

中国科学院深圳先进技术研究院  
核技术利用扩建项目竣工环境保护  
验收监测报告表

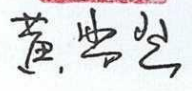
建设单位：中国科学院深圳先进技术研究院

编制单位：广州达盛检测技术服务有限公司

2024年5月

建设单位法人代表:  (签字)

编制单位法人代表:  (签字)

项目负责人:  (签字)

填表人:  (签字)

建设单位	中国科学院深圳先进技术研究院 (盖章) 	编制单位	广州达盛检测技术服务有限公司 (盖章) 
电话:		电话:	
传真:	/	传真:	/
邮编:	518055	邮编:	510660
地址:	深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号	地址:	广州市天河区中山大道中路 1015 号 3A11、3A12 房

## 目录

表一 项目基本情况 .....	1
表二 项目建设情况 .....	5
表三 辐射安全与防护设施/措施 .....	16
表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定 .....	26
表五 验收监测质量保证及质量控制 .....	28
表六 验收监测内容 .....	29
表七 验收监测 .....	31
表八 验收监测结论 .....	36
附件 1 建设单位辐射安全许可证 .....	38
附件 2 本次验收项目的环评批复 .....	44
附件 3 环境监测报告 .....	46
附件 4 辐射防护培训 .....	55
附图 1 建设单位总平面图 .....	58
附图 2 屏蔽厚度图纸 .....	59
附图 3 排风图 .....	60
建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表 .....	61

表一 项目基本情况

建设项目名称		中国科学院深圳先进技术研究院核技术利用扩建项目			
建设单位名称		中国科学院深圳先进技术研究院			
项目性质		□新建 □改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建			
建设地点		深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号			
源项		放射源		/	
		非密封放射性物质		<sup>18</sup> F	
		射线装置		/	
建设项目环评批复时间		2020 年 12 月 5 日	开工建设时间		2021 年 1 月
取得辐射安全许可证时间		2024 年 1 月 8 日	项目投入运行时间		2024 年 2 月
辐射安全与防护设施投入运行时间		2024 年 2 月	现场验收监测时间		2024 年 3 月 6 日
环评报告表审批部门		广东省生态环境厅	环评报告表编制单位		广州达盛检测技术服务有限公司
辐射安全与防护设施设计单位		广东科艺普实验室设备研制有限公司	辐射安全与防护设施施工单位		武汉科贝科技股份有限公司
投资总概算	3500 万元	辐射安全与防护设施投资总概算		220 万元	比例% 6.3%
实际总概算	3450 万元	辐射安全与防护设施实际总概算		200 万元	比例% 5.7%
验收依据	<p><b>1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度：</b></p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 9 月 1 日施行）</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）</p> <p>(4) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日施行）</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（根据 2019 年</p>				

验收依据	<p>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)</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年1月4日生态环境部令第20号修订)</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令18号 2011年5月1日施行)</p> <p>(8) 《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日施行)</p> <p>(9) 《关于发布&lt;建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类&gt;的公告》(生态环境部公告 2018年 第9号)</p> <p><b>2、建设项目竣工环境保护验收技术规范：</b></p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(2) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(3) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(5) 《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)；</p> <p>(6) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)；</p> <p>(7) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)。</p> <p><b>3、建设项目环境影响报告表及起审批部门审批决定</b></p> <p>(1) 《中国科学院深圳先进技术研究院核技术利用扩建项目环境影响报告表》(报告编号：GZDS 环评 2020005，编制单位：广州达盛检测技术服务有限公司)；</p> <p>(2) 广东省生态环境厅关于中国科学院深圳先进技术研究院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复》(粤环审〔2020〕287号)；</p> <p><b>4、其他相关文件</b></p> <p>医院提供的相关资料。</p>
------	---

验收执行  
标准

**1、剂量限值与剂量约束值**

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

附录 B:

表 1-1 剂量限值相关要求

相关条款	条款内容
B1.1 职业照射	B1.1.1.1 应对任何工作人员的 <span style="font-size: small;">职业照射水平</span> 进行控制，使之不超过下述 <span style="font-size: small;">限值</span> ： a) 由 <span style="font-size: small;">审管部门</span> 决定的连续 5 年的 <span style="font-size: small;">年平均有效剂量</span> （但不可作任何 <span style="font-size: small;">追溯性平均</span> ），20mSv； b) 任何一年中的 <span style="font-size: small;">有效剂量</span> ，50mSv。
B1.2 公众照射	实践使 <span style="font-size: small;">公众中有关关键人群组成的成员</span> 所受到的 <span style="font-size: small;">平均剂量估算值</span> 不应超过下述 <span style="font-size: small;">限值</span> ：a) 年 <span style="font-size: small;">有效剂量</span> ，1mSv；

一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5 mSv/a；公众照射的剂量约束值不超过 0.1 mSv/a。

**2、表面污染控制水平**

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中表 B11 的规定，对于工作场所的放射性表面污染，应满足表 1-2 的控制水平。

表 1-2 工作场所放射性表面污控制水平（单位：Bq/ cm<sup>2</sup>）

表面类型		α放射性物质		β放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区*	4	4×10	4×10
	监督区	4×10 <sup>-1</sup>	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10 <sup>-1</sup>	4×10 <sup>-1</sup>	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 <sup>-2</sup>	4×10 <sup>-2</sup>	4×10 <sup>-1</sup>

\*: 该区内的高污染子区除外。

**3、放射性固废**

根据 HJ 1188-2021 第 7.2.1.3 条款：放射性废物收集每袋重量不超过 20kg；固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，β表面污染小于 0.8Bq/cm<sup>2</sup>，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

- a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；
- b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍。

#### 4、放射性废液

根据 HJ 1188-2021 第 7.3.3 条款：

- a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；
- b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期，放射性废液总排放口总 $\alpha$ 不大于 1Bq/L、总 $\beta$ 不大于 10Bq/L。

#### 5、气态放射性废物

- a) 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。
- b) 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

注：环评时使用《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）要求进行评价，现验收使用《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）进行校核。

## 表二 项目建设情况

### 2.1 项目建设内容

#### 2.1.1 建设单位情况、项目建设内容和规模

##### 2.1.1.1 建设单位情况

中国科学院深圳先进技术研究院是中国科学院、深圳市政府和香港中文大学共建直属于中国科学院的国立科研机构。2006年2月，中国科学院深圳先进技术研究院成立；2015年，获批全国博士后工作站。先进院已初步构建了以科研为主的集科研、教育、产业、资本为一体的微型协同创新生态系统，设有学术委员会、学位委员会和工业委员会。目前，深圳先进技术研究院已有固定科技人员1175人，其中具有海外学习或工作经历411人，是国家“千人计划”基地，承担国家重大科技专项、973和863计划、国家自然科学基金等在内的科研项目400余项。

在中国科学院和深圳市政府的前期支持下，中国科学院深圳先进技术研究院建立了高端医学影像技术与装备国家地方联合实验室，以此为基础的高端医学影像平台具备世界水平的医学影像实验设备和条件。高端医学影像平台的建设目标是研究高端医学影像技术的重大前沿问题，Paul C. Lauterbur 生物医学成像研究中心将围绕PET/MR开展多模态PET/MR成像技术与应用研究。研发多模态、高分辨、功能以及代谢成像关键技术，发展下一代临床分子影像在帕金森、AD等脑疾病早期诊断和代谢性疾病的前沿应用。

医院现已取得《辐射安全许可证》，证书编号：粤环辐证[B9141]，发证日期为：2024年1月8日，有效期至：2028年4月25日，许可种类和范围为使用III类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。

##### 2.1.1.2 项目建设内容和规模

为了研究高端医学分子影像技术的重大前沿问题，建设高端医学影像平台，中国科学院深圳先进技术研究院在先进院C区一楼原光学电镜实验室扩建成小动物影像试验室，用于科研人员进行试验研究。实验室建设1间小动物PET/MR扫描间和1间小动物PET成像间，在小动物PET/MR扫描间内安装使用1台小动物试验用小型PET/MR，在小动物PET成像间安装1台小动物实验用小型PET扫描仪。本项目利用 $^{18}\text{F}$ 进行影像诊断。使用的正电子显像核素情况：本项目使用 $^{18}\text{F}$ 显像的试验用小动物分为大鼠和小鼠。单只大鼠使用核素最大量为 $1.85 \times 10^7 \text{Bq}$  (0.5mCi)，每天最多使用10只；单只小鼠使用



核素最大量为  $1.11 \times 10^7 \text{Bq}$  (0.3mCi)，每天最多使用 10 只。按最大量进行计算，建设单位小动物影像实验区每天最多使用的  $^{18}\text{F}$  标记物约  $2.96 \times 10^8 \text{Bq}$  (8mCi)。考虑在使用中的药物衰变，建设单位每天最大需订购使用的  $^{18}\text{F}$  标记物约  $2.22 \times 10^9 \text{Bq}$  (60mCi)，日等效最大操作量为  $2.22 \times 10^6 \text{Bq}$ 。

### 2.1.2 总平面布置、建设地点和周围敏感目标分布情况

中国科学院深圳先进技术研究院位于深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号，研究院东边为笃学路，笃学路对面为深圳大学医学院；南边为大沙河；西边为幽兰路，幽兰路对面为深圳大学总医院；北边为科研环路，路对面为深圳大学。本次项目建设地点与环评建设地点一致。

本项目位于中国科学院深圳先进技术研究院 C 区一楼南端，大楼北侧为院内道路和绿化地，往北约 110m 处为食堂，东侧为院内道路，再往东穿过笃学路约 94m 为深圳大学医学院，南侧相邻为院内道路和绿化地，西侧与 B 区大楼相连。项目在未来规划落实后，不会出现幼儿园、中小学等未成年人聚集机构，也无其他特殊敏感目标。医院的地理位置图 2-1、项目的四至图见图 2-2，图中 ABDE 区是办公楼，C 区是实验楼，F 区既有办公也有实验。PET-MR 扫描间北侧为参观走廊，东侧为 PET-MR 设备间，南侧为室外草地，西侧为联合操作间、药物储存分装室；PET 成像间北侧为参观走廊，东侧为联合操作间，南侧为药物储存分装室，西侧为 NMR 配套机房、NMR 为实验室。楼上均为办公区、楼下为停车场。

综上所述，项目周围 50 米范围无中小学、居民区等环境敏感目标。本项目非密封源工作场所功能房间齐全，周边主要为操作间、设备间、通道等，属人员很少经过和逗留区域，项目建设地点合理。



注：红色所框表示建设单位所在位置。

图 2-1 建设单位地理位置图

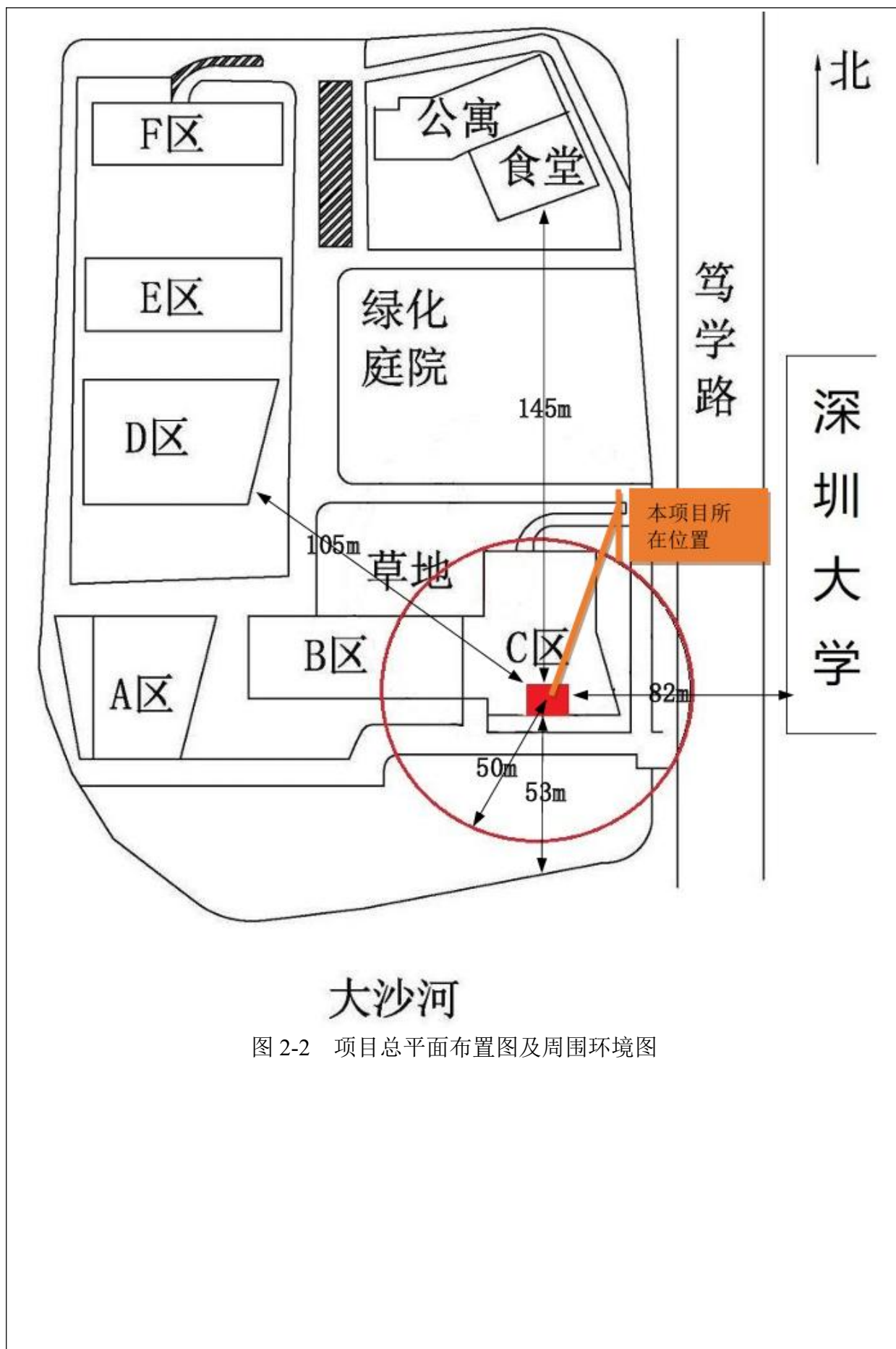


图 2-2 项目总平面布置图及周围环境图

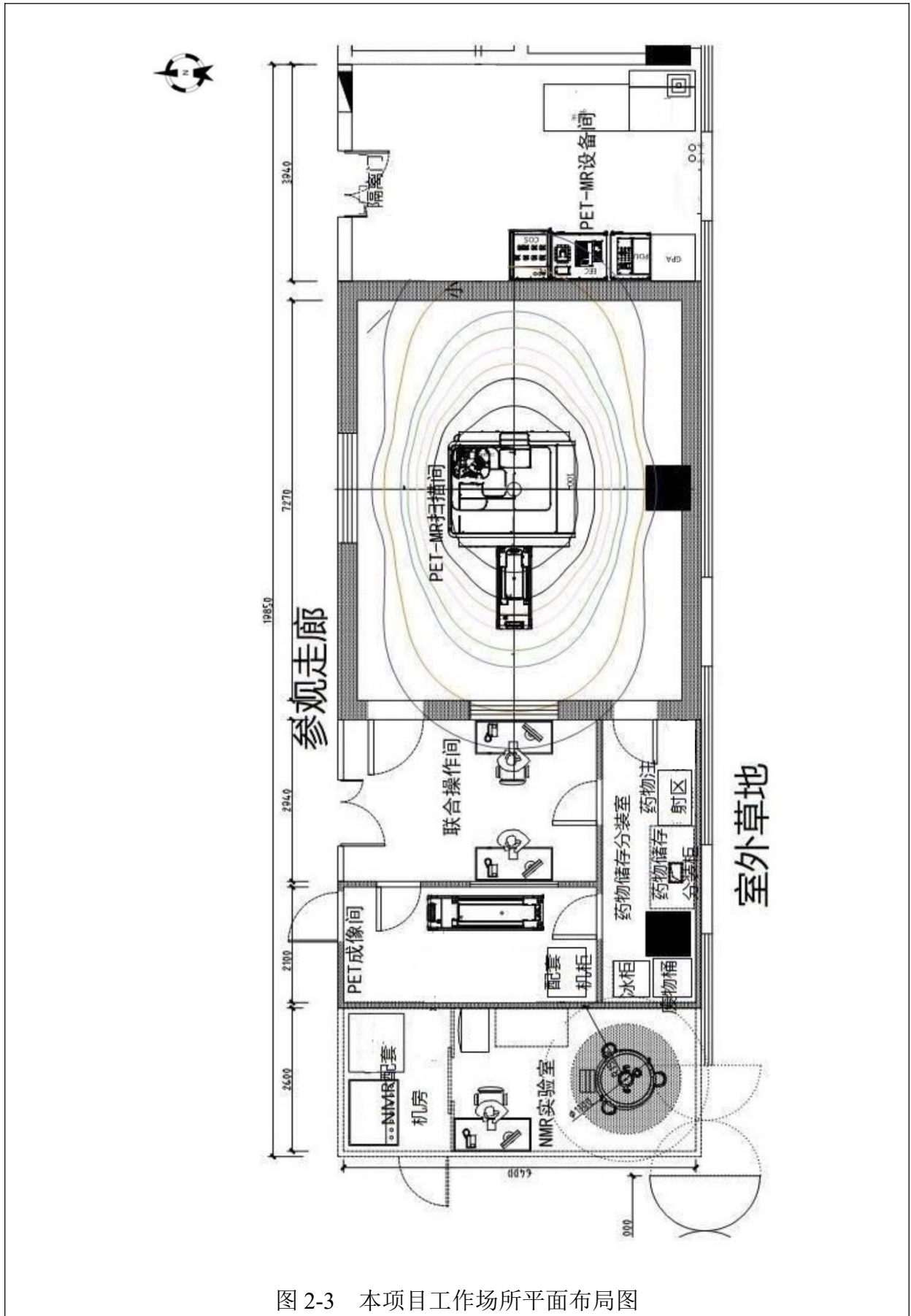


图 2-3 本项目工作场所平面布局图

### 2.1.3 环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际内容变化情况

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函[2020]688号）有关规定，本次阶段性验收对比环评及批复文件，根据现场核查，从项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施方面，对本项目变动情况进行分析识别，对比结果详见表 2-1。

表 2-1 阶段性验收项目工程变动情况一览表

类别	环评阶段	验收阶段	对比情况	备注	
项目性质	扩建	扩建	一致	/	
地点	医院	深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号	深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号	一致	/
	PET-MR 扫描间	C 区一楼小动物影像实验室	C 区一楼小动物影像实验室	一致	/
	PET 成像间	C 区一楼小动物影像实验室	C 区一楼小动物影像实验室	一致	/
核素	<sup>18</sup> F	日等效最大操作量 (Bq) : 2.22×10 <sup>6</sup>	日等效最大操作量 (Bq) : 2.22×10 <sup>6</sup>	一致	/
	<sup>68</sup> Ge	7.4×10 <sup>7</sup> Bq×2 枚	7.4×10 <sup>7</sup> Bq×2 枚	一致	/
	<sup>22</sup> Na	3.7×10 <sup>6</sup> Bq×2 枚	3.7×10 <sup>6</sup> Bq×2 枚	一致	/
环境保护措施	机房辐射防护设施、个人防护用品、辐射安全控制措施、三废管理及处置等	机房辐射防护设施、个人防护用品、辐射安全控制措施、三废管理及处置等	一致	/	

综上所述，验收项目的性质、地点、源项、生产工艺和环境保护措施与环评一致，不涉及重大变动。

## 2.2 源项

### 2.2.1 源项情况

2020 年 11 月，建设单位向广东省生态环境厅提交《中国科学院深圳先进技术研究院核技术利用扩建项目环境影响报告表》，2020 年 12 月 5 日，建设单位取得《关于中国科学院深圳先进技术研究院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复》（粤环审〔2020〕287 号），批复内容如下：在先进院区 C 区一楼将原光学电镜实验室建设成小动物影像实验室，用于科研人员进行试验研究。小动物影像实验室建设 1 间小动物 PET/MR 扫描间、1 间小动物 PET 成像间和药物储存分装室等，在小动物 PET/MR 扫描间内安装使用 1 台小动物试验用小型 PET/MR 用于显像诊断，在小动物 PET 成像间安装

1 台小动物实验用小型 PET 扫描仪用于显像诊断。使用核素  $^{18}\text{F}$  进行影像诊断，小动物影像试验室属于丙级非密封放射性物质工作场所。

表 2-2 本项目项目使用核素情况及使用量

核素种类	理化性质	组别修正因子	操作修正因子	操作方式	核素毒性权重因子	操作性质修正因子	单次最大使用量 (mCi)		单日最大使用数量 (只)		最大日用量 (Bq)	年工作天数
							小鼠	大鼠	小鼠	大鼠		
$^{18}\text{F}$	液态、低毒	0.01	10	很简单的操作	1	1	小鼠	0.3	小鼠	10	$2.22 \times 10^9$	200
							大鼠	0.5	大鼠	10		

本次验收内容如下：1 间小动物 PET/MR 扫描间、1 间小动物 PET 成像间和药物储存分装室等，在小动物 PET/MR 扫描间内安装使用 1 台小动物试验用小型 PET/MR 用于显像诊断，在小动物 PET 成像间安装 1 台小动物实验用小型 PET 扫描仪用于显像诊断。使用核素  $^{18}\text{F}$  进行影像诊断，实际日最大操作量为  $2.22 \times 10^9 \text{Bq}$ ，日等效最大操作量为  $2.22 \times 10^6 \text{Bq}$ 、年最大用量为  $4.44 \times 10^{11} \text{Bq}$ ；小动物影像试验室属于丙级非密封放射性物质工作场所。

经现场确认，本次验收的小动物影像试验室及设备安装位置与环境影响报告表地点一致，位于先进院区 C 区一楼。

## 2.2.2 主要污染源项

### 2.2.2.1 正常工况

(1) 辐射：放射性药物在分装、注射、注射后等待、扫描等操作过程中产生的  $\gamma$  射线；工作人员在操作非密封放射性药物时，不可避免的会引起工作台、地面等放射性沾污，造成  $\beta$  放射性表面污染。以上污染源项会造成辐射工作人员人员和公众的外照射。

(2) 废气：本项目使用的针剂在带有通风装置的铅通风橱内分装完毕，注射时药物在针筒内，无开放液面，空气中挥发散逸的放射性同位素几乎没有，因此放射性气溶胶非常少，其对辐射工作人员人员和公众呼吸入体内造成的内照射影响可以忽略。

(3) 废水：本项目为小动物影像试验，动物代谢排出物，工作场所清洗废水会产生少量含放射性废水。

(4) 固体废物：放射性同位素操作过程中产生的如注射器、一次性手套、棉签、滤纸、试验后动物尸体、放射性气体过滤吸附材料等带微量放射性同位素的医疗固体废物；污染途径为操作过程中及收集固废过程中和贮存衰变时对辐射工作人员产生的外照射。

#### 2.2.2.2 事故工况

(1) 由于管理不善，发生放射性物品失窃，造成放射性污染事故。

(2) 操作放射性药物时发生容器破碎、药物泼洒等意外事件，可能污染工作台、地面、墙壁、设备等，甚至造成手和皮肤的污染。泼洒的药物挥发将产生少量放射性废气，擦除污染物将产生少量的放射性固体废物。

(3) 由于管理不善，导致校准放射源丢失、被盗。

### 2.3 工程设备与工艺分析

#### 2.3.1 工程设备组成、工作方式和工艺流程

##### 2.3.1.1 工程设备组成

PET/MR 为正电子发射计算机断层成像 (PET) 和核磁共振成像 (MR) 组合而成的一体化大型功能代谢与分子影像诊断设备，同时具有 PET 和 MR 的临床诊断功能。本次项目使用的动物 PET/MR，使用环评批复 (文件号：粤环审〔2019〕490 号) 中原已审批人体影像实验室的 2 枚  $^{68}\text{Ge}$  放射源用于 PET-MR 图像质量校正，2 枚  $^{22}\text{Na}$  用于 PET 系统质控；一般情况，放射源储存在人体影像试验储源室的保险箱内，仅校正时，从储源室中取出放置在需要校准的设备上采集信息。校准源一般两年左右更换一次，退役后交由原生产厂家回收。

##### 2.3.1.2 工作原理

PET 的工作原理是将  $^{18}\text{F}$  放射性药物作为示踪剂注射到机体靶器官后，对机体进行 PET 扫描成像。本次项目只使用放射性核素  $^{18}\text{F}$  作为示踪剂进行 PET 显像，它的理化性质为液态、低毒组、半衰期 1.83h、 $\beta^+$ 衰变能量为 0.164MeV、正电子湮灭辐射能量为 0.511MeV。放射核素放射出的正电子在体内移动大约 2~3mm 后和负电子结合发生湮灭现象，正负电子消失并同时产生两个能量相等、方向相反的光子。PET 探头系统内有数个探测器环，湮灭产生的两个方向相反的光子被 PET 探头内的两个探测器分别探测到。

根据两个探测器探测到光子确定体内有放射性药物分布投影，然后进行图象重建确定体内不同脏器的核素分布。通过计算机对采集数据重建处理，可获取示踪剂在机体器官的代谢分布图像，并得到机体全身三维断层图像，从而反映机体组织功能、代谢信息，再根据机体组织功能、代谢信息进行临床诊断。随着基因组学的发展，小动物在现代分子生物学实验中日趋重要。高分辨率小动物 PET 出现，成为分子显像的重要工具。基因表达、基因治疗及药物研究需要活体内分子显像。小动物 PET 可以进行肿瘤代谢显像、受体显像、基因表达显像等，是一种活体的功能显像。本项目 PET/MR 同时具有 PET 和 MR 的检查功能，MR 显示机体内部器官的精确结构图像，PET 显示机体的代谢活动情况，对疾病进行定性和定位诊断。

### 2.3.1.3 工作流程及产污环节

#### (1) 小动物扫描流程

试验工作人员根据当日实验安排，预备好实验用小动物。PET 实验研究前，将实验用小动物进行麻醉处理，并置于药物注射区。在分装柜（30mmPb）中进行药物分装，分装完成后给小动物注射  $^{18}\text{F}$  标记药物（每次注射时间最大为 1min）。给药后，根据研究目的的不同，选择适合的等待时间，通常为 20~120min，待药物充分代谢后，将给药后的小动物放置于 PET/MR 或 PET 设备内，摆位后，进行显像，PET/MR 和 PET 图像采集时间一般为 10~60min。扫描结束后，根据实验计划，将小动物放到动物笼内或者进行处死，动物笼放置于药物储存分装室药物注射区，等待十个半衰期后将动物放回常规动物房，实验过程中意外死亡及试验后处死的动物尸体将装入专用的收集袋，袋上注明实验人员名称，活度和时间等信息，放置于药物储存分装室试验后暂放区的冰柜（2mmPb）内。少数情况下，需要进行动态扫描，将动物放置到扫描位置，进行部分扫描后再注射放射性药物，其它操作流程和上述一致。扫描流程及产污环节分析见图 2-4。



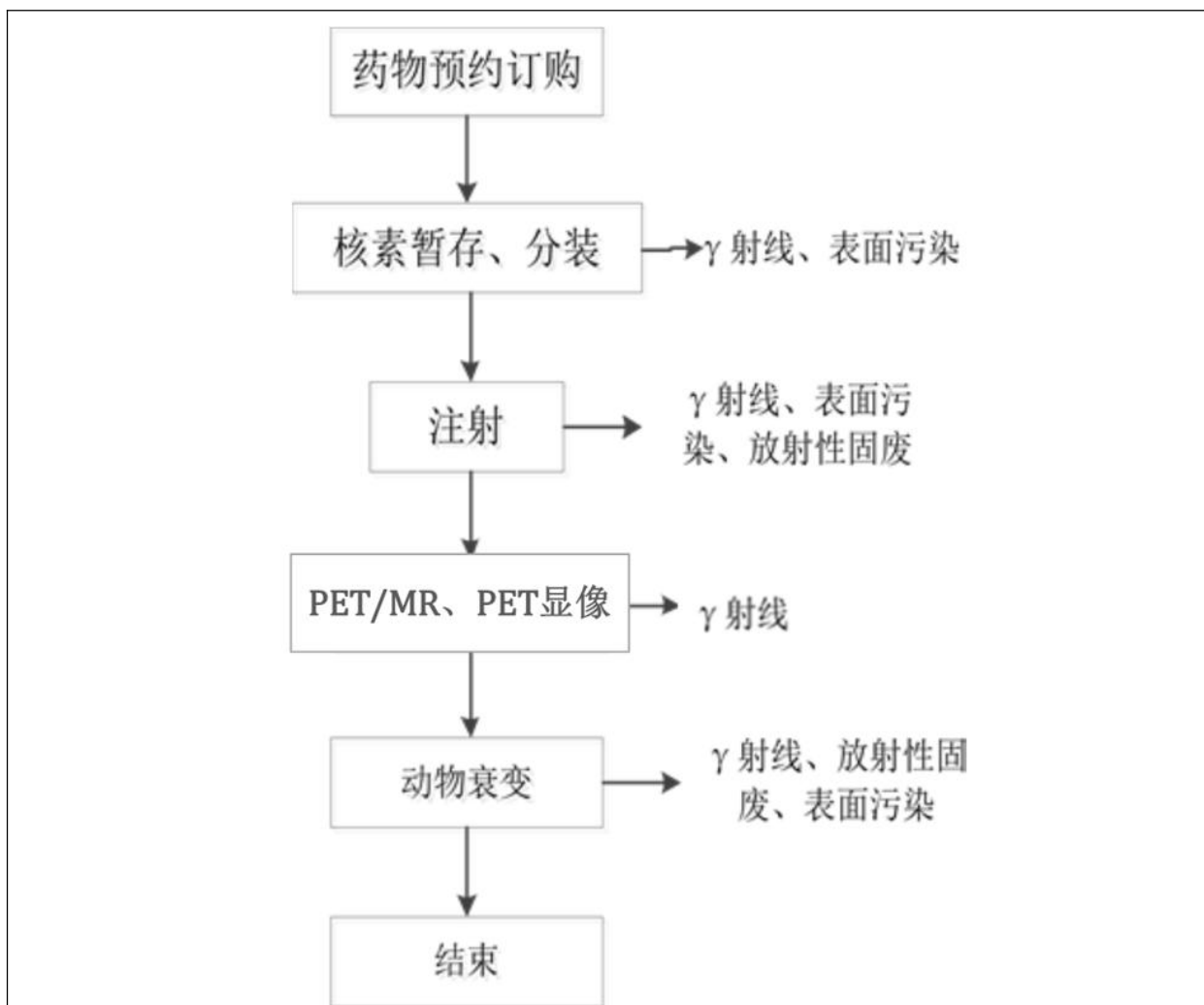


图 2-4 扫描流程及产污环节分析示意图

## (2) 药物使用流程

建设单位根据实验所需药物的使用量提前向有资质的放射性药物供货商订购，供货商在约定的时间负责运送至分装室暂存，建设单位安排专人接收放射性药物，经确认无误完成相关交接手续，做好登记工作。试验人员在分装室通风橱内完成药物分装工作，然后将分装好的药物注射入小动物体内。药物使用流程图及产污分析见图 2-5。

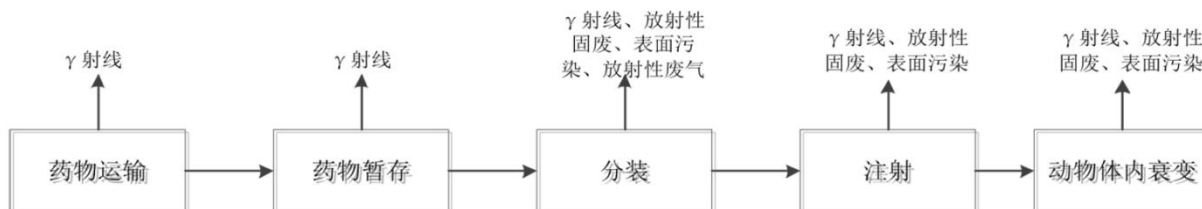


图 2-5 药物运输及产污环节分析示意图

本次验收项目涉及的工作原理与原环评文件一致。

## 2.3.2 岗位设置与人员配备

本项目配备了 20 名辐射工作人员，其中有 5 名辐射工作人员均已参加核技术利用辐射安全与防护考核，并成绩合格。其余辐射工作人员参加了建设单位自行组织的辐射安全培训，并考核合格，详见附件 4。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 非密封放射性物质工作场所分级、分类和分区管理

3.1.1 工作场所的布局

经现场核实，本项目非密封放射性物质工作场所与环评报告中设计一致，包含一个PET/MR 扫描间、PET 成像间及相关配套功能房间包括联合操作间、药物储存分装室、设备间等；药物储存分装室主要功能为工作人员进行核素暂存、分装、注射、小动物扫描前停留、扫描后放射性药物动物的暂存衰变的场所；动物 PET 机房主要功能为小动物进行 PET 扫描的场所。本项目动物 PET 工作场所布局区域设计简单、路线顺畅，避免交叉辐射污染，场所布局基本合理。

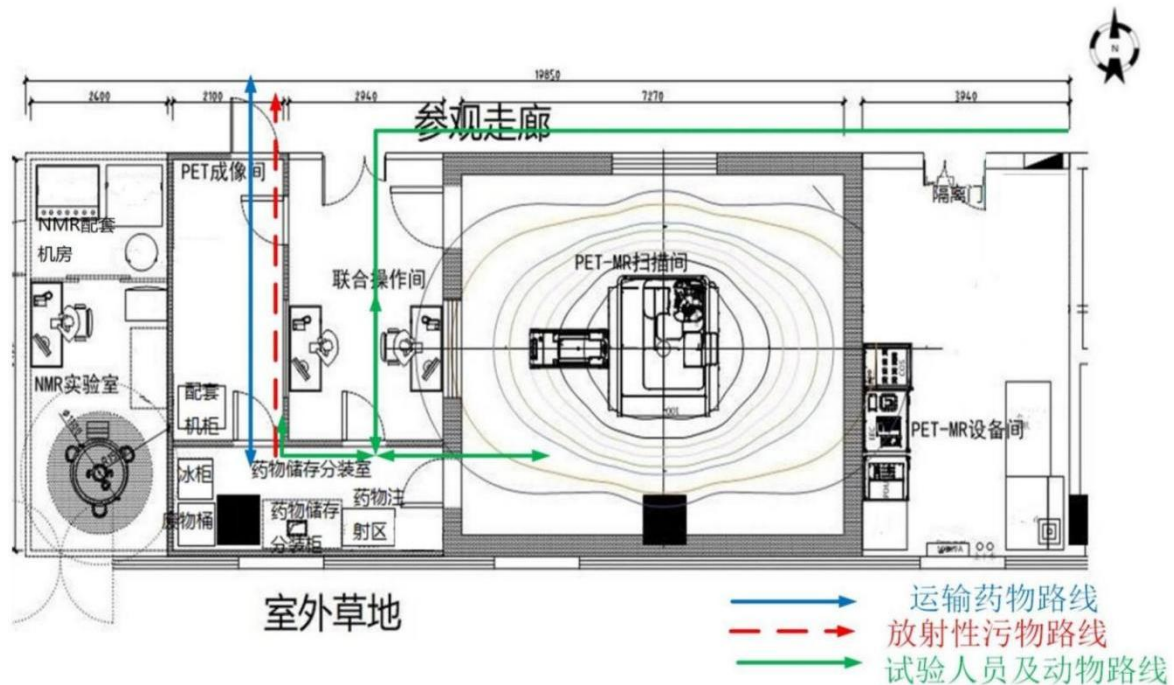


图 3-1 本项目工作场所布局图

表 3-1 各机房平面布局及周围相邻关系汇总表

时期	机房	东侧	西侧	南侧	北侧	上层	下层	所在位置
环评	PET-MR 扫描间	PET-MR 设备间、小动物暂养间	联合操作间、药物储存分装室	室外草地	参观走廊	办公区	停车场	C 区一楼
实际	PET-MR 扫描间	PET-MR 设备间	联合操作间、药物储存分装室	室外草地	参观走廊	办公区	停车场	
环评	PET 成像间	联合操作间	NMR 配套机房、NMR 为实验室	药物储存分装室	参观走廊	办公区	停车场	

实际		联合操作间	NMR 配套 机房、NMR 为实验室	药物储 存分装 室	参观 走廊	办公区	停车场	
----	--	-------	--------------------------	-----------------	----------	-----	-----	--

### 3.1.2 路径规划

#### (1) 放射性药物及放射性污物路径

供货商的送药人员运送放射性药物从参观走廊进入 PET 成像间后送至药物储存分装室的储源罐内。送药时间为实验日 7: 00~8: 00 (其他工作人员未上班) 和 13: 00~14: 00 (其他工作人员午休时间); 放射性污物从药物储存分装室经 PET 成像间运出, 运出时间为 17: 00~18: 00。放射性药物和污物不会与其他工作人员发生交叉污染。

#### (2) 试验人员路径

试验人员从小动物暂养间取出实验用小动物从参观走廊通过联合操作间进入小动物影像试验场所, 到达药物储存分装室, 完成分装注射及摆位等工作后原路返回, 工作时间为 8: 30~12: 00, 14: 00~17: 00。本项目小动物影像试验室的人流物流路线情况详见图 3-1。

实验过程中试验用小动物受实验人员控制, 试验人员将装有小动物的笼子从联合操作间进入药物分装储存室进行注射, 并送入 PET-MR 扫描间和 PET 成像间后原路返回, 放射性药物经 PET 成像间进入药物分装储存室暂存, 放射性废物从 PET 成像间运出, 通过时间控制达到人流和物流不交叉, 路径规划合理。

### 3.1.3 工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 附录 C 中对非密封放射性物质工作场所分级原则及计算方法。日等效最大操作量计算方法: 日等效最大操作量=日最大操作量×毒性组别修正因子/操作方式修正因子。本项目放射性核素日等效最大操作量计算结果见表 3-2。

表 3-2 放射性核素日等效最大操作量

项目	核素种类	毒性分组	组别修正因子	操作修正因子	操作方式	日实际最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)
本次拟扩建的小动物影像实验室	$^{18}\text{F}$	低毒	0.01	10	很简单的操作	$2.22 \times 10^9$	$2.22 \times 10^6$

据上表可知, 本项目小动物影像实验工作场所等效最大操作量为  $2.22 \times 10^6 \text{Bq}$ , 属于丙级非密封放射性物质工作场所 (丙级: 豁免水平  $\sim 2 \times 10^7 \text{Bq}$ )。

### 3.1.4 工作场所的分区管理

建设单位对辐射工作场所进行分区管理，设立监督区和控制区。

①控制区：动物 PET-MR 扫描间、PET 成像间、药物储存分装室划为控制区。控制区内防护及管理措施如下：a、非有关职业人员严禁入内；b、在控制区进出口及其他适当位置处设置电离辐射警告标志，并应给出相应的辐射水平和污染水平的指示；c、工作场所严格按照 GB18871-2002 附录 B 中“表 B11 表面放射性物质污染控制水平”的有关规定执行；d、及时清理放射性固废，放射性固体废物入专用收集容器。

②监督区：将动物影像实验室的联合操作间、PET-MR 设备间、NMR 实验室、空压机房、参观走廊等其它区域划分为监督区。监督区防护及管理措施如下：a、其他无关公众人员严禁入内；b、在监督区入口处设立表明监督区的标牌。本项目工作场所监督区、控制区划分明确、独立，设置合理，满足辐射防护管理和职业照射控制要求。本项目小动物影像工作场所分区管理情况详见图 3-2。

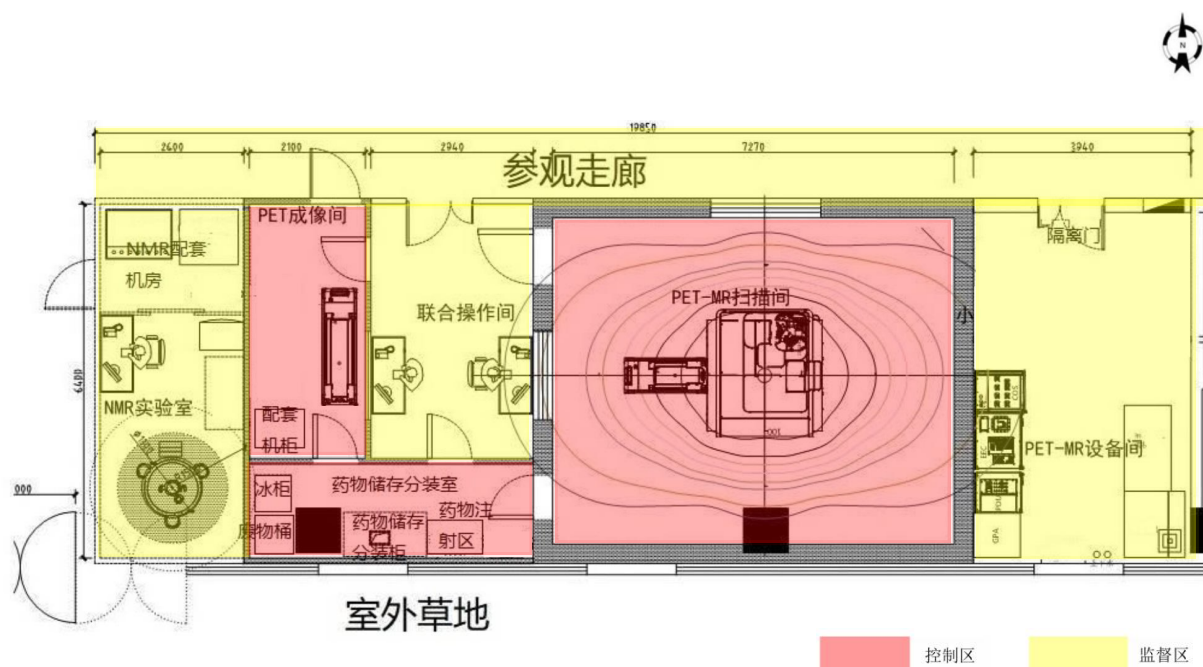


图 3-2 本项目非密封源工作场所分区图

### 3.1.5 工作场所分类

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）对临床核医学工作场所具体分类办法，本评价项目使用的放射性核素  $^{18}\text{F}$  的日实际操作最大活度以及核素的毒性权重因子，操作性质修正因子及加权活度见表 3-3。

表 3-3 放射性核素加权活度

核素种类	核素毒性权重因子	操作性质修正因子	日实际最大操作量 (Bq)	放射性核素的加权活度 (MBq)
<sup>18</sup> F	1	1	2.22×10 <sup>9</sup>	2.22×10 <sup>3</sup>

本项目放射性核素加权活度为 2220MBq，在 50~50000MBq 之间，属于 II 类核医学工作场所。建设单位已依据《核医学辐射防护与安全要求》的规定对核医学科工作场所室内进行装修。地板与墙壁应采取无缝隙设计，地板、地面应采取易于清洁不易渗透的材料。以保证对环境与工作人员的防护需要。注射操作间的操作台采用易于清洁的不锈钢材料。室内应有良好的通风。

### 3.2 屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

本项目非密封放射性工作场所的屏蔽防护见表 3-4。

表 3-4 机房辐射屏蔽防护与环评对照表

机房名称	屏蔽体	环评防护设计	防护工程现状	对比
PET-MR 扫描间	四周墙体	240mm 实心砖墙+8mmPb 硫酸钡水泥	240mm 实心砖墙 +8mmPb 硫酸钡水泥	一致
	顶棚	120mm 混凝土+8mmPb 硫酸钡板	120mm 混凝土+8mmPb 硫酸钡板	一致
	地板	200mm 混凝土+200mm 硫酸钡水泥	200mm 混凝土+200mm 硫酸钡水泥	一致
	防护门	8mmPb	8mmPb	一致
	观察窗	8mmPb	8mmPb	一致
PET 成像间	四周墙体	240mm 实心砖墙+8mmPb 铅板	240mm 实心砖墙 +8mmPb 铅板	一致
	顶棚	120mm 混凝土+8mmPb 硫酸钡板	120mm 混凝土+8mmPb 硫酸钡板	一致
	地板	200mm 混凝土+8mmPb 铅板	200mm 混凝土+8mmPb 铅板	一致
	防护门	8mmPb	8mmPb	一致
	观察窗	8mmPb	8mmPb	一致
药物储存分装室	四周墙体	240mm 实心砖墙+8mmPb 铅板	240mm 实心砖墙 +8mmPb 铅板	一致
	顶棚	120mm 混凝土+8mmPb 硫酸钡板	120mm 混凝土+8mmPb 硫酸钡板	一致

	地板	200mm 混凝土+8mmPb 铅板	200mm 混凝土+8mmPb 铅板	一致
	防护门	8mmPb	8mmPb	一致

注：实心砖密度应不低于 1.65g/cm<sup>3</sup>，混凝土密度应不低于 2.35g/cm<sup>3</sup>，硫酸钡防护涂料密度应不低于 2.75g/cm<sup>3</sup>，铅板密度应不低于 11.3g/cm<sup>3</sup>。

由表 3-4 可知本项目非密封放射性工作场所的屏蔽厚度与环评报告一致；经监测，非密封放射性工作场所在正常运行工况下，周围环境的 $\gamma$ 辐射剂量率均小于 2.5 $\mu$ Sv/h，且表面污染监测结果均低于仪器探测限，未测出表面污染。该非密封放射性工作场所的辐射屏蔽满足标准要求。

### 3.3 辐射安全与防护措施的设置

#### (1) 电离辐射警告标志

控制区的出入口处，包括储存分装室、PET-MR 扫描间和 PET 成像间门口等张贴了符合 GB18871-2002 规范的电离辐射警告标志。

#### (2) 闭门装置

为保证含铅防护门的屏蔽效果，控制区内的含铅防护门设置闭门器，确保防护门保持常闭状态，保证良好的防护效果。

本次验收的非密封放射性工作场所配备的防护用品配备详见表 3-5，配备的监测仪器清单详见表 3-6。

表 3-5 本项目工作场所防护用品配备情况

装置名称	环评防护设计		防护工程现状		对比
	数量	铅当量	数量	铅当量	
分装柜	1	30mmPb	1	30mmPb	一致
储源铅罐	1	40 mmPb	1	40 mmPb	一致
注射台	1	20 mmPb	1	20 mmPb	一致
冰柜	1	2mmPb	/	/	不一致
放射性废物桶	2	10mmPb	2	10mmPb	一致
注射器防护套	2	10mmPb	2	10mmPb	一致
注射器运输防护盒	2	15mmPb	/	/	不一致
废水储存防护柜	1	8mmPb	1	8mmPb	一致
除污工具组	大桶、小桶各 1 个；锥桶 1 个；拖把 1 个；刷子大、中、		大桶、小桶各 1 个；锥桶 1 个；拖把 1 个；刷子大、中、		一致

	小各 1 个；铁夹子 1 个；喷壶 1 个；防辐射牌大小各两个；八四消毒液 1 桶；一次性手套 1 副等	小各 1 个；铁夹子 1 个；喷壶 1 个；防辐射牌大小各两个；八四消毒液 1 桶；一次性手套 1 副等	
个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅眼镜、铅手套等个人防护用品	/	不一致
高能核素远距离取物夹	夹头可换/手柄外观类似手枪，可方便抓握，手端有微调握紧纽，便于握紧所抓物品，另尖端爪子镶有橡胶吸头，保证握力，长度 45~90cm（可选）	夹头可换/手柄外观类似手枪，可方便抓握，手端有微调握紧纽，便于握紧所抓物品，另尖端爪子镶有橡胶吸头，保证握力，长度 45~90cm（可选）	一致

表 3-6 配备的检测仪器一览表

名称	环评防护设计		防护工程现状		对比
	型号	数量	型号	数量	
活度计	/	1	HD-175 A 型	1	一致
个人剂量计	/	根据实际辐射工作人员数量配备	/	根据实际辐射工作人员数量配备	一致
X-γ辐射监测仪	/	1	/	未设置	不一致
表面沾污监测仪	/	1	/	未设置	不一致
个人剂量报警仪	/	1	/	未设置	不一致

建设单位计划按照要求，补充配备相关防护用品和检测仪器（如冰柜、个人防护用品、X-γ辐射监测仪等）。

### （3）对 $^{18}\text{F}$ 药物的管理

建设单位配备专（兼）职人员负责放射性药物的管理并建立健全放射性物质的保管、领用、注销登记和定期检查制度。要求设置专门的台账（如交收账、库存帐、消耗账），并加强对放射性药物的管理，严防丢失。放置放射性物质的保险橱和容器，必须容易开启和关闭，容器外必须有明显的标签（注明元素名称、理化状态、射线类型、活度水平、存放起止时间、存放负责人等），保险橱外必须有电离辐射标志。放射性药物要设有专门可靠的防火防盗等安全设施的贮存场所，且不得将放射性药物与易燃易爆及其他危险



物品放在一起。

#### (4) 对工作人员的管理

本项目实验室不对外开放，仅允许实验人员进入及参与操作。操作放射性药物时工作人员必须正确穿戴好所需的各项有效的个人防护用具，放射工作场所内严禁进食、饮水、吸烟和存放食物等，离开药物储存分装室进入操作间前，应使用表面污染仪进行污染检测，检测合格后方能进入操作间，从操作间离开。个人防护用具应经常清洗，污染的工作服必须在专设的有放射性操作条件的洗衣池内洗涤。

### 3.4 放射性三废物处理设施

#### 3.4.1 放射性废气治理

本项目在 PET-MR 扫描间、PET 成像间、药物储存分装室、联合操作间操作间均设置了管道式排风机，并设置了 2 条排风管道，其中一条排风管道运输 PET-MR 设备间、联合操作间和 PET 成像间的废气，另一条管道运输 PET-MR 扫描间和药物储存分装室的废气，管道从低活性区至高活性区输送废气，管道设置止回阀，防止气体倒流，2 条管道并排独立接至大楼北侧的排风井，排风井设置了大型排风机，风速为 17000m<sup>3</sup>/h，以维持风井内负压杜绝气体因风井漏风而致使气体外漏。外排风口设置于本楼楼顶，排风口处设置防雨罩，排风口高出楼顶屋面 2.5m，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的要求，能够有效防止放射性气体对周围环境产生辐射影响。此外，在建筑物出口末端与室外排风管连接前方安装活性炭过滤箱过滤，以保证排入大气放环境前对放射性气体的吸附。过滤吸附装置为可更换式，可以定期（3 个月）或根据排风压差计的读数估算过滤器的堵塞情况及时更换过滤器，吸附材料更换下来放置 1 天时间后作为免管医疗废物处理。非密封源工作区域的放射性废气排放管道设计详见附图。

#### 3.4.2 放射性固体废物治理

(1) 放射性药物注射过程中将产生少量受放射性污染的固体废物，如一次性注射器、一次性手套、吸水纸、棉签等带微量放射性同位素的固体废弃物。针对该部分污染物，建设单位采取以下处理方案：在药物储存分装室内设置 2 个容积为 20L 的放射性废物桶（防护当量 10mmPb），产生的放射性固体废物先置于专用铅制放射性废物桶内，容器内放置塑料袋，对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，先装入硬纸盒或其他包装材料中，然后再装入塑料袋内。产生的废物在废物间的废物桶内静置衰变，

注明核素种类、转入时间；放射性固废的产生日期、存放日期和去向应做好记录并对记录做好保存。含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物储存时间超过 30 天，含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间应超过核素最长半衰期的 10 倍，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， $\beta$ 表面污染小于  $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$  时才可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

(2) 对于动物尸体，试验结束后将其装入塑料袋中，外贴日期标签，转入药物储存室内暂存两天（约 25 个半衰期）。待其活度浓度远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的清洁解控水平并经审管部门核准后，以普通医疗动物尸体进行无害化处理。

### 3.4.3 放射性废水治理

针对本项目放射性液体废物，建设单位在整个试验过程中采用擦拭的方法进行去污，减少产生放射性废水。

## 3.5 辐射安全管理情况

### 3.5.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

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 III 类射线装置、丙级非密封放射性物质工作场所的单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

建设单位成立了辐射安全管理领导小组，落实了机构的成员及其职责。并通过此机构进一步建立辐射安全防护责任制度，落实安全责任，制订辐射防护措施等。加强辐射安全管理，制定放射诊疗设备和放射性物质的相关操作规程、辐射事故应急处理预案等，并负责组织开展放射事件的应急处理救援工作。

中国科学院深圳先进技术研究院成立了辐射安全管理领导小组，由相应职位的人担当，辐射安全管理领导小组人员设置：

组 长：冯伟

常务副组长：郑海荣

副 组 长：罗 茜

组 员：肖登科、张潇云、唐赵群、严子沅、李艳杏、韩汶轩、陈璇、彭泽均  
张潇云负责辐射防护全面领导工作及辐射防护日常监督管理工作，对辐射防护管理制度的落实情况进行监督检查；相应成员负责日常工作防护，文件归档保管，文件传达学习等相关工作。

管理小组具体职责如下：

- 1、组织制定并落实辐射安全防护管理制度，开展辐射安全防护管理工作；
- 2、定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查；
- 3、组织辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训、剂量监测和健康检查；
- 4、制定放射事件应急预案并组织演练；
- 5、负责使用放射性药品的安全监督检查工作；
- 6、记录发生的放射事件并及时报告卫生行政部门。

### **3.5.2 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管理办法〉的决定》（环境保护部2008 第 3 号令），使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、放射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。建设单位针对本次核技术利用项目已制定了《中国科学院深圳先进技术研究院辐射安全管理制度》、《中国科学院深圳先进技术研究院辐射安全事故应急预案》、《中国科学院深圳先进技术研究院 PET/MR 操作规程与岗位职责》《中国科学院深圳先进技术研究院监测方案》、《中国科学院深圳先进技术研究院年度评估报告备案制度》、《中国科学院深圳先进技术研究院安全保卫制度》。

建设单位制定了较完善的辐射安全管理相关制度，结合了本次项目情况制定了较为符合建设单位实际情况的、切实可行的辐射事故应急预案和监测计划。制定了相关射线装置和药物使用的操作规程，明确了相关科室及工作人员的岗位职责。综上所述，建设单位基本符合《放射性同位素与射线装置安全管理办法》的相关要求，具有一定的辐射安全管理能力。

### **3.5.3 辐射工作人员管理情况**

本项目配备了 20 名辐射工作人员，其中有 5 名辐射工作人员均已参加核技术利用辐射安全与防护考核，并成绩合格。其余辐射工作人员参加了建设单位自行组织的辐射安全培训，并考核合格。

分析结论：通过以上分析，本验收项目已按照环评文件论证过的设计方案进行施工，实际建成情况与环评阶段的设计方案一致。非密封放射性工作场所的建设采取了辐射屏蔽，充分考虑周围场所的人员防护与安全；并落实了相应的各项辐射安全措施和个人防护措施。该验收项目的实际建成防护设施满足环评文件、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GBZ18871—2002）中关于防护设施的相关技术要求，能够满足建设单位使用非密封放射性工作场所的正常开展。

**表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定**

**4.1 环评批复文件要求的落实情况**

表 4-1 环评批复文件要求的落实情况一览表

批复文件号	广东省生态环境厅批复要求	落实情况
粤环审 (2020) 287 号	1.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以及安全责任,确保辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年,公众有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。	已落实,本项目在建设和运行中已严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施。工作人员年有效剂量约束值为 5 毫希沃特/年,公众年有效剂量约束值为 0.25 毫希沃特/年。
	2.项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后,你单位应按规定的程序重新申请辐射安全许可证。	已落实,本项目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。医院已完成本项目辐射源的增项,取得了辐射安全许可证。

**4.2 环评报告中辐射防护措施的落实情况**

表 4-2 环评报告中辐射防护措施的落实情况一览表

报告编号	环评报告结论建议	落实情况
中国科学院深圳先进技术研究院核技术利用扩建项目环境影响报告表 (GZDS 环评 2020005)	1.根据人体 PET/MR 制定的相应辐射安全管理制度,结合动物影像实验的实际情况,完善相应的辐射管理制度、环境监测计划和风险事故应急处理预案	已落实,已根据人体 PET/MR 制定的相应辐射安全管理制度,结合动物影像实验的实际情况,完善相应的辐射管理制度、环境监测计划和风险事故应急处理预案
	2.未来如需增加辐射装置或对其使用功能进行调整,则应按法律法规要求向有关环保部门进行申报,并采取相应的污染治理措施,主动接受环保部门的监督管理	建设单位未发生内容变更
	3.每年至少进行一次辐射环境监测,建立监测技术档案,监测数据定期上报省、市环保局备案	已落实,已进行辐射环境监测
	4.如非密封放射性工作场所退役,应按照环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定,依法实施退役	建设单位还未有非密封放射性工作场所需要退役
	5.尽快落实工作人员,并组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训和职业健康体检,合格后方可上岗	已落实,本项目配备了 20 名辐射工作人员,其中有 5 名辐射工作人员均已参加核技术利用辐射安全与防护考核,并成绩合格。其余辐射工作人员参加了建设单位自行组织的辐射安全培训,并考核合格。

	6.应为分装、注射岗位的人员配备内、外2个人剂量计进行个人剂量监测	已落实，已佩戴双个人剂量计进行监测
	7.应制定小动物影像实验区工作时间制度，确保不出现人流、物流交叉的情况	已落实，已制定相关制度

表五 验收监测质量保证及质量控制

### 5.1 实施质量保证

- (1) 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。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年按规定定期经计量部门检定。检定合格后方可使用。
- (4) 对监测仪器进行各种比对。
- (5) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。
- (6) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (7) 监测报告严格实行三级审核制度。

### 5.2 控制质量方案

#### (1) 监测仪器

监测使用的仪器经国家法定计量检定部门检定合格、并在有效使用期内；每次测量前、后均对仪器的工作状态进行检查，确认仪器是否正常。

#### (2) 监测方法

监测前制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性。

#### (3) 人员能力

承担该项目竣工环保验收的监测人员具备从事环境辐射监测的工作经历，充分了解核技术利用项目和环境保护领域的相关专业技术知识，掌握辐射监测技术和相应技术标准方法，具备对检测结果做出相应评价的判断能力。熟悉本单位检验检测体系管理程序。

#### (4) 审核制度

验收监测报告严格按照相关技术规范编制，数据处理及汇总实行三级审核制度。

#### (5) 认证制度

本项目的监测机构已通过了计量认证。

## 表六 验收监测内容

### 6.1 监测项目

本次验收项目为非密封放射性场所周围环境现状监测，监测因子为 $\gamma$ 辐射剂量率、 $\beta$ 表面污染。

### 6.2 监测点位

依据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《表面污染测定第1部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 $\alpha$ 发射体》（GB/T 14056.1-2008）中的方法布设监测点，结合本评价项目的评价范围确定本次监测布点，监测布点图见图 6-1 所示。

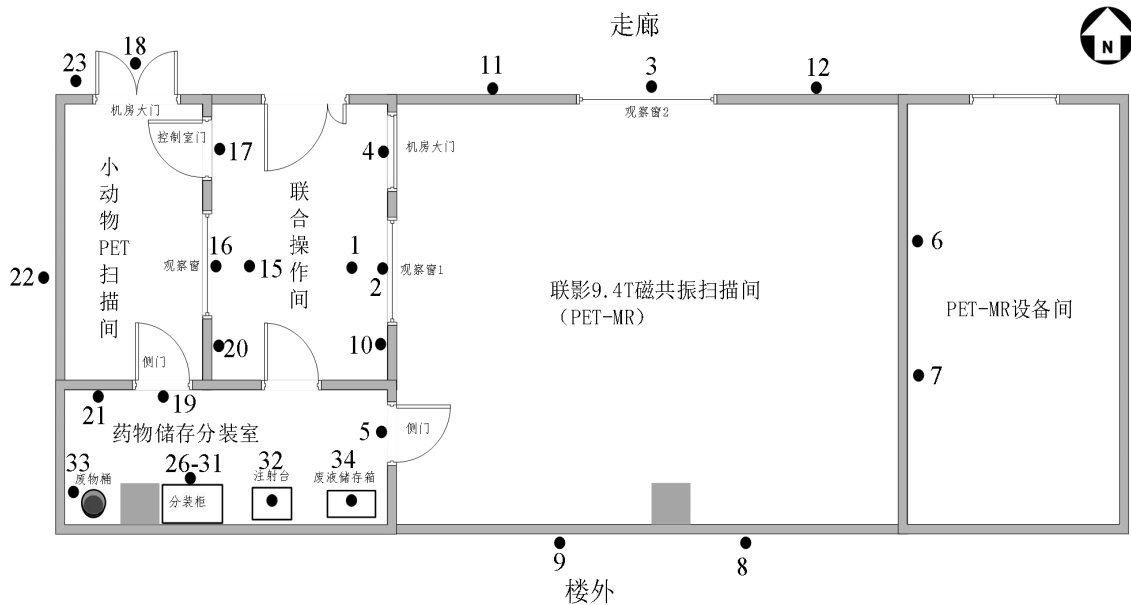


图 6-1 监测点位示意图

### 6.3 监测仪器

现场监测使用的仪器相关信息见表 6-1。

表 6-1 环境 X、 $\gamma$ 辐射剂量率检测仪器相关信息

仪器名称	电离室巡测仪	仪器型号	451P	仪器编号	9666
校准单位	中国计量科学研究院				
校准证书编号	DLjl2023-04761				
校准日期	2023 年 4 月 10 日	有效期	2023 年 4 月 10 日-2024 年 4 月 9 日		
检定单位	中国计量科学研究院				



检定编号	DLjl2023-05873		
检定日期	2023年5月4日	有效期	2023年5月4日-2024年5月3日

#### 6.4 监测分析方法

依据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《表面污染测定第1部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 $\alpha$ 发射体》（GB/T 14056.1-2008），现场采用辐射巡测仪器对本评价项目的评价范围的 $\gamma$ 辐射剂量率、 $\beta$ 表面污染进行现场测量。

## 表七 验收监测

### 7.1 验收监测期间运行工况

受建设单位委托，广州达盛检测技术有限公司对本次验收项目的辐射工作场所进行验收监测，监测日期及监测的环境条件为 2024 年 3 月 6 日，环境温度：22℃，相对湿度：76%；监测时，该工作场所处于正常工作状态。

### 7.2 验收监测结果

本次验收监测结果详见表 7-1，监测布点图详见图 7-1，监测报告见附件 3。

表 7-1  $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

编号	测点位置		$\gamma$ 辐射剂量率		备注
			测量值±标准差	单位	
1	放射工作人员操作位		0.17	± 0.01	注射过约 8.51MBq <sup>18</sup> F 药物 的小老鼠在诊断 床上
2	观察窗 1 外 30cm 处	左侧	0.18	± 0.01	
		中部	0.17	± 0.01	
		右侧	0.17	± 0.01	
3	观察窗 2 外 30cm 处	左侧	0.18	± 0.01	
		中部	0.18	± 0.01	
		右侧	0.17	± 0.01	
4	机房大门外 30cm 处	左侧	0.18	± 0.01	
		中部	0.18	± 0.01	
		右侧	0.18	± 0.01	
5	侧门外 30cm 处	左侧	0.18	± 0.01	
		中部	0.18	± 0.01	
		右侧	0.18	± 0.01	
6	机房东墙外 30cm 处		0.17	± 0.01	
0.18			± 0.01		
8	机房南墙外 30cm 处		0.18	± 0.01	
9			0.18	± 0.01	
10	机房西墙外 30cm 处		0.18	± 0.01	
11	机房北墙外 30cm 处		0.18	± 0.01	
12			0.19	± 0.01	

13		机房楼上距机房顶棚地面 30cm		0.19 ± 0.01		
14		机房楼下距楼下地面 170cm 处		0.19 ± 0.01		
15		放射工作人员操作位		0.19 ± 0.01		
16	小动物 PET 扫描 间	观察窗外 30cm 处	左侧	0.18 ± 0.01	μSv/h	注射过约 8.51MBq <sup>18</sup> F 药物 的小老鼠在扫描 间内
			中部	0.18 ± 0.01		
			右侧	0.18 ± 0.01		
17	控制室门外 30cm 处	左侧	0.19 ± 0.01	μSv/h	注射过约 8.51MBq <sup>18</sup> F 药物 的小老鼠在扫描 间内	
		中部	0.18 ± 0.01			
		右侧	0.18 ± 0.01			
18	小动物 PET 扫描 间	机房大门外 30cm 处	左侧	0.19 ± 0.01	μSv/h	注射过约 8.51MBq <sup>18</sup> F 药 物的小老鼠在扫 描间内
			中部	0.19 ± 0.01		
			右侧	0.18 ± 0.01		
19	侧门外 30cm 处	左侧	0.18 ± 0.01	μSv/h	注射过约 8.51MBq <sup>18</sup> F 药 物的小老鼠在扫 描间内	
		中部	0.18 ± 0.01			
		右侧	0.18 ± 0.01			
20		机房东墙外 30cm 处		0.18 ± 0.01		
21		机房南墙外 30cm 处		0.18 ± 0.01		
22		机房西墙外 30cm 处		0.18 ± 0.01		
23		机房北墙外 30cm 处		0.19 ± 0.01		
24		机房楼上距机房顶棚地面 30cm		0.19 ± 0.01		
25		机房楼下距楼下地面 170cm 处		0.19 ± 0.01		
26	药物储存 分装室	分装柜	左侧手孔外 5cm 处	0.7 ± 0.02	μSv/h	分装柜内有约 573.5MBq <sup>18</sup> F 药 物
27			中部观察窗外 5cm 处	0.55 ± 0.02		
28			右侧手孔外 5cm 处	0.78 ± 0.02		
29			前方屏蔽体外 5cm 处	2.41 ± 0.08		
30			左侧外表面 5cm 处	1.06 ± 0.03		
31			上方外表面 5cm 处	0.77 ± 0.02		
32		注射台观察窗外 30cm 处		0.49 ± 0.02		给小老鼠注射约 8.51MBq <sup>18</sup> F 药 物
33		废物桶外 30cm 处		0.18 ± 0.01		——
34		废液储存箱外 30cm 处		0.19 ± 0.01		——

注：1.γ辐射剂量率检测结果均未扣除本底 0.15~0.20μSv/h；

2.现场测量时对测量点位进行巡测，在测量点位读数最高的位置进行记录。

表 7-2 核医学工作场所表面污染水平监测

编号	测点位置	$\beta$ 表面污染水平监测结果 (Bq/cm <sup>2</sup> )
1	地面	<MDL
2	联影 9.4T 磁共振扫描间电脑桌面	<MDL
3	联影 9.4T 磁共振扫描间操作位椅	<MDL
4	小动物 PET 扫描间电脑桌面	<MDL
5	小动物 PET 扫描间操作位椅面	<MDL
6	地面	<MDL
7	墙面	<MDL
8	台面	<MDL
9	地面	<MDL
10	墙面	<MDL
11	注射台表面	<MDL
12	分装柜表面	<MDL

注：1.  $\beta$ 表面污染水平检测结果均已扣除本底；

2.  $\beta$ 表面污染仪的 MDL 为 0.13Bq/cm<sup>2</sup>；

3. 因 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染仪无法带入联影 9.4T 磁共振扫描间使用，故未监测联影 9.4T 磁共振扫描间内 $\beta$ 表面污染。

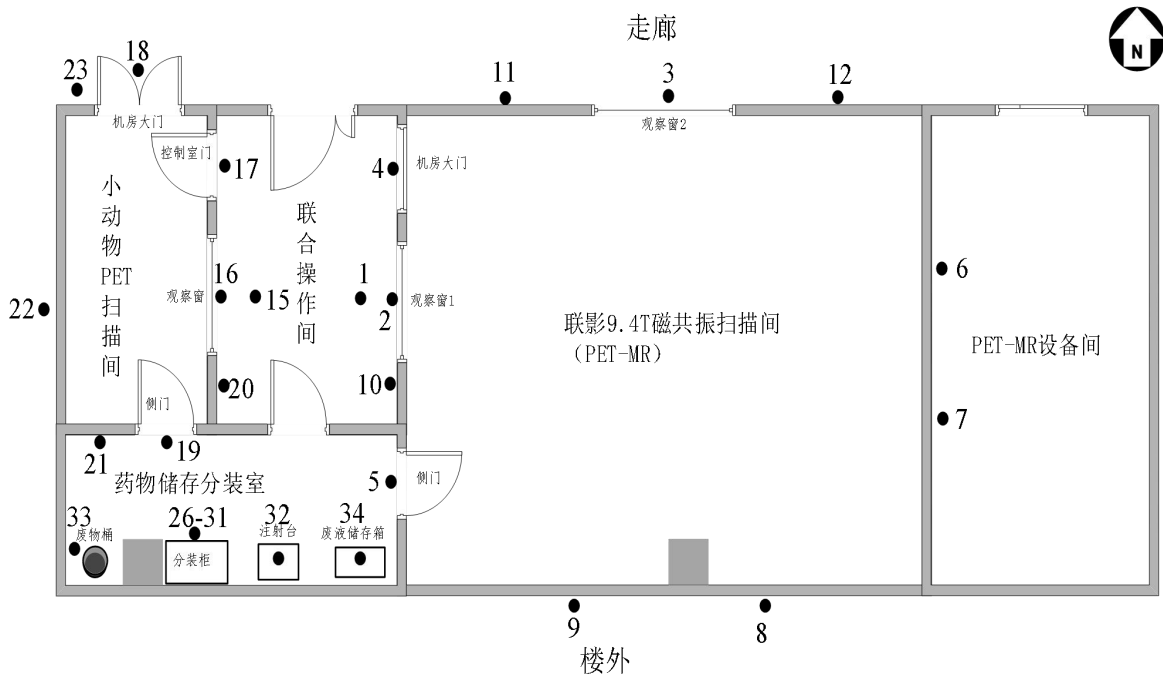


图 7-1 监测点位示意图

从表 7-1 的监测数据可见，在正常运行工况下，非密封放射性场所周围环境的 $\gamma$ 周围剂量当量率范围为  $0.18 \pm 0.01 \mu\text{Sv/h} \sim 2.41 \pm 0.08 \mu\text{Sv/h}$ ，小于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，满足环评文件要求的辐射剂量率控制水平。

### 7.3 公众人员与辐射工作人员年有效剂量估算

关注点人员的有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式算出：

$$D_{\text{Eff}} = \dot{k}_{\alpha} \cdot t \cdot T \cdot U \dots\dots\dots \text{公式 11-3}$$

式中： $D_{\text{Eff}}$ —年有效剂量，Sv；

$\dot{k}_{\alpha}$ —辐射剂量率，Sv/h；

$t$ —年工作时间，h；

$T$ —居留因子，全部居留  $T=1$ ，部分居留  $T=1/4$ ，偶尔居留  $T=1/16$ ；

$U$ —使用因子，放射性核素以点源考虑， $U$ 取 1；

据建设单位介绍，本项目配备 20 名工作人员，每年工作 200 天。分装人员(3 人轮换操作)：每次由 1 名工作人员分装，分装时工作人员距离药物约 0.5m，每天 2 次，每次分装操作时间为 2min；注射人员(3 人轮换操作)：每次由 1 名工作人员注射，注射时工作人员距离药物约 0.5m，每天最多 20 次，每次注射操作时间最大为 1min；摆位工作人员(3 人轮换操作)：每次由 1 名工作人员进入扫描间给小动物摆位时，穿戴 0.5mmPb 的铅衣、铅围脖、铅帽等防护用品，距离给药后小动物约 1m，每只小动物摆位时间一般不超过 1min。根据表 7-1，结合工作时间，辐射工作人员和公众停留概率，即可得到各关注点处公众及辐射工作人员的年受照剂量，详见表 7-5。

表 7-5 实验室中心公众及辐射工作人员年有效剂量估算

关注对象		最大辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留因子	年工作时间 (h) /人	年有效剂量(mSv)
辐射工作人员	非密封源的分装人员	2.41	1	4.44h(每天分装最多 2 次,每次操作时间为 2min, 一年工作 200 天, 3 人轮岗)	0.01
	注射工作人员	0.49	1	22.22h(每天注射 20 次,每次操作时间为 1min, 一年工作 200 天, 3 人轮岗)	0.01
	控制室操作人员	0.19	1	533.33h(每天扫描时间最多为 8h, 一年工作 200 天, 3 人轮岗)	0.1
	摆位人员	0.49	1	22.22h(每天摆位 20 次, 每次约 1min, 一年工作 200 天, 3 人轮岗)	0.01

公众人员	0.19	1/40	1600h(动物影像实验室每日工作 8h, 一年工作 200 天)	0.001
------	------	------	-----------------------------------	-------

根据表 7-5 的估算结果可知, 本项目建成后由 20 名辐射工作人员操作, 辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.1mSv; 依据表 7-5 公众年有效剂量最大值为 0.001mSv。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中对职业人员年有效剂量限值和公众人员年有效剂量限值的要求, 同时也满足本项目提出的对职业人员年有效剂量约束值 $\leq 5\text{mSv/a}$  及公众年有效剂量约束值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$  的要求。

根据剂量率与距离平方反比定律, 距离越远, 剂量率越低, 可知 50m 范围内环境保护目标的年受照剂量均低于年有效剂量约束值 (0.1mSv/a)。

## 表八 验收监测结论

### 1.验收内容

本次验收项目为 1 间小动物 PET/MR 扫描间、1 间小动物 PET 成像间和药物储存分装室等，在小动物 PET/MR 扫描间内安装使用 1 台小动物试验用小型 PET/MR 用于显像诊断，在小动物 PET 成像间安装 1 台小动物实验用小型 PET 扫描仪用于显像诊断。使用核素  $^{18}\text{F}$  进行影像诊断，日等效最大操作量为  $2.22 \times 10^6 \text{Bq}$ 、年最大用量为  $4.44 \times 10^{11} \text{Bq}$ ；小动物影像试验室属于丙级非密封放射性物质工作场所。

### 2.监测工况

受建设单位委托，广州达盛检测技术有限公司于 2024 年 3 月 6 日对本次验收项目的辐射工作场所进行验收监测。监测时，该工作场所处于正常工作状态。

### 3.辐射环境监测结果分析

建设单位本次使用的非密封放射性场所辐射环境监测结果满足环境影响报告表及审批部门审批决定指标，也满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）。

### 4.辐射安全与防护设施结果分析

通过现场调查分析：

本验收项目的辐射工作场所采取了相应辐射屏蔽措施，充分考虑周围场所的人员防护与安全，落实了相应的各项辐射安全措施和个人防护措施。该验收项目的实际防护设施满足环境影响报告表、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的相关防护设施的技术要求。

建设单位按照环评文件和环评批复对辐射安全管理方面的要求，设置了辐射安全与环境管理机构，制定了相应的辐射安全管理规章制度和辐射监测计划，落实了辐射工作人员的培训和个人剂量监测制度等环评要求。

### 5.对辐射工作人员和公众的影响分析

本次验收项目的辐射工作人员的受照剂量和公众的年估算受照剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求（工作人员年均受照剂量不超过  $20 \text{mSv}$ ，公众年均受照剂量不超过  $1 \text{mSv}$ ），也满足核技术应用项目环境影响报告表提出的目标管理值（工作人员年受照剂量不超  $5 \text{mSv}$ ，对于公众年受照剂量不超过  $0.25 \text{mSv}$ ）。

## 6.要求

根据监测结果及现场检查情况，医院应做到如下要求：

建立辐射工作年度报告制度，编制辐射工作年度总结，并于1月31日前将上一年度总结向生态环境主管部门备案，并抄送广东省生态环境厅。

## 7.建议

按照要求补充配备相关防护用品和检测仪器（如冰柜、个人防护用品、X- $\gamma$ 辐射监测仪等）。

本次验收的中国科学院深圳先进技术研究院核技术利用扩建项目基本落实了环境影响评价及批复文件对项目的环境保护要求，基本符合国家环保相关标准，建议落实该项目所提意见后通过竣工环境保护验收。



附件 1 建设单位辐射安全许可证



## 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：中国科学院深圳先进技术研究院

统一社会信用代码：121000007178261921

地址：广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道1068号

法定代表人：樊建平

证书编号：粤环辐证[B9141]

种类和范围：使用Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所（具体范围详见副本）。

有效期至：2028年04月25日

发证机关：广东省生态环境厅  
  
行政执法专用章  
(2)

发证日期：2024年01月08日



中华人民共和国生态环境部监制



# 辐射安全许可证



(副本)

中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院深圳先进技术研究院			
统一社会信用代码	121000007178261921			
地 址	广东省深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号			
法定代表人	姓 名	樊建平	联系方式	██████████
辐射活动场所	名 称	场 所 地 址	负 责 人	
	C 区一层 医学影像 实验室	广东省深圳市南山区西丽深圳大学 城学苑大道 1068 号	刘新	
	E 栋 3 楼 骨密度仪 器实验室	广东省深圳市南山区西丽深圳大学 城学苑大道 1068 号	金增光	
	C 区一层 9.4T 小动 物影像实 验室	广东省深圳市南山区西丽深圳大学 城学苑大道 1068 号	罗茜	
证书编号	粤环辐证[B9141]			
有效期至	2028 年 04 月 25 日			
发证机关	广东省生态环境厅			
发证日期	2024 年 01 月 08 日			





### (一) 放射源

证书编号: 粤环辐证[B9141]

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	
此页无内容														

2/7



### (二) 非密封放射性物质

证书编号: 粤环辐证[B9141]

序号	活动种类和范围							备注			
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请 单位	监管 部门
1	C区一层 9.4T小动物影像实验室	丙级	F-18	液态	使用	教学科研	2.22E+9	2.22E+6	4.44E+11		
2	C区一层 医学影像实验室	丙级	F-18	液态	使用	教学科研	3.7E+9	3.7E+6	9.25E+11		

3/7



### (三) 射线装置

证书编号：粤环辐证[B9141]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	E栋3楼骨密度仪器实验室	其他不能被豁免的X射线装置	III类	使用	1	双能X射线骨密度仪	Horizon Wi	304446M	管电压 160 kV 管电流 10 mA	Hologic, Inc.		

4/7



### (四) 许可证条件

证书编号：粤环辐证[B9141]

此页无内容

5/7



### (五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：粤环辐证[B9141]

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	重新申请	2024-01-08	许可证重新申领	粤环辐证[B9141]
2	重新申请	2023-08-18	许可证重新申领	粤环辐证[B9141]
3	重新申请	2023-04-26	重新申请，批准时间：2023-04-26	粤环辐证[B9141]
4	重新申请	2021-10-18	重新申请，批准时间：2021-10-18	粤环辐证[B0587]
5	重新申请	2021-05-21	重新申请，批准时间：2021-05-21	粤环辐证[B0587]
6	申请	2018-04-28	申请，批准时间：2018-04-28	粤环辐证[B0587]

6/7



### (六) 附件和附图

证书编号：粤环辐证[B9141]

7/7

# 广东省生态环境厅

粤环审〔2020〕287号

## 广东省生态环境厅关于中国科学院深圳先进技术研究院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复

中国科学院深圳先进技术研究院：

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 GZDS 环评 2020005）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深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号。项目内容为：在先进院 C 区一楼将原光学电镜实验室建设成小动物影像试验室，用于科研人员进行试验研究。小动物影像试验室拟建 1 间小动物 PET/MR 扫描间、1 间小动物 PET 成像间和药物储存分装室等，在小动物 PET/MR 扫描间内安装使用 1 台小动物试验用小型 PET/MR 用于显像诊断，在小动物 PET 成像间安装使用 1 台小动物试验用小型 PET 扫描

仪用于显像诊断。使用核素  $^{18}\text{F}$  开展影像诊断，日等效最大操作量为  $2.22 \times 10^6 \text{Bq}$ 、年最大用量为  $4.44 \times 10^{11} \text{Bq}$ ；配套利用原已环评审批的 2 枚  $^{68}\text{Ge}$  放射源和 2 枚  $^{22}\text{Na}$  放射源（ $^{68}\text{Ge}$  放射源活度为  $7.4 \times 10^7 \text{Bq/枚}$ ， $^{22}\text{Na}$  放射源活度为  $3.7 \times 10^6 \text{Bq/枚}$ ，均属于 V 类放射源）用于图像质控校正和系统质控；小动物影像试验室属于丙级非密封放射性物质工作场所。

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

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

五、项目的环境保护日常监督管理工作由深圳市生态环境局负责。



广东省生态环境厅

2020 年 12 月 5 日

公开方式：主动公开

---

抄送：深圳市生态环境局，省环境辐射监测中心，广州达盛检测技术服务有限公司。

广东省生态环境厅办公室

2020 年 12 月 5 日印发

---

— 2 —





广州达盛检测技术服务有限公司

Guangzhou Dasheng Testing Technology Service Co., LTD

# 监测报告

报告编号: HJ20240007

项目名称: Project name	中国科学院深圳先进技术研究院核医学 辐射工作场所监测
委托单位: Client	中国科学院深圳先进技术研究院
监测类别: Monitoring Type	委托监测
报告日期: Report Date	2024年3月11日



## 说 明

1. 广州达盛检测技术服务有限公司获得了中国合格评定国家认可委员会 (CNAS) 认可[认可证书编号: CNAS L18230]和广东省市场监督管理局计量认证合格机构[证书编号: 201919031515]。
2. 本公司是广东省卫生健康委员会批准的放射卫生技术服务机构(甲级)资质[证书编号: 粤放卫技字(2012)第002号]。
3. 本公司对委托单位所提供的技术资料保密。
4. 未得到本公司书面批准, 本检测报告不得以任何方式部分复制(全部复制除外)。
5. 检测结果及本公司名称等未经同意不得用于广告及商品宣传。
6. 报告无编制人、审核人和签发人签名, 未加盖本公司检测专用章(骑缝)无效。
7. 本报告仅对本次受检设备(样品)负责。
8. 受检单位对本公司出具的检测报告持有异议, 请于收到报告之日起 15 个工作日内, 以书面形式向本公司提出复核申请。

检测单位: 广州达盛检测技术服务有限公司

地 址: 广州市天河区中山大道中路 1015 号 3A11、3A12 房

邮 编: 510660

电 话: 020-82525688

投 诉: 020-82525688

电子信箱: gzdsjc@163.com

广州达盛检测技术服务有限公司  
监测报告

报告编号: HJ20240007

第 1 页 共 5 页

监测项目	中国科学院深圳先进技术研究院核医学辐射工作场所监测		
委托单位	中国科学院深圳先进技术研究院		
委托单位地址	深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号		
受检单位	中国科学院深圳先进技术研究院		
项目地址	深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号		
监测类别	委托监测	监测方式	现场监测
监测日期	2024 年 3 月 6 日	监测时间	13:30~15:31
监测的环境条件	天气: 阴; 环境温度: 22℃; 相对湿度: 76%		
监测地点	C 区一楼联影 9.4T 磁共振扫描间、小动物 PET 扫描间、药物储存分装室		
监测所依据的技术文件及代号	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 《表面污染测定第 1 部分: $\beta$ 发射体 ( $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$ ) 和 $\alpha$ 发射体》(GB/T 14056.1-2008)		
监测因子	$\gamma$ 辐射剂量率、 $\beta$ 表面污染		
使用的主要仪器设备名称、型号规格、编号及有效期	仪器设备名称: 电离室巡测仪 型号: 451P; 编号: 9666 校准单位: 中国计量科学研究院 校准日期: 2023 年 4 月 10 日 校准证书编号: DLj12023-04761 证书有效期: 2023 年 4 月 10 日-2024 年 4 月 9 日 检定单位: 中国计量科学研究院 检定日期: 2023 年 5 月 4 日 检定证书编号: DLj12023-05873 证书有效期: 2023 年 5 月 4 日-2024 年 5 月 3 日 仪器设备名称: $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染仪 型号: CoMo 170; 编号: 9396 生产厂家: 德国 NUVIA 能量响应: $\alpha$ 放射性核素和最大 $\beta$ 能量 ( $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$ ) $\beta$ 放射性核素 测量范围: $\alpha$ : 3000cps; $\beta/\gamma$ : 20000cps 检定单位: 广东省辐射剂量计量检定站 检定日期: 2023 年 04 月 20 日 检定证书编号: GRD (1) 20230192 证书有效期: 2023 年 04 月 20 日-2024 年 04 月 19 日		
监测结果	监测结果见表 1~表 2		



编制: 何志

审核: 何志

签发: 何志

日期: 2024 年 3 月 11 日

广州达盛检测技术服务有限公司  
监测报告


报告编号: HJ20240007

第 2 页 共 5 页

表 1  $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

编号	测点位置		$\gamma$ 辐射剂量率		备注
			测量值 $\pm$ 标准差	单位	
1	放射工作人员操作位		0.17 $\pm$ 0.01		注射过约 8.51MBq <sup>18</sup> F 药物 的小老鼠在诊断 床上
2	观察窗 1 外 30cm 处	左侧	0.18 $\pm$ 0.01	$\mu$ Sv/h	
		中部	0.17 $\pm$ 0.01		
		右侧	0.17 $\pm$ 0.01		
3	观察窗 2 外 30cm 处	左侧	0.18 $\pm$ 0.01		
		中部	0.18 $\pm$ 0.01		
		右侧	0.17 $\pm$ 0.01		
4	机房大门外 30cm 处	左侧	0.18 $\pm$ 0.01		
		中部	0.18 $\pm$ 0.01		
		右侧	0.18 $\pm$ 0.01		
5	侧门外 30cm 处	左侧	0.18 $\pm$ 0.01		
		中部	0.18 $\pm$ 0.01		
		右侧	0.18 $\pm$ 0.01		
6	机房东墙外 30cm 处		0.17 $\pm$ 0.01		
0.18 $\pm$ 0.01					
8	机房南墙外 30cm 处		0.18 $\pm$ 0.01		
9			0.18 $\pm$ 0.01		
10	机房西墙外 30cm 处		0.18 $\pm$ 0.01		
11	机房北墙外 30cm 处		0.18 $\pm$ 0.01		
12			0.19 $\pm$ 0.01		
13	机房楼上距机房顶棚地面 30cm 处		0.19 $\pm$ 0.01		
14	机房楼下距楼下地面 170cm 处		0.19 $\pm$ 0.01		
15	放射工作人员操作位		0.19 $\pm$ 0.01		注射过约 8.51MBq <sup>18</sup> F 药物 的小老鼠在扫描 间内
16	观察窗外 30cm 处	左侧	0.18 $\pm$ 0.01	$\mu$ Sv/h	
		中部	0.18 $\pm$ 0.01		
		右侧	0.18 $\pm$ 0.01		
17	控制室门外 30cm 处	左侧	0.19 $\pm$ 0.01		
		中部	0.18 $\pm$ 0.01		
		右侧	0.18 $\pm$ 0.01		

(接下页)

编制: 

广州达盛检测技术服务有限公司  
监测报告

报告编号: HJ20240007


第 3 页 共 5 页

编号	测点位置		X-γ辐射剂量率		备注	
			测量值±标准差	单位		
18	机房大门外 30cm 处	左侧	0.19 ± 0.01	μSv/h	注射过约 8.51MBq <sup>18</sup> F 药物 的小老鼠在扫描 间内	
		中部	0.19 ± 0.01			
		右侧	0.18 ± 0.01			
19	侧门外 30cm 处	左侧	0.18 ± 0.01			
		中部	0.18 ± 0.01			
		右侧	0.18 ± 0.01			
20	机房东墙外 30cm 处		0.18 ± 0.01			
21	机房南墙外 30cm 处		0.18 ± 0.01			
22	机房西墙外 30cm 处		0.18 ± 0.01			
23	机房北墙外 30cm 处		0.19 ± 0.01			
24	机房楼上距机房顶棚地面 30cm 处		0.19 ± 0.01			
25	机房楼下距楼下地面 170cm 处		0.19 ± 0.01			
26	分装柜	左侧手孔外 5cm 处	0.7 ± 0.02	μSv/h	分装柜内有约 573.5MBq <sup>18</sup> F 药 物	
27		中部观察窗外 5cm 处	0.55 ± 0.02			
28		右侧手孔外 5cm 处	0.78 ± 0.02			
29		前方屏蔽体外 5cm 处	2.41 ± 0.08			
30		左侧外表面 5cm 处	1.06 ± 0.03			
31		上方外表面 5cm 处	0.77 ± 0.02			
32	注射台观察窗外 30cm 处		0.49 ± 0.02		给小老鼠注射约 8.51MBq <sup>18</sup> F 药物	
33	废物桶外 30cm 处		0.18 ± 0.01		——	
34	废液储存箱外 30cm 处		0.19 ± 0.01		——	

注: 1.γ辐射剂量率检测结果均未扣除本底 0.15~0.20μSv/h;

2.现场测量时对测量点位进行巡测, 在测量点位读数最高的位置进行记录。

(以下空白)

编制: 

广州达盛检测技术服务有限公司  
监测报告

报告编号: HJ20240007

第 4 页 共 5 页

表 2 核医学工作场所表面污染水平监测

编号	测点位置		β表面污染水平监测结果 (Bq/cm <sup>2</sup> )
1	联合操作间	地面	<MDL
2		联影 9.4T 磁共振扫描间电脑桌面	<MDL
3		联影 9.4T 磁共振扫描间操作位椅面	<MDL
4		小动物 PET 扫描间电脑桌面	<MDL
5		小动物 PET 扫描间操作位椅面	<MDL
6	小动物 PET 扫描间	地面	<MDL
7		墙面	<MDL
8		台面	<MDL
9	药物储存分装室	地面	<MDL
10		墙面	<MDL
11		注射台表面	<MDL
12		分装柜表面	<MDL

注: 1.β表面污染水平检测结果均已扣除本底;

2.β表面污染仪的 MDL 为 0.13Bq/cm<sup>2</sup>;

3.因α、β表面污染仪无法带入联影 9.4T 磁共振扫描间使用, 故未监测联影 9.4T 磁共振扫描间内β表面污染。

(以下空白)

审核: 李... 章

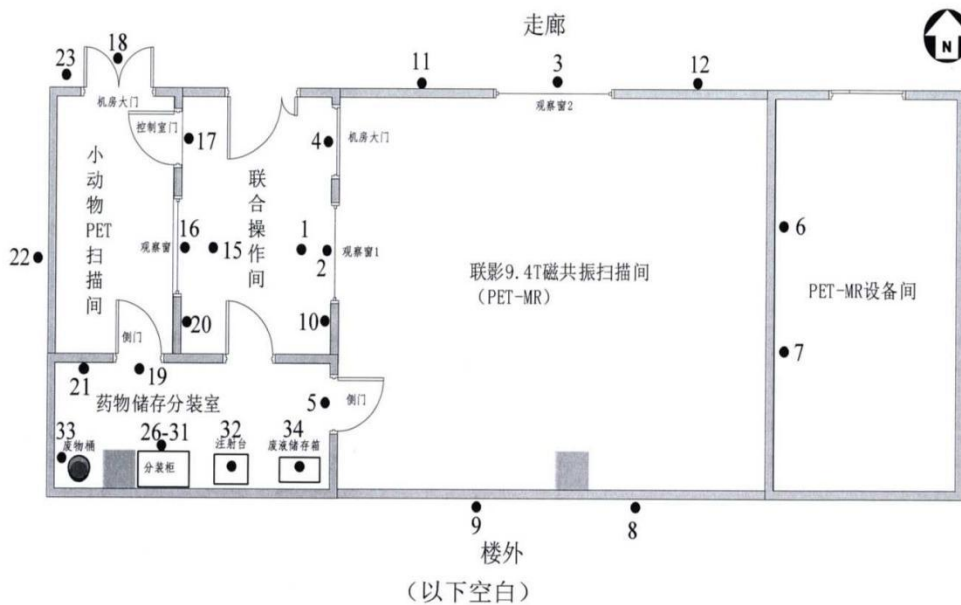
编制: 李... 林

广州达盛检测技术服务有限公司  
监测报告

报告编号: HJ20240007

第 5 页 共 5 页

核医学场所监测布点示意图:



达盛检测

编制: 何冰

附件 4 辐射防护培训

核技术利用辐射安全与防护考核

**成绩报告单**



牛明, 男, 1986年10月27日生, 身份证: [REDACTED] 于2021年08月参加 核医学 辐射安全与防护考核, 成绩合格。

编号: FS21GD0300184      有效期: 2021年08月04日至 2026年08月04日

报告单查询网址: [fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

**成绩报告单**



任宁, 男, 1993年07月02日生, 身份证: [REDACTED] 于2021年08月参加 核医学 辐射安全与防护考核, 成绩合格。

编号: FS21GD0300182      有效期: 2021年08月04日至 2026年08月04日

报告单查询网址: [fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)





核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



帖长军，男，1984年09月28日生，身份证：[REDACTED] 于2021年07月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GD0300171

有效期：2021年07月30日至 2026年07月30日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



吴三，女，1979年07月24日生，身份证：[REDACTED] 于2021年08月参加 核医学 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GD0300183

有效期：2021年08月04日至 2026年08月04日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



柳正，男，1986年12月09日生，身份证：[REDACTED] 于2021年07月参加 辐射安全管理 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GD2200240

有效期：2021年07月26日至 2026年07月26日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)

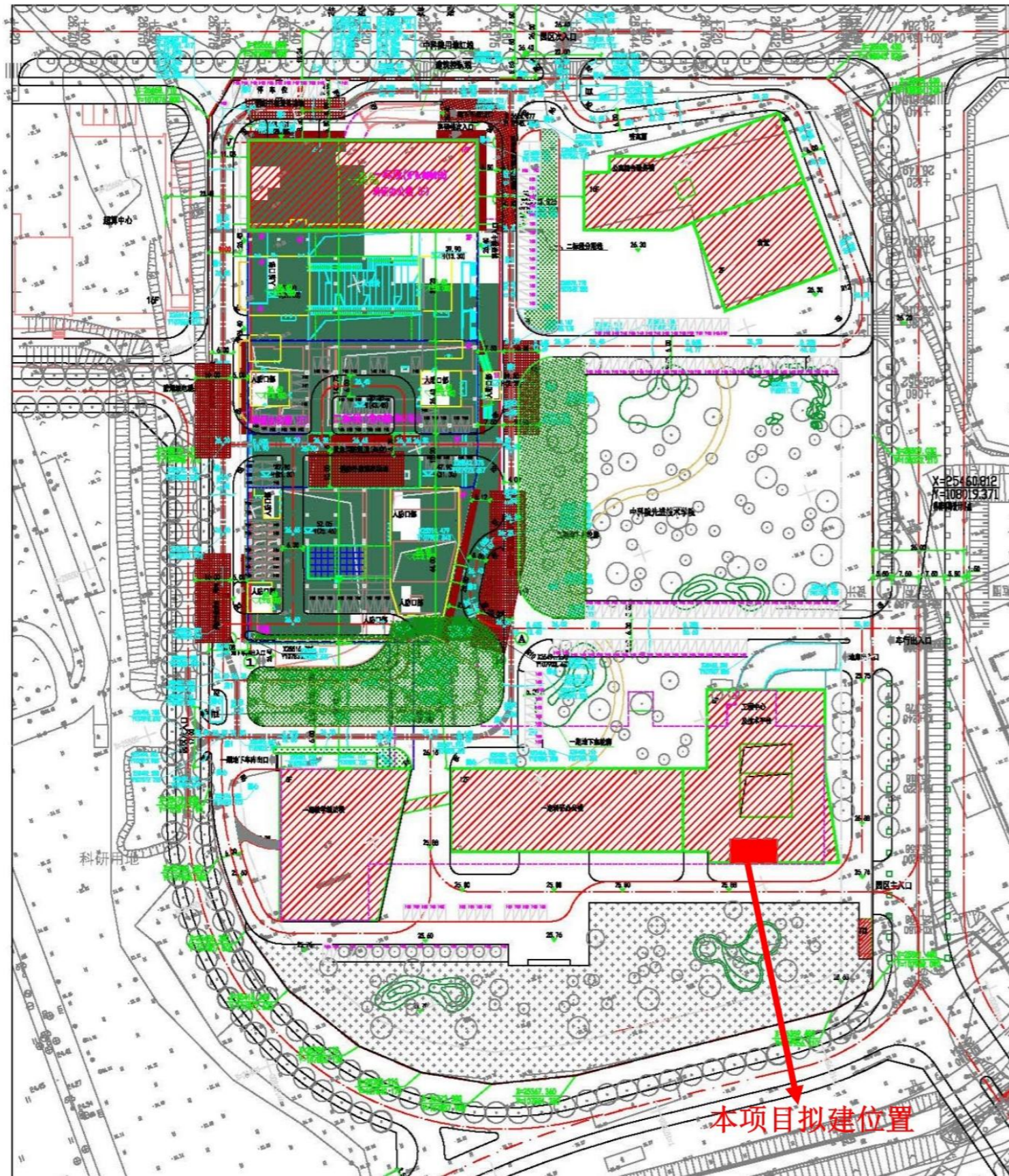


## 2022 年中国科学院深圳先进技术研究院 辐射安全考核成绩单

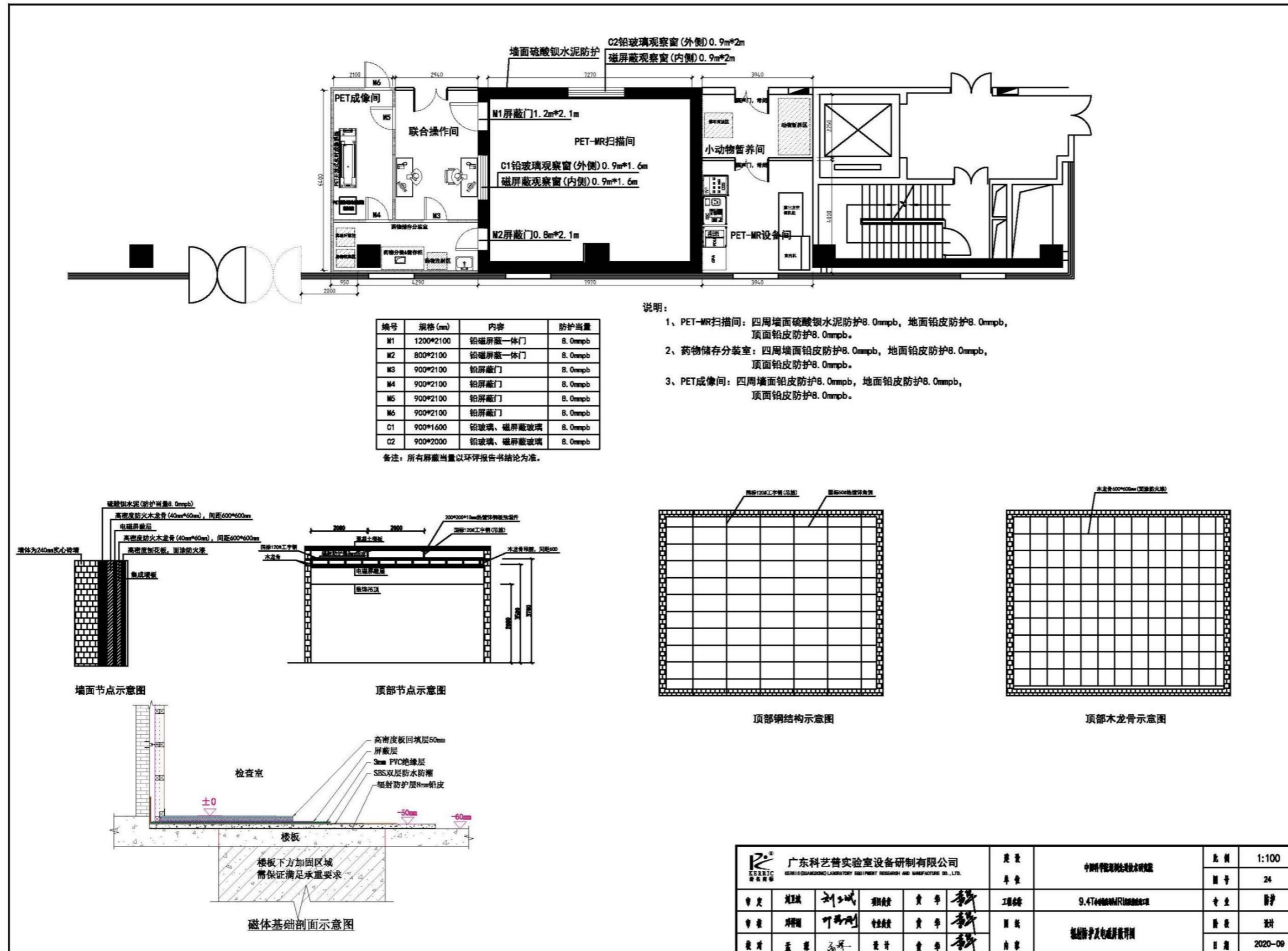
姓名	考试时间	成绩	结论
朱子尧	2022.08.10	120	合格
邝忠华	2022.08.10	120	合格
任宁	2022.08.10	120	合格
吴颖桐	2022.08.10	104	合格
杨文耀	2022.08.10	120	合格
高必敏	2022.08.10	114	合格
梁建辉	2022.08.10	120	合格
黄翠珊	2022.08.10	114	合格
金增光	2022.08.10	118	合格
刘勇	2022.08.10	112	合格
谢高生	2022.08.10	118	合格
产银萍	2022.08.10	120	合格
李云龙	2022.08.10	118	合格
陈慧雯	2022.08.10	116	合格
洪序达	2022.08.10	118	合格
葛永帅	2022.08.10	112	合格
钱程	2022.08.10	118	合格
梁松林	2022.08.10	118	合格
张雪映	2022.08.10	120	合格
牛超群	2022.08.10	114	合格
李玲	2022.08.10	114	合格
王唐胜	2022.08.10	114	合格



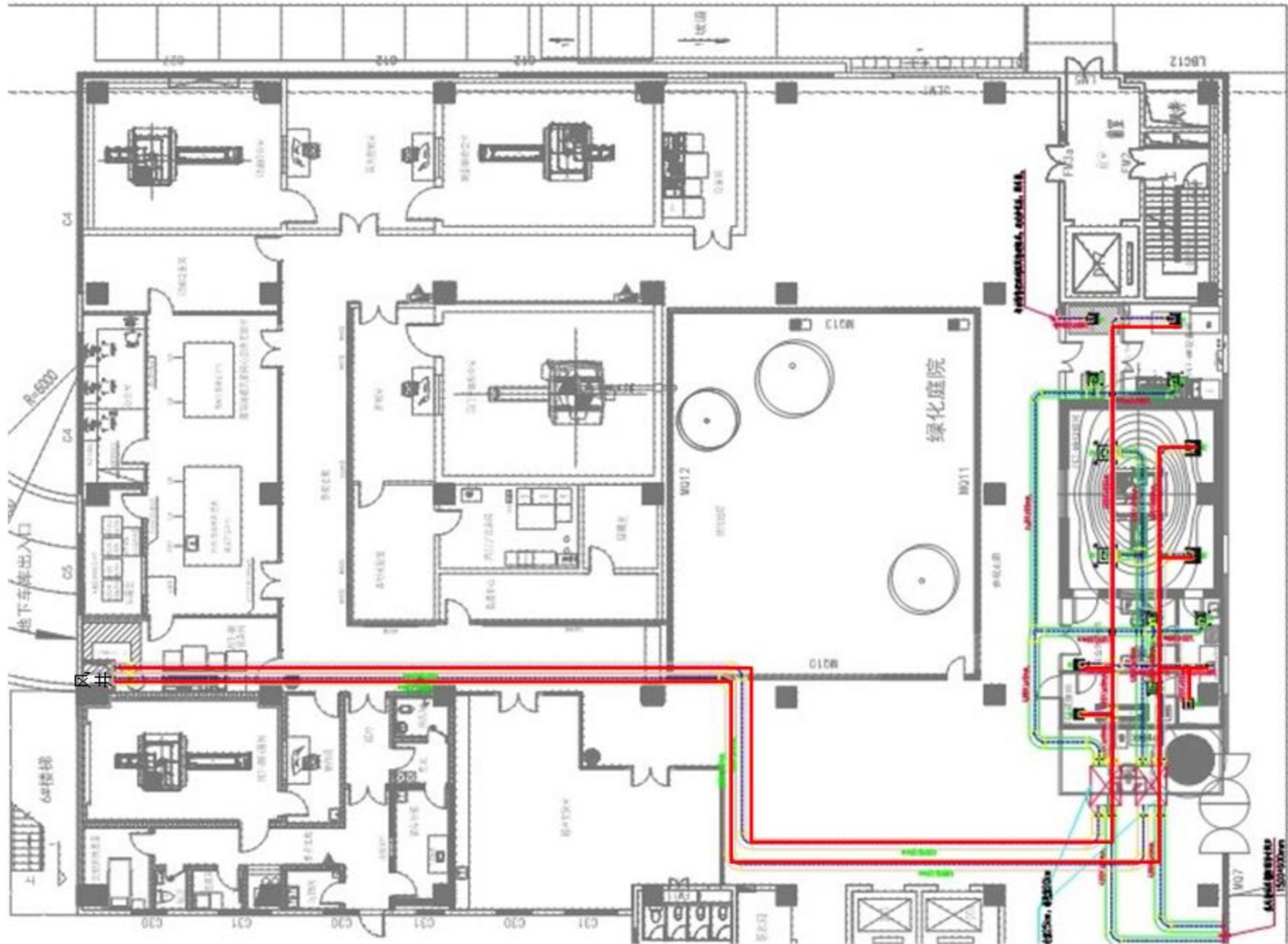
附图1 建设单位总平面图



附图2 屏蔽厚度图纸



附图3 排风图



### 建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：中国科学院深圳先进技术研究院

填表人（签字）：孙佳峰

项目经办人（签字）：孙佳峰

建设项目	项目名称		中国科学院深圳先进技术研究院核技术利用扩建项目		项目代码		建设地点		深圳市南山区西丽深圳大学城学苑大道 1068 号					
	行业类别（分类管理名录）		核技术利用项目		建设性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造		项目厂区中心经度/纬度					
	设计生产能力		在先进院区 C 区一楼将原光学电镜实验室建设成小动物影像试验室，用于科研人员进行试验研究。小动物影像试验室建设 1 间小动物 PET/MR 扫描间、1 间小动物 PET 成像间和药物储存分装室等，在小动物 PET/MR 扫描间内安装使用 1 台小动物试验用小型 PET/MR 用于显像诊断，在小动物 PET 成像间安装 1 台小动物实验用小型 PET 扫描仪用于显像诊断。使用核素 <sup>18</sup> F 进行影像诊断，日等效最大操作量为 2.22×10 <sup>6</sup> Bq、年最大用量为 4.44×10 <sup>11</sup> Bq；配套利用原已环评审批的 2 枚 <sup>68</sup> Ge 放射源（活度为 7.4×10 <sup>7</sup> Bq/枚）用于图像质控校正和 2 枚 <sup>22</sup> Na 放射源（活度为 3.7×10 <sup>6</sup> Bq/枚）用于系统质控，均属于 V 类放射源。小动物影像试验室属于丙级非密封放射性物质工作场所。 本次验收内容如下：1 间小动物 PET/MR 扫描间、1 间小动物 PET 成像间和药物储存分装室等，在小动物 PET/MR 扫描间内安装使用 1 台小动物试验用小型 PET/MR 用于显像诊断，在小动物 PET 成像间安装 1 台小动物实验用小型 PET 扫描仪用于显像诊断。使用核素 <sup>18</sup> F 进行影像诊断，日等效最大操作量为 2.22×10 <sup>6</sup> Bq、年最大用量为 4.44×10 <sup>11</sup> Bq；配套利用原已环评审批的 2 枚 <sup>68</sup> Ge 放射源（活度为 7.4×10 <sup>7</sup> Bq/枚）用于图像质控校正和 2 枚 <sup>22</sup> Na 放射源（活度为 3.7×10 <sup>6</sup> Bq/枚）用于系统质控，均属于 V 类放射源。小动物影像试验室属于丙级非密封放射性物质工作场所		实际生产能力		在先进院区 C 区一楼将原光学电镜实验室建设成小动物影像试验室，用于科研人员进行试验研究。小动物影像试验室建设 1 间小动物 PET/MR 扫描间、1 间小动物 PET 成像间和药物储存分装室等，在小动物 PET/MR 扫描间内安装使用 1 台小动物试验用小型 PET/MR 用于显像诊断，在小动物 PET 成像间安装 1 台小动物实验用小型 PET 扫描仪用于显像诊断。使用核素 <sup>18</sup> F 进行影像诊断，日等效最大操作量为 2.22×10 <sup>6</sup> Bq、年最大用量为 4.44×10 <sup>11</sup> Bq；小动物影像试验室属于丙级非密封放射性物质工作场所。 本次验收内容如下：1 间小动物 PET/MR 扫描间、1 间小动物 PET 成像间和药物储存分装室等，在小动物 PET/MR 扫描间内安装使用 1 台小动物试验用小型 PET/MR 用于显像诊断，在小动物 PET 成像间安装 1 台小动物实验用小型 PET 扫描仪用于显像诊断。使用核素 <sup>18</sup> F 进行影像诊断，日等效最大操作量为 2.22×10 <sup>6</sup> Bq、年最大用量为 4.44×10 <sup>11</sup> Bq；小动物影像试验室属于丙级非密封放射性物质工作场所		环评单位		广州达盛检测技术服务有限公司			
	环评文件审批机关		广东省生态环境厅		审批文号		粤环审〔2020〕287 号		环评文件类型		报告表			
	开工日期		2021 年 1 月		竣工日期		2024 年 5 月		排污许可证申领时间		/			
	环保设施设计单位		广东科艺普实验室设备研制有限公司		环保设施施工单位		武汉科贝科技股份有限公司		本工程排污许可证编号		/			
	验收单位		中国科学院深圳先进技术研究院		环保设施监测单位		广州达盛检测技术服务有限公司		验收监测时工况		/			
	投资总概算（万元）		3500		环保投资总概算（万元）		220		所占比例（%）		6.3%			
	实际总投资		3450		实际环保投资（万元）		200		所占比例（%）		5.7%			
	废水治理（万元）		/		废气治理（万元）		/		噪声治理（万元）		/		绿化及生态（万元） / 其他（万元） /	
新增废水处理设施能力		/		新增废气处理设施能力		/		年平均工作时		/				
运营单位		中国科学院深圳先进技术研究院		运营单位社会统一信用代码（或组织机构代码）		121000007178261921		验收时间		2024 年 5 月				
污染物排放达标与	污染物	原有排放量(1)	本期工程实际排放浓度(2)	本期工程允许排放浓度(3)	本期工程产生量(4)	本期工程自身削减量(5)	本期工程实际排放量(6)	本期工程核定排放总量(7)	本期工程“以新带老”削减量(8)	全厂实际排放总量(9)	全厂核定排放总量(10)	区域平衡替代削减量(11)	排放增减量(12)	
	废水													



总量控制 (工业建设项目 详细填)	化学需氧量													
	氨氮													
	石油类													
	废气													
	二氧化硫													
	烟尘													
	工业粉尘													
	氮氧化物													
	工业固体废物													
	与项目有关 的其他特征 污染物	工作人员辐射剂量 mSv/a										<5		
		公众个人辐射剂量 mSv/a										<0.1		

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少。2、(12)=(6)-(8)-(11)，（9）=(4)-(5)-(8)-(11)+（1）。3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升