

阜外华中心血管病医院核技术应用项目 竣工环境保护验收监测报告表



建设单位：阜外华中心血管病医院

编制单位：阜外华中心血管病医院

二〇二三年八月

目录

1 前言	1
2 综述	4
2.1 验收监测依据	4
2.2 验收目的	4
2.3 验收标准	5
2.4 保护目标	12
3 项目概况	13
3.1 核技术利用现状	13
3.2 本次竣工验收项目内容概况	16
3.3 项目建设内容及规模	16
4 环境影响评价文件回顾	41
4.1 环境影响评价结论	41
4.2 环境影响审批文件要求	42
5 验收监测	44
5.1 监测内容	44
5.2 监测分析方法和监测仪器	44
5.3 质量控制措施	44
5.4 质量保证措施	45
5.5 验收监测结果及分析	45
5.6 小结	72
6 个人剂量	73
6.1 职业工作人员个人剂量	73
6.2 公众人员	75
7 辐射环境管理检查	76
7.1 项目三同时执行情况	76
7.2 环境保护设施建设及运行情况	76
7.3 辐射安全管理及防护措施落实情况	77
7.4 环评文件污染防治措施落实情况	80
7.5 环评批复文件环保措施落实情况	81
8 结论和建议	83

8.1 结论	83
8.2 建议	83
附录	84
附录一 批复文件	84
附录二 辐射安全许可证正副本	88
附录三 辐射安全与环境保护管理委员会成立文件	94
附录四 辐射事故应急预案及演练记录	96
附录五 辐射安全管理制度	107
附录六 辐射工作人员培训名单	145
附录七 个人剂量报告	151
附录八 检测报告	194

1 前言

阜外华中心血管病医院是由中国医学科学院阜外医院、国家心血管病中心与河南省人民政府合作共建，依托河南省人民医院，按照国家三级甲等心血管病医院标准和现代医院管理制度要求建设的非营利性公立医院。

2015年3月29日，河南省人民政府与阜外医院、国家心血管病中心签署协议，依托河南省人民医院，双方合作共建阜外华中心血管病医院、国家心血管病中心华中分中心，在心血管病预防、诊疗、科研、人才培养及医院管理等各方面开展全方位合作，打造立足河南、服务中原、辐射华中的高水平、现代化的心血管病医疗中心，是国家心血管病中心在全国布局的唯一分中心国家心血管病中心华中分中心所在地。

2017年12月16日阜外华中心血管病医院正式开诊。医院坐落于河南省会郑州市郑东新区阜外大道1号，总用地面积253.13亩，建筑面积40.38万平方米，总投资34亿元。编制床位1000张，其中重症监护床位132张（成人心血管外科重症监护床位60张、儿童心脏中心重症监护床位30张、冠心病重症监护床位24张、综合重症监护床位18张）。医院拥有15个临床学科，其中国家临床重点专科9个、河南省医学重点学科11个。医院现有职工1258人，其中博士研究生76人，硕士研究生283人；高级职称专家130人；享受国务院特殊津贴专家和省管专家7人。

2017年5月阜外华中心血管病医院委托瑞能（河南）科技有限公司，开展核技术应用项目环境影响评价。2017年10月31日，河南省环境保护厅以豫环审[2017]214号文件《河南省环境保护厅关于河南省人民医院阜外华中心血管病医院核技术应用项目环境影响报告表的批复》对该项目进行了审批。

2017年11月，医院开始机房辐射防护施工，2018年1月阜外华中心血管病医院陆续完成机房辐射防护施工和设备安装，2018年1月12日首次取得河南省环境保护厅颁发的辐射安全许可证后开始设备调试，2018年9月16日后部分射线装置及场所正式投入使用。本项目建设内容为：II类射线装置3台，均为数字减影血管造影机（以下简称“DSA”）；III类射线装置3台，2台SPECT-CT、1台PET-CT；乙、丙非密封放射物质工作场所（使用核素氟-18、锝-99m）。本次验收项目总投资5355万，环保投资490万，占总投资的9.1%。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律、法规要求，阜外华中心血管病医院自行进行本项目的竣工验收工作，在现场调查、监测基础上编制完成

《阜外华中心血管病医院核技术应用项目竣工环境保护验收监测报告表》，项目基本情况见表 1-1。

表 1-1 项目基本情况表

项目名称	核技术应用项目				
建设单位	阜外华中心血管病医院				
建设地点	河南省郑州市郑东新区阜外大道 1 号				
法人代表	邵凤民	联系人	陈涛	联系电话	13607692786
建设性质	新建				
环评单位	瑞能（河南）科技有限公司				
环评审批机关	河南省环境保护厅		批准文号	豫环审[2017]214 号	
验收单位	阜外华中心血管病医院				
总投资（万元）	20000		环保投资（万元）		800

环评批复内容	（1）拟购II类射线装置数字减影血管造影装置 18 台（参数均为 150kV/1000mA，其中病房楼三层 DSA 中心 3 台，门诊门诊医技楼四层手术部 2 台，门诊门诊医技楼三层 DSA 中心 12 台，华中分中心 C 楼负一楼东南角 1 台）； （2）拟购III类射线装置 24 台（DR 机 6 台、CT 机 9 台、数字胃肠机 1 台、乳腺机 1 台、双能 X 线骨密度仪 1 台、C 臂机 3 台、PET-CT 机 1 台、SPE-CT2 台）； （3）在病房楼一楼建设核医学科，为乙级非密封放射性物质工作场所。使用非密封放射性同位素 8 种，分别为：Tc-99m 日等效最大操作量 1.11+9Bq,年最大用量 2.78+13Bq；I-131 日等效最大操作量 5.55+8Bq，年最大用量 1.724+12Bq；F-18 日等效最大操作量 5.55+5Bq，年最大用量 4.81+11Bq；N-13 日等效最大操作量 5.55+7Bq，年最大用量 1.39E+1.39+12Bq；C-11 日等效最大操作量 1.85+7Bq，年最大用量 9.25+10Bq；Ga-68 日等效最大操作量 1.85+7Bq，年最大用量 9.25+10Bq；Sr-89 日等效最大操作量 1.85+8Bq，年最大用量 4.63+11Bq；Sm-153 日等效最大操作量 2.96+7Bq，年最大用量 1.48+10Bq； （4）拟购 V 类放射源 4 枚，其中 3 枚用于西门子 SPE-CT 刻度校准（2 枚 Co-57，1 枚 Gd-153）1 枚 Co-57 用于 GE 公司 SPE-CT 刻度校准。	开工时间	2017.11
往期验收内容	（1）使用 II 类射线装置数字减影血管造影装置 10 台，其中门诊医技楼三层 DSA 中心 8 台（3 台参数 150kV/1000mA，5 台参数 125kV/1000mA），门诊医技楼四层手术部 2 台（参数 125kV/1000mA）； （2）使用 III 类射线装置 16 台，包括 3 台 CT、2 台 ECT、3 台 DR、1 台胃肠机、1 台乳腺机、1 台双能 X 线骨密度仪、4 台移动 DR、1 台移动小 C 臂； （3）在病房楼一楼建设核医学科，为乙级非密封放射性物质工作场所，使用非密封放射性同位素 8 种，分别为：Tc-99m 日等效最大操作量 1.11+9Bq,年最大用量 2.78+13Bq；I-131 日等效最大操作量 5.55+8Bq，年最大用量 1.724+12Bq。	验收时间	2019.01

	(4) 使用 V 类放射源 4 枚，其中 3 枚用于西门子 SPE-CT 刻度校准（2 枚 Co-57，1 枚 Gd-153），1 枚 Co-57 用于 GE 公司 SPE-CT 刻度校准		
	使用 III 类射线装置 10 台，包括 2 台 CT、3 台 DR、4 台移动 DR、1 台车载 DR；	验收时间	2023.01
本次验收内容	(1)使用 II 类射线装置数字减影血管造影装置 3 台，均位于门诊医技楼三层介入中心（3 台参数 125kV/1000mA） (2)使用 III 类射线装置 3 台，包括 2 台 SPECT-CT、1 台 PET-CT（均已备案）； (3)在病房楼一楼建设核医学科，为乙级非密封放射性物质工作场所，使用非密封放射性同位素 1 种，为：F-18 日等效最大操作量 5.55+5Bq、Sr-89 日等效最大操作量 1.85+9Bq。 (4)使用 V 类放射源 4 枚，2 枚 Ge-68，2 枚 Co-57，用于设备刻度校准（均已备案）。	正式投入运行时间	2023.7.16
		开工时间	2023.04

2 综述

2.1 验收监测依据

2.1.1 环保法规

- 1、《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日起实施；
- 2、《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日施行；
- 3、《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；
- 4、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部第18号令，2011年4月28日；
- 5、《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22日；
- 6、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环保部令第47号，2017年12月12日；
- 7、关于发布《射线装置分类办法》的公告，国家环境保护部公告2017年第66号，2017年12月5日；
- 8、关于发布《放射性废物分类》的公告，环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告2017年第65号，2017年12月1日；
- 9、《河南省辐射污染防治条例》，2015年11月河南省第十二届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过，2016年3月1日起施行；
- 10、关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》的公告，生态环境部公告，公告2018年第9号，2018年5月15日。

2.2 验收目的

- 1、通过该项目区域环境的辐射环境现状监测和调查，检查项目实际环境影响是否和预测评价结果一致，并评价污染防治措施的有效性；
- 2、分析判断该项目自运行以来是否造成辐射污染，以及对周围辐射环境的影响范围和程度，对存在或潜在的环境问题提出可行的补救措施和应急措施；
- 3、对照建设项目环境影响评价文件及其批复检查项目工程组成，核实该项目所采取的辐射防护及管理措施的落实情况，并提出今后有关辐射防护的重点对象和建议，为建设部门和管理部門搞好放射环境管理提供科学依据。

2.1.2 验收技术标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
2. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
3. 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）；
4. 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；
5. 《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）；
6. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；
7. 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；
8. 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）；
9. 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）；
10. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；
11. 《表面污染测定 第一部分 B 发射体（ $E_{\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）；
12. 《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）；
13. 《非密封放射性物质医学应用场所监督检查技术程序》（NNSA HQ-08-JD-IP-030）；
14. 《数字减影血管造影 X 射线装置(DSA)监督检查技术程序》（NNSA HQ-08-JD-IP-035）
15. 《III类医用射线装置监督检查技术程序》（NNSA HQ-08-JDIP-036）。

2.1.3 项目资料

- 1、《河南省人民医院阜外华中心血管病医院核技术应用项目环境影响报告表》，瑞能（河南）科技有限公司，2017年7月；
- 2、《河南省环境保护厅关于河南省人民医院阜外华中心血管病医院核技术应用项目环境影响报告表的批复》，河南省环境保护厅（豫环审[2017]214号），2017年10月31日；
- 3、验收检测报告，江西福康职业卫生技术服务有限公司，2023年7月。

2.3 验收标准

1、核医学部分

- （1）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》（GB 18871-2002），非密封放射性物质工作场所的表面污染控制水平见表 2-1。

表 2-1 工作场所的放射性表面污染控制水平 单位：Bq/cm²

表面类型		β放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4×10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 ⁻¹
1) 该区内的低污染子区除外。		

（2）周围剂量当量率

①根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021），要求如下：

a.距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10μSv/h；

b.放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25μSv/h；

c.固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。

②根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），CT 机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μSv/h。

（3）场所安全措施要求

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021），要求如下：

6.2.1 核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。

6.2.2 操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其他患者和医护人员的照射。

6.2.3 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。

6.2.4 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监

测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。

6.2.6 粒籽源植入场所应配备辐射监测仪器，手术结束后应对手术床及周边区域进行辐射水平监测，以排除粒籽源在手术植入过程中遗漏或丢失。

6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。

6.3 密闭和通风要求

6.3.1 核医学工作场所应保持有良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

6.3.3 碘-131 治疗病房应设有单独的通风系统，病房的门窗应有封闭措施，保持治疗区域内的负压，治疗区域内的空气应经单独的排气管道有组织排放。

6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。

6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。

（4）放射性废物的管理

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021），要求如下：

7.1 一般要求

7.1.1 应根据核医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素的种类、半衰期、活度水平和理化性质等，按放射性废物分类要求将放射性废物进行分类收集和分别处理。

7.1.2 应按照废物最小化的原则区分放射性废物与解控废物。不能混同处理，应尽量控制和减少放射性废物产生量。

7.1.3 核医学实践中产生的短寿命放射性废物，应尽量利用贮存衰变的方法进行处理，待放射性核素活度浓度满足解控水平后，实施解控。不能解控的放射性废物，应送交有资质的放射性废物收贮或处置机构进行处理。

7.1.4 应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账，做好记录并存档备案。

7.2 固体放射性废物的管理

7.2.1 固体放射性废物收集

7.2.1.1 固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。

7.2.1.2 含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。

7.2.1.3 放射性废物每袋重量不超过 20kg。装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存。

7.2.2 固体放射性废物贮存

7.2.2.1 产生少量放射性废物和利用贮存衰变方式处理放射性废物的单位，经审管部门批准可以将废物暂存在许可的场所和专用容器中。暂存时间和总活度不能超过审管部门批准的限制要求。

7.2.2.2 放射性废物贮存场所应安装通风换气装置，放射性废物中含有易挥发放射性核素的，通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。

7.2.2.3 废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋（桶），不同类别废物应分开存放。容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记记录。

7.2.2.5 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

7.2.3 固体放射性废物处理

7.2.3.1 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， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的、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；
- c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$ ，表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、其他 α 发射体应小于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时

间和监测结果等信息。

7.3 液态放射性废物的管理

7.3.1 放射性废液收集

7.3.1.1 核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变池或专用容器，收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生的放射性废液和事故应急时清洗产生的放射性废液，

7.3.1.2 核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射后的残留液和含放射性核素的其他废液应收集在专用容器中。含有长半衰期核素的放射性废液应单独收集存放，盛放放射性废液的容器表面应张贴电离辐射标志。

7.3.1.3 核医学工作场所的上水需配备洗消处理设备（包括洗消液），控制区和卫生通过间内的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等应选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染。头、眼和面部宜采用向上冲淋的流动水。

7.3.1.4 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。

7.3.2 放射性废液贮存

7.3.2.1 经衰变池和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求。衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要；衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。

7.3.2.3 核医学诊断和门诊碘-131 治疗场所，可设置推流式放射性废液衰变池。推流式衰变池应包括污泥池、衰变池和检测池。应采用有效措施确保放射性废液经污泥池过滤沉淀固形物，推流至衰变池，衰变池本体分为 3-5 级分隔连续式衰变池，池内设导流墙。污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。

7.3.3 放射性废液排放

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

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（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后。按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。

7.3.3.2 对于推流式衰变池贮存方式，所含核素半衰期大于 24 小时的，每年应对衰变池中的放射性废液进行监测，碘-131 和最长半衰期核素的放射性活度浓度应满足 GB 18871 附录 A 表 A1 的要求。

7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

7.4 气态放射性废物的管理

7.4.1 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。

7.4.2 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。

2、DSA 及III类射线装置部分

本次验收引用《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中以下条款：

①X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护和安全。

②每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2-2 的规定。

表 2-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积m²	机房内最小单边长度 m
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

③不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 2-3 的规定：

表 2-3 机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
标称 125kv 以上的摄影机房	3	2
标称 125kv 及以下的摄影机房、口腔 CT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2	1
透视机房、全身骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房（无头颅摄影）、乳房机房	1	1
介入 X 射线设备机房	2	2

CT 机房	2.5
-------	-----

④机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

⑤机房应设有观察窗或摄影装置，其设置的位置便于观察到受检者的状态及防护门开闭情况。

⑥机房内不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物。机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

⑦机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮误入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

⑧平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设置有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相同的门能有效联动。

⑨受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

⑩根据工作场所 X 射线的能量和强度的差异或按有关标准的要求，选用不同类型和铅当量的防护材料及用品。使用中的个人防护材料及用品每年应至少自行检查 1 次，防止因老化、断裂或损伤而降低防护质量，若发现老化、断裂或损伤应自行及时更换。

每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 1-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣；除介入防护手套外，防护用品和辅助设施的铅当量应不小于 0.25mmPb ；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb ；应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助设施的铅当量应不小于 0.5mmPb 。

表 1-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查 类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描 (隔室)	-	-	铅橡胶性腺防护 围裙(方形) 或方	-

			巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	
介入放射学 操作	介入放射铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙(方形) 或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	-

DSA 参照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）本次验收参照以下要求：透视防护区检测平面上周围剂量当量率：非直接荧光屏透视设备 $\leq 400 \mu\text{Sv/h}$ 。

3、个人剂量

本次验收引用《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）中以下条款：

①对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

②对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

③对于②所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。

④个人剂量档案除了包括放射工作人员平时正常工作期间的个人剂量记录外，还包括其在异常情况（事故或应急）下受到的过量照射记录。

⑤职业照射个人剂量档案终生保存。

4、剂量限值

①职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a ；

②公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a 。

2.4 保护目标

通过现场调查，本项目验收调查范围与环评阶段一致为各辐射工作场所周围 50m，验收调查范围内无居民区等环保目标，本项目保护目标与环评阶段一致，为医院的辐射工作人员、周围其他非辐射工作人员和公众。

3 项目概况

3.1 核技术利用现状

阜外华中心血管病医院已取得河南省环境保护厅颁发的辐射安全许可证，许可证号：豫环辐证[10636]，批准使用种类和范围：使用 V 类放射源；使用 II、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至：2027 年 12 月 12 日。具体包括：4 枚 V 类放射源，37 台射线装置（II 类射线装置 13 台、III 类射线装置 24 台），乙级非密封放射性物质工作场所一处，见表 3-1 至 3-3。

表 3-3 阜外华中心血管病医院已许可射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	使用位置	备注
1	DSA	InnovaIGS 520	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：医技楼 3 层 4#号手术室	环评批复豫环审环评:[2017]214 号；已于 2019 年 1 月委托核工业北京化工冶金研究院进行验收
2	DSA	TRINIAS	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：医技楼 3 层 2#号手术室	
3	DSA	Artisqbiplane	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：医技楼 3 层 6#号手术室	
4	DSA	TRINIAS	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：医技楼 3 层 3#号手术室	
5	DSA	TRINIAS	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：医技楼 3 层 1#号手术室	
6	DSA	UNIQFD20	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：医技楼 4 层 12#号手术室	
7	DSA	InnovaIGS 520	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：医技楼 3 层 5#号手术室	
8	DSA	UNIQFD20	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：医技楼 4 层 11#号手术室	
9	DSA	InnovaIGS 520	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：医技楼 3 层 9#号手术室	
10	DSA	InnovaIGS 520	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：医技楼 3 层 8#号手术室	
11	高档 CT	Brilliance CT	III 类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	放射科：医技楼二楼体检中心 CT 机房	
12	移动 DR	SiriusStarmobiletiara	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：/	
13	移动 DR	SiriusStarmobiletiara	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：/	
14	双能 X 线骨密度仪	PRIMUS	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：医技楼二楼体检中心骨密度机房	
15	乳腺机	MicrodoseSI	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：医技楼二楼体检中心乳腺机房	
16	DR	DigitalDiagnost65EN	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：医技楼二楼 17 号 DR 机房	
17	移动 DR	SiriusStarm	III 类	其他不能被豁免的 X	放射科：/	

		obiletiara		射线装置：诊断		
18	移动 DR	SiriusStarmobiletiara	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：/	
19	单板 DR	DigitalDiagnost65EN	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：医技楼一楼普放 1 号机房	备 案 号： 20224101000300000056；已于 2023 年 1 月自主验收验收
20	移动小 c 臂	OPESCOPEACTENO	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：医技楼 4 层 8.9.号手术室	环评批复豫环审环评:[2017]214 号；已于 2019 年 1 月委托核工业北京化工冶金研究院进行验收
21	CT	SOMATOM go.Top	III 类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	放射科：门诊一层 4 号 CT 室	备 案 号： 20224101000300000056；已于 2023 年 1 月自主验收验收
22	CT	uCT 960+	III 类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	放射科：门诊一层 7 号 CT 室	
23	DSA	IGS 330	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：介入中心 10 号	环评批复豫环 审 环 评:[2017]214 号；本次验收项目内容，建设开工时间 2017 年 11 月
24	DSA	IGS 320	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：介入中心 11 号	
25	DSA	neuAngio 30F	II 类	血管造影用 X 射线装置	介入科：介入中心 15 号	
26	CT	SOMATOM Force	III 类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	放射科：医技楼一楼 1 号 CT 室	备 案 号： 20224101000300000056；已于 2023 年 1 月自主验收验收
27	胃肠机	LuminosFusionFD	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：医技楼一层 05 号拍片室	环评批复豫环审环评:[2017]214 号；已于 2019 年 1 月委托核工业北京化工冶金研究院进行验收
28	DR	DigiEye 680	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：医技楼一层 04 号拍片室	
29	DR	uDR596i	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：医技楼一层 01 号拍片室	
30	移动 DR	M40-1A	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：/	
31	车载 DR	EX5000 SC-DDR	III 类	其他不能被豁免的 X 射线装置：诊断	放射科：体检车	备 案 号： 20224101000300000056；已于 2023 年 1 月自主验收

32	SPECT/CT	MM/CT 870	III类	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	核医学科：病房一层 02 机房	环评批复豫环审环环评:[2017]214 号；本次验收项目内容，建设开工时间 2017 年 11 月
33	SPECT/CT	NM/CT 670	III类	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	核医学科：病房一层 04 机房	备案号：：20224101000300000056；本次验收项目内容，建设开工时间 2022 年 8 月
34	心脏专用 SPET	DiscoveryN M530c	III类	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	核医学科：核医学科：病房一层 1 号机房	环评批复豫环审环环评:[2017]214 号；已于 2019 年 1 月委托核工业北京化工冶金研究院进行验收
35	PET-CT	Discovery Max+	III类	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	核医学科：PET-CT 机房	环评批复豫环审环环评:[2017]214 号；本次验收项目内容，建设开工时间 2017 年 11 月
36	CT	Spectral CT	III类	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	放射科：医技楼一层 5 号 CT 室	环评批复豫环审环；评:[2017]214 号；已于 2023 年 1 月自主验收
37	CT	Revolution Ace Es	III类	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	放射科：医技楼一层 2 号 CT 室	环评批复豫环审环；评:[2017]214 号；已于 2023 年 4 月自主验收

表 3-2 医院已许可放射性同位素一览表

序号	核素	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	场所等级	使用位置	是否开展	备注
1	^{99m} Tc	1.11E+9	2.78E+13	乙级	病房楼一楼核医学科	已开展	环评：豫环审[2017]214 号 ^{99m} Tc 和 ¹³¹ I 已验收，本次验
2	¹³¹ I	5.55E+8	1.724E+12	乙级		已开展	
3	¹⁸ F	5.55E+5	1.85E+11	丙级		已开展	
4	¹³ N	5.55E+7	4.81E+11	乙级		暂未开展	

5	^{11}C	1.85E+7	1.39E+12	丙级		暂未开展	收核素为 ^{18}F 、 ^{89}Sr
6	^{68}Ga	1.85E+7	9.25E+10	丙级		暂未开展	
7	^{89}Sr	1.85E+8	9.25E+10	乙级		已开展	
8	^{153}Sm	2.96E+7	4.63E+11	乙级		暂未开展	

表 3-3 医院已许可使用的放射源一览表

序号	核素	类别	总活度（贝 克）/活动（贝 克×枚数）	源编码	环评情况	验收情况
1	Co-57	V 类	1.17E+8	US18C7000045	环评：豫环审 [2017]214 号	已验收
2	Gd-153	V 类	3.7E+8	US18GD000015	环评：豫环审 [2017]214 号	已验收
3	Co-57	V 类	1.85E+6	US20C7000365	环评：豫环审 [2017]214 号	已验收
4	Co-57	V 类	7.4E+8	US20C7000355	环评：豫环审 [2017]214 号	已验收
5	Co-57	V 类	7.4E+8	US22C7000245	备案号： 20224101000300000055	本次验收
6	Co-57	V 类	7.4E+8	US22C7000255	备案号： 20224101000300000055	本次验收
7	Ge-68	V 类	3.5E+6	US22GE003925	备案号： 20224101000300000055	本次验收
8	Ge-68	V 类	5.5E+7	US22GE003915	备案号： 20224101000300000055	本次验收

3.2 本次竣工验收项目内容概况

本次验收监测的主要内容是使用 II 类射线装置数字减影血管造影装置 3 台，均位于门诊医技楼三层介入中心（3 台参数 125kV/1000mA）；使用 III 类射线装置 3 台，包括 2 台 SPECT-CT、1 台 PET-CT（均已备案）；在病房楼一楼建设核医学科，为乙级非密封放射性物质工作场所，使用非密封放射性同位素 1 种，为 ^{18}F 日等效最大操作量 $5.55\text{E}+5\text{Bq}$ 、 ^{89}Sr 日等效最大操作量 $1.85+9\text{Bq}$ ；使用 V 类放射源 4 枚，2 枚 Ge-68，2 枚 Co-57，用于设备刻度校准（均已备案）。

3.3 项目建设内容及规模

阜外华中心血管病医院位于河南省郑州市郑东新区阜外大道 1 号，医院北侧是工贸路，东侧是康庄路，南侧是阜外路，西侧是郑信路，医院地理位置见图 3.1。医院由门诊医技楼、病房楼、专家公寓、全科医生规范化培训基地、阜外华中分中心组成。门诊医技楼、住院楼由南向北依此布置在医院中部，专家公寓、全科医生规范化培训基地布置在医院西侧，阜外华中分中心在医院东侧，医院平面图见图 3.2。



图 3.1 医院地理位置图

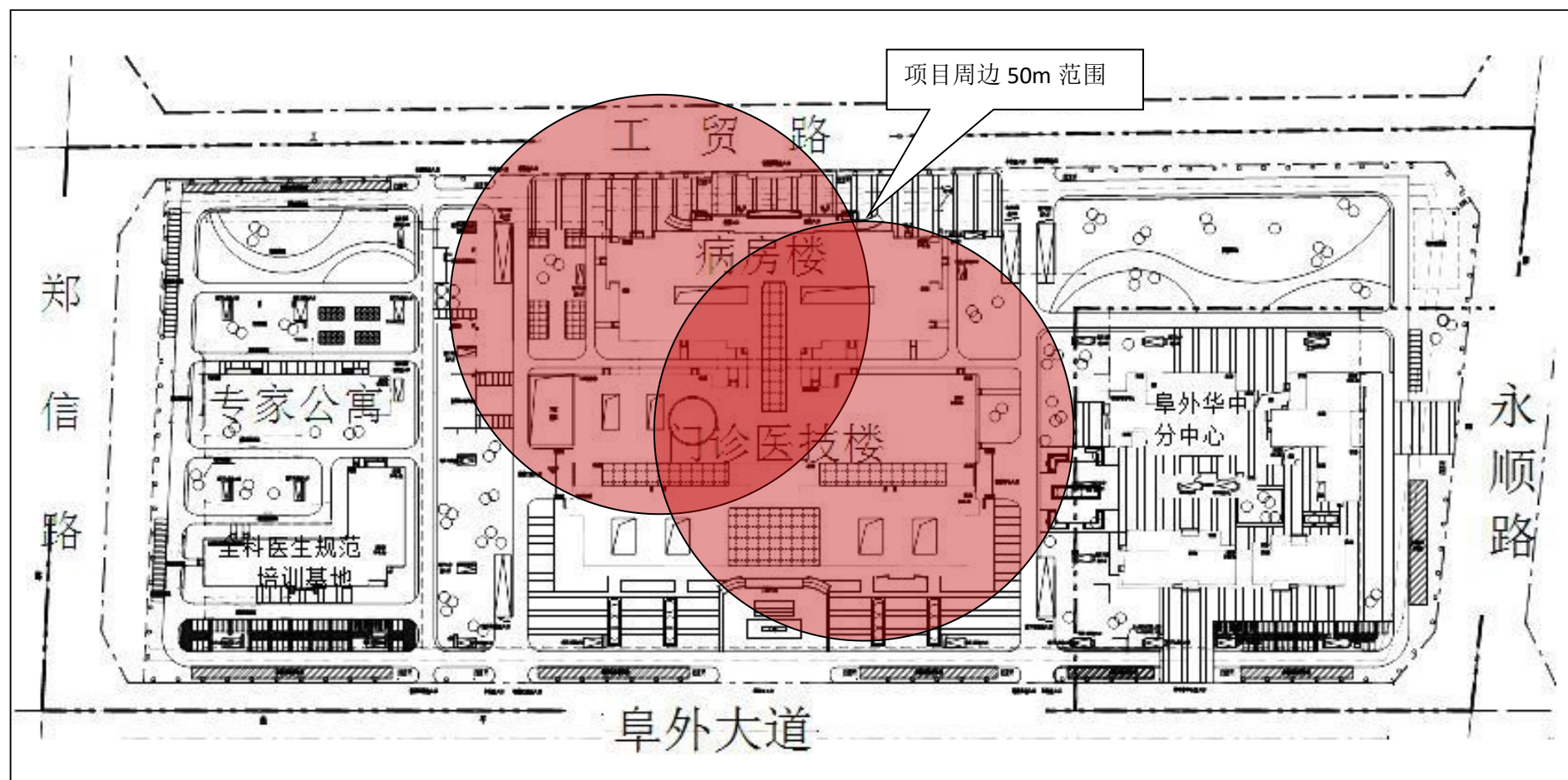


图 3.2 医院平面布置图

3.3.1 核医学科

1、核医学科平面布置

该项目核医学科位于病房楼的裙楼（该建筑地上共 17 层，高约 70m，地下共 2 层，核医学所在区域地上 5 层，高约 25m，地下 2 层）一层西南部，病房楼建筑东西两侧约 30 米范围内为大片空地，南侧为医院过道，紧邻门诊医技楼，东侧为病房楼的主楼，周边人员流动性较小；核医学科目前仅开展核素显像和甲亢治疗，核医学科所在建筑一层建筑平面布局图见图 3.3 内红框标注位置，核医学科位于病房楼裙楼的西南角区域。

核医学科平面布局如图 3.4 所示。核医学科楼上为心肺功能科及超声科，楼下为衰变池，东侧为病房楼的大厅、南侧西侧为室外空地、北侧为超市等公共区域。核医学科中部区域为核医学诊疗工作区（包括核素显像和核素治疗），主要包括：SPECT 候诊室、04 号 SPECT-CT 机房（机房内长宽为 9.3m×4.9m，有效使用面积为 45.5m²）、PET-CT 机房（机房内长宽为 8.8m×7.3m，有效使用面积为 64.2m²）、2 号 SPECT-CT 机房、1 号 SPECT 机房及其控制走廊，南侧区域为卫生通过间、储源室/放射性废物储存间、分装注射室、分装室、¹³¹I 给药室、患者注射室、运动负荷室兼抢救室、甲亢留观室、洁具间、PET 候诊室、PET 留观室、SPECT 留观室、注射后卫生间及工作人员通道等。核医学科东部和西部区域为工作人员工作区、接诊区和放射工作辅助区域，主要包括办公室、学习室、值班室、诊室、护士站、注射前候诊区等；医院已在病房楼地下二层北部设置一个三级并联式的衰变池（共 4 个衰变池，其中 1 作为沉降池使用，平时仅使用其中 3 个）专门用于收集贮存核医学产生的放射性废水（排水管道布设在地下，排水管道均由铅皮包裹）

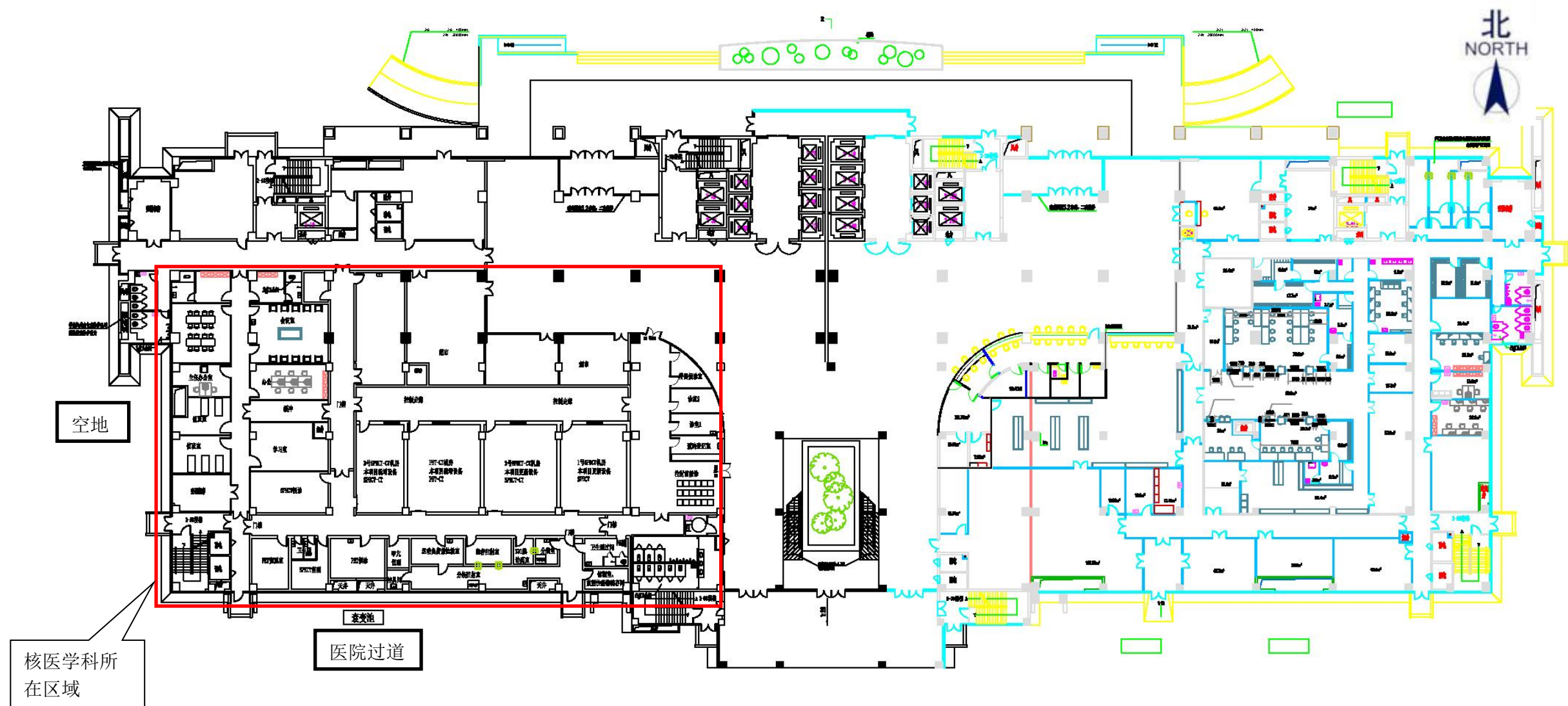


图 3.3 核医学科所在建筑平面布局示意图

2、通道划分

核医学单元工作场所设置专门的人流通道（工作人员和受检者或患者通道）和药物通道，并规定了通行的路线和方向，核医学科控制区患者出入口设置门禁系统。

（1）工作人员通道

工作人员从病房楼大厅进入核医学科，设备操作人员沿医护通道向北进入控制走廊，工作结束后原路返回；药物操作人员向南经卫生通过间更换工作服后进入储源室、注射室和分装室，进行药物接收、活度测量、分装等操作，并在给药窗口进行药物注射（或指导甲亢患者服药）；工作结束后原路返回，至缓冲区（卫生通过间）洗手并经表面污染监测合格后离开放射工作区。

（2）受检者或患者通道

核素检查受检者、核素治疗治疗患者根据预约从病房楼大厅进入注射前候诊区进行准备，根据工作人员叫号从东侧门禁分别进入注射室（患者）、负荷室、药物注射或口服，接受药物后，核素治疗患者经西侧患者出口离开核医学科；核素检查受检者进入注射后候诊室等候，检查前按检查要求至受检者卫生间排尽小便，根据工作人员叫号至 SPECT-CT、SPECT 机房或 PET-CT 机房进行扫描检查，扫描时间约 20min，检查完毕留观后经西侧患者出口离开核医学科。

（3）放射性药物通道

药物由送药单位在每天医院上班前经注射室南侧门进入核医学科，暂存于储源室或通风橱内。

3、工作场所分区

控制区：射线装置机房、 ^{99m}Tc 患者候诊室、卫生通过间、储源室/放射性废物储存间、分装注射室、甲亢服药室、患者注射室、运动负荷室兼抢救室、甲亢留观室、 ^{99m}Tc 患者留观室、洁具间、PET 候诊室、PET 留观室、注射后卫生间及工作人员通道等。

对于控制区，阜外华中心血管病医院已采取专门的防护手段和安全措施以便控制正常照射，并防止潜在照射或限制其程度。如在核医学科入口设置门禁系统、工作人员入口处设置门锁，防止无关人员进入；在核医学科出入口、控制区各场所设

置电离辐射警告标志；对给药后的受检者和患者进行严格管理，不允许其随便出入；不允许无关人员滞留给药后候诊区；患者使用的棉球等物品，及时清理作为固体废物暂存，排泄物、呕吐物等由专用卫生间排入衰变池内。

监督区：办公室、学习室、值班室、诊室、护士站、注射前候诊区、控制走廊、放射工作辅助区域、地下车库及楼上心肺功能科等控制区四周墙体外可到达区域。

对监督区不采取专门的防护手段和安全措施，但应定期对该区的辐射剂量进行监测和评价。

根据以上对核医学工作场所布局和人员进出路线的分析可知，该项目核医学科设置在相对独立的工作区域，路径设置合理，平面布局能够满足核医学诊疗工作流程的需要。

4、核医学科核素使用

核医学科本次验收内容为：核医学科乙级工作场所及使用的放射性同位素 ¹⁸F、⁸⁹Sr；使用的校准源 2 枚 ⁵⁷Co，2 枚 ¹⁵³Gd；使用的射线装置的 1 台 SPECT、1 台 PET-CT。

核医学科现已开展的核素使用情况为：^{99m}Tc 显像检查最多 100 人次每天，每人每次使用的核素活度在 5mCi~30mCi，每周 500 人次，每年 25000 人次；¹³¹I 甲亢每天最多治疗 10 人次，每人每次使用的核素活度在 2mCi~10mCi，每周安排 1 天，每年治疗 500 人。由此可计算出核医学科最大日等效操作量，见表 3-4。

表 3-4 核医学科同位素实际使用与批复对照表

项目	环评批复		实际使用		对照情况
核素名称	^{99m} Tc、 ¹³¹ I、 ¹⁸ F、 ¹³ N、 ¹¹ C、 ⁶⁸ Ga、 ⁸⁹ Sr、 ¹⁵³ Sm		^{99m} Tc、 ¹³¹ I、 ¹⁸ F、 ⁸⁹ Sr、		未超出环评批复范围
日等效最大操作量	^{99m} Tc	1.11E+09Bq	^{99m} Tc	1.11E+09Bq	未超出环评批复范围
	¹³¹ I	5.55E+8Bq	¹³¹ I	3.7E+08Bq	
	¹⁸ F	5.55E+5Bq	¹⁸ F	5.55E+5Bq	
	⁸⁹ Sr	1.85E+8Bq	⁸⁹ Sr	1.85E+8Bq	

5、核医学科屏蔽防护措施

核医学科各功能房间均进行了防护施工，且配备有通风橱、铅桶、独立下水系统、衰变池、独立通风系统等配套的环保设施，具体情况见表 3-5。

表 3-5 核医学科防护及环保设施表

项目	环评批复的方案	实际建设	对照情况
1 号 SPECT	四周墙体均为 37cm 混凝土砖附	四周墙体均为 37cm 混凝土砖附	防护能力

项目	环评批复的方案	实际建设	对照情况
机房、2号 SPECT-CT 机房	加1cm防护涂料，顶棚和地坪均为12cm混凝土附加2cm防护涂料，防护门均内衬4mm铅板，观察窗为4mmPb的铅玻璃。	加1cm防护涂料，顶棚和地坪均为12cm混凝土附加2cm防护涂料，防护门均内衬4mm铅板，观察窗为4mmPb的铅玻璃。	一致
PET-CT 机房	四周墙体均为37cm混凝土砖+1cm防护涂料，顶棚为12cm混凝土+13mm铅板，地坪为12cm混凝土+7cm防护涂料，防护门均内衬8mm铅板，观察窗为8mmPb的铅玻璃。	四周墙体均为37cm混凝土砖+1cm防护涂料，顶棚为12cm混凝土+13mm铅板，地坪为12cm混凝土+7cm防护涂料，防护门均内衬8mm铅板，观察窗为8mmPb的铅玻璃。	防护能力一致
4号 SPECT-CT 机房	四周墙体均为24cm实心砖附加2cm硫酸钡防护涂料，顶棚和地坪均为12cm混凝土附加3cm硫酸钡防护涂料，防护门均内衬4mm铅板，观察窗为4mmPb的铅玻璃。	四周墙体均为24cm实心砖附加2cm硫酸钡防护涂料，顶棚和地坪均为12cm混凝土附加3cm硫酸钡防护涂料，防护门均内衬4mm铅板，观察窗为4mmPb的铅玻璃。	防护能力一致
注射室	四周墙体均为24cm混凝土砖附加8cm防护涂料，顶棚为12cm混凝土附加8mm铅板，地坪为12cm混凝土附加5cm防护涂料，防护门内衬6mm铅板。	四周墙体均为24cm混凝土砖附加8cm防护涂料，顶棚为12cm混凝土附加8mm铅板，地坪为12cm混凝土附加5cm防护涂料，防护门内衬6mm铅板。	防护能力一致
负荷室、 抢救室	四周墙体均为24cm混凝土砖，顶棚和地坪均为12cm混凝土，防护门内衬4mm铅板。	四周墙体均为24cm混凝土砖，顶棚和地坪均为12cm混凝土，防护门内衬4mm铅板。	防护能力一致
甲亢留观室	四周墙体均为24cm实心砖，顶棚和地坪均为12cm混凝土，防护门内衬4mm铅板。	四周墙体均为24cm实心砖，顶棚和地坪均为12cm混凝土，防护门内衬4mm铅板。	防护能力一致
^{99m} Tc 患者 留观室	四周墙体均为24cm混凝土砖，顶棚和地坪均为12cm混凝土，防护门内衬4mm铅板	四周墙体均为24cm混凝土砖，顶棚和地坪均为12cm混凝土，防护门内衬4mm铅板	防护能力一致
^{99m} Tc 注射 后候诊室	东墙和南墙均为24cm实心砖，西墙为24cm实心砖附加20mm硫酸钡防护涂料，北墙为24cm	东墙和南墙均为24cm实心砖，西墙为24cm实心砖附加20mm硫酸钡防护涂料，北墙为24cm	防护能力一致

项目	环评批复的方案	实际建设	对照情况
	实心砖附加 60mm 硫酸钡防护涂料。顶棚和地坪均为 12cm 混凝土附加 70mm 硫酸钡防护涂料，防护门内衬 2mm 铅板。	实心砖附加 60mm 硫酸钡防护涂料。顶棚和地坪均为 12cm 混凝土附加 70mm 硫酸钡防护涂料，防护门内衬 2mm 铅板。	
PET 候诊室	四周墙体均为 24cm 混凝土砖附加 12cm 防护涂料，顶棚为 12cm 混凝土附加 21mm 铅板，地坪为 12cm 混凝土附加 13cm 防护涂料，防护门内衬 8mm 铅板	四周墙体均为 24cm 混凝土砖附加 12cm 防护涂料，顶棚为 12cm 混凝土附加 21mm 铅板，地坪为 12cm 混凝土附加 13cm 防护涂料，防护门内衬 8mm 铅板	防护能力一致
PET 留观室	四周墙体均为 24cm 混凝土砖附加 7cm 防护涂料，顶棚为 12cm 混凝土附加 13mm 铅板，地坪为 12cm 混凝土附加 7cm 防护涂料，防护门内衬 8mm 铅板	四周墙体均为 24cm 混凝土砖附加 7cm 防护涂料，顶棚为 12cm 混凝土附加 13mm 铅板，地坪为 12cm 混凝土附加 7cm 防护涂料，防护门内衬 8mm 铅板	防护能力一致
储源室	四周墙体均为 24cm 混凝土砖，顶棚和地坪均为 12cm 混凝土，防护门内衬 6mm 铅板。	四周墙体均为 24cm 混凝土砖，顶棚和地坪均为 12cm 混凝土，防护门内衬 6mm 铅板。	防护能力一致
活性区域与周围非活性区域边界	四周墙体均为 24cm 混凝土砖附加 10cm 防护涂料，顶棚为 12cm 混凝土附加 13mm 铅板，地坪为 12cm 混凝土附加 8cm 防护涂料，防护门内衬 8mm 铅板。	四周墙体均为 24cm 混凝土砖附加 10cm 防护涂料，顶棚为 12cm 混凝土附加 13mm 铅板，地坪为 12cm 混凝土附加 8cm 防护涂料，防护门内衬 8mm 铅板。	防护能力一致

6、放射性“三废”处理措施

核医学科放射性药物分装以及使用过程，可能会产生含放射性的固体废物、废液、废气，医院已分别采取以下方法进行处理。

（1）放射性废液

该项目放射性药物的主要使用方式是根据预约送药后给病人注射或口服，订购的药品几乎全部用完，若当次检查或治疗有放射性药物剩余，则应将其移入专用铅罐内，盖上铅盖，贴妥标签，注明放射性核素种类、放射性活度及日期妥善储存，后续统一由厂家回收处理。操作过程使用的器械、用具均系一次性使用，无需洗涤。只有当工作人员操作过程手部受到微量污染或清扫工作台面、地坪的清洁工具清洗时可能会有带有微量放射性的废液，这些废液中放射性含量是很少的。

医院已在病房楼北部地下二层设置一个三级并联式的槽式衰变池（共 4 个衰变

池，其中 1 作为沉降池使用，平时仅使用其中 3 个，内设通风装置）专门用于收集贮存核医学产生的放射性废水（排水管道布设在地下，排水管道均由铅皮包裹），符合 HJ 1188-2021 的标准要求。

每个衰变池（有专用的放射性废水收集泵，每个泵均设置于独立的空间内）的容积为 24m^3 ，总容积为 72m^3 ，通过远程控制提升泵排水。考虑到有生活粪便一并排出，在衰变池前设置化粪池以沉淀消化固化物。每个衰变池依次收集放射性废水，第一级收集泵收集废水时，其他几个收集泵进水阀门均关闭，第一个收集泵收集满时关闭进水阀门并打开第二个收集泵的进水阀门，依次操作，当第三个收集泵收集满时，对第一个收集泵内的水进行检测，符合排放标准即打开排水阀门进行排放。各阀门使用电脑远程控制操作。核医学科区域排水管道示意图如图 3.5 所示，衰变池排水管道示意图如图 3.6 所示。

按核医学科预计最大工作量：核素检查每年 18750 人次/年，平均每天 75 人次/天；根据建设单位提供资料：核素检查每人次产生废水 3L、工作人员清洁用水每天产生废水 30L 估算，工作人员每天去污用水 50L，则按最大工作量预估一天产生的平均废水量约为 0.305m^3 。每个衰变池收集满放射性废水实际约需 78 天，三个衰变池收集满实际约需 234 天。当第三个衰变池盛满时，第一衰变池中排入废水已贮存约 156 天，满足核素存放 10 个半衰期的要求。

（2）放射性废气该项目核医学科相关工作用房均设置有独立的排风系统，相关核素均为非气态物质，但在 ^{131}I 放射性药物相关操作过程可能会产生的少量含放射性核素的气体。

医院已在核医学科已设置有 2 套独立的排风系统；一套为通风橱内单独的排风管道，一套为其他控制区域共享一套排风管道。分装室及分装注射室各设置 1 个专用通风橱， ^{131}I 分装等放射性药物操作均在通风橱内进行，通风橱使用独立排风管道，排风管道经西北侧风井向上至屋顶，高出建筑楼顶，排风口均设置活性炭过滤装置（定期更换下来的活性炭过滤装置按照放射性固体废物处理），通风橱使用独立排风管道，符合 HJ 1188-2021 的标准要求；工作条件下通风速率分别为 0.9m/s 和 0.7m/s ，符合 GBZ 120-2020 的标准要求；在 SPECT-CT 机房、SPECT 机房、注射后候诊室、分装室、注射室、负荷室等场所设置独立机械排风装置，由工作场所排至主渠道（相应节点设置调节阀门，防止放射性废气回流）。排风管道经西北侧风井向上至屋顶，高出建筑楼顶，排风口均设置活性炭过滤装置（定期更换下来的活性炭过滤装置按照放射性固体废物处理）。核医学科排风管道布局示意图见图 3.7。

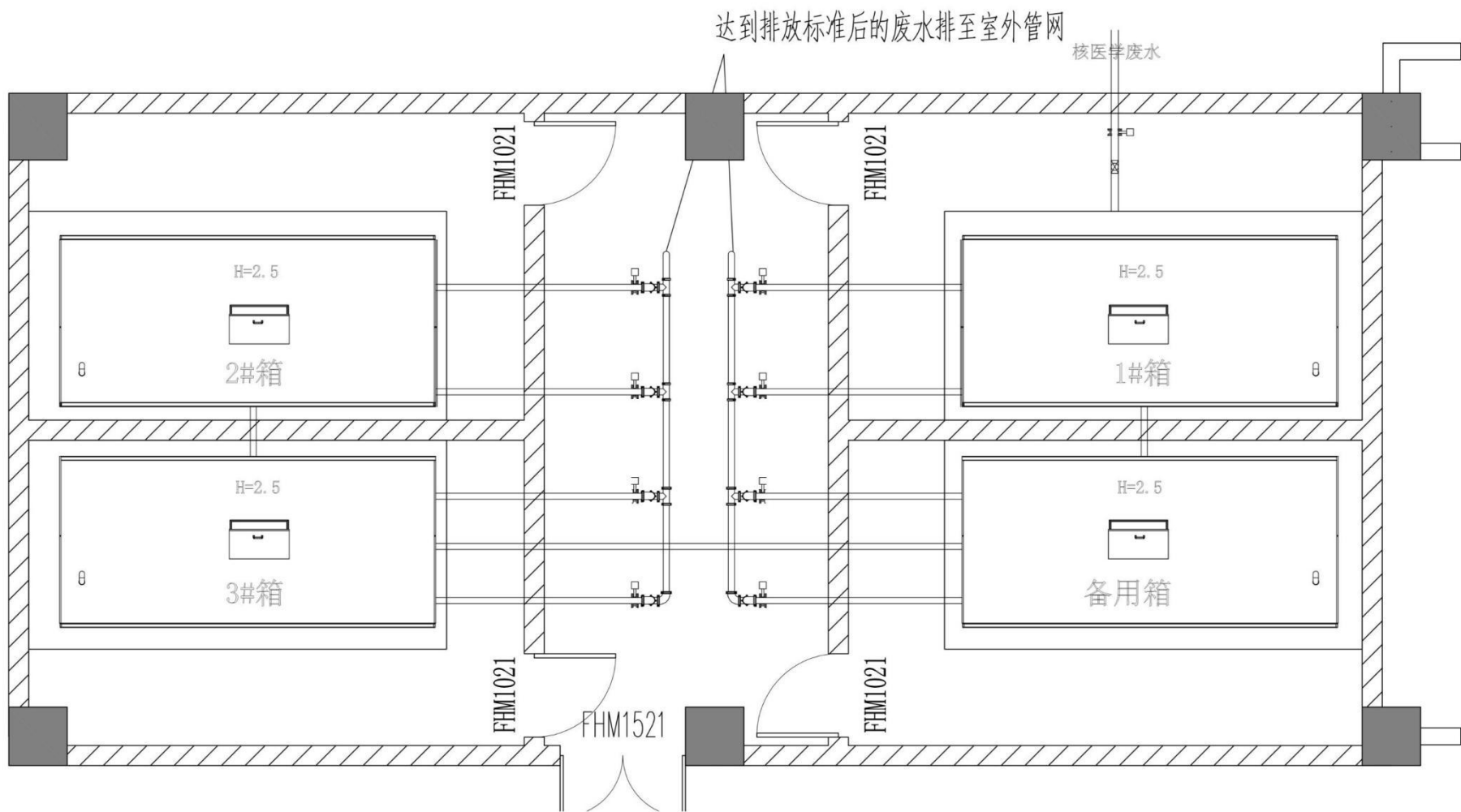
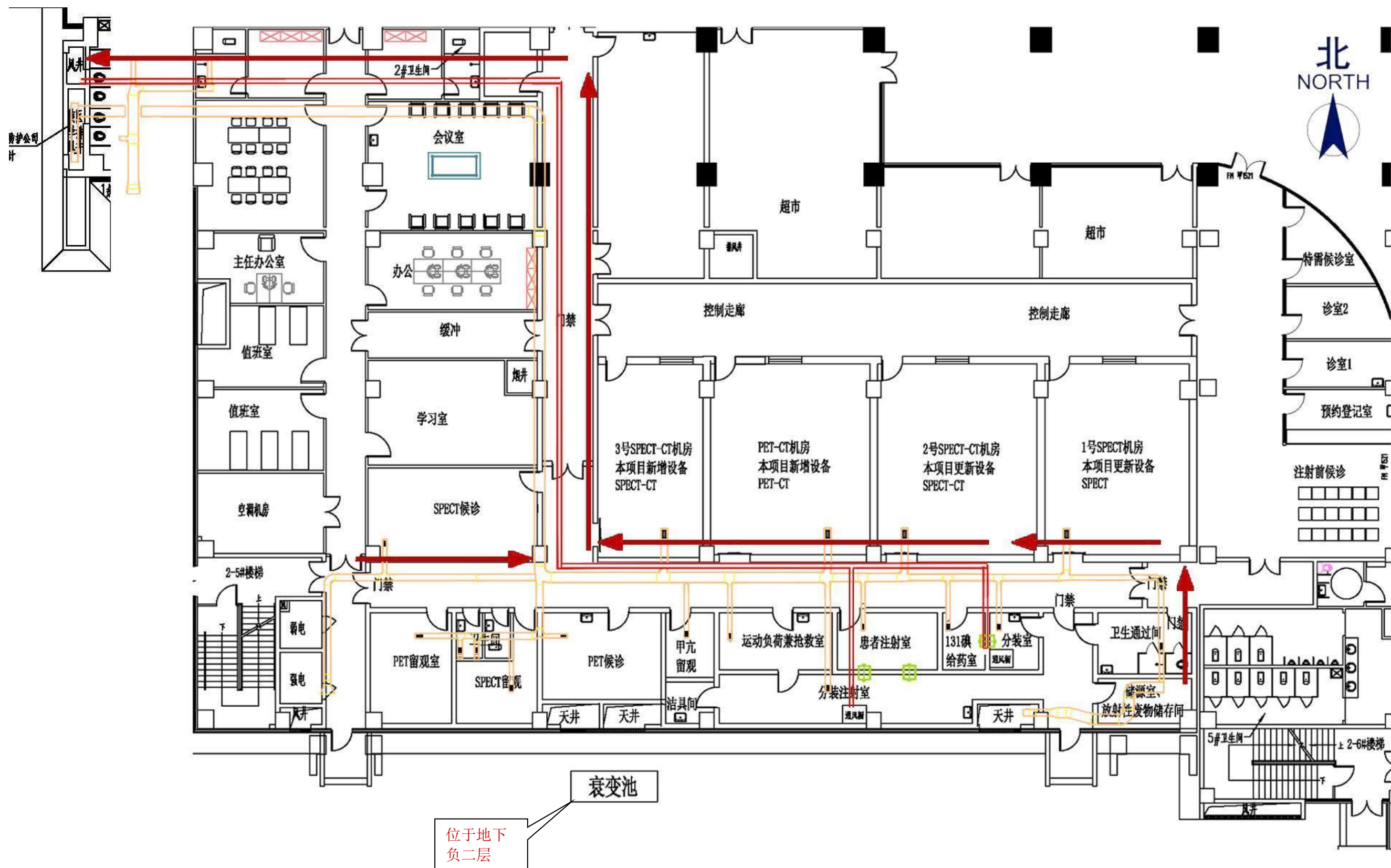


图 3.6 核医学科衰变池布局示意图



*红色管线为通风橱内单独的排风管道，黄色管线为其他控制区域共享一套排风管道

图 3.7 核医学科排风管道布局示意图

（3）放射性固体废物

该项目放射性固体废物主要来源：①放射性药物质控、分装、给药过程中产生一些带有微量放射性的注射器、针头、试管、棉花、棉棒、纱布、一次性手套等，以及异常洒落时使用的吸水纸、抹布等；②排风系统置换下来的废活性炭；③清理衰变池产生的废渣。

用于 SPECT 刻度/校准的密封源（V 类放射源）退役时，交回生产厂家、返回原出口方或送交城市放射性废物库妥善处置。

针对放射性固体废物，建设单位沿用原有“三废”的处理措施：

(1)根据该项目医学实践中产生固体废物中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等进行分类，按照废物的可燃与不可燃、可压实与不可压实、有无病原体毒性分开收集。

(2)放射性固体废物先置于专用铅制放射性废物桶内，容器内放置专用塑料袋内，每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1 mSv/h，重量不超过 20 kg。当废物装满后，将袋封好并及时转存废物间，放入专用容器中存储。塑料袋上和容器表面显著位置贴上标签，注明废物类型、核素种类、比活度水平、封口时间等。待放射性物质自行衰变后的活度达到豁免活度以下，按普通医疗废物处理。对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

(3)核医学科排风系统所使用的排风过滤器定期更换，更换下来的过滤器按放射性固体废物进行处理。

(4)配备有专（兼）职人员负责管理废物的分类收集、存放和处理。废物管理人员应熟悉国家有关放射性废物管理法律法规，具备掌握放射防护和剂量监测专业技术的安全文化素养。

(5)设置废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。

以上措施符合 HJ 1188-2021 的相关标准要求。

7、核医学科现场核查情况

现场核查，核医学科入口安装有门禁，入口张贴有电离辐射警示标志，辐射管理制度上墙，配备有通风橱、铅污物桶、铅衣、辐射监测仪、个人剂量报警仪、个人剂量卡等，明细见下表；SPECT 机房防护门上方安装有警示灯（关门时亮），储源室外安装有视频监控，核医学科现场照片见图 3.7。

表 3-6 核医学科防护用品配备情况一览表

序号	防护用品名称	相关参数	数量
1	通风橱	40mmPb	2 套
2	铅污物桶	5mmPb	6 件
3	注射药物防护窗	20mmPb	2 件
4	口服药物防护窗	20mmPb	1 件
5	铅屏风	4mmPb	6 件
6	铅防护衣	0.5mmPb	2 件
7	铅橡胶围裙	0.5mmPb	2 件
8	铅橡胶帽子	0.5mmPb	2 件
9	铅橡胶颈套	0.5mmPb	2 件
10	铅防护眼镜	0.5mmPb	2 副
11	^{99m} Tc 注射器屏蔽套	4mmPb	4 件
12	乳胶手套	——	按使用需求提供
13	工作服	——	按使用需求提供
14	一次性鞋套	——	按使用需求提供
15	口罩	——	按使用需求提供





核医学科内患者通道



核医学科控制走廊



通风橱



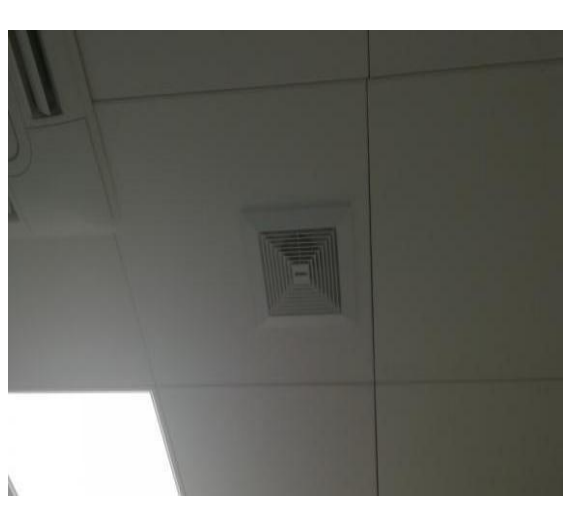
注射窗口



SPECT 防护门



储源室外监控

	
辐射检测仪	个人剂量报警仪
	
铅衣	铅污物桶
	
病房楼顶核医学科屋顶排风口	SPECT 机房内排风口

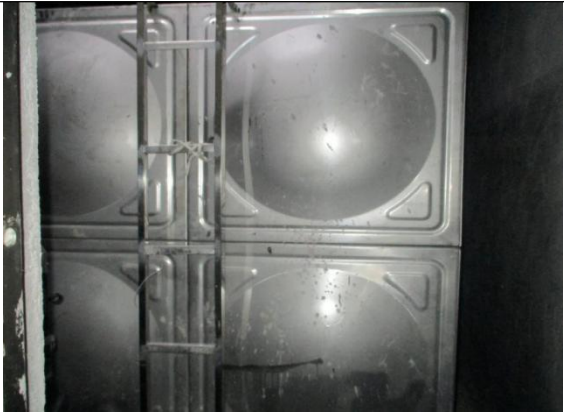
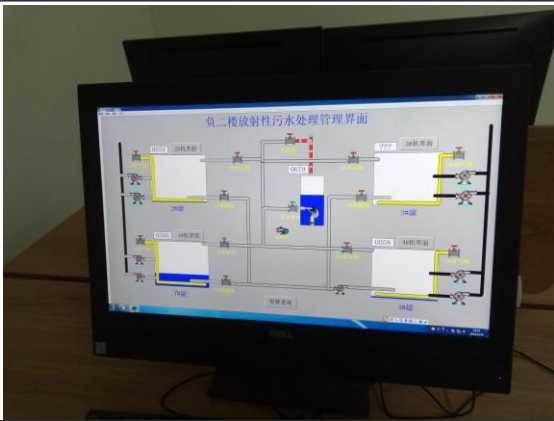
	
衰变池房间入口	衰变池
	
衰变池监控系统	核医学科制度上墙

图 3.7 核医学科现场照片

3.3.2 介入手术室

1、介入手术室平面布置

介入手术室设置在门诊医技楼三楼介入中心，共涉及 3 台 DSA，分别位于 10 号、11 号和 15 号手术室；介入中心平面布局如图 3.8 所示。

10 号手术室东侧为病人通道，南侧为控制室和设备间，西侧为医生通道，北侧为庭院（临空），顶棚上方为手术室、地坪下方为病案室；机房东墙设置有患者进出防护门，西墙设置有工作人员进出防护门，观察窗设置于机房南墙和控制室隔墙上；技师通过观察窗隔室进行操作，内科医师同室进行操作。更衣室设置于手术区入口处，感应式洗手池设置于医生通道内，平面布局如图 3.9。

11 号手术室东侧为医生通道，南侧为控制室和设备间，西侧为病人通道，北侧为备用机房，顶棚上方为手术室、地坪下方为病案室；机房东墙设置有工作人员进出防护门，西墙设置有患者进出防护门，观察窗设置于机房南墙和控制室隔墙上；技师通过观察窗隔室进行操作，内科医师同室进行操作。更衣室设置于手术区入口处，感应式洗手池设置于医生通道内，平面布局如图 3.9。

15号手术室东侧为控制室，南侧为备用机房，西侧为污物通道，北侧为设备间和走廊，顶棚上方为手术室、地坪下方为病案室；机房东墙设置有工作人员进出防护门和观察窗，北墙设置有患者进出防护门；技师通过观察窗隔室进行操作，内科医师同室进行操作。更衣室设置于手术区入口处，感应式洗手池设置于控制室内，平面布局如图3.10。



图 3.8介入手术室平面布置

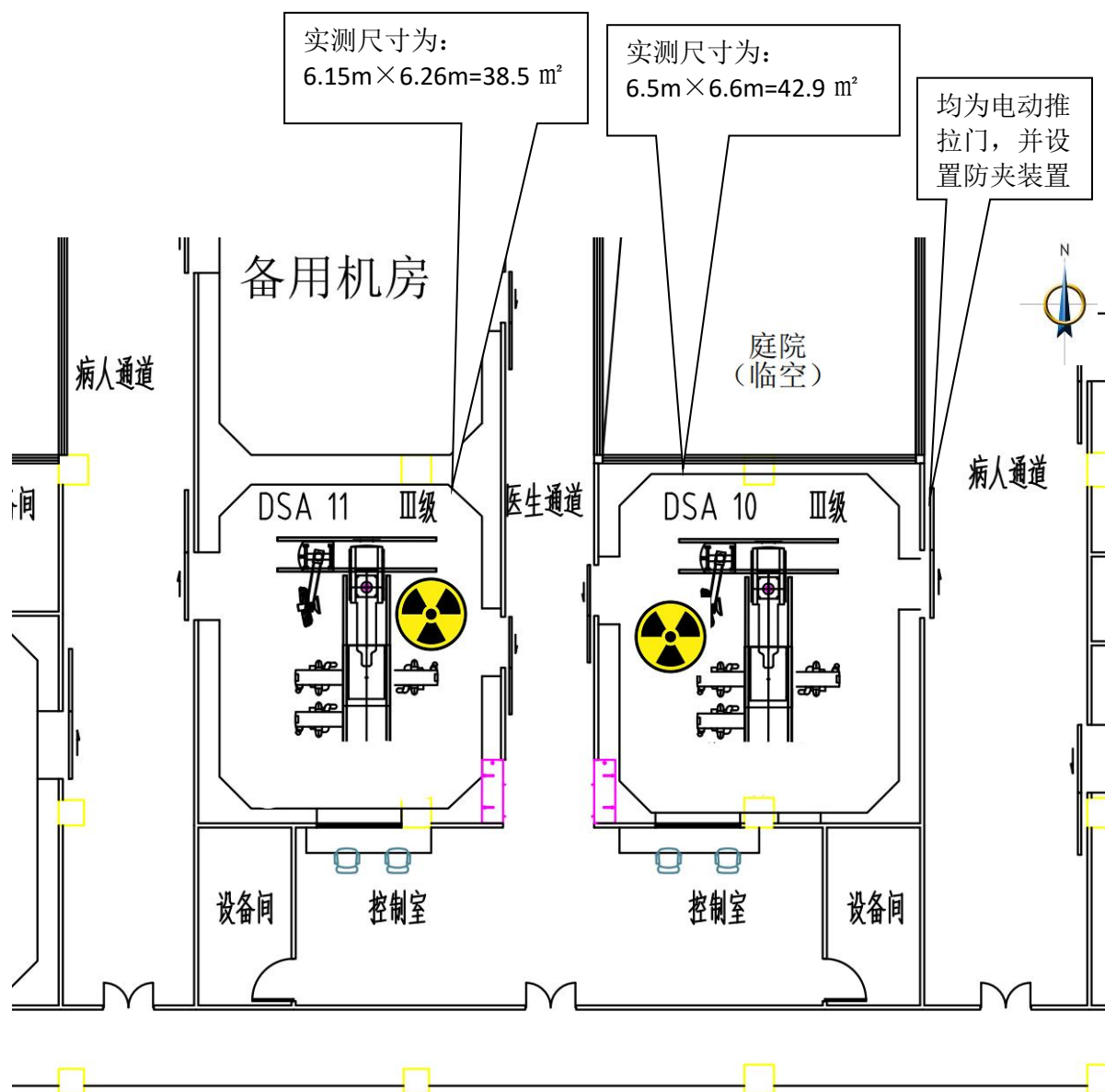


图 3.9 门诊医技楼 3 层介入中心 10 号和 11 号 DSA 机房平面布局图

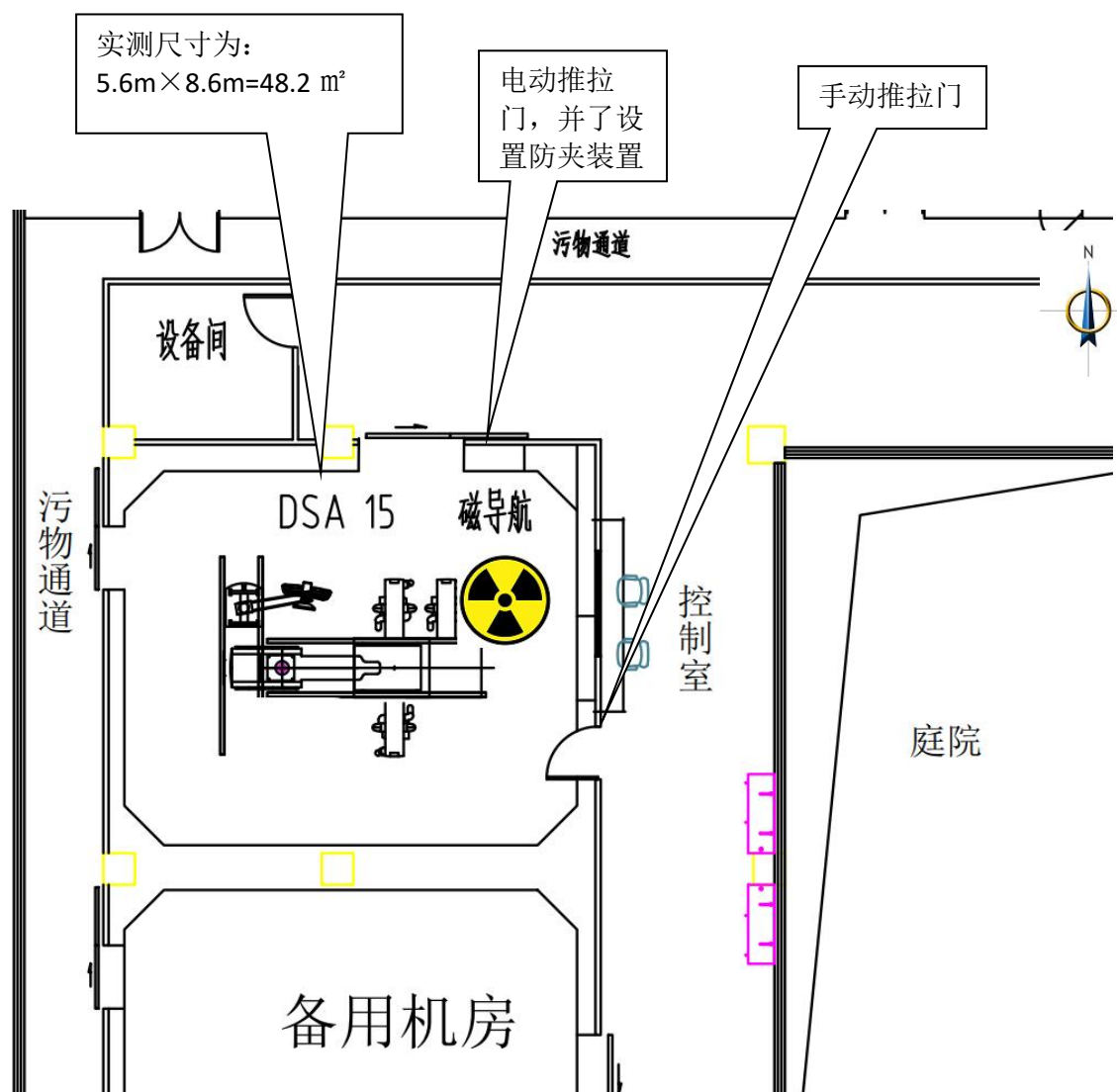


图 3.10 门诊医技楼 3 层介入中心 15 号 DSA 机房平面布局图

2、介入手术中心使用设备参数

门诊医技楼 3 楼介入中心共计使用 3 台 DSA 设备，具体参数见表 3-6。

表 3-6 介入手术中心使用 DSA 参数表

序号	装置名称	规格型号	技术参数	类别	安装位置
1	数字减影血管造影机 (DSA)	OptimaIGS330	150kV, 1000mA	II 类	门诊医技楼三层介入中心 10 号手术室
2	数字减影血管造影机 (DSA)	OptimaIGS320	150kV, 1000mA	II 类	门诊医技楼三层介入中心 11 号手术室
3	数字减影血管造影机 (DSA)	NeuAngio30F	125kV, 640mA	II 类	门诊医技楼三层介入中心 15 号手术室

3、介入手术中心防护措施

介入手术中心各机房均进行了防护施工，3 个 DSA 机房使用的防护材料和厚度均

一致，具体见表 3-7。

介入手术中心各机房的大小，均满足环评和标准的要求，具体见表 3-8。

表 3-7介入中心 DSA 机房防护措施

机房名称	屏蔽体	环评批复的方案	实际建设 (等效铅当量)	GBZ 130-2020 标准要求	对照 情况
DSA 机房 (门诊医 技楼 10、 11、15 号 手术室)	四周墙体	240mm 砖墙+4mm 厚铅板	钢筋龙骨+4mm 铅板 (4mmPb)	2mmPb	符合
	顶棚	120mm 混凝土+4mm 厚铅板	12cm 混凝土+3mm 铅板 (4.5mmPb)	2mmPb	符合
	地坪	120mm 混凝土+4mm 厚铅板	12cm 混凝土+3mmPb 防护涂料 (4.5mmPb)	2mmPb	符合
	防护门	4mmPb	4mmPb 防护门 (4mmPb)	2mmPb	符合
	观察窗	4mmPb	4mmPb 铅玻璃 (4mmPb)	2mmPb	符合
	警示标志	设置电离辐射警示标 志和中文警示说明	张贴电离辐射警示说 明、机房门口设置了 警戒线	机房门外应有电离 辐射警告标志	符合
	警示灯	设置工作状态指示灯	已指示灯，灯箱处语 句“射线有害灯亮勿 入”	机房门上方应有醒 目的工作状态指示 灯，灯箱上应设置 如“射线有害、灯 亮勿入”的可视警 示语句	符合
	通风	动力排风装置	层流通风 (上进风下排风)	机房应设置动力通 风装置，并保持良 好的通风。	符合
	防护用品	需要配备	铅橡胶帽子、铅橡胶 颈套、铅橡胶围裙、 铅防护眼镜均为 0.5mmPb	现场应配备的防护 用品与辅助防护设 施，其数量应满足 开展工作需要	符合
	监测设备	需要配备	配备 X-γ辐射检测 仪、个人剂量报警 仪、个人剂量卡	/	符合

表 3-8 介入手术中心 DSA 机房面积符合性一览表

序 号	机房名称	环评批复的方案		实际尺寸		标准要求		对照情况
		面积 /m ²	最小单边 长度/m	面积 /m ²	最小单边 长度/m	面积 /m ²	最小单边 长度/m	
1	10 号 DSA 机房	52	/	42.9m ²	6.5m	20	3.5	由于后期施工工艺 及结构调整，机房 实际尺寸与环评阶 段略有差异，但满 足标准要求
2	11 号 DSA 机房	56	/	38.5m ²	6.15m	20	3.5	
3	15 号 DSA 机房	56	/	48.2m ²	5.6m	20	3.5	

4、介入手术中心现场核查情况

阜外华中心血管病医院按照环评阶段和国家标准的辐射防护要求进行了 DSA 机房

的建设，机房四周墙体进行了辐射防护施工，门采用铅制防护门，观察窗采用铅玻璃材料。DSA 机房入口和铅防护门设置有电离辐射警示标志，防护门上方安装有警示灯（门灯联动）。DSA 机房设置层流通风。DSA 机房配备有 0.5mmPb 铅衣、0.5mmPb 铅帽、0.5mmPb 铅围脖、0.025mmPb 铅手套、0.5mmPb 铅眼镜 24 套，并设置有铅衣存放柜，DSA 机房均配备有防护铅屏风 and 铅帘，配备有辐射检测仪 1 台，个人剂量报警仪 3 台。工作人员均佩戴有个人剂量卡。现场照片见图 3.10。



图 3.10 DSA 现场照片

3.3.3 项目运行情况

根据现场调查情况，核医学科目前 ^{99m}Tc 接诊人数在 20~30 人左右， ^{131}I 预约治疗，接诊人数不稳定。

介入手术室现在主要开展冠状动脉造影、心内电生理检查，平均每台设备每天 8 人次，平均每台手术持续时间在 30~80min，平均每台手术 X 射线出束时间在 3~50min。

3.3.5 项目主要污染因素

本项目的主要污染因素和环评阶段一致，核医学科主要污染因素为 γ 射线、 β 表面污染、放射性废水和放射性固体废弃物。X 射线装置的主要污染因素为 X 射线。

3.3.6 工程变更情况

本次验收项目的总体建设内容（设备安装数量）少于环评阶段，属于分期建设，分期验收，不属于变更。

本次验收项目的防护措施与环评阶段略有差异（见表 3-5、3-7、3-8、3-10），但均满足相关标准的要求，不属于重大变更。

表 3-9 环评批复设备和本次验收设备数量对比表

	环评批复的设备	本次验收设备	与环评内容是否一致
DSA 数量及位置	病房楼 3 楼 3 台	门诊医技楼 3 楼 3 台	一致
DSA 参数	均为 150kV/1250mA	1 台 150kV/1000mA， 2 台 125kV/1000mA	未超过批复范围
核医学科	使用 8 种核素	现开展 3 种核素	未超过批复范围
	使用 4 枚校准源	使用 4 枚校准源	无

4 环境影响评价文件回顾

2017年7月瑞能（河南）科技有限公司完成《河南省人民医院阜外华中心血管病医院核技术应用项目环境影响报告表》；2017年10月31日，河南省环境保护厅豫环审[2017]214号文件对该项目进行了审批。

4.1 环境影响评价结论

（1）阜外华中心血管病医院核技术应用项目，提高了医院医疗水平、满足患者就诊需求并改善了医院经济效益。在考虑社会、经济和其他有关因素的前提下，项目在采取相应的防护措施和管理措施的同时，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害。因此，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的要求。

（2）通过调查，项目选址周围活动人群主要为辐射职业人员、患者及其家属，避开了门诊、住院等人员密集的区域，周围人群较为单一，减少对其他非辐射职业人员和公众人员的影响。因此，评价认为项目选址合理可行。

（3）根据对阜外华中心血管病医院北区新院的监测结果，项目拟建区域室外监测点位辐射环境质量现状监测值在 77~91nGy/h，室内监测点位辐射环境质量现状监测值在 64~110nGy/h 之间，各监测点监测结果变化不大，在当地本底范围内，未见异常。

（4）数字减影血管造影机墙体设计均为：四周墙体：240mm 红砖+4mm 铅板（折合 6mmPb）；顶部和地面：120mm 混凝土+4mm 防辐射涂层（折合 5.5mmPb），机房观察窗铅当量 4mmPb，防护门铅当量 4mmPb。机房防护设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中介入 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量为 2mm 的厚度要求。

通过对数字减影血管造影机的预测分析，数字减影血管造影机手术医生受到的附加年有效剂量为 3.16mSv/a，控制室内职业人员受到的附加年有效剂量为 2.36×10^{-2} mSv/a，公众人员受到的附加年有效剂量最大为 7.92×10^{-4} mSv/a，均低于本报告设定的 5mSv/a 和 0.25mSv/a 的剂量约束值。

（5）此外，拟购的 III 类射线装置机房防护措施和安全措施，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求。

（6）核医学科是使用放射性同位素的开放性工作场所，日等效最大操作量为 1.97×10^9 Bq，属于乙级开放性工作场所；所使用核素有： ^{99m}Tc 年用量为 2.78×10^{13} 、

^{131}I 年用量为 1.742×10^{12} 、 ^{18}F 年用量为 1.85×10^{11} 、 ^{13}N 年用量为 4.81×10^{11} 、 ^{11}C 年用量为 1.39×10^{12} 、 ^{68}Ga 年用量为 9.25×10^{10} 、 ^{89}Sr 年用量为 9.25×10^{10} 、 ^{153}Sm 年用量为 4.63×10^{11} 。

核医学科工作人员年外照射个人剂量约为 1.30mSv ，年内照射个人剂量约为 0.36mSv ，则核医学科职业工作人员年个人剂量应为 1.66mSv 。低于本报告提出的职业工作人员年个人剂量约束限值 5mSv 的要求。

(7) 本项目配备 3 枚密封性放射源用于西门子 SPE-CT 内部可对校准，分别为 $^{153}\text{Gd}:3.7 \times 10^8\text{Bq}$ ； $^{57}\text{Co}:1.85 \times 10^6\text{Bq}$ ； $^{57}\text{Co}:1.11 \times 10^8\text{Bq}$ ；配备 1 枚放射源用于 GE 公司 SPE-CT 内部刻度校准，放射源为 $^{57}\text{Co}:7.4 \times 10^8\text{Bq}$ ；一般情况下 1-2 年更换一次，更换以后的废源由厂家负责回收。PET-CT 设备尚未确定型号和厂家，确定后涉及到的密封性放射源另行环评。

(8) 阜外华中心血管病医院应成立辐射安全与防护管理领导小组，负责全院辐射安全与防护监督管理工作，划定职责与分工，保障放射职业人员、社会公众的健康与安全。

医院应制定完整的辐射安全与防护管理制度，从事辐射活动应具备的条件分析，医院从事辐射活动的能力基本符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。另外，针对尚不完善的管理措施，要求及时补充完善。

综上所述，阜外华中心血管病医院核技术应用项目，选址合理，符合辐射防护“实践的正当性”的要求。在落实相关污染防治措施和辐射环境管理措施的前提下，项目正常运行对周围环境产生的辐射影响满足相关标准的要求。因此，从辐射环境保护角度认为本项目可行。

4.2 环境影响审批文件要求

河南省环境保护厅文件豫环审[2017]214 号《河南省环境保护厅关于河南省人民医院阜外华中心血管病医院核技术应用项目环境影响报告表的批复》有关要求如下：

(1) 你单位应将《报告表》中各项污染防治措施落实到工程建设中，切实加强施工监督管理，确保项目的工程建设质量。

(2) 你单位应设置辐射环境安全专（兼）职管理人员，建立并落实辐射防护、环境安全管理、事故预防、应急处理等规章制度。

(3) 辐射工作场所须设置明显的电离辐射标志和中文警示说明。配备相应辐射

监测仪器，定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测，监测记录长期保存。

（4）放射性同位素使用及射线装置安装、调试、使用时，应由专业技术人员操作。操作人员必须经辐射安全和防护知识培训合格后上岗，并定期进行个人剂量监测，建立和完善个人剂量档案。

（5）按时组织开展辐射安全与防护状况年度评估工作，发现安全隐患的，应立即进行整改，年度评估报告每年1月31日前报送我厅，同时抄送当地环保部门。

（6）按规定重新申领“辐射安全许可证”，并报告当地环保部门。取得“辐射安全许可证”后，该项目方可投入运行。

（7）该项目建成后，其配套建设的放射防护设施经验收合格，方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或使用。

（8）本批复有效期为5年，如该项目逾期方开工建设，应重新编制环境影响评价文件。

5 验收监测

5.1 监测内容

本次监测内容，为 X 射线机房周围剂量当量率水平、核医学科 X- γ 辐射剂量率、核医学科 β 表面污染。医院已委托江西福康职业卫生技术服务有限公司对该项目进行项目竣工验收监测，监测单位分别于 2023 年 3 月 24 日、2023 年 7 月 26 日对该项目进行了竣工验收监测。监测条件监测结果见 5.5 小节。

5.2 监测分析方法和监测仪器

监测采用《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）、《表面污染测定第一部分 β 发射体（最大 β 能量大于 0.15MeV）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）中的方法。监测仪器经计量部门检定合格。测量前后检查工作状态，监测点位布设合理，保证各监测点位布设的科学性和可比性。监测仪器见表 5-1、表 5-2。

表 5-1 便携式 X- γ 剂量率仪

仪器名称	辐射检测仪	仪器型号	AT1121
检定证书	2023H21-20-4372570001	有效期至	2024-1-12
检定依据	JJG 393-2018《便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪检定规程》		
检定结论	合格		

表 5-2 α 、 β 表面污染测量仪

仪器名称	α 、 β 表面污染仪	仪器型号	SAB-100
检定证书	2022H21-20-3991882003	有效期至	2023-07-17
检定依据	JJG 478-2016《 α 、 β 表面污染仪检定规程》		
检定结论	合格		

5.3 质量控制措施

- （1）监测单位：江西福康职业卫生技术服务有限公司（已通过资质认定）；
- （2）监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）、《表面污染测定第一部分 β 发射体（最大 β 能量大于 0.15MeV）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中有关布点原则进行布点；
- （3）监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）的要求，实施全过程质量控制；
- （4）监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有合格

证书，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验，监测报告实行三级审核。

5.4 质量保证措施

- a 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。
- b 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。
- c 监测仪器经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- d 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。
- e 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- f 监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。
- g 标准数据测量点 10s 一次，读取 10 个读数，取均值，测量值经刻度及校正系数修正。

5.5 验收监测结果及分析

5.4.1 核医学科

核医学科监测结果见表 5-3、5-4，监测点位图 5.1。

表 5-3核医学科检测结果

1、PET-CT 检查区场所防护检测结果

检测条件： 使用核素： ^{18}F 校准因子 $C_f=$ 0.92

序号	检测位置（相邻场所）	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	合格 (是/否)	备注
1	PET-CT 机房东墙外 30cm 处 (2 号机房)	0.17	≤ 25	是	约 421MBq 的 ^{18}F 药物置于诊断床， 裸源，同时 CT 以 120kV、200mAs 条 件进行扫描 CT 体 部剂量模体
2	PET-CT 机房南墙外 30cm 处 (患者走廊)	0.17	≤ 25	是	
3	PET-CT 机房西墙外 30cm 处 (3 号机房)	0.18	≤ 25	是	
4	PET-CT 机房北墙外 30cm 处 (控制走廊)	0.17	≤ 2.5	是	
5	PET-CT 机房上方地面 100cm 处(心肺功能科)	0.16	≤ 2.5	是	
6	PET-CT 机房下方地面 170cm 处(停车场)	0.18	≤ 2.5	是	
7	PET-CT 机房受检者门上端外 30cm 处(患者走廊)	0.18	≤ 25	是	

序号	检测位置（相邻场所）	检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	标准限值（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	合格（是/否）	备注
8	PET-CT 机房受检者门中间外 30cm 处(患者走廊)	0.17	≤ 25	是	
9	PET-CT 机房受检者门下端外 30cm 处(患者走廊)	0.18	≤ 25	是	
10	PET-CT 机房受检者门左侧外 30cm 处(患者走廊)	0.18	≤ 25	是	
11	PET-CT 机房受检者门右侧外 30cm 处(患者走廊)	0.17	≤ 25	是	
12	PET-CT 机房工作人员门上端外 30cm 处(控制室)	0.16	≤ 2.5	是	
13	PET-CT 机房工作人员门中间外 30cm 处(控制室)	0.17	≤ 2.5	是	
14	PET-CT 机房工作人员门下端外 30cm 处(控制室)	0.16	≤ 2.5	是	
15	PET-CT 机房工作人员门左侧外 30cm 处(控制室)	0.15	≤ 2.5	是	
16	PET-CT 机房工作人员门右侧外 30cm 处(控制室)	0.17	≤ 2.5	是	约 421MBq 的 ^{18}F 药物置于诊断床，裸源，同时 CT 以 120kV、200mAs 条件进行扫描 CT 体部剂量模体
17	PET-CT 机房观察窗上端外 30cm 处(控制室)	0.16	≤ 2.5	是	
18	PET-CT 机房观察窗中间外 30cm 处(控制室)	0.16	≤ 2.5	是	
19	PET-CT 机房观察窗下端外 30cm 处(控制室)	0.15	≤ 2.5	是	
20	PET-CT 机房观察窗右侧外 30cm 处(控制室)	0.17	≤ 2.5	是	
21	PET-CT 机房（观察窗左侧外 30cm 处(控制室)	0.15	≤ 2.5	是	
22	PET-CT 机房工作人员操作位	0.16	≤ 2.5	是	约 1472MBq 的 ^{18}F 药物置于通风橱，进行分装时
23	分装室通风橱周围表面 5cm 处	2.52	≤ 25	是	
24	分装室通风橱身位处	2.34	≤ 25	是	
25	分装室通风橱观察窗	2.49	≤ 25	是	约 1472MBq 的 ^{18}F 药物置于通风橱内
26	分装室通风橱左手洞（关）	2.17	≤ 25	是	
27	分装室通风橱右手洞（关）	2.25	≤ 25	是	约 1472MBq 的 ^{18}F 药物置于通风橱，
28	分装室通风橱左手洞（开）	161	——	——	

序号	检测位置（相邻场所）	检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	标准限值（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	合格（是/否）	备注
29	分装室通风橱右手洞（开）	175	——	——	进行分装时
30	分装室东墙外 30cm 处(医护走廊)	0.18	≤ 25	是	
31	分装室南墙外 30cm 处(医护走廊)	0.17	≤ 25	是	
32	分装室西墙外 30cm 处（131 碘给药室）	0.19	≤ 25	是	
33	分装室北墙外 30cm 处(患者走廊)	0.17	≤ 25	是	
34	分装室上方地面 100cm 处（心肺功能科）	0.16	≤ 2.5	是	
35	分装室下方地面 170cm 处(停车场)	0.18	≤ 2.5	是	约 1472MBq 的 ^{18}F 药物置于通风橱，进行分装时
36	分装室门上端外 30cm 处(医护走廊)	0.19	≤ 25	是	
37	分装室门中间外 30cm 处(医护走廊)	0.19	≤ 25	是	
38	分装室门下端外 30cm 处(医护走廊)	0.18	≤ 25	是	
39	分装室门左侧外 30cm 处(医护走廊)	0.17	≤ 25	是	
40	分装室门右侧外 30cm 处(医护走廊)	0.18	≤ 25	是	
41	分装分装注射室西墙外 30cm 处(洁具间)	0.18	≤ 25	是	约 421MBq 的 ^{18}F 药物，置于东操作位，裸源
42	分装注射室上方地面 100cm 处（心肺功能科）	0.15	≤ 25	是	
43	分装注射室下方地面 170cm 处(停车场)	0.18	≤ 25	是	
44	分装注射室东注射台左手洞（关）	1.84	≤ 25	是	约 421MBq 的 ^{18}F 药物置于东注射台内，裸源
45	分装注射室东注射台右手洞（关）	1.75	≤ 25	是	
46	分装注射室东注射台左手洞（开）	53	——	——	
47	分装注射室东注射台右手洞（开）	75	——	——	
48	分装注射室东注射台身位处	0.25	≤ 25	是	
49	分装注射室东注射台注射观察窗口	0.38	≤ 25	是	
50	患者注射室东墙外 30cm 处（131 碘服药室）	0.19	≤ 25	是	约 421MBq 的 ^{18}F 药物置于东注射台