

报告编号：LBHJ-2022-HJSHP007

核技术利用建设项目
中国科学院华南植物园核技术利用扩建项
目环境影响报告表

(送审稿)

中国科学院华南植物园 (盖章)

2022年9月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
中国科学院华南植物园核技术利用扩建项目
环境影响报告表

建设单位名称： 中国科学院华南植物园

建设单位法人代表（签名或签章）： 任海

通讯地址： 广州市天河区兴科路 723 号

邮政编码： 510650 联系人： 邓汝芳

电子邮箱： dengrufang@scbg.ac.cn 联系电话：

编制单位和编制人员情况表

项目编号	k052qp		
建设项目名称	中国科学院华南植物园核技术利用扩建项目		
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)	中国科学院华南植物园		
统一社会信用代码	12100000455862459F		
法定代表人 (签章)	任海		
主要负责人 (签字)	戴光义		
直接负责的主管人员 (签字)	戴光义		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	广州乐邦环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA5AUC6HX1		
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
徐灿	2015035440352013449914000326	BH001925	徐灿
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
徐灿	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、项目工程分析与源项、环境影响分析、结论与建议	BH001925	徐灿
李明	放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物 (重点是放射性废弃物)、环境质量和辐射现状、辐射安全与防护、辐射安全管理、附件及附图	BH035186	李明

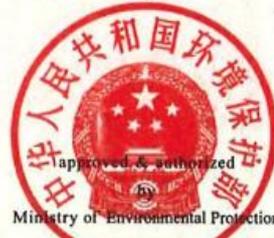
环评项目负责人职业资格证书

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发,它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的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: HP00017526
No.



持证人签名:
Signature of the Bearer

管理号: 2015035440352013449914000326
File No.

姓名: 徐灿
Full Name
性别: 男
Sex
出生年月: 1982年01月
Date of Birth
专业类别: /
Professional Type
批准日期: 2015年05月24日
Approval Date

签发单位盖章:
Issued by

签发日期: 2015年05月24日
Issued on



目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	8
表 3	非密封放射性物质	8
表 4	射线装置	8
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	9
表 6	评价依据	10
表 7	保护目标与评价标准	12
表 8	环境质量和辐射现状	17
表 9	项目工程分析与源项	24
表 10	辐射安全与防护	29
表 11	环境影响分析	39
表 12	辐射安全管理	47
表 13	结论与建议	53
表 14	审 批	55
附件 1	建设单位原辐射安全许可证	56
附件 2	建设单位原批复文件	58
附件 3	评价项目拟建场所现场检测报告	64
附件 4	建设单位制定的相关辐射安全和防护管理制度	71
附件 5	辐射工作人员考核证明	80
附图 1	设备辐射防护设计图	81

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中国科学院华南植物园核技术利用扩建项目				
建设单位		中国科学院华南植物园				
法人代表	任海	联系人	邓汝芳	联系电话		
注册地址	广州市天河区兴科路 723 号					
项目地点	广州市天河区兴科路 723 号					
立项审批部门	--		批准文号	--		
建设项目总投资 (万元)	610	项目环保投资 (万元)	30	投资比例 (环保投资、总投资)	5%	
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役			占地面积 (m ²)	26	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其它					

1.1 项目概况

中国科学院华南植物园（以下简称“建设单位”）是我国历史悠久的植物学研究机构，前身为国立中山大学农林植物研究所，由著名植物学家陈焕镛院士于 1929 年创建。1954 年改隶中国科学院易名中国科学院华南植物研究所，1956 年建立华南植物园和我国第一个自然保护区—鼎湖山国家级自然保护区，2003 年 10 月更名为中国科学院华南植物园。

建设单位为满足其科研需求，拟在广州市天河区兴科路 723 号中国科学院华南植物园东侧 3 号实验楼 106 室建设使用 1 台三维 X 射线显微镜，用于科研任务中植物根茎叶等植物组织的检测。

1.2 项目的由来和目的

本评价报告的主要目的是对评价项目周边辐射环境现状进行调查，设定评价项目辐射工作人员和周边公众剂量约束值，分析项目对周边环境影响，预测本项目的辐射工作人员和公众附加剂量是否满足剂量约束值，明确其是否满足国家和地方生态环境主管部门对核技术利用建设项目的管理规定，同时也为本项目的辐射环境管理提供科学依据，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

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,本评价项目拟使用的三维 X 射线显微镜,属于II类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(生态环境部令第 16 号)五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目中内容,该评价项目应编制环境影响报告表。为此建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司对中国科学院华南植物园核技术利用扩建项目进行环境影响评价。

1.3 项目建设内容及规模

本次评价项目拟在广州市天河区兴科路 723 号中国科学院华南植物园 3 号实验楼首层 106 室建设使用 1 台三维 X 射线显微镜,设备具体参数见表 1-1。

表 1-1 拟使用射线装置一览表

装置名称型号	管电压	管电流	数量	类别	使用地址
SkyScan2214 型三维 X 射线显微镜	160kV	0.2mA	1	II 类	3 号实验楼 106 室

1.4 项目地理位置及周边环境概述

本项目选址位于广州市天河区兴科路 723 号中国科学院华南植物园,具体地理位置详见图 1-1,

建设单位总平面布局见图 1-2,建设单位大致可分为 3 个区域,分别是位于建设单位北侧的实验楼教学区,位于西南侧的公寓、宿舍生活区以及位于东南侧的实验区。本项目将拟建于实验楼教学区东侧 3 号实验楼内,本栋实验楼共四层,本项目将拟建于首层 106 室,拟建区域现状为自习室,现将改造为本次核技术利用扩建项目使用场所。106 室楼上及西侧均为实验室,东侧数据处理室,北侧为户外绿化区域,南侧为室内过道。详见图 1-3~1-5。

1.5 项目选址合理性分析

本次评价项目拟建于建设单位 3 号实验楼 106 室,拟建项目设备屏蔽体外北侧约 100m 处为 4 号实验楼;西北侧约 45m 处为 1 号实验楼;西侧约 34m 处为 2 号实验楼;西南侧约 125m 处为种子楼;南侧约 48m 处为环保楼;东南侧约 80m 处和 132m 处均为实验区。其余拟建项目设备屏蔽体外 50m 范围内均为园区内部道路以及绿化。具体情况见图 1-3。本评价项目 50m 范围均位于建设单位内部,200m 范围内也基本位于建设单位内部,且拟建区域 200m 范围内也无幼儿园、学校等敏感点,因此,本项目选址合理。

1.6 建设单位原核技术应用项目许可情况

建设单位现持有辐射安全许可证，证书编号粤环辐证（03319），许可范围为使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。

建设单位持有的辐射安全许可证见附件 1，落实环保手续的相关批复文件见附件 2，具体情况见下表。

表 1-2 建设单位原有核技术利用项目情况一览表

序号	核素名称	活动种类	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	使用场所	环保手续
1	S-35	使用	2.47E+4	7.4E+7	华南植物园一号实验楼三楼	2011年6月24日取得环评批复，2014年7月21日取得原广东省环境保护厅出具的竣工环境保护验收意见的函
2	P-32	使用	2.47E+5	7.4E+8	华南植物园一号实验楼三楼	
3	H-3	使用	2.47E+3	7.4E+7	华南植物园一号实验楼三楼	

现有核技术项目已落实了相关环保手续，符合环保相关法律法规的要求。



图 1-1 建设单位所在地理位置图



图 1-3 建设单位拟建项目所在位置与周边相对位置图

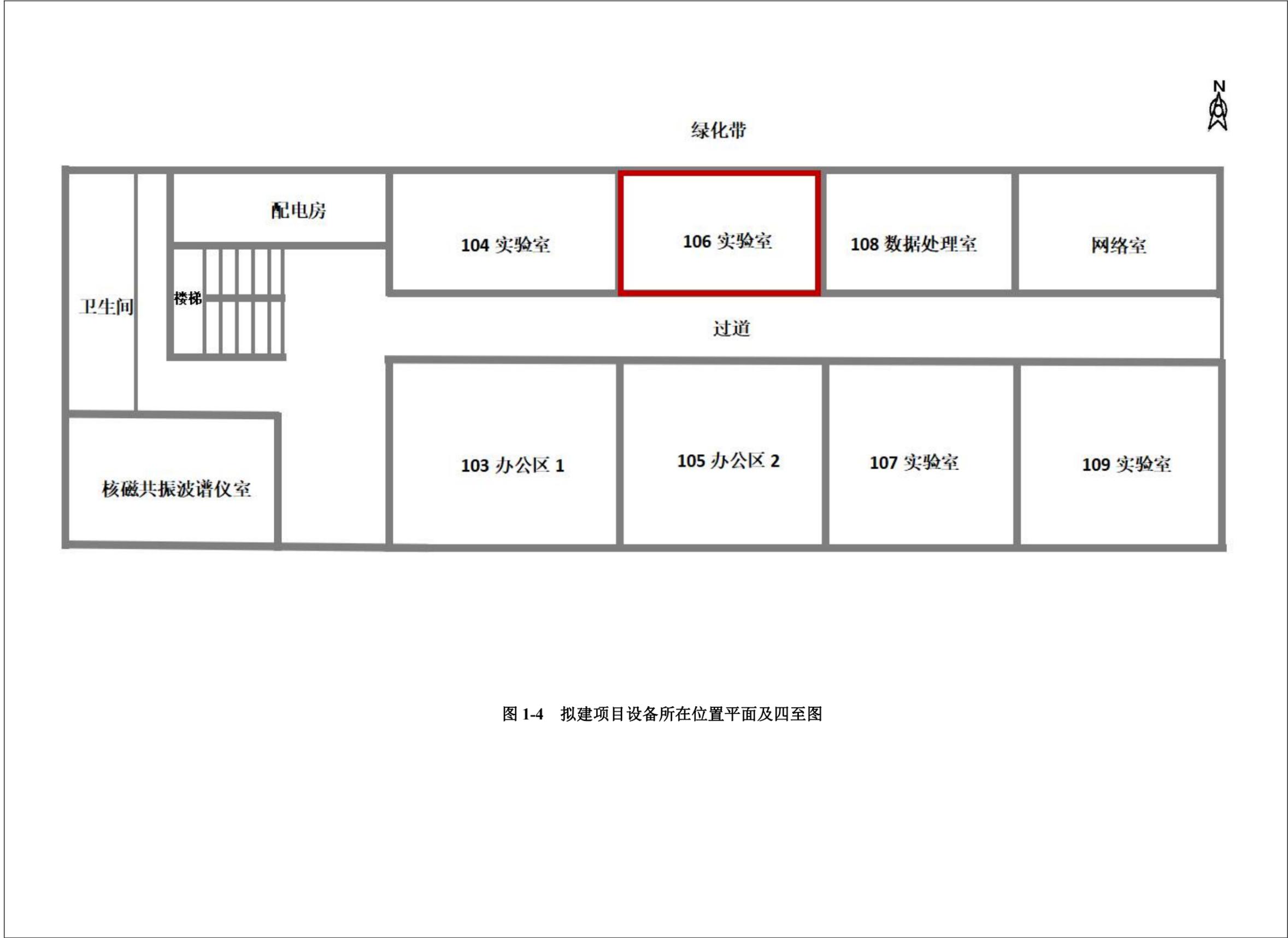


图 1-4 拟建项目设备所在位置平面及四至图

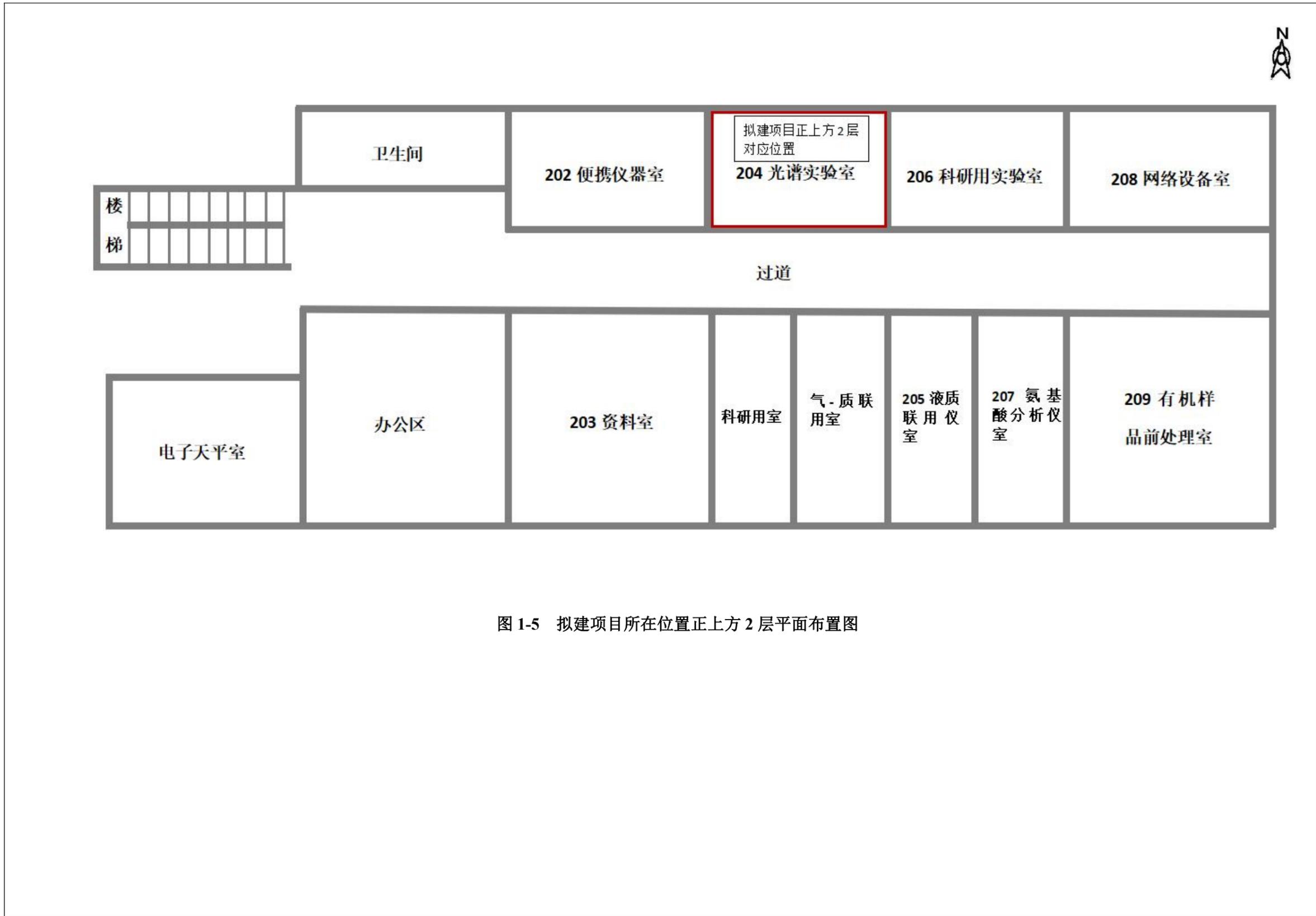


图 1-5 拟建项目所在位置正上方 2 层平面布置图

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	三维 X 射线 显微镜	II	1 台	SkyScan2214	160	0.2	检测	3 号实验楼 106 室	新购

(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	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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
——	——	——	——	——	——	——	——	——

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

<p>法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日） 2. 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日第二次修正） 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日） 4. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改。2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改。） 5. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 9 月 14 日中华人民共和国国务院令第 449 号公布，根据 2014 年 7 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第一次修订，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订) 6.《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令 18 号 2011 年 5 月 1 日) 7. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》(生态环境部令第 16 号) 8. 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号） 9.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） 10. 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）
<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117—2015） 5. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128—2019）

	6. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 7. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014） 8. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
其他	1. 《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版） 2. 建设单位提供的其他资料

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目使用的 II 类射线装置自带屏蔽措施，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，因此该报告将三维 X 射线显微镜检测设备自带屏蔽体外 50m 的范围作为评价范围，评价范围分布见图 7-1。

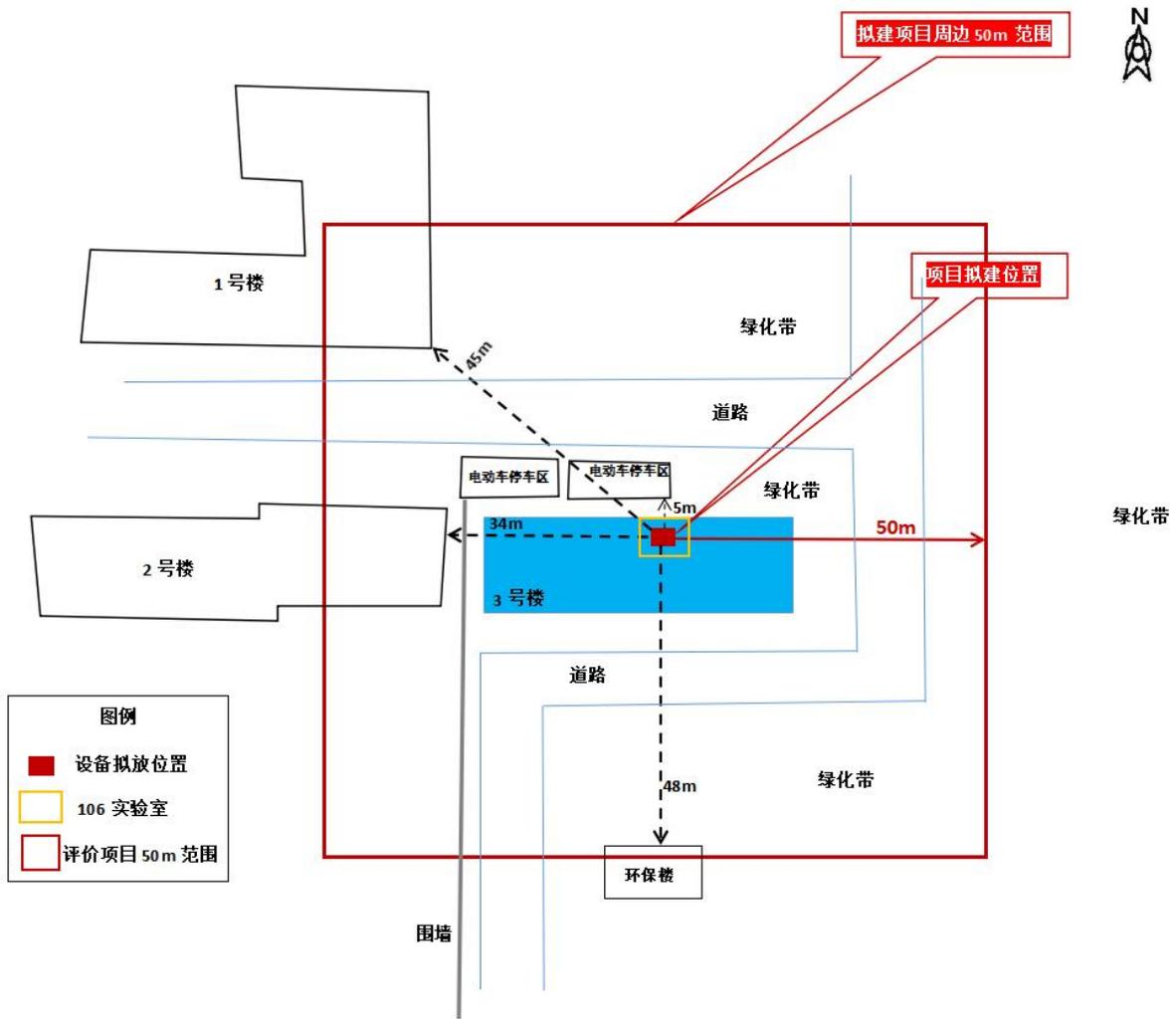


图 7-1 评价范围示意图

本项目评价范围均落在建设单位内部，主要是园区道路、绿化和建设单位其余办公场所以及实验楼。

7.2 保护目标

对于该评价项目,确定从事三维 X 射线显微镜操作和安全管理的工作人员为职业辐射工作人员,职业辐射工作人员以外的所有工作人员均为公众。

结合本评价项目的评价范围,确定本评价项目的保护目标是评价范围内环境中活动的辐射工作人员和公众(包括非辐射工作人员)。由图 7-1 可见,评价范围内的工作场所基本为实验楼以及园区内的道路和绿化。将评价范围内人员活动相对固定的工作场所视为保护目标,则本评价项目与评价范围内保护目标的关系见表 7-1。

表 7-1 评价范围内保护目标分布情况

序号	环境保护目标性质	影响人员(性质)	与评价项目关系	人数	年剂量约束值(mSv/a)
1	3号楼	辐射工作人员、公众	/	20人	辐射工作人员 5.0、公众 0.25
2	1号楼	公众	西北面 45m	10人	公众(非辐射工作人员)0.25
3	2号楼	公众	西面 34m	10人	公众(非辐射工作人员)0.25
4	环保楼	公众	南面 48m	5人	公众(非辐射工作人员)0.25
5	电动车停车区	公众	北面 5m	15人	公众(非辐射工作人员)0.25
6	建设单位园区内其他场所	公众	四周 1m-50m	流动人员	公众(非辐射工作人员)0.25



项目拟建区域 106 室西侧视角



项目拟建区域 106 室东侧视角



项目拟建区域 106 室（正上方）楼上过道



106 室楼上（正上方）204 光谱实验室



104 实验室



108 数据处理室



项目拟建区域 106 室外过道



评价项目西侧 2 号实验楼



评价项目北侧绿化区域



评价项目西北侧 1 号实验楼



图 7-2 项目拟建区域及周围环境现状图

7.3 评价标准

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：

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：

本报告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，即该项目的辐射工作人员的年有效照射剂量应不超过 **5mSv**。

② 公众：

取公众年平均有效剂量限值的四分之一作为该项目的公众照射剂量约束值，即该项目的公众的年有效照射剂量不超过 **0.25mSv**。

2. 工作场所辐射剂量率控制要求

参照《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的规定：对于工业 X 射线探伤项目，X 射线探伤室墙和入口门关注点最高周围剂量当量率参考控制水平应不大于 **2.5 μ Sv/h**。

因此，对于本项目自带屏蔽体的设备，屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率应不大于 **2.5 μ Sv/h**。

3.辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，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。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

本次评价项目位于广州市天河区兴科路 723 号中国科学院华南植物园 3 号实验楼 106 室，详见表 1 相关内容。

8.2 辐射环境现状

为了解本项目拟建区域的环境 γ 辐射剂量率现状，广州乐邦环境科技有限公司对拟建场所及周边进行了辐射现状检测，具体现状情况见图 8-1，检测报告见附件 1。



评价项目北侧电动车停车区



3 号楼南侧室外道路



环保楼



种子楼



4 号楼



1 号楼



图 8-1 项目拟建区域及四周环境现状图

8.3 辐射环境现状检测

1、现场监测质量保证：

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和监测机构的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。辐射环境监测质量保证主要内容有：

- ①监测前制定了详细的监测方案及实施细则；
- ②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；
- ③监测工作在气候条件良好的条件下开展；
- ④监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格，且在校准、检定有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；
- ⑤监测人员均参加过相关的电离辐射监测培训，均持证上岗；

⑥每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

⑦现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行，按照科学方法处理异常数据和监测数据；

⑧建立完整的文件资料。仪器校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑨监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

⑩监测过程处于受控状态。

2、布点原则：以拟建场所及其四周作为主要布点区域，本次检测在拟建场所及周围（室内）布设 17 个检测点，拟建场所所在的 3 号楼周边（室外）布设 11 个检测点，共 28 个检测点，详见图 8-2、8-3。

3、布点依据：参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61—2021）和《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的方法布设检测点。

4、数据处理：

按照下式进行数据处理：

$$\dot{D}_y = k_1 \times k_2 \times R_y - k_3 \times \dot{D}_C$$

其中， \dot{D}_y --测点处环境 γ 辐射空气吸收剂量率值，Gy/h； k_1 --仪器检定/校准因子； k_2 --仪器检验源效率因子，取 1； R_y --仪器测量读数均值； k_3 --建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子； \dot{D}_C --测点处宇宙射线响应值，Gy/h。

5、评价范围：拟建设使用设备的工作场所及其周边环境 γ 辐射剂量率。

6、评价目的：获得环境 γ 辐射天然本底和人为活动所引起环境 γ 辐射水平变化的资料。

7、检测方法：

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

8、检测条件：

时间：2022 年 8 月 23 日；温度：31℃；相对湿度：64%。

9、检测仪器：

X- γ 辐射剂量率仪（6150AD6/H+6150AD-b/H）

仪器编号：171412(主机)+176695（探头）

生产厂家：AUTOMESS

测量范围：1nSv/h~99.9 μ Sv/h

能量响应：38keV~7MeV

检定单位：广东省辐射剂量计量检定站

证书编号：GRD(1)20220324

检定日期：2022年08月16日有效期：1年

本项目位于中国科学院华南植物园3号实验室106室，环境 γ 辐射剂量率现状检测结果详见表8-1。

表8-1 环境 γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	位置	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)	标准差	备注
1	拟建区域西侧	166	2	室内 (楼房)
2	拟建区域北侧	170	3	
3	拟建区域东侧	162	2	
4	拟建区域南侧	161	2	
5	拟建区域外南侧过道	165	3	
6	108 数据处理室	154	3	
7	拟建区域东侧实验室	161	3	
8	109 实验室	158	3	
9	107 实验室	157	3	
10	105 办公区 2	162	3	
11	103 办公区 1	164	2	
12	104 实验室	147	4	
13	配电房	174	4	
14	楼梯口	191	4	
15	核磁共振波谱仪室	183	3	
16	卫生间	199	2	
17	拟建区域楼上 204 光谱实验室	186	4	
18	电动车停放区 (距拟建区域约 5m)	157	2	
19	4 号楼 (距拟建区域约 100m)	113	1	
20	1 号楼 (距拟建区域约 45m)	114	3	
21	2 号楼 (距拟建区域约 34m)	131	3	

22	种子楼（距拟建区域约 125m）	132	3
23	3 号楼西侧通道	126	3
24	3 号楼南侧道路	129	1
25	环保楼（距拟建区域约 48m）	138	2
26	实验区（距拟建区域约 80m）	140	2
27	3 号楼东侧道路	132	2
28	3 号楼北侧绿化带	114	2

注：1、测量时仪器探头垂直向下，距离地面约 1m 高，每个测量点测量 10 个读数，所有测量值均已扣除检测仪器对宇宙射线的响应值 26nGy/h。

2、所有检测值均进行了空气比释动能率和周围剂量当量的换算，换算系数采用使用 ^{137}Cs 时作为检定参考辐射源的换算系数 1.20Sv/Gy

3、仪器校准因子：校准因子为：1.02。

4、根据 HJ1157-2021 中 5.5 规定，建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，换算系数分别取如下数值：楼房：0.8，原野、道路：1，平房：0.9。

8.4 辐射环境现状评价

由表 8-1 的检测结果可知，本项目拟建区域及周边室内辐射剂量率检测结果为 147nGy/h~199nGy/h，室外（道路）辐射剂量率为 113nGy/h~157nGy/h。根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版）对广州地区环境天然贯穿辐射水平调查研究结果：广州室内 γ 辐射剂量率为 104.6~264.1nGy/h，道路 γ 辐射剂量率为 52.5~165.7nGy/h，原野 γ 辐射剂量率为 51.8~164.8nGy/h。由此可知建设单位本次拟建项目所在地及工作场所的环境 γ 辐射剂量率处于正常环境本底水平。

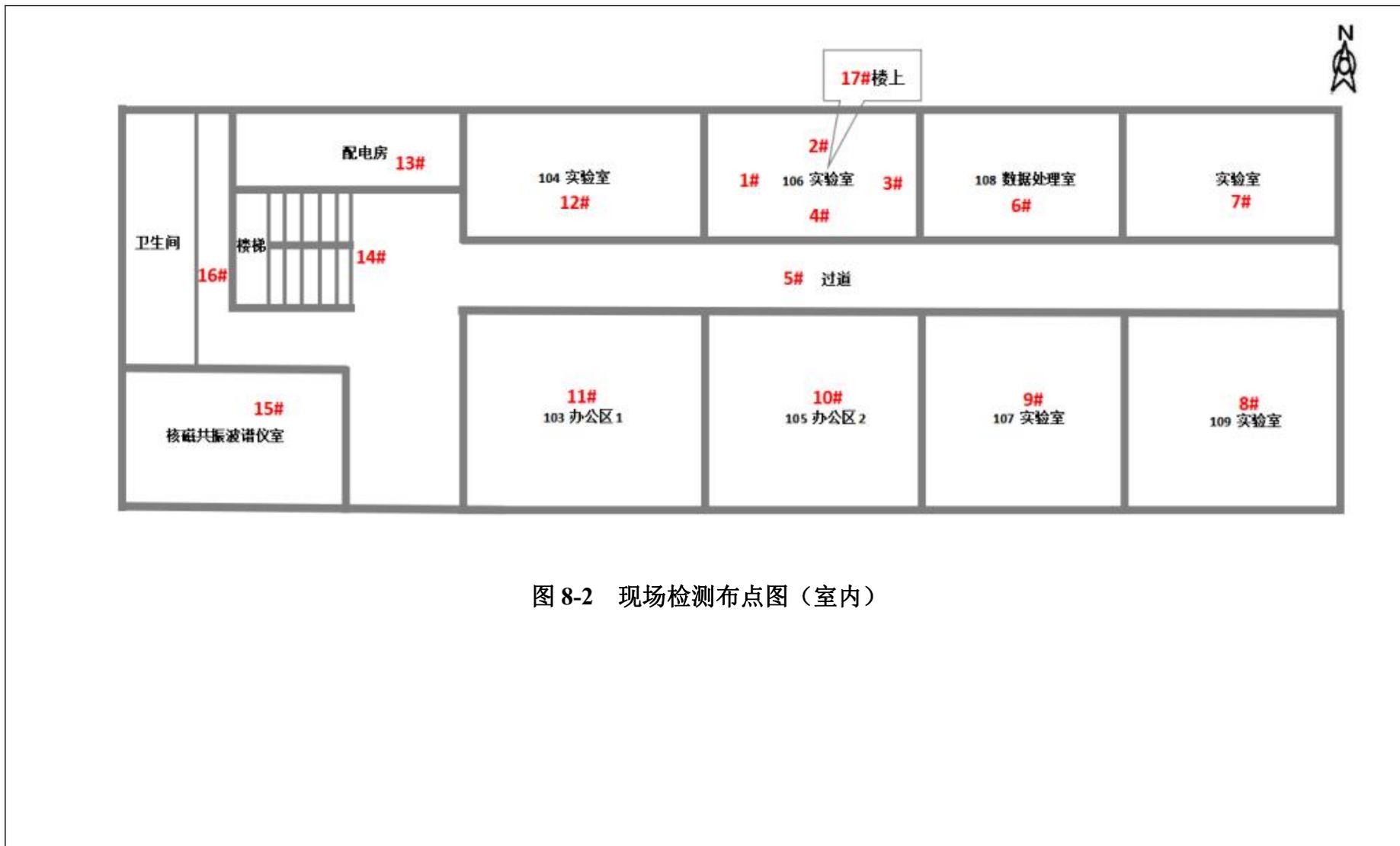


图 8-2 现场检测布点图（室内）

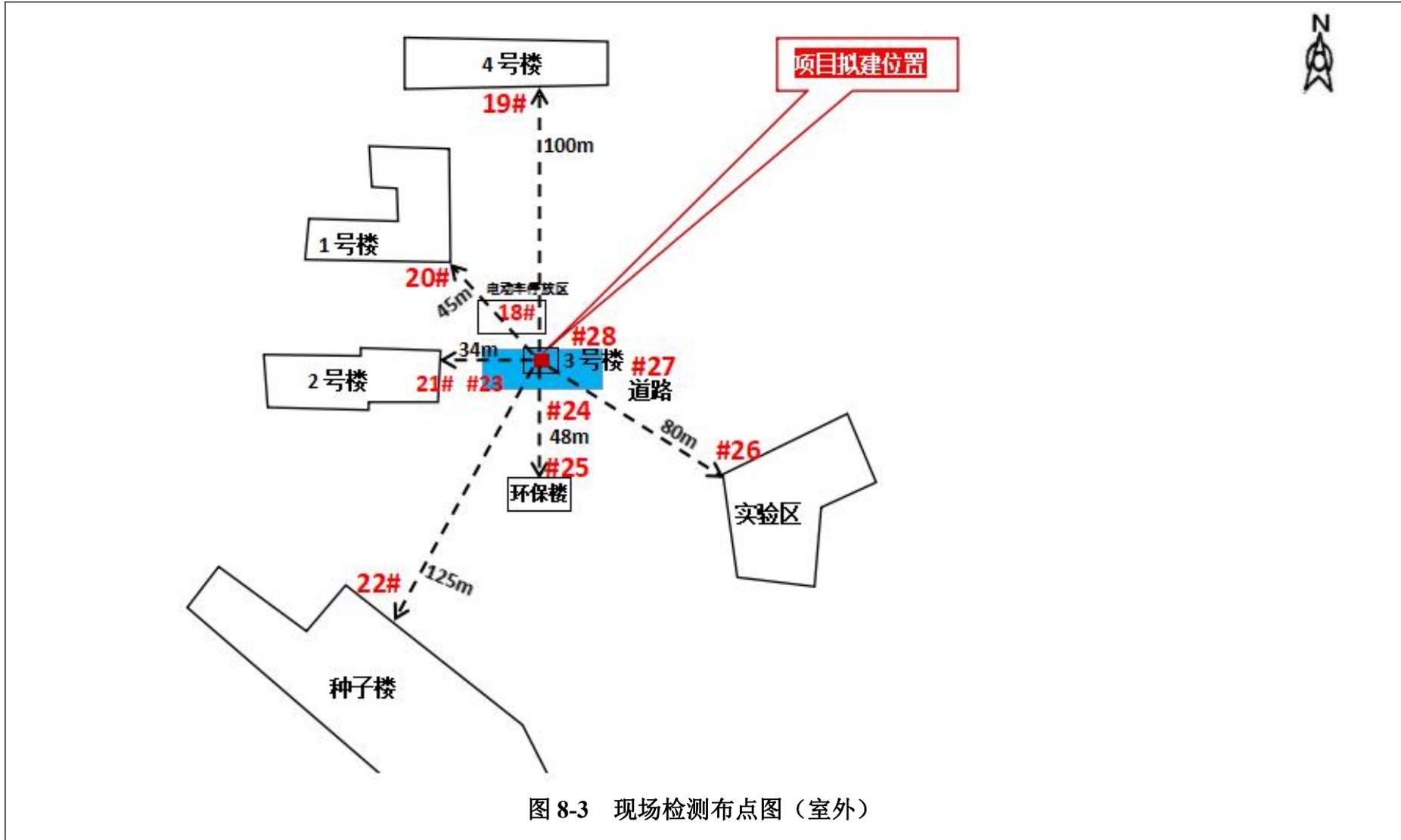


图 8-3 现场检测布点图（室外）

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工作原理

1.X 射线产生原理

X 射线检测技术是利用 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，来发现其中缺陷。X 射线可以检查金属与非金属材料及其制品的内部缺陷，例如焊缝中的气孔、夹渣、未焊透等体积性缺陷。X 射线发生装置主要由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如图 9-1 所示。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（其中的 1%）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。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特性辐射。

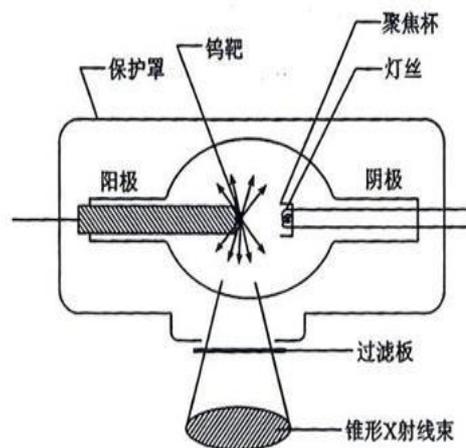


图 9-1 X 射线管线及 X 射线产生的示意图

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 射线机产生的 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 射线机的管电压、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。

2.工业 CT 工作原理

电子计算机断层摄影(Computedtomography，简称 CT)是近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诊断新技术。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，发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

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，其工作示意图如图 9-2 所示。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件，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 图象重建。与射线源紧密相关的直准器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移，以及射线源、试件、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象重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图象重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护，一般小型设备自带屏蔽设施。

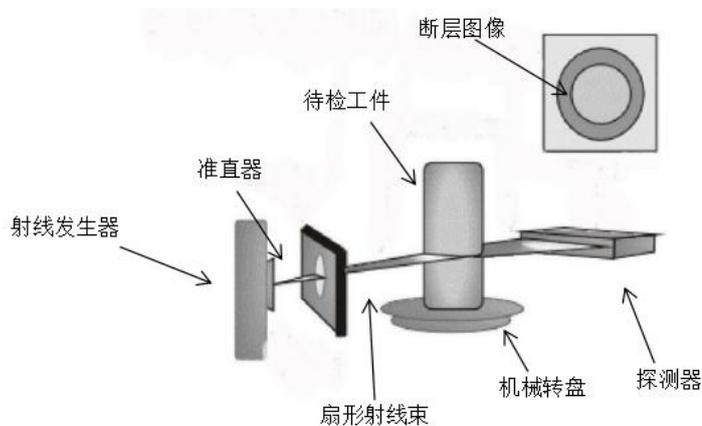


图 9-2 X 射线管线及 X 射线产生的示意图

9.1.2 本项目设备简介、简图及操作流程

1.设备简介

本项目拟使用由德国布鲁克公司生产制造的 SkyScan2214 型三维 X 射线显微镜，设备由 X 射线管、X 射线探测器、样品台、高性能工作站、空气压缩机、冷却水系统等组成，设备外观见图 9-3。设备顶部左侧为 X 射线源，中间为物体定位部分，右侧为相机组件。相机组件包括 1 到 4 个探测器：多达 3 个安装在精密 XY 定位系统中的 CCD 探测器和带有电动驱动的平板探测器，用于在 X 射线光束中翻转。所有列出的部件都连接在一个由天然花岗岩制成的整体平台上，并由气动防振脚支撑。

SkyScan2214 型三维 X 射线显微镜利用 X 射线的穿透能力获取样品内部结构信息，对样品进行 180° 或 360° 扫描，获取不同角度位置的投影图，通过重建算法获取样品的三维结构图像。SkyScan2214 型三维 X 射线显微镜采用微焦点射线源和高分辨率探测器实现三维显微成像，在材料科学，生命科学等领域有着广泛的应用。



图 9-3 三维 X 射线显微镜外观图

2.操作流程

建设单位拟使用三维 X 射线显微镜具体操作流程如下：

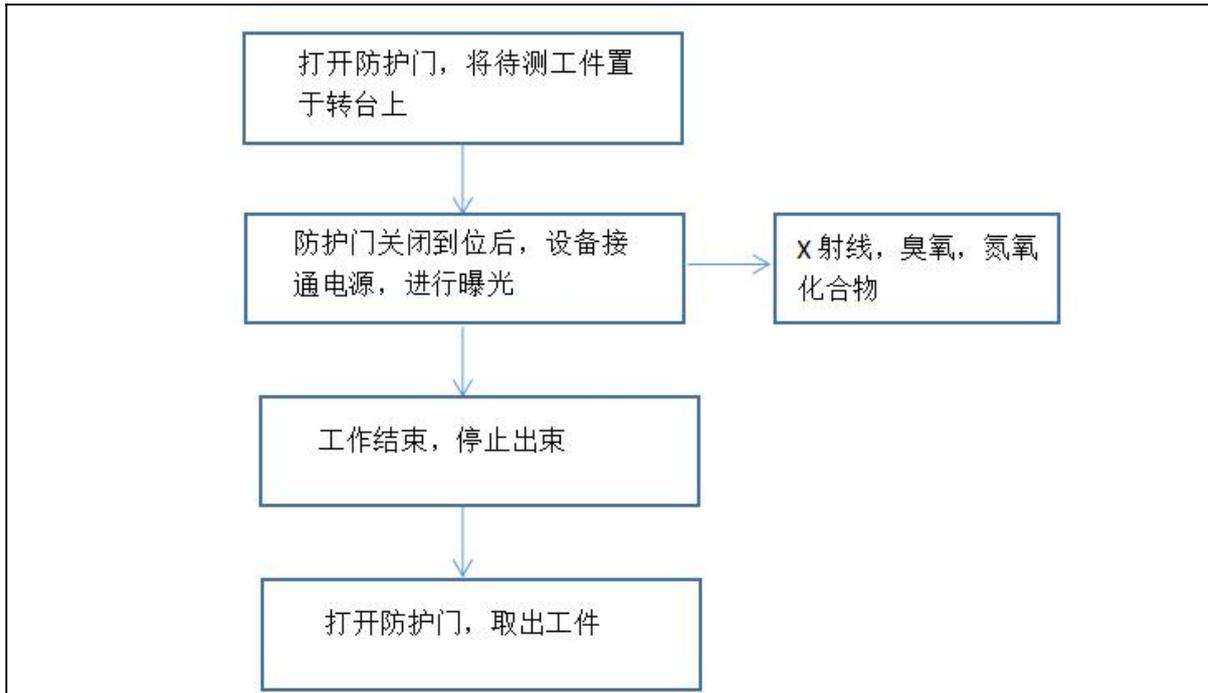


图 9-4 三维 X 射线显微镜操作流程及产污环节示意图

3.工作负荷及人员配置

建设单位三维 X 射线显微镜投入使用后拟安排 2 名辐射工作人员负责操作使用，所配备人员已取得辐射安全与防护培训和考核合格证。建设单位预计每周 X 射线出束时间约 5h，全年按 50 周，因此全年累计 X 射线照射时间约为 250h/a。

9.2 污染源项描述

本项目三维 X 射线显微镜工作时辐射影响因子为 X 射线，由以上分析可见，X 射线管为本项目的辐射源。

X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，高电压加在 X 射线管的两极之间，高能电子轰击靶体通过韧致辐射产生 X 射线，X 射线在辐射场中可分为三种射线，由 X 射线管窗口出射的用于检测的有用射线；由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射线；以及由上述两种射线在检测设备上产生的散射线。以及产生的 X 射线与空气电离产生的微量臭氧和氮氧化物。

1.正常工况

该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三维 X 射线显微镜自带屏蔽体的有效屏蔽。但由于 X 射线的直射、反射及散射，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

三维 X 射线显微镜在事故工况下可能造成的放射性污染包括以下几点：

- 1、防护门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射。
- 2、由于设备故障、控制系统失效、人为事故等原因引起意外照射。
- 3、在维修过程中，未切断电源的情况下打开设备屏蔽外壳，X 射线出束系统控制失灵引起意外照射。

9.3 源强分析和参数

本项目的射线装置最大管电流、最大管电压、滤过条件由设备厂家提供，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）再利用插值法选取，泄露线束距辐射源点 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。具体情况见下表。

表 9-1 射线装置源项参数

技术参数	数值
最大管电压	160kV
最大管电流	0.2mA
滤过条件	1mm 铝+1mm 铜
距辐射源点 1m 处剂量率	20.4mGy/min
泄露线束距辐射源点 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 项目辐射安全设施

10.1.1 检测室的辐射屏蔽设计

本项目拟使用的 SkyScan2214 型三维 X 射线显微镜自带屏蔽 X 射线的功能，主射线朝向设备右侧探测板，设备出厂防护参数见表 10-1，具体防护设计情况见图 10-1、10-2

表 10-1 本项目三维 X 射线显微镜防护参数一览表

序号	位置	防护设计情况
1	左面防护板	3mm 铅板
2	左面附加防护板	3mm 铅板
3	右面防护板（主射面）	3mm 铅板+5mm 铅板
4	设备右侧顶面防护板	5mm 铅板
5	设备左侧顶面防护板	3mm 铅板
6	底面防护板	5mm 铅板
7	前面防护板	5mm 铅板
8	后面防护板	5mm 铅板
9	铅玻璃	11mm 铅板

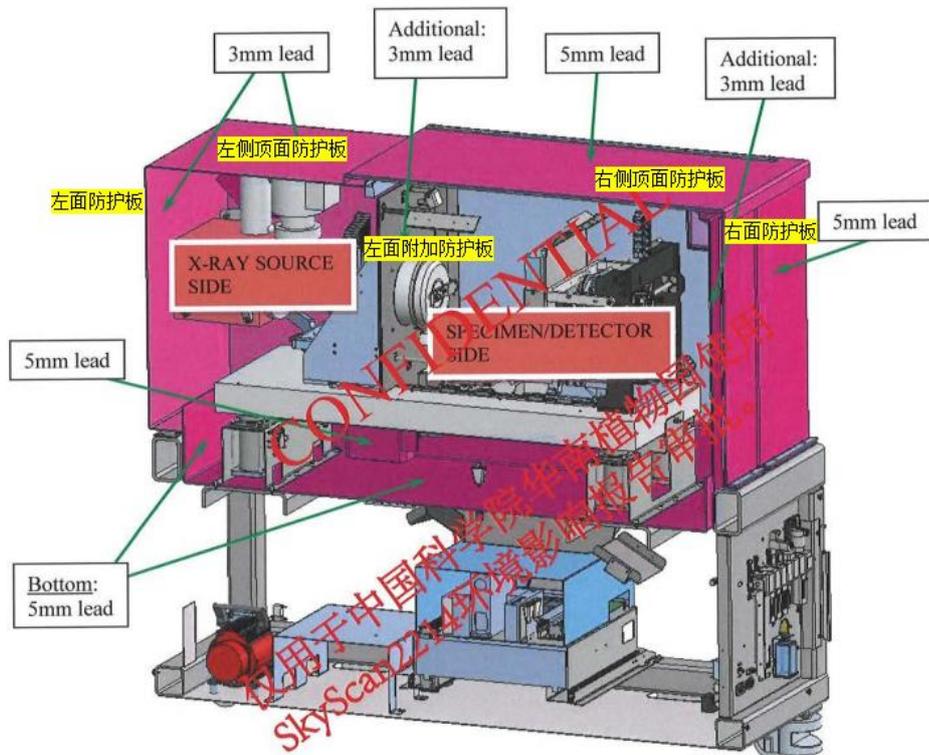


图 10-1 三维 X 射线显微镜防护设计图 (1)

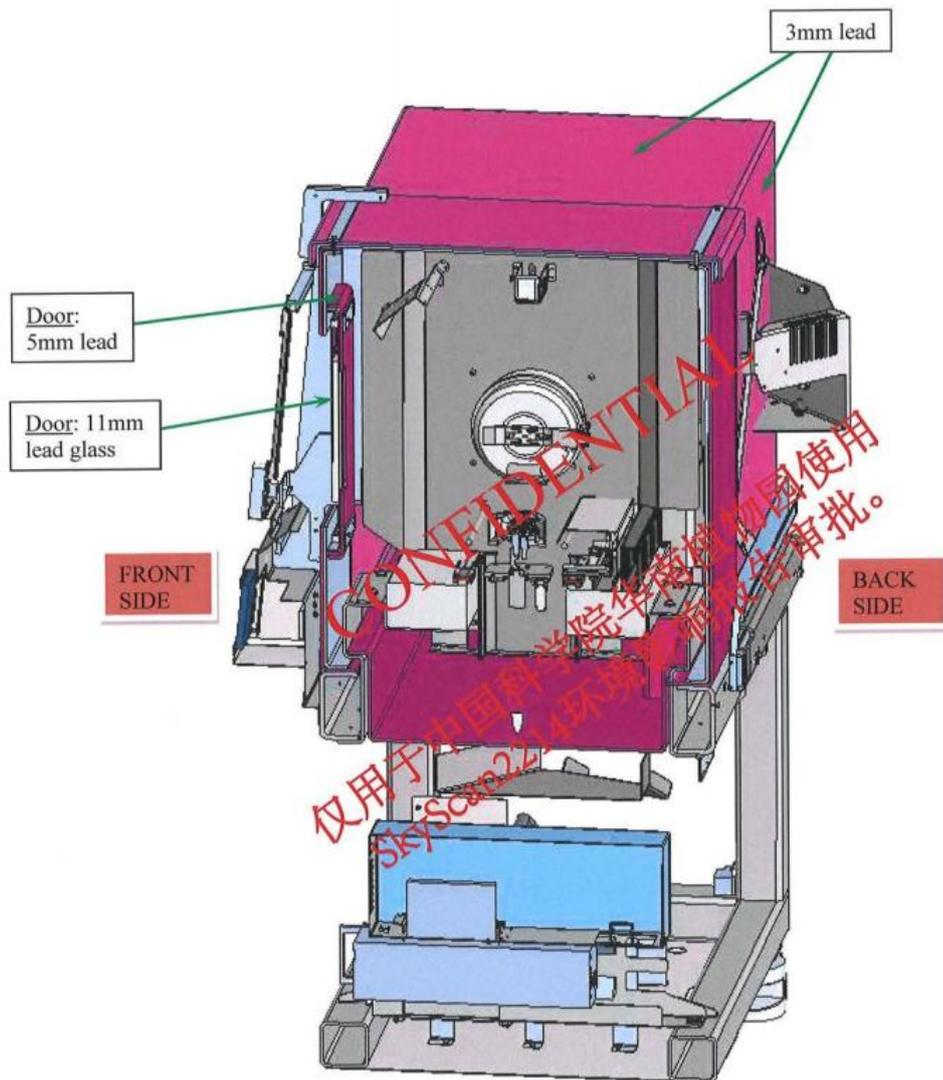


图 10-2 三维 X 射线显微镜防护设计图 (2)

10.1.2 三维 X 射线显微镜安全设施辐射屏蔽设计

(1) 警示警告、工作状态显示系统：建设单位将在拟购的 SkyScan2214 型三维 X 射线显微镜装载门上张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，拟购射线装置顶部以及前面板自带警示灯，当 X 射线出束时，警示灯会一直显示红色。

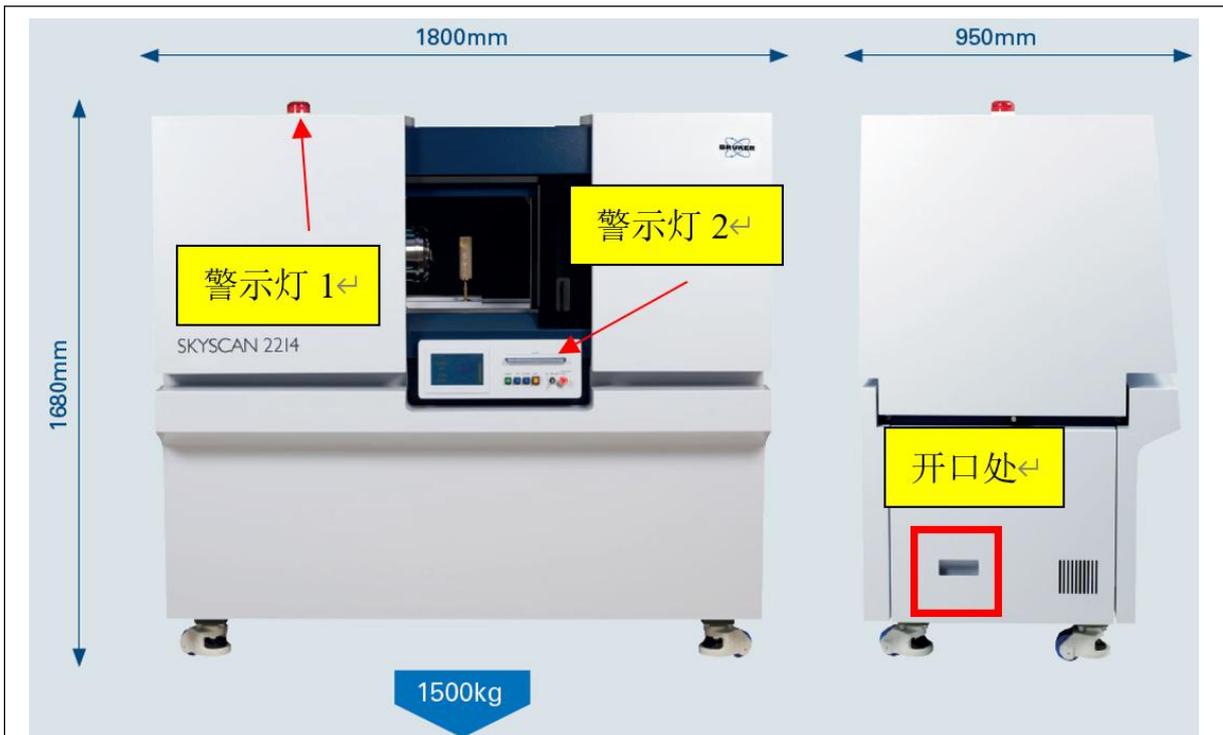


图 10-3 三维 X 射线显微镜警示灯示意图

(2) 安全联锁装置：拟购三维 X 射线显微镜设置有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门正常关闭、警示装置正常的情况下检查系统才能启动，才能正常出束，一旦其中有一处设施未到位，检查系统将不能启动。X 射线出束期间，触发任何一道安全设施或者发生故障，检查系统将被紧急切断出束。

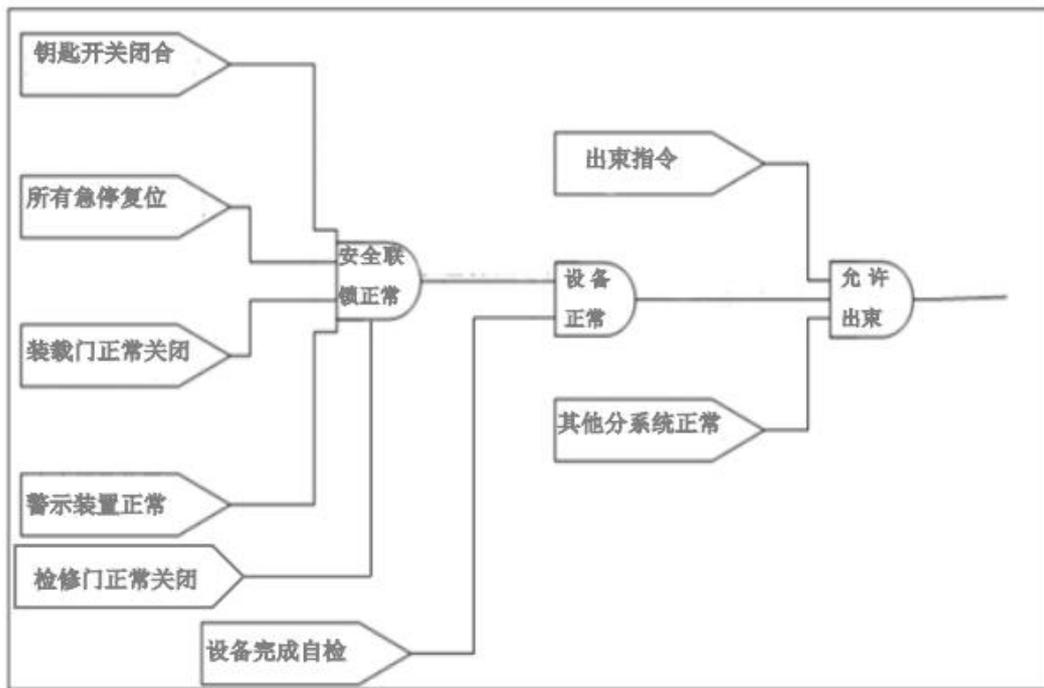


图 10-4 三维 X 射线显微镜安全联锁逻辑图

(3) 应急装置：本项目三维 X 射线显微镜设置有 1 个急停按钮，位于设备装载门前面板上，并明确标识，一旦发生意外，立即按下靠近的急停按钮，X 射线机的高压即被切断，有效的保证工作人员的安全。



图 10-5 三维 X 射线显微镜急停按钮示意图

(4) 多重开关：本项目三维 X 射线显微镜设置有总开关和钥匙开关的双重开关，只有两个开关同时打开后设备才能开启，关闭任意一道开关 X 射线都将无法正常开机。

(5) 通风设施：本项目三维 X 射线显微镜自带有通风装置，在设备顶部位置有 2 个换气风孔，能满足设备内良好的通风，建设单位拟使用设备所在 106 实验室容积约为 67m^3 ，拟配置排风量为 $300\text{m}^3/\text{h}$ 的排风装置，实验室有效换气次数约为 4.5 次，排风排向 3 号楼北侧室外无人聚集环境。具体见图 10-6。



图 10-6 三维 X 射线显微镜换气风孔示意图

(6) 监测仪器：建设单位拟配备 X- γ 辐射剂量率监测仪器，用于射线装置周围

剂量的日常检测，并做好记录。发现异常时，及时终止照射。建设单位辐射工作人员交接班或者使用 X- γ 辐射剂量率监测仪器前，应检查 X- γ 辐射剂量率监测仪器是否正常工作。如果在检查过程中发现异常，则不应开展探伤工作。

(7) 个人剂量计、个人剂量报警仪：建设单位拟为辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪，设置好个人剂量报警仪报警阈值 ($\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$)。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，辐射工作人员应立即离开辐射工作区域，并立即向辐射防护负责人报告。

10.1.3 辐射工作场所分区管理

(1) 项目场所分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

(2) X 射线探伤机辐射工作场所分区：

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)等相关标准对控制区和监督区的定义，再参照 GBZ117-2015《工业 X 射线探伤放射防护要求》的规定，应对探伤工作场所实行分区管理，一般将探伤室墙壁围城的内部区域划分为控制区，与墙壁外部相邻区域划分为监督区。

分区：将三维 X 射线显微镜自带实体屏蔽体内部区域划为控制区，控制区通过实体屏蔽、安全联锁装置等进行控制；将设备存放房间 106 实验室划为监督区。该区域无需专门的防护手段或安全设施，在 106 实验室门外张贴“辐射工作场所，非辐射

工作人员禁止进入”等工作警示标识。本项目分区示意图见图 10-7。

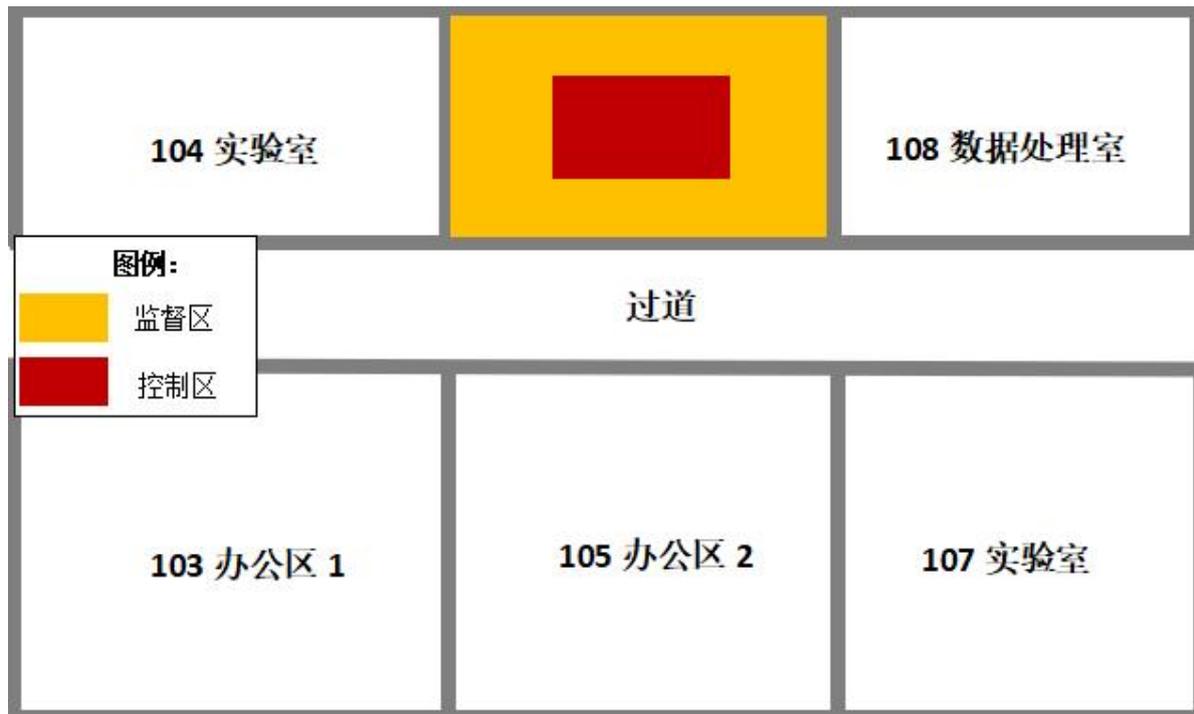


图 10-7 辐射分区示意图（红色为控制区，橙色为监督区）

10.1.4 与标准对照分析

本项目参照 GBZ117-2015《工业 X 射线探伤放射防护要求》对各项辐射安全与防护措施、安全操作各项实施计划进行分析，各项辐射安全与防护措施对照分析表见表 10-2，安全操作要求计划及实施计划对照表见表 10-3。

表 10-2 本项目各辐射安全与防护措施与标准对照分析情况表

序号	项目	GBZ117-2015《工业 X 射线探伤放射防护要求》的防护安全要求	本项目辐射安全与防护实施计划	评价
1	控制台	<p>3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。</p> <p>3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。</p> <p>3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。</p> <p>3.1.2.4 应设有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。</p>	<p>建设单位拟使用设备控制台上具有电压状态显示以及管电压、管电流等设定值显示装置；高压联通时设备顶部灯光报警灯响应；控制台与设备装载门进行联锁；控制台设有钥匙开关，仅当控制台钥匙开关打开后，X 射线管才能出束；控制台设有急停按钮；设备上张贴有电离辐射警示标志。</p>	符合

		<p>3.1.2.5 应设置紧急停机开关。</p> <p>3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。</p>		
2	检查	<p>每次工作开始前应进行检查的项目包括：</p> <p>a)探伤机外观是否存在可见的损坏；</p> <p>b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；</p> <p>c) 液体制冷设备是否有渗漏；</p> <p>d) 安全联锁是否正常工作；</p> <p>e)报警设备和警示灯是否正常运行；</p> <p>f)螺栓等连接件是否连接良好。</p> <p>定期检查的项目应包括：</p> <p>a)电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；</p> <p>b) 制冷系统过滤器的清洁或更换；</p> <p>c) 所有的联锁和紧急停机开关的检查；</p> <p>d) 机房内安装的固定辐射检测仪的检查；</p> <p>e)制造商推荐的其他常规检测项目。</p>	<p>建设单位将每日将对设备及相关设施进行一次日常检查，包括探伤机装置、电缆线路、紧急装置、紧急开关、连接件等全方面的检查。将定期进行电缆绝缘等电气安全、辐射检测仪、所有的联锁和紧急停机开关以及制造商推荐的其他常规检测项目的检查。</p>	符合
3	维护	<p>3.2.3.1 运营单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。</p> <p>3.2.3.2 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测。</p> <p>3.2.3.3 当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。</p> <p>3.2.3.4 应做好维护记录</p>	<p>建设单位严格按照标准要求对所使用的射线装置进行检查与维护。</p> <p>1、每次工作开始前应对设备进行检查，包括检查设备外观是否存在可见的破损、安全联锁装置是否正常等。2、定期进行检查，包括检查电气安全，联锁和急停装置等。3、建设单位对射线装置进行维护，每年由专业人员进行维护至少一次，对设备进行彻底的检查，包括使用零部件等。当存在零部件损坏时，保证更换的零部件都来自设备制造商。并做好维护记录。</p>	符合
4	整体辐射安全	<p>4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避免有用线束照射的方向。</p>	<p>本项目拟使用的三维 X 射线显微镜自带屏蔽体，屏蔽体厂家针对射线特征采用一体化设计和制造，屏蔽性能良好，无需额外加建屏蔽体。</p>	符合
5	工作场所分区	<p>4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。</p>	<p>建设单位拟为本项目辐射工作场所实施分区管理，具体见 10-7 辐射工作场所分区管理。</p>	符合
6	剂量控制要求	<p>4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：</p> <p>a)人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 100μSv/周，对公众不大于 5μSv/周；</p> <p>b)关注点最高周围剂量当量率参考控</p>	<p>根据本报告表 11 章节的分析结果，工作人员及公众在关注点的受照剂量、关注点最高周围剂量当量率均满足相关要求。</p>	符合

		制水平不大于 2.5 μ Sv/h。		
		4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足： a)探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3； b)对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h。	根据本报告表 11 章节的分析结果，设备顶部表面 30cm 处的剂量率小于 2.5 μ Sv/h，满足相关要求。	符合
7	门机联锁	4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。	本项目使用的设备带有安全联锁功能，装载门在打开或者没有关到位的情况下，高压电源无法打开；装载门打开时主电源随即关闭，重新关上装载门后不会自动打开主电源。	符合
8	声光警示	4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。 4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁 4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明	本项目三维 X 射线显微镜自带有警示灯，分别安装于设备顶部和前挡板。辐射装置开机时该警示灯亮灯。在操作界面的选项卡上还附加显示系统当前状态的信号。	符合
9	警示标志	4.1.9 探伤室的防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明	建设单位在购买和安装了该设备后将在设备的正面张贴“当心电离辐射”的电离辐射标志牌，设备拟放房间外张贴“辐射工作场所，非辐射工作人员禁止进入”等工作警示标识。	符合
10	急停装置	4.1.10 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。	本项目三维 X 射线显微镜设置有急停按钮，明确标识，一旦发生意外，立即按下急停按钮，X 射线机的高压即被切断，有效的保证工作人员的安全。	符合
11	通风设施	4.1.11 探伤室内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。	本项目三维 X 射线显微镜自带有通风装置，在设备顶部位置有 2 个换气风孔，建设单位拟使用设备所	符合

			在 106 实验室容积约为 67m ³ , 拟配置排风量为 300m ³ /h 的排风装置, 实验室有效换气次数约为 4.5 次, 排风排向 3 号楼北侧室外无人聚集环境。	
--	--	--	--	--

表 10-3 本项目安全操作要求及实施计划对照表

序号	GBZ117-2015《工业 X 射线探伤放射防护要求》的防护安全要求	本项目安全操作实施计划	备注
1	4.2.1 探伤工作人员工作时除配戴个人剂量计外, 还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时, 剂量仪报警, 工作人员应立即离开检测区域, 同时阻止其他人进入检测室, 并立即向辐射防护负责人报告。	建设单位拟为辐射工作人员配备个人剂量计以及配备个人剂量报警仪, 辐射工作人员严格按照要求佩戴。当辐射水平达到设定的报警水平时, 立即离开检测区域并向辐射防护负责人报告。建设单位制定完善的检测计划, 定期对辐射工作区域进行周围剂量当量率的检测	符合
2	4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率, 包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。	建设单位拟委托具有资质的第三方检测结构对拟购设备进行辐射防护年度检测, 并定期(每个月一次)使用巡检仪对设备的各个面进行巡测, 当测量值高于参考控制水平时, 将停止工作, 并向设备负责人报告。当排查出原因, 且整改后才继续开展工作。	
3	4.2.3 交接班或当班使用剂量仪前, 应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作则不应开始探伤工作。	工作人员作业前检查巡检仪是否正常工作, 如发现不能正常工作, 则不能开始检测工作。	符合
4	4.2.4 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置。	本项目设备属于自带屏蔽的装置, 无须另外增加使用辐射防护装置。	符合
5	4.2.5 在每一次照射前, 操作人员都只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下, 才开始进行探伤工作。	本项目拟购设备为自屏蔽体设备, 自带安全联锁装置, 只有在装载门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下才能开始工作	符合
6	4.2.6 开展探伤室设计时未预计到的工作, 如工件过大必须开门探伤, 应遵循 5.1、5.3、5.4、5.5 的要求。	本项目拟使用设备所检测的对象为植物根茎叶等, 不存在工件过大的问题, 因此也不会存在打开装载门进行检测。	符合

10.2 三废的治理

本项目在开展作业时, 会产生 X 射线, 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。参照国家标准《工业 X 射线探伤放射防护要求》

(GBZ117-2015)的相关规定：X射线探伤场所每小时有效通风换气次数应不小于3次。

本项目拟使用的三维X射线显微镜自带有通风装置，在设备顶部位置有2个换气风孔，能满足设备内良好的通风，建设单位拟使用设备所在106实验室容积约为67m³，拟配置排风量为300m³/h的排风装置，实验室有效换气次数约为4.5次，排风排向3号楼北侧室外无人聚集环境，因此产生的少量臭氧和氮氧化物能及时消散并迅速分解，不会在室内环境以及人群聚集区域积累。

本项目成像采用计算机信息处理和图像重建技术，以图像的形式显示出来，使用过程中无放射性废水、放射性废气及显相胶片和显影液等危险废物的产生。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

该项目只有在开机检测过程中才会产生射线，X 射线装置产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。在项目准备阶段，设备不在场，因此不会对周围环境产生电离辐射影响。除此之外，如一般项目工程，项目建设阶段可能涉及水、气、噪声、一般固废等环境影响，该项目大楼整体建设已经完毕，项目在施工期环境影响时间短暂，影响范围小，随施工结束而消除，且周围无环境敏感点，因此对周围的影响不大。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目运行过程中不会产生废水和固体废弃物，项目运行噪声小，不考虑声环境等环境影响，本项目运行主要对 X 射线的环境影响进行评价分析。

11.2.1 辐射环境影响分析

该项目拟使用的射线装置的最大管电压为 160kV，最大管电流为 0.2mA。为了分析该射线装置运行时对周围环境的影响，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）的相关分析方法，估算 X 射线出束时，射线装置屏蔽体外周围剂量当量率水平。

11.2.2 辐射环境影响分析方法

(1) 关注点

该射线装置 X 射线出束口距离设备屏蔽体外 0.3m 处关注点距离及屏蔽设计情况见表 11-1。

表 11-1 设备屏蔽设计情况表

关注点	屏蔽设计	R（距离辐射源的距离）	射线类型
1 右侧(主射面)	3mm 铅板+5mm 铅板	0.8m+0.3m	有用线束
2 后侧	5mm 铅板	0.31m+0.3m	漏射及散射线束
3 左侧	3mm 铅板+3mm 铅板	0.75m+0.3m	漏射及散射线束
4 前侧	5mm 铅板	0.27m+0.3m	漏射及散射线束
5 顶部	5mm 铅板	0.34m+0.3m	漏射及散射线束
6 底部	5mm 铅板	1.34m+0.3m	漏射及散射线束

预测点选取：对于 X 射线的辐射环境影响分析，选取设备四侧及其上下方作为关注点，点位选取原则以设备屏蔽体外 0.3m 处作为预测点。详见图 11-1。

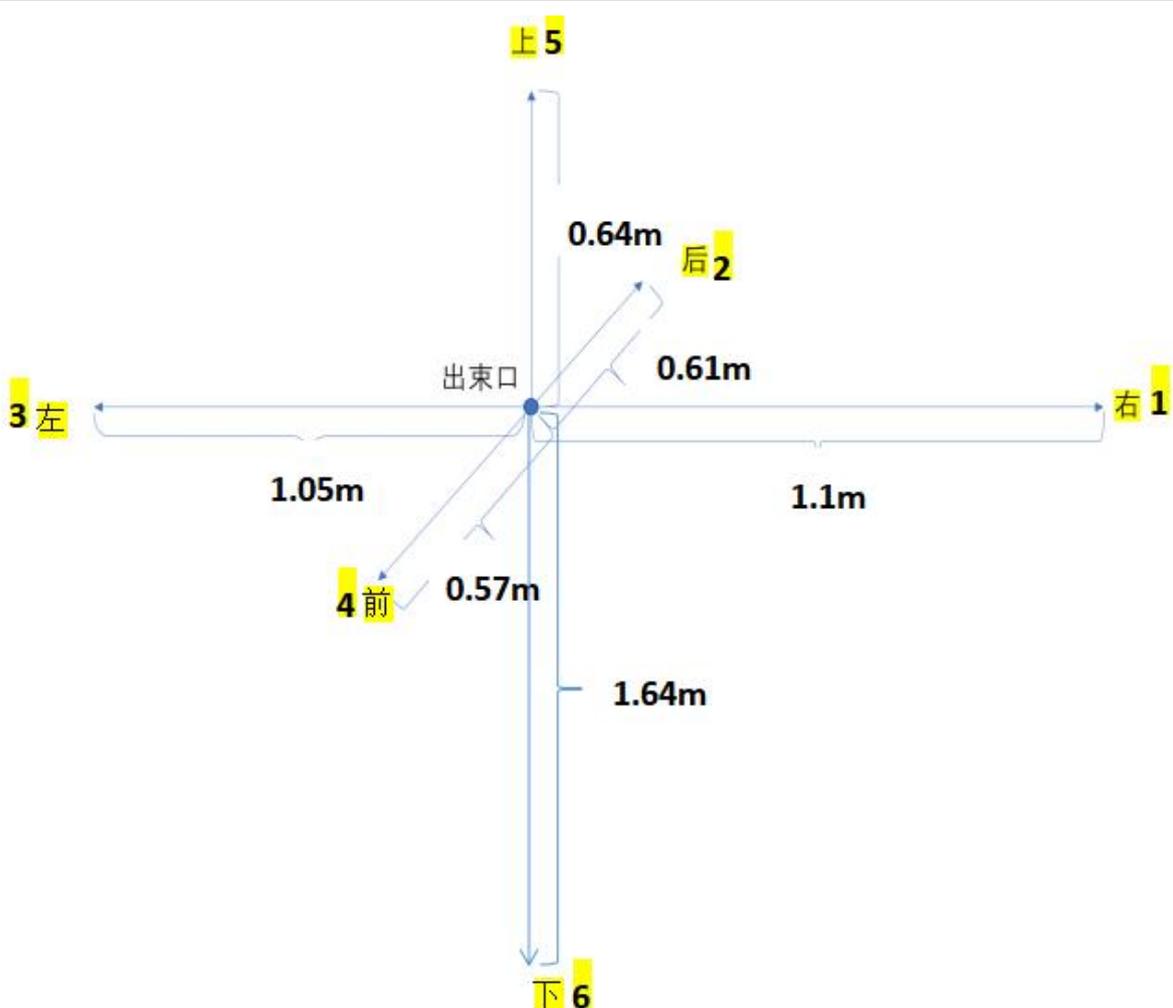


图 11-1 关注点示意图 (1)

(2) 理论预测

有用线束: 按照 GBZT250-2014《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》有用线束的屏蔽估算方法如下:

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按以下公式计算:

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

式中:

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

H_0 ——距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ; 本项目射线装置管电压为 160kV, 滤过条件为 1mm 铝+1mm 铜 (本次按 2mm 铝进行估算), 查询标准 GBZ/T250-2014 附录表 B.1, 利用插值

法取值为 $20.4\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

B——屏蔽透射因子；根据设备有用线束方向屏蔽厚度为 8mm，建设单位拟使用设备管电压 160kV，查询标准 GBZ/T250-2014 附录图 B.1，当电压为 200kV，滤过条件为 2mm 铝的 X 射线透过铅层，透射因子为 10^{-6} 时，铅板厚度为 6.5mm，因此本次铅屏蔽透射因子保守取 10^{-6} ；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位米（m）；

根据上述情况，可计算拟使用的射线装置有用线束侧关注点的辐射剂量率水平，计算结果见表 11-2：

表 11-2 有用线束侧表面 30cm 处辐射剂量水平估算

关注点	B（铅）	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	I(mA)	R(m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
1 右侧(有用线束方向)	10^{-6}	$20.4\times 6\times 10^4$	0.2	1.1	0.2

泄露辐射：

按照 GBZT250-2014 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》：4.2.1 屏蔽厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相互计算如下：对于给定的屏蔽物质 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按以下公式计算：

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

式中：X-屏蔽物质厚度分别为 5mm、6mm，与 TVL 取相同的单位；

查表 GBZT250-2014 表 B.2，本项目射线装置管电压为 160kV，利用插值法得出 X 射线束在铅中对应的 TVL 为 1.05mm。

在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽因子按式（2）计算，然后按式（3）计算在关注点的剂量率：

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

式中：

H_L --距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率，本项目射线装置管电压为 160kV，查询标准 GBZ/T250-2014 中表 1，取 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 为本项目设备泄露辐射剂量率；

表 11-3 泄露辐射剂量水平估算

关注点	屏蔽厚度	铅 TVL	H_L	B (铅)	R(m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
2 后侧	5mm 铅板	1.05	2.5×10^3	1.73E-05	0.61m	0.01
3 左侧	6mm 铅板	1.05	2.5×10^3	1.93E-06	1.05m	0.004
4 前侧	5mm 铅板	1.05	2.5×10^3	1.73E-05	0.57m	0.14
5 顶部	5mm 铅板	1.05	2.5×10^3	1.73E-05	0.64m	0.11
6 底部	5mm 铅板	1.05	2.5×10^3	1.73E-05	1.64m	0.016

散射辐射:

由公式 (4) 可进一步散射辐射剂量率 H ($\mu\text{Sv/h}$)，公式:

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

式中:

$\frac{F \times a}{R_0^2}$ 取 1/60，根据标准 GBZ/T250-2014， $R_0^2/F \cdot a$ 的值取 60;

H_0 ——距辐射源点(靶点)1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；查询标准 GBZ/T250-2014 附录表 B.1，利用插值法取值为 $20.4 \text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

I--X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大电流，mA；

B--屏蔽透射因子，铅屏蔽透射因子取 10^{-6} ；

R_s --辐射源点至关注点的距离，m；

F--照射野面积；

α --散射因子，

R_0 --辐射源点至探伤工件的距离，m；

表 11-4 散射辐射剂量率水平估算

关注点	B 屏蔽透射因子	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	R_s (m)	I(mA)	$\frac{F \times a}{R_0^2}$	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
2 后侧	10^{-6}	$20.4 \times 6 \times 10^4$	0.61m	0.2	1/60	0.01
3 左侧	10^{-6}	$20.4 \times 6 \times 10^4$	1.05m	0.2	1/60	0.003
4 前侧	10^{-6}	$20.4 \times 6 \times 10^4$	0.57m	0.2	1/60	0.01
5 顶部	10^{-6}	$20.4 \times 6 \times 10^4$	0.64m	0.2	1/60	0.009
6 底部	10^{-6}	$20.4 \times 6 \times 10^4$	1.64m	0.2	1/60	0.0015

根据上述情况，可计算拟使用的射线装置屏蔽体表面 30cm 处散射辐射剂量率水平，计算结果见表 11-5。

表 11-5 射线装置屏蔽体表面 0.3m 处辐射剂量率估算结果 ($\mu\text{Sv/h}$)

关注点	有用线束估算值	泄露估算值	散射估算值	叠加估算值
1 右侧(有用线束方向)	0.2	--	--	0.2
2 后侧	--	0.01	0.01	0.02
3 左侧	--	0.004	0.003	0.007
4 前侧	--	0.14	0.01	0.15
5 顶部	--	0.11	0.009	0.119
6 底部	--	0.016	0.0015	0.0175

综上所述，本项目射线装置屏蔽体外 0.3m 关注点处的辐射剂量率估算值最高约为 $0.2\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 的规定，即工业 CT 屏蔽体外 0.3m 处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

11.2.3 剂量分析

按公式 $E=\dot{H}\cdot t\cdot T$ 估算项目周围环境中目标的年有效受照剂量。

E——保护目标的受照剂量，mSv/a；

\dot{H} ——保护目标的受照剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t——本项目全年出束时间，h；

T——保护目标的居留因子。

(1) 辐射工作人员

建设单位三维 X 射线显微镜投入使用后拟安排 2 名辐射工作人员负责操作使用，建设单位预计每周 X 射线出束时间约 5h，全年按 50 周计算，因此全年累计 X

射线照射时间约为 250h/a，为了保守估算，取以上理论计算预测结果最大值右侧剂量率 0.2 μ Sv/h 进行估算，居留因子取 1，则辐射工作人员年有效剂量为：

$$0.2 \times 250 \times 1 \times 10^{-3} = 0.05 \text{mSv}$$

辐射工作人员的年受照有效剂量为 0.05mSv，低于本评价报告提出的辐射工作人员年有效剂量约束值（不超过 5mSv/a）。

（2）公众

根据表 7 中列出的保护目标，分别估算保护目标内的公众、非辐射工作人员的年有效剂量。根据建设单位工作负荷，以最大工作负荷进行估算，即全年累计 X 射线照射时间约为 250h/a，再取理论计算预测结果最大值右侧剂量率 0.2 μ Sv/h 进行保守估算。详细计算结果见下表。

表 11-6 周围环境关注点人员有效受照剂量估算结果

保护目标	受照剂量率 (D)	出束时间 (t)	居留因子 (T)	受照剂量 (E)
3 号楼	0.2 μ Sv/h	250h/a	1	0.05mSv/a
1 号楼	0.2 μ Sv/h	250h/a	1/4	0.0125mSv/a
2 号楼	0.2 μ Sv/h	250h/a	1/4	0.0125mSv/a
环保楼	0.2 μ Sv/h	250h/a	1/4	0.0125mSv/a
建设单位园区内其他场所	0.2 μ Sv/h	250h/a	1/8	0.00625mSv/a

综上，以上估算结果均符合本评价提出的剂量管理目标值：工作人员不超过 5mSv/a，公众不超过 0.25mSv/a。本项目建成后对辐射工作人员及周围环境基本上不会产辐射影响，符合环保相关标准要求。

11.2.4 相关污染物分析

本项目涉及的成像为 PC 处理实时成像，无显（定）影液等废液产生。

11.2.5 事故期间的风险分析

一、该评价项目可能发生的辐射事故主要为

1、装载门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射。

2、由于设备故障、控制系统失效、人为事故等原因引起意外照射。

3、在维修过程中，未切断电源的情况下打开设备屏蔽外壳，X 射线出束系统控制失灵引起意外照射。

4、发生辐射事故，导致人员受照超年有效剂量限制的照射，对人员身体造成

危害。

二、环境风险分级

根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（449 号令）第 40 条，按“辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级”，根据本项目的特点，将本项目的环境风险因子、可能发生辐射事故的意外条件、潜在危害及可能发生的辐射事故等级列于表 11-7。

表 11-7 项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

项目名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	危害结果	事故等级
中国科学院华南植物园核技术利用扩建项目	X 射线	1、装载门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射。 2、由于设备故障、控制系统失效、人为事故等原因引起意外照射。 3、在维修过程中，未切断电源的情况下打开设备屏蔽外壳，X 射线出束系统控制失灵引起意外照射。 4、发生辐射事故，导致人员受照超年有效剂量限制的照射，对人员身体造成危害。	装置失控导致人员受照超年有效剂量限值的照射	一般辐射事故

三、环境风险防范措施

(1) X 射线射线装置在不停机，防护屏蔽又达不到要求的情况下，给周围活动人员及工作人员造成不必要的照射。

主要风险防范措施为：建设单位应定期委托有资质单位对辐射场所进行检测，检测结果应妥善保管。检测结果出现异常时，应及时分析原因，并采取相应措施，确保铅房防护屏蔽能力满足相关标准要求。

(2) 在防护屏蔽达到要求，安全联锁装置失效的情况下，X 射线装置在对工件进行照射的工况下，铅防护门未完全关闭，致使射线泄漏，给周围活动的人员造成不必要的照射

主要风险防范措施为：每次作业前，辐射工作人员应检查设备安全联锁装置，确保正常方可开始操作；在辐射工作场所边界处设置电离辐射警告标志、警示牌等确保人员安全。

(3) 发生辐射事故，导致人员受照超年有效剂量限值的照射，对人员身体造

成危害。

主要风险防范措施为：建设单位拟为每位辐射工作人员配备个人剂量计、剂量报警仪等防护用品。每次作业前，辐射工作人员应佩戴个人剂量计，并每季度送有资质单位进行检测，建设单位拟安排辐射工作人员参加职业健康体检，并会妥善保管个人剂量检测结果和职业健康体检结果，如出现异常情况，应立即分析原因，并采取相应措施。

一旦有辐射事故发生，应及时处理，严格按制定的辐射事故应急预案的相关规定响应。X射线装置失控而造成的事故应立即查明原因，迅速纠正和终止照射，同时上报生态环境和卫生行政部门，由专业救援人员采取相应的防护措施，对可能受到超剂量照射人员进行受照剂量估算，并根据实际情况判断是否送往医疗单位进行医疗处理。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

根据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（环境保护部 2008 第 3 号令）的相关规定，使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置的工作场所，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。

建设单位针对核技术利用项目设立了辐射安全管理小组，落实了机构的成员及其职责。

组长（负责人）：戴光义

成员：邓汝芳、莫辉、游晓莹

管理小组职责：

- （1）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）组织实施建设单位放射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，建立个人剂量档案；
- （4）定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查建设单位放射工作人员的技术操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（环境保护部 2008 第 3 号令，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改。），使用射线装置的单位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、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

建设单位制定了《辐射安全管理规章制度》（详见附件 4）包括，操作规程、岗位职责、辐射防护制度、设备检修维护制度、人员培训制度、监测方案、辐射事故预防措施及应急处理预案等制度。

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，如能做到严格按照制定管理建设单位的核技术利用项目，可以实现安全和规范管理，一旦发生辐射事故时，可以实现迅速和有效的应对，基本满足《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 辐射工作人员的培训

根据环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年）第三章——人员安全和防护，使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置或乙级、丙级非密封放射性物质工作场所的单位，其辐射工作人员应当接受由省级以上人民政府环境保护主管部门评估并推荐的辐射安全培训的单位组织的初级辐射安全培训。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》，新增加或原有培训合格证到期的辐射工作人员必须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报名并参加考核,通过考核后凭考核合格后的成绩单上岗。2021 年 3 月，中华人民共和国生态环境部发布《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（2021 年第 9 号公告），公告规定“仅从事Ⅲ类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核”。

建设单位所配备的 2 名辐射工作人员已取得国家核技术利用辐射安全与防护培训合格证，能做到人员持证上岗。具体如下表，详见附件 5。

表 12-1 辐射工作人员考核证明

名称	编号	有效期
戴光义	FS21GD2300101	2021.03.29-2026.03.29
邓汝芳	FS21GD2300095	2021.03.29-2026.03.29

12.4 辐射监测

1、辐射监测设备

建设单位拟配备的辐射监测设备清单见表 12-2。

表 12-2 监测仪器一览表

名称	型号	拟配
个人剂量报警仪	待定	1
便携式辐射测量仪	待定	1

2、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》（环境保护部第 18 号令 2011 年）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、行政法规以及国家生态环境和职业卫生标准，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。

生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，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，终身保存。

建设单位应严格按照国家有关标准、规范，委托第三方检测机构对本单位辐射岗位的工作人员进行个人剂量检测：辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计上岗，定期送检，监测周期最长不超过 90 天，个人剂量档案和健康档案终身保存。

3、辐射安全年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）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，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

建设单位将每年一次委托第三方检测机构对在用射线装置屏蔽体周围的环境辐射水平进行年度检测，年度检测数据作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 号前上报环境行政主管部门。

年度辐射剂量率水平检测结果超过验收检测值时，将立即停止工作，查找原因，进行整改。整改好、并经第三方检测机构检测确认辐射水平不超标后，方可继续开展工作。

4、日常监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）及《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015）的相关规定，建设单位制定的日常监测计划如下：

建设单位拟配备 1 台个人剂量报警仪，严格要求工作人员作业前检查剂量仪是否正常工作，并按要求佩戴个人剂量计。

在作业时应使用便携式辐射监测仪对辐射工作场所以及临近的实验室、过道等区域进行辐射剂量率的巡测。其余时候将定期使用巡检仪对射线装置各个面进行巡测，做好巡测记录。一旦发现辐射水平异常将立即停止工作，查找原因，进行修改。整改好、并经检测确认辐射水平不超标后，方可继续开展工作。项目投入使用后，

建设单位拟购买相应的辐射监测仪器，并对工作场所开展日常的辐射水平检测，制定了相应的监测计划。

建设单位拟使用的辐射监测设施和检测方案详见表 12-3。

表 12-3 自行监测计划表

检测位置	检测因子	监测频次	检测设备	监测范围
辐射工作区域及其周围	周围剂量当量率	1 次/季度	辐射巡测仪	设备四周屏蔽体外 30cm 处、相邻实验室、过道等区域

5、日常检查

参照《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015）的规定，每次使用三维 X 射线显微镜前，将首先对安全联锁装置、急停机开关、安全警示灯等安全工作装置进行检查，以确保正常工作。还应定期（每月一次）检测的项目包括：电气安全、通风装置等。

分析表明：建设单位制定的监测计划满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015）的相关要求，本次使用的三维 X 射线显微镜，建设单位将按要求做好日常辐射监测和管理工作。

6、设备维护

参照《工业 X 射线探伤放射卫生防护要求》（GBZ117-2015）的规定，运营单位应对射线装置维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。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测。当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。应做好维护记录。

建设单位严格按照标准要求对所使用的射线装置进行检查与维护。每次工作开始前应对射线装置进行检查，包括检查射线装置外观是否存在可见的破损、安全联锁装置是否正常等。定期进行检查，包括检查电气安全，联锁和急停装置等。加上你单位对射线装置进行维护，每年由专业人员进行维护至少一次，对射线装置进行彻底的检查，包括使用零部件等。当存在零部件损坏时，保证更换的零部件都来自设备制造商。

12.5 建设项目竣工环境保护验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），建设单

位是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（表）编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限最长不超过 12 个月。

验收要求：

①建设单位应核实相关辐射安全与防护制度，确保各类制度适用于本项，确保各类制度的有效性，及时对各类制度进行更新和完善。

②应核实本项目投入使用的辐射工作人员情况，是否参加辐射防护与安全培训并取得相应的培训合格证书，确保所有辐射工作人员均能持证上岗，为辐射工作人员配备个人剂量计，定时将个人剂量计送有资质的单位进行检测。

③应在辐射工作区域外相应位置设置辐射警示标示，及时检查设备的安全联锁装置等；检查场所是否按规定划分监督区与控制区，场所能否有效控制无关人员进入，确保人员安全。

④应配备与本项目相符的辐射监测仪器，如：辐射剂量巡测仪、个人剂量报警仪等；并定时对辐射工作场所周边进行常规监测。

验收监测计划：

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）第十七条：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。

该项目竣工后，建设单位将按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和要求，在项目竣工后3个月内组织自主竣工环保验收，验收相关材料按要求公示及报送环境主管部门备案。

(1) 验收监测标准

屏蔽体外0.3m处的周围剂量当量率不超过2.5 μ Sv/h。

(2) 验收监测工况要求

管电压和管电流调节至常用最大值。

(3) 验收监测布点要求

先通过巡测已发现辐射水平异常点，对该点进行定点检测，设备装载门的上下左右门缝及中间至少布1个检测点，此外对于环评本底检测所布置的点至少布一个检测点。所有检测点距屏蔽体距离为0.3m，除设备装载门门缝布点外，所有检测点距地约1m高。

12.6 辐射事故应急

为有效处理核技术利用项目开展过程中可能产生的辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度控制事故危害，建设单位制定了辐射事故应急预案。在该预案中，建设单位明确了本单位辐射事故应急处理领导小组以及领导小组的主要职责。对已发生的辐射事故现场进行组织协调，安排救助，并向相关行政主管部门报告，负责恢复正常秩序等方面的工作。

该预案明确了辐射事故应急准备及应急措施，为辐射事故应急做了充足的准备，

该预案规定了辐射事故报告制度，按照相关条例、法规的要求，为辐射事故发生时向上级行政主管部门报告辐射事故发生和应急救援情况。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

中国科学院华南植物园位于广州市天河区兴科路 723 号，拟在中国科学院华南植物园 3 号实验楼首层 106 室建设使用 1 台 SkyScan2214 型三维 X 射线显微镜，用于科研实验。

2、项目选址合理性分析结论

本次评价项目拟建于建设单位 3 号实验楼 106 室，拟建项目设备屏蔽体外北侧约 100m 处为 4 号实验楼；西北侧约 45m 处为 1 号实验楼；西侧约 34m 处为 2 号实验楼；西南侧约 125m 处为种子楼；南侧约 48m 处为环保楼；东南侧约 80m 处和 132m 处均为实验区。其余拟建项目设备屏蔽体外 50m 范围内均为园区内部道路以及绿化。具体情况见图 1-3。本评价项目 50m 范围均位于建设单位内部，200m 范围内大部分位于园区内部，且拟建区域 200m 范围内也无幼儿园、学校等敏感点，因此，本项目选址合理。

3、环境影响分析结论

通过对上述项目的辐射安全与防护措施进行分析，结果表明，拟使用的三维 X 射线显微镜实体屏蔽体外辐射水平满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）相关规定。辐射工作人员及周围公众满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）设定的剂量约束值：工作人员的剂量不超过 5mSv/a，公众的剂量不超过 0.25mSv/a。此外，建设单位针对辐射项目制定了各项有效的监测计划和污染防治措施，符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）对安全操作以及防护监测的要求。

4、辐射安全管理的综合能力

根据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》要求，本项目制定了完善的辐射安全管理制度和辐射应急预案，相应的人员培训和辐射监测计划等制度均符合相关标准的要求。

5、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为本项目的建设，从环境保护和辐射防护角度出发是可行的。

综上分析，中国科学院华南植物园如果能对该核技术利用项目进行严格管理，按照辐射防护要求工作，该项目建成后对环境的影响可以符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度考虑，该项目是可行的。

建议和承诺

针对建设核技术利用项目制定了各项监测计划和污染防治措施，符合使用场所的辐射防护、安全操作以及防护监测的相关要求。针对评价项目实际情况，建设单位承诺进一步落实以下辐射防护措施：

1.加强辐射安全管理，培养操作员辐射安全职业素养，严格按照操作流程进行操作。

2.按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号）中的相关要求办理辐射安全许可证后方可开展使用，并在每年的1月31日前提交年度评估报告。

附件 1 建设单位原辐射安全许可证



广东省环境保护厅文件

粤环审〔2011〕261号

关于中国科学院华南植物园核技术应用项目 环境影响报告表的批复

中国科学院华南植物园：

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 HY1010007）、广州市环保局对报告表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、中国科学院华南植物园核技术应用项目位于广州市天河区兴科路 723 号华南植物园综合实验室三楼的同位素实验室，内容为：使用放射性同位素磷-32、硫-35、氢-3 进行探针标记，日等效最大操作量为 2.74×10^5 贝克，属丙级非密封源工作场所。

二、根据报告表的评价结论，我厅同意你单位按照报告表中

所列项目的地点、性质、规模及环境保护措施要求使用放射性同位素。

三、项目建设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）建立辐射安全管理机构，健全各项管理制度和操作规程，制定事故应急预案；辐射安全管理人员和辐射工作人员定期接受安全培训并持证上岗。

（二）落实分区管理制度，按报告表要求设立监督区和控制区，执行对应的管理措施。加强同位素实验室和废物贮存室的安全保卫工作，确保放射性同位素及其废物的安全。

（三）落实监测计划，配备表面沾污监测仪器，每次核素标记实验操作完成后，用表面污染检测仪对工作台、地面及实验人员工作服、手套、工作鞋等进行表面污染检测。

（四）落实放射性“三废”处理措施，保持实验室放射性废气排放系统、通风系统正常运行；专人管理实验过程产生的放射性废液和废固体弃物，根据产生的时间及半衰期长短，分开收集，并在收集的容器上面贴标签注明污染物的种类，产生的时间及半衰期，方便污染物的管理；放射性废水应收集、衰变后，达到国家和广东省排放标准，经审管部门批准后，才可排放；氚-3等半衰期较长核素的废液应交由有资质单位收贮处理。

（五）本项目的剂量管理目标值：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、项目的日常环保监督管理工作由广州市环保局负责。



二〇一一年六月二十四日

广东省环境保护厅文件

粤环审〔2014〕175号

广东省环境保护厅关于中国科学院华南植物园核技术应用项目竣工环境保护验收意见的函

中国科学院华南植物园：

你单位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、中国科学院华南植物园核技术应用项目位于广州市天河区兴科路723号，本次验收的项目内容为在同位素实验室使用³²P，日等效最大操作量为1.9E+6Bq，属丙级非密封源工作场所。

— 1 —

二、广东省环境辐射监测中心编制的《中国科学院华南植物园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 B031 号表明:

中国科学院华南植物园同位素实验室丙级非密封源工作场所 γ 辐射剂量率、 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。

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7月21日

附件 3 评价项目拟建场所现场检测报告



202019114880

广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

报告编号：LBHJ-2022-044-DL22028

项目名称：	中国科学院华南植物园使用 II 类射线装置项目辐射环境现状检测
检测类别：	委托检测
委托单位：	中国科学院华南植物园

广州乐邦环境科技有限公司

2022年8月25日

检验检测专用章

第 1 页 共 7 页

说明

- 1、报告无本单位报告专用章及骑缝章无效。
- 2、报告无检测人、复核人、签发人的签名无效。
- 3、报告涂改或部分复印无效。
- 4、自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目，结果仅对采样所代表的时间和空间负责。
- 5、对检测结果有异议，可在收到报告之日起一个月内向我公司提出书面复检申请，逾期不予受理。

本机构通讯资料:

单位名称: 广州乐邦环境科技有限公司

地 址: 广州市番禺区洛浦北环路9号5栋225室5栋226室

电 话: 020-36298507

邮 编: 511431

广州乐邦环境科技有限公司 检测报告

项目概况:

受中国科学院华南植物园委托,我对中国科学院华南植物园使用 II 类射线装置项目场地及其周边环境进行辐射剂量率现状检测。

检测方法:

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

检测仪器:

X- γ 辐射剂量率仪 (6150AD6/H+6150AD-b/H)

仪器编号: 171412(主机)+176695 (探头)

生产厂家: AUTOMESS

测量范围: 1nSv/h~99.9 μ Sv/h

能量响应: 38keV~7MeV

检定单位: 广东省辐射剂量计量检定站

证书编号: GRD(1)20220324

检定日期: 2022 年 08 月 16 日有效期: 1 年



测量时环境状况	天气: 多云	温度: 31℃	相对湿度: 64%
检测概况	检测人员:	叶惠超、李明	
	检测日期:	2022年8月23日	
<p>检测结果:</p> <p>中国科学院华南植物园使用II类射线装置项目场地及其周边环境辐射剂量率检测结果详见附表:</p>			
<p>报告签署:</p>			
编制人:	李明	日期:	2022.8.25
复核人:	叶惠超	日期:	2022.8.25
签发人:	吴文	日期:	2022.8.25
<p>检测单位印章:</p> <p>广州乐邦环境科技有限公司 (检验检测专用章)</p> 			

附表 拟建区域及其周边环境辐射剂量率检测结果

测点编号	测量位置	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)	标准差	备注
1#	拟建区域西侧	166	2	室内
2#	拟建区域北侧	170	3	
3#	拟建区域东侧	162	2	
4#	拟建区域南侧	161	2	
5#	拟建区域外南侧过道	165	3	
6#	108 数据处理室	154	3	
7#	拟建区域东侧实验室	161	3	
8#	109 实验室	158	3	
9#	107 实验室	157	3	
10#	105 办公区 2	162	3	
11#	103 办公区 1	164	2	
12#	104 实验室	147	4	
13#	配电房	174	4	
14#	楼梯口	191	4	
15#	核磁共振波谱仪室	183	3	
16#	卫生间	199	2	
17#	拟建区域楼上	186	4	
18#	电动车停放区 (距拟建区域约 5m)	157	2	
19#	4 号楼 (距拟建区域约 100m)	113	1	
20#	1 号楼 (距拟建区域约 45m)	114	3	
21#	2 号楼 (距拟建区域约 34m)	131	3	
22#	种子楼 (距拟建区域约 125m)	132	3	
23#	3 号楼西侧通道	126	3	
24#	3 号楼南侧道路	129	1	
25#	环保楼 (距拟建区域约 48m)	138	2	
26#	实验区 (距拟建区域约 80m)	140	2	
27#	3 号楼东侧道路	132	2	
28#	3 号楼北侧绿化带	114	2	

注: 测量时仪器探头垂直向下, 距离地面约 1m 高, 每个测量点测量 10 个读数, 所有测量值均扣除仪器对宇宙射线的响应值。

附图 检测布点图

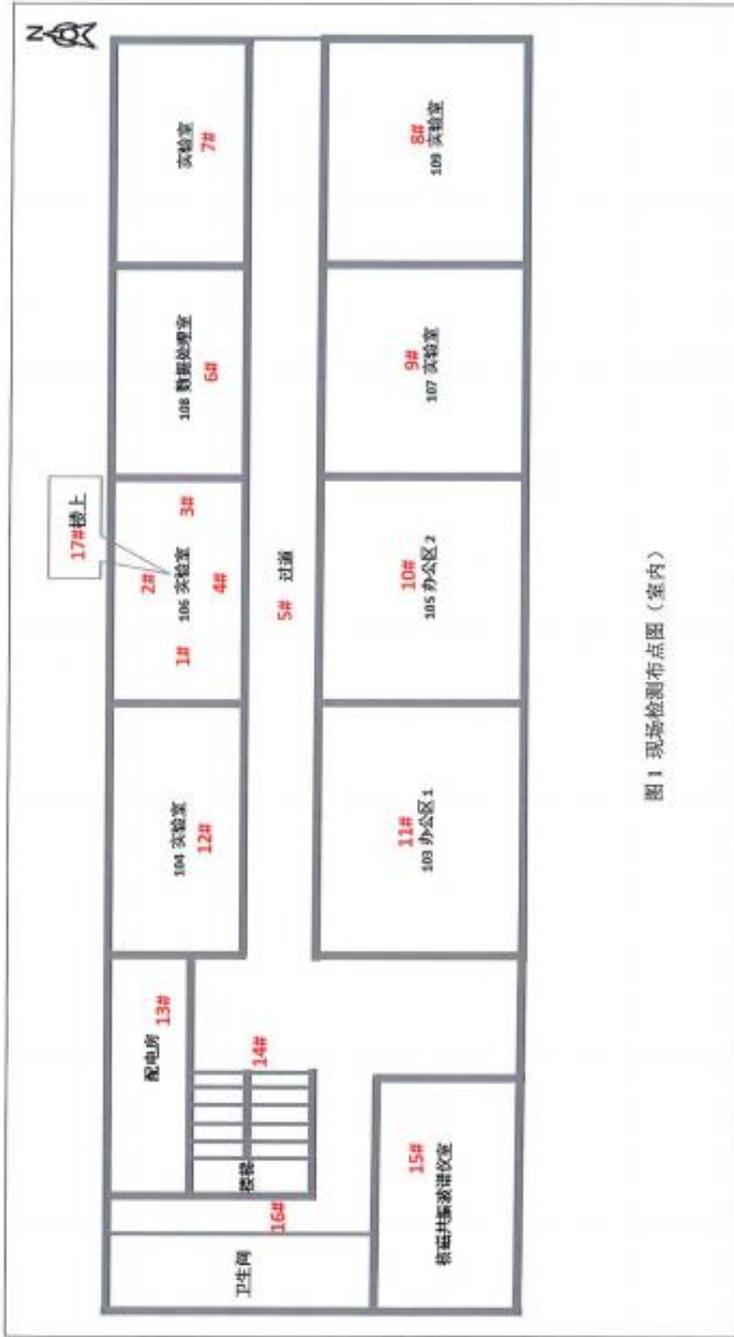


图 1 现场检测布点图 (室内)

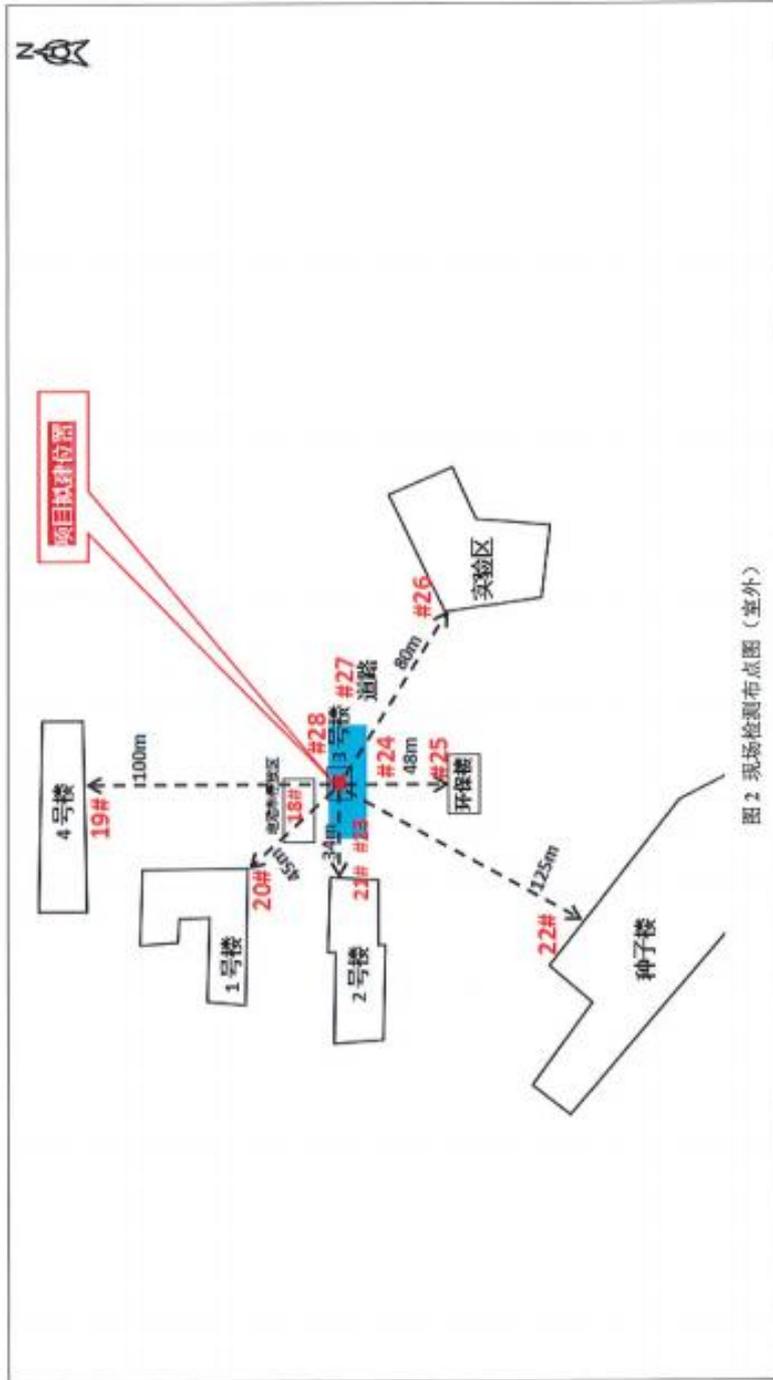


图2 现场检测布点图(室外)

报告结束



附件 4 建设单位制定的相关辐射安全和防护管理制度

辐射安全管理规章制度

为加强辐射防护安全管理意识，完善各项操作规程和规章制度，提供安全可靠的工作场所，规范研究所的防护安全管理，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关要求，制定本制度。

一、成立辐射安全与防护管理小组

组长（负责人）：戴光义

成员：邓汝芳、莫辉、游晓莹

（一）管理小组职责

1、组织贯彻落实国家和卫生、环境主管部门制定的辐射安全与防护管理工作的方针、政策。

2、定期（每季度一次）召开会议，听取辐射安全与防护管理工作情况汇报，讨论决定辐射安全与防护管理工作中的重大问题和采取的措施。

3、组织开展射线装置、放射源安全检查活动，组织处理、通报违反辐射安全与防护管理规定的有关事件。

4、组织制定和完善射线装置、放射源辐射安全与防护管理管理制度，监督检查各规章制度的执行，督促整改辐射安全与防护隐患。

（二）组长职责

1、领导、协助实验室做好辐射安全与防护管理工作。

2、监督本单位贯彻执行国家及上级部门辐射安全与防护管理工作的方针、政策、法律、法规、标准、规定。

3、指导、协调实验室等对辐射安全与防护管理工作进行监督检查

4、组织制定辐射上岗培训计划和辐射事故应急预案及演练计划。

5、组织研究所内部辐射事故的调查、向辐射安全与防护管理组提出对责任者的处理意见。

（三）成员职责

1、对相关辐射安全与防护管理工作负责。

2、监督遵守辐射安全与防护管理各项规章制度，坚持原则，制止使用违章操作等行为。

3、检查、督促辐射工作人员正确使用个人防护用品，做好辐射安全防护设施的管理及日常维护保养工作。

4、检查相关设备及各辐射工作岗位的安全操作情况，落实预防辐射事故安全措施。发现隐患及时组织整改，暂时不能整改的应采取防范措施，并立即向上级报告。

5、发生辐射安全事故后立即向上级报告，要及时采取措施，迅速识别事故现场危害因素，依照《辐射事故应急预案》指引采取相应的防护措施组织抢救并保护好现场。

操作规程

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. 射线操作人员每天上班后仔细检查设备的完好情况，各种计量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. 射线装置操作人员应熟练掌握射线装置的性能和操作流程，严格按照操作规程规定的技术参数进行操作；

5. 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；

6. 射线装置工作时，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；

7. 完成辐射工作后，应关闭射线装置总电源。

岗位职责

（一）操作人员

1. 每次工作前先检查射线装置的辐射安全设施状态（主要包括个人剂量报警仪、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。

(二) 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。

辐射防护制度

- 1、使用射线装置工作人员必须经过岗前体检，并经过辐射安全防护培训，持证上岗。
- 2、从事辐射工作人员应该配备个人剂量计，建立个人剂量档案，并定期进行身体检查。
- 3、射线装置应设立专人管理，非相关人员不得进入辐射工作区域。
- 4、作好辐射安全防护工作，设立辐射标志、声光报警，防止无关人员意外照射。
- 5、严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。
- 6、对射线装置的安全和防护状况进行年度评估，发现安全隐患的，应当立即进行整改。
- 7、射线装置的生产调试和使用场所，具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
- 8、设置明显的射线装置标识和中文警示说明，张贴电离辐射警示标志。
- 9、加强对射线装置的维护、管理，使用场所采取有效的防火、防盗等安全防护措施。

辐射安全保卫制度

- (1) 辐射设备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和自救技能，并取得《辐射安全考核合格成绩单》。

(2) 严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，委托相关单位对直接操作射线装置的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，监测周期为3个月，建立了个人剂量档案和职业健康档案。

(3) 对辐射工作人员进行辐射安全宣传教育，无关人员避免接近射线影响区域。

(4) 射线装置操作工作人员在进行辐射工作时，应实时开启个人剂量报警仪，以随时掌握剂量是否超标。

(5) 设置明显的射线装置的标识和中文警示说明，张贴电离辐射警示标志；

(6) 射线装置应具有紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮应带有标签，标明使用方法。

(7) 进行检查时，必须考虑操作台与 X 射线管的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，以保证探伤作业人员的受照剂量低于剂量限值，并应达到可以合理做到尽可能低的水平。

人员培训计划

1、单位领导要高度重视操作人员的日常管理，要在思想上、认识上高度重视，要把一些思想过硬、能力突出、认真负责的职工安排在放射性工作岗位上。

2、坚持组织学习，并针对实际操作过程中发生的问题及时整改，切实提高操作人员使用、检查仪器设备的水平，杜绝事故发生。

3、对操作水平高的职工进行通报表彰并给予适当奖励，对达不到岗位要求的，坚决不得从事此岗位，确保安全。

4、辐射工作人员必须接受辐射防护知识和法规培训，并取得合格证明，持证上岗。

5、定期组织本单位的辐射人员接受辐射防护和有关法律知识的培训，辐射工作人员两次培训的时间间隔不超过4年；

6、按时按计划参加国家相关环保部门组织的放射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识和自救技能；

7、按照规定的期限妥善保存培训档案。培训档案应包括每次培训的课程名

称、培训时间、考试或考核成绩等资料；

8、定期组织辐射工作人员学习和贯彻《中华人民共和国污染防治法》、《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许可管理办法》等国家有关法律、法规和单位各项辐射安全与防护管理规章制度；

辐射监测方案

1、个人剂量监测

严格按照国家有关标准、规范，安排单位辐射岗位的工作人员进行个人剂量检测。所有从事辐射工作的工作人员都将佩戴个人剂量计上岗，保证定期送检，监测周期最长不超过 90 天，建立个人剂量档案。

2、验收监测

项目竣工后，将按照相关程序和要求组织自主竣工环保验收，验收相关材料按要求公示及报送环境主管部门备案。

3、年度检测

每年委托有资质的单位对在用的核技术利用项目进行一次年度检测，年度检测数据将作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 号前上报环境行政主管部门。

4、日常监测

将为工作人员配备个人剂量报警仪，严格要求工作人员作业前检查剂量仪是否正常工作，并按要求佩戴好个人剂量报警仪和个人剂量计。配备 1 台 X 射线巡测仪，定期(每个月一次)对辐射工作场所辐射水平进行巡测，做好巡测记录，一旦发现辐射水平异常将立即停止工作，查找原因，进行整改。

设备检修维护制度

1、安全领导小组每月召开一次安全会议，具体工作人员坚持每天检查一次射线装置，加强卫生清洁和管理，使射线装置处于良好的运行状态。

2、严格检修注意事项，对设备出现故障要及时上报并立即防止使用。

3、设备出现事故应请专业人员或设备生产厂家进行维修，建立设备检修及维修记录，并专人专管。

4、定期对门机联锁装置、紧急停机按钮、个人剂量报警仪、排风扇及警示灯等防护设备进行检查维护，保证其正常运行，发生故障及时上报单位辐射安全

领导小组，申请维修，做好维护维修记录，并有维修人员和验收人员的签字。

5、个人剂量报警仪每两年校验，监测仪器按规定定期进行校核，保障其正常使用。

质量控制及质量保证方案

为贯彻落实《中华人民共和国职业病防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律、法规、规章的要求，保证探伤检测质量和辐射水平符合有关规定或标准，防止放射性危害，制定本方案。

1、辐射工作人员要增强辐射防护意识和责任性，在工作中应当遵守探伤照射正当化和辐射防护最优化的原则。定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行辐射防护检查。

2、辐射工作场所的辐射防护必须达到国家要求：场所必须设置电离辐射警告标志和工作指示灯，并配备工作人员防护用品。

3、操作人员在辐射检查前应设置警示标志，无关人员不得进入辐射工作区域。

4、正常使用的设备，应每年委托技术服务机构进行一次状态检测；维修或更换重要部件后的设备也应经有资质的技术服务机构验收检测合格后方可启用。新项目投入试运行之日起3个月内，本单位按照国务院生态环境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，验收合格后方可正式投入使用，未经验收或者验收不合格，不得投入使用。

5、本单位辐射工作场所和防护设施应当每年委托有资质的技术服务机构进行状态检测，保证辐射水平符合有关规定或标准。对检测发现有明显辐射泄漏的，应根据辐射防护最优化的原则和检测机构的建议进行整改，整改后应及时进行复测，确保整改到位。

辐射事故应急预案

一、目的

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法规的要求，为对本单位在科研活动中可能发生的辐射事故，确保能迅速、有序地组织开展事故救援工作，避免事故蔓延和扩大，最大限度地减少事故造成的影响，保护工作人员、患者、公众及环境的安权，维护研究所正常工作秩序，特制定本应急预案

案。

二、范围

本预案适用于本单位放射线装置以及放射源失控导致受到异常照射的事故。

三、辐射事故应急处理组织机构与职责

（一）组织机构

在研究所辐射安全管理委员会领导下，成立辐射事故应急处理领导小组，负责指导和开展辐射事故的应急处理救援工作。小组人员组织如下：

1、辐射事故应急处理领导小组

组长：戴光义

成员：邓汝芳、莫辉、游晓莹

（二）应急处理领导小组职责：

- 1.组织制定研究所辐射事故应急处理预案；
- 2.启动和接触研究所辐射事故应急处理预案；
- 3.负责制、协调辐射事故应急现场处理工作；
- 4.负责与上级主管部门、环保、公安、卫生等相关部门的联络、报告应急处理工作；
- 5.负责组织辐射事故调查，总结应急救援经验教训；
- 6.负责组织辐射事故应急人员的培训和演练。

三、辐射事故等级和性质划分

（一）辐射事故等级划分

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

1、特别重大辐射事故，是指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。

2、重大辐射事故，是指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。

3、较大辐射事故，是指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。

4、一般辐射事故，是指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。

根据本单位的实际情况，本单位的可能发生的辐射事故的等级为4，一般辐射事故。

(二) 辐射事故性质划分

辐射事故按其性质分为：责任事故、技术事故、其它事故。

- 1、责任事故：指由于管理失职或操作失误等认为因素造成辐射事故。
- 2、技术事故：指以设备质量或故障等非人为因素为主要原因的辐射事故。
- 3、其它事故：指除责任事故和技术事故之外的辐射事故。

四、辐射事故处理

立即撤离有关工作人员，封锁现场，控制事故源，切断一切可能扩大污染范围的环节，防止事故扩大和蔓延。

2. 对受照人员要及时估算受照剂量。

3. 污染现场未达到安全水平之前，不得解除封锁，将事故的后果和影响控制在最低限度。

(三) 医疗救治

迅速安排受照人员就医，将严重伤员转至专业医疗机构救治。

(四) 事故原因调查与总结

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。发生放射性事故的责任单位和个人，依照有关法规进行处理。

五、预防和保障措施

1. 为避免或减少事故的发生，平时应做好应急演练与准备工作，落实岗位责任制和各项制度。研究所指定一名辐射安全员负责检查监督本单位各项措施的落实情况。

2. 坚持对人员放射防护知识培训和应急处理方法培训，定期组织学习和训

练，提高自救能力。

3.辐射工作场所按要求设置控制区、监督区，并设置警示标志，无关人员一律不允许进入控制区。场所必须按要求安装监控装置、对讲装置。

4.实验室按要求配备放射防护用品、个人剂量仪。

5.按国家规定和标准定期对设备进行应用性能检测，做好设备的应用质量保证工作。

6.按要求持证上岗，严格按探伤规范操作。

六、辐射事故的报告

发生或者发现辐射事故的实验室和个人，必须立即报告。事故应急处理小组在接到报告后，立即启动辐射事故应急方案，根据事故等级采取相应的事故应急处理措施。并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应向卫生行政部门报告。

七、辐射事故应急相关联系电话

广州市生态环境局电话：83203380

医院电话：120

公安部门应急电话：110

附件 5 辐射工作人员考核证明

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



邓汝芳，女，1985年04月06日生，身份证： 于2021年03月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GD2300095 有效期：2021年03月29 至 2026年03月29日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



戴光义，男，1987年05月18日生，身份证： 于2021年03月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GD2300101 有效期：2021年03月29日 至 2026年03月29日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



附图 1 设备辐射防护设计图

Attachment A

Internal shielding of Skyscan-2214:

