编号：XH25EA095

核技术利用建设项目

华南理工大学海洋科学与工程学院
使用1台工业CT项目
环 境 影 响 报 告 表

送审稿

华南理工大学（盖章）

2025 年 12 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

华南理工大学海洋科学与工程学院使用1台工业CT项目

环 境 影 响 报 告 表

建设单位名称： 华南理工大学（盖章）

建设单位法人代表（签名或签章）：唐洪武

通讯地址： 广州市番禺区兴业大道东777号华南理工大学广州国际校区

邮政编码： 511400 联系人： 申志超

电子邮箱： 联系电话：

打印编号：1766020378000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	yy1566
建设项目名称	华南理工大学海洋科学与工程学院使用1台工业CT项目
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	华南理工大学
统一社会信用代码	12100000455414439R
法定代表人（签章）	唐洪武 唐洪武
主要负责人（签字）	程亮 程亮
直接负责的主管人员（签字）	申志超 申志超
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	广州星环科技有限公司
统一社会信用代码	91440106MA59DAA73A
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
陈健阳	20220503546000000001	BH061992	陈健阳

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
宁锦清	项目基本情况、评价依据及评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论	BH048062	宁锦清

全国环境影响评价信用平台

编制主持人环境影响评价工程师资格证书

中华人民共和国
专业技术人员职业资格证书
（电子证书）

环境影响评价工程师
Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师职业资格。

姓　　名：陈健阳
证件号码：
性　　别：男
出生年月：1989年09月
批准日期：2022年05月29日
管 理 号：202

（盖章）

制发日期：2022年08月31日

建设单位责任声明

我单位华南理工大学（统一社会信用代码：12100000455414429R）郑重声明：

一、我单位对《华南理工大学海洋科学与工程学院使用 1 台工业 CT 项目环境影响报告表》（报告编号：XH25EA095，以下简称“报告表”）承担主体责任，并对报告表内容和结论负责。

二、在本项目环评编制过程中，我单位如实提供了该项目相关基础资料，加强组织管理，掌握环评工作进展，并已详细阅读和审核过报告表，确认报告表提出的污染防治、生态保护与环境风险防范措施，充分知悉、认可其内容和结论。

三、本项目符合生态环境法律法规、相关法定规划及管理政策要求，我单位将严格按照报告表及其批复文件确定的内容和规模建设，并在建设和运营过程严格落实报告表及其批复文件提出的防治污染、防止生态破坏的措施，落实环境环保投入和资金来源，确保相关污染物排放符合相关标准和总量控制要求。

四、本项目将按照《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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和防护管理办法》有关规定，在启动生产设施之前申请取得辐射安全许可证。

五、本项目建设将严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度，并按规定接受生态环境主管部门日常监督检查。在正式投产前，我单位将对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，向社会公开验收结果。

建设单位（盖章）：华南理工大学

法定代表人（签字）：唐洪武

2025 年 12 月 08 日

编制单位责任声明

我单位广州星环科技有限公司（统一社会信用代码 91440106MA59DAA73A）郑重声明：

一、我单位符合本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位。

二、我单位受华南理工大学（建设单位）的委托，主持编制了《华南理工大学海洋科学与工程学院使用 1 台工业 CT 项目环境影响报告表》（报告编号：XH25EA095，以下简称“报告表”）。在编制过程中，坚持公正、科学、诚信的原则，遵守有关环境影响评价法律法规、标准和技术规范等规定。

三、在编制过程中，我单位建立和实施了覆盖本项目环境影响评价全过程的质量控制制度，落实了环境影响评价工作程序，并在现场踏勘、现状监测、数据资料收集、环境影响预测等环节以及环境影响报告表编制审核阶段形成了可追溯的质量管理机制。

四、我单位对报告表的内容和结论承担直接责任，并对报告表内容的真实性、客观性、全面性、规范性负责。

编制单位（盖章）：广州星环科技有限公司

法定代表人（签字）：

2025 年 12 月 08 日

建设项目环境影响报告书（表）
编制情况承诺书

本单位 广州星环科技有限公司 （统一社会信用代码 91440106MA59DAA73A ）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形， 不属于 （属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 华南理工大学海洋科学与工程学院使用1台工业CT项目 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 陈健阳 （环境影响评价工程师职业资格证书管理号 20220503546000000001 ，信用编号 BH061992 ），主要编制人员包括 宁锦清 （信用编号 BH048062 ）（依次全部列出）等 1 人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位（公章）：

2025 年 12 月 17 日

编制主持人及主要编制人员社保证明

202511251871641984

广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广州市参加社会保险情况如下：

姓名	陈健阳		证件号码			
参保险种情况						
参保起止时间			单位	参保险种		
				养老	工伤	失业
202501	-	202510	广州市:广州星环科技有限公司	10	10	10
截止			2025-11-25 16:52 ，该参保人累计月数合计	实际缴费10个月，缓缴0个月	实际缴费10个月，缓缴0个月	实际缴费10个月，缓缴0个月

网办业务专用章

备注：

本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

证明机构名称（证明专用章） 证明时间 2025-11-25 16:52

202511253215325180

广东省社会保险个人参保证明

该参保人在广东省参加社会保险情况如下：

姓名	宁锦清		证件号码			
参保险种情况						
参保起止时间			单位	参保险种		
				养老	工伤	失业
202501	-	202510	广州市:广州星环科技有限公司	10	10	10
截止			2025-11-25 17:25 ，该参保人累计月数合计	实际缴费10个月，缓缴0个月	实际缴费10个月，缓缴0个月	实际缴费10个月，缓缴0个月

网办业务专用章

备注：

本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

证明机构名称（证明专用章） 证明时间 2025-11-25 17:25

目录

表 1 项目基本情况 1
1.1 项目概况 1
1.1.1 建设单位情况 1
1.1.2 项目来由和目的 2
1.1.3 项目建设规模 2
1.2 项目选址和周边关系 4
1.2.1 选址和周围环境介绍 4
1.2.2 选址合理性分析 7
1.3 原有核技术利用项目许可情况 8
1.3.1 原有项目环保手续 8
1.3.2 原有项目管理情况 10
1.3.3 本项目与原项目的依托关系 13
表 2 放射源 14
表 3 非密封放射性物质 14
表 4 射线装置 14
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 15
表 6 评价依据 16
表 7 评价标准与保护目标 18
7.1 评价范围 18
7.2 保护目标 18
7.3 评价标准 20
7.3.1 职业照射及公众照射年有效剂量控制要求 20
7.3.2 工作场所辐射剂量率控制要求 21
表 8 环境质量和辐射现状 22
8.1 项目地理和场所位置 22
8.2 检测方案 24

8.2.1 检测方法、检测因子和检测仪器 24
8.2.2 布点原则 24
8.3 质量保证措施 26
8.4 检测结果 27
表 9 项目工程分析与源项 30
9.1 设备组成和工作方式 30
9.1.1 设备组成 30
9.1.2 工作方式 31
9.2 工作原理 32
9.2.1 X 射线产生原理 32
9.2.2 工业 CT 原理 33
9.3 工艺流程和产污环节 34
9.4 工作负荷和人员配置 35
9.5 污染源项描述 36
9.5.1 辐射源 36
9.5.2 其他污染源 36
9.6 源强分析和参数 37
表 10 辐射安全与防护 38
10.1 辐射屏蔽设计 38
10.1.1 主屏蔽设计 38
10.1.2 管线口屏蔽补偿设计 39
10.2 辐射安全与防护措施 41
10.2.1 设备固有安全性 41
10.2.2 门机联锁装置 42
10.2.3 警示设施和工作状态指示灯 43
10.2.4 急停按钮 43
10.2.5 辐射监测设施 43
10.3 辐射工作场所布局和分区 44
10.4 辐射安全与防护对照分析 45
10.5 日常检查与维护 50

10.5.1 日常安全检查 50
10.5.2 设备维修维护 50
10.6 三废的治理 51
表 11 环境影响分析 52
11.1 辐射剂量率计算 52
11.1.1 关注点选取 52
11.1.2 计算公式和参数 55
11.1.3 计算结果 57
11.2 人员受照剂量分析 57
11.3 事故影响分析 61
11.3.1 辐射事故类型 61
11.3.2 事故预防措施 61
11.3.3 事故应急措施 62
表 12 辐射安全管理 63
12.1 辐射安全管理机构的设置 63
12.2 辐射安全管理规章制度 64
12.3 辐射工作人员 64
12.4 辐射监测计划 65
12.4.1 工作人员个人剂量监测 65
12.4.2 工作场所辐射监测 66
12.4.3 工作场所辐射监测方案 67
12.5 辐射安全年度评估计划 68
12.6 辐射事故应急 68
12.6.1 辐射事故应急机构 68
12.6.2 辐射事故应急小组分工及职责 69
12.6.3 人员培训和演习计划 70
12.7 竣工环境保护验收要求 70
12.7.1 责任主体 70
12.7.2 工作程序 70
12.7.3 时间节点 71

12.7.4 验收清单 71
表 13 结论与建议 73
13.1 结　论 73
13.1.1 辐射安全与防护分析结论 73
13.1.2 环境影响分析结论 73
13.1.3 可行性分析结论 73
13.2 建　议 74
表 14 审　批 75
附件 1: 项目委托书 76
附件 2: 现有辐射安全许可证 77
附件 3: 原有项目环评和验收文件 85
附件 4: 环境 γ 辐射现状检测报告 113
附件 5: 参数说明文件 120
附件 6: 辐射安全管理制度 121

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">华南理工大学海洋科学与工程学院使用 1 台工业 CT 项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">华南理工大学</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>唐洪武</td><td>联系人</td><td>申志超</td><td>联系电话</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">广州市天河区五山路 381 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">广州市番禺区兴业大道东 777 号华南理工大学广州国际校区海洋科学与工程学院 D3d 栋（东经：113.4001°，北纬：23.0136°）</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">无</td><td colspan="2">批准文号</td><td>无</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资(万元)</td><td>200</td><td>项目环保投资(万元)</td><td>30</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>15%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="2">□新建 □改建 ☑ 扩建 □其它</td><td colspan="2">占地面积（m^2）</td><td>54.6</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑ 使用</td><td colspan="4">☑II类 □III类</td></tr>
<tr><td colspan="2">其它</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

1.1 项目概况

1.1.1 建设单位情况

华南理工大学（下称：建设单位）地处广州，是教育部直属的全国重点大学，校园分为五山校区、大学城校区和广州国际校区，是首届“全国文明校园”获得单位。学校办学源远流长，最早可溯源至 1918 年成立的广东省立第一甲种工业学校（史称“红色甲工”）。正式组建于 1952 年全国高等院校调整时期，为新中国“四大工学院”之一，1960 年成为全国重点大学，1981 年经国务院批准为首批博士和硕士学位授予单位，1993 年在全国高校首开部省共建之先河，1995 年进入“211 工程”行列，2001 年进入“985 工程”行列，2017 年进入“双一流”建设 A 类高校行列，2020 年进入上海软科“世界大学学术排名”前 200 强。

1.1.2 项目来由和目的

海洋岩土工程是海洋工程的重要组成部分，海洋岩土实验室建设对海洋岩土工程学科的发展至关重要，建成后对学科建设和人才引进具有极大支撑作用，岩土实验室的建设也将促进产出大批高水平科研成果，为解决南海重大工程中的岩土问题提供强有力的设备保障，而海洋岩体土样的微观结构无损检测，则是海洋岩土工程研究的重中之重。为强化海洋岩土实验室的建设，满足海洋科学与工程学院的课题研究需求，建设单位拟将广州市番禺区兴业大道东 777 号华南理工大学广州国际校区海洋科学与工程学院 D3 栋一层 D120-2 室设置为 CT 室，在内安装 1 台 nanoVoxel 3500 型工业 CT，用于岩体土样的微观结构无损检测。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）对射线装置的分类，工业 CT 属于II类射线装置，本项目属于使用II类射线装置项目。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），本项目属于“五十五、核与辐射_172、核技术利用建设项目”类别中“使用II类射线装置的”项目，应编制环境影响报告表，受建设单位委托（委托书见附件 1），广州星环科技有限公司对华南理工大学海洋科学与工程学院使用 1 台工业 CT 项目进行环境影响评价。

1.1.3 项目建设规模

建设单位拟将广州市番禺区兴业大道东 777 号华南理工大学广州国际校区海洋科学与工程学院 D3d 栋一层 D120-2 室设置为 CT 室，在内安装 1 台 nanoVoxel 3500 型工业 CT（1 个射线发生器，最大管电压 190kV，最大管电流 1.0mA），用于岩体土样的微观结构无损检测。CT 室为现有的房间，CT 室为砖混结构，本项目工业 CT 自带屏蔽体，不考虑墙体屏蔽作用。拟使用射线装置参数一览表见表 1-1，项目所在地区域图见图 1-1。

表 1-1 拟使用射线装置参数一览表

名称	厂家	型号	最大管电压/最大管电流	数量	类别	射线发生器数量	使用场所
工业 CT	天津三英	nanoVoxel 3500 型	190kV/1.0mA	1 台	II类	1 个	CT 室

图 1-1 项目所在地区域图

1.2 项目选址和周边关系

1.2.1 选址和周围环境介绍

本项目选址位于广州市番禺区兴业大道东 777 号华南理工大学广州国际校区海洋科学与工程学院 D3d 栋，D3d 栋为地上 5 层建筑，无地下层。D3d 栋四周主要分布校区道路、D3a 栋、D3b 栋、D3c 栋等。建设单位广州国际校区平面布置图见图 1-2，院区平面布置及项目周边 50m 关系图见图 1-3。

CT 室位于 D3d 栋 1 层，CT 室东侧为会议室等场所、南侧为走道等场所、西侧为海洋岩土工程实验室等场所、北侧为院区道路等场所，上方为 2 层为实验室等场所。项目四周 50m 范围内场所分布一览表见表 1-2，D3d 栋 1 层平面布置图见图 1-4。

表 1-2 项目四周 50m 范围内场所分布一览表

方位	场所
本项目场所	CT 室
东侧	会议室、电房、冲击试验机室、扭转试验机室、院区道路
南侧	走道、中庭、卫生间、光测试验室、理论力学试验室、电测试验室、楼梯间、门厅、休闲花园
西侧	海洋岩土工程实验室、值班室、风机房、楼梯间、门厅、D3c 栋教学楼
北侧	院区道路、108 办公室、109 办公室、110 办公室、111 办公室、112 办公室、楼梯间、草地、院区道路
2 层	实验室
3~5 层	实验室

图 1-2 广州国际校区平面布置图

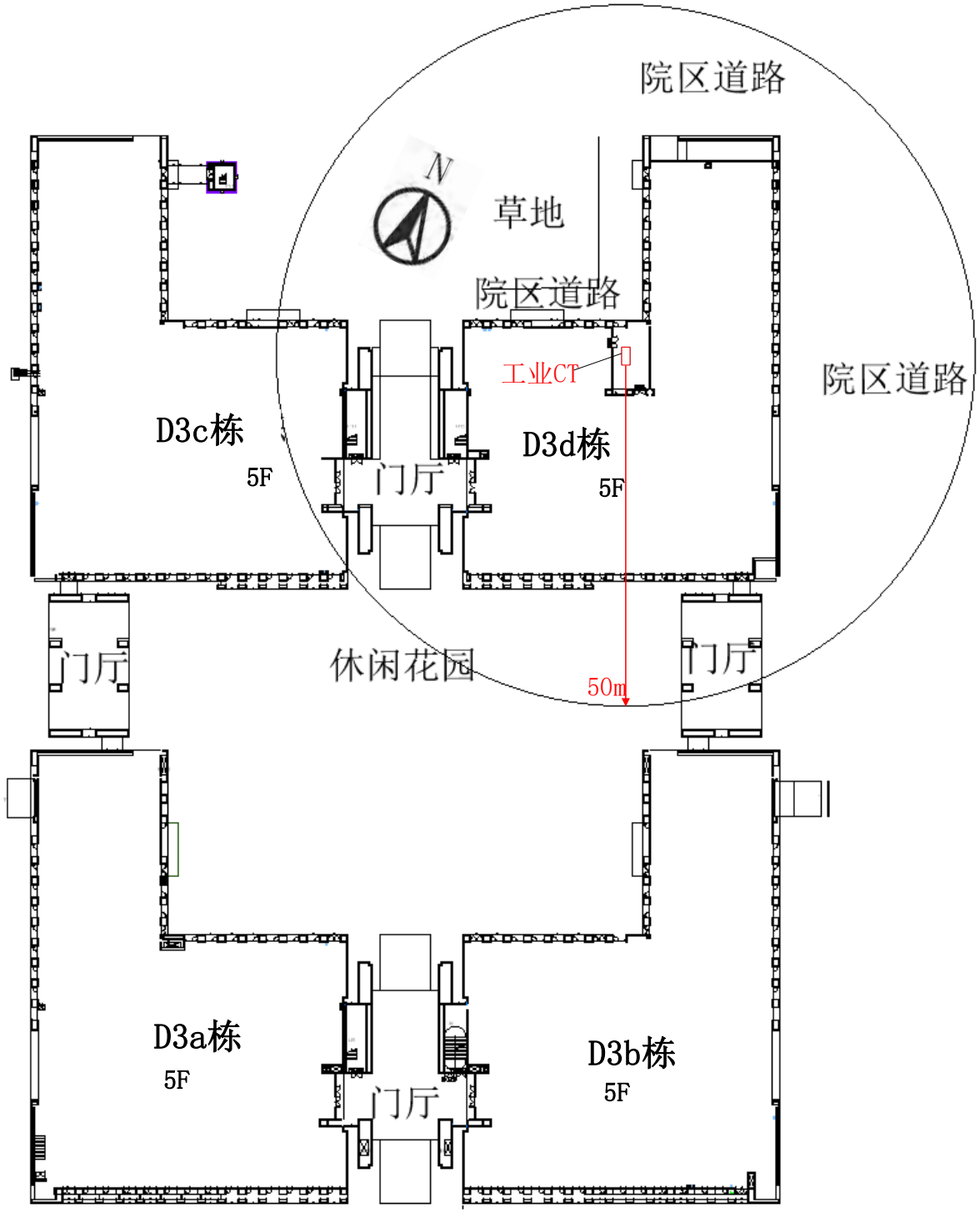


图 1-3 院区平面布置及项目周边 50m 关系图

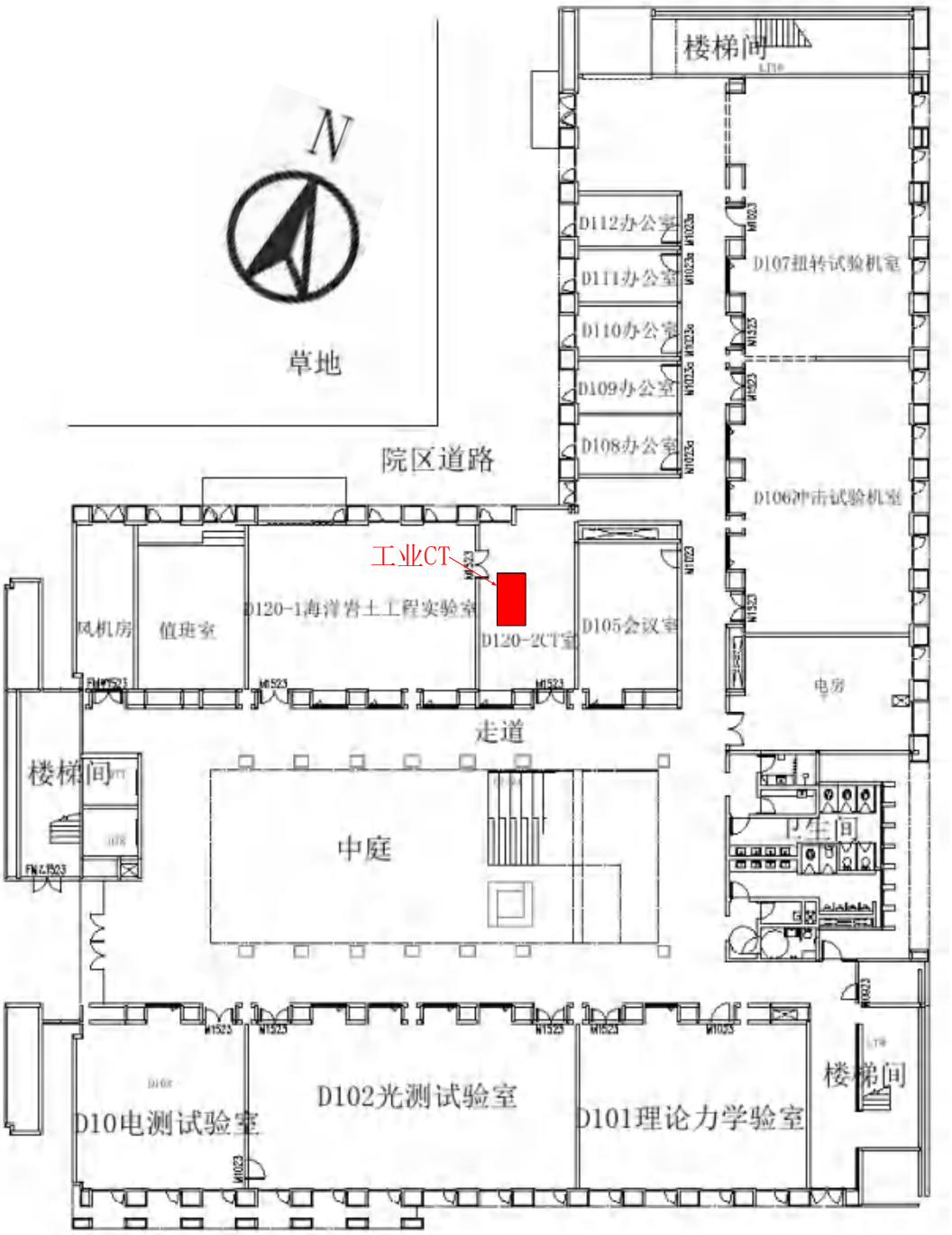


图 1-4 D3d 栋 1 层平面布置图

1.2.2 选址合理性分析

本项目工业 CT 自带屏蔽体，放置在独立的 CT 室使用，CT 室设有门禁，四周均是人员居留因子相对较小的场所，根据表 11 的理论计算，项目选址四周保护目标的受照剂量均小于公众的年有效受照剂量约束值，充分考虑了周围场所的人员防护和安全，有利于辐射工作场所的管理。项目选址 50m 范围内主要是院区道路、D3a 栋、D3b

栋、D3c 栋等场所，综上可判断本项目的选址合理。

1.3 原有核技术利用项目许可情况

1.3.1 原有项目环保手续

建设单位持有辐射安全许可证（见附件 2），证书编号：粤环辐证[02114]，种类和范围为：使用 V 类放射源；使用II类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。证书有效期至 2029 年 10 月 27 日。原有射线装置基本情况见表 1-3。建设单位使用放射源明细见表 1-3，使用非密封放射性物质明细见表 1-4，使用射线装置明细见表 1-5。现有核技术利用项目环保手续见附件 3。

表 1-3 使用放射源明细表

序号	场所	核素	类别	活度（贝可）×枚数	活度种类	环评手续	验收手续
1	16 号楼 101A	Co-57	V 类	1.85E+09×1	使用	备案号 202344010600000367	

表 1-4 使用非密封放射性物质明细表

序号	核素	场所	场所等级	日等效最大操作量（Bq）	年最大操作量（Bq）	活动种类	环评手续	验收手续
1	In-111	医学院同位素实验室	丙级	5.92E+06	4.44E+09	使用	粤环审[2018]64号	2019 年 10 月自主验收
2	H-3			3.7E+04	1.11E+08	使用		
3	Lu-177			1.11E+07	5.55E+09	使用		
4	I-125			7.4E+05	7.4E+09	使用		
5	Tc-99m			1.85E+05	2.77E+10	使用		
6	P-32			3.7E+0.5	1.11E+08	使用		
7	S-35			3.7E+0.5	1.1E+08	使用		

表 1-5 现有射线装置明细表

序号	辐射活动场所名称	装置型号名称	类别	活动种类	数量	环评手续	验收手续
1	北区科技园 1 号楼 N112	Xeuss2.0 型小角散射装置	III	使用	1	备案号 202244010600000033	
2	电子电镜中心 X-ray 室	Xradia610 型工业 CT	II	使用	1	粤环穗审〔2024〕	2025 年 2 月自主验

3	分析测试中心 CT 室	Nano Voxel5000 型工业 CT	II	使用	1	58 号	收
4	华南理工大学医院大学城校区	MULTLXImpact 亿拍 DR 机	III	使用	1	备案号 202344010600000358	
5	华南理工大学医院国际校区	NeuVision680 医用诊断装置	III	使用	1	备案号 202344011300000228	
6		HeliodentPlusD3 507 牙片机	III	使用	1	备案号 202444011300000036	
7	华南理工大学医院五山校区	DiscoveryWi 骨密度仪	III	使用	1	备案号 201844010600000398	
		DRX-560A 体检车	III	使用	1	备案号 202344010600000358	
		MultixSelectDR	III	使用	1	备案号 202144010600000290	
8		SOMATOM go.Top CT	III	使用	1	备案号 202444010600000119	
9		PlanmecaproX 口腔内成像 X 射线机	III	使用	1	备案号 202144010600000290	
		X550 型 CBCT	III	使用	1	备案号 202444010600000150	
10	前沿软物质学院 C2b-112	Xeuss3.0 小角散射装置	III	使用	1	备案号 202444011300000168	
11	轻工科学与工程学院制浆造纸工程国家重点实验室 D102 室	NanoVoxel1000 型 X 射线检测系统	III	使用	1	备案号 202444010600000194	
12	同位素实验室	nanoScan 型 SPECT/CT	III	使用	1	粤环审[2018]64 号	2019 年 10 月自主验收
13		X-RAD320 生物学 X 射线辐照仪	III	使用	1		
14	五山校区 10 号楼	MU2000-320kV-XL 实时射线数字检测系统	II	使用	1	粤环审[2014]421 号	粤环审[2017]507 号

15	五山校区 20 号楼	Hitachi3700 扫描电子显微镜	III	使用	1	《关于华南理工大学核技术应用项目环境影响报告表（06HP750）的审批意见》2008 年 12 月 8 日	粤环审[2014]128 号
16		EPMA-1600 电子探针	III	使用	1		
17		Axios PW4400 型 X 射线荧光光谱仪	III	使用	1		
18	五山校区麟鸿楼	X，PertProMPD 型 X 射线分析仪	III	使用	1		
19	医疗器械研究检验中心 CT 检测室	Xradia620 型工业 CT	II	使用	1	粤环穗审〔2024〕58 号	2025 年 2 月自主验收
		Metrotom800 型工业 CT	II	使用	1		

1.3.2 原有项目管理情况

（1）建设单位针对原有的核技术利用项目，设置了辐射安全管理机构，明确了管理职责，制定了辐射安全管理规章制度，制度中包含了《辐射安全管理机构及其职责》、《辐射安全和安全保卫制度》、《岗位职责》、《安全操作规程》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射监测方案》、《辐射工作人员职业健康监护和个人剂量管理制度》、《放射性同位素使用登记制度》、《放射性同位素盘点、监测及报告制度》、《放射性同位素报废与注销制度》、《射线装置维修维护制度》、《辐射事故应急处理预案》等。原有项目按照各辐射安全管理规章制度进行安全管理和操作，运行状况良好。

（2）建设单位原项目配有 72 名辐射工作人员。操作II类射线装置、放射源及非密封放射性物质的辐射工作人员均通过了“国家核技术利用辐射安全与防护平台”参加辐射安全上岗培训和考核，持有培训合格证。操作III类射线装置的辐射工作人员均通过了内部培训。原项目辐射工作人员名单见表 1-6。

表 1-6 原项目辐射工作人员名单

序号	姓名	工作单位	培训时间	证书编号
1	古美美	医学院	2021/9/22	FS21GD2200383
2	何欣榆	医学院	2023/6/13	SCUT12694690-hexyu

3	谢晓淳	医学院	2023/6/6	FS23GD2300629
4	雷淑梅	分析测试中心	2022/12/9	SCUT12214143-smlei
5	张美英	分析测试中心	2023/2/6	FS23GD1200042
6	尹诗衡	分析测试中心	2022/12/9	SCUT12214271-zhangmy
7	陈丽凤	分析测试中心	2022/12/8	SCUT12214023-shhyin
8	曾小平	分析测试中心	2022/12/9	SCUT12214374-lfchen
9	崔洁	分析测试中心	2022/1/17	SCUT10208556-czcuijie
10	吴冰	分析测试中心	2023/1/11	SCUT12215690-bwu
11	吴东晓	分析测试中心	2022/12/27	SCUT12215161-dxwu
12	杨贤锋	分析测试中心	2021/3/30	SCUT8360306-czxfyang
13	杨辑	分析测试中心	2022/12/9	SCUT12214316-czyangji
14	刘金超	分析测试中心	2023/2/6	FS23GD1200049
			2022/12/7	SCUT12213971-csliujc
15	张成毅	分析测试中心	2023/2/6	FS23GD1200043
			2022/12/8	SCUT12214080-czzcy
16	柳青	分析测试中心	2021/4/8	SCUT8382981-czliuqing
17	万芒	分析测试中心	2022/1/17	SCUT10208506-wanmang
18	王安迪	分析测试中心	2022/1/17	SCUT10208349-andiwang
19	舒婷	化学与化工学院	2023/6/29	SCUT12700902-shuting
20	梁向晖	化学与化工学院	2021/4/28	SCUT8388934-liangxh
21	阮涛	化学与化工学院	2022/1/20	SCUT10208775-ruantao
22	李佳	化学与化工学院	2021/3/24	SCUT8359533-202010104685
23	黄沁彤	化学与化工学院	2021/12/24	SCUT10190465-huangqt
24	张杰	化学与化工学院	2022/12/27	SCUT12215109-cejzhang
25	张雄	化学与化工学院	2022/10/23	SCUT11248472-xongzang
26	董有忠	物理与光电学院	2023/12/21	SCUT14803012-yzdong
27	范庆华	物理与光电学院	2023/12/22	SCUT14806318-qhfan
28	邝泉	物理与光电学院	2021/3/20	SCUT8358640-sckq
29	黄建林	环境与能源学院	2021/4/23	SCUT8387223-jianlinhuang
30	张金莲	环境与能源学院	2021/12/30	SCUT10196526-jinlianzhang
31	张立	环境与能源学院	2022/5/4	SCUT10357601-zhangli2017
32	莫晓峰	环境与能源学院	2021/7/8	SCUT8418231-202010107841
33	刘淑敏	环境与能源学院	2020/8/19	FS20GD1000130
34	李冰	医疗器械研究检验中心	2023/7/3	FS23GD1200664
			2021/4/23	SCUT8386934-czlibing
35	石志锋	医疗器械研究检验中心	2021/4/1	SCUT8361300-zhfs
36	刘佳	医疗器械研究检验中心	2023/3/8	FS23GD1200179
			2021/4/23	SCUT8386969-czjliu
37	肖娟	医疗器械研究检验中心	2023/6/27	SCUT12700546-xiaoj

38	鲁志龙	医疗器械研究检验中心	2023/3/8	FS23GD1200177
			2021/5/12	SCUT8410004-20196505
39	陈皓楠	医疗器械研究检验中心	2021/3/31	SCUT8360435-20196504
40	李甜	医疗器械研究检验中心	2024/3/23	FS24GD1200202
			2023/12/27	SCUT14813962-litianmi
41	刘真	医疗器械研究检验中心	2023/12/26	SCUT14813837-liuzhen6060
42	文韬	前沿软物质学院	2022/12/26	SCUT12214729-twen
43	王营营	前沿软物质学院	2022/12/27	SCUT12214888-wangyy86
44	李海营	前沿软物质学院	2024/3/4	SCUT14952532-lihaiying
45	江伟	机械与汽车工程学院	2021/4/29	FS21GD1200314
			2021/4/7	SCUT8382849-mewjiang
46	许华忠	机械与汽车工程学院	2023/6/15	SCUT12698240-hzhxu
47	吕明	材料科学与工程学院	2023/3/29	SCUT12479418-immlv
48	林坚钦	材料科学与工程学院	2023/6/30	SCUT12702184-jianqlin
49	孙千	材料科学与工程学院	2021/5/20	SCUT8410796-mssqian
50	郑洁如	材料科学与工程学院	2023/6/20	SCUT12698640-jrzheng
51	尚俊玲	材料科学与工程学院	2021/5/21	SCUT8411790-jlshang
52	詹美燕	材料科学与工程学院	2021/5/24	SCUT8412431-myzhan
53	李春明	材料科学与工程学院	2021/5/20	SCUT8411201-lichm
54	潘志东	材料科学与工程学院	2023/6/14	SCUT12697381-panzd
55	彭成红	材料科学与工程学院	2024/3/1	SCUT14945279-mehpeng
56	刘江文	材料科学与工程学院	2023/5/31	SCUT12675727-mejwliu
57	王辉	材料科学与工程学院	2023/7/5	SCUT12708352-mehwang
58	郑楠	材料科学与工程学院	2021/3/20	SCUT8358052-zhengn
59	周家东	材料科学与工程学院	2024/1/5	SCUT14848882-zhoujd
60	房满满	材料科学与工程学院	2021/5/21	SCUT8411597-msmmfang
61	胡利霞	材料科学与工程学院	2021/5/21	SCUT8411279-mslxhu
62	赵颖	材料科学与工程学院	2021/12/31	SCUT10196613-msyzhao
63	黄滟波	轻工科学与工程学院	2021/5/21	SCUT8411700-feybhuang
64	侯轶	轻工科学与工程学院	2024/2/28	SCUT14858701-ceyhou
65	刘站	轻工科学与工程学院	2023/2/27	SCUT12217323-zliu
66	刘道恒	轻工科学与工程学院	2023/6/28	SCUT12700845-dhliu
67	李晓玺	食品科学与工程学院	2024/2/29	SCUT14873791-xxlee
68	郭健	食品科学与工程学院	2021/3/28	SCUT8360100-feguojian
69	屈腾飞	食品科学与工程学院	2021/5/21	SCUT8411542-202021027004
70	刘伟	食品科学与工程学院	2021/5/25	SCUT8413334-201921025903
71	黄建林	环境与能源学院	2021/4/23	SCUT8387223-jianlinhuang
72	段燕	自旋科技研究院	2024/2/3	SCUT14850583-duanyan

（3）建设单位委托检测机构对辐射工作人员职业外照射个人剂量进行监测，辐射

工作人员按要求佩戴了个人剂量计，建立剂量健康档案并存档，个人剂量计定期送检。根据建设单位2024年年度评估报告，辐射工作人员2024年度年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员要求的剂量限值和审管部门提出的年剂量的约束值要求。

（4）建设单位已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，每年对核技术利用建设项目辐射工作场所和周围环境进行 1 次辐射水平监测，监测报告存档，每年对本单位射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。

1.3.3 本项目与原项目的依托关系

（1）项目性质依托关系

建设单位原有核技术利用项目种类和范围为：使用 V 类放射源；使用II类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。本次拟将广州国际校区海洋科学与工程学院 D3d 栋一层 D120-2 室设置为 CT 室，在内安装 1 台工业 CT，属于新增 II 类射线装置和新增辐射工作场所，故本项目属于核技术利用扩建项目。

（2）辐射工作人员依托关系

本项目建成后，建设单位拟新增 2 名辐射工作人员，与现有核技术利用项目不存在剂量叠加影响。

（3）辐射安全管理制度依托关系

建设单位针对核技术利用建设项目制定了《辐射安全管理规章制度》，本次扩建项目纳入原有的辐射安全管理体系，针对本次扩建项目，建设单位进一步完善了操作规程、辐射监测计划、人员培训计划、辐射事故应急处理预案等的相关内容。

（4）辐射监测仪器依托关系

本次扩建项目不利用原有的辐射监测仪器，拟为新增辐射工作人员每人配备 1 台个人剂量报警仪，新购置 1 台便携式剂量率仪，共新增 2 台个人剂量报警仪和 1 台便携式剂量率仪。

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							

表 3 非密封放射性物质

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

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）	额度电流（mA）/ 剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
	无									

（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	最大管电流	用途	工作场所	备注
1	工业 CT	II类	1 台	NanoVoxel 3500 型	190kV	1.0mA	用于岩体土样的微观结构无损检测	CT 室	1 个射线发生器

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 （kV）	最大靶电流（μA）	中子强度 （n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	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	气体	/	/	/	微量	/	直接排放	外环境

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^3；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明,其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg,或 Bq/m^3）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（主席令第九号，2015 年 1 月 1 日实施） （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（根据 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《关于修改<中华人民共和国劳动法>等七部法律的决定》修正） （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 日实施） （4）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日施行，2019 年 3 月 2 日修订） （5）《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施） （6）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部第 20 号令，2021 年 1 月 4 日修改） （7）《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 18 号令，2011 年 5 月 1 日实施） （8）《关于发布<射线装置分类>的公告》（国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告第 66 号，2017 年 12 月 6 日发布） （9）《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，2021 年 1 月 1 日起施行） （10）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行） （11）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发） （12）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月修订，

	2024 年 2 月 1 日实施） （13）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日起施行）
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016） （2）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016） （3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） （4）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022） （5）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单 （6）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） （7）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） （8）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021） （9）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）
其他	（1）《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年出版） （2）《辐射防护导论》（方杰主编） （3）建设单位提供的其他资料

表 7 评价标准与保护目标

7.1 评价范围

本项目使用的II类射线装置设置有固定的实体屏蔽体，参考《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）对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定：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，因此本项目将工业 CT 屏蔽体外 50m 的范围内选为评价范围。

7.2 保护目标

结合该项目的评价范围，将评价范围内的辐射工作人员和公众列为保护目标，具体保护目标分布情况见表 7-1。

表 7-1 评价范围内保护目标分布一览表

保护目标场所			方位	距离（m）	保护人员类别及性质		人数及居留情况	剂量约束值（mSv/a）
主楼内部	本项目场所	CT 室	/	0.3	辐射工作人员	实验人员	2 人全居留（T=1）	≤5
主楼内部	相邻场所	会议室	东侧	3.0	公众	教职工	流动人员部分居留（T=1/5）	≤0.25
	非相邻场所	电房		12	公众	后勤人员	流动人员偶然居留（T=1/10）	
		冲击试验机室		12	公众	实验人员	约 5 人全居留（T=1）	
		扭转试验机室		18	公众	实验人员	约 5 人全居留（T=1）	
主楼外部		院区道路		22	公众	学生教职工	流动人员偶然居留（T=1/10）	
主楼内部	相邻	走道	南侧	4.8	公众	学生教职工	流动人员偶然居留	≤0.25

	场所						（T=1/10）	
主楼外部	非相邻场所	中庭		8.0	公众	学生教职工	流动人员部分居留（T=1/5）	
		卫生间		14	公众	学生教职工	流动人员偶然居留（T=1/10）	
		光测试验室		21	公众	实验人员	约 5 人全居留（T=1）	
		理论力学试验室		22	公众	实验人员	约 10 人全居留（T=1）	
		电测试验室		26	公众	实验人员	约 10 人全居留（T=1）	
		楼梯间		30	公众	学生教职工	流动人员偶然居留（T=1/10）	
主楼外部		门厅		36	公众	学生教职工	流动人员偶然居留（T=1/10）	
		休闲花园		38	公众	学生教职工	流动人员偶然居留（T=1/10）	
主楼内部	相邻场所	海洋岩土工程实验室	西侧	2.0	公众	实验人员	约 5 人全居留（T=1）	≤0.25
	非相邻场所	值班室		14	公众	保安	约 2 人全居留（T=1）	
		风机房		19	公众	后勤人员	流动人员偶然居留（T=1/10）	
		楼梯间		22	公众	学生教职工	流动人员偶然居留（T=1/10）	
主楼外部		门厅		31	公众	学生教职工	流动人员偶然居留（T=1/10）	
		D3c 栋教学楼		40	公众	学生教职工	约 100 人全居留	

							（T=1）	
主楼外部	相邻场所	院区道路	北侧	4.0	公众	学生教职工	流动人员偶然居留（T=1/10）	≤0.25
主楼内部	非相邻场所	108 办公室		6.5	公众	教职工	约 2 人全居留（T=1）	
		109 办公室		10	公众	教职工	约 2 人全居留（T=1）	
		110 办公室		13	公众	教职工	约 2 人全居留（T=1）	
		111 办公室		15	公众	教职工	约 2 人全居留（T=1）	
		112 办公室		18	公众	教职工	约 2 人全居留（T=1）	
		楼梯间		27	公众	学生教职工	流动人员偶然居留（T=1/10）	
主楼外部		草地		27	公众	学生教职工	流动人员偶然居留（T=1/10）	
		院区道路		35	公众	学生教职工	流动人员偶然居留（T=1/10）	
主楼内部	相邻场所	实验室	2 层	4.5	公众	实验人员	约 5 人全居留（T=1）	≤0.25
	非相邻场所	实验室	3~5 层	9.0	公众	实验人员	约 40 人全居留（T=1）	

7.3 评价标准

7.3.1 职业照射及公众照射年有效剂量控制要求

（1）剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定：

①工作人员的职业照射水平不应超过下述限值：

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；

②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：年有效剂量，1mSv。

（2）剂量约束值

①工作人员：

本项目取职业照射年平均有效剂量限值的四分之一作为本项目的职业照射剂量约束值，即本项目的辐射工作人员的年有效受照剂量应不超过 5mSv/a。

②公众：

取公众年平均有效剂量限值的四分之一作为本项目的公众照射剂量约束值，即本项目的公众的年有效受照剂量不超过 0.25mSv/a。

7.3.2 工作场所辐射剂量率控制要求

参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，结合本项目的实际，本项目屏蔽体辐射屏蔽应同时满足：

（1）关注点周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周；

（2）屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

综上，本项目工业 CT 六面屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制值为 2.5μSv/h。

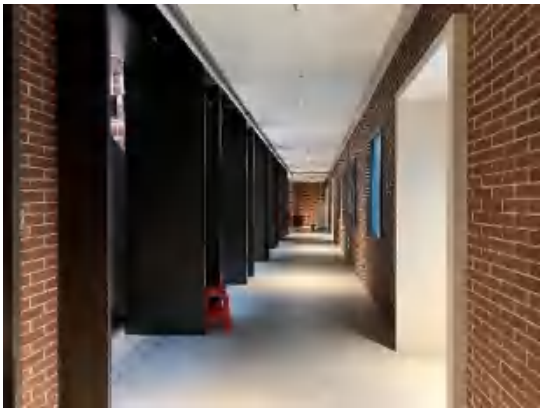
表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

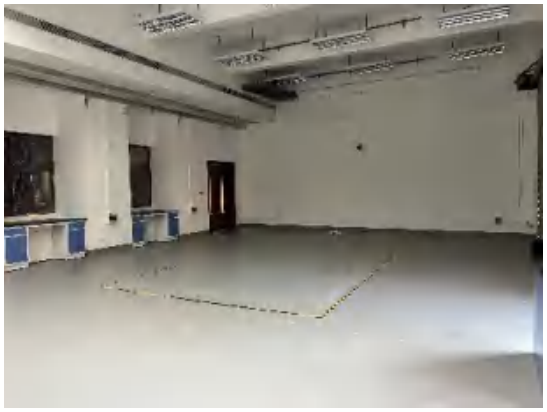
本项目的地理位置位于广州市番禺区兴业大道东 777 号华南理工大学广州国际校区，项目地理位置见图 8-1，项目四周场所现状照片见图 8-2。

图 8-1 项目地理位置图

CT 室现状	东侧会议室



南侧走道



西侧海洋岩土工程实验室

北侧院区道路及草地

上方实验室

现场检测照片

图 8-2 项目场址现状照片

8.2 检测方案

8.2.1 检测方法、检测因子和检测仪器

为调查本项目所在地区域及周围环境辐射水平现状，广州星环科技有限公司对项目场址周围进行环境 γ 辐射剂量率现状检测，检测方法和因子见表 8-1，检测仪器信息见表 8-2。

表 8-1 检测方法和因子

检测方法	检测因子
《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）	环境 γ 辐射剂量率

表 8-2 检测仪器信息

仪器名称	X、γ辐射空气吸收剂量率仪	仪器型号	BG9512P 型
生产厂家	中广核贝谷科技有限公司	仪器编号	1TRW88AA
校准日期	2025 年 09 月 28 日	有效期	1 年
测量范围	10nGy/h-200μGy/h	能量响应	25keV-3MeV
校准单位	上海市计量测试技术研究院	证书编号	2025H21-20-6135673001

8.2.2 布点原则

按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的辐射环境质量监测布点要求，开展道路测量时，点位应设置在道路中心线；开展室内测量时，点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置。参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）5.3 核技术利用辐射环境监测的布点要求，以工作场所为中心，半径 50m 内布点，测量点覆盖周围环境敏感点。

本项目的测点布设进一步根据保护目标的分布及评价范围来选取，原则上项目评价范围内有保护目标分布场所的里面均至少布设一个点位，检测布点见图 8-3～图 8-4。

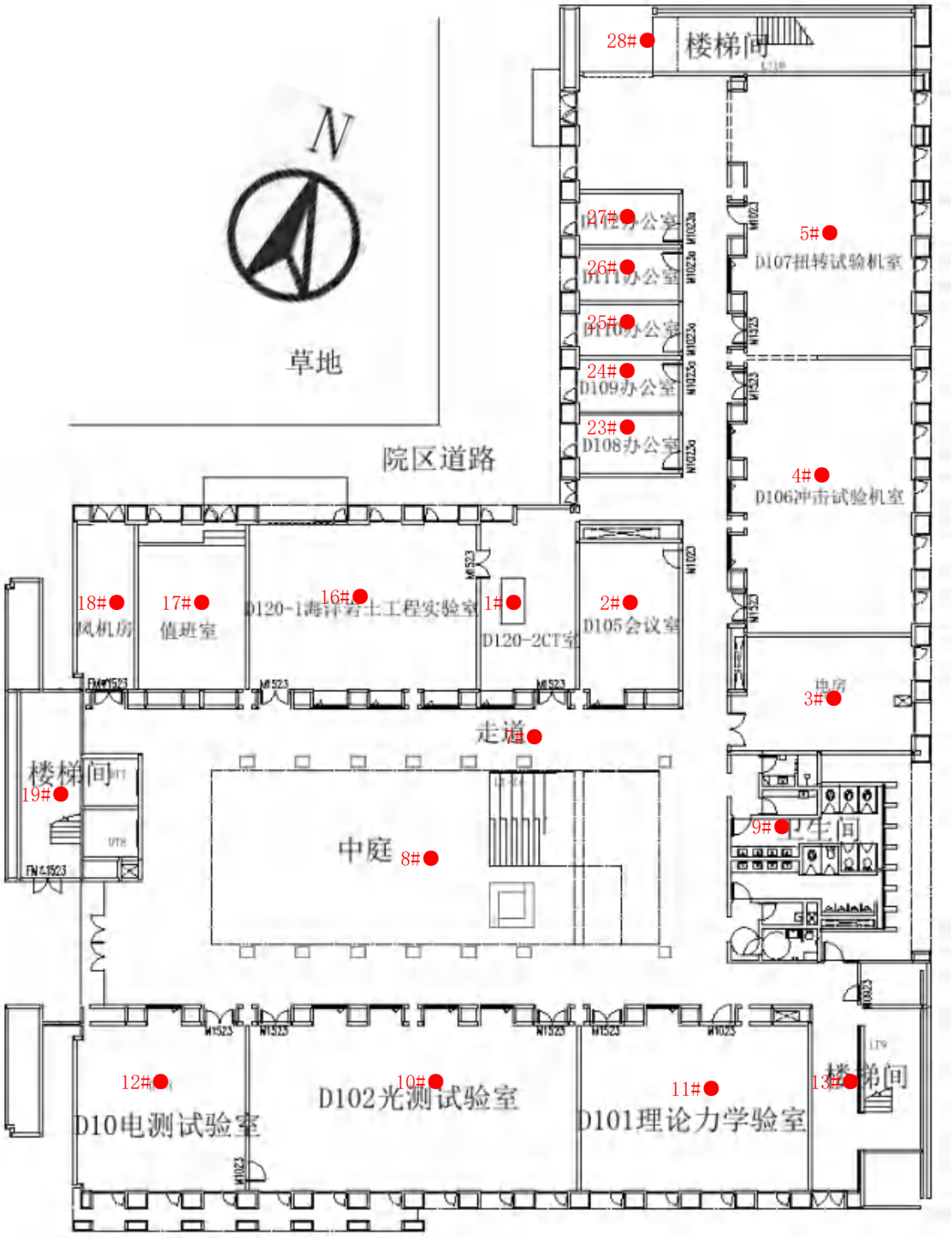


图 8-3　D3d 栋检测布点图

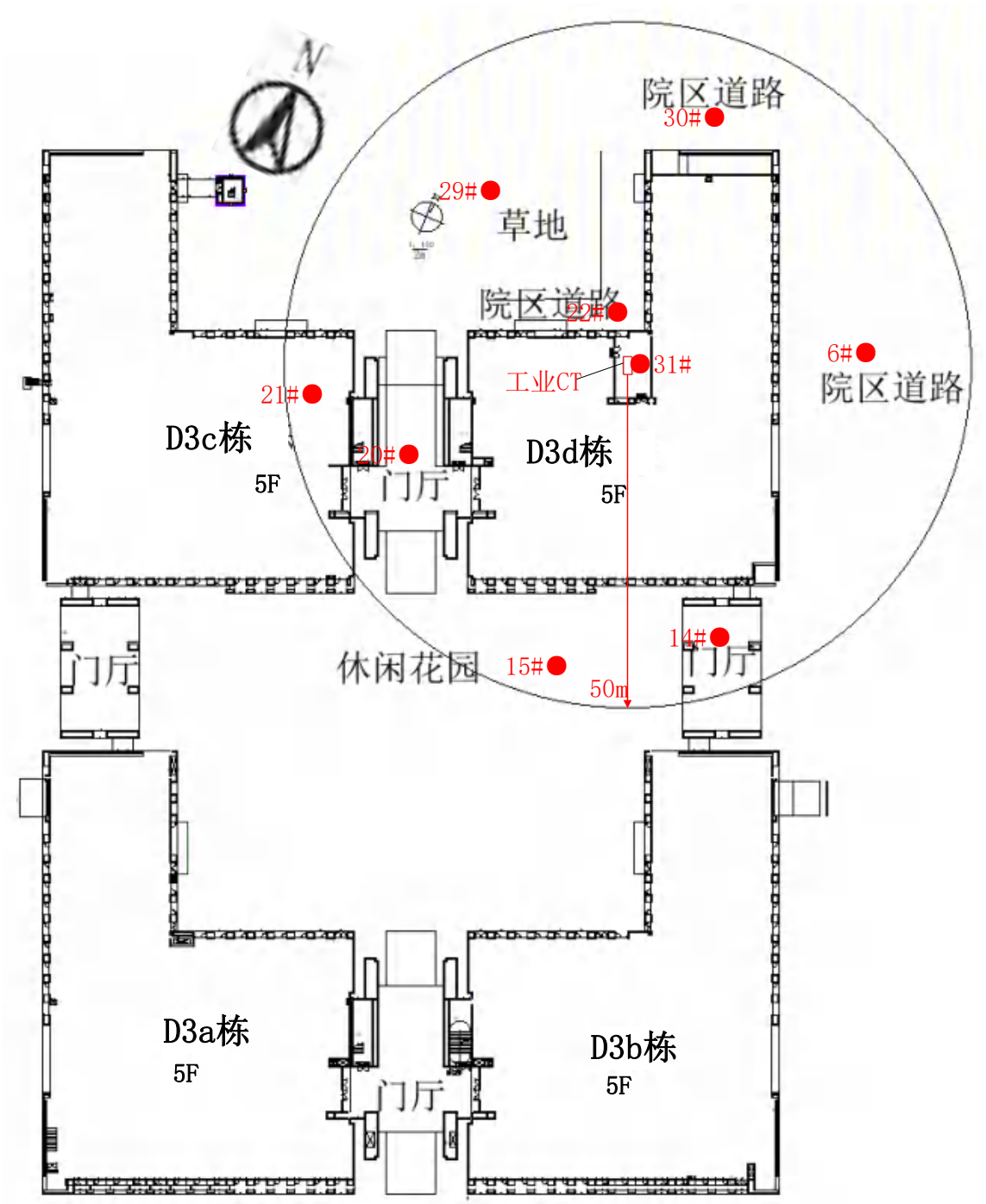


图 8-4　院区检测布点图

8.3 质量保证措施

本项目的环境辐射现状检测，根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）做好如下的质量保证措施：

（1）承担本项目环境辐射现状检测的检测机构具备检验检测机构资质认定证书，检测人员具备从事环境辐射监测的工作经验，充分了解环境γ辐射的特点，掌握

辐射检测技术和技术标准，具备对检测结果做出正确判断的能力，熟悉本单位检验检测质量管理程序。

（2）实施检测前，确认使用的仪器的检测因子、测量范围和能量相应等参数均满足检测要求，核实检测现场的操作环境均满足所使用仪器的操作环境要求。提前开启检测仪器预热至少 1 分钟，并确认仪器的电量充足后，再进行检测。所有检测点位，待读数稳定后，约 10s 间隔读取 10 个值，并经校正后求出平均值和标准偏差。

（3）测量人员经环境 γ 辐射剂量率测量相关专业培训并考核合格；环境 γ 辐射剂量率测量仪器定期校准，每年至少 1 次送到计量检定机构校准环境 γ 辐射剂量率测量仪器，在两次校准之间进行一次设备期间核查。

（4）更新仪器和方法时，在典型的和极端的辐射场条件下与原仪器和方法的测量结果进行对照，以保持数据的前后一致性。

（5）环境 γ 辐射剂量率测量应选用相对固有误差小的仪器（＜±15%）。

（6）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。

（7）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。质量保证活动按要求做好记录，并确保所有记录信息的完整性、充分性和可追溯性。

（8）监测报告严格执行三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人审定。

8.4 检测结果

检测结果参照（HJ61-2021）中“8.6 宇宙射线响应值的扣除”的方法处理得到：

$$\dot{D} = C_f\left(E_f\dot{X} - \mu_c\dot{X}_c^{'}\right)$$

其中：

$\dot{D}$：环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果；

C_f：仪器量程检定/校准因子，由法定计量部门检定或校准时给出，1.02；

E_f：仪器检验源效率因子。本仪器无检验源，该值取 1；

$\dot{X}$：读数值的平均值；

μ_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；

$\dot{X}_c'$：宇宙射线响应值。广州星环科技有限公司于 2025 年 7 月 4 日在广东省万绿湖用同一台设备测的宇宙射线响应值，11nGy/h，与测点处的海拔差别≤200m，经度差别≤5°，纬度差别≤2°，可不进行修正。

检测数据见表 8-3，检测报告见附件 4。

表 8-3 建设项目场所环境 γ 辐射现状检测结果

点位编号	方位	场所	距离(m)	表面介质	测量结果(nGy/h)	环境性质
1	/	CT 室	/	地胶	113±2	楼房
2	东侧	会议室	6.5	地胶	113±1	楼房
3		电房	18	地胶	113±1	楼房
4		冲击试验机室	19	地胶	114±1	楼房
5		扭转试验机室	27	地胶	114±1	楼房
6		院区道路	40	沥青	101±1	道路
7	南侧	走道	7.0	瓷砖	114±2	楼房
8		中庭	15	地胶	113±1	楼房
9		卫生间	18	瓷砖	113±1	楼房
10		光测试验室	26	地胶	117±1	楼房
11		理论力学试验室	29	地胶	117±1	楼房
12		电测试验室	32	地胶	117±1	楼房
13		楼梯间	33	瓷砖	117±1	楼房
14		门厅	45	瓷砖	109±1	楼房
15		休闲花园	48	泥土	96±1	原野
16	西侧	海洋岩土工程实验室	8.5	地胶	117±1	楼房
17		值班室	18	瓷砖	117±1	楼房
18		风机房	22	瓷砖	113±1	楼房

19		楼梯间	26	瓷砖	117±1	楼房
20		门厅	35	瓷砖	118±1	楼房
21		D3c 栋教学楼一层	48	瓷砖	114±1	楼房
22	北侧	院区道路	7.5	沥青	95±2	道路
23		108 办公室	11	瓷砖	117±1	楼房
24		109 办公室	13	瓷砖	117±1	楼房
25		110 办公室	16	瓷砖	113±1	楼房
26		111 办公室	18	瓷砖	117±1	楼房
27		112 办公室	21	瓷砖	117±1	楼房
28		楼梯间	31	瓷砖	113±2	楼房
29		草地	40	泥土	96±1	原野
30		院区道路	45	沥青	97±1	道路
31	二层	实验室	4.5	地胶	117±1	楼房

注：1、以上数据已校准，校准系数为 1.02；

2、检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，待读数稳定后，间隔 10 秒读取 1 个数值，每个点位读取 10 个检测值；

3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分（11nGy/h）；建筑物对宇宙射线的屏蔽因子：楼房取值为 0.8，原野、道路取值为 1。

从表 8-3 中的数据可见，本项目建设场地及周围区域的室内 γ 辐射剂量率检测值为 109~118nGy/h，道路 γ 辐射剂量率检测值为 95~101nGy/h，原野 γ 辐射剂量率检测值为 96nGy/h。参考《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年出版）报道的广州市环境 γ 辐射空气吸收剂量率的调查结果：广州市的室内 γ 辐射剂量率调查水平在 104.6~264.1nGy/h 之间，室外道路环境 γ 辐射剂量率调查水平在 52.5~165.7nGy/h 之间，室外原野环境 γ 辐射剂量率调查水平在 51.8~164.8nGy/h 之间。对比表明，建设项目场所环境 γ 辐射现状未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 设备组成和工作方式

9.1.1 设备组成

本项目拟使用的天津三英公司 NanoVoxel 3500 型工业 CT 由硬件部分和软件部分组成，硬件部分包括主防护箱体、操作台、X 射线发生器、探测器、载物台、大理石底座、电控柜等，软件部分包括软件控制系统、数据采集系统、数据处理和分析系统。工业 CT 外观结构图和内部结构图分别见图 9-1 和图 9-2。设备尺寸参数见表 9-1。

图 9-1 工业 CT 外观结构图

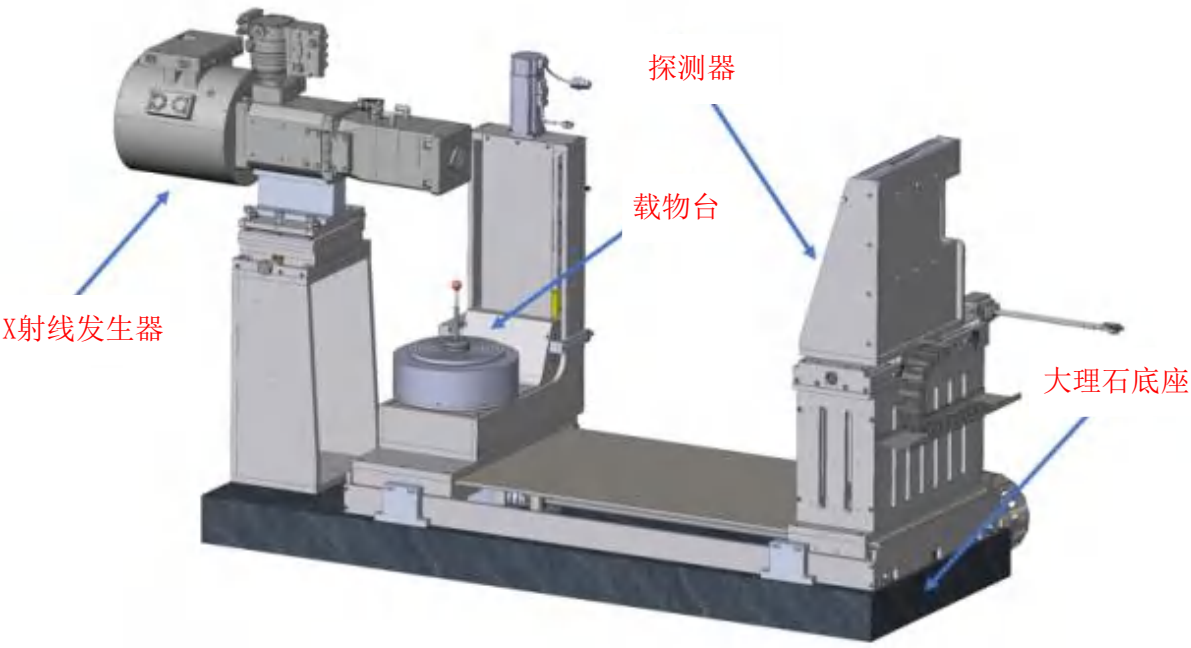


图 9-2 工业 CT 内部结构图

表 9-1 设备尺寸参数一览表

项目	设计情况
设备外尺寸	长×宽×高=2451mm×1229mm×1900mm
装载门	长×高=680mm×940mm
观察窗	长×高=330mm×650mm
检修门（背面）	长×高=1900mm×940mm，对开

9.1.2 工作方式

本项目拟使用的射线装置工作方式如下：

（1）本项目的工业 CT 为自带屏蔽体的设备。射线发生器可以左右（X 轴）移动，移动距离为 300mm。探测器可以左右（X 轴）、前后（Y 轴）移动，左右移动距离为 300mm，前后移动距离为 290mm。载物台可以左右（X 轴）、前后（Y 轴）、上下（Z 轴）移动，左右移动距离为 20mm、前后移动距离为 20mm、上下移动距离为 100mm，以及可以进行 360°+n 旋转。载物台与射线发生器出束口的最小距离为 50mm。有用线束固定朝射线装置右侧照射，线束角度为 30°，为圆锥束。

（2）辐射工作人员通过设备正面的“门开关”按钮，打开装载门，将预处理后的

样品装载在载物台上，再通过“门开关”按钮关闭装载门。辐射工作人员在设备左侧的操作台上，通过软件系统设置出束参数并控制出束，出束期间无需人员干预。样品装载和出束期间，人员均无需进入设备内部。

（3）工业 CT 采用数字成像方式，根据研究需求，在检测过程中对样本进行不同角度和部位的扫描，由数据采集系统进行数据和图像采集，由数据处理和分析系统生成工件不同位置的 2D 图像，再对图像进行三维重构，得到工件的内部结构图。

（4）本项目检测样品为岩体土样，材质为岩土，样品最大尺寸约为：直径为 38mm、长度为 76mm。

9.2 工作原理

9.2.1 X 射线产生原理

射线装置通过射线发生器产生 X 射线，射线发生器的主要构件是 X 射线管，X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线管示意图如图 9-3 所示。X 射线管阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能会以光子（X射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为韧致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。

从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线管产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以 X 射线管的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉，准直性较高。

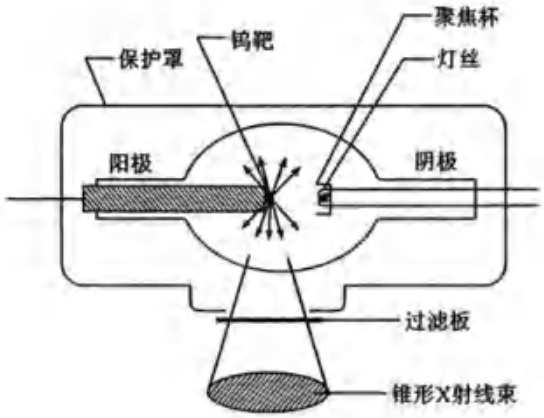


图 9-3 X 射线管示意图

9.2.2 工业 CT 原理

电子计算机断层摄影（Computed Tomography，简称 CT）是近几十年来发展迅速的电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的无损检测技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部密度的微小变化。

工业 CT 机一般由射线发生器、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成，其工作原理示意图如图 9-4 所示。射线发生器提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透工件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图像重建。机械扫描系统实现 CT 扫描时工件的旋转或平移，以及载物台、工件、图像探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图像重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理等。

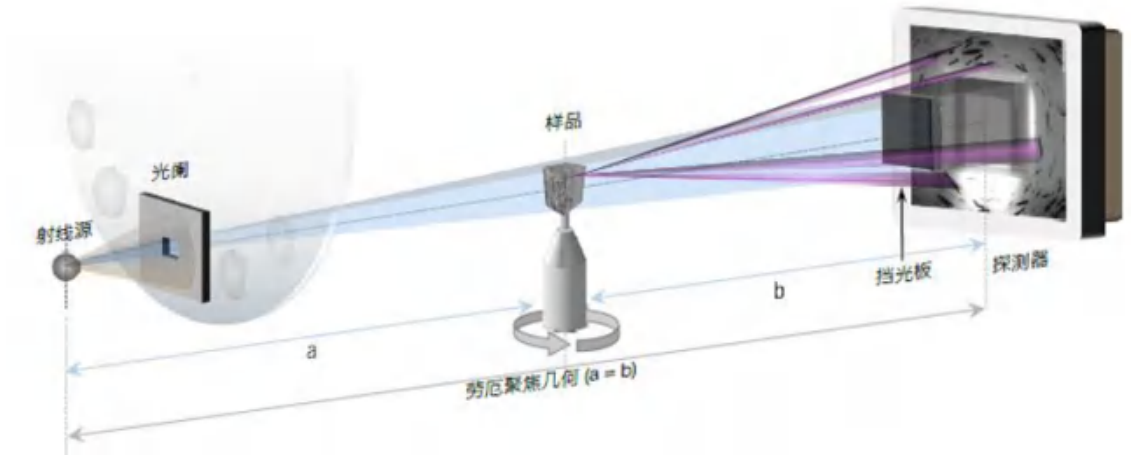


图 9-4 工业 CT 工作原理示意图

9.3 工艺流程和产污环节

本项目射线装置的操作流程和产污环节如图 9-5 所示。先开机，依次打开主电源开关和钥匙开关，开启操作系统，进行装载、调节设置参数，出束进行检测和分析，最后完成数据处理和样品分析。

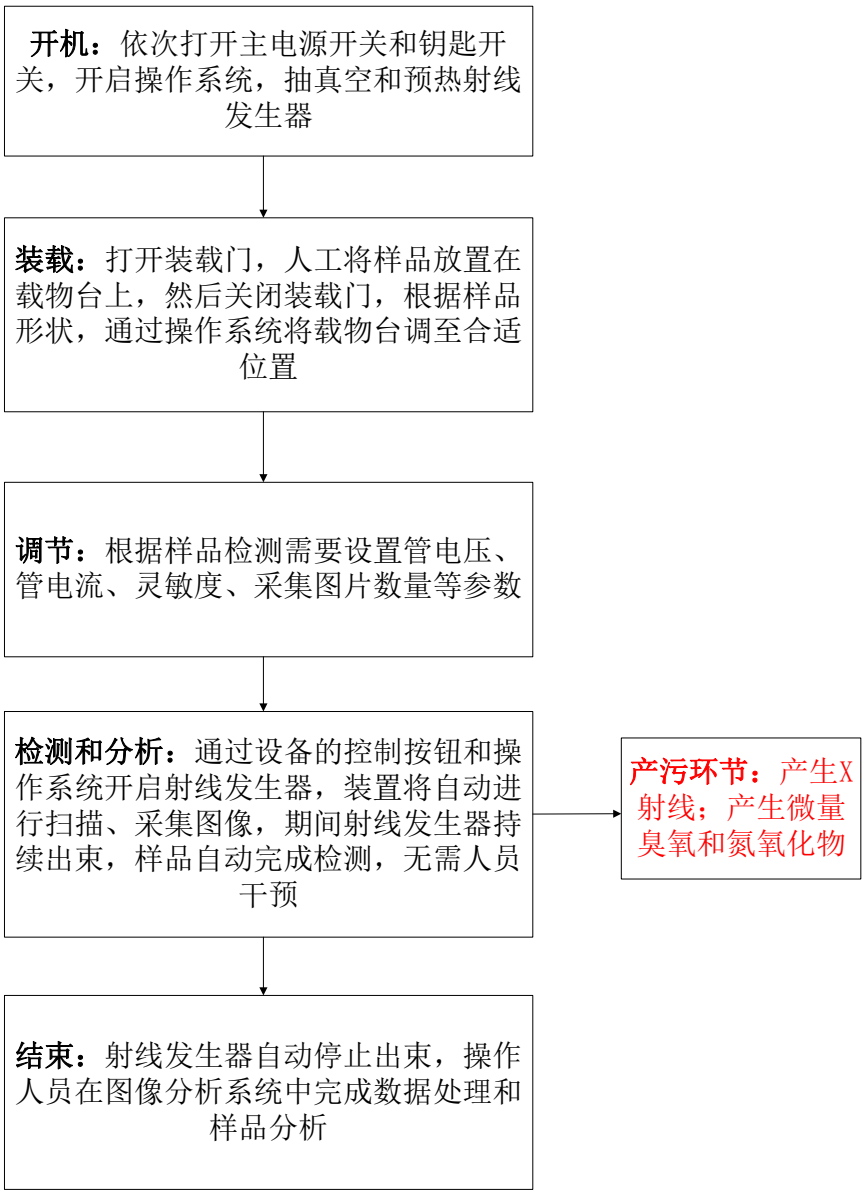


图 9-5 工艺流程和产污环节图

9.4 工作负荷和人员配置

根据建设单位提供的资料，本项目工业 CT 属于科研性质，投入使用后预计每年工作 20 周，每周工作 3 天，每天检测 2 个样品，每个样品出束时间约为 3 小时。则本项目每周出束时间为 18 小时，每年出束时间为 360 小时。

建设单位拟为本项目配置 2 名辐射工作人员，2 名辐射人员按照科研需求随机分配检测任务，保守以总的出束时间作为辐射工作人员的工作负荷。

9.5 污染源项描述

9.5.1 辐射源

①正常工况

本项目的主要污染因子是 X 射线，随 X 射线发生器的开和关而产生和消失。在正常工况下，检测过程中产生的射线可以得到屏蔽体的有效屏蔽。但由于 X 射线的直射、漏射及散射，可能有衰减后的射线对外部的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。辐射场中的 X 射线包括有用线束、泄漏线束和散射线束。

（1）有用线束：直接由射线发生器产生的电子通过打靶获得的 X 射线，X 射线用于照射样品。X射线的能量、强度与射线发生器靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数越高，加在射线发生器的管电压、管电流越高，光子束流越强。

（2）泄漏线束：由射线发生器发射的透过 X 射线管组装体的射线。

（3）散射线束：由有用线束及泄漏线束在各种散射体上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、X 射线装置的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。

②事故工况

本项目事故工况可能产生辐射影响的情形如下：

a. 门机联锁装置发生故障，装载门未关的情况下射线出束，导致屏蔽体外的工作人员受到不必要的照射；

b. 装置维修维护时，在没有采取可靠的断电措施意外开启射线发生器，导致维修维护人员被误照射。

9.5.2 其他污染源

X射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，保持工作场所的良好通风可避免辐射工作场所空气中的有害气体含量增加。

9.6 源强分析和参数

本项目工业 CT 最大管电压、最大管电流、滤过条件、有用线束角度、有用线束距辐射源点 1m 处的剂量率等参数由设备厂家给出，泄漏线束距辐射源点 1m 处的剂量率参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）选取。本项目源强参数见表 9-2，参数说明文件见附件 5。

表 9-2 源强参数

技术参数	数值
型号	nanoVoxel 3500 型
最大管电压	190kV
最大管电流	1.0mA
滤过条件	3mmAl
有用线束角度	30°
有用线束距辐射源点 1m 处剂量率	400μGy/s
泄漏线束距辐射源点 1m 处剂量率	2500μSv/h

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射屏蔽设计

10.1.1 主屏蔽设计

本项目使用的射线装置自带钢铅结构的屏蔽体，设备主视图和俯视图如图 10-1 至图 10-2 所示，结构和屏蔽参数见表 10-1。

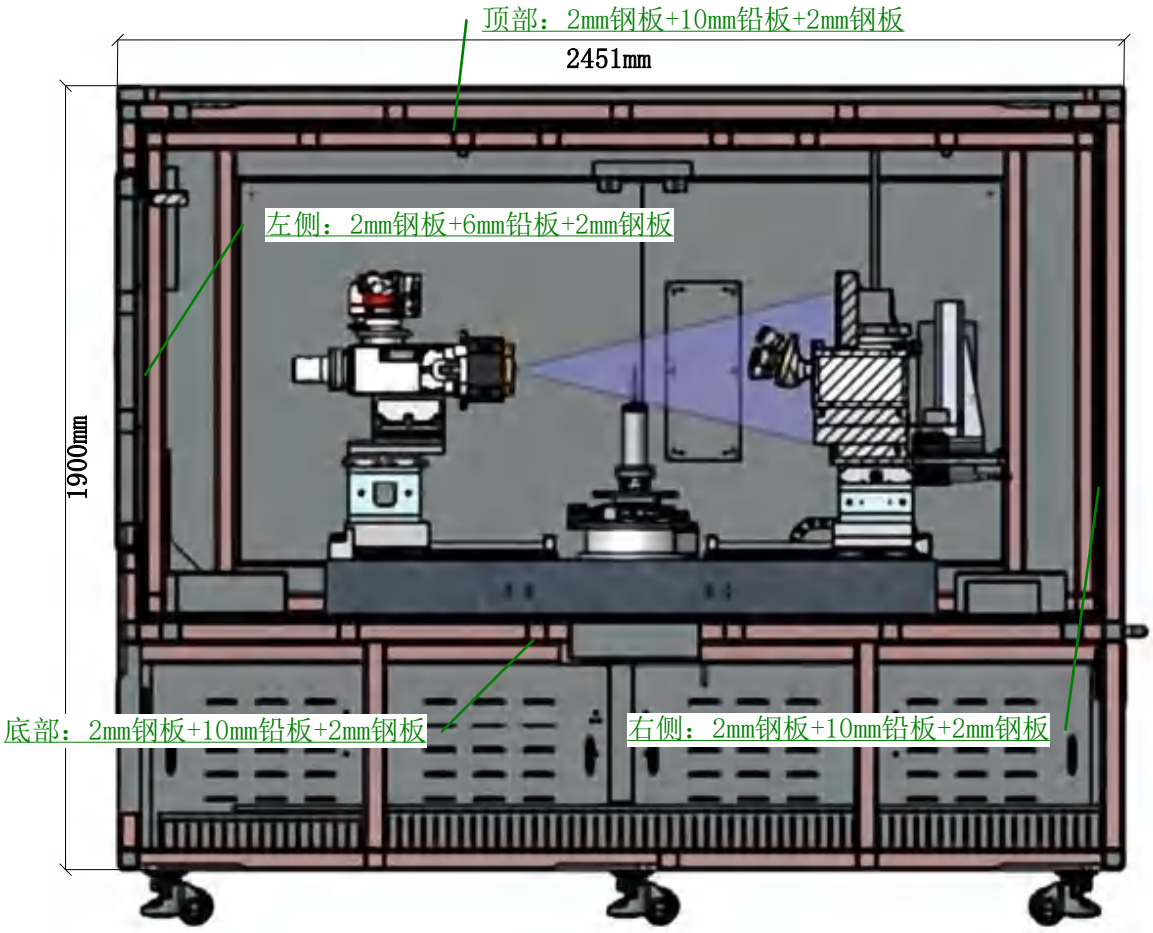


图 10-1 工业 CT 主视图

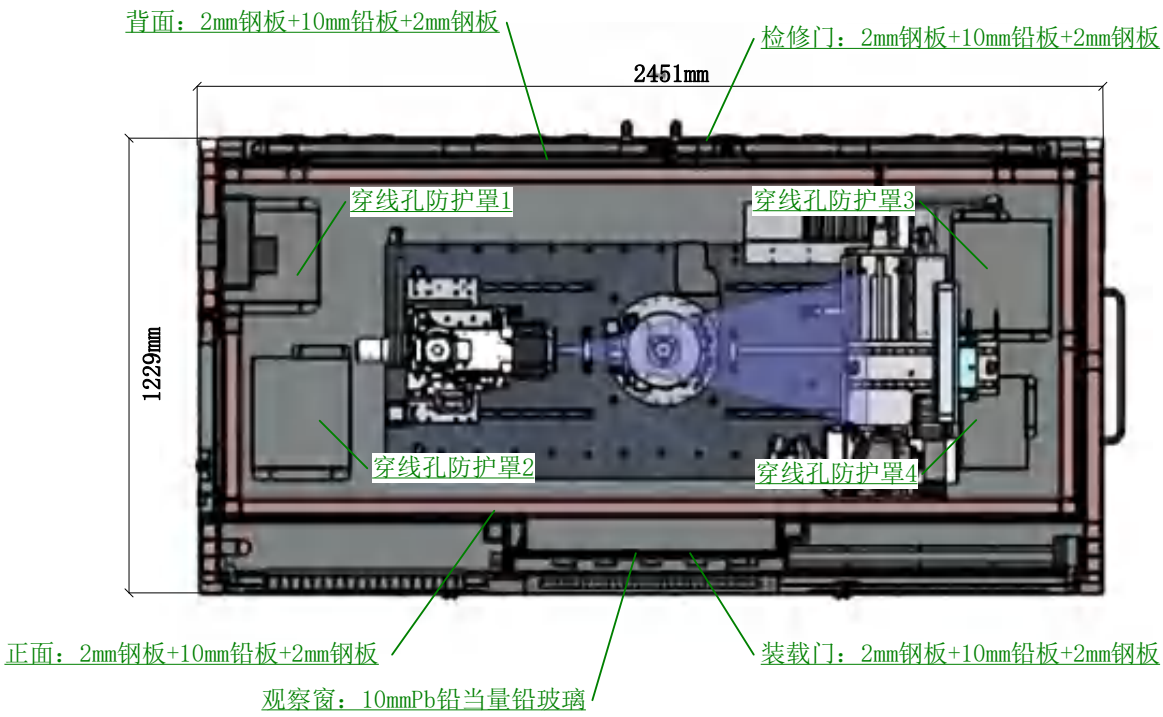


图 10-2 工业 CT 俯视图

表 10-1 设备屏蔽参数一览表

项目	设计情况	屏蔽铅当量
正面	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	10mmPb
背面	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	10mmPb
左侧	2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板	6mmPb
右侧	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	10mmPb
顶部	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	10mmPb
底部	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	10mmPb
装载门	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	10mmPb
观察窗	10mmPb 铅当量铅玻璃	10mmPb
检修门	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	10mmPb

注：屏蔽铅当量未考虑钢板的屏蔽效果。

10.1.2 管线口屏蔽补偿设计

本项目的设备内部各组件需要通过管线与屏蔽体外部的电气柜连接，并设计了排风装置。在设备的底部屏蔽体设置了 4 个穿线孔，并配有电缆防护罩，防护罩厚度为 10mmPb，与底部屏蔽体厚度一致。在设备的左侧设置了 1 个排风口，排风

口设有排风防护罩，屏蔽厚度为 6mmPb，与左侧主体屏蔽体厚度一致。

射线经电缆防护罩、排风防护罩衰减与多次散射后，屏蔽体外管线口处和排风口处的辐射泄漏可满足剂量率控制要求，说明设备的管线口和通风口屏蔽补偿设计合理。线缆穿屏蔽体屏蔽补偿示意图见图 10-3，排风屏蔽补偿设计见图 10-4。

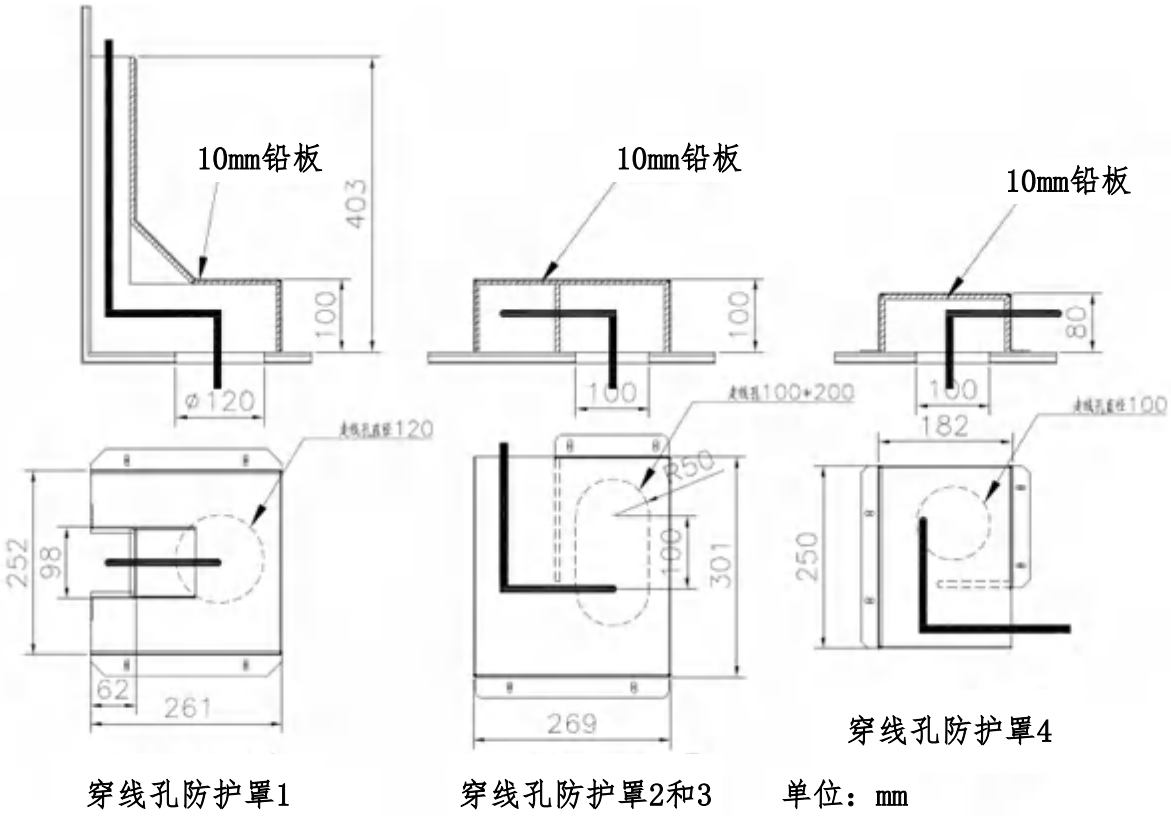


图 10-3 电缆穿屏蔽体示意图

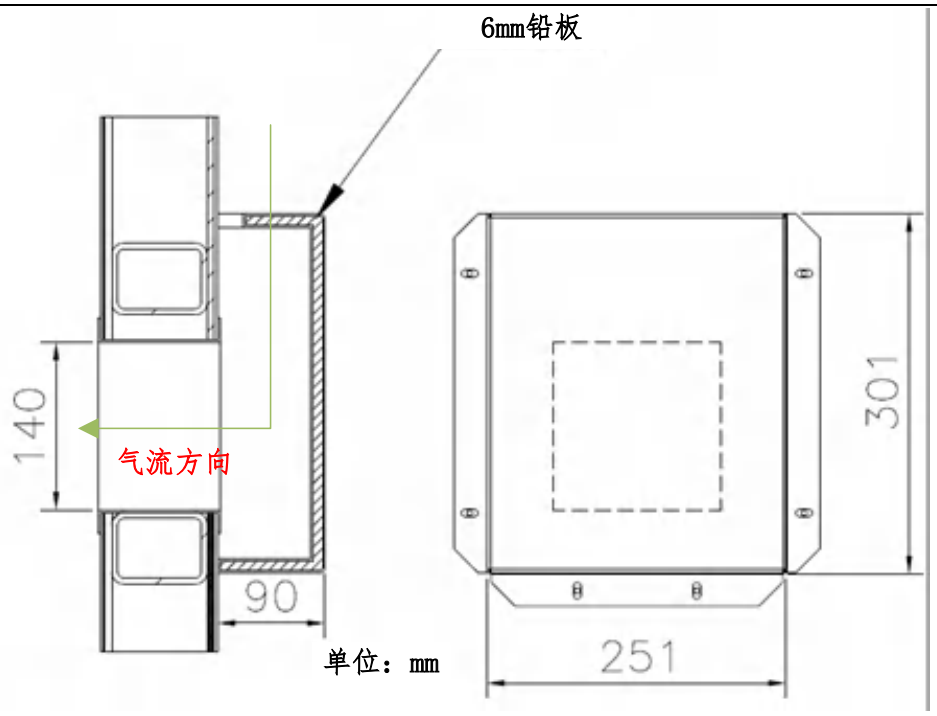


图 10-4 排风屏蔽示意图

10.2 辐射安全与防护措施

10.2.1 设备固有安全性

（1）开机后工业 CT 首先进行系统自检。若系统自检正常，则工业 CT 会提示操作者可以进行检测工作。若自检出故障，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）当射线发生器接通高压电源产生 X 射线后，系统将始终实时监测射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，自动切断射线发生器的高压电源。在出束阶段出现任何故障，系统都将立即切断射线发生器的高压电源，提醒操作人员发生了故障。当出束结束后，系统将自动切断高压电源，进入待机阶段。

（3）设备设有 1 个设备总开关、1 个启动开关、1 个射线发生器钥匙开关、1 个使能开关，均设在设备正面。设备总开关控制整个设备的电源，启动开关用于开启设备通电，射线发生器钥匙开关和使能开关均用于控制射线发生器的电源。只有所有开关同时打开后设备才能启动，任何一道开关未打开 X 射线都将无法正常出束。射线发生器的钥匙由专人负责管理，只有授权的工作人员才能使用钥匙，非授权人员无法操作射线装置，使用钥匙时需要填写使用登记表。

（4）设备须在设备总开关、启动开关、射线发生器钥匙开关、使能开关、急停开关复位、装载门和检修门正常关闭、指示灯正常的情况下射线装置才能启动，才能正常出束，否则不能出束。X 射线出束期间，任何一道安全设施触发或者发生故障，X 射线立即切断出束。安全设施实物图见图 10-5。

设备总开关　　启动开关　　射线发生器钥匙开关　　使能开关

急停按钮　　安全指示灯

图 10-5 安全设施实物图

10.2.2 门机联锁装置

本项目工业 CT 装载门为电动平移门，检修门为手动对开门。装载门和检修门各使用 2 个安全互锁传感器为门机联锁装置，只有在装载门和检修门关闭好的情况下安全回路才会接通，设备指示灯中的黄灯才会亮起。当任意一个传感器未感应到装载门和检修门关闭到位时，设备指示灯中的黄灯不亮，系统操作页面的出束按钮将无法点击，射线发生器无法出束。设备运行过程中，装载门和检修门被外力开启时，设备会立即为射线发生器供电的高压电源，射线发生器立即停止出束。门机联锁逻辑图见 10-6。

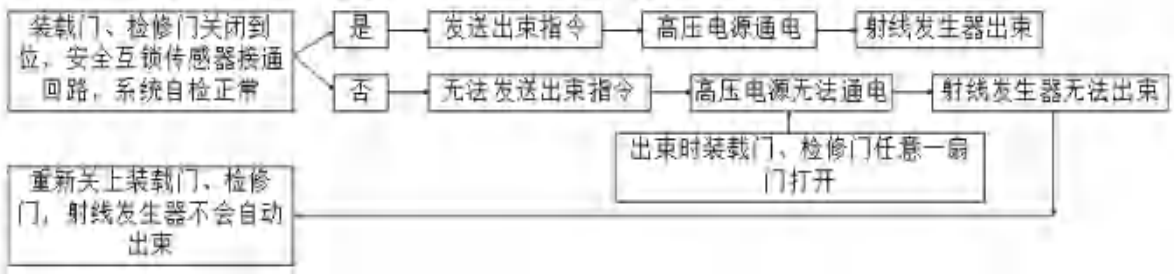


图 10-6 门机联锁逻辑图

10.2.3 警示设施和工作状态指示灯

建设单位拟在工业 CT 的正面张贴电离辐射警告标识，CT 室门口拟张贴“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”中文警示说明。

本项目的工业 CT 顶部设有工作状态指示灯，指示灯具有多种工作状态指示：绿、黄、红灯都不亮，说明仪器处于关闭状态；绿灯亮，说明仪器处于上电状态；绿灯灭，说明仪器处于断电状态；黄灯亮，说明箱体防护门（前装载门、后检修门）处于关闭状态，可安全开启射线发生器；黄灯灭，说明箱体防护门（前装载门、后检修门）处于开启状态，不可开启射线发生器；红灯闪亮，说明射线发生器处于发射 X 射线状态。建设单位将在 CT 室内醒目位置张贴射线装置信号指示意义的中文说明。

10.2.4 急停按钮

本项目工业 CT 射线装置正面设有 1 个急停按钮，在发生紧急事故时，操作人员通过按压急停按钮，可以迅速切断为射线发生器供电的高压电源，射线发生器立即停止出束。恢复工作时顺时针旋转“急停按钮”，复位之后旋转启动钥匙，同时设备进入可通电状态。急停按钮将标明功能和使用方法。

10.2.5 辐射监测设施

建设单位拟为每名辐射工作人员各配备 1 个个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好，个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。当个人剂量报警仪报警时，辐射工作人员应立即停止工作，同时阻止其他人进入辐射工作区域，并立即向辐射防护负责人报告。

建设单位拟为本项目的日常监测配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，定期使用便携

式 X-γ 剂量率仪（每月 1 次）对工业 CT 周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

10.3 辐射工作场所布局和分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

对于控制区：应采用实体边界划定控制区，在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合相关规定的警告标志；运用行政管理程序，如进入控制区的工作许可证制度和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区。

对于监督区：采用适当的手段划出监督区的边界；在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌。

参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.2 的规定：应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。

布局：建设单位拟将 CT 室作为辐射工作场所，CT 室为砖混结构，内尺寸为 10500mm×5200mm，在 CT 室的西侧设置了进出门，在 CT 室的南侧设置了常闭消防门，均设置了出入门禁，只有授权的辐射工作人员才可进出。在 CT 室北侧设置了防盗窗，人员无法通过防盗窗从外面进入 CT 室。工业 CT 有用线束固定朝人员正视工业 CT 装载门的右侧照射（以方位作为参照，有用线束朝北侧照射），操作台设在工业 CT 正面左侧，避开了有用线束方向。辐射工作场所的设置和布局充分考虑了周围的辐射安全。

分区和管控措施：建设单位拟将工业 CT 屏蔽体内部区域划为控制区，控制区通过实体屏蔽、急停装置、门机联锁装置等进行控制。将控制区外整个 CT 室划为监督区，监督区通过门禁和警示说明等进行管理。

辐射工作场所布局和分区示意图如图 10-7 所示。

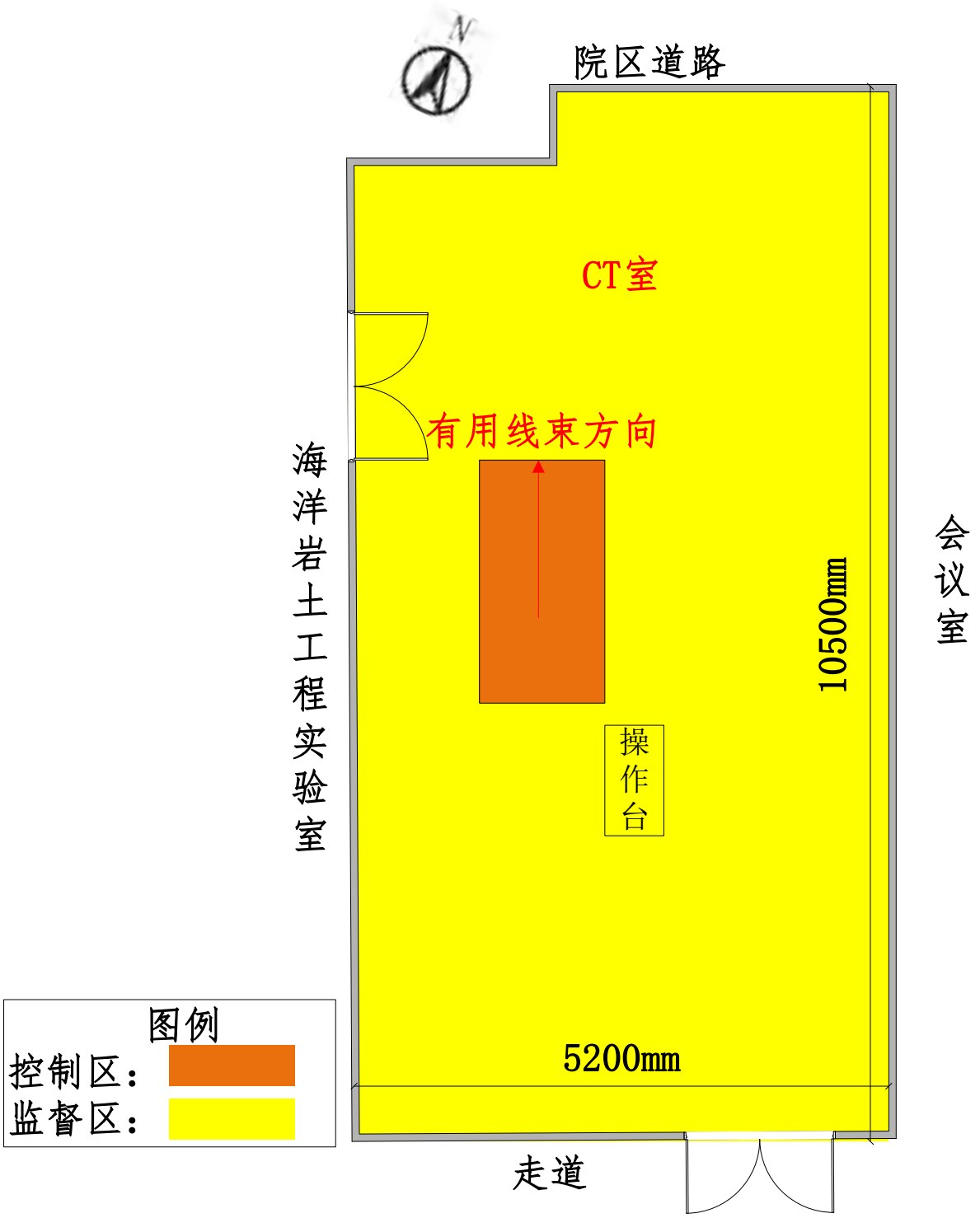


图 10-7 辐射工作场所布局和分区示意图

10.4 辐射安全与防护对照分析

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对本项目的辐射工作场所布局和分区、辐射屏蔽、各项辐射安全与防护措施、安全操作要求进行分析，对照分析表见表 10-2。

表 10-2 辐射安全与防护对照分析表	
（GBZ117-2022）要求	措施
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。	本项目工业 CT 自带屏蔽体，放在独立的 CT 室使用，充分考虑了邻近场所的辐射安全。工业 CT 有用线束固定朝人员正视工业 CT 装载门的右侧照射（以方位作为参照，有用线束朝北侧照射），操作台设在工业 CT 正面左侧，避开了有用线束方向。
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。	建设单位拟将工业 CT 屏蔽体内部区域划为控制区，控制区通过实体屏蔽、急停装置、门机联锁装置等进行控制。将控制区外整个 CT 室划为监督区，监督区通过门禁和警示说明等进行管理。
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 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/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 2.5μSv/h。	根据表 11 的理论计算，本项目工业 CT 屏蔽体和装载门的辐射屏蔽均同时满足人员在关注点的周剂量控制要求和关注点周围剂量当量率控制要求。
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 100μSv/h。	本项目工业 CT 上方的辐射屏蔽按 6.1.4.a）要求执行，即上方屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。根据表 11 的计算，工业 CT 顶部的辐射屏蔽满足要求。
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）	本项目正常工作时，人员无需进入工业 CT 内部，因此门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部

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。	的人员在紧急情况下离开探伤室的要求不适用本项目。 工业 CT 装载门和检修门各使用 2 个安全互锁传感器为门机联锁装置，只有在装载门和检修门关闭好的情况下安全回路才会接通，设备指示灯中的黄灯才会亮起。当任意一个传感器未感应到装载门和检修门关闭到位时，设备指示灯中的黄灯不亮，系统操作页面的出束按钮将无法点击，射线发生器无法出束。设备运行过程中，装载门和检修门被外力开启时，设备会立即为射线发生器供电的高压电源，射线发生器立即停止出束。
6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“预备”和“照射”信号意义的说明。	本项目正常工作时，人员无需进入工业 CT 内部，因此装置内部设置指示灯和声音提示装置的要求不适用本项目。本项目的工业 CT 顶部设有工作状态指示灯，指示灯具有多种工作状态指示：绿、黄、红灯都不亮，说明仪器处于关闭状态；绿灯亮，说明仪器处于上电状态；绿灯灭，说明仪器处于断电状态；黄灯亮，说明箱体防护门（前装载门、后检修门）处于关闭状态，可安全开启射线发生器；黄灯灭，说明箱体防护门（前装载门、后检修门）处于开启状态，不可开启射线发生器；红灯闪亮，说明射线发生器处于发射 X 射线状态。建设单位将在 CT 室内醒目位置张贴射线装置信号指示意义的中文说明。
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。	本项目正常工作时人员无需进入工业 CT 内部，因此装置内部安装监视装置的要求不适用于本项目。 本项目工业 CT 设置了观察窗，可以实时观察射线装置内部的运行情况。
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要	建设单位拟在工业 CT 的正面张贴电离辐射警告

求的电离辐射警告标识和中文警示说明。	标识，CT 室门口拟张贴“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”中文警示说明。
6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	本项目正常工作时人员无需进入工业 CT 内部，因此装置内部安装紧急停机按钮或拉绳的要求不适用于本项目。 本项目工业 CT 正面设有 1 个急停按钮，在发生紧急事故时，相关人员可通过按压急停按钮，可以迅速切断为射线发生器供电的高压电源，射线发生器立即停止出束。急停按钮将标明功能和使用方法。
6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	工业 CT 顶部设有 1 个机械排风装置，排风量为 $3m^3/min$，工业 CT 内部体积约为 $5.4m^3$，排风扇在工作期间保持开启，可确保工业 CT 内部每小时有效通风换气次数为 33 次。 CT 室设置有通风系统，风量为 $1000m^3/h$，CT 室体积约 $245.7m^3$，可确保 CT 室内部每小时有效通风换气次数约为 4 次，CT 室通风系统排风口设置在天台，不属于人员密集的区域。
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目正常工作时，人员无需进入工业 CT 内部，工业 CT 未配置固定式场所辐射探测报警装置，但建设单位拟为每位辐射工作人员配备个人剂量报警仪，在工作期间，辐射工作人员将个人剂量报警仪佩戴在身上并保持开机状态，当剂量率达到报警阈值时，个人剂量报警仪会立刻报警。
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。	工作人员作业前检查射线装置门机联锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施，发现异常立刻停止工作并查找原因，排查异常后才能继续工作。
6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩	本项目正常工作时，人员无需进入工业 CT 内

戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。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。	部，因此携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪进入屏蔽体的要求不适用于本项目。但在工作期间，辐射工作人员将携带个人剂量计和个人剂量报警仪，当辐射剂量率达到报警阈值报警时，辐射工作人员应立即关闭射线装置电源、停止工作，同时阻止其他人进入辐射工作场所，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。	建设单位拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪用于日常辐射监测，对射线装置周围剂量当量率进行巡测（每月 1 次），做好巡测记录。当测量值高于报警阈值时，需立刻停止工作并向辐射防护负责人报告并查找原因。计划每年一次委托有资质的第三方检测机构对装置外的环境辐射水平进行年度检测。
6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，应检查是否正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	建设单位依据实际情况要求本项目工作人员工作前先检查便携式 X-γ 剂量率仪是否正常工作，如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作时，则不能开始检测工作。
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。	本项目的设备自带屏蔽体，射线发生器自带准直器，能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。	本项目正常工作时人员无需进入屏蔽体内部，辐射工作人员需要在辐射工作前确认各项安全联锁系统正常的情况下射线装置才能启动，才能开始辐射工作。
小结：综上分析，建设单位拟采取的辐射工作场所布局和分区、辐射屏蔽、各项辐射安全与防护措施、安全操作要求等满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。	

10.5 日常检查与维护

10.5.1 日常安全检查

日常工作时应检查射线装置装载门门-机联锁装置以及工作状态指示灯等辐射安全与防护措施，若发现任意一项安全措施异常应立刻停止辐射工作，排除异常后才能继续工作。每次工作开始前应进行检查的项目包括：

（1）射线装置外观是否完好；

（2）电缆是否有断裂、扭曲以及破损；

（3）装载门是否正常关闭；

（4）安全联锁是否正常工作；

（5）钥匙开关闭合、急停按钮复位是否正常；

（6）报警设备和工作状态指示灯是否正常运行；

（7）螺栓等连接件是否连接良好。

10.5.2 设备维修维护

（1）射线装置的维修维护由建设单位辐射安全与环境保护管理机构进行监督和管理，做好设备维修维护记录。设备维修维护应由具备资质的设备厂家专业人员负责，按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并至少两人参与维修维护工作。

（2）维修维护前应采取可靠的断电措施，切断需检修设备的电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志，做好现场管控。

（3）射线装置每年至少维护一次，设备维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检查。

（4）当发现设备有故障或损坏需要维修时，应保证所更换的零部件为合格产品。与射线发生器相关的维修，需由射线发生器生产厂家负责。若屏蔽体损坏，在更换屏蔽体后应委托第三方有资质的检测机构进行整体检测，检测合格后才能

继续使用。

（5）维护后通电调试前，应确保安全联锁系统、急停按钮等已正常启动，确保屏蔽体已安装完整，严禁在辐射安全与防护设施未启动、辐射屏蔽体拆卸状态下开机进行调试。

（6）建设单位应与维修维护单位签订维修维护合同，在合同中明确双方的安全责任。

10.6 三废的治理

本核技术利用项目不涉及放射性废气、废水、固废等产生排放。

X 射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，如果不做处理会使辐射工作场所空气中的有害气体含量增加，浓度较高的臭氧会对人体造成危害。参照国家标准《工业探伤放射防护标准》GBZ117-2022）的规定：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 CT 顶部设有 1 个机械排风装置，排风量为 $3m^3/min$，工业 CT 内部体积约为 $5.4m^3$，排风扇在工作期间保持开启，可确保工业 CT 内部每小时有效通风换气次数为 33 次。CT 室设置有通风系统，风量为 $1000m^3/h$，CT 室体积约 $245.7m^3$，可确保 CT 室内部每小时有效通风换气次数约为 4 次，CT 室通风系统排风口设置在天台，不属于人员密集的区域。

以上措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）“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。

表 11 环境影响分析

建设阶段环境影响分析

本项目需对工作场所进行施工改造，会有一定的固废、噪声和扬尘等环境影响，本项目使用的设备由生产厂家搬送至辐射工作场所安装，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。

声环境影响：本项目施工建设阶段的噪声主要来自场所改造时的施工噪音，但项目的建设期短暂，对周围环境影响随着施工结束而消除，因此，在合理安排施工时间的情况下，对周围环境的影响微弱。

空气环境影响：施工期扬尘来自场所的改造，在施工过程中做好物料遮盖、洒水降尘等措施后，可有效减轻对环境空气的影响，并且影响因素随施工结束而消失。

固废环境影响：设备安装过程中将产生少量包装箱、防震泡沫、建筑材料等固体废物。对废纸箱等可回收利用的施工废物应予以回收利用，不可回收利用的收集后交由环卫部门清运处理。

运行阶段环境影响分析

11.1 辐射剂量率计算

11.1.1 关注点选取

为了分析射线装置运行时对周围环境的影响，参照《辐射防护导论》（方杰主编）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单的相关公式，估算 X 射线出束时，射线装置屏蔽体外的周围剂量当量率水平。

本项目工业 CT 的射线发生器可进行左右（X 轴）移动，移动距离为 300mm，固定朝设备右侧照射，底部属于人员不可达的土层，不设置关注点，其他方位选取屏蔽体外 0.3m 和操作台作为关注点，射线发生器分布示意图见图 11-1.1 和图 11-1.2，关注点分布示意图见图 11-2.1 及图 11-2.2。

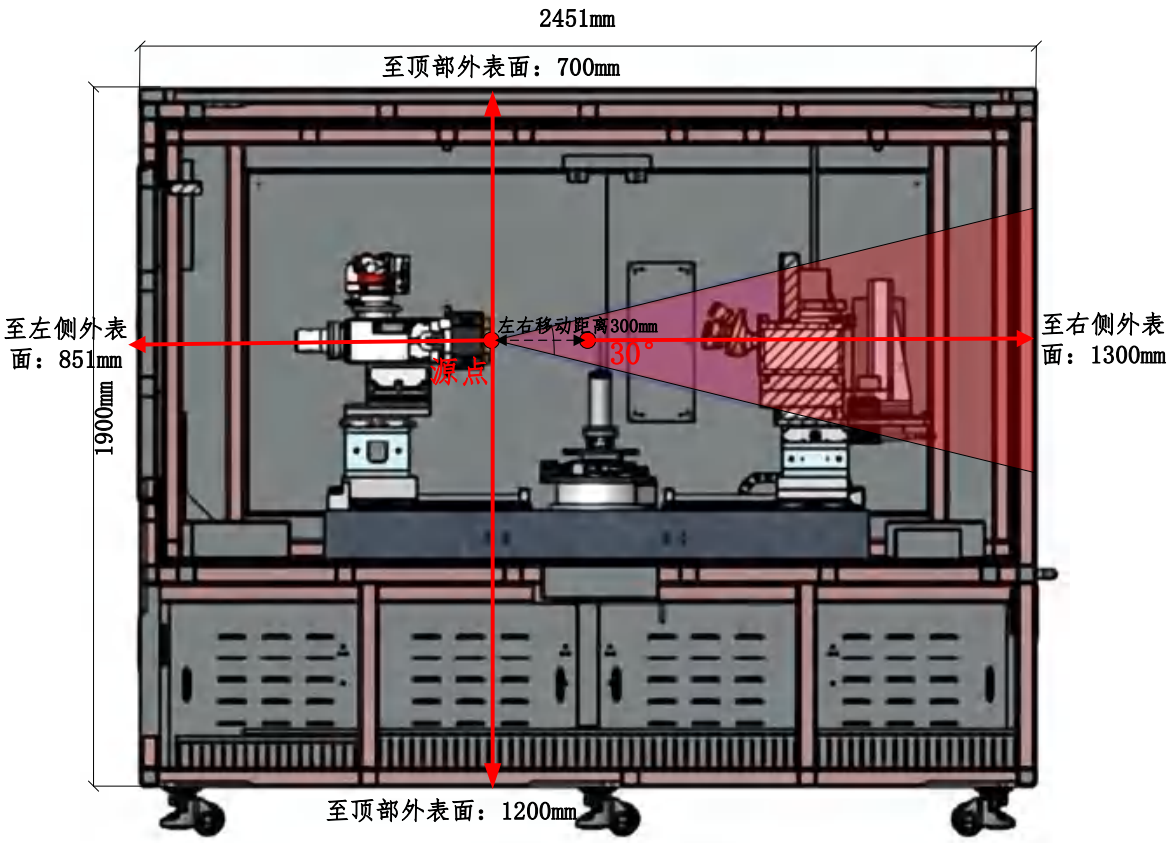


图 11-1.1 射线发生器分布示意图（正视图）

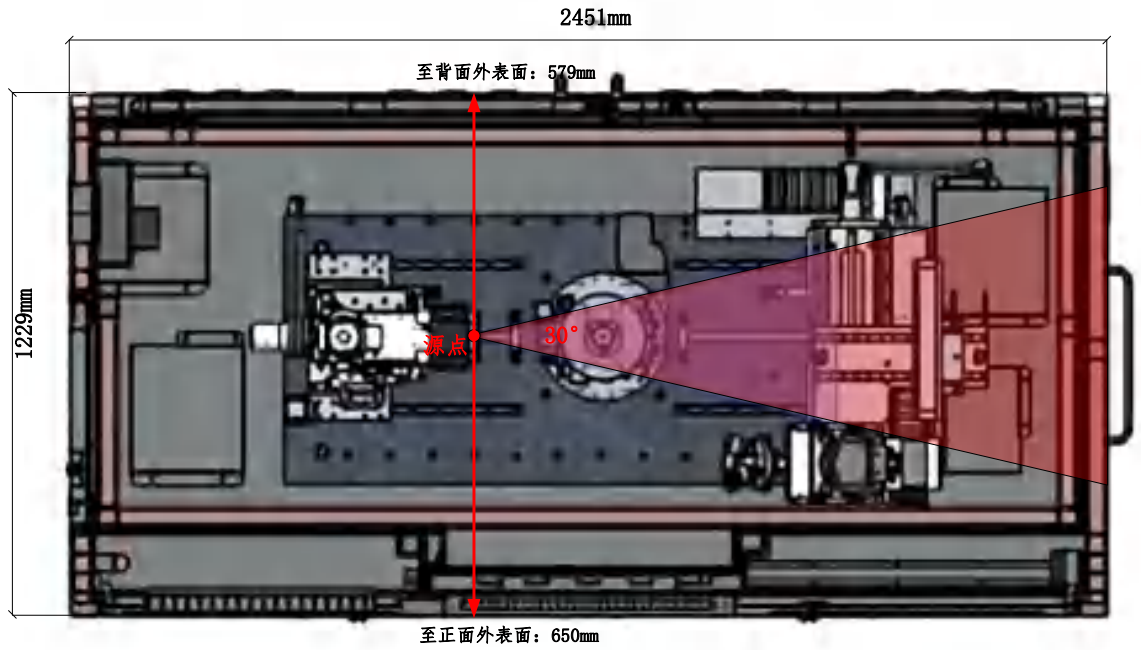


图 11-1.2 射线发生器分布示意图（俯视图）

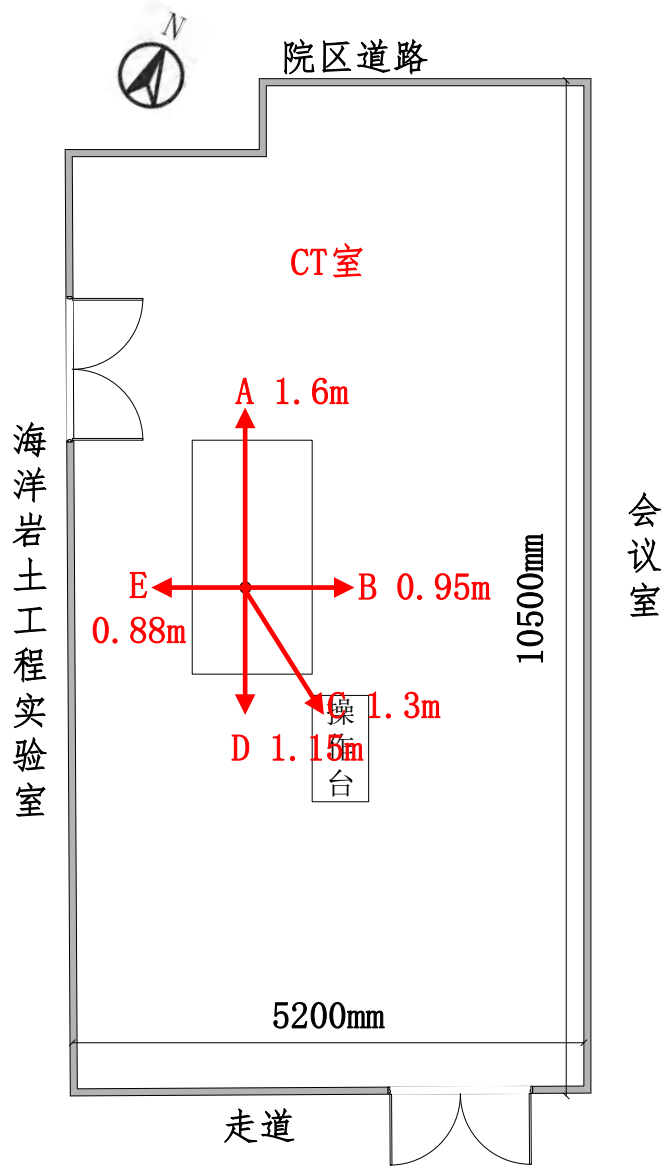


图 11-2.1 关注点分布示意图（平面）

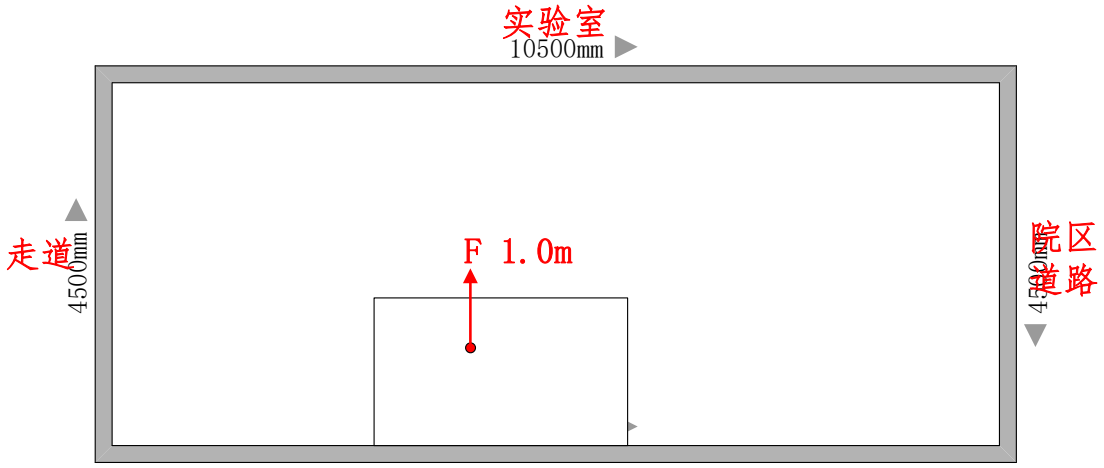


图 11-2.2 关注点分布示意图（立面）

11.1.2 计算公式和参数

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的相关公式，有用线束在关注点的剂量率按公式（11-1）计算：

$$\dot{H}_1=\frac{H_0\times B}{R^2} \quad （11\text{-}1）$$

漏射线在关注点的剂量率按公式（11-2）计算：

$$\dot{H}_2=\frac{\dot{H}_L\times B}{R^2} \quad (11\text{-}2)$$

90°散射线在关注点的剂量率按公式（11-3）计算：

$$\dot{H}_3=\frac{H_0\times B}{{R_s}^2}\times\frac{F\times a}{{R_0}^2} \quad （11\text{-}3）$$

对于漏射线束和散射线束，给定屏蔽物质厚度 X 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式（11-4）计算：

$$B=10^{-X/TVL} \quad （11\text{-}4）$$

对于有用线束，参照《辐射防护导论》（方杰主编，第 102 页）公式 3.52 和公式 3.53，给定屏蔽物质厚度 X 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式（11-5）计算：

$$B=10^{-\frac{X+（TVL-TVL_1）}{TVL}} \quad （11\text{-}5）$$

式中 TVL_1 和 TVL 为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度。参考《辐射防护导论》图 3.24，管电压 190kV 时，铅对宽束 X 射线的平衡什值层大于第一什值层，因此式中 $TVL-TVL_1\geq 0$，为保守估算，本项目 $TVL-TVL_1$ 取值为 0。

式中：

H_0	距辐射源点 1m 处剂量率，单位为 μGy/h，参考 GBZ/T250 表 B.1，Gy 与 Sv 按等量值进行屏蔽计算；
B	屏蔽透射因子；
R	辐射源点至关注点的距离，单位为 m；
R_s	散射体至关注点的距离，单位为 m；
X	屏蔽物质厚度，单位为 mm；
TVL	屏蔽物质的平衡什值层，单位为 mm；

TVL_1 第一个什值层厚度，单位为 mm；

$\dot{H}_L$ 距辐射源点 1m 处射线发生器组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 μSv/h；

F R_0 处的辐射野面积，单位为 m^2；

a 散射因子，入射辐射被单位面积（$1m^2$）散射体到其 1m 处的散射辐射剂量率的比，根据（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.3 保守取值。

R_0 辐射源点至散射体的距离，单位为 m。

本项目工业 CT 有用线束固定朝人员正视工业 CT 装载门的右侧照射（以方位作为参照，有用线束朝北侧照射），有用线束角度为 30°，固定照射右侧屏蔽体，因此对关注点 A 考虑有用线束的辐射影响，其余关注点主要考虑泄漏线束和散射线束的辐射影响。计算有关参数的选取列于表 11-1，透射因子有关参数的选取及计算结果列于表 11-2，源项参数见表 9。

表 11-1 计算参数一览表

方位	关注点	R(m)	R_s(m)	F(m^2)	a	R_0(m)
北侧	A（右侧）	1.6	/	/	/	/
东侧	B（正面）	0.95	0.95	0.0005	0.0475	0.05
操作位	C（左侧）	1.3	1.3	0.0005	0.0475	0.05
南侧	D（左侧）	1.15	1.15	0.0005	0.0475	0.05
西侧	E（背面）	0.88	0.88	0.0005	0.0475	0.05
顶部	F（顶部）	1.0	1.0	0.0005	0.0475	0.05

注：1.Rs 近似取 R 值；

2.R_0 为出束口至载物台的最小距离；

3.辐射野面积 F 根据 R_0 和有用线束角计算得到。

表 11-2 透射因子计算参数及结果一览表

方位	关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL 值	透射因子 B
北侧	A（右侧）	10mmPb	有用线束	1.312	2.4E-08
东侧	B（正面）	10mmPb	泄漏线束	1.312	2.4E-08
			散射线束	0.96	3.8E-11
操作位	C（左侧）	6mmPb	泄漏线束	1.312	2.7E-05

			散射线束	0.96	5.6E-07
南侧	D（左侧）	6mmPb	泄漏线束	1.312	2.7E-05
			散射线束	0.96	5.6E-07
西侧	E（背面）	10mmPb	泄漏线束	1.312	2.4E-08
			散射线束	0.96	3.8E-11
顶部	F（顶部）	10mmPb	泄漏线束	1.312	2.4E-08
			散射线束	0.96	3.8E-11

注：按照（GBZ/T250-2014），有用线束和泄漏线束的TVL值按内插法取值，散射线束的TVL值取150kV对应值。

11.1.3 计算结果

根据以上计算公式和计算参数，各屏蔽面外关注点及操作台的辐射剂量率估算结果列于表11-3。

表11-3 关注点辐射剂量率水平估算结果（单位：μSv/h）

方位	关注点	控制值	$\dot{H}_1$	$\dot{H}_2$	$\dot{H}_3$	$\dot{H}$
北侧	A（右侧）	2.5	1.3E-02	/	/	1.3E-02
东侧	B（正面）	2.5	/	6.6E-05	6.2E-07	6.7E-05
操作位	C（左侧）	2.5	/	4.0E-02	4.9E-03	4.4E-02
南侧	D（左侧）	2.5	/	5.1E-02	6.3E-03	**5.7E-02**
西侧	E（背面）	2.5	/	7.7E-05	7.3E-07	7.8E-05
顶部	F（顶部）	2.5	/	6.0E-05	5.6E-07	6.0E-05

注：次屏蔽方向的剂量率$\dot{H}$由$\dot{H}_2$和$\dot{H}_3$叠加得到。

从表11-3可以看到，本项目工业CT屏蔽体外0.3m关注点及操作台处的辐射剂量率估算值最高约5.7E-02μSv/h，不大于2.5μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量率控制要求。

11.2 人员受照剂量分析

根据表11-3的关注点辐射剂量率估算结果，本报告以操作位估算值作为辐射

工作人员的受照剂量率，以工业 CT 四周对应方向关注点辐射剂量率的值，并按照“辐射水平与距离平方成反比”估算保护目标的受照剂量率，按照公式（11-6）估算有效受照剂量，估算结果见表 11-4。

$$E = \frac{\dot{H} \cdot r_g^{\,2}}{(r_b + r_g - 0.3)^2} \times t \times T \qquad (11\text{-}6)$$

式中：

E——保护目标的受照剂量，单位为 μSv/周和 mSv/a；

$\dot{H}$——关注点的辐射剂量率，单位为μSv/h；

r_g——关注点至辐射源的距离，单位为 m；

r_b——保护目标分布场所边界至屏蔽体边界的距离，m；

t——出束时间，单位为 h；

T——保护目标的居留因子，选取参照（GBZ/T250-2014）附录 A 中表 A.1。

表 11-4 保护目标受照剂量估算结果

方位	场所	保护目标	关注点剂量率(μSv/h)	r_g(m)	r_b(m)	居留因子	周出束时间(h)	年出束时间(h)	周剂量当量(μSv/周)	年有效剂量(mSv/a)
本项目场所	CT 室	辐射工作人员	4.4E-02（C）	1.3	0.3	1	18	360	**8.0E-01**	**1.6E-02**
东侧	会议室	公众	6.7E-05（B）	0.95	3.0	1/5	18	360	1.6E-05	3.3E-07
	电房	公众		0.95	12	1/10	18	360	6.8E-07	1.4E-08
	冲击试验机室	公众		0.95	12	1	18	360	6.8E-06	1.4E-07
	扭转试验机室	公众		0.95	18	1	18	360	3.1E-06	6.2E-08
	院区道路	公众		0.95	22	1/10	18	360	2.1E-07	4.2E-09
南侧	走道	公众	5.7E-02（D）	1.15	4.8	1/10	18	360	4.2E-03	8.5E-05
	中庭	公众		1.15	8.0	1/5	18	360	3.5E-03	6.9E-05
	卫生间	公众		1.15	14	1/10	18	360	6.1E-04	1.2E-05
	光测试验室	公众		1.15	21	1	18	360	2.8E-03	5.7E-05
	理论力学试验室	公众		1.15	22	1	18	360	2.6E-03	5.2E-05
	电测试验室	公众		1.15	26	1	18	360	1.9E-03	3.7E-05
	楼梯间	公众		1.15	30	1/10	18	360	1.4E-04	2.8E-06
	门厅	公众		1.15	36	1/10	18	360	1.0E-04	2.0E-06
	休闲花园	公众		1.15	38	1/10	18	360	9.0E-05	1.8E-06
西侧	海洋岩土工程实验室	公众	7.8E-05（E）	0.88	2.0	1	18	360	1.6E-04	3.3E-06
	值班室	公众		0.88	14	1	18	360	5.1E-06	1.0E-07

	风机房	公众		0.88	19	1/10	18	360	2.8E-07	5.7E-09
	楼梯间	公众		0.88	22	1/10	18	360	2.1E-07	4.3E-09
	门厅	公众		0.88	31	1/10	18	360	1.1E-07	2.2E-09
	D3c 栋教学楼	公众		0.88	40	1	18	360	6.6E-07	1.3E-08
北侧	院区道路	公众	1.3E-02（A）	1.6	4.0	1/10	18	360	2.2E-03	4.4E-05
	108 办公室	公众		1.6	6.5	1	18	360	**1.0E-02**	**2.0E-04**
	109 办公室	公众		1.6	10	1	18	360	4.8E-03	9.7E-05
	110 办公室	公众		1.6	13	1	18	360	3.0E-03	6.1E-05
	111 办公室	公众		1.6	15	1	18	360	2.3E-03	4.7E-05
	112 办公室	公众		1.6	18	1	18	360	1.7E-03	3.3E-05
	楼梯间	公众		1.6	27	1/10	18	360	7.7E-05	1.5E-06
	草地	公众		1.6	27	1/10	18	360	7.7E-05	1.5E-06
	院区道路	公众		1.6	35	1/10	18	360	4.7E-05	9.4E-07
2 层	实验室	公众	6.0E-05（F）	1	4.5	1	18	360	4.0E-05	8.0E-07
3~5 层	实验室	公众		1	9.0	1	18	360	1.2E-05	2.3E-07

表 11-4 显示，根据理论估算，本项目评价范围内辐射工作场所的周最大剂量当量为 8.0E-01μSv/周，公众场所的周最大剂量当量为 1.0E-02μSv/周，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的“对放射工作场所，其值不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/周”的要求。本项目评价范围内辐射工作人员年最大有效剂量为 1.6E-02mSv/a，公众年有效最大有效剂量为 2.0E-04mSv/a，满足“辐射工作人员不超过 5mSv/a、公众不超过 0.25mSv/a”的年有效剂量约束要求，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故类型

本项目可能存在的辐射事故类型如下：

a. 门机联锁装置发生故障，装载门未关的情况下射线出束，导致屏蔽体外的工作人员受到不必要的照射；

b. 装置维修维护时，在没有采取可靠的断电措施意外开启射线发生器，导致维修维护人员被误照射。

以上事故情形均属于在无有效辐射防护屏蔽情况下，辐射工作人员遭受意外照射，辐射工作人员在工作期间或维修人员在检修期间，均要求佩戴个人剂量报警仪，个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，一旦发生辐射事故，工作人员立即断电，射线装置停止出束。

本项目可能发生的最大辐射事故为：人员维修维护（距辐射源点约 1m 处）时，设备意外出束，受到有用线束的直接照射。假设人员从开始受照至个人剂量报警仪报警并采取断电措施的持续时长为 10s，根据表 9-2，有用线束距辐射源点 1m 处最大剂量率为 400μGy/s，计算可得单次事故下人员受照剂量为 4.0mSv。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）第四十条关于辐射事故等级的规定，“射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射”为一般辐射事故。本项目上述事故情景下人员受照剂量（4.0mSv）低于职业照射年有效受照剂量约束值（5mSv/a），远未达到导致急性健康效应的剂量水平。因此，本项目可能发生的辐射事故等级不会超过一般辐射事故，极端情况下，本项目可能发生的辐射事故为“射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度辐射病、局部器官残疾”可能发生的潜在辐射事故为较大辐射事故。

11.3.2 事故预防措施

（1）建设单位应定期对设备的各个安全装置进行检修和维护。

（2）在辐射工作期间正确佩戴个人剂量报警仪，并定期检查个人剂量报警仪的运行情况。

（3）设备的检修和维护工作应由具有资质的设备厂家工作人员来进行，检修

时应采取可靠的断电措施，切断需检修设备上的电器电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修，禁止合闸”安全标志。

（4）发生事故的风险主要在于建设单位的辐射安全管理情况，建设单位应定期完善辐射安全管理规章制度、操作规程，并严格执行。让辐射工作人员增强辐射安全意识，尽量避免辐射事故的发生。

11.3.3 事故应急措施

一旦发生辐射事故，必须马上停机，切断总电源开关，对受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施。其次对设备、设施进行安全检查，确定其功能和安全性能。

事故发生后，立即启动本单位的辐射事故应急方案，按照事故应急响应程序处理，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或者可能造成人员超剂量照射时，还应同时向当地卫生健康部门报告。事故处理完成后，应查找事故原因，分清事故责任，避免该类事故的再次发生。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用II类射线装置的，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。

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：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。

建设单位设置了辐射安全管理机构，负责学校整体的辐射安全管理。本次扩建后，在现有管理机构基础上，新增了海洋科学与工程学院负责人。管理机构构成与职责如下：

表 12-1 辐射安全管理机构

职责	姓名	职务	部门
辐射防护负责人	宋小飞	副处长	资产与实验室管理处
成员	晏锦	科长	资产与实验室管理处
	王业斌	科员	资产与实验室管理处
	江伟	高级实验师	机械与汽车工程学院
	阮涛	实验师	化学与化工学院
	黄健	主管	分析测试中心
	谭洁莹	副主任医师	华南理工大学校医院
	吕明	教授	材料科学与工程学院
	古美美	实验师	医学院
	益瑞涵	处长	资产与实验室管理处
	孙江文	院长	华南理工大学校医院
	申志超	教授	海洋科学与工程学院

管理机构职责：

（1）结合本单位实际负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度，并组织实施；

（2）做好本单位辐射工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管

理以及辐射防护档案的建立与管理等工作；

（3）组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；

（4）定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

小结：建设单位按照相关法规的要求成立了辐射安全与环境保护管理机构，明确了管理机构职责，符合相关法规的要求。

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》的相关规定，使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应建立和实施放射防护管理制度和措施。

建设单位制定了《华南理工大学辐射安全管理制度》，包含了《辐射安全管理机构及其职责》、《辐射安全和安全保卫制度》、《岗位职责》、《安全操作规程》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射监测方案》、《辐射工作人员职业健康监护和个人剂量管理制度》、《放射性同位素使用登记制度》、《放射性同位素盘点、监测及报告制度》、《放射性同位素报废与注销制度》、《射线装置维修维护制度》、《辐射事故应急处理预案》等内容，针对本次扩建项目，建设单位进一步完善了操作规程、辐射监测计划、人员培训计划、辐射事故应急处理预案等的相关内容。

小结：建设单位制定的辐射安全管理制度较全面，易实行，可操作性强。一旦发生辐射事故时，可迅速应对，满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求。

12.3 辐射工作人员

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、

销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照生态环境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。

根据生态环境部 **2019** 年 **12** 月 **24** 日印发的《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》的规定：自 **2020** 年 **1** 月 **1** 日起，辐射安全上岗培训应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（网址：**http://fushe.mee.gov.cn**）学习相关知识、报名并参加考核，考核成绩单有效期 **5** 年。

本项目拟配置 2 名辐射工作人员，均为操作人员。拟在项目筹备阶段安排工作人员通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护知识培训和考核，考核类别为“X 射线探伤”，考核通过后方可从事辐射工作。辐射防护负责人应通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护知识培训和考核，考核专业为“辐射安全管理”。

小结：建设单位制定的辐射工作人员培训计划满足相关法律法规的要求。

12.4 辐射监测计划

12.4.1 工作人员个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以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。应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案；个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

根据《职业性外照射个人监测规范》（**GBZ128-2019**）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

建设单位将按照有关要求，对辐射工作人员上岗前进行职业健康检查，经检查合格后方可从事辐射工作；委托有资质的第三方检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，为辐射工作人员各配备 1 个个人剂量计，配备 1 个本底个人剂量计用作对照。工作人员按要求佩戴检测机构发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期最长不超过 3 个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

小结：建设单位制定的个人剂量监测计划满足相关法律法规的要求。

12.4.2 工作场所辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：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。

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

建设单位将委托检测机构对辐射设备的环境辐射水平进行年度检测，年度检测数据应作为本单位的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于次年 1 月 31 日前上报环境行政主管部门。

建设单位拟使用便携式 X-γ 剂量率仪定期（每个月 1 次）对辐射工作场所周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

小结：建设单位制定的工作场所辐射监测计划满足相关法律法规的要求。

辐射监测计划一览表见表 12-2。

表 12-2 辐射监测计划一览表

监测对象	监测计划	监测因子	监测周期	实施机构
辐射工作人员	个人剂量监测	个人外照射剂量	1 次/3 个月	有资质的检测机构
工作场所	年度监测	设备外周围剂量当量率	1 次/年	有资质的检测机构
	日常监测	设备外周围剂量当量率	1 次/月	建设单位

12.4.3 工作场所辐射监测方案

（1）检测仪器

本项目用于日常辐射监测的仪器配置一览表见表 12-3。

表 12-3 辐射监测仪器一览表

名称	数量	报警值
个人剂量报警仪	2 台	2.5μSv/h
便携式剂量率仪	1 台	2.5μSv/h

（2）监测因子和控制要求

本项目的监测因子：周围剂量当量率，参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，本项目工业 CT 屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率的控制值为 2.5μSv/h。

（3）检测布点要求及位置

参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，射线装置的放射防护检测应在额定工作条件下，主屏蔽应在没有工件时进行，副屏蔽应在有工件时进行，应首先进行装置整体的辐射水平巡测，以发现可能出现的高辐射水平区，然后再定点检测。定点位置应包括：

a) 通过巡测，发现辐射水平异常高的位置；

b) 装载门和检修门外 30cm 处上、下、左、中、右侧各 1 个点；

c) 屏蔽体外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个面至少测 3 个点；

d) 操作位；

e) 人员经常活动的位置。

（4）检测异常处理

日常监测和年度监测时，一旦发现设备外周围剂量当量率超过 2.5μSv/h，应立即停止辐射工作，查找原因，进行整改。整改好、并经检测确认辐射水平合格后，方可继续工作。如发现设备外周围剂量当量率没有超过 2.5μSv/h，但监测结果异常偏高，在条件允许的情况下，也需停止辐射工作，查找原因，进行整改。整改好、并

经检测确认辐射水平在日常的监测水平后，可恢复正常工作。

12.5 辐射安全年度评估计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：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，并于次年 1 月 31 日前向相关机关提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

（1）辐射安全和防护设施的运行与维护情况；

（2）辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；

（3）辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；

（4）放射性同位素进出口、转让或者送贮情况以及放射性同位素、射线装置台账；

（5）场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；

（6）辐射事故及应急响应情况；

（7）核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；

（8）存在的安全隐患及其整改情况；

（9）其他有关法律、法规规定的落实情况。

12.6 辐射事故应急

按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求：应制定辐射事故应急预案。

建设单位制定了《辐射事故应急预案》，该《预案》主要包括：辐射事故应急机构与其职责、应急处理要求、辐射事故分类与应急原则、辐射事故应急处理程序及报告制度、人员培训和演习计划、辐射事故的调查等内容。

12.6.1 辐射事故应急机构

建设单位成立了辐射事故应急机构，成员组成如表 12-4 所示。

表 12-4 辐射事故应急机构组成一览表

职责	姓名	职务	部门
组长	宋小飞	副处长	资产与实验室管理处
成员	晏锦	科长	资产与实验室管理处
	王业斌	科员	资产与实验室管理处
	江伟	高级实验师	机械与汽车工程学院
	阮涛	实验师	化学与化工学院
	黄健	主管	分析测试中心
	谭洁莹	副主任医师	华南理工大学校医院
	吕明	教授	材料科学与工程学院
	古美美	实验师	医学院
	益瑞涵	处长	资产与实验室管理处
	孙江文	院长	华南理工大学校医院
	申志超	教授	海洋科学与工程学院

12.6.2 辐射事故应急小组分工及职责

辐射事故应急机构的组长为辐射事故应急第一责任人。主要职责为：

（1）贯彻执行国家核辐射事故应急处理工作的法律、法规及方针政策。

（2）负责本单位辐射事故应急预案的审定和组织实施。

（3）组织、协调和指挥本单位应急准备和应急响应工作，包括组织事故调查、评价，审定事故应急处理报告等工作。

（4）发生辐射应急事故时，向生态环境主管部门和卫生部门报告工作。

其他成员主要职责为：

（1）定期组织开展辐射事故应急培训及演练。

（2）发生辐射应急事故时，及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查，出现事故后应尽快有组织有计划的处理，减少事故损失。

（3）向辐射事故应急机构报告应急处理工作情况提出控制辐射事故危害，保

障员工安全与健康，保护环境等措施建议。

（4）协助上级应急监测组开展辐射监测和评价工作。

（5）事故处理后对辐射事故进行记录及整理相关资料。

12.6.3 人员培训和演习计划

为使参加应急处理的人员能熟悉和掌握应急预案的内容，保持迅速、正确、有效地执行应急技能和知识，提高辐射工作人员应对突发事件的能力，应进行培训和演练。

（1）人员培训

培训对象包括应急小组成员、辐射工作人员。

培训内容包括应急原则和实施程序，辐射安全与防护专业知识，可能出现的辐射事故及辐射事故经验和教训，辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

（2）演练计划

辐射事故应急小组须定期（每年一次）组织本单位应急演练，提高辐射事故应急处理能力，并通过演练逐步完善应急预案。

小结：建设单位按要求成立了辐射事故应急机构，明确了应急分工和职责，制定的《华南理工大学辐射事故应急预案》具有可操作性，保证在发生辐射事故时，做到责任和分工明确，能够迅速、有序处理。

12.7 竣工环境保护验收要求

12.7.1 责任主体

根据《建设项目环境保护管理条例》规定："编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。"建设单位应承担本项目竣工环境保护验收的主体责任。

12.7.2 工作程序

根据《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023），核技术利用项目竣工环境保护验收工作流程主要包括：验收自查、验收监测工作和后续工作，其中验收监测工作可分为验收监测、验收监测报告编制两个阶段；后续工作包括提出验收意见、编制“其他需要说明的事项”、形成验收报告、公开相关信息并建立档案四个阶段。

12.7.3 时间节点

本项目竣工后，建设单位应按照相关程序和要求，在项目竣工后组织自主竣工环保验收，验收期限一般不超过 3 个月。验收报告编制完成后按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的要求，公开验收报告，公示的期限不少于 20 个工作日。验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台进行备案。

12.7.4 验收清单

本项目竣工环境保护验收“三同时”清单见表 12-3。

表 12-3 竣工环境保护“三同时”验收清单

验收内容	验收要求
辐射安全与防护措施	本项目装载门和检修门各使用 2 个安全互锁传感器为门机联锁装置。
	在工业 CT 的正面张贴电离辐射警告标识，CT 室门口拟张贴“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”中文警示说明。 工业 CT 顶部设有工作状态指示灯，在 CT 室内醒目位置张贴射线装置信号指示意义的中文说明。
	工业 CT 正面设有 1 个设备总开关、1 个启动开关、1 个射线发生器钥匙开关、1 个使能开关、1 个急停按钮。
	为每名辐射工作人员各配备 1 个个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪。
	布局：工业 CT 有用线束固定朝人员正视工业 CT 装载门的右侧照射（以方位作为参照，有用线束朝北侧照射），操作台设在工业 CT 正面左侧，避开了有用线束方向。 分区和管控措施：建设单位拟将工业 CT 屏蔽体内部区域划为控制区，控制区通过实体屏蔽、急停装置、门机联锁装置等进行控制。将控制区外整个 CT 室划为监督区，监督区通过门禁和警示说明等进行管理。
“三废”的治理	工业 CT 顶部设有 1 个机械排风装置，排风量为 $3m^3/min$，工业 CT 内部体积约为 $5.4m^3$，排风扇在工作期间保持开启，可

	确保工业 CT 内部每小时有效通风换气次数为 33 次。 CT 室设置有通风系统，风量为 1000m^3/h，CT 室体积约 245.7m^3，可确保 CT 室内部每小时有效通风换气次数约为 4 次，CT 室通风系统排风口设置在天台，不属于人员密集的区域。
辐射安全管理措施	设立辐射安全管理机构，辐射防护负责人通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护知识培训和考核，考核专业为“辐射安全管理”，明确职责与分工，明确职责与分工。
	制定相应的辐射安全管理规章制度和应急预案，制度应张贴在墙面显眼位置。
	配置 2 名辐射工作人员，须通过“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护知识培训和考核，取得考核通过证书。
	对辐射工作人员上岗前进行职业健康检查，经检查合格后方可从事辐射工作。委托第三方监测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，为每个人配备个人剂量计，定期回收读出个人有效剂量，监测周期为 3 个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。
周围剂量当量率监测情况	屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

表 13 结论与建议

13.1 结　论

华南理工大学拟将广州市番禺区兴业大道东 777 号广州国际校区海洋科学与工程学院 D3d 栋一层 D120-2 室设置为 CT 室，在内安装 1 台 nanoVoxel 3500 型工业 CT，用于岩体土样的微观结构无损检测。本项目属于核技术利用扩建项目，选址合理。

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

辐射安全与防护分析表明，本项目射线装置的辐射屏蔽设计方案、工作场所布局和分区、各项辐射安全与防护措施等均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等国家相关标准的要求。辐射安全管理措施分析表明，建设单位制定了较完善的辐射安全管理规章制度和辐射事故应急预案，人员培训和辐射监测计划等均符合相关法规的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

理论分析表明，项目正常运行时，射线装置实体屏蔽体外关注点的辐射水平均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的周围剂量当量率控制要求。辐射工作人员及公众的有效受照剂量分别低于职业照射和公众照射剂量约束值，满足国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

13.1.3 可行性分析结论

本项目的投产有助于建设单位进一步提升科研实力，促进高水平科研成果产出，为解决南海重大工程中的岩土问题提供强有力的设备保障，其所造成的辐射影响轻微、可控。本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类中的“十四、机械 1.科学仪器和工业仪表：工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”类别，符合国家产业政策，从代价和利益的角度考虑，符合辐射实践的正当性。

综上所述，在严格落实本报告提出的各项措施后，本项目运行对工作人员及公众造成的辐射影响能满足国家相关标准限值的要求，从环境保护角度考虑，本次核技术利用建设项目的建设是可行的。

13.2 建　议

（1）结合后期运行和管理情况，不断完善辐射安全管理规章制度和辐射事故应急预案，使之更具有实操性和针对性。

（2）定期做好辐射事故应急人员培训和应急演练。

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

附件 1：项目委托书

委托书

广州星环科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等有关法规，现委托贵司承接《华南理工大学海洋科学与工程学院使用 1 台工业 CT 项目》环境影响评价工作，并按照相关规定编制《华南理工大学海洋科学与工程学院使用 1 台工业 CT 项目环境影响报告表》，完成后提交我单位，便于我单位报送生态环境主管部门办理环评审批手续。

特此委托。

华南理工大学

2025 年 10 月 25 日

附件 2：现有辐射安全许可证

辐射安全许可证

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和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：华南理工大学

统一社会信用代码：12100000425414429R

地　　址：五山路381号

法定代表人：[illegible]

证书编号：粤环辐证[02114]

种类和范围：使用V类放射源；使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置；使用非密封放射性物质、丙级非密封放射性物质工作场所（具体范围详见副本）。

有效期至：2029年10月27日

发证机关：广东省生态环境厅

（公章）

发证日期：2024年12月[illegible]日

中华人民共和国生态环境部监制

辐射安全许可证

（副本）

中华人民共和国生态环境部监制

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和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	华南理工大学			
统一社会信用代码	12100000455414429R			
地　　址	五山路 381 号			
法定代表人	姓　名	唐洪武	联系方式	
辐射活动场所	名　称	场所地址		负责人
	五山校区 20 号楼	广东省广州市天河区五山路 381 号		徐昕荣
	五山校区麟鸿楼	广东省广州市天河区五山路 381 号		吕明
	华南理工大学医院五山院区	广东省广州市天河区五山路 381 号		孙江文
	华南理工大学医院大学城校区	广东省广州市番禺区广州大学城华南理工大学内		孙江文
	华南理工大学医院国际校区	广东省广州市番禺区华南理工大学广州国际校区内		孙江文
	电子电镜中心 X-ray 室	广东省广州市番禺区兴业大道东 777 号广州国际校区 B1c 栋一层		刘诗苑
	医疗器械研究检验中心 CT 检测室	广东省广州市番禺区兴业大道东 777 号广州国际校区 C1c 栋一层		刘佳
	前沿软物质学院 C2b-112	广东省广州市番禺区兴业大道东 777 号广州国际校区 C2b-112		董学会
	同位素实验室	广东省广州市番禺区广州大学城华南理工大学 B2 大楼		古美美
证书编号	粤环辐证[02114]			
有效期至	2029 年 10 月 27 日			
发证机关	广东省生态环境厅　　（盖章）			
发证日期	2024 年 12 月 06 日			

1 / 12

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和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	华南理工大学			
统一社会信用代码	12100000455414429R			
地　　址	五山路 381 号			
法定代表人	姓　名	唐洪武	联系方式	(
辐射活动场所	名　称	场所地址		负责人
	分析测试中心 CT 室	广东省广州市天河区五山路 381 号 31 号楼一层分析测试中心 CT 室		张成毅
	北区科技园 1 号楼 N112	广东省广州市天河区五山路 381 号北区科技园 1 号楼 N112		郑楠
	轻工科学与工程学院制浆造纸工程国家重点实验室 D102 室	广东省广州市天河区五山路 381 号轻工科学与工程学院制浆造纸工程国家重点实验室 D102 室		刘站
	五山校区 10 号楼	广东省广州市天河区五山路 381 号		江伟
	16 号楼 101A	广东省广州市天河区五山路 381 号		阮涛
证书编号	粤环辐证[02114]			
有效期至	2029 年 10 月 27 日			
发证机关	广东省生态环境厅			（盖章）
发证日期	2024 年 12 月 06 日			

（一）放射源

证书编号：粤环辐证[02114]

序号	活动种类和范围					使用台账						备注	
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度（贝可）×枚数	编码	出厂活度（贝可）	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
1	16号楼101A	Co-57	V类	使用	1.85E+9*1								

3 / 12

（二）非密封放射性物质

证书编号：粤环辐证[02114]

序号	活动种类和范围									备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量（贝可）	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	申请单位	监管部门
1	同位素实验室	丙级	In-111	液态	使用	教学科研	5.92E+8	5.92E+6	4.44E+9		
2			H-3	液态	使用	教学科研	3.7E+6	3.7E+4	1.11E+8		
3			Lu-177	液态	使用	教学科研	1.11E+8	1.11E+7	5.55E+9		
4			I-125	液态	使用	教学科研	7.4E+7	7.4E+5	7.4E+9		
5			Tc-99m	液态	使用	教学科研	1.85E+8	1.85E+5	2.77E+10		
6			P-32	液态	使用	教学科研	3.7E+6	3.7E+5	1.11E+8		
7			S-35	液态	使用	教学科研	3.7E+6	3.7E+5	1.11E+8		

4 / 12

（三）射线装置

证书编号：粤环辐证[02114]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台（套）	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数（最大）	生产厂家	申请单位	监管部门
1	北区科技园1号楼N112	X射线衍射仪	III类	使用	1	小角散射装置	Xeuss 2.0	15322209	管电压 70 kV 管电流 3.57 mA	法国 Xenoux 公司		
2	电子电信中心 X-ray 室	工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置	II类	使用	1	工业CT	Xradia 610	8806010725	管电压 160 kV 管电流 0.15 mA	德国蔡司		
3	分析测试中心CT室	工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置	II类	使用	1	工业CT	NanoVoxe 15000	TS22175	管电压 225 kV 管电流 3 mA	天津二类精密仪器股份有限公司		
4	华南理工大学医院大学城校区	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	西门子 MULTIX Impact 亿拍（配置二）DR机	MULTIX Impact 亿拍（配置二）	60022	管电压 150 kV 管电流 800 mA	上海西门子医疗器械有限公司		
5	华南理工	医用诊断	III	使用	1	东软 Neu	NeuVision	NV680B2100	管电压 150	东软医疗系		

5 / 12

（三）射线装置

证书编号：粤环辐证[02114]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台（套）	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数（最大）	生产厂家	申请单位	监管部门
	大学医院国际校区	X射线装置	类			Vision 680	680	04	kV 管电流 1000 mA	股份有限公司		
6		口腔（牙科）X射线装置	III类	使用	1	西诺德 Heliodent Plus D3507 牙片机	Heliodent Plus D3507	4919	管电压 70 kV 管电流 7 mA	Sirona Dental Systems GmbH		
7	华南理工大学医院五山院区	医用诊断X射线装置	III类	使用	3	Discovery Wi 双能X线骨密度仪	Discovery Wi	89026	管电压 160 kV 管电流 10 mA	HOLOGIC, INC.		
						广州七喜 DRX-560A 体检车	DRX-560A	301652306010 0113	管电压 150 kV 管电流 710 mA	广州七喜医疗设备有限公司		
						数字化医用X射线摄影系统（DR）Multix Select DR	Multix Select DR	30254	管电压 133 kV 管电流 640 mA	上海西门子医疗器械有限公司		
8		医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	使用	1	西门子 SOMATOM go.Top CT	SOMATOM go.Top	165720	管电压 140 kV 管电流 825 mA	上海西门子医疗器械有限公司		

6 / 12

（三）射线装置

证书编号：粤环辐证[02114]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台（套）	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数（最大）	生产厂家	申请单位	监管部门
9		口腔（牙科）X射线装置	III类	使用	2	口腔内成像X射线机 Planmeca ProX	Planmeca proX	PX030904	管电压 70 kV 管电流 8 mA	Planmeca Oy		
						Veraviewepocs -X550 口腔全景、头颅及体层摄影设备	X550	DI4102	管电压 90 kV 管电流 10 mA	株式会社莫田制作所		
10	前沿软物质学院 C2b-112	X射线衍射仪	III类	使用	1	小角散射装置	Xeuss 3.0	23470107	管电压 70 kV 管电流 4.3 mA	法国 Xenoes 公司		
11	轻工科学与工程学院制浆造纸工程国家重点实验室 D102 室	自屏蔽式X射线探伤装置（使用）	III类	使用	1	X射线检测装置	NanoVoxel 1000	TS23113	管电压 100 kV 管电流 0.2 mA	天津三英精密仪器股份有限公司		
12	同位素实验室	兽用X射线装置	III类	使用	1	SPECT/CT	nanoScan	Medison	管电压 90 kV 管电流 1 mA	海北京医学成像系统公司		
13		兽用X射	III	使用	1	生物学X射线	X-RAD	X-RAD320	管电压 320	美国 PXI		

7 / 12

（三）射线装置

证书编号：粤环辐证[02114]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台（套）	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数（最大）	生产厂家	申请单位	监管部门
		线装置	类			辐照仪	320		kV 管电流 12.5 mA	公司		
14	五山校区10号楼	工业用X射线探伤装置	II类	使用	1	伽玛数 MU2000-320kV-XL 实时射线数字检测系统	MU2000-320kV-XL	MU2000-320kV-XL	管电压 320 kV 管电流 5.6 mA	德国依科视朗公司		
15	五山校区20号楼	其他不能被豁免的X射线装置	III类	使用	1	日立 Hitachi3700 型扫描电子显微镜	Hitachi3700	Hitachi3700	管电压 30 kV 管电流 0.096 mA	日本日立仪器公司		
16		其他不能被豁免的X射线装置	III类	使用	1	岛津 EPMA-1600 型电子探针	EPMA-1600	Q119443002 10x4	管电压 30 kV 管电流 0.2 mA	岛津企业管理(中国)有限公司		
17		X射线荧光仪	III类	使用	1	帕纳科 Axios PW4400 型X射线荧光光谱仪	Axios PW4400	Axios PW4400	管电压 60 kV 管电流 66 mA	荷兰帕纳科分析仪器公司		
18	五山校区 [illegible]楼	其他不能被豁免的X射线装置	III类	使用	1	帕纳科 X'Pert Pro MPD 型 X射线分析仪	X'Pert Pro MPD	EPMA-1600	管电压 40 kV 管电流 40 mA	荷兰帕纳科分析仪器公司		

8 / 12

（三）射线装置

证书编号：粤环辐证[02114]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台（套）	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数（最大）	生产厂家	申请单位	监管部门
19	医疗器械研究检验中心CT检测室	工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置	II类	使用	2	工业CT	Xradia 620	8806010734	管电压 160 kV 管电流 0.15 mA	德国蔡司		
						工业CT	Metrotom 800	147123070116	管电压 225 kV 管电流 3 mA	德国蔡司		

9 / 12

附件 3：原有项目环评和验收文件

审 批

省级环保部门审批意见：

关于华南理工大学核技术应用项目环境影响报告表（06HP750）的审批意见：

同意广州市环保局的初审意见，原则同意该项目的建设。项目地点为广州市天河区五山路 381 号,内容为使用四台Ⅱ类射线装置（X 射线探伤机）和八台Ⅲ类射线装置，使用一枚Ⅴ类 ^{63}Ni 放射源（3.7X10^{8}Bq）。建设中应严格执行环境保护“三同时”制度并落实环境影响报告文件中提出的辐射防治与辐射安全管理和各项措施，严格落实《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准有关辐射防护和安全要求，X 射线探伤机使用应落实《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ117-2006）的有关要求，并做好以下有关工作：

一、强化安全意识，明确安全责任，完善各项安全管理制度，确保放射源的安全和射线装置的安全使用；

二、切实落实各项安全保卫和辐射防护措施，加强探伤作业的防护和监测，严格落实分区管理，探伤室门-机安全联锁装置和照射信号指示装置须确保有效可靠；切实加强放射源安全管理；

三、建立健全辐射监测制度，落实监测方案，建立监测档案；

四、落实人员剂量管理制度，建立个人剂量档案；

五、制订事故应急预案，加强人员培训。

项目建成后，你单位应按规定的程序向环境保护主管部门申请项目竣工环境保护验收，防治污染的设施须经我局验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

经办人签字 单位盖章

2008年12月8日

广东省环境保护厅文件

粤环审〔2014〕128号

广东省环境保护厅关于华南理工大学核技术应用项目竣工环境保护验收意见的函

华南理工大学:

你校核技术应用项目竣工环境保护验收申请及有关材料收悉。我厅对该项目进行了竣工环境保护验收现场检查，并将该项目环境保护执行情况在广东省环境保护厅公众网（http://www.gdep.gov.cn）进行了公示。公示期间未收到群众的投诉和反对意见。经研究，现提出验收意见如下:

一、华南理工大学核技术应用项目位于广州市天河区五山路381号。本次核技术应用项目内容为：使用X射线探伤机3台，X射线实时成像设备1台，属于II类射线装置；使用X射线衍射

仪、X 射线分析仪等射线装置 6 台，属III类射线装置。

二、广东省环境辐射监测中心编制的《华南理工大学建设项目竣工环境保护验收监测报告表》粤环辐验监字（2014）第 B016 号表明：

华南理工大学探伤室周围辐射剂量率监测结果满足《工业 X 射线探伤卫生防护标准》（GBZ117-2006）的要求；X 射线衍射仪周围辐射剂量率监测结果满足《X 射线衍射仪和荧光分析仪卫生防护标准》（GBZ115-2002）的要求；工作人员的受照剂量和公众估算受照剂量满足《电离辐射防护与辐射源防护基本标准》（GB18871-2002）的要求。

三、该项目执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，申领了辐射安全许可证，设置了辐射安全管理机构，制定了辐射防护和环境保护规章制度，建立了辐射事故应急预案，配备了个人防护用品，基本落实了各项防护措施和辐射安全措施，竣工环境保护验收合格。

四、项目投入运行后应做好以下工作：

（一）进一步完善辐射安全管理机构，强化安全意识；及时组织辐射工作人员参加辐射安全工作人员培训，做到持证上岗；进一步加强工作人员个人剂量管理，每 3 个月监测 1 次并建立剂量档案。

（二）完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射应急预案，每年对环境辐射水平进行监测，对核技术应用项目的使用安全和

防护状况进行年度评估；每年1月31日前向我厅报送上一年度的安全与防护年度评估报告。

五、该项目日常的环境保护监管工作由广州市环保局负责。

广东省环境保护厅

2014年6月9日

抄送：广州市环保局，广东省环境辐射监测中心。

广东省环境保护厅办公室　　2014年6月9日印发

广东省环境保护厅文件

粤环审〔2014〕421号

广东省环境保护厅关于华南理工大学核技术应用扩建项目环境影响报告表的批复

华南理工大学:

你单位报批的《核技术应用项目环境影响报告表》(以下简称报告表，编号12FSHP131)、广州市环境保护局对项目的初审意见和省环境辐射监测中心的评估意见收悉。经研究，批复如下:

一、你单位核技术应用项目位于广州市天河区五山路381号华南理工大学10号楼。项目内容为：在10号楼一楼中部的焊接与无损探伤实验室内新增使用1套MU2000-320kV-XL实时射线数字检测系统(属II类射线装置)，用作研究生课程实验手段和论文工作中金属材料成形方向探伤检测的实验、试验设备。

二、根据报告表的评价结论，我厅同意你单位按照报告表中所列项目的性质、地点、设备型号、规模及环境保护措施要求建设该项目。

三、项目应认真落实报告表提出的各项污染防治和辐射防护措施，并重点做好以下工作：

（一）健全健全辐射安全各项管理制度和操作规程，辐射安全管理人员和辐射工作人员定期接受辐射安全与防护培训并持证上岗。

（二）严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业X射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ117-2006）等的要求做好工业探伤工作的辐射防护和安全工作，落实各项辐射防护和安全措施。

（三）严格探伤工作的分区管理，划分监督区和控制区；加强安全联锁装置的运行维护，确保安全可靠。

（四）落实监测计划，配备辐射测量仪器定期对工作场所和周围环境进行辐射剂量率监测并建立监测档案；工作人员工作时应佩戴个人剂量报警仪和个人剂量计，剂量计监测按每季度1次进行，建立个人剂量档案。

（五）你单位工业探伤项目剂量管理目标值：工作人员剂量控制值低于5毫希沃特/年，公众剂量控制值低于0.25毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工

程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应申领辐射安全许可，并按规定的程序向我厅申请项目竣工环境保护验收。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由广州市环境保护局负责。

广东省环境保护厅

2014 年 12 月 12 日

抄送：广州市环境保护局，省环境辐射监测中心，广东省环境科学研究院。

广东省环境保护厅办公室　　2014年12月12日印发

广东省环境保护厅

粤环审〔2017〕507号

广东省环境保护厅关于华南理工大学核技术利用扩建项目竣工环境保护验收意见的函

华南理工大学:

你单位核技术利用扩建项目竣工环境保护验收申请及有关材料收悉。我厅对该项目进行了竣工环境保护验收现场检查，并将该项目环境保护执行情况在广东省环境保护公众网（http://www.gdep.gov.cn）进行了公示。公示期间未收到群众的投诉和反对意见。经研究，现提出验收意见如下:

一、华南理工大学核技术利用扩建项目位于广州市天河区五山路381号华南理工大学10号楼。本次核技术利用项目验收内容

为：在华南理工大学10'号楼一楼焊接与无损探伤实验室中使用1套MU2000-320kV-XL实时射线数字检测系统（属Ⅱ类射线装置）进行科研和教学培训，探伤类型为探伤室探伤。

二、广东省环境辐射监测中心编制的《建设项目竣工环境保护验收监测报告表》（粤环辐验监字[2017]第B083号）表明：

华南理工大学焊接与无损探伤实验室周围辐射剂量率监测结果满足《工业X射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ117-2006）的要求，同时满足《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的要求。辐射工作人员的受照剂量和公众的受照剂量估算结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求，也满足核技术利用项目环境影响报告表提出的剂量管理目标值的要求。

三、该项目执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，设置了辐射安全管理机构，制定了辐射防护和环境保护规章制度，建立了辐射事故应急预案，申领了辐射安全许可证，基本落实了各项防护措施和辐射安全措施，竣工环境保护验收合格。

四、项目投入运行后应做好以下工作：

（一）进一步完善辐射安全管理机构，强化安全意识；及时组织辐射工作人员参加辐射安全工作人员培训，做到持证上岗；进一步加强工作人员个人剂量管理，每3个月监测1次并建立剂量档案；

（二）完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射应急预案，

每年1月31日前向我厅报送上一年度的安全与防护年度评估报告。

五、该项目日常的环境保护监管工作由广州市环境保护局负责。

广东省环境保护厅

2017年9月29日

抄送：广州市环境保护局，广东省环境辐射监测中心。

广东省环境保护厅办公室　　2017年9月29日印发

广东省环境保护厅

粤环审〔2018〕64号

广东省环境保护厅关于华南理工大学核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复

华南理工大学:

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》(以下简称报告表，编号17FSHP029)等材料收悉。经研究，批复如下:

一、你单位核技术利用扩建项目位于广州市番禺区外环东路382号华南理工大学城校区内。本项目的内容为:

(一)在大学城校区B2医学院大楼一楼西南侧建设同位素

实验室开展放射性同位素实验，配置1台SPECT/CT（属Ⅲ类射线装置），使用放射性同位素碘-125、锝-99m、镥-177以及铟-111进行SPECT/CT核素显像，使用放射性同位素磷-32、硫-35以及氢-3开展分子生物学实验，属丙级非密封放射性物质工作场所；

（二）在大学城校区B2医学院大楼一楼西南侧建设1间辐照仪室，在辐照仪室内新增使用1台生物学X射线辐照仪（带自屏蔽，属Ⅲ类射线装置）用于细胞/小动物辐照。

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、本项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施，确保辐射工作人员年有效剂量约束值低于5毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于0.25毫希沃特/年。

四、本项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序重新申领辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由广州市环境保护局负责。

广东省环境保护厅

2018年3月8日

抄送：广州市环境保护局，省环境辐射监测中心，广东智环创新环境科技有限公司。

广东省环境保护厅办公室　　2018年3月8日印发

华南理工大学核技术利用扩建项目
竣工环境保护验收工作组意见

2019 年 10 月 21 日，华南理工大学组织验收工作组对大学城校区医学院内核技术利用扩建项目进行了竣工环境保护验收，验收工作组组成：华南理工大学（建设单位）、广东智环创新环境科技有限公司(环评单位)、广州协和检测服务有限公司（监测和报告编制单位）、特邀专家（2 名）。验收工作组对现场进行了查勘，并根据本项目竣工环境保护验收监测报告表并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术指南、本项目环境影响评价报告表和广东省生态环境厅（粤环审[2018]64 号批复等要求对本项目进行验收，提出验收意见如下：

一、建设项目基本情况

华南理工大学核技术利用扩建项目地址位于广州市番禺区外环东路 382 号华南理工大学大学城校区 B2 医学院。

本项目扩建内容为：1.丙级非密封源工作场所 1 个，本次验收核素包括：^{125}I、^{99m}Tc、^{32}P、^{35}S、^{3}H；2.nanoScan 型 SPECT/CT1 台，属于III类射线装置；3.X-RAD320 型生物学 X 射线辐照仪 1 台，属于III类射线装置。

二、环境保护执行情况

本项目执行了环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度设置了辐射安全管理机构，制定了安全防护和环境保护规章制

度，建立了事故应急预案，申领了辐射安全许可证，落实了各项防护措施和辐射安全措施。

三、验收监测结果

检测结果表明，在正常工作情况下，同位素工作场所和射线装置机房周围环境辐射剂量率均低于 2.5 μSv/h；核医学科工作场所β表面污染水平监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

辐射工作人员的受照剂量和公众的年估算受照剂量监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也满足环评报告表提出的目标管理值：工作人员年受照剂量不超过 5mSv，对于公众年受照剂量不超过 0.25mSv。

四、验收结论

本项目落实了环境影响报告表及其批复的要求，符合环境保护验收条件，验收工作组同意通过竣工环境保护验收。

附件：验收工作组名单

验收小组成员签名：杨曦 汤亚南 唐丹 郭丽安 刘宝华 徐九华

2019 年 10 月 21 日

广东省生态环境厅

粤环穗审〔2024〕58号

广东省生态环境厅关于华南理工大学使用工业CT项目环境影响报告表的批复

华南理工大学:

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》(以下简称报告表，编号为XH23EA029)等材料收悉。经研究，批复如下:

一、你单位注册地址为广州市天河区五山路381号，本次核技术利用建设项目位于广州市天河区五山路381号五山校区和番禺区兴业大道东777号广州国际校区:在五山校区31号楼一层分析测试中心设置1间CT室，安装使用1台三英公司

NanoVoxel 5000 型工业 CT（射线源 1 的最大管电压 225kV、最大管电流 3mA，射线源 2 的最大管电压 190kV、最大管电流 0.13mA，两射线源不同时出束），用于半导体、金属、高分子材料等的无损检测；在广州国际校区的 C1c 栋一层医疗器械研究检验中心设置 1 间 CT 检测室，安装使用 1 台蔡司 Metrotom 800 型工业 CT（最大管电压 225kV、最大管电流 3mA）和 1 台蔡司 Xradia 620 Versa 型工业 CT（最大管电压 160kV、最大管电流 0.15mA），用于增材制造领域样件的无损检测；在广州国际校区的 B1c 栋一层电子显微中心设置 1 间 X-ray 室，安装使用 1 台蔡司 Xradia 610 Versa 型工业 CT（最大管电压 160kV、最大管电流 0.15mA），用于化学化工材料的无损检测。上述安装使用的四台工业 CT 均属于 II 类射线装置。

二、广州市环境技术中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任，确保辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体

工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定的程序重新申请辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由广州市生态环境局天河分局和番禺分局负责。

广东省生态环境厅

2024 年 5 月 15 日

公开方式：主动公开

抄送：局固辐处、执法处、天河分局、番禺分局，广州市环境技术中心，广州星环科技有限公司。

广州市生态环境局办公室　　2024年5月15日印发

华南理工大学使用工业CT项目

竣工环境保护验收意见

2025年2月24日，华南理工大学根据《华南理工大学使用工业CT项目》竣工环境保护验收监测报告表并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格按照国家有关法律法规、《建设项目竣工环境保护验收技术规范 核技术利用》(HJ1326)、本项目环境影响报告表和审批部门审批决定等要求对本项目进行验收，提出意见如下：

一、工程建设基本情况

（一）华南理工大学注册地址为广州市天河区五山路381号，本次核技术利用建设项目位于广州市天河区五山路381号五山校区和番禺区兴业大道东777号广州国际校区:在五山校区31号楼一层分析测试中心设置1间CT室，安装使用1台三英公司nanoVoxel5000型工业CT(射线源1的最大管电压225kV、最大管电流3mA，射线源2的最大管电压190kV、最大管电流0.13mA，两射线源不同时出束)，用于半导体、金属、高分子材料等的无损检测;在广州国际校区的C1c栋一层医疗器械研究检验中心设置1间CT检测室，安装使用1台蔡司Metrotom800型工业CT(最大管电压225kV、最大管电流3mA)和1台蔡司Xradia620 Versa型工业CT(最大管电压160kV、最大管电流0.15mA)，用于增材制造领域样件的无损检测;在广州国际校区的B1c栋一层电子显微中心设置1间X-ray室，安装使用1台蔡司

Xradia610Versa 型工业 CT(最大管电压 160kV、最大管电流 0.15mA)，用于化学化工材料的无损检测。上述安装使用的四台工业 CT 均属于Ⅱ类射线装置。

（二）本项目于 2024 年 5 月 15 日取得了《广东省生态环境厅关于<华南理工大学使用工业 CT 项目环境影响报告表>的批复》（粤环穗审〔2024〕58 号），于 2024 年 5 月 20 日开始建设，2024 年 9 月 25 日竣工。2024 年 10 月 28 日，建设单位申领了辐射安全许可证（粤环辐证[02114]），本项目从取得辐射安全许可证至调试过程中无环境投诉、违法或处罚记录等情况。

（三）项目实际总投资 2100 万元，实际环保投资 25 万元。

二、辐射安全与防护设施建设情况

建设单位按照环境影响报告表及环评批复的要求，组织实施了各项辐射安全与防护措施，配备了辐射监测仪器和防护用品，设置了辐射安全管理机构，制定了辐射安全管理规章制度和辐射事故应急预案，工作人员参加了辐射安全上岗培训和考核。

三、工程变动情况

本项目的辐射安全与防护实际建设情况与环评报告表及环评批复要求一致，CT 室原环评要求操作台设在射线装置正面左侧，现操作台设在 CT 室西面右侧，同样避开了有用射线方向，不存在其他变动情况。按照《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函〔2020〕688 号），该变动情况不属于重大变动，应依法纳入竣工

环境保护验收。

四、工程建设对环境的影响

验收监测结果表明:

（一）射线装置周围剂量当量率均不超过 2.5μSv/h。

（二）根据验收监测结果估算，本项目所致辐射工作人员和公众的年有效剂量分别满足环评批复的 5mSv/a 和 0.25mSv/a 的剂量约束值要求。

五、验收结论

华南理工大学认真履行了本项目的环境保护审批和许可手续，落实了环评文件及其批复的要求，严格执行了环境保护“三同时”制度，相关的验收文档资料齐全，辐射安全与防护设施及措施运行有效，对环境的影响符合相关标准要求。

综上所述，验收组一致同意《华南理工大学使用工业 CT 项目》通过竣工环境保护设施验收。

六、后续要求

无。

七、验收人员信息

姓名	单位	电话	身份证号码
[illegible]	广州星环科技有限公		
陈[illegible]	广州星环科技有限公司		
陈[illegible]	华南理工大学		
[illegible]	华南理工大学		

二〇二五年二月二十四日

附件 4：环境 γ 辐射现状检测报告

202219116226

检　测　报　告

任务编号：XH25TR275h

项目名称：	核技术利用建设项目场所环境 γ 辐射剂量率检测
受检单位：	华南理工大学
报告日期：	2025 年 12 月 02 日

广州星环科技有限公司

检测专用章

说　明

1、本公司保证检测结果的公正性、独立性、准确性和科学性，对委托单位所提供的资料保密。

2、检测操作按照相关国家、行业、地方标准和本公司的程序文件及作业指导书执行。

3、本报告只适用于本报告所写明的检测目的及范围。

4、本报告未盖本公司"CMA 资质认定章"、"检测专用章"及"骑缝章"无效。

5、复制本报告未重新加盖本公司"CMA 资质认定章"、"检测专用章"无效，报告部分复制无效。

6、本报告无编制人、审核人、批准人签字无效。

7、本报告经涂改无效。

8、自送样品的委托测试，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。

9、本报告未经本公司同意不得用于广告、商品宣传等商业行为。

10、对本报告若有异议，请于报告发出之日起十五日内向本公司提出，逾期不申请的，视为认可检测报告。

地　　址：广州市海珠区南洲路 365 号二层 236

邮政编码：510289

电　　话：020-38343515

网　　址：www.foyoco.com

广州星环科技有限公司检测报告

检测日期	2025 年 11 月 05 日
检测地点	广州市番禺区兴业大道东 777 号华南理工大学广州国际校区海洋科学与工程学院 D3d 栋
检测仪器	仪器名称：X、γ 辐射空气吸收剂量率仪 厂家、型号：中广核贝谷科技有限公司、BG9512P 型 出厂编号：1TRW88AA 能量范围：25keV～3MeV 测量量程：10nGy/h～200μGy/h 相对固有误差：6.2% 仪器校准证书编号：2025H21-20-6135673001 校准单位：上海市计量测试技术研究院 校准日期：2025 年 09 月 28 日；复校日期：2026 年 09 月 27 日
检测参数	环境 γ 辐射剂量率
检测方式	现场检测
检测依据	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）
环境条件	天气：晴，气温 23℃，湿度 52%
项目概况	华南理工大学拟将广州市番禺区兴业大道东 777 号华南理工大学广州国际校区海洋科学与工程学院 D3d 栋一层 D120-2 室设置为 CT 室，在内安装 1 台 nanoVoxel 3000 型工业 CT，用于岩体土样的微观结构无损分析。对该核技术利用项目 50m 范围的环境 γ 辐射剂量率进行检测。
检测结果	检测结果见附表 1，检测布点图见附图 1 及附图 2。

编制：[illegible]　审核：[illegible]　签发：[illegible]

签发日期：2025.12.2

附表 1：检测结果

点位编号	方位	场所	距离 (m)	表面介质	测量结果 (nGy/h)	环境性质
1	/	CT 室	/	地胶	113±2	楼房
2	东侧	会议室	6.5	地胶	113±1	楼房
3		电房	18	地胶	113±1	楼房
4		冲击试验机室	19	地胶	114±1	楼房
5		扭转试验机室	27	地胶	114±1	楼房
6		院区道路	40	沥青	101±1	道路
7	南侧	走道	7.0	瓷砖	114±2	楼房
8		中庭	15	地胶	113±1	楼房
9		卫生间	18	瓷砖	113±1	楼房
10		光测试验室	26	地胶	117±1	楼房
11		理论力学试验室	29	地胶	117±1	楼房
12		电测试验室	32	地胶	117±1	楼房
13		楼梯间	33	瓷砖	117±1	楼房
14		门厅	45	瓷砖	109±1	楼房
15		休闲花园	48	泥土	96±1	原野
16	西侧	海洋岩土工程实验室	8.5	地胶	117±1	楼房
17		值班室	18	瓷砖	117±1	楼房
18		风机房	22	瓷砖	113±1	楼房
19		楼梯间	26	瓷砖	117±1	楼房
20		门厅	35	瓷砖	118±1	楼房
21		D3c 栋教学楼一层	48	瓷砖	114±1	楼房
22	北侧	院区道路	7.5	沥青	95±2	道路
23		108 办公室	11	瓷砖	117±1	楼房
24		109 办公室	13	瓷砖	117±1	楼房
25		110 办公室	16	瓷砖	113±1	楼房

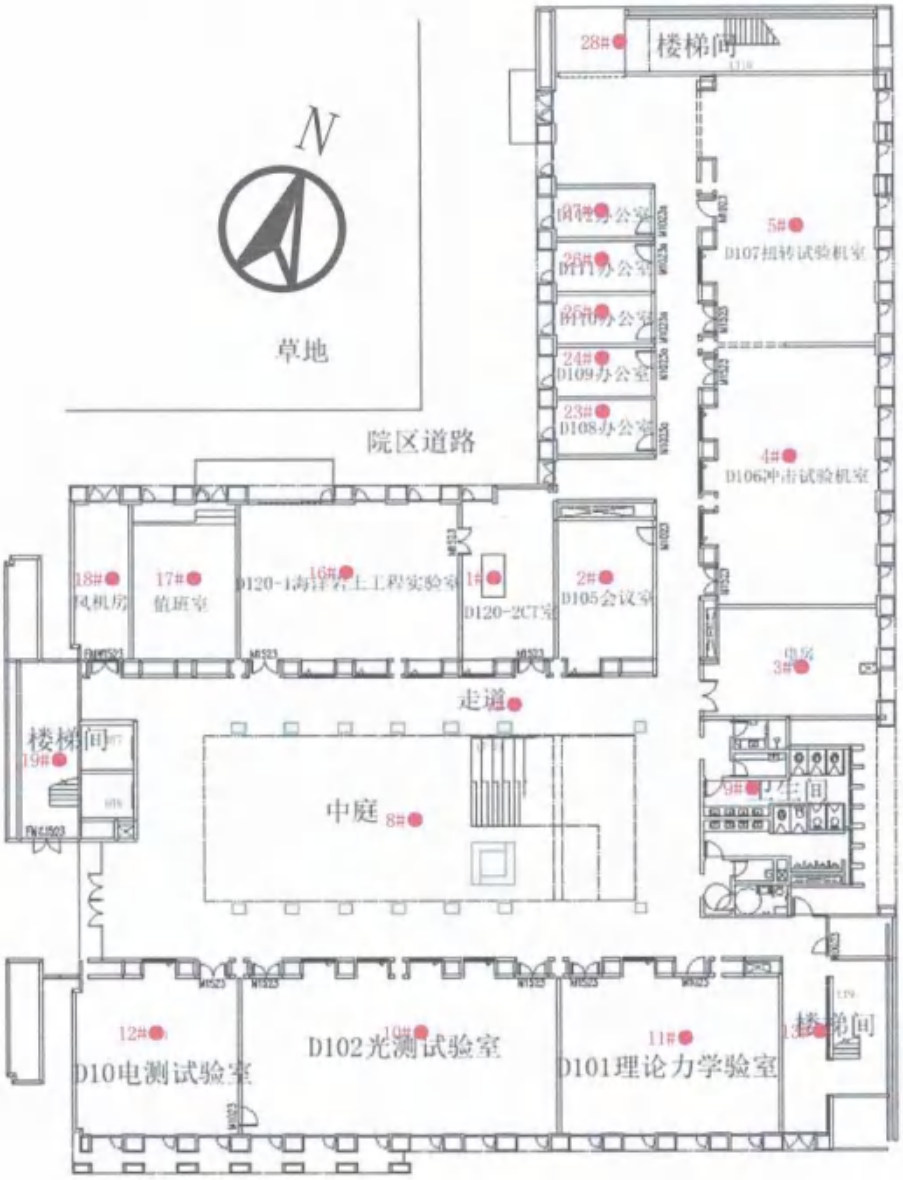
26		111 办公室	18	瓷砖	117±1	楼房
27		112 办公室	21	瓷砖	117±1	楼房
28		楼梯间	31	瓷砖	113±2	楼房
29		草地	40	泥土	96±1	原野
30		院区道路	45	沥青	97±1	道路
31	二层	实验室	4.5	地胶	117±1	楼房

注：1、以上数据已校准，校准系数为 1.02；

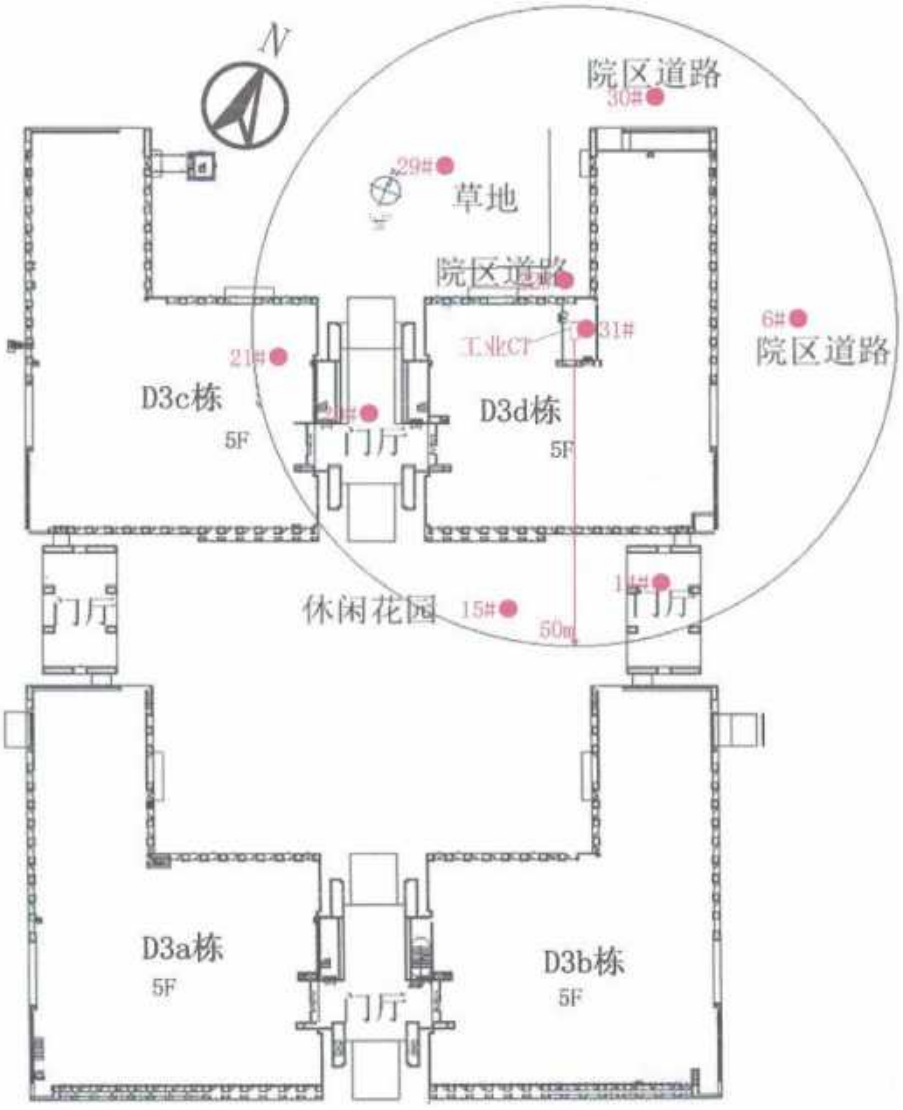
2、检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，待读数稳定后，间隔 10 秒读取 1 个数值，每个点位读取 10 个检测值；

3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分（11nGy/h）；建筑物对宇宙射线的屏蔽因子：楼房取值为 0.8，道路取值为 1。

附图 1：D3d 栋检测布点图



附图 2：院区检测布点图


N
院区道路
30#
29#
草地
院区道路
31#
工业CT
6#
院区道路
21#
D3c栋
5F
门厅
D3d栋
5F
门厅
休闲花园
15#
50m
门厅
D3a栋
5F
D3b栋
5F
门厅

附件 5：参数说明文件

SANYING 三英精密

三英 EXPLORE 探索新视界
精密 NEW HORIZONS

关于工业 CT 相关参数说明

华南理工大学拟在我司购买 1 台 nanoVoxel 3500 型工业 CT，主要设备参数见下表：

设备型号	nanoVoxel 3500 型
设备类别	工业 CT
设备外尺寸	长×宽×高=2451mm×1229mm×1900mm
X 射线源	1 个开管射线源 最大管电压 190kV，最大管电流 1.0mA
辐射剂量	滤过条件：3mmAl 距靶 1m 剂量率 ：400μGy/s
有用线束角度	30°
扫描成像模式	圆轨迹锥束 CT、超视野锥束 CT
探测器	大视野探测器
屏蔽参数	左侧为 6mm 铅板，其他屏蔽面为 10mm 铅板或 10mmPb 铅玻璃

以上参数已确认无误，特此说明。

天津三英精密仪器股份有限公司

天津三英精密仪器股份有限公司 | Sanying Precision Instruments Co., Ltd.
Add | 天津市东丽开发区四纬路 28 号华电智网产业园 1 号楼
E-mail | info@sypi.com.cn Website | www.sypi.com

附件 6：辐射安全管理制度

华南理工大学

辐射安全管理制度

为贯彻环境主管部门对使用射线装置安全管理的有关要求，根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、生态环境部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规文件，为保护辐射工作人员及场所周围公众的健康权益，制定本制度。

1. 辐射安全管理机构及其职责

华南理工大学设立了辐射安全管理机构，人员组成如下：

职责	姓名	职务	部门
辐射防护负责人	宋小飞	副处长	资产与实验室管理处
成员	晏锦	科长	资产与实验室管理处
	王业斌	科员	资产与实验室管理处
	江伟	高级实验师	机械与汽车工程学院
	阮涛	实验师	化学与化工学院
	黄健	主管	分析测试中心
	谭洁莹	副主任医师	华南理工大学校医院
	吕明	教授	材料科学与工程学院
	古美美	实验师	医学院
	益瑞涵	处长	资产与实验室管理处
	孙江文	院长	华南理工大学校医院
	申志超	教授	海洋科学与工程学院

管理机构职责：

（1）结合单位实际负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度，并组织实施；

（2）做好工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理以及辐射防护档案的建立与管理等工作；

（3）组织实施辐射工作人员的职业健康检查和个人剂量监测，按要求建立个人剂量档案；

（4）定期对辐射安全与防护工作进行检查，检查本单位辐射工作人员的辐射安全操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

2.辐射防护和安全保卫制度

（1）辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识，并取得《辐射安全考核合格成绩单》。

（2）对本单位非辐射工作人员进行辐射安全宣传教育，管控非辐射工作人员接近辐射工作场所监督区域。

（3）辐射工作场所的入口处须放置辐射警示标志和工作信号灯，防止无关人员接近。辐射工作场所须张贴辐射设备的操作规程、辐射防护与安全管理制度、辐射事故应急处置方案等说明文件。

（4）辐射工作场所应配备便携式辐射监测仪器（如便携式 X-γ 剂量率仪、表面污染仪等），按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

（5）做好辐射工作场所分区设置，按要求进行分区管理。控制区应通过急停装置（射线装置）、实体屏蔽、门机联锁装置等进行控制，监督区通过警示说明和门禁等进行管理。

（6）辐射工作场所应具备功能唯一性，即仅从事本辐射工作场所许可的辐射工作，不作其他用途，非辐射工作人员工作期间禁止进入。

（7）辐射工作场所应该设置限制无关人员进入的功能，如设置门禁等。

（8）辐射工作场所须安装防火、防盗、防辐射泄漏设施，配备必要的防护用品和监测仪器，保证辐射设备的使用安全。其中，射线装置应配备含铅防护罩或防护门进行射线屏蔽及必要的防护报警装置;放射性同位素装置应配备专用保险柜贮存，双人双锁，并加装视频监控。使用单位须定期对辐射工作场所相关设施进行检查。

（9）辐射工作须在辐射工作场所进行，任何单位和个人不得擅自将辐射设备搬离辐射工作场所。确需搬离的，经资产与实验室管理处审批，报环境保护主管部门和公安部门审批同意后，方可实施。

（10）如辐射工作场所不再用于辐射工作时，使用单位须向资产与实验室管理处申请该场所退役，并委托有资质的检测机构进行环境监测，检测合格并经资产与实验室管理处审核后方可进行装修、拆迁或改作他用。

3.岗位职责

学校对辐射设备的管理实行校、使用单位（二级学院）、实验室三级管理体制。

3.1 资产与实验室管理处全面负责学校辐射安全与防护工作。其职责包括：

（1）贯彻执行国家和学校有关辐射安全与防护管理的法律法规和政策，负责制定涉及辐射设备的相关规章制度，并对贯彻执行情况进行检查和监督；

（2）负责全校辐射设备的监督和管理；

（3）负责建立学校辐射设备总账。

3.2 使用单位主要负责人负责本单位的辐射安全与防护工作。使用单位须设立专职辐射设备安全管理员负责辐射设备的日常管理工作，其职责包括：

（1）负责审核涉及辐射设备的相关规章制度;

（2）负责建立本单位辐射设备台账;

（3）负责本单位辐射工作人员的管理、辐射设备的申购、使用和日常安全检查等工作。

3.3 实验室负责人负责实验室的辐射安全与防护工作。其职责包括:

根据实验室实际，制定并张贴辐射设备的操作规程、辐射防护与安全管理制度、辐射事故应急处置方案等，经单位审核确认后报资产与实验室管理处备案，作为申请行政许可的依据。

3.4 辐射设备操作人员负责岗位辐射安全相关工作，包括：

（1）按要求参加所操作设备相应等级的岗位培训并通过考核，取得相应的成绩证明，定期复训；

（2）接受操作规程和应急程序培训，并严格依规操作，对发现的设备异常及时报告并记录;

（3）按要求正确佩戴个人剂量计，每季度送检;

（4）按要求参加岗前、岗中、离岗职业健康检查。

4.安全操作规程

本单位涉及的包括放射性同位素（包括放射源及非密封放射性物质）及射线装置，操作规程如下：

4.1 放射性同位素贮存

（1）不得与易燃、易爆、腐蚀性等物品一起存放；

（2）贮存的场所或器具有上锁防盗功能；

（3）应贮存在实验室的保险柜内（固定在设备中或系统上的除外）；

（4）实行双人双锁管理；

（5）贮存的容器和场所设置电离辐射警示标志，包括：放射性同位素或装有放射性同位素的容器、放射性同位素储存场所的醒目处、使用放射性同位素工作场所入口。

4.2 放射性同位素登记和使用

（1）放射性同位素应进行登记，填写放射源使用登记表；

（2）放射性同位素在使用期间的安全由使用人员负责；

（3）使用放射性同位素时，使用人员必须监护放射性同位素，禁止无关人员接近，避免丢失；

（4）实验室放射性同位素不能在办公室中存放和使用；

（5）放射性同位素使用结束后应及时放回保险柜，并核对信息；

4.3 放射性同位素台账

（1）应对放射性同位素的台账进行管理，包含但不限于核素、活度、生产厂家、放射源编码、出厂编号、存储位置等信息，以及放射源的来源和去向；

（2）应对放射性同位素资料和采购相关文件归档管理。

4.4 射线装置的使用

（1）射线装置需由通过了辐射安全与防护考核的操作人员操作。

（2）操作人员每天上班后仔细检查设备和防护的完好情况，各种辐射监测仪表应在检定周期内，检查其工作是否正常可靠。

（3）检查安全防护装置，如装载门关闭状态是否正常，工作指示灯、声音报警装置、急停装置等是否正常，如有异常，不得进行辐射工作。

（4）开始工作前操作人员要做好个人防护工作，安全装载门没关好前不得开机。

（5）射线装置操作人员应熟练掌握射线装置的性能和技术参数，严格按照厂家提供的操作流程进行操作。

（6）射线装置正常使用，管电压和管电流不能超过机器最大允许值。

（7）操作过程中，如设备、仪表或其它安全防护装置等发生故障，应立即停机并报告，待故障排除后方可继续操作。

（8）完成当天的辐射工作后，应关闭射线装置总电源，拔掉射线装置的钥匙开

关，并由专人保管好。

5.辐射工作人员培训制度

（1）辐射工作人员培训的目标是使工作人员了解辐射的基本知识、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规文件，以及辐射安全知识和辐射事故应急知识。

（2）根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《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》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应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（网址 http://fushe.mee.gov.cn）学习相关知识、报名并参加考核。

（3）辐射工作人员及辐射安全管理人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识。考核通过后方可从事辐射工作。

（4）对于新增辐射工作人员，应进行岗前职业健康体检，体检合格后方可参加辐射安全与防护培训。

（5）建立辐射安全与防护培训档案，妥善保存档案，培训档案应包括每次培训的内容、培训时间、考核成绩等资料。

（6）辐射安全培训的有效期为 5 年，到期后应重新参加培训和考核。

6.监测方案

6.1 个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以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。应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案；个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案；辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

委托检测机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，工作人员按要求佩戴检测机构

发放的个人剂量计上岗，定期回收读出个人有效剂量，监测周期最长不超过 3 个月，按要求建立个人剂量档案及职业健康档案。

6.2 工作场所辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定：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，并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。

委托检测机构对运行的核技术利用项目进行辐射防护年度检测，每年一次，年度检测数据应作为本单位放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于次年 1 月 31 日前上报生态环境主管部门。

为辐射工作场所配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

7.辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求

根据《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和防护管理办法》的相关要求，制定该要求。

7.1 职业健康检查要求

根据《放射工作人员健康要求及监护规范》的相关要求：职业健康检查包括上岗前、在岗期间、离岗时、应急照射和事故照射后的健康检查。放射工作人员上岗前，应进行上岗前职业健康检查，符合放射工作人员健康要求的，方可参加相应的放射工作；放射工作单位不得安排未经上岗前职业健康检查或者不符合放射工作人员健康要求的人员从事放射工作。放射工作人员在岗期间职业健康检查周期按照卫生行政部门的有关规定，不得超过 2 年，必要时，可适当增加检查次数，在岗期间因需要而暂时到外单位从事放射工作，应按在岗期间接受职业健康检查。

7.2 个人剂量管理要求

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，委托具备资质的个人剂量监测技术服务机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，监测周期最长不超过3个月，按要求建立个人剂量档案。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。

7.3 档案管理要求

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，职业照射的记录必须为每一位工作人员都保存职业照射记录，职业照射记录应包括：

（1）涉及职业照射的工作的一般资料；达到或超过有关记录水平的剂量和摄入量等资料，以及剂量评价所依据的数据资料；对于调换过工作单位的工作人员，其在各单位工作的时间和所接受的剂量和摄入量等资料；

（2）因应急干预或事故所受到的剂量和摄入量等记录，这种记录应附有有关的调查报告，并应与正常工作期间所受到的剂量和摄入量区分开；

（3）应按国家审管部门的有关规定报送职业照射的监测记录和评价报告，准许工作人员和健康监护主管人员查阅照射记录及有关资料；当工作人员调换工作单位时，向新用人单位提供工作人员的照射记录的复制件；

（4）当工作人员停止工作时，应按审管部门或审管部门指定部门的要求，为保存工作人员的职业照射记录做出安排；停止涉及职业照射的活动时，应按审管部门的规定，为保存工作人员的记录做出安排；

（5）职业照射个人剂量档案应终身保存。

8. 放射性同位素使用登记制度

（1）放射性同位素应进行登记，填写放射源使用登记表；

（2）放射性同位素在使用期间的安全由使用人员负责；

（3）使用放射性同位素时，使用人员必须监护放射性同位素，禁止无关人员接近，避免丢失；

（4）实验室放射性同位素不能在办公室中存放和使用；

（5）放射性同位素使用结束后应及时放回保险柜，并核对信息；

（6）应对放射性同位素的台账进行管理，包含但不限于核素、活度、生产厂家、放射源编码、出厂编号、存储位置等信息，以及放射源的来源和去向；

（7）应对放射性同位素资料和采购相关文件归档管理。

9. 放射性同位素盘点、监测与报告制度

（1）应每半年进行一次放射性同位素盘点和管理检查；

（2）盘点应确认放射性同位素信息正确，并采取目视或仪表测量的方法确认放射性同位素存在；

（3）管理检查应检查放射性同位素管理相关规定的执行情况，对偏差提出改进措施；

（4）盘点和检查结果应编写盘点报告；

（5）放射性同位素贮存及使用场所接受相关国家行政管理部门的监督检查；

（6）应每年对放射性同位素使用场所进行环境辐射监测，以保证环境辐射水平满足相关国标要求；

（7）正在使用的放射性同位素的检漏每年一次；

（8）编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上报。

10.放射源报废与注销管理制度

（1）V类放射源应在闲置或废弃后 3 个月内送交有相应资质的单位集中贮存；

（2）V类以上放射源报废应事先到广东省生态环境厅办理《废旧放射源回收（收贮）备案表》，办事指南详见广东省生态环境厅网站（http://www.gdep.gov.cn），并在报废活动完成后 20 天内向生态环境厅备案；

（3）非密封放射性物质的报废参照以上执行。

11.射线装置维修维护制度

（1）射线装置的维修维护由建设单位辐射安全与环境保护管理机构进行监督和管理，做好设备维修维护记录。设备维修维护应由具备资质的设备厂家专业人员负责，按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并至少两人参与维修维护工作。

（2）维修维护前应采取可靠的断电措施，切断需检修设备的电源，并经启动复查确认无电后，在电源开关处挂上“正在检修禁止合闸”安全标志，做好现场管控。

（3）射线装置每年至少维护一次，设备维护包括射线装置的彻底检查和所有零部件的详细检查。

（4）当发现设备有故障或损坏需要维修时，应保证所更换的零部件为合格产品。与射线发生器相关的维修，需由射线发生器生产厂家负责。若屏蔽体损坏，在更换屏蔽体后应委托第三方有资质的检测机构进行整体检测，检测合格后才能继续使用。

（5）维护后通电调试前，应确保安全联锁系统、急停按钮等已正常启动，确保屏蔽体已安装完整，严禁在辐射安全与防护设施未启动、辐射屏蔽体拆卸状态下开

机进行调试。

（6）建设单位应与维修维护单位签订维修维护合同，在合同中明确双方的安全责任。

华南理工大学

辐射事故应急处理预案

一、总则

为有效处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，根据《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和防护管理办法》，制定本预案。

二、应急救援机构

建设单位成立了辐射事故应急机构，本单位应急处理工作由辐射事故应急小组统一组织协调。辐射事故应急机构见下表。

职责	姓名	职务	部门
组长	宋小飞	副处长	资产与实验室管理处
成员	晏锦	科长	资产与实验室管理处
	王业斌	科员	资产与实验室管理处
	江伟	高级实验师	机械与汽车工程学院
	阮涛	实验师	化学与化工学院
	黄健	主管	分析测试中心
	谭洁莹	副主任医师	华南理工大学校医院
	吕明	教授	材料科学与工程学院
	古美美	实验师	医学院
	益瑞涵	处长	资产与实验室管理处
	孙江文	院长	华南理工大学校医院
	申志超	教授	海洋科学与工程学院
应急联系电话： 宋晓飞 孙江文 申志超			

外部相关单位应急联系电话：

单位	应急电话
广东省生态环境厅	020-87531393、12345
广州市生态环境局	020-83203608、12345
广州市天河区卫健委	020-38622778
广州市番禺区卫健委	020-84701811
广州市应急管理局	020-83647111
医疗急救	120
消防救援	119
广州市公安局	110

辐射事故应急机构的主要职责：

（1）负责辐射事故应急处理具体方案的研究、确定和组织实施工作；

（2）根据事件情况启动预案，指挥、指导应急救援行动；

（3）事故发生后立即组织相关部门和人员进行辐射事故应急处理，向当地生态环境部门、公安部门和卫生部门报告；负责组织事故后续工作的开展及总结；

（4）对辐射工作区域进行检查，发现事故隐患；

（5）发生事故人员受到照射时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量，迅速安置受照人员就医，组织控制区和监督区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

其他成员主要职责为：

（1）定期组织开展辐射事故应急培训及演练。

（2）发生辐射应急事故时，及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查，出现事故后应尽快有组织有计划的处理，减少事故损失。

（3）向辐射事故应急机构报告应急处理工作情况提出控制辐射事故危害，保障员工安全与健康，保护环境等措施建议。

（4）协助上级应急监测组开展辐射监测和评价工作。

（5）事故处理后对辐射事故进行记录及整理相关资料。

三、应急处理要求

（一）发生放射性同位素异常事故或射线装置照射事故时，应立即启动本预案。

（二）发生放射性同位素异常事件或事故后应按以下原则处理：

（1） 控制或消除危险源，防止蔓延；

（2） 尽快采取应急措施，减少后果；

（3） 控制事件或事故的社会影响；

（4） 对非密封源，控制污染（现场）、及时处理；

（5） 对密封源控制放射源、防止异常照射。

（三）发生射线装置异常事件或事故后应按以下原则处理：

（1） 马上停止使用射线装置，切断总电源；

（2） 通知工作场所的所有人员离开；

（3） 设置应急警戒线，防止人员误入。

（四）事故发生后，当事人应立即做好应急措施，并立即报告辐射事故应急小组，由应急小组有关部门和人员进行辐射事故应急处理，负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作。

（四）向环境主管部门及时报告事故情况。

（五）辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

（六）负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延，防止演变成公共事件。

四、辐射事故分类与应急原则

使用射线装置可能发生的辐射事故，根据人员受照剂量和伤亡人数分为一般辐射事故、较大辐射事故、重大辐射事故和特别重大辐射事故：

事故等级	事故情形

一般辐射事故	指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。
较大辐射事故	指III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
重大辐射事故	指I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
特别重大辐射事故	指I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

本单位可能发生的辐射事故等级不会超过一般辐射事故，极端情况下，本项目可能发生的辐射事故为“射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度辐射病、局部器官残疾”可能发生的潜在辐射事故为较大辐射事故。

辐射事故应急救援应遵循的原则：

1、迅速报告原则；

2、主动抢救原则；

3、生命第一的原则；

4、科学施救，防止事故扩大的原则；

5、保护现场，收集证据的原则。

五、辐射事故应急处理程序及报告制度

（一）发射射线装置事故时，必须马上切断事故射线装置的电源，并疏散现场人员，禁止无关人员进入事故现场；

（二）发射放射源事故或非密封放射性物质事故时，必须马上停止辐射工作，并临时封锁事故区域，禁止无关人员进入事故现场；

（三）事故现场采取临时应急措施后，要立即上报辐射事故应急小组；

（四）对相关受照人员进行身体检查，确定对人身是否有损害，以便采取相应的救护措施，其次对设备、设施进行检查，确定其功能和安全性能；

（五）应急小组组长应立即召集成员，根据具体情况迅速制定事故处理和善后方案。事故处理必须在单位负责人的领导下，在经过培训的辐射事故应急人员的参与下

进行。

除上述工作外，辐射事故应急人员还应进行以下几项工作：

1、根据现场辐射强度，估算工作人员在现场工作的时间，估算事故人员的受照剂量。

2、对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况，对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

3、各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

（六）发生辐射事故后，当事人员应第一时间上报辐射事故应急小组。小组成员接到报告后应在两小时内填写《辐射事故初始报告表》（见附表 1），向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生部门报告。

六、人员培训和演习计划

1、辐射安全事故相关应急人员须经过培训，培训内容应包括辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等；

2、辐射安全事故应急处理小组须定期（每年一次）组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

七、辐射事故的调查

（一）本单位发生重大辐射事故后，应立即成立由安全第一责任人或主要负责人为组长的，有工会负责人、安全部负责人参加的事故调查组、善后处理组。

（二）调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

（三）配合应急救援小组编写、上报事故报告书方面的工作，同时，协助环境行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

本预案自发布之日起生效，实施过程中如有与国家、省、市应急救援预案相抵触之处，以国家、省、市应急救援预案的条款为准。

附表1：辐射事故初始报告表

_____辐射事故初始报告表

<table>
<tr><td>事故单位名　称</td><td colspan="7">(公章)</td></tr>
<tr><td>法定代表人</td><td></td><td>地 址</td><td colspan="3"></td><td>邮 编</td><td></td></tr>
<tr><td>电　话</td><td colspan="2"></td><td>传　真</td><td></td><td>联系人</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>许可证号</td><td colspan="2"></td><td>许可证审批机关</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>事　故
发生时间</td><td colspan="2"></td><td>事故发生地点</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">事　故
类　型</td><td colspan="2">□ 人员受照　□ 人员污染</td><td colspan="5">受照人数　　受污染人数</td></tr>
<tr><td colspan="2">□丢失　□被盗　□失控</td><td colspan="5">事故源数量</td></tr>
<tr><td colspan="2">□ 放射性污染</td><td colspan="5">污染面积(m^2)</td></tr>
<tr><td>序号</td><td>事故源核素名称</td><td>出厂活度（Bq）</td><td>出厂日期</td><td colspan="2">放射源编码</td><td>事故时活度（Bq）</td><td>非密封放射性物质状态（固/液态）</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>序号</td><td>射线装置名称</td><td>型　号</td><td>生产厂家</td><td colspan="2">设备编号</td><td>所在场所</td><td>主要参数</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>事故经过情况</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>报告人签字</td><td></td><td>报告时间</td><td colspan="5">年　　月　　日　　时　　分</td></tr>
</table>

注：射线装置的“主要参数”是指 X 射线机的电流（mA）和电压（kV）、加速器线束能量等主要性能参数。