-西侧8mm 铅板主照面 屏蔽体-北侧8mm 铅板/8mmPb 铅玻璃工件门/铅玻璃视窗 屏蔽体-东面6mm 铅板射线出束点位置；排风口 屏蔽体-南面8mm 铅板检修门 屏蔽体-顶面8mm 铅板安全指示灯 屏蔽体-底面8mm 铅板带有底脚 电缆孔及排风孔处均配备钢铅结构防护罩，防护罩采用铅板厚度与相对应墙体防护层厚度一致。	①铅房外瞬时剂量率不超过2.5μSv/h； ②辐射人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv；
	通风情况	铅房内有排风装置并由排风筒排出室外，排风次数大于3次/小时，排风口避开人员密集区域。	按要求设置
	安全措施	①指示灯：设备铅房顶部设置指示灯，各种颜色及闪烁方式代表相应的设备状态。 ②钥匙开关：防护箱体上有钥匙开关 ③急停开关：防护箱体上有急停开关 ④电离辐射标志：铅房、工件门及工业CT室门醒目位置张贴电离辐射警告标志。 ⑤门机连锁：系统设备防护门上设置有连锁开关，在防护门为完全关闭的情况下，无法出束。 ⑥固定式报警仪：探头在铅房内，显示器在铅房正面。	按要求设置
人员配备	辐射防护	辐射工作人员和辐射安全负责人员参加辐射安全与防护	按要求落实

	与安全培训和考核	考核，考核合格后上岗。	
	个人剂量监测	辐射工作人员进入工业 CT 室即佩戴个人剂量计，并定期送检（个人剂量常规监测周期一般为 1 个月，最长不超过 3 个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案	按要求落实
	职业健康监护	组织辐射工作人员参加岗前、在岗、离岗职业健康检查（在岗间隔不应超过 2 年），并建立个人健康档案。	按要求落实
监测仪器 防护用品	监测仪器	X-γ剂量率测量仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台	按要求落实
	剂量计	工作人员每人配备 2 支个人剂量计	按要求落实
辐射安全制度	建设单位将建立辐射安全与环境保护管理小组，全面负责辐射安全与环境保护管理工作；并制定了《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射设备检修维护制度》、《辐射监测方案》、《辐射工作人员培训计划》、《个人剂量检测制度》、《健康管理规定》、《岗位职责》及《辐射事故应急预案》等。		按要求落实

以上污染防治的措施须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行使用，验收时，需全部落实到位。

## 12.7 环保投资估算一览表

表 12-3 环保投资估算一览表

序号	项目	措施	投资额（万元）
1	辐射安全防护措施	通风系统	1
2		安全措施	4
3		个人剂量监测	0.5
4		人员职业健康监护	0.5
6	监测仪器防护用品	监测仪器	1
7		个人剂量计及报警仪	1
8	环评及验收费用		12
合计			20
环保投资占比			5.7%

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 实践的正当性

北方工业大学拟新购工业 CT（高分辨原位实验立体透视显微镜平台，该设备最大管电压为 150kV，最大电流 0.5mA；型号为 nanoVoxel-4000），用于科研与教学。该项目实施后，对周围环境及人群的影响均在国家管控范围内，从利益和代价方面分析，其对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射影响，符合辐射《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。

#### 13.1.2 选址合理性

本项目选址在北京市石景山区晋元庄路 5 号，北方工业大学博智楼内，射线装置科研要求拟工业 CT 室中的专用铅房内，拟建位置周边 50m 范围内无常驻用房等环境影响敏感点，工作过程中产生的 X 射线在铅房的屏蔽防护有效条件下，不会对外环境人员造成辐射影响，因此，本项目选址可行。

#### 13.1.3 产业政策符合性

本项目工业 CT 室属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类十四项“机械”中第六款“工业、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

#### 13.1.4 辐射环境影响现状评价

根据拟建位置现场监测结果表明，该拟建址的环境 $\gamma$ 辐射剂量率均处在北京辐射环境本底正常涨落范围内（根据 2022 全国辐射环境质量报告，北京环境 $\gamma$ 辐射剂量率连续自动监测结果为 61.0~90.0nGy/h）。

#### 13.1.5 环境影响分析结论

##### （1）辐射防护估算

工业 CT 室铅房经过对屏蔽防护效能核算结果可知，各防护面及防护门，其设计屏蔽厚度能够满足《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）屏蔽防护的要求。

## (2) 剂量估算结果

根据本环评的预测估算,该项目在运行过程中辐射职业人员及公众人员所致最大年附加有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)剂量限值的要求,以及本环评的剂量约束目标值(辐射职业人员不大于5mSv/a,公众人员不大于0.1mSv/a)的要求。

## (3) 敏感点的影响

根据预测,工业CT室中铅房屏蔽体外30cm处辐射剂量均不大于2.5μSv/h;同时在工业CT室周围50m范围内没有居民点,在X射线随距离的增加而快速减弱下,周围受到的辐射影响甚微。

## (4) 其他影响

工业CT铅房设置的动力排风扇装置通过排风管道排出室外,排风管道出口避开了人员密集区域,臭氧量在环境中易自动分解,氮氧化物产额约为臭氧的1/2,故对环境影响较小。

### 13.1.6 辐射工作管理

建设单位拟设立辐射安全领导小组,明确各成员的职责,并在实践工作中不断完善及加强监督管理。规章制度有《放射防护管理规章制度》、《辐射监测仪器、设备维修保养制度》、《个人剂量监测和健康管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《射线装置使用安全管理制度》和《辐射应急预案》等。

### 13.1.7 人员培训、剂量计监测及健康管理

(1) 本项目工作人员将经通过X射线探伤辐射安全与防护考核,持证上岗。

(2) 本项目辐射工作人员将配备个人剂量计,并按规定送到有资质的单位检测,并建立个人剂量档案,加强档案管理。

(3) 定期组织辐射工作人员参加职业健康检查,岗前及离岗时也要进行职业健康体检,并建立个人健康档案。

### 13.1.8 结论

综上所述,北方工业大学工业CT应用项目符合正当化原则,采取的辐射安全和防护措施适当,辐射职业及公众受到的年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)、《工业X射线

探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中各项限值要求。在进一步完善辐射安全与环境保护管理机构和各项制度的前提下，从辐射安全和环境保护的角度而言，该单位“工业CT应用项目”是可行的。

## **13.2 建议和承诺**

### **13.2.1 建议**

（1）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。

（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，及时排除事故隐患。

### **13.2.2 承诺**

（1）严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、“三废”治理装置及措施等辐射环保内容进行建设。

（2）加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、健康检查，并按要求建立保管辐射工作人员档案。

（3）制定各项辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，并监督执行各项制度。

（4）严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

（5）本项目环评审批后，及时申领辐射安全许可证。

（6）在本项目正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），进行验收流程的操作。

## 表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公 章

经办人

年 月 日

审批意见：

公 章

经办人

年 月 日

## 委 托 书

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令）的有关规定，北方工业大学现委托辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司承担我校“北方工业大学工业 CT 应用项目”环境影响评价工作。

特此委托

委托单位：北方工业大学

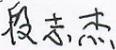
2023 年 8 月 16 日

附件 2：博智楼（第一实验楼）环评登记表及验收通过意见

附

### 建设项目环境影响登记表

填报日期:2023-11-08

项目名称	第一实验楼装修改造工程		
建设地点	北京市-直辖市-石景山区 晋元庄路 5 号	占地（建筑、营业）面积（m <sup>2</sup> ）	占地面积 3238
建设单位	北方工业大学	法定代表人或者主要负责人	张立峰
联系人	段志杰	联系电话	18811745883
项目投资(万元)	1000	环保投资(万元)	5
拟投入生产运营日期	2023-03-25		
项目性质	改建		
备案依据	该项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中应当填报环境影响登记表的建设项目，属于第：研究和试验发展项中专业实验室、研发（试验）基地。		
建设内容及规模	建设内容：改建 1 栋 3 层的教学楼及配套设施。 建设规模：建筑面积 3238m <sup>2</sup>		
主要环境影响	废水： 生活污水	采取的环保措施及排放去向	生活污水 无环保措施： 生活污水直接通过污水管道排放至市政污水管网。
	固废		环保措施： 生活垃圾由环卫部门定期清运
<p><b>承诺：</b>北方工业大学张立峰承诺所填写各项内容真实、准确、完整，建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由北方工业大学张立峰承担全部责任。</p> <p>法定代表人或者主要负责人签字： </p>			

**备案回执**

该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202311010700000717。

### 填表说明

1. 填表人应当仔细阅读《建设项目环境影响登记表备案管理办法》，知晓相关的权利和义务。

2. 建设项目符合《建设项目环境影响登记表备案管理办法》的规定。

3. 建设单位自觉接受环境保护主管部门或者其他负有环境保护监督管理职责的部门的日常监督管理。

# 北京市建设工程竣工联合验收 通过意见书

编号：京竣联验（石）字（2023）0025号

北方工业大学：

经组织相关部门进行竣工联合验收，你单位申请的第一  
实验楼装修改造工程完成消防的联合验收。

验收结论：通过。联合验收范围详见附件。

**告知事项：**

1. 此意见书是依据各验收部门出具“通过”的专项验收意见后，由多验合一平台自动生成的联合验收通过意见书。

2. 此意见书替代工程竣工验收备案表，联合验收通过后即视为完成工程竣工验收备案。

附件：1. 建设工程竣工联合验收事项情况表  
2. 建设工程竣工联合验收单体明细表



附件 1

## 建设工程竣工联合验收事项情况表

编号：京竣联验（石）字（2023）0025号

工程名称	第一实验楼装修改造工程				
建设单位	北方工业大学	施工许可证号	110107202207060103		
施工单位	中装华泰（北京）装饰工程有限公司	监理单位	北京高屋工程咨询监理有限公司		
勘察单位	无	设计单位	北京京业国际工程技术有限公司		
联合验收及市政服务事项情况表					
事项名称	责任部门	资料审核意见	现场验收意见	验收时间	验收结论
工程竣工验收监督	北京市石景山区住房和城乡建设委员会	资料齐全	现场验收	2023-03-18	通过
消防验收	北京市石景山区住房和城乡建设委员会		现场验收合格	2023-03-18	通过



附件 2

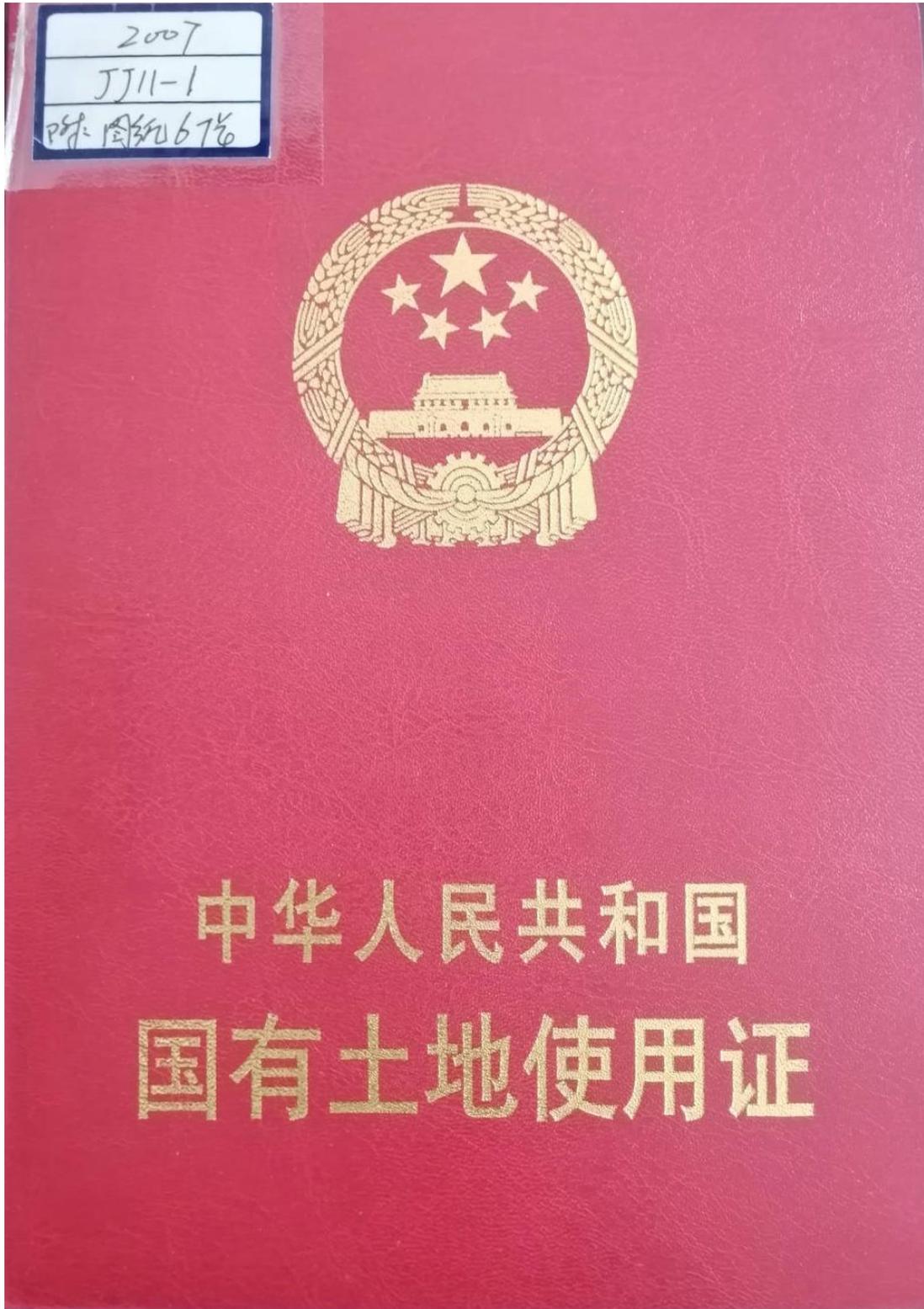
## 建设工程竣工联合验收单体明细表

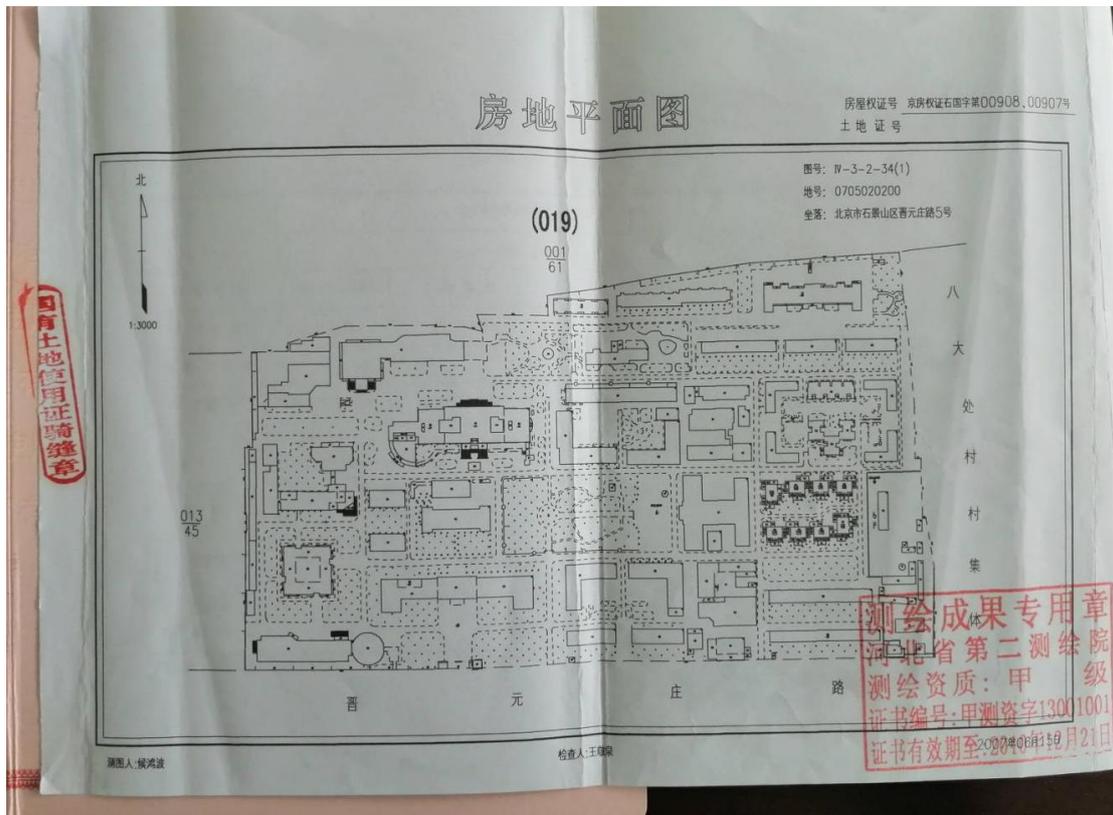
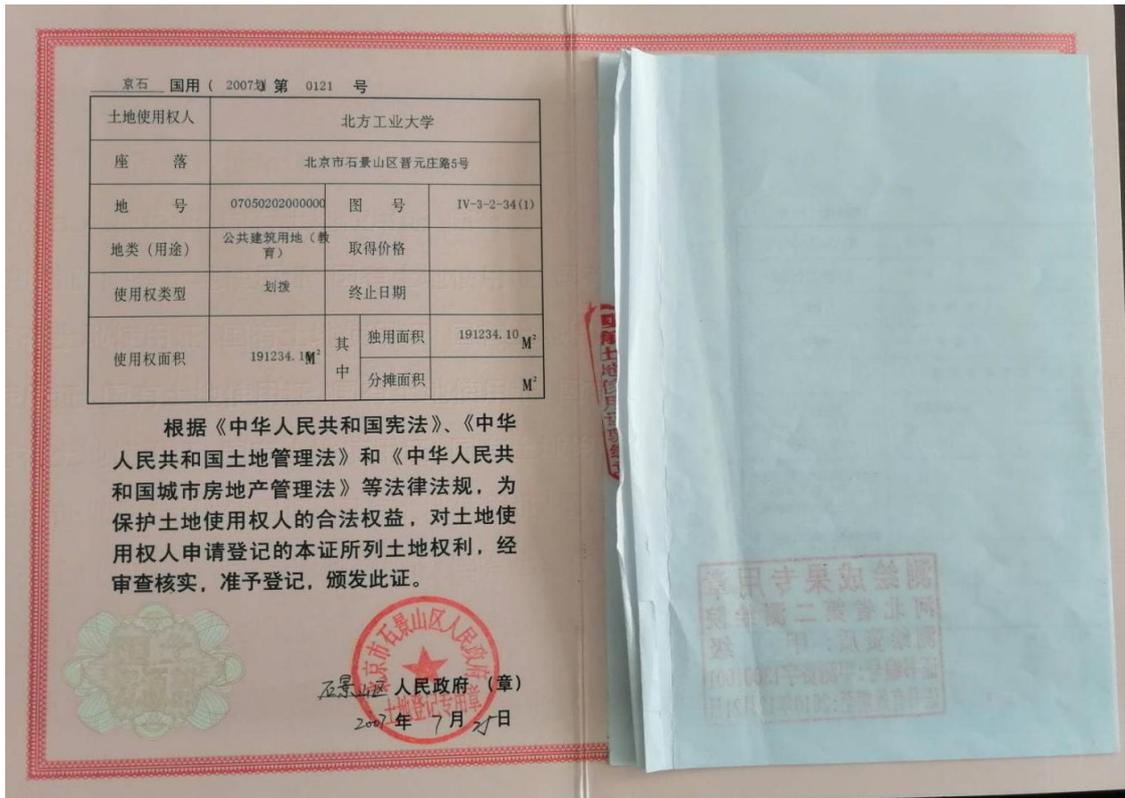
编号：京竣联验（石）字〔2023〕0025号

工程名称	第一实验楼装修改造工程								
建设单位	北方工业大学			施工许可证号	110107202207060103				
施工单位	中装华泰（北京）装饰工程有限公司			监理单位	北京高屋工程咨询监理有限公司				
勘察单位	无			设计单位	北京京业国际工程技术有限公司				
<b>建设工程规划许可单体明细表</b>									
	序号	单体名称	建筑面积/长度（平方米/米）			层数		高度	
			总面积	地上	地下	地上	地下	地上	地下
无									
合计(面积)									
备注:									
<b>建设工程竣工联合验收单体明细表</b>									
	序号	单体名称	建筑面积/长度（平方米/米）			层数		高度	
			总面积	地上	地下	地上	地下	地上	地下
无									
合计(面积)									
备注:									



附件 3：土地证明文件





### 北京市宗地登记表

面积单位: 平方米 (m<sup>2</sup>)

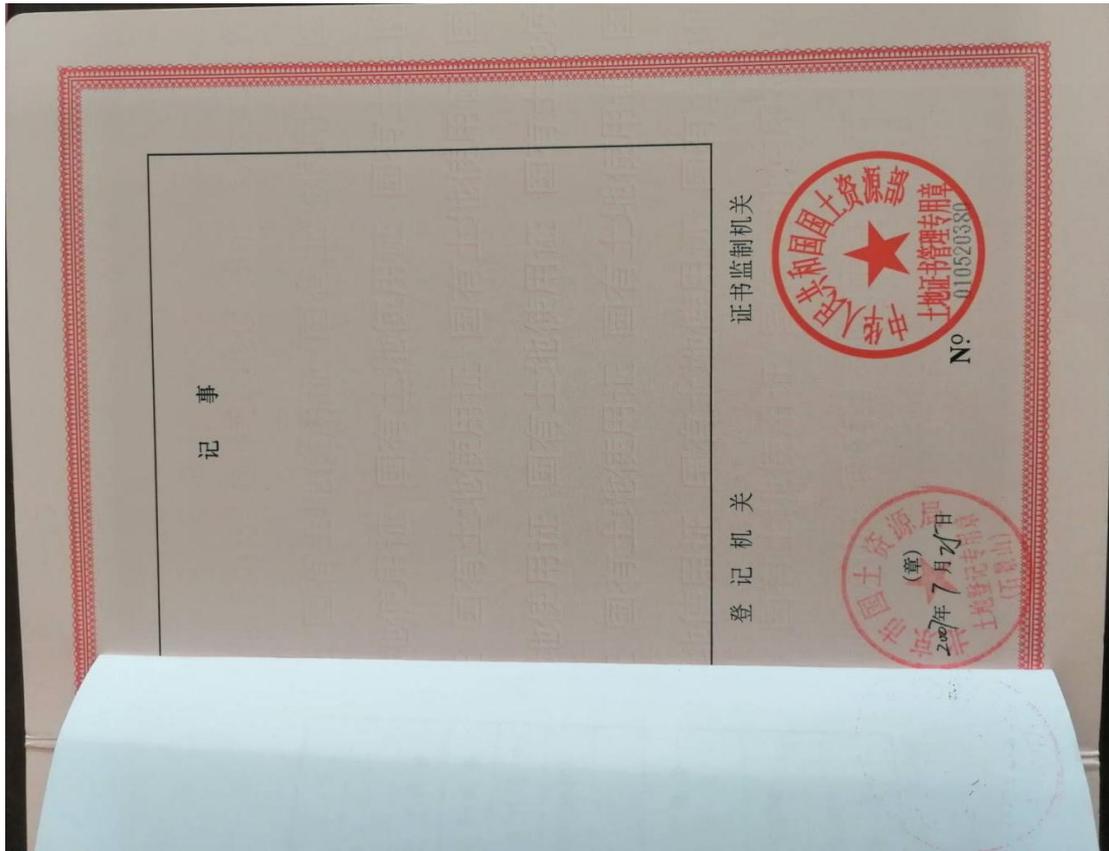
坐落		北京市石景山区晋元庄路5号			图号	IV-3-2-34(1)		
权利人		北方工业大学			地号	0705020200		
权属性质	国有土地使用权	土地等级		土地用途	教育			
建筑密度	0.209	建筑容积率	0.716	建筑物类型	楼平房			
宗地总面积	191234.10		其中宗地共有需分摊面积					
宗地总建筑面积	136957.30	建筑占地总面积	39934.36	本户建筑面积	136957.30			
本户宗地面积							备注	
使用权面积	191234.10	其中建筑占地面积	39934.36	一级地类	其中:京房权证石国字第00908号 1.2.4.5.6.7.8.9.10 11.12.39.40号房屋折除。 其中:京房权证石国字第00907号 5.22.23.24.30.4号房屋 折除。			
其中 独用面积	191234.10	其中 独用面积	39934.36	二级地类				面积
其中 共用分摊面积		其中 共用分摊面积		三级地类				面积

测绘日期: 2007年06月15日

填表人: 黎光明

审核人: 王敬录

测绘成果专用章  
 河北省第二测绘院  
 二级  
 证书编号: 中测资字13001001  
 证书有效期至: 2010年12月21日





**nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台  
用户手册**

**天津三英精密仪器股份有限公司**

**版本 1.2**

## 仪器使用安全须知

在使用 nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台用户手册之前，请仔细阅读本手册。在仪器使用过程中，请严格按照操作规程使用仪器。未按规程使用仪器，可能会损坏仪器，甚至对使用人员的安全造成危害。

为了保证仪器使用的正确性和安全性，手册中利用说明和警告标识对操作的方法、目的和操作过程中需要注意的地方进行描述，见表 1。

表 1 手册中标识的含义

标识	说明
	此标志用于指出当前位置所需要说明的内容，参考此部分内容，可解决在阅读手册和仪器使用过程中的疑问。
	此标志用于指出当前位置所需要注意的内容，参考此部分内容，可保证仪器的安全和扫描结果的正确性。

为保证仪器使用人员的安全及仪器的正常使用，请仔细阅读并严格遵守下列事项：

### 1、电源

nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台用户手册采用 AC220V 电源供电，请按规定使用正确的电源电压，否则可能会导致火灾、电击或仪器故障。

### 2、电离辐射

在打开箱体前后防护门之前，请确认射线源工作状态。当射线源处于开启状态时（红色警示灯闪烁），请勿打开箱体防护门。

 nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台用户手册经过国家专业的射线检测机构检测，符合辐射安全标准，正确使用时，不会对人体造成任何危害。

当互锁开关失效或射线源控制面板失效以及各运动轴发生碰撞时，请按下箱体前面板“紧急停止”，如图 1 所示，关闭仪器，保障人员和仪器的安全。



图 1 紧急停止

仪器使用安全须知

表 2 箱体安全警示标识

警示标识	说明
  <p><b>注意</b> CAUTION</p> <p>小心电离辐射！ 设备通电并开启时，发射高能X射线 IONIZING RADIATION! This equipment produces high-energy X-rays when working</p>	<p>此标签位于射线源处。 当射线源处于开启状态时，发出 X 射线，提醒您识别射线装置。</p>
  <p><b>注意</b> CAUTION</p> <p>小心电离辐射，请勿搬动标签！ 开门前请确定射线源处于关闭状态 IONIZING RADIATION! DO NOT remove this cover! Ensure the access door is completely closed when the X-ray source turns on</p>	<p>此标签位于箱体防护对开门处。 提醒您在打开防护对开门时，请注意射线源的状态，当射线源开启时，请勿打开防护门。</p>
  <p><b>注意</b> CAUTION</p> <p>请注意用电安全！ 电源：AC220V, 50Hz Please pay attention to electricity safety! Power: AC220V, 50Hz</p>	<p>此标签位于总电源线处。 提醒您电源类型及用电安全。</p>
  <p><b>注意</b> CAUTION</p> <p>关门时，当心夹手！ PINCH HAZARD! Keep hands out of closing door.</p>	<p>此标签位于箱体防护门处。 提醒您在关闭箱体防护对开门时，请当心夹手。</p>
  <p><b>注意</b> CAUTION</p> <p>请勿重压！ DO NOT stress!</p>	<p>位于箱体前端机推车处。 请勿重压前端机推车，避免由于重压造成的硬件损坏。</p>

## 第一章 仪器概况

nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台用户手册，是具有超高分辨率的无损伤三维全息显微成像设备。

nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台用户手册，采用独特的 X 光光学显微成像技术，利用不同角度的 X 射线透视图像，结合计算机三维数字重构技术，提供样品内部复杂结构的高分辨率三维数字图像，对样品内部的微观结构进行亚微米尺度上的数字化三维表征，以及对构成样品的物质属性进行分析。 nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台用户手册可广泛应用于石油地质、先进材料、先进制造、生命科学等领域。

产品技术特色：

- 1、采用非传统成像放大技术实现高分辨率显微成像；
- 2、精密样品台提供亚微米样品自动定位和扫描；
- 3、具有多种扫描模式和重建算法，支持样品二维透视成像、圆轨迹锥束三维测试、样品局部三维成像、超视野三维成像；
- 4、独特的数据预校正方法，可有效消除透视图像的非一致性、重建 CT 图像中的环状伪影；
- 5、系统标定简单，可自动获取扫描系统中射线源焦点、探测器、样品转台之间的所有几何位置参数，精确重建三维 CT 图像；
- 6、先进的软件开发理念，支持针对不同用户特殊应用的软件二次开发。

### 1.1 仪器主要技术指标

主要技术指标		参数
分辨率		空间分辨率 $\leq 3\mu\text{m}$
多种扫描成像模式		DR、圆轨迹锥束 CT、超视野锥束 CT、螺旋 CT
开管射线源		电压范围 40-150kv，功率 30W
探测器	大视场平板探测器	2940×2308 16bit；探源尺寸：49.5um；16384 灰阶；有效成像视野： $\geq 146\text{mm} \times 114\text{mm}$
样品台		高精度样品台， $\pm 360^\circ$ 旋转

### 1.2 仪器硬件

nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台用户手册主要由 X 射线源、X

射线成像探测器、精密样品台、图像采集系统、三维图像重建和处理系统等组成。

### 1.2.1 仪器硬件介绍

nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台用户手册的实物图如图 1-1 所示。

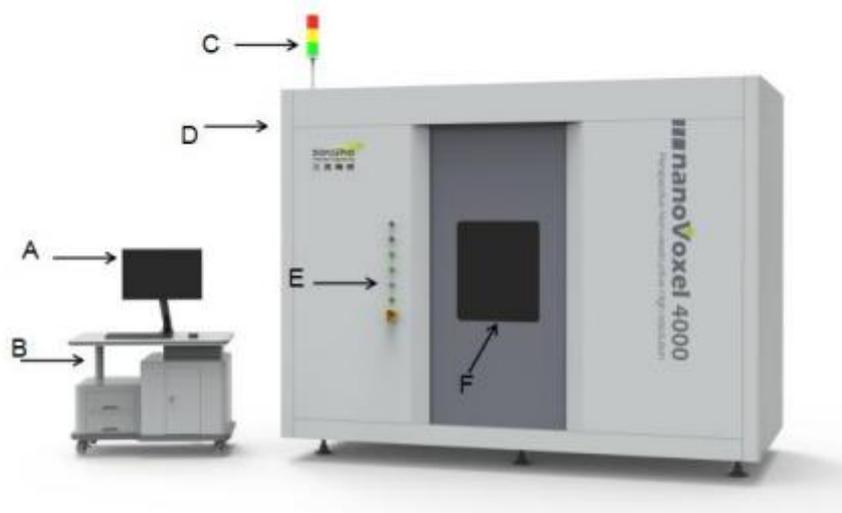


图 1-1 nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台用户手册实物图

nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台用户手册各部分的名称及功能介绍，见表 1-1。

表 1-1 nanoVoxel 4000 高分辨原位实验立体透视显微镜平台用户手册各部件的名称及功能介绍

标号	名称	描述
A	显示器	前端机显示器，用于显示仪器工作状态
B	操作台	主要工作区，用于操纵仪器
C	安全指示灯	绿、黄、红灯都不亮：仪器处于关闭状态； 绿灯亮：仪器处于上电状态； 绿灯灭：仪器处于断电状态； 黄灯亮：箱体防护门（前防护铅门、后维护门）处于关闭状态，可安全开启射线源； 黄灯灭：箱体防护门（前防护铅门、后维护门）处于开启状态，不可开启射线源；

## 第一章 仪器概况

		红灯闪亮：射线源处于发射 X 射线状态； 红灯灭：射线源处于未发射 X 射线状态。
D	主箱体防护罩	仪器主体，用于支撑仪器各部件和射线防护
E	控制按钮	控制设备电器（详见下表）
F	前视窗	铅玻璃视窗，射线源发射 X 射线时，用于观察各部件的运动情况。
	启动开关	用于开启设备通电
	紧急制动开关	紧急关机时，按下“紧急制动开关”紧急停止仪器。 使用方法：用力按下红色按钮，自动切断各功能电源（按钮不会关闭前端机工作站，需要单独关闭），使仪器停止工作。恢复仪器工作时顺时针旋转“紧急制动开关”，复位之后旋转启动钥匙，同时设备进入可通电状态。
	设备总开关	用于仪器开关机：顺时针旋转到“ON”，设备供电；关闭射线源和各个供电模块后，逆时针旋转到“OFF”，断开设备供电。
	复位按钮	门锁复位按钮，按下后门锁联动开启
	照明开关	箱体内照明开关
	射线源控制开关旋钮	用于控制射线的工作开关
	使能开关	用于控制射线源上电
	前门关	关闭前门
	前门开	打开前门

附件 5：设备检测报告



# 检 测 报 告

报告编号：0220200955AF01

检测内容：工业 X 射线 CT 机场所防护

受检单位：天津三英精密仪器股份有限公司

检测类型：年度检测

检测日期：2022 年 08 月 31 日

天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司



## 声 明

天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司遵守国家有关法律、法规，在受检单位提供的样品检测/监测过程中，坚持客观、真实、公正的原则，并对所出具的检测/监测报告承担相应责任。

天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司



中国·天津

编制人:

王金海

审核人:

田建峰

签发人:

张江

2022年 09 月 02 日

## 天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司

## 检测 报 告

受检单位	天津三英精密仪器股份有限公司				
检测类型	年度检测	检测数量	1 个场所		
环境条件	27°C; 101kPa	检测时间	2022 年 08 月 31 日		
检测类别	电离辐射检测——放射防护检测	检测项目	工业 X 射线 CT 机放射防护		
检测依据	《工业 X 射线探伤放射防护要求》GBZ117-2015				
仪器编号/ 工具编号	仪器名称/ 工具编号	仪器型号/ 工具规格	适用条件	检定/校准因子	检定/校准证书 有效期至
RDS-173	辐射检测仪	AT1123	X 射线	150kV 时为 1.07	2023 年 02 月 20 日
<p>检测结论:</p> <p>过检测结果可知, 该公司工业 X 射线 CT 机放射工作场所的周围剂量当量率符合标准《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)中 4.1.3 规定的“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<math>\mu</math>Sv/周, 对公众不大于 5<math>\mu</math>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<math>\mu</math>Sv/h”要求。</p> <p>(本页以下空白)</p>					



## 检测结果:

样品编号	0220200955A01	检测内容	工业 X 射线 CT 机场所防护
设备型号	nanoVoxel 4000	系列号	TS16103
额定参数	电压: 150kV, 电流: 500 $\mu$ A	出厂日期	2016 年 07 月 13 日
检测地点	一楼生产区车间	生产厂家	天津三英精密仪器股份有限公司
<b>X 射线周围剂量当量率检测结果</b>			
检测条件	电压: 150kV, 电流: 500 $\mu$ A, 持续曝光。照射方向: 东侧箱体。无探件。		
<b>检测点位置</b>		<b>检测结果(<math>\mu</math>Sv/h)</b>	
1 号检测点位 (观察窗外 30cm 处)	中部	0.10	
2 号检测点位	操作位	0.10	
3 号检测点位 (样品出入门外 30cm 处)	上侧	0.09	
	下侧	0.10	
	左侧	0.10	
	右侧	0.10	
	中部	0.10	
4 号检测点位	CT 机表面 30cm 处	0.10	
5 号检测点位	CT 机表面 30cm 处	0.10	
6 号检测点位	CT 机表面 30cm 处	0.09	
7 号检测点位	CT 机表面 30cm 处	0.10	
8 号检测点位	CT 机表面 30cm 处	0.10	
9 号检测点位	CT 机表面 30cm 处	0.10	
10 号检测点位	CT 机表面 30cm 处	0.10	
11 号检测点位	CT 机上方 30cm 处	0.09	
12 号检测点位	CT 机上方 30cm 处	0.10	
13 号检测点位	CT 机下方 30cm 处	0.10	
14 号检测点位	CT 机下方 30cm 处	0.10	
备注	1. 表内检测数据均未扣除本底值。 2. 环境放射性本底水平范围: 0.08 $\mu$ Sv/h ~ 0.08 $\mu$ Sv/h; 平均值: 0.08 $\mu$ Sv/h。 3. 最大工作量(受检单位提供): 职业工作人员的周工作量为 36.0h/w; 最大周剂量为 3.6 $\mu$ Sv/w。 公众人员位置人员停留时间为 0h/w。公共人员不会靠近且逗留该工作区域。		



# 监测报告

辽辐洁监[2023]222号

项目名称: 北方工业大学城市新兴风险与应急管理研究中心

及周围环境辐射现状监测

委托单位: 北方工业大学

监测类别: 委托监测

编制日期: 2023年9月18日

辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司

(加盖检验检测专用章)



## 说 明

1. 报告无本单位检测检验专用章、骑缝章及 **CMA** 章无效。
2. 报告内容需填写齐全，无审批签发者签字无效。
3. 未经本机构批准，不得复制（全文复制除外）报告或证书。复制报告未重新加盖本单位检测检验专用章无效，报告涂改无效。
4. 自送样品的委托监测，其监测结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对采样（或监测）当时所代表的时间和空间负责。
5. 对监测报告如有异议，请于报告发出之日起十五日内（特殊样品除外）向监测单位提出，逾期不予受理。

单位名称：辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司

单位地址：沈阳市皇姑区崇山东路 34 号

传 真：024-67983564

邮政编码：110032

质量监督电话：024-67983564

辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司

监测报告

辽辐洁监[2023]222号

项目名称	北方工业大学城市新兴风险与应急管理研究中心 及周围环境辐射现状监测		
监测内容	γ辐射剂量率		
委托单位名称	北方工业大学		
委托单位地址	北京市石景山区晋元庄路5号		
监测类别	委托监测	监测方式	现场监测
委托日期	2023年8月12日	监测日期	2023年9月13日
完成日期	2023年9月18日		
监测依据	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）		
监测所使用的主要仪器设备名称、型号规格、编号及检定有效期	仪器名称：环境监测 X-γ辐射空气吸收剂量率仪； 型号：6150AD5/H+6150AD-b/H； 出厂编号：142904+143445； 检定单位：中国计量科学研究院； 证书编号：DLJ12022-20414； 检定日期：2022年9月26日； 有效期至2023年9月25日；量程：5nSv/h-99.99μSv/h； 能量响应：20keV-7MeV，相对响应之差<±30%（相对 Cs-137 参考γ辐射源）。		
说明	天气：2023年9月13日，晴，东南风，1-3级，全天气温16℃~27℃，相对湿度：76%，符合监测条件。 地点：北京市石景山区晋元庄路5号（城市新兴风险与应急管理研究中心及周围50m范围内）。 工况：环境辐射现状，周围无辐射源。 测量高度：仪器探头中心距地面高度1m。 监测数据读取间隔：仪器读数稳定后，10s的间隔读取10个数据。		

辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司

监测报告

辽辐洁监[2023]222号

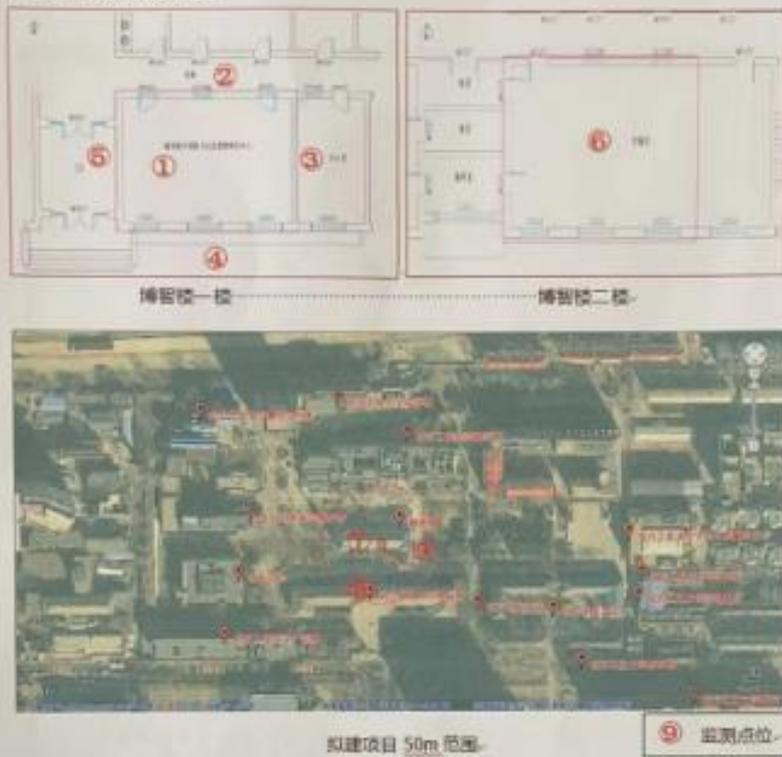
表1  $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测结果

编号	位置	$\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h) ± 偏差	
		室内	室外
1	城市新兴风险与应急管理研究中心	77.2±1.4	—
2	北侧-走廊	78.1±1.9	—
3	东侧-办公室	81.9±2.2	—
4	南侧-绿化带	—	63.4±1.3
5	西侧-门厅	80.9±1.5	—
6	楼上-实验室	81.9±2.1	—
7	博智楼内	81.7±1.4	—
8	教品楼内	85.0±2.3	—
9	校区内	—	66.4±2.3
监测结果范围		77.2-85.0	63.4-66.4

注：采用《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）中 8 数据处理与结果表示及附录 D 宇宙射线响应值修正方法进行处理，扣除了宇宙射线响应值。

报告编制人 李强 审核人 王强 签发人 郑立海  
 编制日期 2023.9.18 审核日期 2023.9.18 签发日期 2023.9.18

附图 1 监测布点示意图





# 检验检测机构 资质认定证书

证书编号: L18612064177

名称: 辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司

地址: 辽宁省沈阳市皇姑区崇山东路34号

经审查,你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力,现予批准,可以向社会出具具有证明作用的检测数据和结果,特发此证。资质认定包括检验检测机构评审认证、检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由辽宁省环保集团辐洁生态环境有限公司承担。

许可使用标志



发证日期: 2019年09月17日

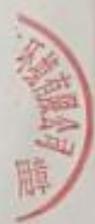
有效期至: 2022年09月17日

发证机关: 辽宁省市场监督管理局



有效期满三个月前,向原资质认定评审中证书上接管理部门。

本证书由国家认证认可监督管理委员会编制,在中华人民共和国境内有效。



附件 7：近期剂量计检测报告

北京市疾病预防控制中心  
外照射个人剂量通知单

  
第 1 页 (6)

---

检测项目 个人外照射剂量                      测量日期 2023-1-28  
检测类别 委托                                      检测目的 常规监测  
委托单位 北方工业大学社区卫生服务中心  
检测方法 热释光测量                      探测器 LiF(Mg, Cu, P)  
检测室名称 放射卫生防护所                      检测室地址 北京市东城区和平里中街 16 号  
检测依据 《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019  
检测仪器名称/型号/编号 热释光剂量仪/RGD-3B/04953

---

**检 测 结 果**

---

序号	人员编号	姓 名	有效剂量 ( $\mu$ Sv)	监测周期 (天)
1	0805001010006	武振国	34	90
2	0805001010008	刘凯	34	90

(以下无正文)

注：本个人剂量报告为告知性的通知单。90 天的探测下限 (MDL) 为  $68 \mu$  Sv，在 MDL 以下的测量值以 1/2MDL (即  $34 \mu$  Sv) 记录检测结果，在  $1250 \mu$  Sv 以下为记录水平。监测周期最长不得超过 90 天，对超过 90 天的检测结果仅供参考。

---

未经本单位书面同意,不得部分复印本报告                      检测结果仅对送检样品有效

北京市疾病预防控制中心

外照射个人剂量通知单



检测项目 个人外照射剂量 测量日期 2023-4-11  
 检测类别 委托 检测目的 常规监测  
 委托单位 北方工业大学社区卫生服务中心  
 检测方法 热释光测量 探测器 LiF(Mg, Cu, P)  
 检测室名称 放射卫生防护所 检测室地址 北京市东城区和平里中街16号  
 检测依据 《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019  
 检测仪器名称/型号/编号 热释光剂量仪/RGD-3B/04953

检测结果

序号	人员编号	姓名	有效剂量 (μSv)	监测周期 (天)
1	0805001010006	武振国	34	90
2	0805001010008	刘凯	34	90

(以下无正文)

注：本个人剂量报告为告知性的通知单。90天的探测下限 (MDL) 为 68 μSv，在 MDL 以下的测量值以 1/2MDL (即 34 μSv) 记录检测结果，在 1250 μSv 以下为记录水平。监测周期最长不得超过 90 天，对超过 90 天的检测结果仅供参考。

未经本单位书面同意,不得部分复印本报告

检测结果仅对送检样品有效

北京市疾病预防控制中心  
外照射个人剂量通知单



第 1 页 共 1 页

检测项目 个人外照射剂量 测量日期 2023-7-24  
检测类别 委托 检测目的 常规监测  
委托单位 北方工业大学社区卫生服务中心  
检测方法 热释光测量 探测器 LiF(Mg, Cu, P)  
检测室名称 放射卫生防护所 检测室地址 北京市东城区和平里中街16号  
检测依据 《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019  
检测仪器名称/型号/编号 热释光剂量仪/RGD-3B/04953

检测 结 果

序号	人员编号	姓 名	有效剂量 ( $\mu\text{Sv}$ )	监测周期 (天)
1	0805001010008	刘凯	34	90

(以下无正文)

注：本个人剂量报告为告知性的通知单。90天的探测下限(MDL)为 $68\mu\text{Sv}$ ，在MDL以下的测量值以 $1/2\text{MDL}$  (即 $34\mu\text{Sv}$ )记录检测结果，在 $1250\mu\text{Sv}$ 以下为记录水平。监测周期最长不得超过90天，对超过90天的检测结果仅供参考。

未经本单位书面同意,不得部分复印本报告

检测结果仅对送检样品有效

