

编号: XH24EA063

核技术利用建设项目
工业和信息化部电子第五研究所
使用工业CT项目
环境影响报告表

送审版

工业和信息化部电子第五研究所（盖章）

2024年10月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
工业和信息化部电子第五研究所
使用工业CT项目
环境影响报告表



建设单位名称： 工业和信息化部电子第五研究所（盖章）

建设单位法人代表（签名或签章）：侯波

通讯地址： 广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号

邮政编码： 511370

联系人： 侯波

电子邮箱：

联系电话：

编制单位和编制人员情况表

项目编号	evgfcz		
建设项目名称	工业和信息化部电子第五研究所使用工业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）	工业和信息化部电子第五研究所		
统一社会信用代码	121000004558608245		
法定代表人（签章）	陈立辉		
主要负责人（签字）	侯波		
直接负责的主管人员（签字）	侯波		
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
徐海通	项目基本情况、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、辐射安全管理	BH063164	徐海通
陈健阳	评价依据及评价标准、环境影响分析、结论	BH061992	陈健阳

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。  制发日期：2022年08月31日	 姓 名：陈健阳 证件号码： 性 别：男 出生年月： 批准日期：2022年05月29日 管 理 号：20220503546000000001 
--	---

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	5
1.3 原有核技术利用项目许可情况	9
1.3.1 原有核技术利用项目环保手续	9
1.3.2 原有核技术利用项目管理情况	10
1.3.3 本项目与原有项目的依托关系	12
表 2 放射源	13
表 3 非密封放射性物质	13
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 评价标准与保护目标	17
7.1 评价范围	17
7.2 保护目标	17
7.3 评价标准	19
7.3.1 职业照射及公众照射年有效剂量控制要求	19
7.3.2 工作场所辐射剂量率控制要求	19
表 8 环境质量和辐射现状	20
8.1 项目地理和场所位置	20
8.2 检测方案	22
8.2.1 检测方法、检测因子和检测仪器	22
8.2.2 布点原则	22

8.3 质量保证措施	26
8.4 检测结果	26
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	32
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	36
表 10 辐射安全与防护	38
10.1 辐射屏蔽设计	38
10.2 辐射安全与防护措施	41
10.2.1 安全联锁系统	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 多重开关	43
10.2.5 紧急停机	43
10.2.6 辐射监测设施	44
10.3 辐射工作场所布局和分区	44
10.4 辐射安全与防护实施方案	47
10.5 日常检查与维护	51
10.5.1 日常安全检查	51
10.5.2 设备维修维护	51
10.6 三废的治理	52

表 11 环境影响分析	53
11.1 辐射剂量率计算	53
11.1.1 关注点选取	53
11.1.2 计算公式和参数	55
11.2 人员受照剂量分析	58
11.3 事故影响分析	64
11.3.1 辐射事故类型	64
11.3.2 事故预防措施	64
11.3.3 事故应急措施	64
表 12 辐射安全管理	66
12.1 辐射安全管理机构的设置	66
12.2 辐射安全管理规章制度	66
12.3 辐射工作人员	67
12.4 辐射监测计划	68
12.4.1 工作人员个人剂量监测	68
12.4.2 工作场所辐射监测	68
12.4.3 工作场所辐射监测方案	69
12.5 辐射安全年度评估计划	70
12.6 辐射事故应急	71
12.6.1 辐射事故应急机构	71
12.6.2 辐射事故应急机构分工及职责	71
12.6.3 人员培训和演习计划	72
12.7 竣工环境保护验收要求	72
12.7.1 责任主体	72
12.7.2 工作程序	73
12.7.3 时间节点	73
12.7.4 验收清单	73
表 13 结论与建议	76
13.1 结 论	76

13.1.1 辐射安全与防护分析结论	76
13.1.2 环境影响分析结论	76
13.1.3 可行性分析结论	76
13.2 建 议	77
表 14 审 批	78
附件 1：项目委托书	79
附件 2：辐射安全许可证	80
附件 3：原有项目环保手续	89
附件 4：环境 γ 辐射现状检测报告	103
附件 5：工业 CT 相关参数说明	112
附件 6：辐射安全管理规章制度	113

表 1 项目基本情况

建设项目名称		工业和信息化部电子第五研究所使用工业 CT 项目			
建设单位		工业和信息化部电子第五研究所			
法人代表		陈立辉	联系人	侯波	联系电话
注册地址		广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号			
项目建设地点		广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号工业和信息化部电子第五研究所 20 号楼一层微观结构无损分析实验室（经度：113.6771°，纬度：23.2830°）			
立项审批部门		无		批准文号	无
建设项目总投资(万元)		350	项目环保投资(万元)	15	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它		占地面积（m ² ）	92.65
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其它	/			
	1.1 项目概况 1.1.1 建设单位情况 工业和信息化部电子第五研究所（以下简称电子五所或建设单位）（中国赛宝实验室）（中国电子产品可靠性与环境试验研究所），始建于 1955 年，是中国最早从事可靠性研究的权威机构，现有占地面积 122 万平方米，科研生产用房面积 10 万多平方米，各类试验、分析测试和计量设备仪器近万台套，业务覆盖整个华南地区。实验室可提供从材料到整机设备、从硬件到软件直至复杂大系统的认证计量、试验检测、分析评价、数据服务、软件评测、信息安全、技术培训、标准信息、工程监理、节能环保、专用设备和专用软件研发等技术服务。实验室具有多项认证、检测资质和授权，建立了良好的国际合作互认关系，可在世界范围内开展认证、检				

测业务，代表中国进行国际技术交流、标准和法规的制订。同时，作为工业和信息化部的直属单位，为部的行业管理和地方政府提供技术支撑，为电子信息企业提供技术支持与服务，每年服务企业过万家。

1.1.2 项目来由和目的

随着集成电路集成度不断提高、尺寸不断缩小，导致缺陷进一步缩小，常用的集成电路形貌分析如 SEM、FIB 虽然可以观察微小缺陷，但需要对待测样品进行制样，是一种破坏性的分析检测方法。而天津三英公司 nanoVoxel-3502E 工业 CT（高衬度芯片级三维无损分析系统）可在不破坏样品的情况下，获得样品内部的高精度三维图像，利用图像处理软件，可以观察任意角度的断层/三维图像，可实现样品内部区域的气孔率、尺寸测量、裂纹检测、焊接缺陷等缺陷的无损观测和定位，其可应用于产品研究、失效分析、高可靠筛选、质量评价、改进工艺等无损检测和评估。因此，建设单位拟在广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号工业和信息化部电子第五研究所 20 号楼一层微观结构无损分析实验室安装使用 1 台天津三英公司 nanoVoxel-3502E 工业 CT，用于集成电路、分立器件、电路板等多种元器件的无损检测及失效定位。

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。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工业和信息化部电子第五研究所使用工业 CT 项目进行环境影响评价。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。

1.1.3 项目建设规模

建设单位拟在广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号工业和信息化部电子第五研究所 20 号楼一层微观结构无损分析实验室安装使用 1 台天津三英公司 nanoVoxel-3502E 工业 CT，用于集成电路、分立器件、电路板等多种元器件的无损检测及失效定位。基本参数信息见表 1-1，项目所在区域图见图 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 英公司	nanoVoxel- 3502E	160kV/1mA	1 台	II类	1 个	微观结构 无损分析 实验室

本项目的射线装置自带屏蔽体，屏蔽体与装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；屏蔽体能将装置产生的 X 射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽。微观结构无损分析实验室为现有的实验室，只用作辐射工作场所，摆放射线装置及其他辅助设施，不作其他用途。

增城区地图

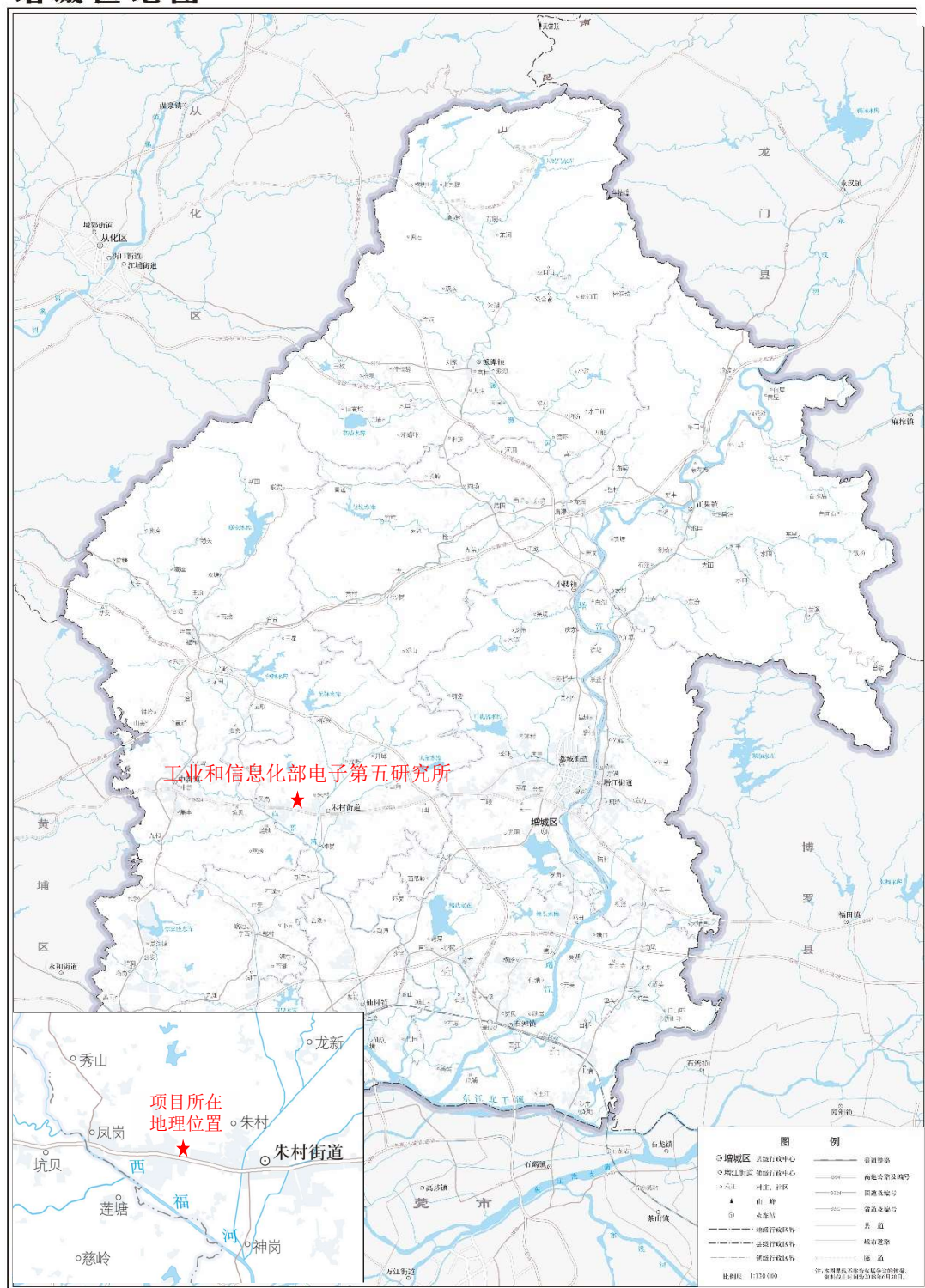


图 1-1 项目所在区域图

1.2 项目选址和周边关系

本项目选址位于广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号工业和信息化部电子第五研究所 20 号楼一层微观结构无损分析实验室，20 号楼地上 5 层建筑，无地下层。20 号楼四周主要分布有园区道路、绿化带、文礼路等。20 号楼四周平面布置图及项目周边 50m 关系图见图 1-2。

微观结构无损分析实验室东侧为走道、微纳力学实验室（一）等场所；南侧为门厅、芯片测试分析实验室等场所；西侧为园区道路等场所；微纳力学实验室（二）、总高压房等场所；其上方二层为辐照实验室（一）、走道等场所，辐照实验室（一）为微观结构无损分析实验室正上方。项目四周 50m 范围内场所分布一览表见表 1-2，20 号楼一层平面布置图见图 1-3，20 号楼二层平面布置图见图 1-4。

综上所述，本项目的射线装置自带屏蔽体，放置在独立的区域使用，四周相邻区域均是人员居留因子较小的场所，项目选址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 20 号楼、园区道路、绿化带、文礼路，无居民楼、未成年学校等环境敏感点。综上可判断本项目的选址合理。

表 1-2 项目四周 50m 范围内场所分布一览表

方位	场所
东侧	走道、微纳力学实验室（一）、展室、变压器房、辅助间、文礼路
南侧	门厅、芯片测试分析实验室、微纳结构及形貌分析实验室（一）、样品间、辅助间 1、更衣室、UPS、辅助间 2、绿化带、楼梯间、微纳结构及形貌分析实验室（二）、茶水间、走道、压缩空气机房、湿式报警阀间、园区道路
西侧	园区道路、绿化带
北侧	微纳力学实验室（二）、总高压房、开关房、卫生间、电梯厅、楼梯间、园区道路
二层	辐照实验室（一）、走道、辐照实验室（二）、封装可靠性与热性能实验室、制样间、功率与微波器件实验室、低压房、样品室、检测技术实验室、卫生间、电梯厅、电子器件及电路电磁兼容实验室、楼梯间 1、功率与微波器件实验室（一）、楼梯间 2、休息室、茶水间

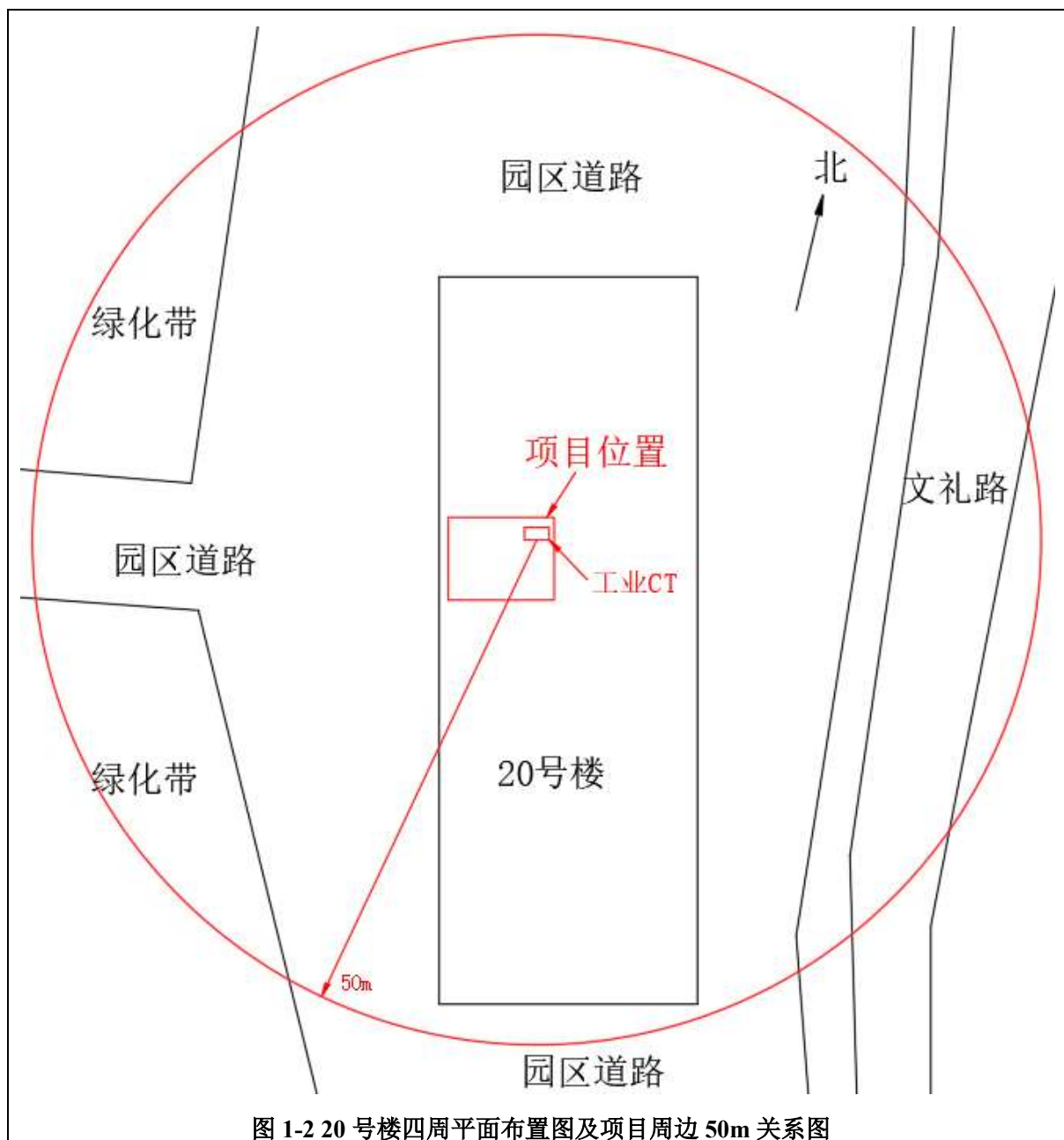


图 1-2 20 号楼四周平面布置图及项目周边 50m 关系图

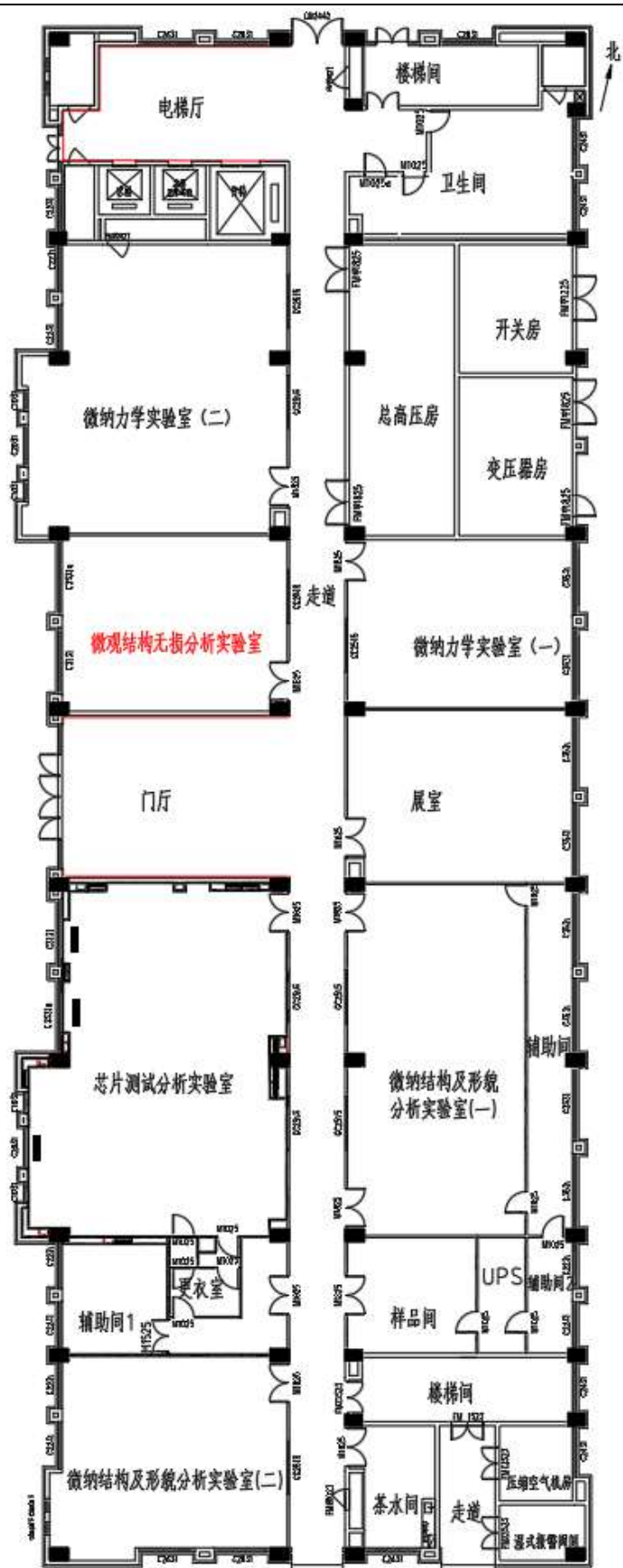


图 1-3 20 号楼一层平面布置图

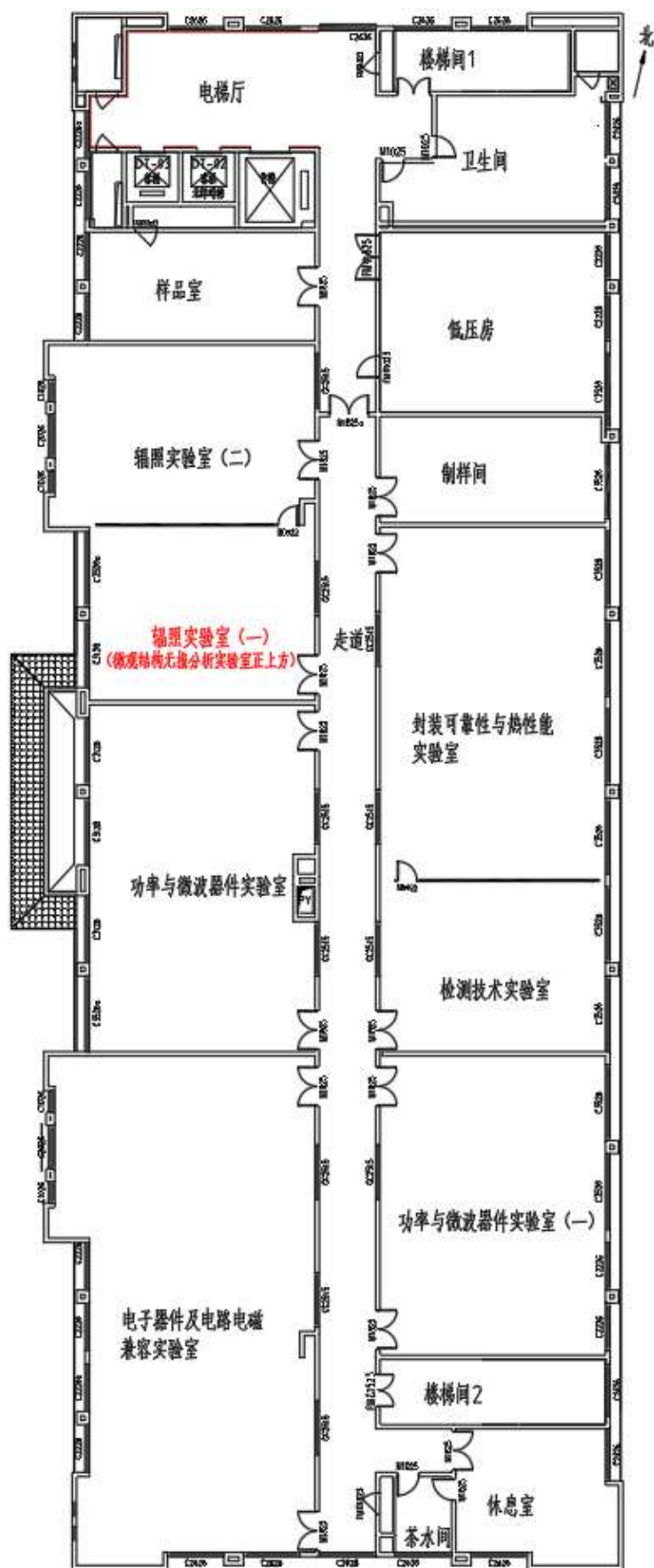


图 1-4 20 号楼二层平面布置图

1.3 原有核技术利用项目许可情况

1.3.1 原有核技术利用项目环保手续

电子五所现持有辐射安全许可证（见附件 2），证书编号：粤环辐证[A8108]，有效期至 2029 年 01 月 15 日，种类和范围为：使用V类放射源；使用II类、III类射线装置。现有放射源明细表见表 1-3，现有射线装置明细表见表 1-4。环保手续证明文件见附件 3。

表 1-3 现有放射源明细表

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	环评手续
2 号楼一楼 402	Am-241	V 类	使用	3E+04Bq×1 枚	备案号： 202144018300000215

表 1-4 现有射线装置质明细表

序号	辐射活动场所名称	装置名称	类别	活动种类	数量（台）	技术参数（最大）	环评手续	验收手续
1	1 号楼一楼 104(A)	蔡司 Xradia 510Versa 型自屏蔽式工业 CT	II 类	使用	1	管电压 160kV，管电流 0.09mA	粤环审（2021）54 号	2022 年 11 月 23 日自主验收
2		英国 DAGE Quadra7 型 X 射线检测系统	III 类	使用	1	管电压 160kV，管电流 0.4mA	备案号:202144018300000183	/
3		英国 DAGE XD7600N RUBY 型 X 射线检测系统	III 类	使用	2	管电压 160kV，管电流 0.4mA	备案号:201844010600003926	/
4	2 号楼一楼	德国 Cheetah	III 类	使用	1	管电压 160kV，	备案号:2023440183	/

	212	EVO				管电流 1mA	00000316	
5	2 号楼 一楼 107	美国 Xradia Y.ct Precision S 型自屏蔽 式工业 CT	II 类	使用	1	管电压 225kV, 管电流 1.5mA	粤环审 (2021) 54 号	2022 年 11 月 23 日自主 验收
6	3 号楼 522A	丹东市中 意电子 XXQ-2505 型便携式 移动 X 射 线探伤机	II 类	使用	1	管电压 250kV, 管电流 5mA	粤环审 (2021) 54 号	2022 年 11 月 23 日自主 验收
7		丹东市中 意电子 XXQ-1605 型便携式 移动 X 射 线探伤机	II 类	使用	1	管电压 160kV, 管电流 5mA	粤环审 (2021) 54 号	2022 年 11 月 23 日自主 验收
8		美国 Golden XRS-4 型 便携式移 动 X 射 线探伤机	II 类	使用	1	管电压 370kV, 管电流- mA	粤环审 (2021) 54 号	2022 年 11 月 23 日自主 验收

1.3.2 原有核技术利用项目管理情况

(1) 建设单位针对原有的核技术利用项目制定了《工业和信息化部电子第五研究所辐射安全管理规章制度》，该制度包含了辐射安全与环境保护管理机构及其职责、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、操作规程、辐射工作人员培训制度、监测方案、设备检修维护制度、辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求等，同时也制定了《工业和信息化部电子第五研究所辐射事故应急预案》。建设单位在实际工作中严格执行各项规章制度。

(2) 建设单位原项目配有 8 名辐射工作人员，辐射工作人员通过“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，均持有培训合格证。人

员名单见表 1-5。

表 1-5 原项目辐射工作人员名单

序号	姓名	辐射培训时间	培训合格证编号
1	方树森	2021 年 10 月	FS21GD1200797
2	左新浪	2024 年 03 月	FS24GD1200132
3	陈亮奇	2021 年 10 月	FS21GD1200793
4	孔艮永	2021 年 10 月	FS21GD1200792
5	龚陈茵	2023 年 06 月	FS23GD1200586
6	谭智峰	2023 年 06 月	FS23GD1200584
7	兰晋玲	2023 年 06 月	FS23GD1200583
8	黄奇翔	2024 年 03 月	FS24GD1200159

(3) 建设单位辐射工作人员佩戴个人剂量计，建立了剂量健康档案并存档，个人剂量计定期送检。建设单位原有项目的辐射工作人员目前年有效剂量均不超过 5mSv/a 的职业照射剂量约束值，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。人员受照剂量统计表见表 1-6。

表 1-6 辐射工作人员受照剂量统计表（单位：mSv）

序号	姓名	23 年 3 季	23 年 4 季	24 年 1 季	24 年 2 季	近一年累计
1	方树森	0.11	< MDL	< MDL	< MDL	0.20
2	左新浪	0.15	0.09	< MDL	< MDL	0.30
3	陈亮奇	< MDL	0.12	0.10	< MDL	0.28
4	孔艮永	< MDL	0.11	< MDL	< MDL	0.20
5	龚陈茵	/	0.11	< MDL	< MDL	0.17
6	谭智峰	/	0.13	0.22	0.19	0.71
7	兰晋玲	/	0.14	< MDL	< MDL	0.20
8	黄奇翔	/	/	/	0.18	0.18

注：1、最低可探测水平（MDL）为 0.06mSv，如监测结果低于最低探测水平时，记录为 <MDL，相应的剂量档案中记录为 1/2MDL。2、龚陈茵、谭智峰、兰晋玲于 2023 年 11 月开始从事辐射工作，因此无 2023 年第 3 季度的个人剂量监测数据；黄奇翔于 2024 年 3 月从事辐射

工作，因此无 2023 年第 3、4 季度、2024 年第 1 季度的个人剂量监测数据。

(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，建设单位每年委托有资质的单位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。

(5) 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，每年对本单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况进行评估，并于次年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。

1.3.3 本项目与原有项目的依托关系

(1) 核技术利用项目依托关系

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Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。建设单位拟在广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号工业和信息化部电子第五研究所 20 号楼一层微观结构无损分析实验室安装使用 1 台天津三英公司 nanoVoxel-3502E 工业 CT，微观结构无损分析实验室为新增辐射工作场所，故本项目为核技术利用扩建项目。

(2) 辐射工作人员依托关系

本项目拟配备 2 名辐射工作人员，均为新增人员，与原辐射工作人员不存在依托关系。

(3) 辐射安全管理规章制度依托关系

为加强对企业辐射工作的管理，有效预防辐射事故，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》，针对本次扩建项目，建设单位进一步完善了本项目的操作规程、辐射事故应急处理预案以及辐射监测计划等相关内容。

(4) 辐射监测设备依托关系

本项目拟新增 2 台个人剂量报警仪和 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，与原配备的辐射监测设备不存在依托关系。

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- 3502E	160kV	1mA	用于集成电路、分立器件、电路板等多种元器件的无损检测及失效定位	微观结构无损 分析实验室	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/m³；年排放总量用 kg。
2.含有放射性的废弃物要注明,其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg,或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（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) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019) (7) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) (8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) (9) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021) (10) 《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

方位	场所	距离(m)	保护目标	影响人数 (人)	剂量约束值 (mSv/a)
/	微观结构无损分析实验室	0.3	辐射工作人员	2	5
东侧	走道	0.6	公众	流动人员	0.25
	微纳力学实验室（一）	3.3	公众	4	
	展室	7	公众	5	
	变压器房	8.6	公众	2	
	辅助间	18	公众	2	
	文礼路	35	公众	流动人员	
南侧	门厅	6	公众	流动人员	0.25
	芯片测试分析实验室	14	公众	4	
	微纳结构及形貌分析实验室（一）	15	公众	3	
	样品间	31	公众	2	
	辅助间 1	31	公众	2	
	更衣室	32	公众	2	
	UPS	32	公众	2	
	辅助间 2	33	公众	2	

	绿化带	35	公众	流动人员	
	楼梯间	36	公众	流动人员	
	微纳结构及形貌分析实验室（二）	36	公众	3	
	茶水间	40	公众	流动人员	
	走道	40	公众	流动人员	
	压缩空气机房	41	公众	2	
	湿式报警阀间	44	公众	2	
	园区道路	47	公众	流动人员	
西侧	园区道路	10	公众	流动人员	0.25
	绿化带	33	公众	流动人员	
北侧	微纳力学实验室（二）	1.1	公众	2	0.25
	总高压房	3.7	公众	2	
	开关房	12	公众	2	
	卫生间	15	公众	流动人员	
	电梯厅	18	公众	流动人员	
	楼梯间	21	公众	流动人员	
	园区道路	26	公众	流动人员	
二层	辐照实验室（一）	4	公众	2	0.25
	走道	4	公众	流动人员	
	辐照实验室（二）	4	公众	2	
	封装可靠性与热性能实验室	5	公众	4	
	制样间	5.5	公众	2	
	功率与微波器件实验室	7	公众	4	
	低压房	8	公众	2	
	样品室	10	公众	2	
	检测技术实验室	15	公众	6	
	卫生间	16	公众	流动人员	
	电梯厅	19	公众	流动人员	
	电子器件及电路电磁兼容实验室	22	公众	6	

	楼梯间 1	22	公众	流动人员
	功率与微波器件实验室 (一)	22	公众	4
	楼梯间 2	36	公众	流动人员
	休息室	40	公众	流动人员
	茶水间	42	公众	流动人员

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) 6.1.3 的规定, 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足:

a) 关注点的周剂量参考控制水平, 对放射工作场所不大于 100 μ Sv/周, 对公众不大于 5 μ 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 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目选址位于广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号工业和信息化部电子第五研究所 20 号楼一层微观结构无损分析实验室，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

	
微观结构无损分析实验室现状	东侧走道
	
南侧门厅	西侧园区道路
	
北侧微纳力学实验室（二）	正上方二层辐照实验室（一）
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	2024 年 1 月 23 日	有效期	1 年
测量范围	10nGy/h-200 μ Gy/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	2024H21-20-5058046001

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，根据以上布点原则，本次共布设 49 个检测点位，检测布点见图 8-3～图 8-5。

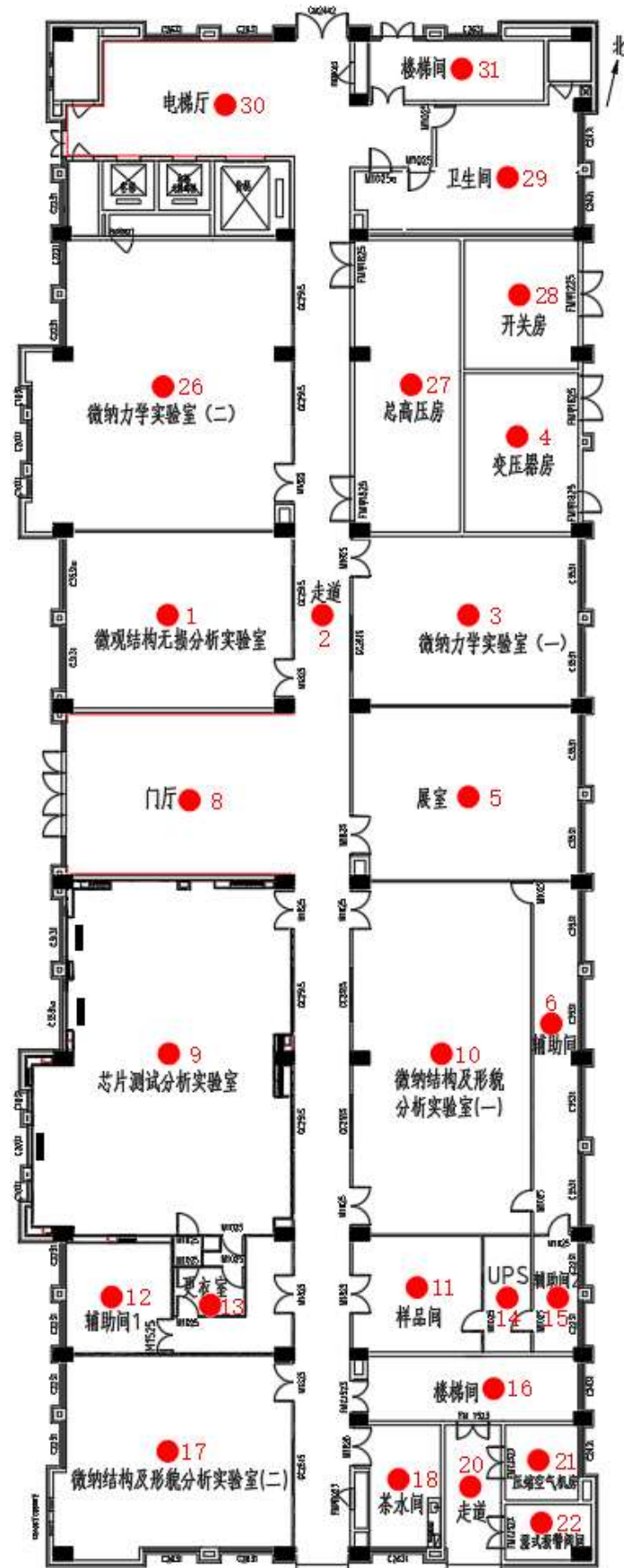


图 8-3 20 号楼一层检测布点图

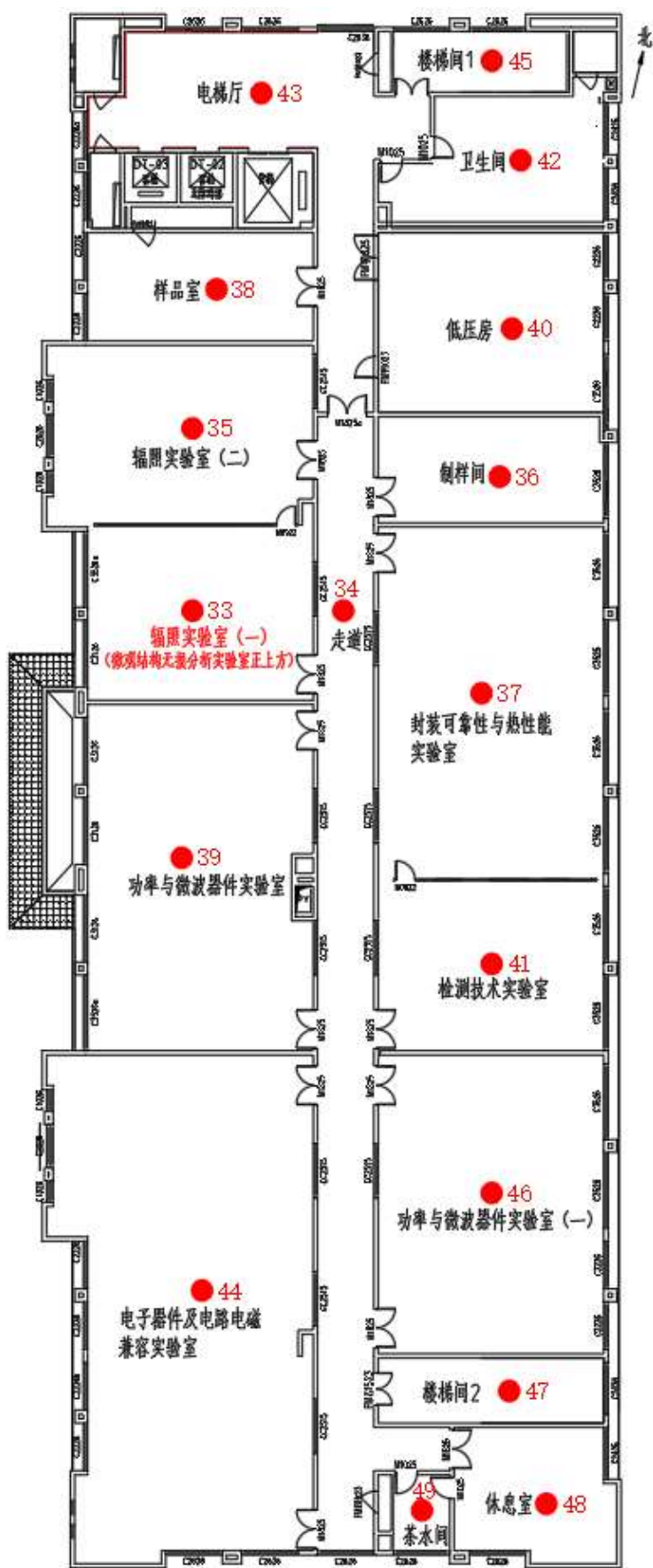


图 8-4 20 号楼二层检测布点图

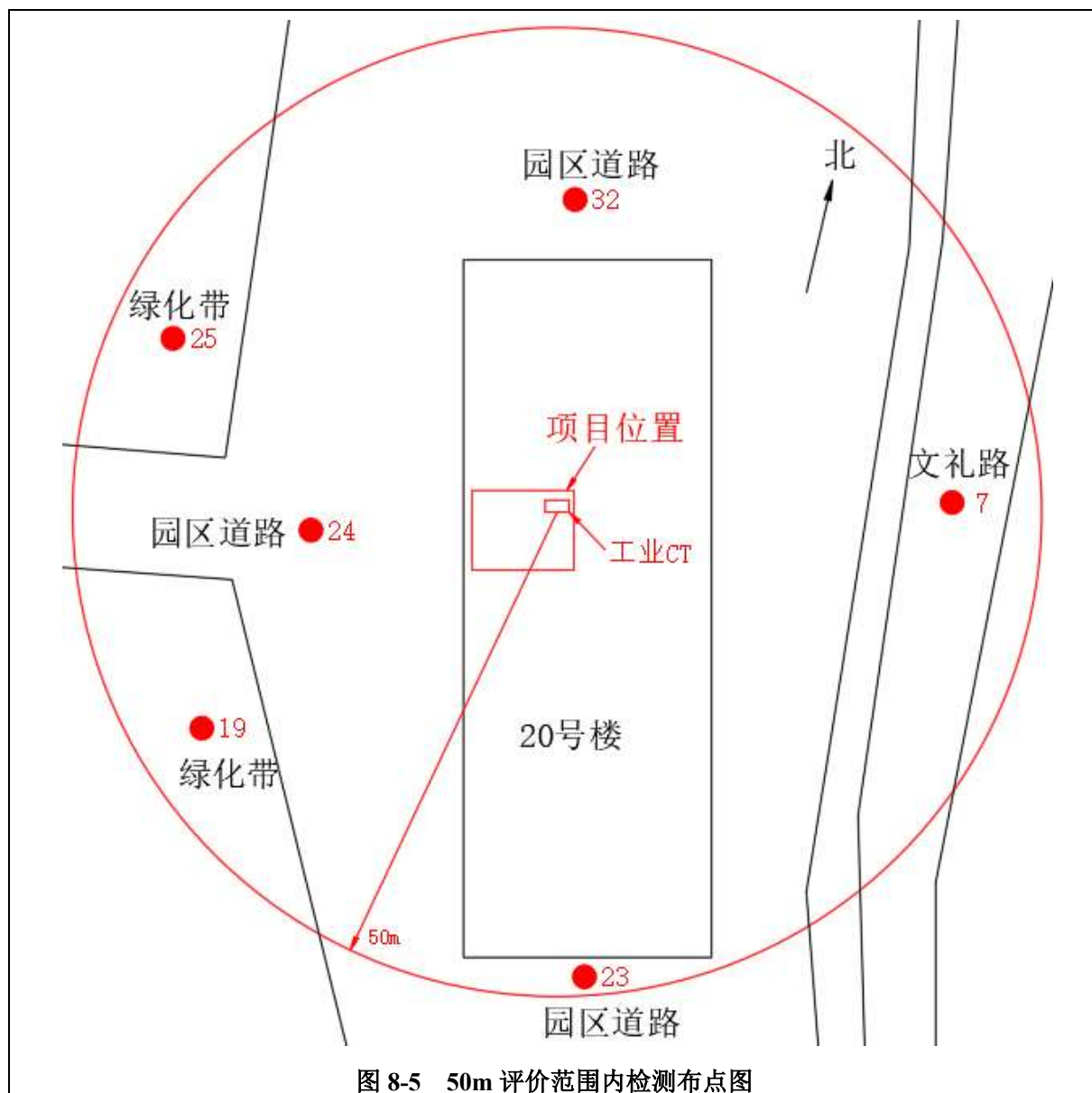


图 8-5 50m 评价范围内检测布点图

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（ $<\pm 15\%$ ）。

（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：

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

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，1.07；

E_f ：仪器检验源效率因子。本仪器无检验源，该值取 1；

$\bar{X}$ ：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 2024 年 7 月 24 日在广东省万绿湖用同一台设备测的宇宙射线响应值，35nGy/h，与测点处的海拔差别 $\leq 200\text{m}$ ，经度差别 $\leq 5^\circ$ ，纬度差别 $\leq 2^\circ$ ，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	检测结果 (nGy/h)	环境 性质
1	/	微观结构无损分析实验室	/	地胶	255 $\pm$ 1	楼房
2	东侧	走道	2.5	瓷砖	256 $\pm$ 1	楼房
3	东侧	微纳力学实验室 (一)	9	地胶	250 $\pm$ 1	楼房
4	东侧	变压器房	12	混凝土	243 $\pm$ 2	楼房
5	东侧	展室	13	地胶	232 $\pm$ 1	楼房
6	东侧	辅助间	25	地胶	237 $\pm$ 1	楼房
7	东侧	文礼路	40	沥青	153 $\pm$ 1	道路
8	南侧	门厅	10	瓷砖	222 $\pm$ 1	楼房
9	南侧	芯片测试分析实验室	22	地胶	239 $\pm$ 1	楼房
10	南侧	微纳结构及形貌分析 实验室(一)	23	地胶	238 $\pm$ 1	楼房
11	南侧	样品间	33.5	地胶	239 $\pm$ 1	楼房

12	南侧	辅助间 1	34	地胶	242±1	楼房
13	南侧	更衣室	34	地胶	250±1	楼房
14	南侧	UPS	35	地胶	239±1	楼房
15	南侧	辅助间 2	36	地胶	239±1	楼房
16	南侧	楼梯间	39	瓷砖	242±1	楼房
17	南侧	微纳结构及形貌分析 实验室(二)	41	地胶	238±1	楼房
18	南侧	茶水间	42	瓷砖	242±1	楼房
19	南侧	绿化带	42	泥土	138±1	原野
20	南侧	走道	43	瓷砖	242±1	楼房
21	南侧	压缩空气机房	43	瓷砖	242±1	楼房
22	南侧	湿式报警阀间	45.5	瓷砖	242±1	楼房
23	南侧	园区道路	48	沥青	153±1	道路
24	西侧	园区道路	24	沥青	152±1	道路
25	西侧	绿化带	42	泥土	138±1	原野
26	北侧	微纳力学实验室 (二)	8	地胶	260±1	楼房
27	北侧	总高压房	10	混凝土	244±1	楼房
28	北侧	开关房	16	混凝土	243±1	楼房
29	北侧	卫生间	20	瓷砖	256±1	楼房
30	北侧	电梯厅	21	瓷砖	256±1	楼房
31	北侧	楼梯间	24	瓷砖	256±1	楼房
32	北侧	园区道路	31	沥青	153±1	道路
33	二层	辐照实验室 (一)	4	地胶	262±1	楼房
34	二层	走道	5	瓷砖	261±1	楼房
35	二层	辐照实验室 (二)	7.5	地胶	260±1	楼房
36	二层	制样间	10	地胶	261±1	楼房
37	二层	封装可靠性与热性能 实验室	11	地胶	259±1	楼房
38	二层	样品室	13	地胶	259±1	楼房

39	二层	功率与微波器件实验室	14	地胶	263±1	楼房
40	二层	低压房	15	混凝土	245±1	楼房
41	二层	检测技术实验室	20	地胶	263±1	楼房
42	二层	卫生间	21	瓷砖	257±1	楼房
43	二层	电梯厅	21.5	瓷砖	257±1	楼房
44	二层	电子器件及电路电磁兼容实验室	23	地胶	265±1	楼房
45	二层	楼梯间 1	24	瓷砖	256±1	楼房
46	二层	功率与微波器件实验室（一）	30	地胶	264±1	楼房
47	二层	楼梯间 2	39	瓷砖	244±1	楼房
48	二层	休息室	44	瓷砖	248±1	楼房
49	二层	茶水间	44	瓷砖	249±1	楼房

注：1、以上数据已校准，校准系数为 1.07；

2、检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，待读数稳定后，每个测量点测量 10 个读数；

3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分（35nGy/h）；建筑物对宇宙射线的屏蔽因子：楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，道路、原野取值为 1。

从表 8-3 中的数据可见，项目建设场地及周围区域的室内环境 γ 辐射剂量率检测值为 237~265nGy/h，室外道路环境 γ 辐射剂量率检测值为 152~153nGy/h，室外原野环境 γ 辐射剂量率检测值为 138nGy/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 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-3502E 工业 CT 由防护箱体、射线发生器、载物台、探测器等组成。工业 CT 外观结构图和工业 CT 内部结构图分别见图 9-1 和图 9-2。各部件名称一览表见表 9-1，设备尺寸参数见表 9-2。

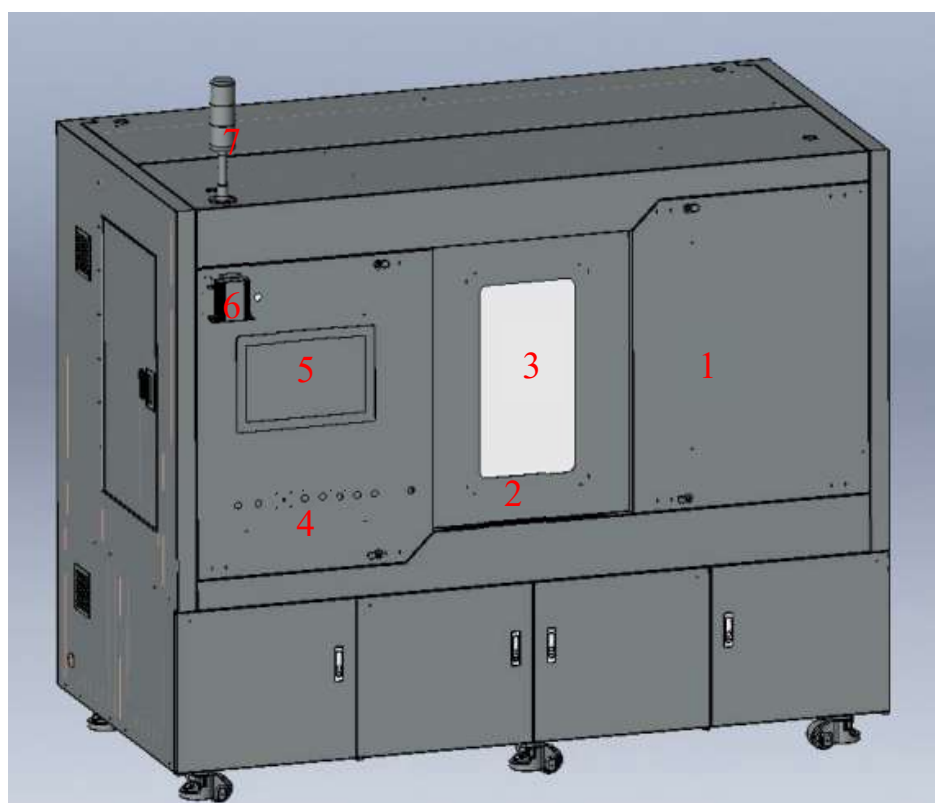


图 9-1 工业 CT 外观结构图

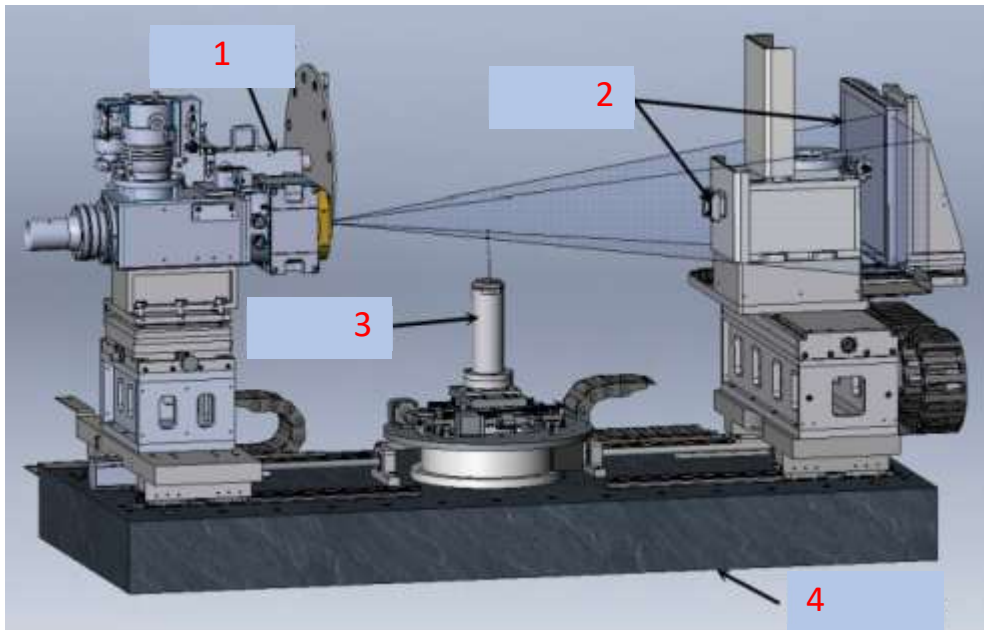


图 9-2 工业 CT 内部结构图

表 9-1 设备各部件名称一览表

序号	名称	序号	名称
外部			
1	防护箱体	5	显示屏
2	装载门	6	固定式辐射探测报警装置
3	观察窗	7	指示灯
4	控制开关（主要包括主电源开关、钥匙开关、使能开关、启动开关、门锁复位按钮、门开关、急停按钮）	/	/
内部			
1	射线发生器	3	载物台
2	探测器	4	基底平台

表 9-2 设备尺寸参数一览表

项目	设计情况
设备外尺寸	长×宽×高=2452mm×1228mm×1900mm
装载门尺寸	长×高=680mm×939mm
观察窗尺寸	长×高=340mm×600mm
检修门（左侧）尺寸	长×高=444mm×821mm
检修门（背面）尺寸	长×高=1872mm×939mm（2 扇对开）

9.1.2 工作方式

(1) 工业 CT 自带屏蔽体，其有用线束固定朝人员正视工业 CT 装载门的右侧照射，有用线束角度为 160° 。射线发生器不可移动；载物台可前后、左右、上下移动，载物台轴体可进行 360° 旋转；探测器可前后、左右移动。

(2) 工业 CT 正面设装载门用于手工放取样品，装载门采用电动平移门，操作人员只需通过装载门的控制按钮即可开启或关闭装载门。工业 CT 通过设备的控制按钮或操作系统开启 X 射线。操作人员位于操作台对工业 CT 进行操作，操作台位于工业 CT 正面左侧，出束期间无需人员干预，人员无需进入工业 CT 内部。

(3) 工业 CT 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。

(4) 工业 CT 检测样品为集成电路、分立器件、电路板。集成电路最大长度、宽度均为 40mm，最大厚度为 0.5mm；分立器件最大长度 40mm，最大宽度 20mm，最大厚度为 0.5mm；电路板最大长度、宽度均为 200mm，最大厚度为 10mm。

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，称之为轫致辐射，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。

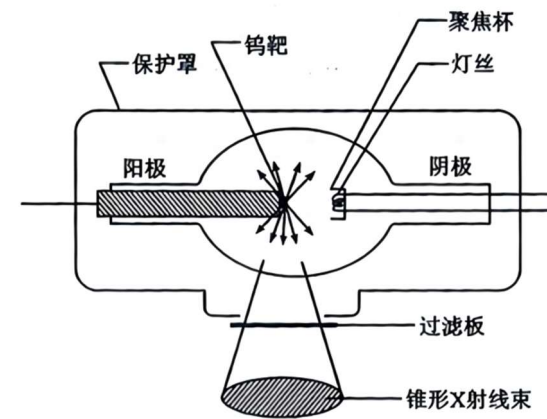


图 9-3 X 射线管示意图

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 机一般由射线源、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。射线源提供 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。

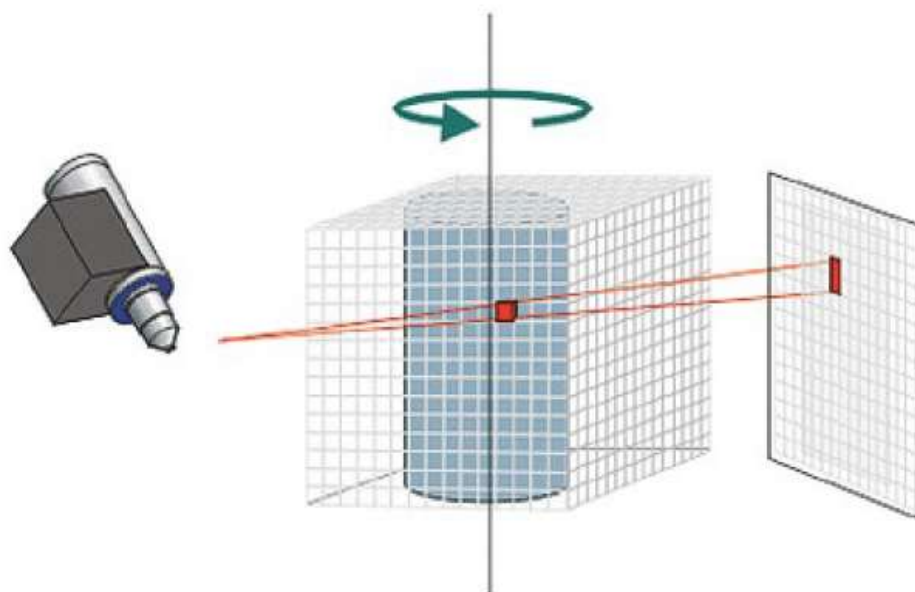
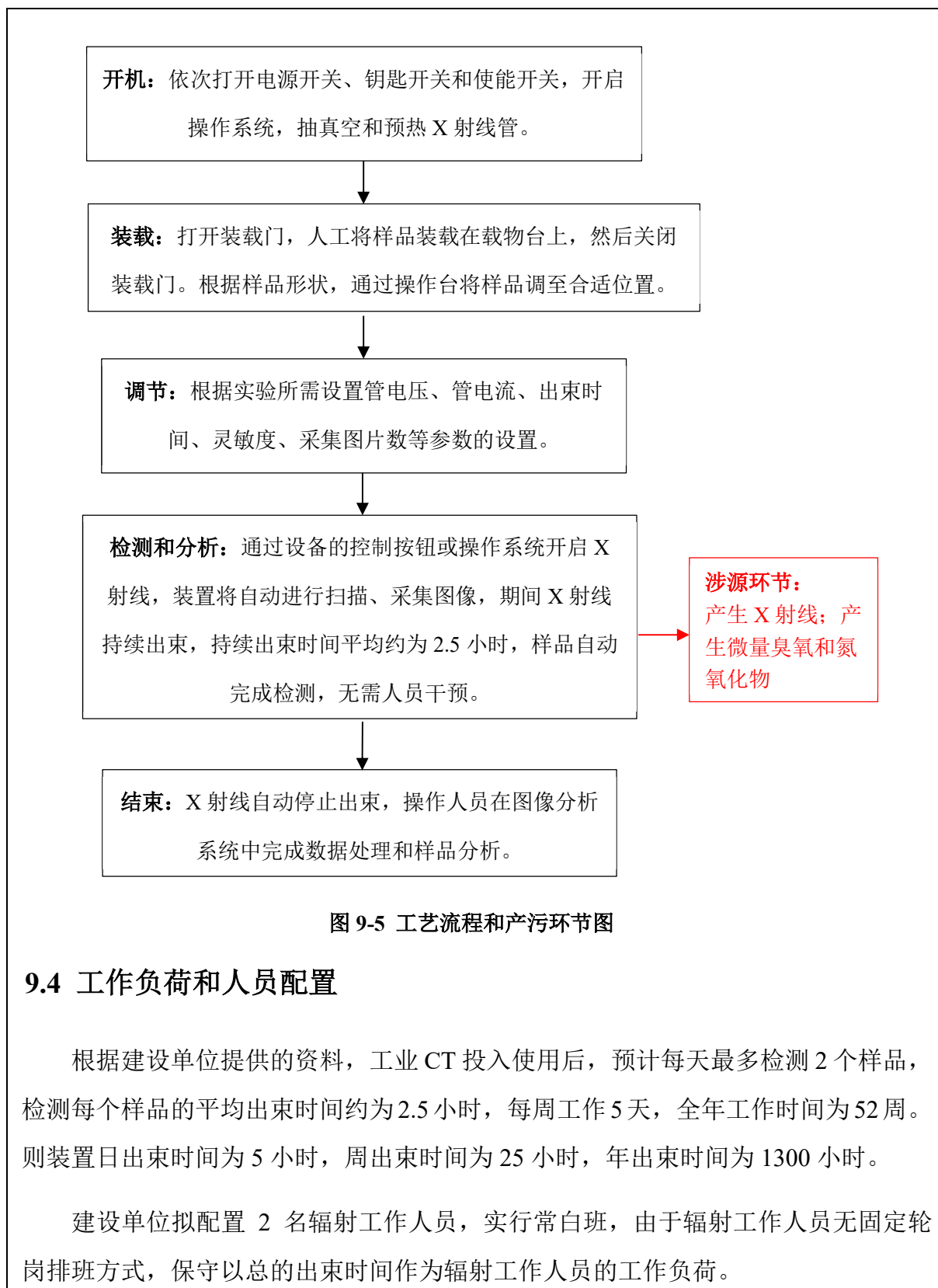


图 9-4 工业 CT 工作原理示意图

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。



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 射线源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。

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，导致工作人员被意外照射；

b.装置维修维护时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启机器产生射线，使维修维护人员受到意外照射。

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、滤过条件和有用线束距辐射源点 1m 处剂量率由厂家给出。泄漏线束距辐射源点 1m 处剂量率根据《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 9-3，工业 CT 相关参数说明见附件 5。

表 9-3 nanoVoxel-3502E 工业 CT 源强参数

技术参数	数值
最大管电压	160kV
最大管电流	1mA

滤过条件	2mmAl
有用线束角度	160°
有用线束距辐射源点 1m 处剂量率	0.50mGy/s
泄漏线束距辐射源点 1m 处剂量率	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射屏蔽设计

本项目使用的工业 CT 自带钢铅结构的屏蔽体，设备三视图如图 10-1 至图 10-3 所示，设备屏蔽参数见表 10-1。

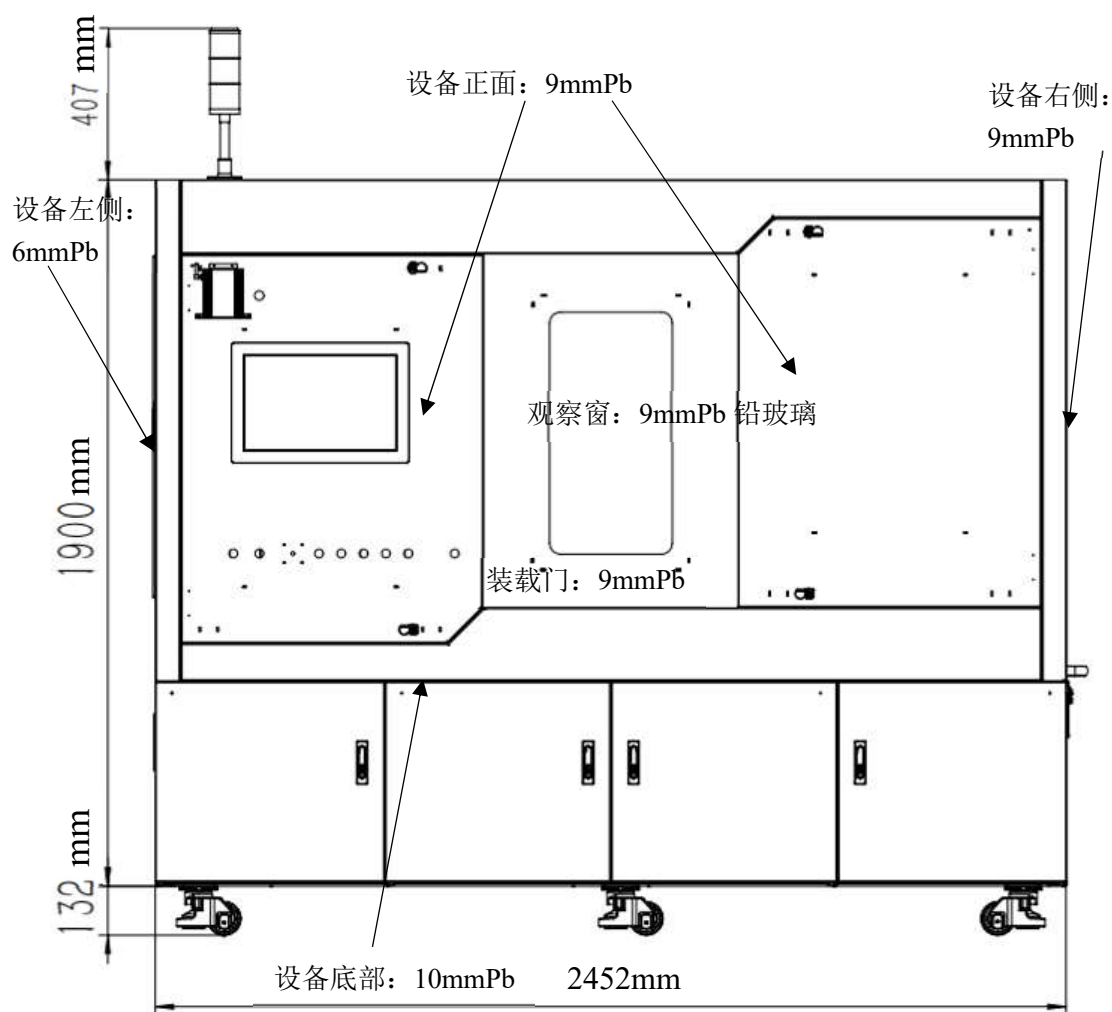


图 10-1 工业 CT 正视图

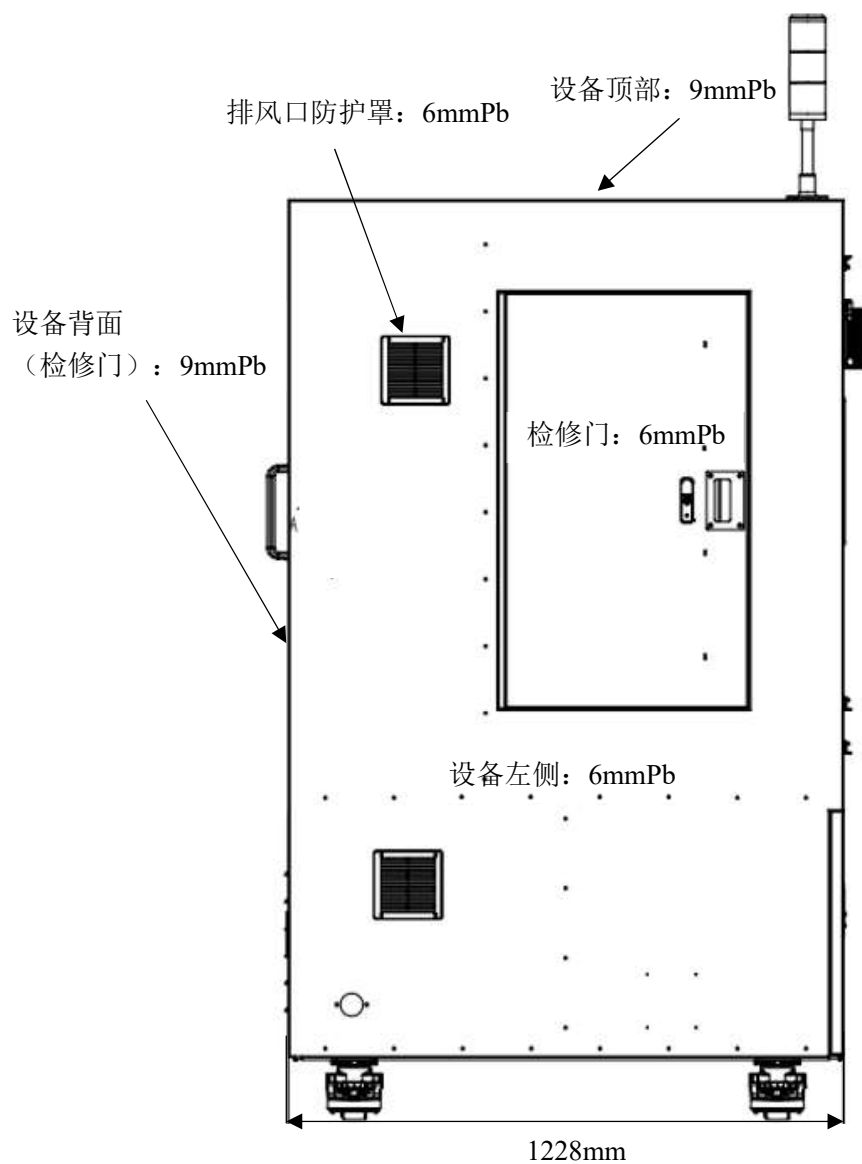


图 10-2 工业 CT 左视图

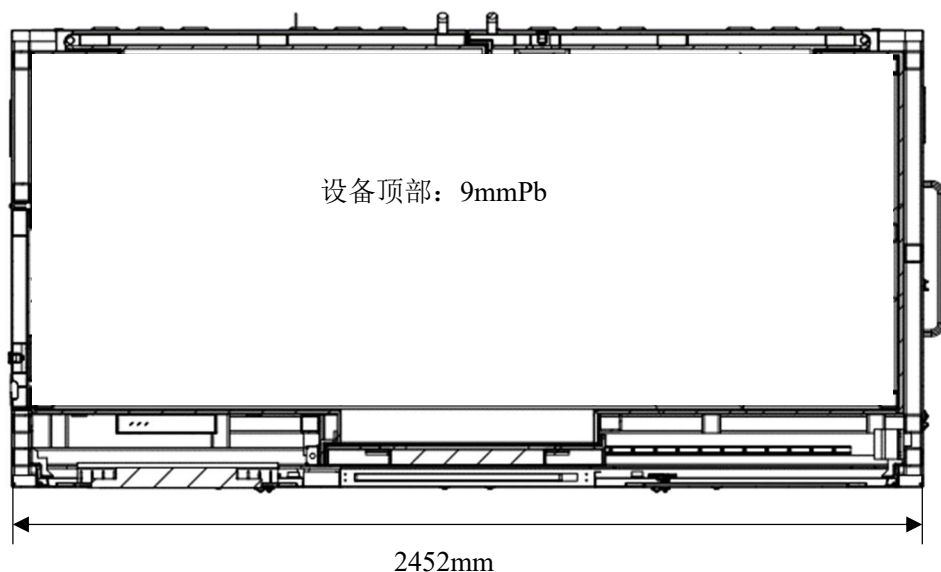


图 10-3 工业 CT 俯视图

表 10-1 工业 CT 屏蔽体结构和屏蔽参数一览表

项目	设计情况	屏蔽铅当量
正面	钢板内衬 9mm 铅板	9mmPb
背面	钢板内衬 9mm 铅板	9mmPb
左侧	钢板内衬 6mm 铅板	6mmPb
右侧	钢板内衬 9mm 铅板	9mmPb（主射面）
顶部	钢板内衬 9mm 铅板	9mmPb
底部	钢板内衬 9mm 铅板	9mmPb
装载门	钢板内衬 9mm 铅板	9mmPb
观察窗	9mmPb 铅当量特种铅玻璃	9mmPb
检修门（设备背面）	钢板内衬 9mm 铅板	9mmPb
检修门（设备左侧）	钢板内衬 6mm 铅板	6mmPb
排风口	自带 6mm 铅板防护罩	6mmPb

工业 CT 底部屏蔽体设有 3 种不同形状的穿线口，管线穿出位置设有 9mm 铅板防护罩。工业 CT 左侧屏蔽体设有 1 个排风扇，排风口位置自带 6mm 铅板防护罩。管线穿屏蔽体示意图见图 10-4，排风口屏蔽示意图见图 10-5。

管线口、排风口屏蔽补偿厚度与主体屏蔽厚度一致，射线经铅板防护罩衰减后，屏蔽体外管线口处和排风口处的辐射泄漏可忽略不计。

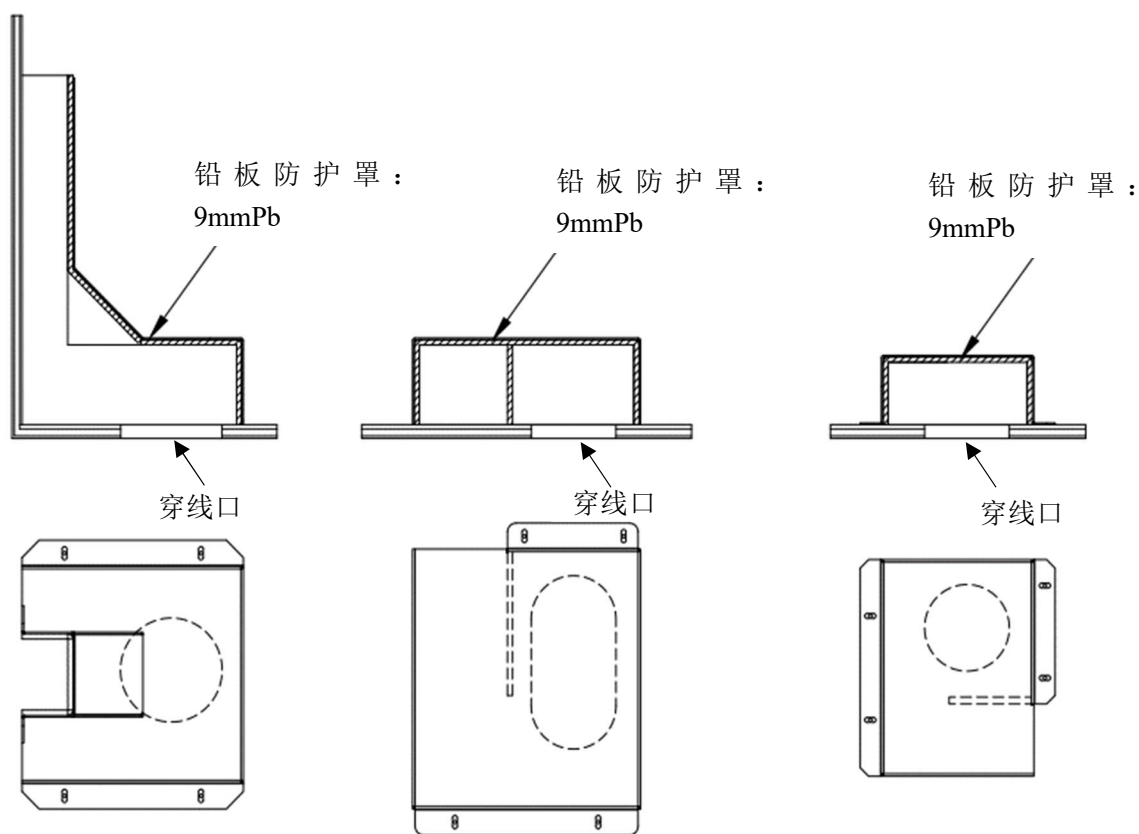


图 10-4 管线穿屏蔽体示意图

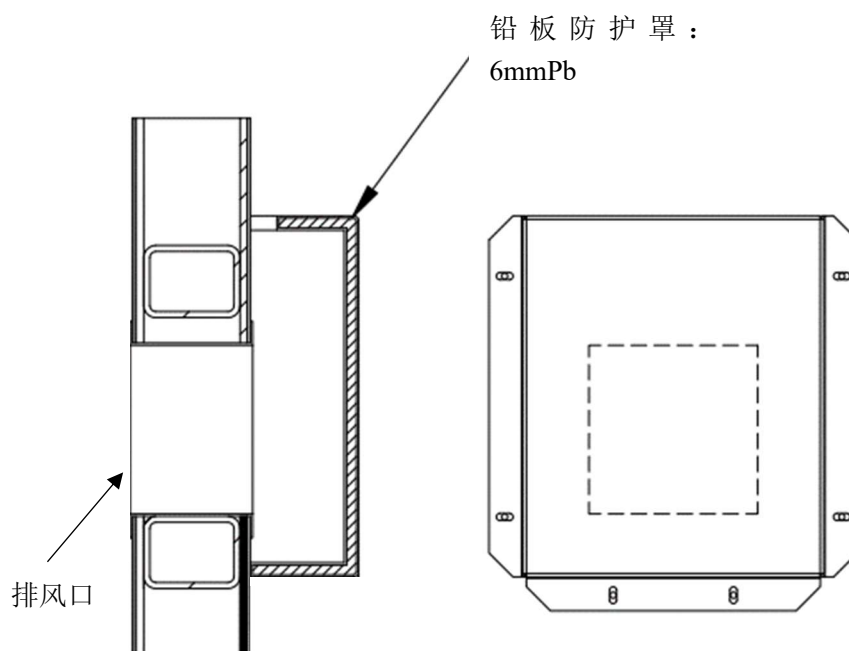


图 10-5 排风口屏蔽示意图

10.2 辐射安全与防护措施

10.2.1 安全联锁系统

本项目工业 CT 设有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、使能开关闭合、主电源开关闭合、急停按钮复位、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 10-6。

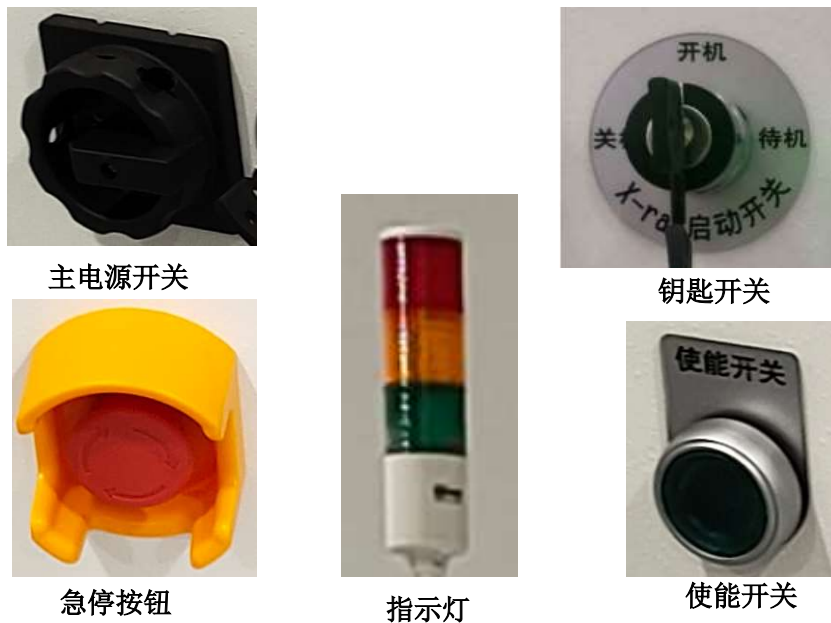


图 10-6 安全设施实物图

10.2.2 门机联锁装置

本项目工业 CT 装载门为电动平移门，左侧检修门为手动单开门，背面检修门为手动双开门。装载门和检修门各安装了 2 个继电器作为门机联锁装置，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。装载门和检修门未关闭到位时射线发生器无法出束。设备运行过程中，任何一处可开启之处被外力开启时，会立即中断高压发生器的主供电，射线发生器则立即停止出束。门机联锁逻辑图见图 10-7。

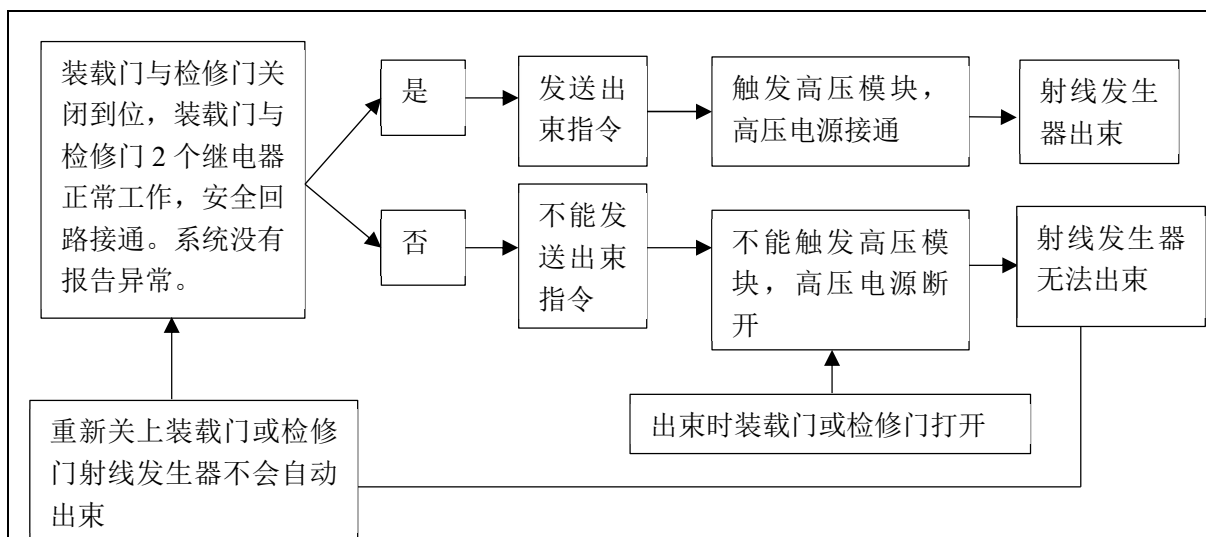


图 10-7 门机联锁逻辑图

10.2.3 警示设施和工作状态指示灯

建设单位拟在设备的正面张贴电离辐射警示标志，监督区边界将张贴“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”中文警示说明。

本项目工业 CT 顶部设有指示灯，分别为绿灯、黄灯、红灯，绿灯亮指示设备处于通电状态；黄灯亮指示装载门、检修门处于关闭状态，可安全开启射线发生器；红灯闪烁指示设备处于出束状态。

建设单位将在微观结构无损分析实验室内醒目位置张贴射线装置各指示灯的指示意义的中文说明。

10.2.4 多重开关

本项目工业 CT 设有 1 个钥匙开关、1 个使能开关、1 个主电源开关。钥匙开关、使能开关和主电源开关位于设备正面。钥匙开关控制射线发生器关机、开机或待机状态，使能开关控制射线发生器的电源，主电源开关控制整个设备的电源，只有三个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。射线装置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。

10.2.5 紧急停机

本项目工业 CT 设有 2 个急停按钮，分别位于设备正面和操作台台面，操作人员不需要穿过主射线束就能够使用。在发生紧急事故时，相关人员可通过手工按

压急停按钮，急停按钮可以迅速切断射线发生器的高压电源，射线发生器则立即停止出束。急停按钮将标明功能和使用方法。

10.2.6 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微观结构无损分析实验室，并立即向辐射工作负责人报告。

建设单位拟配备 1 台便携式 X- γ 剂量率，使用便携式 X- γ 剂量率仪定期（每个月 1 次）对工业 CT 周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

此外，本项目工业 CT 自带 1 台固定式辐射探测报警装置，监测探头位于屏蔽体内，主机自带显示屏位于工业 CT 正面。

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表明监督区的标牌。

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：本项目设有独立的微观结构无损分析实验室作为辐射工作场所，微观结构无损分析实验室只放置本项目的射线装置、操作台及配套设施，不作其他用途。工业 CT 有用线束方向固定朝人员正视工业 CT 装载门的右侧照射，操作台设在射线装置正面左侧，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：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；将控制区外整个微观结构无损分析实验

室划为监督区，监督区通过警示说明和门禁等进行管理。辐射工作场所布局和分区示意图如图 10-8 所示。

综上所述，本项目辐射工作场所布局和分区方案有利于分区管理，可有效隔离非辐射工作人员进入监督区，布局和分区合理。

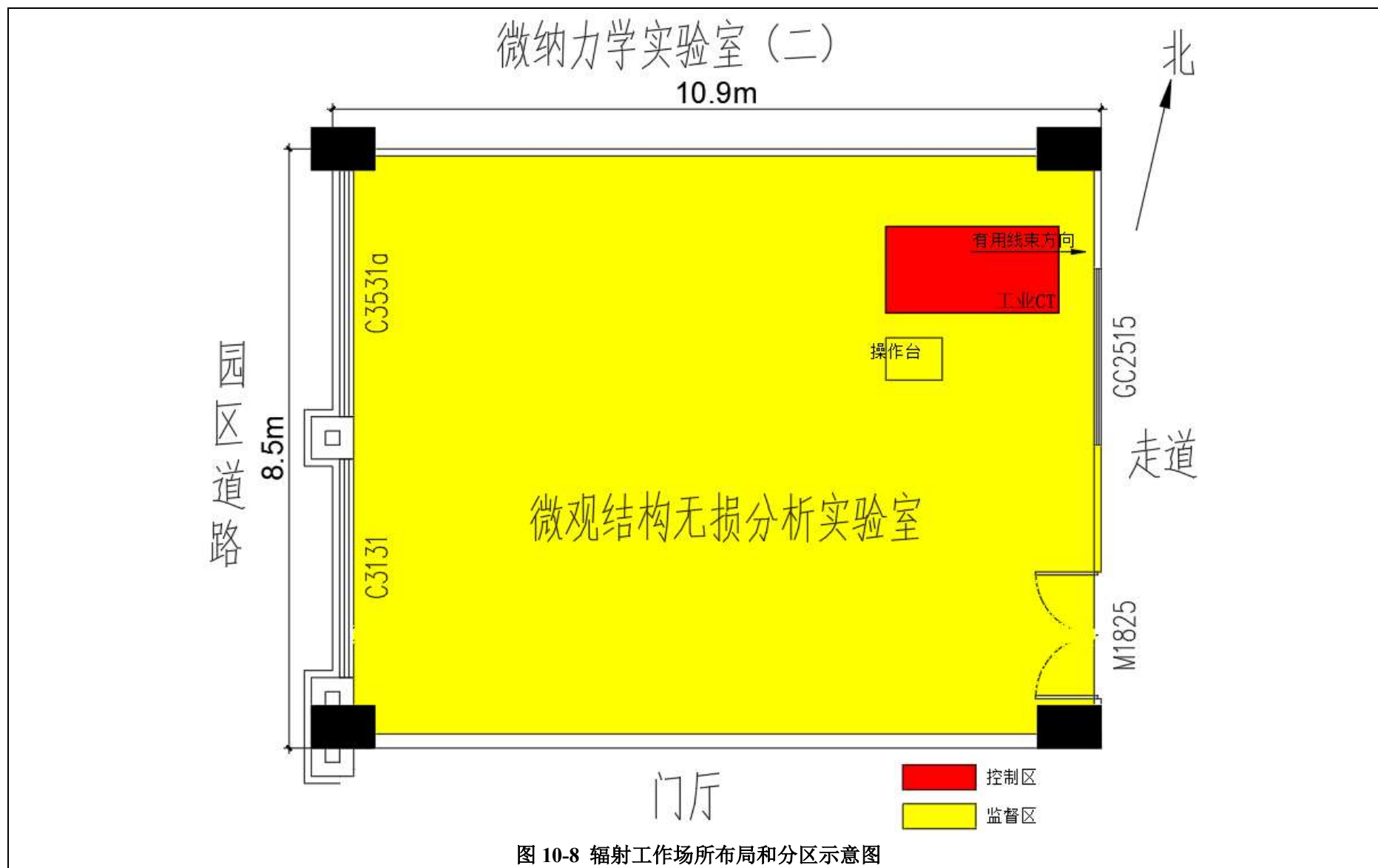


图 10-8 辐射工作场所布局 and 分区示意图

10.4 辐射安全与防护实施方案

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 至 10-5。

表 10-2 辐射工作场所布局和分区要求对照分析表

(GBZ117-2022) 的辐射工作场所布局和分区要求	实施方案
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 自带钢铅结构的屏蔽体，放在独立的微观结构无损分析实验室内使用，充分考虑了邻近场所的辐射安全。工业 CT 有用线束方向固定朝人员正视工业 CT 装载门的右侧照射，操作台设在射线装置正面左侧，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，将屏蔽体外整个微观结构无损分析实验室划为监督区，满足 GB 18871 的要求。

表 10-3 工作场所辐射屏蔽要求对照分析表

(GBZ117-2022) 的工作场所辐射屏蔽要求	实施方案
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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ 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 μ Sv/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	本项目工业 CT 上方存在建筑物，应执行 6.1.4.a) 要求，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 2.5 μ Sv/h。 根据表 11 的计算，工业 CT 顶部

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。	的辐射屏蔽满足要求。
表 10-4 各项辐射安全与防护措施对照分析表	
(GBZ117-2022) 的辐射安全与防护要求	实施方案
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。	本项目工业 CT 装载门和检修门各安装了 2 个继电器作为门机联锁装置，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。装载门和检修门未关闭到位时射线发生器无法出束。设备运行过程中，任何一处可开启之处被外力开启时，会立即中断高压发生器的主供电，射线发生器则立即停止出束。
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，并与探伤机连锁。“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屏蔽体内部，因此装置内部设指示灯和声音提示装置的要求不适用于本项目。 本项目工业 CT 顶部设有指示灯，分别为绿灯、黄灯、红灯，绿灯亮指示设备处于通电状态；黄灯亮指示装载门、检修门处于关闭状态，可安全开启射线发生器；红灯闪烁指示设备处于出束状态。 建设单位将在微观结构无损分析实验室内醒目位置张贴射线装置各指示灯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屏蔽体内部，因此装置内部安装监视装置的要求不适用于本项目。但本项目工业 CT 设置观察窗，可随时观察设备内部的运行情况。
6.1.8 探伤室防护门上应有符合	建设单位将在装置正面张贴电离辐射警告标志和

GB18871 要求的电离辐射警告标识和中文警示说明。	中文警示说明，将在监督区边界张贴“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。	本项目工业 CT 设有 2 个急停按钮，分别位于设备正面和操作台台面，操作人员不需要穿过主射线束就能够使用。在发生紧急事故时，相关人员可通过手工按压急停按钮，急停按钮可以迅速切断射线发生器的高压电源，射线发生器则立即停止出束。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。	微观结构无损分析实验室拟设置排风量约为 1500m ³ /h 的排风机将有害气体排出室外，微观结构无损分析实验室体积约为 462.8m ³ ，每小时有效通风换气次数约为 3.2 次。排风外口朝向微观结构无损分析实验室西侧园区道路，避免朝向人员活动密集区。
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	建设单位拟为每位辐射工作人员配备 1 台个人剂量报警仪，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。 工业 CT 自带 1 台固定式辐射探测报警装置，监测探头位于屏蔽体内，主机自带显示屏位于工业 CT 正面。

表 10-5 安全操作要求及实施计划对照表

(GBZ117-2022) 的安全操作要求	实施方案
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、信号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。	建设单位拟为每位辐射工作人员配备 1 台个人剂量报警仪。在工作期间，辐射工作人员将携带个人剂量报警仪，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，并立即向辐射工作负责人报告。
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（每个月 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。	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。	本项目工业 CT 均自带屏蔽体，射线源自带准直器，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。	本项目设备正常工作时，人员无需进入屏蔽体内部，因此该要求不适用于本项目。 辐射工作人员在启动设备出束前，将检查各项防护与安全装置是否正常运行。
小结：综上所述，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-机联锁装置以及出束信号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即停止辐射工作，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) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- (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更维修时，应保证所更换的零部件为合格产品。与 X 射线管相关的维修，需由 X 射线管生产厂家负责。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结构进行整体检测，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。

微观结构无损分析实验室拟设置排风量约为 1500m³/h 的排风机将有害气体排出室外，微观结构无损分析实验室体积约为 462.8m³，每小时有效通风换气次数约为 3.2 次。排风外口朝向微观结构无损分析实验室西侧园区道路，避免朝向人员活动密集区。

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

本项目使用成品电气设备，由生产厂家搬送至辐射工作场所，不涉及施工建设，不会产生施工废水和扬尘，同时不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。本项目主要环境影响因子是设备搬运和安装时产生的噪声及设备包装材料等固体废物。

设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动，搬运和安装工作应选在上午 8:00~12:00 或下午 14:00~17:00，避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生的影响。设备包装材料属于一般固废，经收集后交由资源回收单位处理，对周边环境不产生影响。

本项目建设期间不涉及射线装置的使用，不会对周边环境产生电离辐射影响，但在安装调试的过程中，需严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。本工程规模较小，建设时间较短，对周边环境影响程度均仅局限在园区内。通过控制作业时间、加强施工现场管理措施，对周围环境影响较小，且该影响是暂时的，随着建设期的结束而消除。

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 的射线发生器不可移动，其有用线束固定朝人员正视工业 CT 装载门的右侧照射。本报告选取射线装置屏蔽体外 0.3m 处及操作台为辐射水平关注点。射线源分布示意图见图 11-1.1 及图 11-1.2，关注点分布示意图见图 11-2.1 及图 11-2.2。

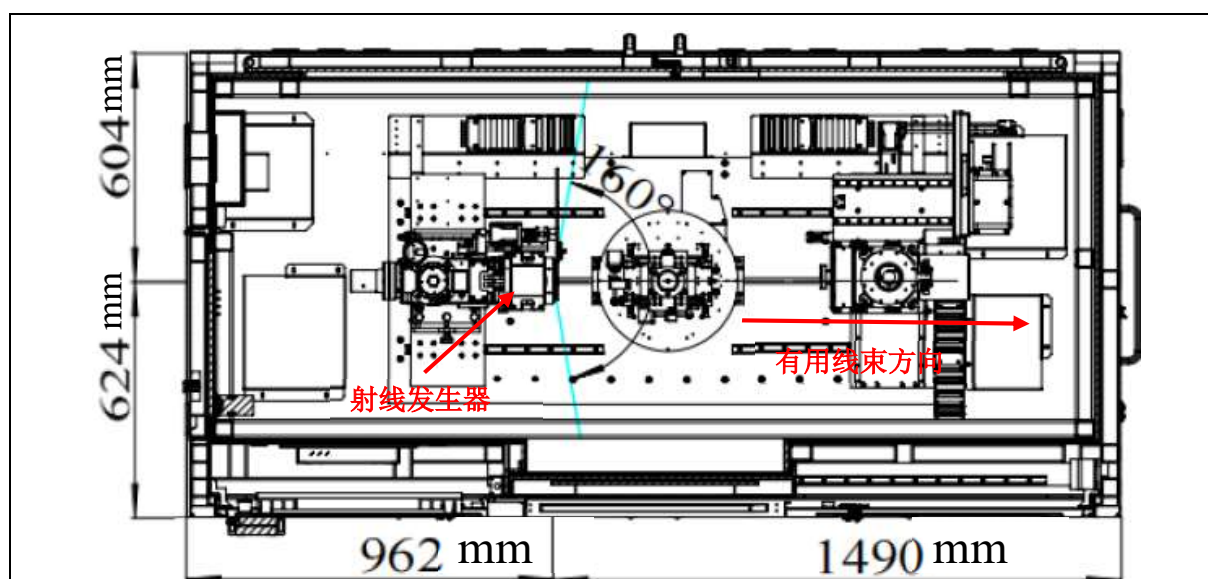


图 11-1.1 射线源分布示意图（俯视图）

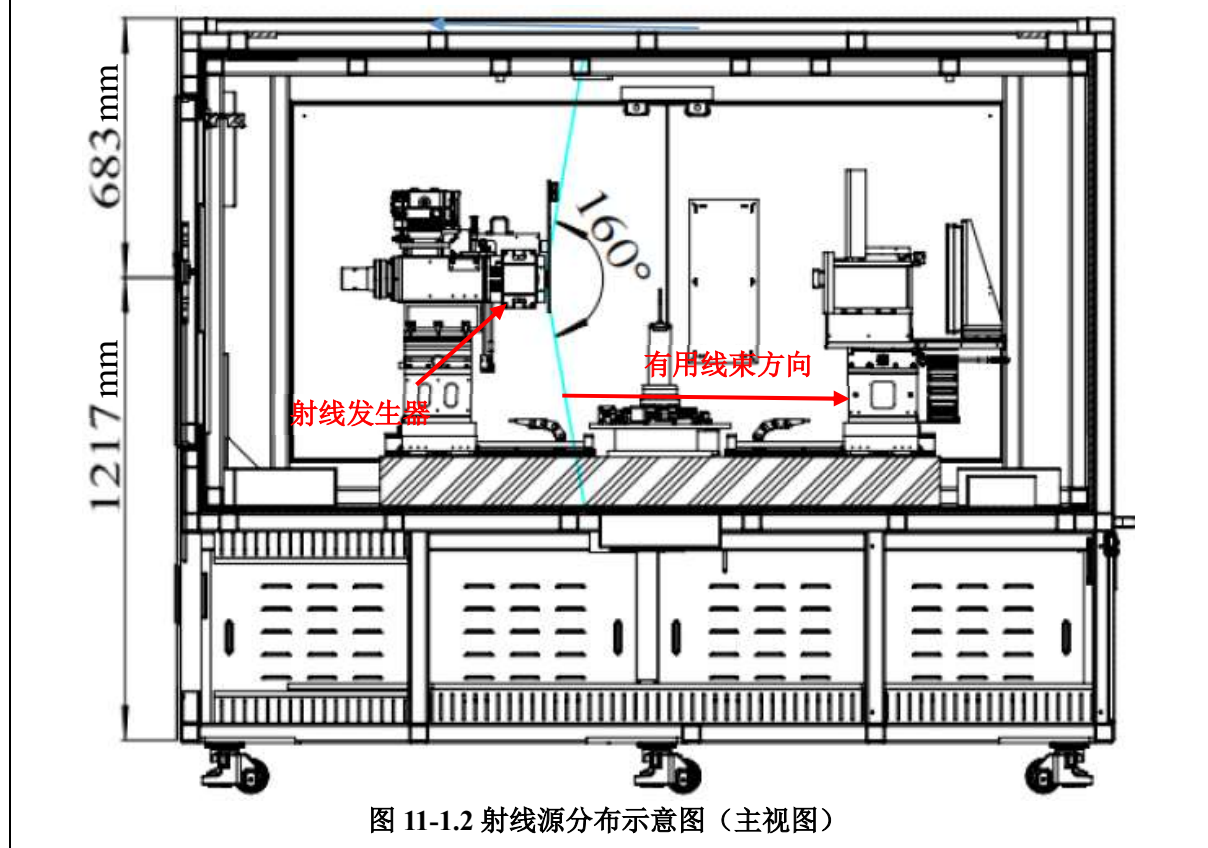


图 11-1.2 射线源分布示意图（主视图）

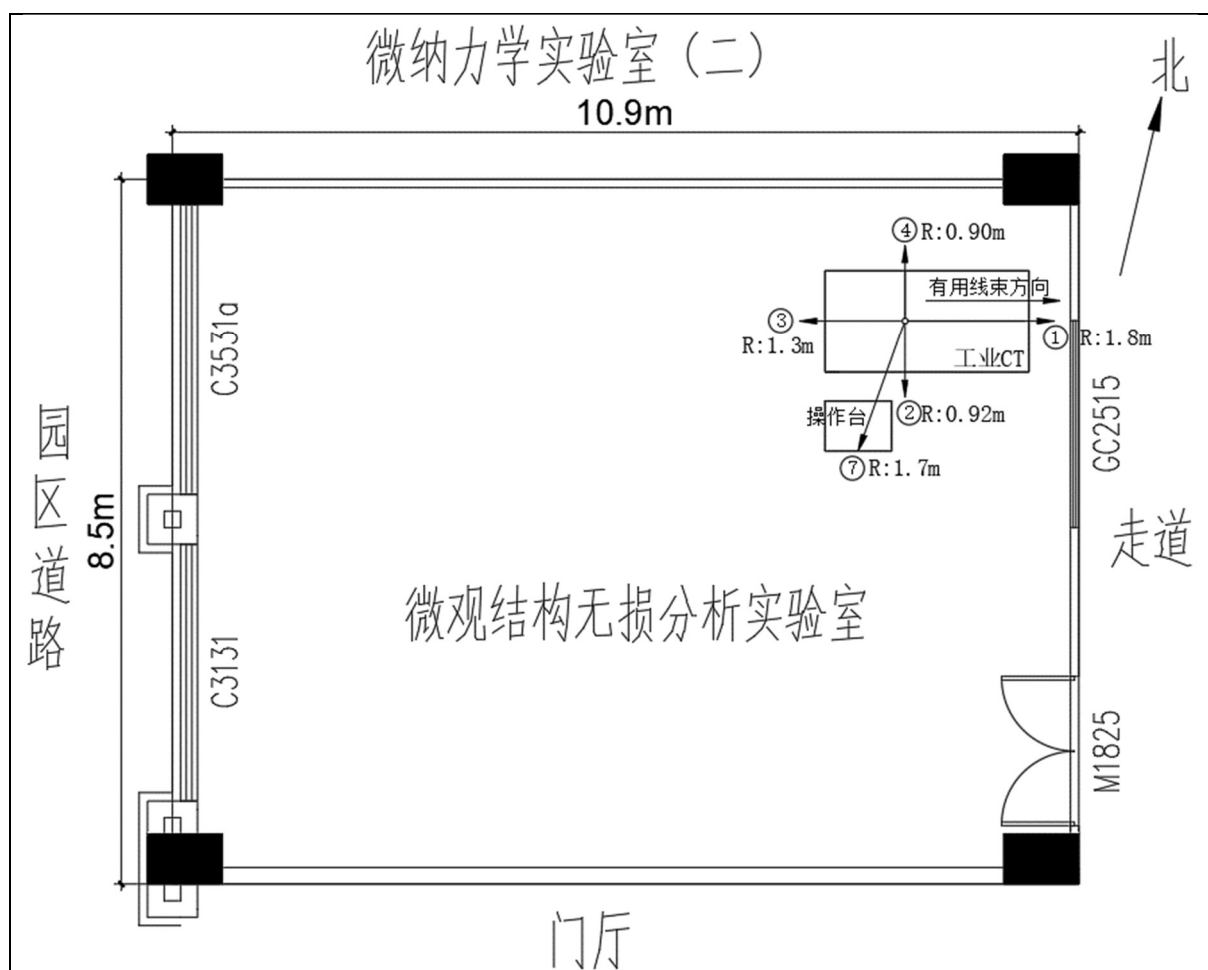


图 11-2.1 关注点分布示意图（立面）

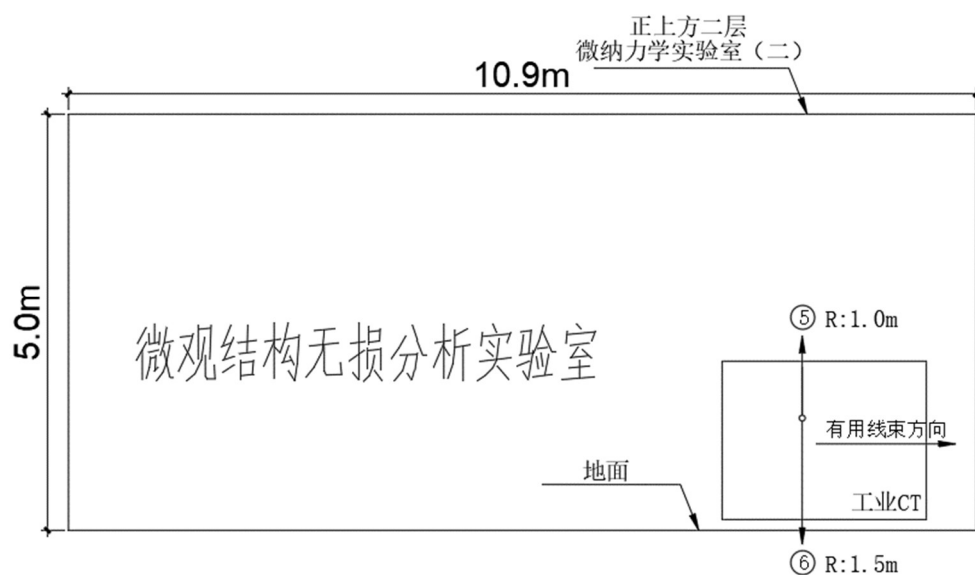


图 11-2.2 关注点分布示意图（立面）

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：

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

漏射线在关注点的剂量率按公式（11-2）计算：

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

90°散射线在关注点的剂量率按公式（11-3）计算：

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

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：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-4)$$

参考《辐射防护导论》图 3.24，管电压 160kV 时，铅对宽束 X 射线的平衡什值层均大于第一什值层，因此本项目有用线束的屏蔽透射因子可保守参考公式（11-4）计算。

式中：

H_0 距辐射源点 1m 处剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ；

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 屏蔽物质的什值层，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 $\mu\text{Sv/h}$ ；

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 的最大管电压为 160kV，其有用线束固定朝人员正视工业 CT

装载门的右侧照射，而工业 CT 有用线束角度为 160° ，为保守估算，因此对关注点③、⑦考虑泄漏线束和散射线束的辐射影响，其余关注点主要考虑有用线束的辐射影响。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列于表 11-2，源项参数列于表 11-3，各屏蔽面外关注点的辐射剂量率估算结果列于表 11-4。

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)
东侧	①	1.8	/	/	/	/
南侧	②	0.92	/	/	/	/
西侧	③	1.3	1.4	0.04	0.0475	0.1
北侧	④	0.90	/	/	/	/
顶部	⑤	1.0	/	/	/	/
底部	⑥	1.5	/	/	/	/
操作台	⑦	1.7	1.7	0.04	0.0475	0.1

注：R₀ 为出束口至载物台的最小距离；将样品最大面积作为辐射野面积，即 $F=0.2\times0.2=0.04\text{m}^2$ 。

表 11-2 透射因子计算参数一览表

方位	关注点	屏蔽厚度	射线类型	TVL 值	透射因子 B
东侧	①（右侧）	9mmPb	有用线束	1.048mm	2.6E-09
南侧	②（正面）	9mmPb	有用线束	1.048mm	2.6E-09
西侧	③（左侧）	6mmPb	泄漏线束	1.048mm	1.9E-06
			散射线束	0.96mm	5.6E-07
北侧	④（背面）	9mmPb	有用线束	1.048mm	2.6E-09
顶部	⑤（顶部）	9mmPb	有用线束	1.048mm	2.6E-09
底部	⑥（底部）	9mmPb	有用线束	1.048mm	2.6E-09
操作台	⑦（操作台）	9mmPb	泄漏线束	1.048mm	2.6E-09
			散射线束	0.96mm	4.2E-10

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 TVL 值取 150kV 对应值。

表 11-3 源项参数一览表

射线类型	距辐射源点 1m 处剂量率
有用线束	0.50mGy/s
泄露线束	$2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

表 11-4 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	$\dot{H}_1$	$\dot{H}_2$	$\dot{H}_3$	$\dot{H}$
东侧	①	2.5	1.4E-03	/	/	1.4E-03
南侧	②	2.5	5.5E-03	/	/	5.5E-03
西侧	③	2.5	/	2.8E-03	9.8E-02	1.0E-01
北侧	④	2.5	5.7E-03	/	/	5.7E-03
顶部	⑤	2.5	4.7E-03	/	/	4.7E-03
底部	⑥	2.5	2.1E-03	/	/	2.1E-03
操作台	⑦	2.5	/	2.2E-06	5.0E-05	5.2E-05

注：非有用线束方向的剂量率 $\dot{H}$ 由 $\dot{H}_2$ 和 $\dot{H}_3$ 叠加得到。

从表 11-4 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 1.0E-01μSv/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 11-4 的关注点辐射剂量率估算结果，本报告以所有关注点中辐射剂量率最大的值作为辐射工作人员的受照剂量率（③号关注点辐射剂量率最大）；根据各方向的估算结果，按照“辐射水平与距离平方成反比”，估算评价范围内各方向上各保护目标分布区域（公众）的受照剂量率，结合“9.4 工作负荷和人员配置”的介绍，按照公式（11-5）可进一步估算出各保护目标的有效受照剂量，估算结果见表 11-5。

$$E = \frac{\dot{H} \cdot r_g^2}{(r_b + r_g - 0.3)^2} \times t \times T \quad (11-5)$$

式中：

E ——保护目标的受照剂量，单位为 $\mu\text{Sv}/\text{周}$ 和 mSv/a ;

$\dot{H}$ ——关注点的辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

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 11-5 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($\mu\text{Sv/h}$)	$r_g(\text{m})$	$r_b(\text{m})$	居留因子	周出束时间(h)	年出束时间(h)	受照剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	周剂量当量($\mu\text{Sv/周}$)	年有效剂量(mSv/a)
/	微观结构无损分析实验室	辐射工作人员	1.0E-01 (③)	1.3	0.3	1	25	1300	1.0E-01	2.5	1.3E-01
东侧	走道	公众	1.4E-03 (①)	1.8	0.6	1/5	25	1300	1.0E-03	5.1E-03	2.7E-04
	微纳力学实验室(一)	公众		1.8	3.3	1	25	1300	2.0E-04	4.9E-03	2.6E-04
	展室	公众		1.8	7	1/5	25	1300	6.3E-05	3.1E-04	1.6E-05
	变压器房	公众		1.8	8.6	1/20	25	1300	4.4E-05	5.6E-05	2.9E-06
	辅助间	公众		1.8	18	1/5	25	1300	1.2E-05	6.0E-05	3.1E-06
	文礼路	公众		1.8	35	1/20	25	1300	3.4E-06	4.3E-06	2.2E-07
南侧	门厅	公众	5.5E-03 (②)	0.92	6	1/5	25	1300	1.1E-04	5.3E-04	2.8E-05
	芯片测试分析实验室	公众		0.92	14	1	25	1300	2.2E-05	5.4E-04	2.8E-05
	微纳结构及形貌分析实验室(一)	公众		0.92	15	1	25	1300	1.9E-05	4.8E-04	2.5E-05
	样品间	公众		0.92	31	1/5	25	1300	4.7E-06	2.3E-05	1.2E-06
	辅助间 1	公众		0.92	31	1/5	25	1300	4.7E-06	2.3E-05	1.2E-06
	更衣室	公众		0.92	32	1/5	25	1300	4.4E-06	2.2E-05	1.1E-06
	UPS	公众		0.92	32	1/5	25	1300	4.4E-06	2.2E-05	1.1E-06

	辅助间 2	公众		0.92	33	1/5	25	1300	4.1E-06	2.1E-05	1.1E-06
	绿化带	公众		0.92	35	1/20	25	1300	3.7E-06	4.6E-06	2.4E-07
	楼梯间	公众		0.92	36	1/20	25	1300	3.5E-06	4.3E-06	2.3E-07
	微纳结构及形貌分析实验室（二）	公众		0.92	36	1	25	1300	3.5E-06	8.7E-05	4.5E-06
	茶水间	公众		0.92	40	1/5	25	1300	2.8E-06	1.4E-05	7.3E-07
	走道	公众		0.92	40	1/5	25	1300	2.8E-06	1.4E-05	7.3E-07
	压缩空气机房	公众		0.92	41	1/20	25	1300	2.7E-06	3.4E-06	1.7E-07
	湿式报警阀间	公众		0.92	44	1/20	25	1300	2.3E-06	2.9E-06	1.5E-07
	园区道路	公众		0.92	47	1/20	25	1300	2.1E-06	2.6E-06	1.3E-07
	园区道路	公众	1.0E-01 (③)	1.3	10	1/20	25	1300	1.4E-03	1.7E-03	9.1E-05
西侧	绿化带	公众		1.3	33	1/20	25	1300	1.5E-04	1.8E-04	9.5E-06
北侧	微纳力学实验室（二）	公众	5.7E-03 (④)	0.90	1.1	1	25	1300	1.6E-03	4.0E-02	2.1E-03
	总高压房	公众		0.90	3.7	1/20	25	1300	2.5E-04	3.1E-04	1.6E-05
	开关房	公众		0.90	12	1/20	25	1300	2.9E-05	3.6E-05	1.9E-06
	卫生间	公众		0.90	15	1/5	25	1300	1.9E-05	9.5E-05	4.9E-06
	电梯厅	公众		0.90	18	1/5	25	1300	1.3E-05	6.7E-05	3.5E-06
	楼梯间	公众		0.90	21	1/20	25	1300	9.9E-06	1.2E-05	6.4E-07
	园区道路	公众		0.90	26	1/20	25	1300	6.5E-06	8.2E-06	4.2E-07

二层	辐照实验室 (一)	公众	4.7E-03 (⑤)	1.0	4	1	25	1300	2.1E-04	5.3E-03	2.8E-04
	走道	公众		1.0	4	1/5	25	1300	2.1E-04	1.1E-03	5.5E-05
	辐照实验室 (二)	公众		1.0	4	1	25	1300	2.1E-04	5.3E-03	2.8E-04
	封装可靠性与 热性能实验室	公众		1.0	5	1	25	1300	1.4E-04	3.6E-03	1.9E-04
	制样间	公众		1.0	5.5	1	25	1300	1.2E-04	3.1E-03	1.6E-04
	功率与微波器 件实验室	公众		1.0	7	1	25	1300	7.9E-05	2.0E-03	1.0E-04
	低压房	公众		1.0	8	1/20	25	1300	6.2E-05	7.8E-05	4.0E-06
	样品室	公众		1.0	10	1/5	25	1300	4.1E-05	2.1E-04	1.1E-05
	检测技术实验 室	公众		1.0	15	1	25	1300	1.9E-05	4.8E-04	2.5E-05
	卫生间	公众		1.0	16	1/5	25	1300	1.7E-05	8.4E-05	4.4E-06
	电梯厅	公众		1.0	19	1/5	25	1300	1.2E-05	6.1E-05	3.1E-06
	电子器件及电 路电磁兼容实 验室	公众		1.0	22	1	25	1300	9.1E-06	2.3E-04	1.2E-05
	楼梯间 1	公众		1.0	22	1/20	25	1300	9.1E-06	1.1E-05	5.9E-07
	功率与微波器 件实验室 (一)	公众		1.0	22	1	25	1300	9.1E-06	2.3E-04	1.2E-05
	楼梯间 2	公众		1.0	36	1/20	25	1300	3.5E-06	4.4E-06	2.3E-07

	休息室	公众		1.0	40	1/2	25	1300	2.8E-06	3.5E-05	1.8E-06
	茶水间	公众		1.0	42	1/5	25	1300	2.6E-06	1.3E-05	6.7E-07

表 11-5 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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，公众场所的周最大剂量当量为 $4.0\text{E-}02\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ”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 $1.3\text{E-}01\text{mSv/a}$ ，公众年有效最大有效剂量为 $2.1\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，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：

（1）门机联锁装置发生故障，装载门未关的情况下射线出束，导致工作人员被意外照射；

（2）装置维修维护时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启机器产生射线，使维修维护人员受到意外照射。

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。

参照《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40条的分级规定评估各种事故可能的类别，本项目可能发生的辐射事故保守为“射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射”的类别，属于一般辐射事故。

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 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。

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。

建设单位成立了辐射安全与环境保护管理机构，管理机构构成及职责如下：

组 长：杨培亮

成 员：赵振博、温文山、李松、陈健、谭旭

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，检查本公司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《工业和信息化部电子第五研究所辐射安全管理规章制度》（见附件 6），该制度包含了辐射安全与环境保护管理机构及其职责、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、操作规程、辐射工作人员培训制度、监测方案、设备检修维护制度、辐射工作人员职业健康检查和个人剂量管理要求，以及辐射事故应急预案。针对本次扩建项目，建设单位进一步完善了本项目的操作规程、辐射事故应急处理预案以及个人剂量监测计划等相关内容。

小结：建设单位制定的《辐射安全管理规章制度》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，建设单位将按照“使用Ⅱ类射线装置”的要求，在项目筹备阶段安排本项目的辐射工作人员通过“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，考核通过后方可从事辐射工作。

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。

辐射监测计划一览表见表 12-1。

表 12-1 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
工业 CT	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
	工作场所日常监测	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 12-2。

表 12-2 辐射监测仪器一览表

名称	配备数量	报警值
个人剂量报警仪	2 台	1.0 μ Sv/h
便携式 X- γ 剂量率仪	1 台	1.0 μ Sv/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 2.5 μ Sv/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) 装载门外 30cm 和观察窗的上、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

一旦发现辐射水平超过控制值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。

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。

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《工业和信息化部电子第五研究所辐射事故应急预案》，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小组，成员组成如下：

组 长：杨培亮

成 员：赵振博、温文山、李松、陈健、侯波

12.6.2 辐射事故应急机构分工及职责

辐射事故应急小组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) 负责公司辐射事故应急预案的审定和组织实施；
- (3) 组织、协调和指挥公司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，应即使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) 向辐射事故应急小组和公司最高主管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

培训对象包括应急预案成员、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

辐射事故应急领导小组须定期（每年一次）组织应急演练，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《工业和信息化部电子第五研究所辐射事故应急预案》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》（HJ 1326—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。验收报告公示期满20个工作日后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	参考标准
辐射安全与防护措施	本项目工业CT设有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、使能开关闭合、主电源开关闭合、急停按钮复位、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。	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）
	本项目工业CT装载门和检修门各安装了2个继电器作为门机联锁装置，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。装载门和检修门未关闭到位时射线发生器无法出束。设备运行过程中，任何一处可开启之处被外力开启时，会立即中断高压发生器的主供电，射线发生器则立即停止出束。	
	本项目工业CT顶部设有指示灯，分别为绿灯、黄灯、红灯，绿灯亮指示设备处于通电状态；黄灯亮指示装载门、检修门处于关闭状态，可安全开启射线发生器；红灯闪烁指示设备处于出束状态。 建设单位将在微观结构无损分析实验室内醒目位置张贴射线装置各指示灯指示意义的中文说明。	
	本项目工业CT设有1个钥匙开关、1个使能开关、1个主电源开关。钥匙开关、使能开关和主电源开关位	

	于设备正面。钥匙开关控制射线发生器是否处于关机、开机或待机状态，使能开关控制射线发生器的电源，主电源开关控制整个设备的电源，只有三个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。射线装置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。 本项目工业 CT 设有 2 个急停按钮，分别位于工业 CT 正面和操作台台面，操作人员不需要穿过主射线束就能够使用。在发生紧急事故时，相关人员可通过手工按压急停按钮，急停按钮可以迅速切断射线发生器的高压电源，射线发生器则立即停止出束。急停按钮将标明功能和使用方法。 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微观结构无损分析实验室域，并立即向辐射工作负责人报告。 建设单位拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪，使用便携式 X-γ 剂量率仪定期（每个月 1 次）对工业 CT 周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。 工业 CT 正面自带 1 台固定式辐射探测报警装置，监测探头位于屏蔽体内，主机自带显示屏位于工业 CT 正面。 布局：本项目设有独立的微观结构无损分析实验室作为辐射工作场所，微观结构无损分析实验室只放置本项目的射线装置、操作台及配套设施，不作其他用途。工业 CT 有用线束方向固定朝人员正视工业 CT 装载门的右侧照射，操作台设在射线装置正面左侧，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：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；将控制区外整个微观结构无损分析实验室划为监督区，监督区通过警示说明和门禁等进行管理。	
“三废”的治理	微观结构无损分析实验室拟设置排风量约为 1500m³/h 的排风机将有害气体排出室外，微观结构无损分析实验室体积约为 462.8m³，每小时有效通风换气次数约为 3.2 次。排风外口朝向微观结构无损分析实验室西侧园区道路，避免朝向人员活动密集区。	
辐射安全管理措施	设立辐射安全与环境保护管理机构，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。 本项目拟配置 2 名辐射工作人员，建设单位将按照“使用 II 类射线装置”的要求，在项目筹备阶段安排本项目	《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

	的辐射工作人员通过“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，考核通过后方可从事辐射工作。	护管理办法》 《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》 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
	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。	《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

表 13 结论与建议

13.1 结 论

工业和信息化部电子第五研究所拟在广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号工业和信息化部电子第五研究所 20 号楼一层微观结构无损分析实验室安装使用 1 台天津三英公司 nanoVoxel-3502E 工业 CT，其最大管电压为 160kV，最大管电流为 1mA，用于集成电路、分立器件、电路板等多种元器件的无损检测及失效定位。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

本项目的投产可辅助建设单位进行集成电路、分立器件、电路板等多种元器件的无损检测及失效定位，有助于建设单位进一步提升电子元器件测试能力，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。

建设单位应对本项目进行严格管理，按照辐射安全与防护要求工作。在落实了

本报告提出的各项措施后，本项目对环境的辐射影响能够满足国家有关法规和标准的要求，从环境保护的角度考虑，该核技术利用项目是可行的。

13.2 建 议

1、按照“使用Ⅱ类射线装置”的要求，组织本项目的辐射工作人员通过“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，考核通过后方可从事辐射工作。

2、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；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	
经办人	公章 年 月 日

审批意见	
经办人	公章 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》有关法规，现委托贵司承接《工业和信息化部电子第五研究所使用工业 CT 项目》环境影响评价工作，并按照相关规定编制《工业和信息化部电子第五研究所使用工业 CT 项目环境影响报告表》，完成后提交我单位，便于我单位报送环境主管部门办理环评审批手续。

特此委托。



工业和信息化部电子第五研究所

2024 年 8 月 15 日

附件 2：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：	工业和信息化部电子第五研究所
统一社会信用代码：	121000004558608245
地址：	广东省广州市增城区朱村街朱村大道西78号
法定代表人：	陈立辉
证书编号：	粤环辐证[A8108]
种类和范围：	使用Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置（具体范围详见副本）。
有效期至：	2029年01月15日
	发证机关： 
	发证日期：2024年01月16日
中华人民共和国生态环境部监制	



255795

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	工业和信息化部电子第五研究所		
统一社会信用代码	121000004558608245		
地 址	广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号		
法定代表人	姓 名	陈立辉	联系方式
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	1 号楼一 楼 104 (A)	广东省广州市增城区广东省广州市 增城区朱村街朱村大道西 78 号	陈家勇
	2 号楼一 楼 107	广东省广州市增城区广东省广州市 增城区朱村街朱村大道西 78 号	陈家勇
	3 号楼 522A	广东省广州市增城区广东省广州市 增城区朱村街朱村大道西 78 号	陈家勇
	2 号楼二 楼 212	广东省广州市增城区朱村街朱村大 道西 78 号	龚陈茵
	2 号楼一 楼 402	广东省广州市增城区广东省广州市 增城区朱村街朱村大道西 78 号	张战刚
证书编号	粤环辐证[A8108]		
有效期至	2029 年 01 月 15 日		
发证机关	广东省生态环境厅		(盖章)
发证日期	2024 年 01 月 16 日		



辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



(一) 放射源

证书编号: 粤环辐证[A8108]

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	2号楼一 楼402	Am- 241	V类	使用	3E+4*1	0121AM40 0105	3E+4	2021-11- 30	2143582	科研应 用	原子高 科股份 有限公 司		

2/12



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 粤环辐证[A8108]

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
此页无内容											

3/12



(三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[A8108]

活动种类和范围						使用台账					备注	
序号	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	1号楼一楼 104 (A)	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II类	使用	1	蔡司 Xradia 510Versa 型自屏蔽式工业 CT	蔡司 Xradia 510Versa		管电压 160 kV 管电流 0.09 mA			
2		X 射线检测系统	III类	使用	1	英国 DAGE Quadra 7 型 X 射线检测系统	英国 DAGE Quadra 7		管电压 160 kV 管电流 0.4 mA			
3		自屏蔽式 X 射线探伤装置 (使用)	III类	使用	2	英国 DAGE XD7600N RUBY 型 X 射线检测系统	英国 DAGE XD7600N RUBY		管电压 160 kV 管电流 0.4 mA			
4	2号楼二楼 212	自屏蔽式 X 射线探伤装置 (使用)	III类	使用	1	德国 Cheetah EVO	Cheetah EVO		管电压 160 kV 管电流 1.0 mA			
5	2号楼一楼 107	工业用 X 射线计算机断层扫描	II类	使用	1	美国 Xradia Y.ct Precision S 型自屏蔽式	美国 Xradia Y.ct		管电压 225 kV 管电流 1.5 mA			

4/12



(三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[A8108]

活动种类和范围						使用台账					备注	
序号	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
		(CT) 装置				工业 CT	Precision S					
6	3 号楼 522A	工业用 X 射线探伤装置	II类	使用	1	丹东市中意电子 XXQ-2505 型便携式移动 X 射线探伤机	丹东市中意电子 XXQ-2505	/	管电压 250 kV 管电流 5 mA	-		
						丹东市中意电子 XXQ-1605 型便携式移动 X 射线探伤机	丹东市中意电子 XXQ-1605	/	管电压 160 kV 管电流 5 mA	-		
						美国 Golden XRS-4 型便携式移动 X 射线探伤机	美国 Golden XRS-4	/	管电压 370 kV 管电流 - A	-		
7			II类	使用	1							
8			II类	使用	1							

5/12



(四) 许可证条件

证书编号：粤环辐证[A8108]

此页无内容

6/12



(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：粤环辐证[A8108]

序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	延续	2024-01-16	使用V类放射源；使用II类、III类射线装置。	粤环辐证[A8108]
2	重新申请	2023-11-13	使用III类射线装置。	粤环辐证[A8108]
3	申请	2022-01-28	申请，批准时间：2022-01-28	粤环辐证[A8108]

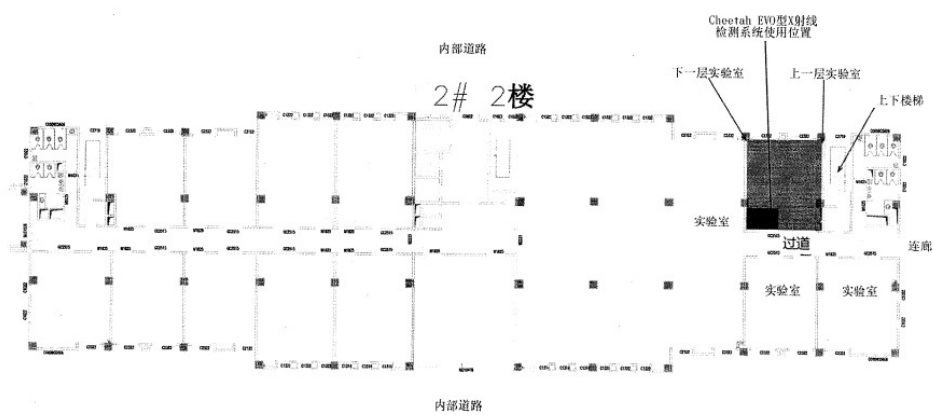
7/12



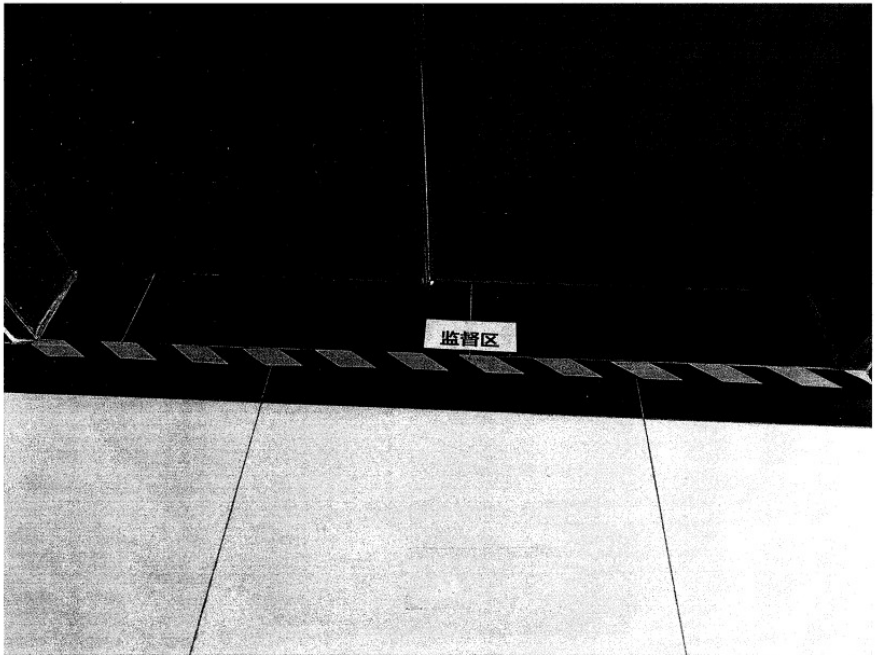
(六) 附件和附图

证书编号: 粤环辐证[A8108]

8/12



9/12



10 / 12



11 / 12



12 / 12

编号：2021-1432（核）

广东省生态环境厅

粤环审〔2021〕54 号

广东省生态环境厅关于工业和信息化部电子 第五研究所使用Ⅱ类射线装置项目 环境影响报告表的批复

工业和信息化部电子第五研究所：

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 LBHJ-2020-HJSH005）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增城区朱村街朱村大道西 78 号。项目主要内容为：在 8 号楼一楼 104（A）X 射

— 1 —

线分析实验室内和9号楼一楼102微观结构无损分析实验室内分别安装使用1台自屏蔽式工业CT(Xradia510Versa型,最大管电压160千伏,最大管电流0.09毫安;Y.ct Precision S型,最大管电压225千伏,最大管电流1.5毫安;均属Ⅱ类射线装置)用于无损检测;同时使用3台便携式移动X射线探伤机(1台XXQ-1605型,最大管电压160千伏,最大管电流5毫安;1台XXQ-2505型,最大管电压250千伏,最大管电流5毫安;1台Golden XRS-4型,最大管电压370千伏,X射线脉冲宽度为10纳秒,每秒发射脉冲9个;均属Ⅱ类射线装置)用于现场无损检测,探伤机探伤场所不固定,探伤类型属于现场探伤。

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、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负责。



公开方式：主动公开

抄送：广州市生态环境局，广东省环境辐射监测中心，广州乐邦环境
科技有限公司。

广东省生态环境厅办公室

2021 年 2 月 26 日印发

建设项目环境影响登记表

填报日期：2021-08-26

项目名称	工业和信息化部电子第五研究所核技术应用项目		
建设地点	广东省广州市增城市朱村街朱村大道西78号	占地面积(㎡)	300000
建设单位	工业和信息化部电子第五研究所	法定代表人或者主要负责人	陈立辉
联系人	陈家勇	联系电话	13826022632
项目投资(万元)	1100	环保投资(万元)	80
拟投入生产运营日期	2021-09-25		
建设性质	新建		
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172 核技术利用建设项目项中销售I类、II类、III类、IV类、V类放射源的；使用IV类、V类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售II类射线装置的；生产、销售、使用III类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 在工业和信息化部电子第五研究所增城区使用2台III类射线装置。 二、建设规模 在8号楼一楼104(A)使用X射线检测系统，型号：Quadra 7（最大管电压160kV，最大管电流0.4mA，数量2台）。		

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向 环保措施： 一、环保措施：1、警示标识：X射线装置自带有电离辐射警示标志和工作状态指示灯，设备工作时开启工作状态指示灯，告诫无关人员勿靠近照射场地；2、屏蔽防护措施：X射线装置属于自屏蔽式设备本身自带屏蔽体；3、防护用品：单位为工作人员配备了个人剂量计、个人剂量报警仪等，并为工作人员配备了必要的防护用品。4、通风装置：射线装置所在机房设置动力排风装置，并保持良好的通风。二、安全管理措施：1、加强辐射安全管理，设立辐射安全机构，对工作人员进行有关辐射安全方面的教育和培训；2、工作人员持证上岗，并严格遵守操作规程；3、制订并执行辐射防护措施，定期检查各种警示标识和门灯联动装置等；4、工作人员使用放射性个人防护用品并进行个人剂量监测；5、制订详细事故应急预案，防治辐射污染。
承诺：工业和信息化部电子第五研究所陈立辉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工业和信息化部电子第五研究所陈立辉承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：_____		
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：2021440183000000183		

建设项目环境影响登记表

填报日期：2021-10-28

项目名称	工业和信息化部电子第五研究所核技术应用项目		
建设地点	广东省广州市增城市广东省广州市增城区朱村街朱村大道西78号	占地面积(m²) 4000	
建设单位	工业和信息化部电子第五研究所	法定代表人或者主要负责人	陈立辉
联系人	张战刚	联系电话	13538851821
项目投资(万元)	100	环保投资(万元)	20
拟投入生产运营日期	2021-10-10		
建设性质	扩建		
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172 核技术应用建设项目项中销售I类、II类、III类、IV类、V类放射源的；使用IV类、V类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售II类射线装置的；生产、销售、使用III类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容： 在实验室使用Am-241放射源； 二、建设规模： 使用Am-241放射源（单枚活度 3E+4Bq，属于V类放射源，数量1枚），放射源使用位置广东省广州市增城区朱村街朱村大道西78号工业和信息化部电子第五研究所9号楼一楼402辐照实验室；		

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向 环保措施： 环保措施：一、污染防治措施1、警示标识：在放射源使用场所设置明显的电离辐射警告标志，并用中文注明“当心电离辐射”；放射源周围1m处设置警戒线。2、屏蔽防护措施：Am-241放射源储源库门口设置电离辐射警告标志，防盗门实行双人双锁。3、防护用品：单位为工作人员配备了个人剂量计。二、安全管理措施1、有专职管理人员负责辐射安全管理。2、规章制度：操作规程、辐射防护和安全生产制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。3、辐射事故应急措施。4、工作人员配备了个人剂量计，并定期进行个人剂量检定、个人剂量档案等归档。5、工作人员参加辐射安全和防护知识培训。三、废弃物最终去向：报废的Am-241放射源由供源单位回收或送城市放射性废物库收贮。
承诺：工业和信息化部电子第五研究所陈立辉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。如有弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由工业和信息化部电子第五研究所陈立辉承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：_____		
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202144018300006245		

建设项目环境影响登记表

填报日期：2023-10-11

项目名称	工业和信息化部电子第五研究所X射线检测系统应用项目		
建设地点	广东省广州市增城区朱村街朱村大道西78号	占地面积(m²)	300000
建设单位	工业和信息化部电子第五研究所	法定代表人或者主要负责人	陈立辉
联系人	李松	联系电话	18385002427
项目投资(万元)	210	环保投资(万元)	20
拟投入生产运营日期	2023-11-10		
建设性质	新建		
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172 核技术利用建设项目项中销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售Ⅱ类射线装置的；生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 在工业和信息化部电子第五研究所增城区使用1台Ⅲ类射线装置。 二、建设规模 在2号楼2楼212使用X射线检测系统，型号：Cheetah EVO（最大管电压160kV，最大管电流1.0mA，数量1台）。		

主要环境影响	辐射环境影响	环保措施： 环保措施：一、环保措施：1、警示标识：X射线装置自带有电离辐射警示标志及工作状态警示灯，设备工作时开启工作状态警示灯，告诫无关人员勿靠近照射场地。2、屏蔽防护措施：X射线装置属于自屏蔽式设备，自带有屏蔽体。3、防护用品和监测仪器：单位为辐射工作人员配备个人剂量计、个人剂量报警仪等，并为工作人员和检查人员配备了必要的防护用品。4、通风装置：射线装置所在机房设置动力排风装置，并保持良好的通风。二、安全管理措施：1、加强辐射安全管理，设立辐射安全机构，对作业人员进行有关辐射安全方面的教育和培训。2、规章制度：已按要求建立辐射安全管理规章制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。3、制定辐射事故应急预案，防治辐射污染。4、工作人员使用防放射性个人防护用品，进行个人剂量监测，并定期进行职业健康体检。5、工作人员持证上岗，并严格遵守操作规程。6、制定并严格执行辐射防护措施，定期检查各种警示标识和门灯联动装置。
承诺：工业和信息化部电子第五研究所陈立辉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工业和信息化部电子第五研究所陈立辉承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：_____		
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：202344018300000316。		

建设项目环境影响登记表

填报日期：2018-09-25

项目名称	工业和信息化部电子第五研究所X射线检测系统应用项目		
建设地点	广东省广州市天河区东莞庄路110号	占地面积(m²)	50000
建设单位	工业和信息化部电子第五研究所	法定代表人或者主要负责人	陈立辉
联系人	陈家勇	联系电话	13826022632
项目投资(万元)	258.85	环保投资(万元)	20
拟投入生产运营日期	2018-10-25		
建设性质	新建		
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191 核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出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）项中销售Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；使用Ⅳ类、Ⅴ类放射源的；医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的；销售非密封放射性物质的；销售Ⅱ类射线装置的；生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的。		
建设内容及规模	一、建设内容 工业和信息化部电子第五研究所301楼103房使用X射线检测系统。 二、建设规模 1、使用 XD7600NT RUBY型X射线检测系统（最大管电压160kV，最大管电流0.4mA，数量1台）； 2、使用FXS160.40型X射线检测系统（最大管电压160kV，最大管电流0.125mA，数量1台）。 射线装置具体使用位置：工业和信息化部电子第五研究所301楼103房内。		

主要环境影响	辐射环境影响	采取的环保措施及排放去向 环保措施： 一、污染防治措施1、警示标识：X射线装置自带屏蔽罩上设置电离辐射警示标志及中文警示说明，装置工作时开启警示灯，告诫无关人员勿靠近照射场地。2、屏蔽防护措施：X射线装置自带符合要求的屏蔽罩；3、防护用品：单位工作人员配备了个人剂量计，并为工作人员和检查人员配备了必要的防护用品。二、安全管理措施1、加强辐射安全管理，设立辐射安全机构，对工作人员进行有关辐射安全方面的教育和培训；2、工作人员持证上岗，并严格遵守操作规程；3、制订并执行辐射防护措施，定期检查各种警示标识和门灯联动装置等；4、工作人员使用放射性个人防护用品并进行个人剂量监测；5、制定详细事故应急预案，防治辐射污染。
承诺：工业和信息化部电子第五研究所陈立辉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工业和信息化部电子第五研究所陈立辉承担全部责任。 法定代表人或主要负责人签字：_____		
备案回执 该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：201844010600003926。		

工业和信息化部电子第五研究所使用Ⅱ类射线装置项目

竣工环境保护验收意见

根据《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 682 号)、原环境保护部《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》(国环规环评[2017]4 号)等有关法律法规,以及项目环境影响评价文件及其批复要求,于 2022 年 11 月 23 日,由建设单位、环评单位、技术评审专家、验收监测机构等代表共同组成的验收组(验收组名单附后)对建设单位扩建使用 5 台Ⅱ类射线装置项目进行竣工环境保护验收。验收组审阅了《工业和信息化部电子第五研究所使用Ⅱ类射线装置项目竣工环境保护验收监测报告表》,经讨论形成验收组意见如下:

一、工程建设基本情况

工业和信息化部电子第五研究所(以下简称“建设单位”)在 1 号楼一楼 X 射线分析实验室内和 2 号楼一楼微观结构无损分析实验室内分别安装使用 1 台自屏蔽式工业 CT(1 台 Xradia510Versa 型和 1 台 Y.ct Precision S 型,均属Ⅱ类射线装置)用于无损检测;同时使用 3 台便携式移动 X 射线探伤机(1 台 XXQ-1605 型、1 台 XXQ-2505 型、1 台 Golden XRS-4 型,均属Ⅱ类射线装置)用于现场检测,探伤机不使用时暂存于 3 号楼 522A 房间。

2021 年 2 月,建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司编制完成《核技术利用建设项目工业和信息化部电子第五研究所使用Ⅱ类射线装置项目环境影响报告表》(报告编号:LBHJ-2020-HJSHPO05)。并于 2021 年 2 月 26 日取得《广东省生态环境厅关于工业和信息化部电子第五研究所使用Ⅱ类射线装置项目环境影响报告表的批复》,批复文号:(粤环审【2021】54 号)。

2022 年 1 月 28 日,建设单位取得了广东省生态环境厅颁发的辐射安全许可证,证书编号:(粤环辐证[A8108]),许可种类和范围和使用Ⅴ类放射源、使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置,有效期至 2024 年 02 月 01 日,在此期间无环境投诉、违法或处罚记录等。

二、工程变动情况

本项目按照环境影响报告表中的要求进行建设，未发生变动。

三、环境保护设施建设情况

该项目落实了环评文件及其批复要求的辐射安全与防护设施、措施。

四、辐射环境保护设施调试结果

经分析，项目运行辐射工作人员、公众受照剂量满足《广东省生态环境厅关于工业和信息化部电子第五研究所使用Ⅱ类射线装置项目环境影响报告表的批复》中年有效剂量约束值的要求：即辐射工作人员有效剂量约束值低于 5mSv/a，公众有效剂量约束值低于 0.25mSv/a，也满足 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》年有效剂量限值要求。

五、工程建设对环境的影响

现场检测结果表明，本验收项目实际运行过程中满足环境影响报告表技术要求，在出束期间产生的辐射环境影响符合 GBZ117-2015《工业 X 射线探伤放射防护要求》的规定。

六、验收结论

本项目环境保护审查审批手续齐全，落实了环评文件及其批复的要求，其环境影响满足相应标准要求，符合项目竣工环境保护验收条件，验收组同意该项目通过竣工环境保护验收。

验收工作组：

温文山 陈富勇 李松
邓飞 李明 徐旭东

2022 年 11 月 23 日

附件 4: 环境 γ 辐射现状检测报告



检 测 报 告

任务编号: XH24TR131

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
委托单位:	工业和信息化部电子第五研究所
检测类型:	环评检测
报告日期:	2024 年 10 月 14 日

广州星环科技有限公司



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

受检单位	工业和信息化部电子第五研究所
检测地点	广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号
检测参数	环境 γ 辐射剂量率
检测方式	现场检测
仪器名称	X、 γ 辐射空气吸收剂量率仪
检测仪器信息	厂家、型号: 中广核贝谷科技有限公司、BG9512P 型 出厂编号: 1TRW88AA 能量响应: 25keV~3MeV 测量量程: 10nGy/h~200μGy/h
仪器校准证书	2024H21-20-5058046001 校准单位: 上海市计量测试技术研究院 校准日期: 2024 年 1 月 23 日; 复校日期: 2025 年 1 月 22 日
检测依据	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)
检测日期	2024 年 09 月 27 日
环境条件	天气: 晴, 气温 31℃, 湿度 69%
建设项目概况	工业和信息化部电子第五研究所拟在广东省广州市增城区朱村街朱村大道西 78 号工业和信息化部电子第五研究所 20 号楼一层微观结构无损分析实验室安装使用 1 台天津三英公司 nanoVoxel-3502E 工业 CT, 用于集成电路、分立器件、电路板等多种元器件的无损检测及失效定位。对辐射工作场所周围 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-附图 3。

编制: 徐海通 审核: 李勇南 签发: 张子奇

签发日期: 2024.10.14

附表 1: 检测结果

点位 编号	方位	场所	距离(m)	表面介质	检测结果 (nGy/h)	环境 性质
1	/	微观结构无损分析实验室	/	地胶	255±1	楼房
2	东侧	走道	2.5	瓷砖	256±1	楼房
3	东侧	微纳力学实验室 (一)	9	地胶	250±1	楼房
4	东侧	变压器房	12	混凝土	243±2	楼房
5	东侧	展室	13	地胶	232±1	楼房
6	东侧	辅助间	25	地胶	237±1	楼房
7	东侧	文礼路	40	沥青	153±1	道路
8	南侧	门厅	10	瓷砖	222±1	楼房
9	南侧	芯片测试分析实验室	22	地胶	239±1	楼房
10	南侧	微纳结构及形貌分析 实验室(一)	23	地胶	238±1	楼房
11	南侧	样品间	33.5	地胶	239±1	楼房
12	南侧	辅助间 1	34	地胶	242±1	楼房
13	南侧	更衣室	34	地胶	250±1	楼房
14	南侧	UPS	35	地胶	239±1	楼房
15	南侧	辅助间 2	36	地胶	239±1	楼房
16	南侧	楼梯间	39	瓷砖	242±1	楼房
17	南侧	微纳结构及形貌分析 实验室(二)	41	地胶	238±1	楼房
18	南侧	茶水间	42	瓷砖	242±1	楼房
19	南侧	绿化带	42	泥土	138±1	原野
20	南侧	走道	43	瓷砖	242±1	楼房
21	南侧	压缩空气机房	43	瓷砖	242±1	楼房
22	南侧	湿式报警阀间	45.5	瓷砖	242±1	楼房

任务编号: XH24TR131

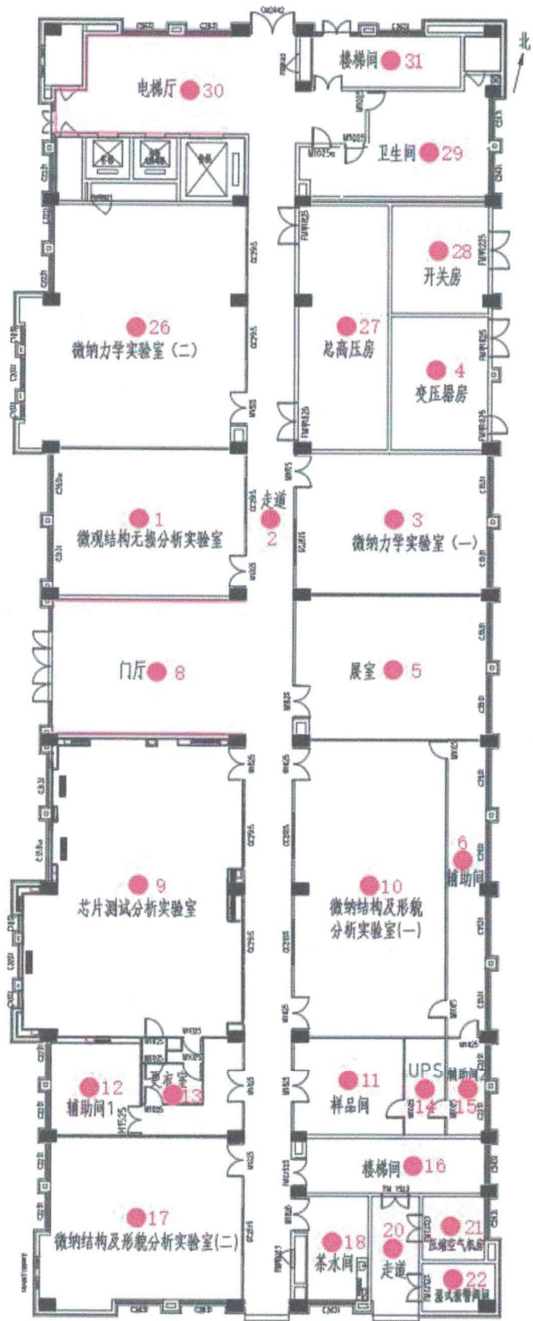
23	南侧	园区道路	48	沥青	153±1	道路
24	西侧	园区道路	24	沥青	152±1	道路
25	西侧	绿化带	42	泥土	138±1	原野
26	北侧	微纳力学实验室 (二)	8	地胶	260±1	楼房
27	北侧	总高压房	10	混凝土	244±1	楼房
28	北侧	开关房	16	混凝土	243±1	楼房
29	北侧	卫生间	20	瓷砖	256±1	楼房
30	北侧	电梯厅	21	瓷砖	256±1	楼房
31	北侧	楼梯间	24	瓷砖	256±1	楼房
32	北侧	园区道路	31	沥青	153±1	道路
33	二层	辐照实验室(一)	4	地胶	262±1	楼房
34	二层	走道	5	瓷砖	261±1	楼房
35	二层	辐照实验室(二)	7.5	地胶	260±1	楼房
36	二层	制样间	10	地胶	261±1	楼房
37	二层	封装可靠性与热性能 实验室	11	地胶	259±1	楼房
38	二层	样品室	13	地胶	259±1	楼房
39	二层	功率与微波器件实验 室	14	地胶	263±1	楼房
40	二层	低压房	15	混凝土	245±1	楼房
41	二层	检测技术实验室	20	地胶	263±1	楼房
42	二层	卫生间	21	瓷砖	257±1	楼房
43	二层	电梯厅	21.5	瓷砖	257±1	楼房
44	二层	电子器件及电路电磁 兼容实验室	23	地胶	265±1	楼房
45	二层	楼梯间 1	24	瓷砖	256±1	楼房
46	二层	功率与微波器件实验 室(一)	30	地胶	264±1	楼房
47	二层	楼梯间 2	39	瓷砖	244±1	楼房

第 5 页 共 9 页

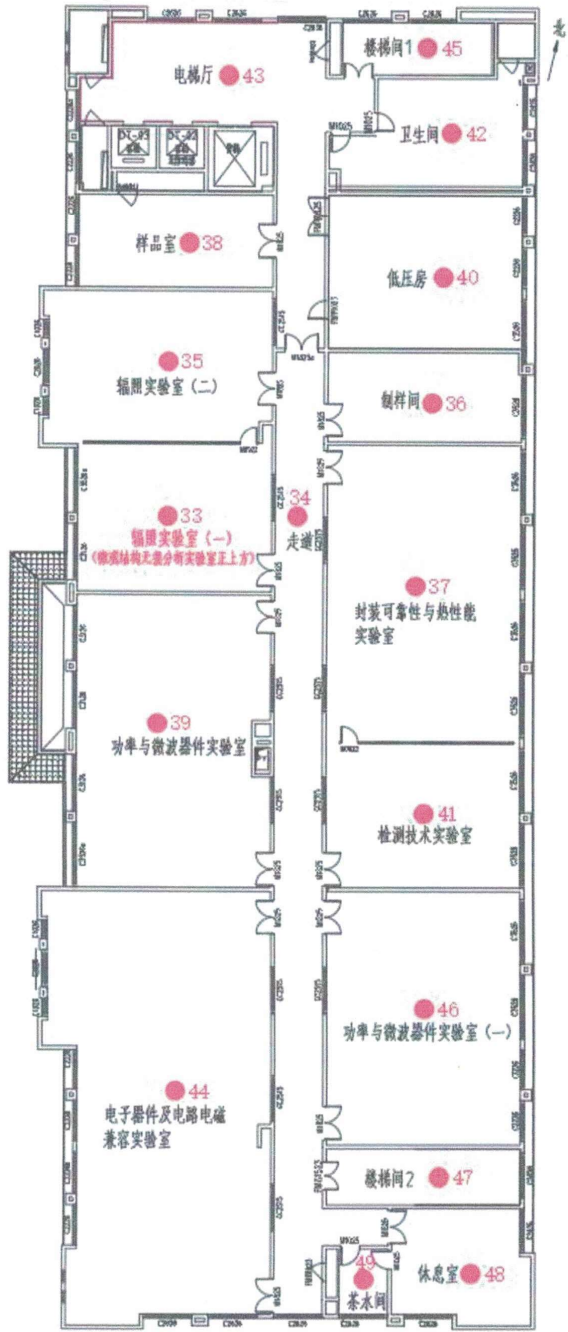
48	二层	休息室	44	瓷砖	248±1	楼房
49	二层	茶水间	44	瓷砖	249±1	楼房

注：1、以上数据已校准，校准系数为 1.07；
2、检测时仪器探头垂直地面，距地约 1m，待读数稳定后，每个测量点约 10s 间隔读取 10 个数值；
3、检测结果扣除了仪器对宇宙射线的响应部分（35nGy/h）；建筑物对宇宙射线的屏蔽因子：楼房取值 0.8，平房取值 0.9，原野、道路取值 1。

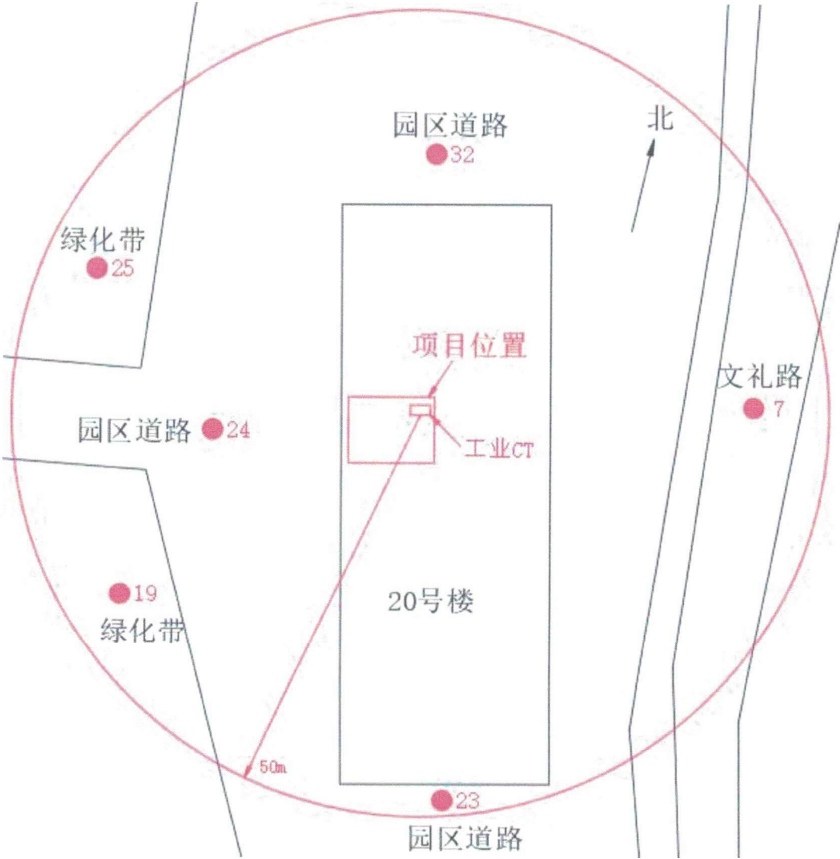
附图 1：20 号楼一层检测布点图



附图 2：20 号楼二层检测布点图



附图 3：50m 评价范围内检测布点图



附件 5：工业 CT 相关参数说明

工业 CT 相关参数说明

为了协助客户在无损条件下进行检测，我单位出售 1 台 nanoVoxel-3502E 工业 CT 给工业和信息化部电子第五研究所。该工业 CT 设有 1 个射线发生器，其最大管电压为 160kV，最大管电流为 1mA，有用线束角度为 160°，滤过条件为 2mmAl，有用线束距辐射源点 1m 处剂量率为 0.50mGy/s，分辨率≤0.5μm，有效焦点为 20μm-200μm。

nanoVoxel-3502E 工业 CT 外尺寸：长×宽×高=2452mm×1228mm×1900mm，其屏蔽设计情况见下表。

nanoVoxel-3502E 工业 CT 屏蔽设计情况

屏蔽设计情况	正面：钢板内衬 9mm 铅板 背面：钢板内衬 9mm 铅板 左侧：钢板内衬 6mm 铅板 右侧：钢板内衬 9mm 铅板（主射面） 顶部：钢板内衬 9mm 铅板 底部：钢板内衬 9mm 铅板 观察窗：9mmPb 铅当量特种铅玻璃 装载门：钢板内衬 9mm 铅板 检修门（设备背面）：钢板内衬 9mm 铅板 检修门（设备左侧）：钢板内衬 6mm 铅板 排风口：自带 6mm 铅板防护罩
--------	--

天津三英精密仪器股份有限公司



工业和信息化部电子第五研究所

辐射安全管理规章制度

为贯彻环境主管部门对使用放射性同位素与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、辐射安全与环境保护管理机构及其职责

辐射安全与环境保护管理机构人员设置：

组 长：杨培亮

成 员：赵振博、温文山、李松、陈健、谭旭

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，检查本公司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）辐射工作场所按要求张贴电离辐射警告标志，按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm，辐射工作场所监督区设置工作指示牌和警示说明。

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

(5) 做好辐射工作场所分区设置，将放射源和射线装置实体屏蔽内部区域划为控制区，将屏蔽体外其余辐射工作场所划为监督区，按要求进行分区管理。控制区通过急停装置、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) 放射源单独存放，不与易燃、易爆、腐蚀性等物品混存。确保贮存场所具有有效防火、防水、防盗、防丢失、防泄漏的安全措施。贮存、领取、使用、归还放射源时及时进行登记、检查，做到账物相符。

(7) 发生任何涉及放射源的转让、购买行为时，在规定时间内办理备案登记手续。

(8) 在运输或委托其他单位运输放射源时，遵守有关法律法规，制定突发事件的应急方案，并有专人押运。

(9) 按有关规定妥善处置放射性废物或及时送城市放射性废物库贮存。

(10) 放置射线装置的场所只能摆射线装置、操作台及其他辅助设施，不作其他用途，非辐射工作人员工作期间禁止进入。操作台应避开有用射线的照射方向。

(11) 射线装置操作台设置急停按钮，X 射线出束过程中，一旦出现异常，按动急停按钮，可停止 X 射线出束。辐射工作场所应有声光警示装置，X 射线出束时，声音警示装置可发出警示声和光。

(12) 射线装置屏蔽门应设置门-机联锁装置，并保证在门关闭后射线装置才能出束。门打开时可立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

3、岗位职责

(一) 放射源

(1) 辐射工作人员必须严格遵守并执行《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》。

(2) 辐射工作人员必须经过辐射安全与防护相关培训，并经考核合格，持有相关部门颁发的“辐射工作人员培训合格证”方可操作。

(3) 上岗时必须佩戴个人剂量报警仪和个人计量仪。

(4) 建立放射源管理台账。

(5) 在放射源工作场所明显位置处设置电离辐射警示标志，并画出安全线，严禁

非操作人员靠近安全线。

(6) 保持放射源工作场所卫生整洁。

(7) 辐射工作人员负责放射源的定期检查及计量测量的记录工作。发现异常现象，应及时向领导小组汇报。

(8) 辐射工作人员严格按照操作规程进行现场作业，认真作好记录。

(9) 如发现放射源丢失或被盗应及时报告单位领导，并立即报告环保、公安部门，不得隐瞒事故。

(二) 射线装置

操作人员

(1) 每天工作前先检查射线装置的辐射安全设施状态（主要包括装载门、辐射监测仪器、急停等能否正常工作），并记录于“辐射安全日常检查表”中，任何辐射安全设施不能正常工作时，不允许使用该射线装置。

(2) 按照操作规程操作射线装置，未经辐射安全与防护培训和考核，不能操作射线装置。

(3) 保管好个人剂量计和个人剂量报警仪，并按要求正确佩戴。

(4) 出现异常，如设备故障、辐射水平异常，立即通知设备管理员。

管理人员

(1) 结合单位实际定期完善辐射安全管理规章制度，并组织实施。

(2) 组织落实工作场所日常辐射监测工作。

(3) 做好工作人员的辐射防护与安全培训，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。

4、操作规程

(一) 放射源

(1) 对放射源要轻拿轻放，严禁磕碰、重摔放射源，防止放射源掉落。

(2) 严禁在未关闭放射源容器开关的状态下，拆卸和安装放射源。

(3) 放射源要对准无工作人员的墙角或地面，要考虑到相邻区域的安全。

(4) 操作过程中，只允许操作人员和监督人员靠近现场，其他人员不得靠近，保证操作现场的安静。

(5) 工作人员必须穿防护服、防护手套、防护眼镜，全部操作必须在安全防护人员监督下进行。

(6) 操作中如发生意外，造成人员摔伤或放射源摔落，要服从现场领导同意指挥，按应急预案进行，采取完善措施，保证人员安全和放射源安全，减少损失。

(二) 射线装置

(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) X 射线出束时，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、监测方案

(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。

(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 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、设备检修维护制度

（一）放射源

（1）仪器的维护、维修，一定要由辐射安全与环境保护管理机构确认批准方可进行。

（2）仪器由经过安全和技术培训的专人负责仪器检修、检测结果的保存、对照及清扫工作。

（3）对仪器的检修应有完整的记录，所有记录要保存完好，零配件及有关资料由专人保存。

（二）射线装置

（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更维修时，应保证所更换的零部件为合格产品。与 X 射线管相关的维修，需由 X 射线管生产厂家负责。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结构进行整体检测，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。

8、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。

（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。

（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。

（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。

工业和信息化部电子第五研究所

辐射事故应急预案

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、辐射事故应急机构及其职责

1、辐射事故应急机构

成立辐射事故应急小组，组织、开展生产过程发生的辐射事故应急救援工作，人员名单见下表：

应急机构	姓名	职务	部门	应急联系电话
组长	杨培亮	高级副院长	元器件与材料研究部（院）	██████████
成员	赵振博	主任助理	重点实验室	██████████
	温文山	安全专员	管理运营部	██████████
	李松	安全专员	管理运营部	██████████
	陈健	/	重点实验室	██████████
	侯波	/	重点实验室	██████████

广东省生态环境厅：12345

广州市生态环境局：020-83203380、12345

广州卫生和健康委员会：12345

广州市公安局：110

2、人员职责

辐射事故应急小组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）负责公司辐射事故应急预案的审定和组织实施；
- （3）组织、协调和指挥公司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，应即使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）向辐射事故应急小组和公司最高主管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）发生下列情况之一，应立即启动本预案：

（1）门机联锁装置发生故障，装载门未关的情况下射线出束，导致工作人员被意外照射；

（2）装置维修维护时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启机器产生射线，使维修维护人员受到意外照射。

（3）发现放射源丢失、被盗、失控，导致人员被意外照射或污染环境。

（二）事故发生后，当事人应立即切断射线装置的电源，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。

（三）向环境主管部门及时报告事故情况。

（四）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。

（五）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

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	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制的照射。
较大辐射事故	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	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）以上急性重度放射病、局部器官残疾。
特别重大辐射事故	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。

根据本单位放射源和射线装置的工作方式和辐射安全性，本单位可能发生的事故情形为Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，以及放射源和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，因此本单位事故等级可定为一般辐射事故。

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）一旦发生辐射事故，必须马上停止使用射线装置，切断总电源，当事人应立即通知工作场所的所有人员离开，并立即上报辐射事故应急小组。

（二）发现放射源丢失、被盗时，应立即向生态环境、公安等相关部门报告，保护好现场，并组织有关人员尽快找回丢失、被盗的放射源。在密封源包壳遭到破坏，使人员和场所受到污染的情况下，应当由技术人员通过辐射或放射性污染探测，搜寻受到污染的人员和场所，并对其进行隔离和去污。

（三）实验室发生放射性沾污等突发辐射事故时，现场人员需第一时间撤离现场，等候专业人员前来处理。

（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。

（四）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》，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、过程和人员伤亡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。