

核技术利用建设项目

急诊楼核医学科改扩建项目

竣工环境保护验收报告

建设单位名称：北京大学第一医院

建设单位法人代表（签名或签章）：刘新民

通讯地址：北京市西城区西什库大街 8 号

邮政编码：100034

联系人：任军红

电子邮箱：junhongren@sina.cn

联系电话：010-83575335

目录

1 项目概况	1
1.1 项目基本情况	1
1.2 医院简介	2
1.3 项目由来	3
1.4 自行验收范围和内容	4
2 验收依据和验收指标	7
2.1 验收依据	7
2.2 验收标准	8
3 项目建设情况	13
3.1 地理位置与环境保护目标	13
3.2 相邻位置关系	13
3.3 场所布局与分区	18
3.4 改扩建后情况	24
3.5 项目变动情况	29
4 主要放射性污染及防护措施	30
4.1 Ge-68/Ga-68 发生器核素制备	30
4.2 PET/CT、SPECT 显像检查	31
4.3 放射性核素治疗	36
4.4 辐射屏蔽防护措施	38
4.5 场所辐射安全防护措施	46
4.6 场所辐射安全防护措施	46
4.7 放射性三废处理措施	53
5 辐射监测结果	59
5.1 监测因子及方法	59
5.2 监测内容及结果	59
5.3 人员受照剂量分析	70
6 辐射安全管理	73
6.1 辐射安全防护管理	73
6.2 辐射监测	75
6.2 辐射意外事故应急响应	80
7 环境影响评价报告验收内容及环评批复落实情况	84
8 验收结论与建议	87
8.1 验收结论	87
8.2 建议	88

附件：

- 附件 1 环评批复文件
- 附件 2 《辐射安全许可证》
- 附件 3 《放射诊疗许可证》
- 附件 4 辐射安全防护管理制度
- 附件 5 个人剂量监测档案
- 附件 6 工作场所防护检测报告
- 附件 7 衰变池废水 γ 放射性检测报告
- 附件 8 检测报告 (^{68}Ga)
- 附件 9 检测报告 (^{177}Lu)

1 项目概况

1.1 项目基本情况

北京大学第一医院急诊楼核医学科改扩建项目基本情况见表 1-1。

项目名称	急诊楼核医学科改扩建项目				
建设单位	北京大学第一医院				
建设地点	北京市西城区西什库大街 8 号急诊楼一层北侧				
法人代表	刘新民		联系人	任军红	
联系电话	010-83575335		邮编		
项目性质	☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它				
环评报告表 审批部门	北京市生态环境局		环评报告表 编制单位	北京益普希环境咨询顾问有限公司	
环评审批 文号	京环审〔2022〕18 号		环评文件 审批时间	2022 年 1 月 29 日	
辐射安全 许可证号	京环辐证〔B0044〕		许可类型	使用 V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所	
开工建设时间	2022 年 1~2 月		调试时间	2022 年 2~8 月	
项目投资		环保投资		比例	
建设内容	急诊楼核医学科改为西区 PET 诊疗区、东区 SPECT 诊疗区两个工作场所。 西区 PET 诊疗区包括 PET 诊断和研究室两部分，有一台 PET/CT 射线装置，PET 诊断使用 F-18、Ga-68 放射性药物开展显像诊断，研究室使用 Tc-99m、I-131、Cu-64、Ga-68、F-18 放射性药物开展科研，非密封放射性同位素日等效最大操作量为 1.18E+08Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。 东区 SPECT 诊疗区有一台 SPECT/CT、两台 SPECT，使用 Tc-99m、I-123、Lu-177、Ra-223、Y-90、I-131、Sr-89、Sm-153、P-32、Ga-67、In-111、Tl-201、Re-186、Re-188、I-125（粒籽				

	源)、Pd-103(粒籽源)开展显像诊断及治疗,使用 I-125、H-3、C-14、S-35、Cr-51 开展放免,非密封放射性同位素日等效最大操作量为 $2.93\text{E}+09\text{Bq}$,属乙级非密封放射性物质工作场所。具体改扩建内容包括: 西区 PET 诊疗区: ① 标记室新增一台 GMP 级通风柜,新增使用锗镓发生器,用于淋洗标记分装 Ga-68;更新一台普通通风柜,用于标记分装科研用核素 Tc-99m 等。 ② PET/CT 机房更新一台 PET/CT 射线装置,现有射线装置校准源退役,更新后的射线装置以 F-18 棒源水膜作为质控源; ③ 新增使用 Ga-68 核素,用于 PET 诊疗。 东区 SPECT 诊疗区: ① 增加原有的 Tc-99m、I-123、Lu-177、Ra-223、Y-90 核素操作量; ② 在 SPECT 机房 1 更新一台 SPECT 装置,现有装置的校准源退役(更新后的装置无需放射源)。
--	---

1.2 医院简介

北京大学第一医院是一所融医疗、教学、科研、预防、公共卫生为一体的大型综合性医院,创建于 1915 年,为国内首批建立的临床医学院。1991 年设立妇儿医院,为卫生部、世界卫生组织(WHO)审定的三级甲等医院和爱婴医院。

全院共有 59 个病房 1800 余张病床,设有 36 个临床科室和 11 个医疗技术科室,拥有代表当代医学水平的高、精、尖设备 6678 台(件)。日均门急诊量大于 10000 人次,年收治病人近 100000 余人,手术近 4 万例。医院承担 50 万人的职工基本医疗保险任务,62105 人的公费医疗合同;承担医疗照顾合同 8620 人,及占北京八分之一的干部保健任务。

医院还有多专业、多层次、高质量的 100 多个特需门诊和 400 多个专家门诊及 103 个专业门诊。医院学科齐全，综合诊疗水平高，尤其对肾脏内科、心血管内科、泌尿外科及男科、外科、神经内科、妇产科、小儿科、皮肤性病科等各类常见病、多发病、疑难重症的救治均具有丰富的经验。

医学科学研究设有 6 个研究所，10 个研究中心，1 个部级重点实验室、14 个研究室、5 个实验室、6 个科研辅助科室，1 个国家药品临床研究基地 12 个专业。医学教育实行本科生、研究生、进修生三条教育轨道。研究生教育设有 4 个国家级重点学科，18 个博士点，24 个硕士点，1 个临床博士后流动站。医院还设有专门的预防保健机构，负责传染病防治、计划免疫、妇幼保健、定期体检、卫生宣教等工作。

1.3 项目由来

核医学科 20 世纪 50 年代成立并开始开展核医学相关工作以来，在医院放射诊疗工作中发挥了很大的技术优势，设有乙级非密封源工作场所 1 处，原有 PET/CT 1 台，SPECT/CT 1 台，SPECT 2 台，使用多种核素进行显像、治疗等，现有门诊量约 3000 余人次/年。随着核医学诊疗技术的发展和临床诊疗需求量的增大，场所内原有的显像设备使用时间过长，部分设备与核素种类及使用量已不能满足临床诊疗需求。故医院拟对场所内部分核医学显像设备进行更新，并新增及变更部分放射性核素的使用量。2020 年医院申请到国家卫健委大型设备购置的项目拨款，用于更新核医学科 PET/CT、SPECT 设备。

PET/CT 在肿瘤领域（如泌尿系肿瘤、肺肿瘤、血液系统肿瘤、消化道肿瘤等）以及神经科学领域（如小儿癫痫、神经变性疾病等）具有重要的应用价值，在医院的大力支持下，核医学科进行了实验室改造，并取得放射性药物第四类许可证，开展放射性药物临床转化科研工作，为临床提供多种新型分子探针（如 ^{68}Ga -PSMA 等）。为了满足科室自制备 ^{68}Ga 放射性核素药物的需求，医院拟新增一台 Ge-Ga 发生器。

医院委托北京益普希环境咨询顾问有限公司开展了急诊楼核医学科改扩建项目的环评工作，于 2022 年 1 月 29 日取得了《北京市生态环境局关于急诊楼核医学科改扩建项目环境影响报告表的批复》（京环审〔2022〕18 号，附件 1）。2022 年 2 月初完成 PET/CT 和 SPECT 装置的更新工作；2022 年 8 月初购置的锗

镓发生器到位（锗镓发生器为进口产品，因疫情延误了到货日期）。医院目前已取得辐射安全许可证（京环辐证〔B0044〕，附件2），并取得了卫生放射诊疗许可证（附件3）。

根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的要求，项目环境保护设施竣工后应对项目进行环境保护自行验收。北京大学第一医院成立了本项目的验收工作组，启动了的本项目自行验收工作。

2022年10月18日，北京大学第一医院组织相关人员成立验收组召开本项目的竣工环境保护验收会议，参加验收会议的有北京大学第一医院医务处、核医学科的工作人员，北京益普希环境咨询顾问有限公司两位技术负责人（验收报告/环评报告），以及特邀专家3名。验收组对现场进行了勘察，检查了环境保护设施和措施的落实情况，听取了建设单位对本项目环境保护建设和执行情况的介绍，特邀专家提出了修改意见和补充监测意见。

根据验收组意见，委托监测单位于2022年11月对西区PET诊疗区标记室通风橱、东区诊疗区SPECT诊疗区放药室通风橱开展了补充监测，并修改完善了本验收报告。

1.4 自行验收范围和内容

1.4.1 验收范围

本次主要针对《急诊楼核医学科改扩建项目环境影响报告表》内容及环评批复中的核技术利用项目进行验收，具体内容包括：

（1）东区SPECT诊疗区：SPECT机房1更新1台SPECT装置（GENM630）；增加原有Tc-99m、I-123、Lu-177、Ra-223、Y-90核素操作量，该场所日等效最大操作量 $2.93\text{E}+09\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；

（2）西区PET诊疗区：PET/CT机房更新1台PET/CT（联影uMI780型、140kV、833mA）；标记室内东侧新增1台GMP级通风柜（50mmPb），使用Ge-68/Ga-68发生器淋洗Ga-68核素，标记、分装PET诊疗用Ga-68核素，西侧更新1台通风柜（40mmPb）用于已许可科研核素的标记、分装（原许可的Ga-68不再外购）；该场所日等效最大操作量 $1.18\text{E}+08\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。

(3) 项目放射性同位素明细见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 东区 SPECT 诊疗区涉及核素操作量

序号	核素	日最大操作量 (Bq/d)	日等效最大操作量 (Bq/d)	年最大操作量 (Bq/a)	用途	备注
1	Tc-99m	3.55E+10	3.55E+07	8.88E+12	SPECT 显像	7.40E+8Bq/ 人, 48 人/天, 250 天/年
		1.44E+09	1.44E+08	3.46E+11	SPECT 肺通 气显像	4.81E+8Bq/ 人, 3 人/天, 240 天/年
2	Lu-177	7.40E+09	7.40E+08	1.11E+12	核素治疗	3.70E+9Bq/ 人, 2 人/天, 150 天/年
3	I-123	3.70E+09	3.70E+07	3.70E+11	SPECT 显像	3.70E+8Bq/ 人, 10 人/天, 100 天/年
4	Ra-223	3.96E+07	3.96E+08	3.96E+09	核素治疗	6.60E+8Bq/ 人, 6 人/天, 100 天/年
5	Y-90	3.70E+09	3.70E+08	7.40E+11	核素治疗	3.70E+9Bq/ 人, 1 人/天, 200 天/年

表 1-2 西区 PET 诊疗区涉及核素操作量

序号	核素	日最大操作量 (Bq/d)	日等效最大操作量 (Bq/d)	年最大操作量 (Bq/a)	用途	备注
1	Ga-68	7.40E+09	7.40E+07	1.48E+12	淋洗标记 分装	每天淋洗两 次
		2.96E+09	2.96E+08	5.92E+11	PET 显像	2.96E+8Bq/ 人, 10 人/天, 200 天/年
2	Ge-68 (Ga-68)	3.70E+09	3.70E+06	7.40E+09	贮存	2 个/年

1.4.2 验收内容

本项目竣工自主环保验收包括以下主要内容：

- (1) 项目实施规模、地点、布局与批复内容是否一致；
- (2) 公众人员、职业人员受照射剂量是否符合批复要求；
- (3) 辐射安全防护设施是否符合批复中的有关要求；

- (4) 辐射工作人员是否参加了辐射安全防护培训考核；
- (5) 辐射工作人员是否接受了个人剂量监测；
- (6) 辐射安全管理体系和制度是否满足法规要求。

2 验收依据和验收指标

2.1 验收依据

2.1.1 相关法律法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第9号，2015年1月1日；

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第48号，2018年12月29日。；

(3) 《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6号，2003年10月；

(4) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》，国务院令第682号，2017年7月；

(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号，2019年3月22日修正版）；

(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部部令第16号，2021年1月1日；

(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第20号，2021年1月4日；

(8) 《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，2011年4月18日；

(9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部与国家卫生和计划生育委员会公告，2017年第66号，2017.12.5 施行；

(10) 《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》，国家环保总局，环发[2006]145号，2006.9 施行；

(11) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评[2017]4号，2017年11月20日；

(12) 《北京市环保局办公室关于做好辐射类建设项目竣工环境保护验收工作的通知》，京环办[2018]24号，2018年1月25日。

2.1.2 标准规范

- (1) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》，生态环保 部公告 2018 年第 9 号，2018 年 5 月 15 日；
- (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），环境保护部；
- (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- (4) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）；
- (5) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；
- (6) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- (7) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- (8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。

2.1.3 其他参考资料

- (1) 《北京市生态环境局关于急诊楼核医学科改扩建项目环境影响报告表的批复》（京环审〔2022〕18 号）；
- (2) 《北京大学第一医院辐射安全许可证》（京环辐证〔B0044〕）；
- (3) 北京大学第一医院工程建筑及辐射屏蔽工程设计资料；
- (4) 北京大学第一医院辐射安全管理制度等。

2.2 验收标准

2.2.1 剂量限值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GB120-2020）的相关规定。

(1) 职业照射

由审管部门决定连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；任何一年的有效剂量，50mSv。

(2) 公众照射

实践使公众中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。

2.2.2 剂量约束值

执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的规定，工作人员职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

2.2.3 剂量率控制水平

依照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的规定并结合本项目实际情况，核医学科场所及设施的剂量率控制水平拟从严控制：

（1）在控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率控制目标值不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

（2）在控制区内人员可达处，屏蔽体外表面 0.3 m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

（3）通风柜外表面 30cm 处的周围剂量当量率控制目标值不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

（4）SPECT/CT 和 PET/CT 在对给药患者进行 CT 扫描时，其机房周围 30cm 处人员可达处的周围剂量当量率均不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

2.2.4 工作场所及工作人员的表面污染控制要求

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》及《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）5.2 款中表 2 的有关规定，见表 2-1。

表 2-1 表面放射性物质污染控制水平（Bq/cm²）

表面类型		α 放射性物质（极毒性）	β 放射性物质
工作台、设备、 墙壁、地面	控制区	4	4×10
	监督区	4×10^{-1}	4
工作服、手套、 工作鞋	控制区	4×10^{-1}	4
	监督区		4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-1}

上表中值包括固定污染和松散污染的总数。对于皮肤、内衣、工作袜的污染应及时清理，尽可能达到本底水平。对设备、墙、地面的污染，应适当去污后，残存的污染可适当放宽，但需有审管部门的同意，并不超过表中值的 5 倍。表面

污染可按一定的面积计算平均值：工作服、皮肤取 100cm^2 ，地板取 1000cm^2 。

2.2.5 放射性废液排放控制要求

本项目执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)和《北京市生态环境局办公室关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》京环办〔2018〕13号相关要求。

医院在急诊楼的东北角、西南角各建有一座推流式衰变池，东区 SPECT 诊疗区的放射性废水排入东北角的衰变池，西区 PET 诊疗区域的放射性废水排入西南角的衰变池。核医学科东区 SPECT 诊疗区域的放射性废水含 I-131（显像）、Lu-177、In-111、Tl-201 等长半衰期核素，产生量为 $83.52\text{m}^3/\text{年}$ （合 $6.96\text{m}^3/\text{月}$ ），这些废水排入 65m^3 （分成 10 个 6.5m^3 的水格槽，串流推流水槽有 8 个）的衰变池。西区 PET 诊疗区域的放射性废水含 F-18、Ga-68 等短半衰期核素，产生量为 $55.80\text{m}^3/\text{年}$ （合 $4.65\text{m}^3/\text{月}$ ）。这些废水排入 65m^3 （分成 10 个 6.5m^3 的水格槽，其中化粪池 2 个，串流推流水槽有 8 个）的衰变池。衰变池废水排入医院废水池，与其他废水一起经总出口排放至市政污水管网。

医院每年委托有资质（CMA 或 CNAS）的检测机构对推流式衰变池的废水中 I-131 核素、最长半衰期核素的放射性活度浓度进行检测，活度浓度值应满足 GB18871-2002 附录 A 表 A1 的规定，具体见表 2-2。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。

表 2-2 放射性核素的豁免活度浓度与豁免活度

序号	核素名称	活度浓度(Bq/g)	活度(Bq)
1	Tc-99m	1E+02	1E+07
2	Y-90	1E+03	1E+05
3	I-123	1E+02	1E+07
4	I-131	1E+02	1E+06
5	Lu-177	1E+03	1E+07
6	Ra-223	1E+02	1E+05

2.2.5.3 水污染物排放标准

根据《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2016）和《北京市水污染物综合排放标准》（DB11/307-2013）中规定，本院废水执行综合医疗机构衰变池出口总 α 排放标准 1Bq/L，总 β 排放标准 10Bq/L 的限值。

2.2.6 放射性固体废物管理

（1）依据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《北京市生态环境局办公室关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》京环办〔2018〕13 号，根据核素半衰期的长短，将核医学产生的放射性固体废物分别暂存与处置。

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；

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；

含 I-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

固废放射性废物暂存时间满足要求的，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 Bq/cm²、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm²，可对废物清洁解控作为医疗废物处置。

（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，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不超过 0.1mSv/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 4Bq/cm²，其他 α 发射体应小于 0.4Bq/cm²。

（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、种量、废物产生起始日期、责任人员、处理时间和监测结果等信息。

（4）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应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30 cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h。

2.2.6 操作放射性同位素通风柜、排风口设置要求及放射性废气排放限值

《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）第 5.2 款：合成和操作放射性药物所用的通风柜应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s，排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

本项目标记室 GMP 通风柜和普通通风柜配套有活性炭过滤器，并设置独立的排风系统，建筑物顶部排放口设置了活性炭过滤装置；西区 PET 诊疗区的注射室、东区 SPECT 诊疗区的放药室和注射室通风柜，为原有独立的 3 套专用的排气系统，在楼顶排气口安装了活性炭过滤装置，废气经净化处理后排放。

放药室、注射室、标记室等通风柜操作口风速均不小于 0.5m/s。

3 项目建设情况

3.1 地理位置与环境保护目标

本项目位于医院急诊楼一层北侧（现为 G 层），急诊楼一层北侧东邻总务处楼，南接急诊楼中楼，相隔爱民街为爱民街社区；西为西什库大街，北隔院内道路为门诊楼。

本项目环境保护目标为放射性同位素与射线装置应用场所的工作人员以及周围公众。地理位置及环保目标分布情况见图 3-1 及表 3-1，门急诊院区平面图见图 3-2。

表 3-1 本项目评价范围内（急诊楼北侧周围 50m）的保护目标一览表

	方位	保护目标	距离(m)	常驻人员数量(人)
急诊楼一层 北侧 核医学科	东	医院总务处楼	5	约 55
		爱民街社区	37	约 50
	南	医院急诊楼	/	约 300
	西	西什库大街	22	/
	北	医院门诊楼	20	约 3000

3.2 相邻位置关系

核医学科总体面积约为 860 余平方米，其东、西、北三侧均为室外通道；楼上（急诊楼二层北侧）分别为医学影像科和急诊科，主要为 MR 机房、CT 机房、X 光机房、急诊留观（输液）室等；楼下全部为管道间，部分无建筑。核医学与上层的位置关系见表 3-2 及图 3-3。

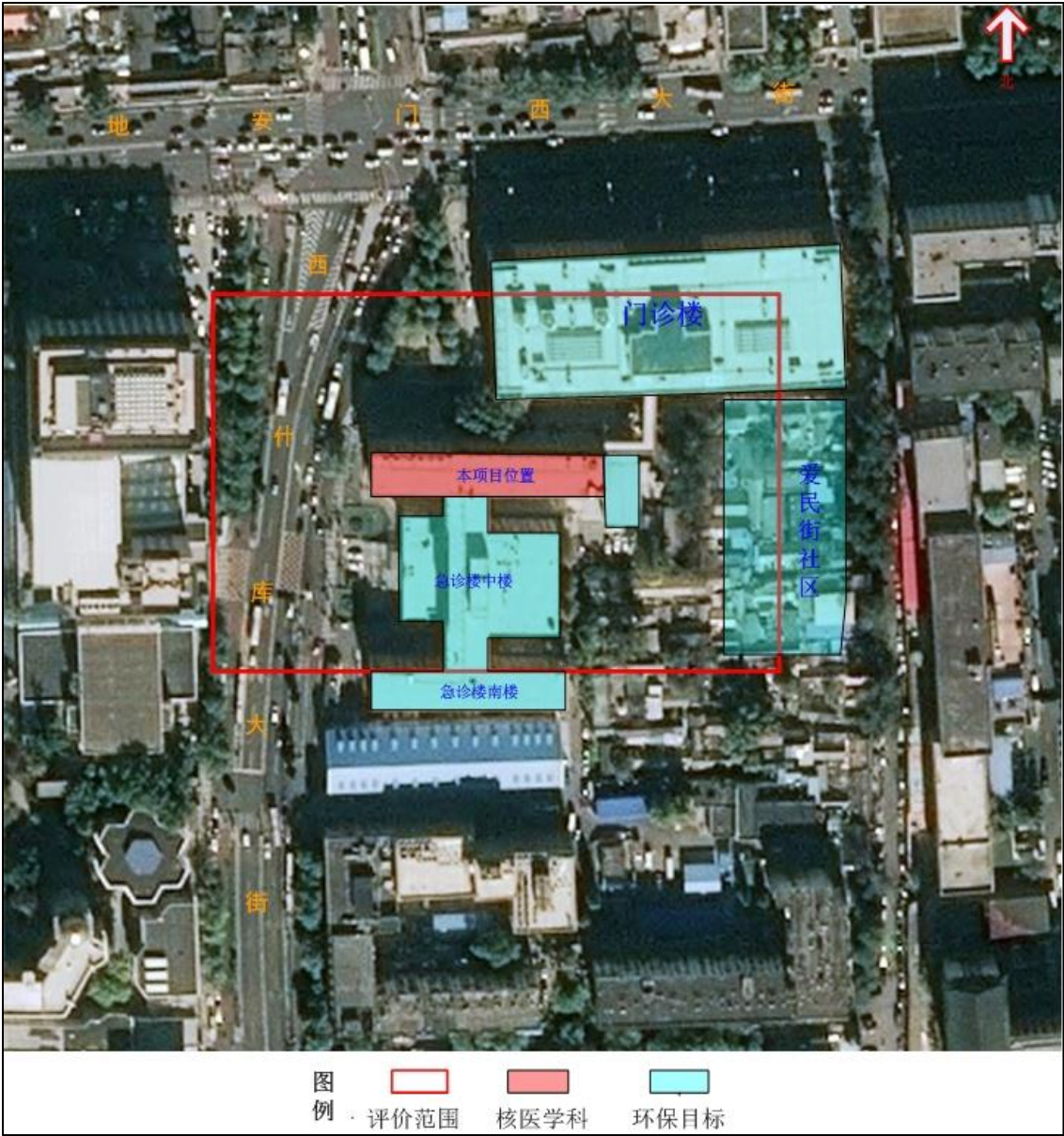


图 3-1 本项目地理位置与周边关系图

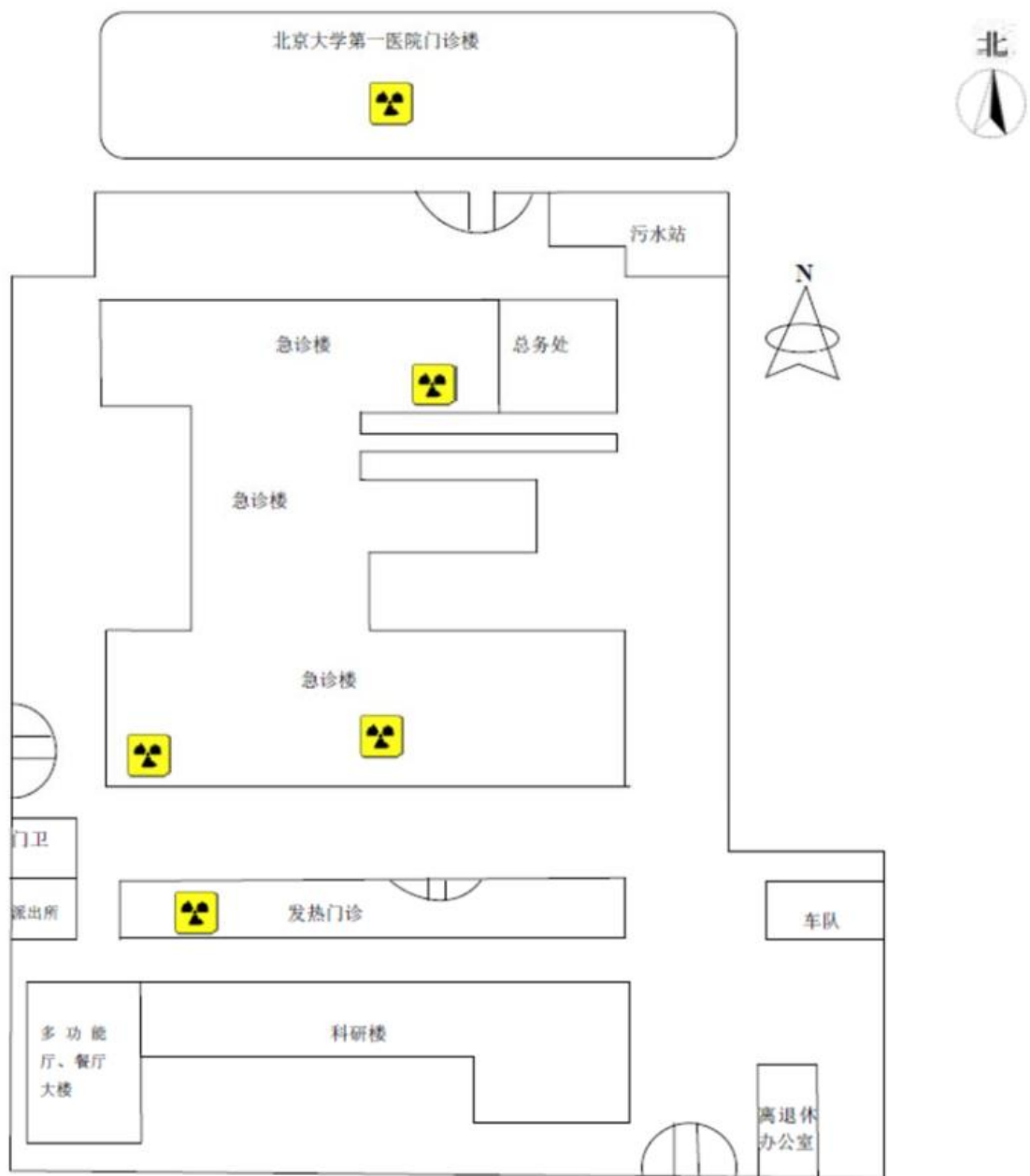


图 3-2 门急诊院区平面图

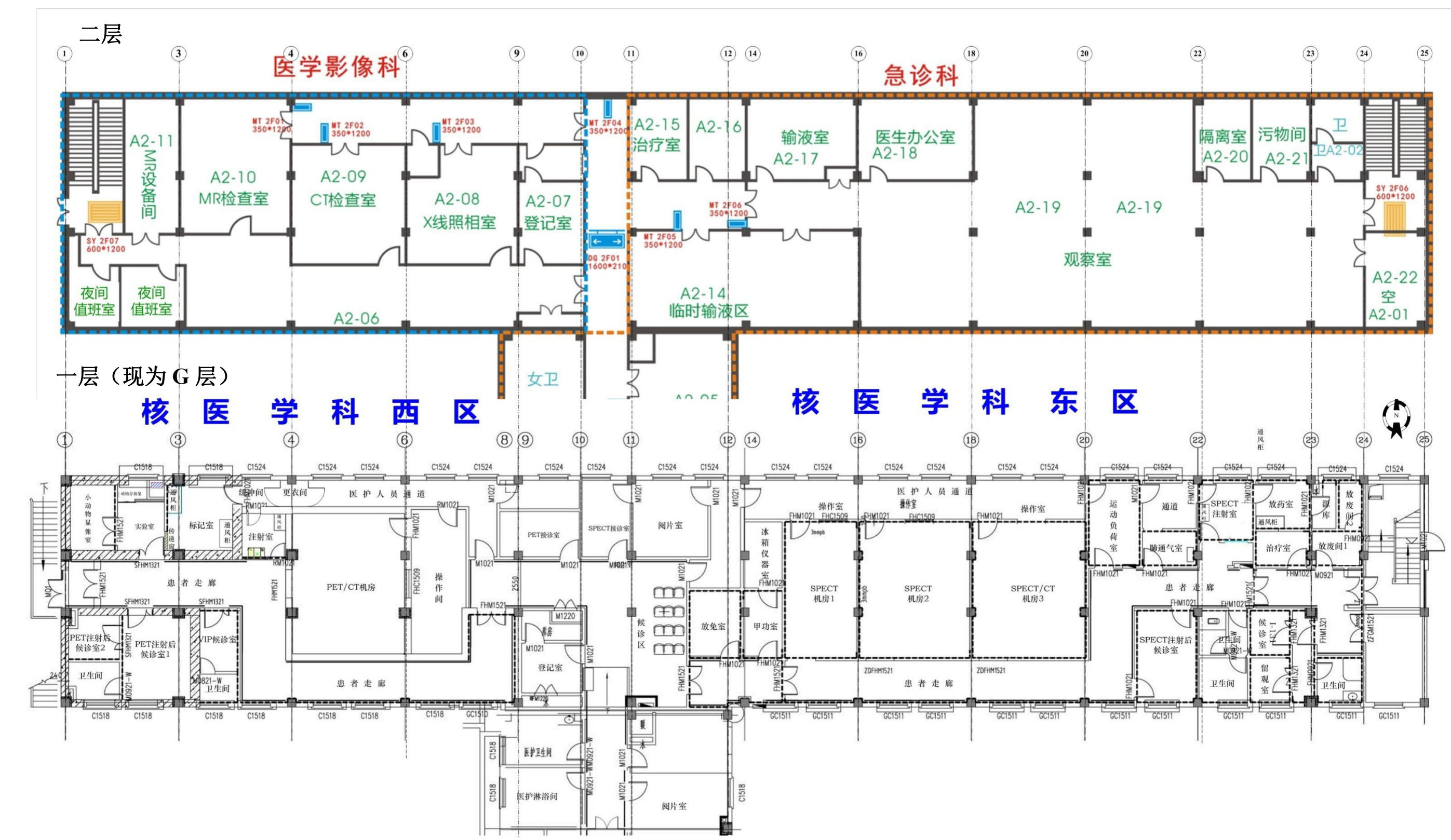


图 3-3 核医学科与上层对应关系图

表 3-2 本项目上下位置关系列表

分层场所	功能单元	上层保护目标				下层保护目标			
		名称	距离（m）	屏蔽材料及厚度	长居留人数（人）	名称	距离（m）	屏蔽材料及厚度	长居留人数（人）
西区 PET 诊疗区	标记室	MR 检查室	4.0	150mm 混凝土+3mmPb	2	管道间 （日常无人,仅维修时进入）	1.65	150mm 混凝土	0
	PET/CT 注射室	CT 检查室	4.0	150mm 混凝土+5mmPb	2				
	PET/CT 机房	CT 检查室、X 线照相室	4.0	150mm 混凝土+5mmPb	2				
	普通候诊 1	夜班室（白天无人）	4.0	150mm 混凝土+5mmPb	1				
	普通候诊 2	夜班室（白天无人）	4.0	150mm 混凝土+5mmPb					
	VIP 候诊	走廊	4.0	150mm 混凝土+5mmPb	/				
东区 SPECT 诊疗区	注射室	隔离留观	4.0	150mm 混凝土+2mmPb	5				
	通气实验室	观察室	4.0	150mm 混凝土+2mmPb	60				
	运动实验室	观察室	4.0	150mm 混凝土+2mmPb					
	放药室	污物间	4.0	150mm 混凝土+2mmPb					
	SPECT/CT 机房 3	观察室	4.0	150mm 混凝土+2mmPb					
	SPECT 机房 2	医生办公室、观察室	4.0	150mm 混凝土+2mmPb	6				
	SPECT 机房 1	临时输液区	4.0	150mm 混凝土+2mmPb	30				
	注射后候诊室	观察室	4.0	150mm 混凝土+3mmPb	60				
	I-131 给药后候诊室	观察室	4.0	150mm 混凝土+3mmPb					
	留观室	观察室	4.0	150mm 混凝土+2mmPb					

注：核医学房间高度 3.6m，通风柜等源项高度按 1.0m；房顶厚度 0.15m，上层人员关注点按距地板 1.2m，距离按 4.0m；下层高度 1.8m，与计算点距离按 1.65m。

3.3 场所布局与分区

3.3.1 场所布局

核医学工作场所位于门急诊楼 1 层北侧半地下部分，分为东区 SPECT 诊疗区和西区 PET 诊疗区两个区域，均有相对独立、明确的监督区和控制区划分，工艺流程连续完整，且有相对独立的辐射防护措施。东区包括显像室 1(SPECT)、显像室 2(SPECT)、显像室 3(SPECT/CT) 及其操作室走廊、注射室、候诊室 3(SPECT 注射后候诊)、放药室、治疗室、留观室、通气室、运动实验室、甲功室、放免室、废物库、源库等；西区包括 PET/CT 显像室及其操作室、注射室、候诊室 1、候诊室 2、VIP 候诊室(PET 注射后候诊)、标记室、实验室、动物显像室等；东、西区域之间为核医学场所的登记室、阅片室、PET/CT 接诊室、SPECT 接诊室以及注射前候诊区；东、西两区之间是核医学科候诊大厅，大厅设置叫号系统。

3.3.2 场所分区

急诊楼核医学科的诊疗场所，西区 PET 诊疗区和东区 SPECT 诊疗区，均有相对独立、明确的监督区和控制区划分，工艺流程连续完整，且有相对独立的辐射防护措施，根据分区不同进行相应的管理，同一工作场所的工作流程连续完整，并有相对独立的辐射防护措施。控制区的入口设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志，监督区入口处设置标明监督区的标志。在辐射工作区出入口安装有门禁系统、对讲系统、视频监控系统辐射剂量率检测系统等技术手段，有效减少对周围公众和职业人员受到不必要的照射。

东区 SPECT 诊疗区的控制区主要包括甲功室、放免室、冰箱仪器室、SPECT 机房、SPECT/CT 机房、运动实验室、通气实验室、注射室、给药室、注射后候诊室、I-131 候诊室、留观室、源库、废物间、患者走廊等；监督区包括医护人员通道、操作室等。

西区 PET 诊疗区的控制区主要包括 PET/CT 机房、注射室、标记室、实验室、小动物显像室、注射后候诊室、患者走廊等；监督区主要包括操作室、医护人员走廊等、更衣室、缓冲间等。

工作场所分区具体见表 3-3，辐射防护分区见图 3-4。

19

表 3-3 核医学科情况一览表

场所名称		控制区	监督区
核医学科	东区 SPECT 诊疗区	放免室、甲功室、冰箱仪器室、注射室、放药室、SPECT/CT 机房、SPECT 机房、运动实验室、通气实验室、源库、注射后候诊室、I-131 候诊室、留观室、废物间、患者走廊	医护人员走廊、操作室
	西区 PET 诊疗区	小动物显像室、标记室、实验室、PET/CT 机房、注射室、注射后候诊室、患者走廊	医护人员走廊、操作室、更衣室、缓冲间

3.3.3 人流物流路径

(1) 西区 PET 诊疗区患者流程

患者经登记室核实→→在用药前候诊区候诊→→接诊后经门禁由患者通道进入 西区 PET 诊疗区，在注射室接受注射→→在用药后候诊室休息→→进入 PET/CT 机房扫描检查→→由西侧带有门禁的通道门离开核医学科。

(2) 东区 SPECT 诊疗区扫描患者流程

患者经登记室核实→→在用药前候诊区候诊→→接诊后经门禁由患者通道进入东区 SPECT 诊疗区，在注射室接受注射（或在肺通气室接受雾化吸入）→→在 SPECT 注射后候诊室休息→→进入 SPECT/CT（SPECT）机房扫描检查→→由东侧带有门禁的通道门离开核医学科。

(3) 东区 SPECT 诊疗区甲亢治疗患者流程

患者经登记室核实→→在用药前候诊区候诊（按医嘱排尽小便）→→经门禁由患者通道进入，在治疗室给药窗口服 I-131→→甲亢患者服药后即可离开，有身体不适者在留观室观察→→由位于东侧带有门禁的通道门离开核医学科。

(4) 东区 SPECT 诊疗区注射治疗患者流程

患者经登记室核实→→在用药前候诊区候诊（按医嘱排尽小便）→→在患者候诊区候诊经门禁由患者通道进入，在注射室接受注射→→用药后患者即可离开，有身体不适者在留观室观察→→由位于东侧带有门禁的通道门离开核医学科。

(5) 放射性药物操作人员工作流程

在工作人员更衣室更换鞋和工作服→→进入医护人员通道穿戴防护用品→→在注射室对放射性药物的活度进行核验和测量→→核对患者姓名，按照医嘱给

待检患者注射药物→→指导患者候诊→→工作结束，在医护走廊更换防护用品→→经医护人员通道原路离开。

(6) 扫描检查工作人员工作流程

在工作人员更衣室更换鞋和工作服→→由医护人员通道进入操作间→→核对待检患者检查申请单信息，交待注意事项，指导受检者摆位→→进行显像扫描→→工作结束后在更衣室更换工作服、工作鞋，洗手或淋浴。

(7) 药物标记人员工作流程

在工作人员更衣室更换鞋和工作服→→进入西区工作人员通道穿戴防护用品→→在标记室进行药物标记、质控→→通过递药窗口将标记药物传递至质控室→→工作结束，在更衣室更换工作服、工作鞋，洗手或淋浴。

(8) 西区 PET 诊疗区放射性药品流转

F-18 放射性药物：早八点之前，F-18 放射性药物由供货公司使用专用车辆运送至核医学科西面送药入口（患者出口）→→由工作人员运送至 PET 注射室→→核医学科药品管理员与送货人员在注射室办理“点对点”验收交接手续，记录药品规格、批次、数量以及收货时间→→放射性药物的包装由供货公司次日收回。

Ga-68 放射性药物：标记室的通风柜内淋洗标记分装 Ga-68→→放入铅防护罐→→经递药窗口将标记药物传递至质控室→→质控后，用小推车将铅防护罐送至 PET 注射室，后续使用。

(9) 东区 SPECT 诊疗区放射性药品流转

放射性药物由供货公司使用专用车辆运送至核医学科东面送药入口（患者出口）→→Tc-99m、I-123 等放射性药物由工作人员运送至 SPECT 注射室通风柜，Lu-177、I-131、Ra-223 等放射性药物由工作人员运送至 SPECT 放药室→→核医学科药品管理员与送货人员在办理“点对点”验收交接手续，记录药品规格、批次、数量以及收货时间→→放射性药物的包装由供货公司次日收回。

(10) 放射性固废转移流程

标记室通风柜内有放射性废物袋，收集放射性废物后密封，第二天工作前通

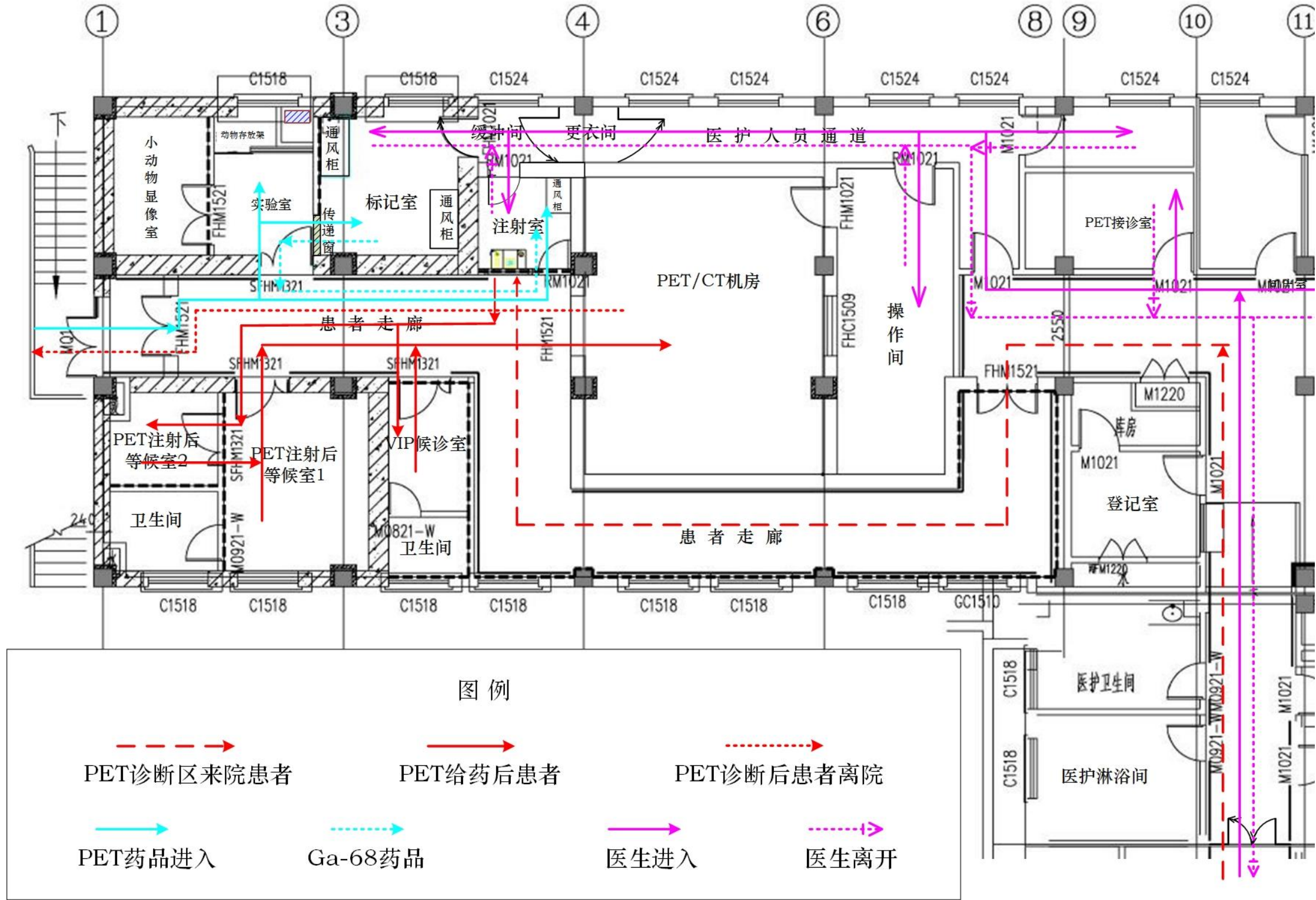


图 3-5 西区 PET 诊疗区人流物流图

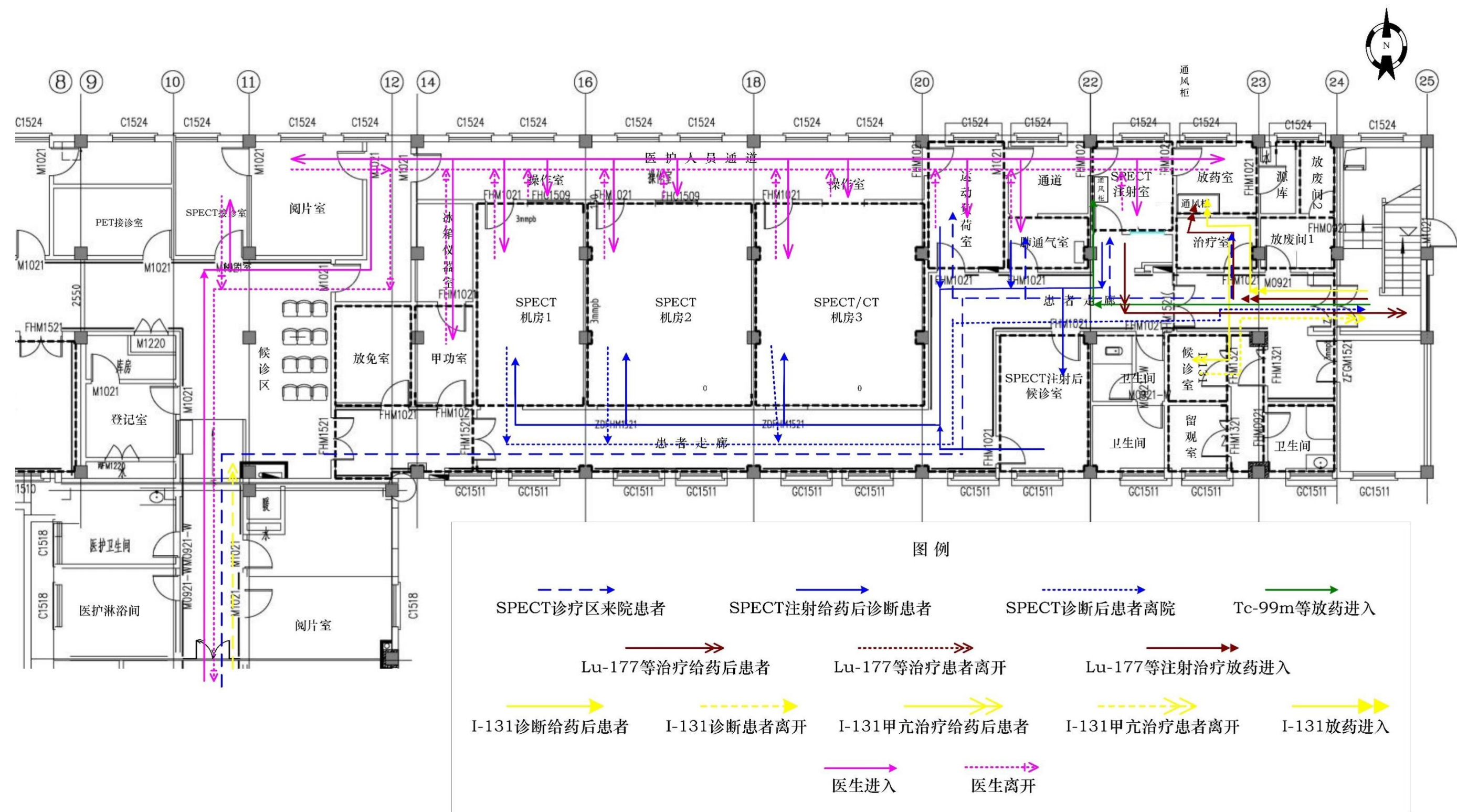


图 3-6 东区 SPECT 诊疗区人流物流图

过传递窗送至实验室内放射性废物铅桶。注射室、肺通气室、放药室、注射后等候室、实验室等产生的注射器、包装物、棉棒、一次性用品等放射性固废，收集于房间的铅废物桶内→→铅废物桶装满后，转移至东区 SPECT 诊疗区的放射性废物间，标注核素名称、废物类别、存放日期等→→A 类放射性固废暂存 30 天后、B 类放射性固废暂存 10 倍半衰期（I-131 存放 180 天）后，作为医疗废物处置→→详细记录“放射性固废暂存、处置台账”，内容包括核素名称、重量、暂存起止日期、表面污染和辐射剂量自测结果、废物处置日期、操作人员、废物去向、部门审核人员等内容。

核医学科人流物流规划见图 3-5 和图 3-6。

3.4 改扩建后情况

3.4.1 核素及主要装置情况

急诊楼核医学科改为 西区 PET 诊疗区、东区 SPECT 诊疗区两个工作场所。

西区 PET 诊疗区包括 PET 诊断和研究室两部分，PET 诊断使用 F-18、Ga-68 放射性药物开展显像诊断，研究室使用 Tc-99m、I-131、Cu-64、Ga-68、F-18 放射性药物开展科研，非密封放射性同位素日等效最大操作量为 $1.18\text{E}+08\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。

东区 SPECT 诊疗区使用 Tc-99m、I-123、Lu-177、Ra-223、Y-90、I-131、Sr-89、Sm-153、P-32、Ga-67、In-111、Tl-201、Re-186、Re-188、I-125（粒籽源）、Pd-103（粒籽源）开展显像诊断及治疗，使用 I-125、H-3、C-14、S-35、Cr-51 开展放免，非密封放射性同位素日等效最大操作量为 $2.93\text{E}+09\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。

核医学科改扩建后放射性同位素使用情况见表 3-4、表 3-5，改扩建后相关的设备及射线装置情况见表 3-6，改扩建后标记室通风柜情况见表 3-7。

表 3-4 西区 PET 诊疗区核素增量后情况一览表

序号	核素	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq/a)	用途	备注
1	Ga-68	7.40E+07	1.48E+12	显像	新增同位素

2	Ge-68 (Ga-68)	3.70E+06	7.40E+09	发生器母体 核素	新增发生器
3	F-18	1.78E+07	4.44E+12	显像	原有核素， 操作量不变
4	F-18	3.70E+05	1.85E+10	科研	
5	Tc-99m	3.70E+05	1.85E+10	科研	
6	I-131	1.85E+07	9.25E+09	科研	
7	Cu-64	1.85E+06	5.55E+09	科研	
8	Ga-68	1.85E+06	5.55E+09	科研	
9	合计	1.18E+08	/	/	/

表 3-5 东区 SPECT 诊疗区核素增量后情况一览表

序号	核素	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq/a)	用途	备注
1	Tc-99m	1.80E+08	9.23E+12	显像	原有核素 操作量增加
2	Lu-177	7.40E+08	1.11E+12	治疗	
3	I-123	3.70E+07	3.70E+11	显像	
4	Ra-223	3.96E+08	3.96E+09	治疗	
5	Y-90	3.70E+08	7.40E+11	治疗	
6	Ga-67	3.70E+07	1.85E+10	显像	原有核素， 操作量不变
7	I-131	4.44E+08	2.37E+11	显像、治疗	
8	In-111	2.22E+07	5.55E+09	显像	
9	Tl-201	2.22E+06	5.55E+09	显像	
10	Sr-89	2.96E+07	3.70E+10	治疗	
11	Sm-153	1.85E+08	9.25E+10	治疗	
12	Re-186	2.22E+08	3.33E+10	治疗	
13	Re-188	2.22E+08	3.33E+10	治疗	
14	P-32	3.70E+07	3.70E+09	治疗	
15	H-3	3.70E+04	1.85E+08	放免	
16	I-125	3.70E+05	9.25E+08	放免	
17	S-35	3.70E+05	1.85E+08	放免	
18	Cr-51	3.70E+04	1.85E+08	放免	

19	C-14	3.70E+05	1.85E+08	放免	
20	Pd-103 籽源	1.85E+06	7.40E+10	治疗	原有核素 操作量不变
21	I-125 籽源	1.85E+06	7.40E+10	治疗	
22	合计	2.93E+09	/	/	/

表 3-6 急诊楼核医学工作场所设备情况一览表

本项目情况					
设备	类别	数量	型号	参数	
PET/CT	III	1	联影 uMI780	140kV, 833mA	原 PET/CT 和配套放射源退役, 本次仅更新设备, 不含密封放射源
SPECT	/	1	GE NM630	/	原 SPECT 和配套放射源退役 本次仅更新设备, 不含密封放射源
SPECT	/	1	GE MPR	/	
SPECT/CT	III	1	Discovery NM/CT670	140kV, 440mA	
小动物 PET	/	1	MOSAIC	/	

表 3-7 标记室通风柜情况一览表

本项目情况			备注
通风柜	防护当量 (mmPb)	台数	
通风柜	40	1	更新 1 台通风柜, 标记分装 Tc-99m 等科研用核素
通风柜	50	1	新增 1 台通风柜, 淋洗标记分装 Ga-68 核素

3.4.2 放射工作人员设置

医院自上世纪 50 年代正式开展核医学相关工作以来, 已形成了比较成熟的放射工作技术与人员队伍。核医学科现有资质齐全的放射诊疗工作人员 28 人 (还有 1 名工作人员准备通过培训), 其人员设置见表 3-7。

表 3-7 放射工作人员设置

序号	姓名	岗位	职称	工作内容
1	王荣福	医师	主任医师、教授	医学诊断 制定治疗计划等
2	付占立		主任医师	
3	范岩		副主任医师	
4	张旭初		副主任医师	
5	张建华		副主任医师	
6	刘萌		副主任医师	
7	廖栩鹤		副主任医师	
8	康磊		副主任医师	
9	刘红洁		主治医师	
10	崔永刚		主治医师	
11	孙宏伟		主治医师	
12	殷雷		主治医师	
13	吴彩霞		主治医师	
14	陈雪祺		主治医师	
15	张雪丽	化学师、物理师	研究员	药物标志、质控
16	闫平	化学师、物理师	副研究员	
17	杨兴	化学师	研究员	
18	段小江	物理师	助理研究员	设备质控

19	王彦福	技师	主管技师	患者摆位 设备操作 设备质控等
20	赵光宇		主管技师	
21	郭凤琴		主管技师	
22	姜巧		技师	
23	牛鹏威		技师	
24	陈皓明		技师	
25	吴胜楠	护士	主管护师	药物分装、药物质控 患者注射、患者给药 表面污染监测等
26	白艳霞		主管护师	
27	陈立新		主管护师	
28	翁晓丹		主管护师	

上述人员以轮岗模式共同参与核医学场所内所有放射诊疗工作，医院已制定了放射工作人员职业健康及放射防护知识培训制度和辐射监测制度，现有人员均统一纳入医院和核医学科室的管理体系，按照放射工作人员进行管理，接受放射防护安全知识的培训与复训、职业健康检查和个人剂量监测（附件6）。此外，科室另有1名医师，待资质齐全后方可从事放射诊疗相关工作，工作人员增加至29人。

3.4.3 检测仪器

核医学原配备2台活度计，2台表面污染测量仪。改扩建后新增1台表面污染测量仪、2台固定式X- γ 剂量率仪、1台便携式辐射剂量仪，核医学科目前的检测仪器配备情况见表3-8。

表 3-8 工作场所配备的检测仪器一览表

序号	仪器名称	型号	数量	备注
1	活度计	CRC-25R	2	原有，放射性药物活度检测
2	便携式表面污染测量仪	Inspector ALERT	3	原有 2 台，新增 1 台
3	固定式 X- γ 剂量率仪	EXPLOR TIMES	2	新增
4	便携式辐射剂量仪	GW1011	1	新增，场所辐射剂量水平检测

3.5 项目变动情况

本项目建设内容与环评报告表和环评批复内容一致，无变动情况。

4 主要放射性污染及防护措施

本项目建设后，西区 PET 诊疗区标记室内新增 1 台 GMP 级通风柜，使用锗镓发生器（3700Mbq/个）淋洗标记分装 ^{68}Ga 核素；更新 1 台 PET/CT 装置，新增 ^{68}Ga 开展诊疗工作；该场所日等效最大操作量 $1.18\text{E}+08\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。东区 SPECT 诊疗区更新 1 台 SPECT 装置，增加原有 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{123}I 、 ^{177}Lu 、 ^{223}Ra 、 ^{90}Y 核素操作量，开展诊疗工作，该场所日等效最大操作量 $2.93\text{E}+09\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。

4.1 Ge-68/Ga-68 发生器核素制备

4.1.1 Ge-68/Ga-68 发生器工作原理

Ge-68/Ga-68 发生器为成熟商业化产品，医院从具备核素发生器销售资质的专业公司购买。外购的锗镓发生器外包装为内衬泡沫的铁皮罐，外包装贴有“当心电离辐射”的警示标示。核素发生器本身外部为铅屏蔽防护体，屏蔽防护体厚度为 27mm 贫铀+15mm 铅，核素发生器表面辐射水平满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）要求。

Ge-68 发生器是由母体和 ^{68}Ge （ $T_{1/2}$ 为 287 天）和子体核 ^{68}Ga （ $T_{1/2}$ 为 68 分钟）组成， ^{68}Ge 固定在填充有 SiO_2 的基质柱上，自发的衰变为 ^{68}Ga ，子体 ^{68}Ga 的放射性活度逐渐上升至与母体 ^{68}Ge 的放射性活度相等，达到平衡状态，利用生理盐水淋洗液将子体核素 ^{68}Ga 以离子的形式洗脱下来，在出口处用有防护的安剖瓶接收洗脱液，然后标记成放射性药物并进行分装，而母体核素 ^{68}Ge 仍留在发生器内。

4.1.2 ^{68}Ga 淋洗、标记、分装流程及产污节点

锗镓发生器放置于 50mmPb 当量的 GMP 级通风柜内，每天淋洗两次，每次淋洗过程约需 2min，洗脱液转入合成模块中，自动合成放射性药物标记。放射性药物分装操作时间约 20min。标记室 GMP 通风柜配套活性炭过滤器（活性炭棉 Z210，尺寸 300*200*25mm，过滤效率不小于 95%）；普通通风柜配套活性炭过滤器（活性炭棉 Z210，尺寸 310*240*25mm，过滤效率不小于 95%）；风机风量 $500\text{m}^3/\text{h}$ （可调节），确保通风柜内风速不小于 0.5m/s。

药物淋洗、分装、操作流程及产污环境见图 4-1。

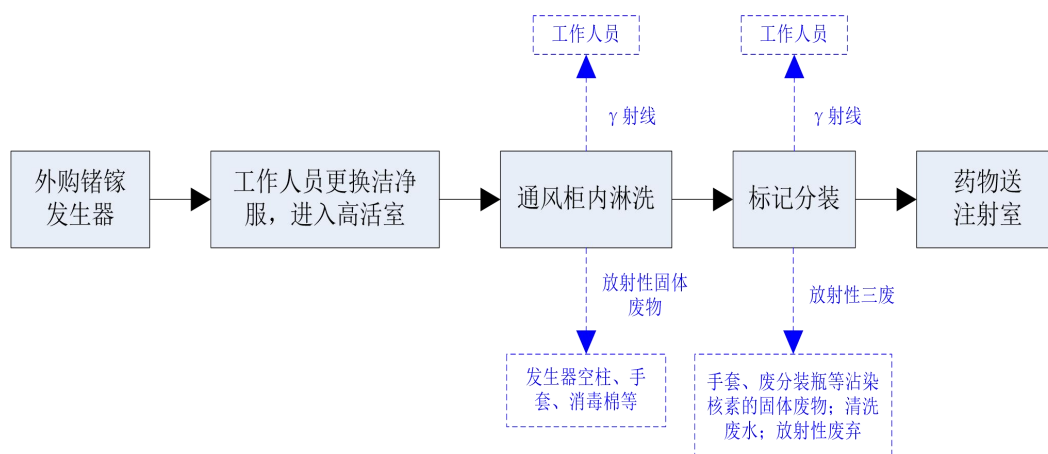


图 4-1 淋洗、分装操作流程及产污环节图

4.1.3 污染源项

（1）正常工况

辐射： ^{68}Ga β 粒子湮灭过程中产生的 γ 射线可能会对工作人员即周边环境产生辐射影响。

放射性固废：年产生量 2 个废 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器柱，淋洗、分装过程中产生废淋洗真空瓶、手套、消毒棉签等。

放射性废气：整个淋洗、分装在标记室通风柜内进行，产生微量放射性废气，通风柜内为负压，放射性废气经排风管道排出，经活性炭吸附后，废气经专用管道引至楼顶排放。

（2）事故工况

淋洗分装过程中，工作人员因操作不当，可能会出现药品撒漏情况，进而可能对工作台面、地面等造成表面污染。一般采取干法去污措施，擦拭后的吸水纸、酒精棉签等作为放射性固废处理。

4.2 PET/CT、SPECT 显像检查

4.2.1 核医学显像设备

场所内更新的显像设备为 1 台 SPECT(见图 4-2)和 1 台 PET/CT(见图 4-3)。更新后的 PET/CT 使用 ^{18}F 非密封放射性核素进行质控校准，因此，本项目无新增密封质控源。更新设备的主要性能参数等信息见表 4-1。

表 4-1 更新设备的主要性能参数

设备	编号	设备型号	生产厂家	CT 部分		用途	配置场所
				最大 kV	最大 mA		
SPECT	63GA50161	Discovery NM630	GE			显像	东区显像室 1
PET/CT	300057	uMI780	上海联影医疗科技股份有限公司	140	833	显像	西区 PET/CT 显像室



图 4-2 Discovery NM630 型 SPECT 设备外观图



图 4-3 uMI780 型 PET/CT 设备外观图

4.2.1 PET/CT 工作流程及产污节点

- ① 预约登记：患者提前进行预约、登记，确定用药量；
- ② 登记接诊：患者按预约时间来院登记就诊，医护人员开展宣教工作，患

者在给药前候诊室准备和等候；

③ 注射给药：准备好的受检者经过专用通道进入注射区，注射医务人员穿戴好个人防护用品，在50mmPb铅当量的挡板后将专用注射装置放至注射台，穿刺完成后打开前段铅屏蔽头，安装至注射头上，推注放射性药物，医务人员取药、注射操作时间为0.5min/次；

④ 注射后等候：注射药物后，患者进入给药候诊区候诊或进行检查前的准备， ^{18}F -/ ^{68}Ga 的患候诊时间约40~90min；

⑤ 摆位检查：患者进入PET/CT机房，医务人员配合患者摆位，摆位时间平均为0.5min/人；检查时间平均为20min/人。

⑥ 确认离开：受检者在扫描检查后，通过西侧带有门禁的通道门离开核医学科。

⑦ 读片、发报告：医生读片后，患者于检查后第二个工作日下午3点后持预约登记单在登记台领取报告。

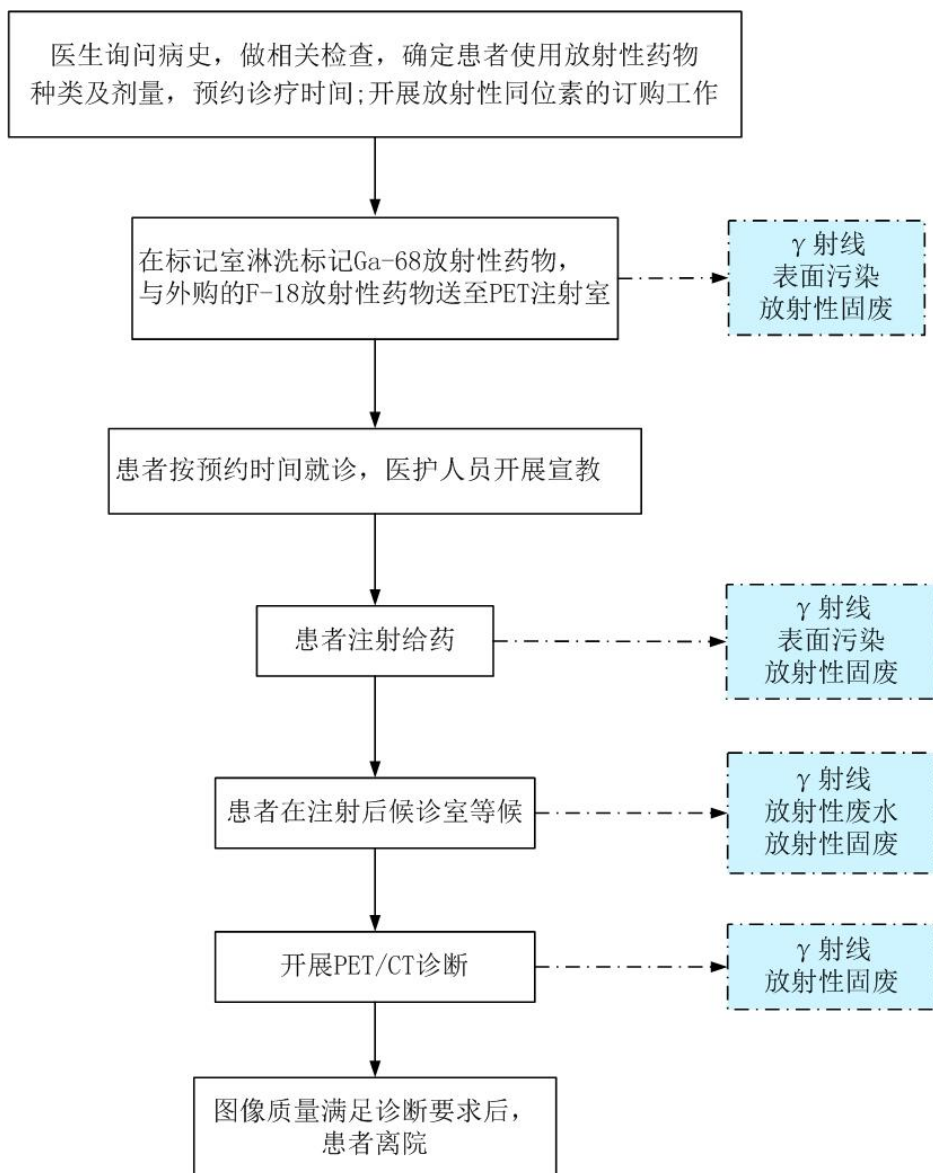


图 4-4 PET/CT 显像诊断流程及产污环节图

4.2.2 SPEC 工作流程及产污节点

① 预约登记：根据医生指导意见，需要接受全身或脏器显像检查的人员提前预约登记，确定用药量，医院根据实际情况确定外购核素量；

② 登记接诊：患者按预约时间来院登记就诊，医护人员开展宣教工作，患者在给药前候诊室准备和等候；

③ 注射给药：准备好的受检者经过专用通道进入注射区，注射医务人员穿戴好个人防护用品，核对患者姓名和用药量后，在患者手臂下铺垫一块吸水，注射人员从铅防护盒内取出含有放射性药物的注射器（药物已通过机械手装至注射

器内并将注射器至于屏蔽体内），在注射台前为受检者注射药物，注射约0.5min/人次。

④ 注射后等候：注射药物后，患者进入给药候诊区候诊或进行检查前的准备，注射 ^{99m}Tc 的患者等候时间为90min（骨显像患者候诊时间约为3h；肺显像、肾显像为动态显像，床旁注射）；

⑤ 摆位检查：患者进入SPECT/CT机房，医务人员协助患者摆位（多数患者为语音指导，摆位患者占总患者的10%），摆位时间平均为1min/人；检查时间平均为20min/人；

⑥ 确认离开：受检者在扫描检查后，图像质量满足诊断要求后，通过东侧带有门禁的通道门离开核医学科。

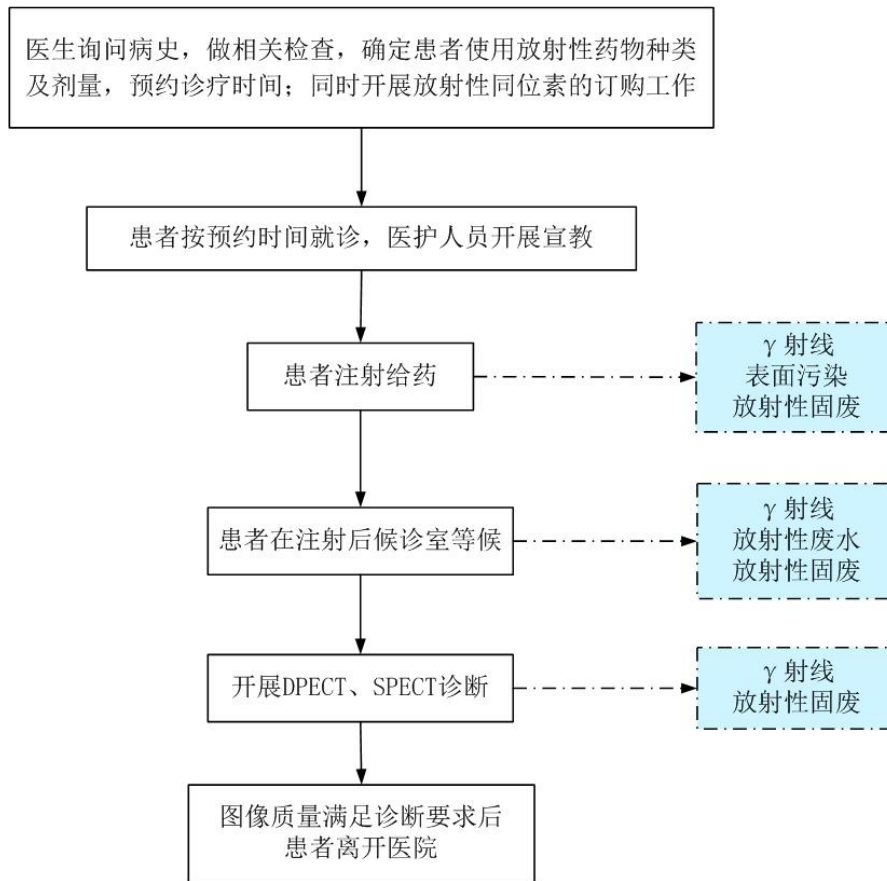


图 4-5 SPECT 显像诊断流程及产污环节图

4.2.3 放射性核素污染源项

（1）正常工况

辐射： ^{68}Ga 发生衰变产生 γ 射线； ^{99m}Tc 衰变方式是 IT，发出能量 140keV

的 γ 射线； ^{131}I 衰变类型为 β 、 γ 衰变， β 衰变产生的射线最大能量为 0.61MeV， γ 射线主要能量为 0.365MeV、0.637keV。上述射线军队核医学科工作人员及周边环境产生辐射影响。

表面污染：工作人员在操作非密封放射性物质 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{177}Lu 等核素时，有可能会引起工作台、地面等放射性沾污，造成 α 和 β 放射性表面污染。

放射性固废：放射性药物在注射过程中产生废注射器、棉签等沾染核素的固体废物。

放射性废水：放射性废水来自于卫生间冲厕废水、事故应急时的清洗废水等，控制区内所有下水口均设有专用下水管道通往衰变池。

放射性气体：核素药物的分装均在带有排风装置的通风柜内，负压操作。此过程中伴有微量的放射性核素挥发，经通风柜专门的排风管道，通过活性炭吸附后，由楼顶排气筒排出。

（2）事故工况

因人员操作不当造成药物撒漏造成工作人员手或皮肤的污染；或其他隐私造成容器破损导致放射性药品洒漏在地貌或工作台面；因保管不善，放射性药品可能发生被盗或丢失导致潜在照射的发生。

4.2.4 射线装置源项分析

（1）正常工况

本项目 PET/CT 属于 III 类射线装置，进行 CT 扫描时产生 X 射线，经透射、漏射和散射，对作业场所环境产生辐射影响。

（2）事故工况

工作人员尚未撤离 PET/CT 显像室，控制室内人员即开启设备，对工作人员产生 X 射线外照射，增加其照射剂量。

4.3 放射性核素治疗

4.3.1 ^{177}Lu 治疗原理

^{177}Lu 主要发射 β 射线，平均能量为 0.133 MeV，半衰期 6.7 天。组织内射程 2mm。目前临床常用于生长抑素受体阳性表达肿瘤（主要为神经内分泌肿瘤）和前列腺癌的治疗。除 β 射线之前， ^{177}Lu 还发射伽马射线，113keV（6.6%），208keV

(12%)，用于治疗后用 γ 照相机进行平面或者 SPECT 显像，定性及定量的评估放射性药物在体内的分布情况。

4.3.2 ^{223}Ra 治疗原理

^{223}Ra 主要释放 α 射线，半衰期 11.4 天，当一个 ^{223}Ra 原子衰变时 Ra-223 及其子体核素发射的总能量为 28.2MeV，发射的 α 粒子能量占 95.3%，发生的 β 粒子能量占 3.6%，发射的光子能量占 1.1%。在衰变过程中发射的 α 、 β 射线穿透距离小，辐射范围不超过 100 μm ，可使的对邻近的健康组织的影响降到最小。作为一种发射 α 粒子的骨骼靶向放射性药物，用于治疗晚期去势抵抗性且有骨转移的前列腺癌患者。

$^{223}\text{RaCl}_2$ 注射液为即用型无菌水溶液，用于静脉注射，pH 值为 6.0~8.0，为无色透明溶液，包装在玻璃瓶内，用橡胶塞和铝盖密封。工作人员从药瓶自行抽取适当的药品剂量，每个药瓶约含 6ml 的药品，相当于 6.6MBq，放射性浓度为 1100kBq/ml ($\pm 5\%$)。

订购的 ^{223}Ra 放射性药物在放药室的通风柜内进行分装，在治疗室对患者进行注射。工作量按 600 人次/年，每间隔 4 周注射一次，共注射 6 次，治疗周期为 24 周；使用剂量：55Bq/kg 体重，平均剂量约 3.75Mbq/75kg。

4.3.3 ^{90}Y 治疗原理

^{90}Y 可以发射高能的 β 射线，最大能量 2.27MeV，半衰期 64.1 小时。最大组织穿透距离 11mm。 ^{90}Y 也可连接多肽，临床常用于生长抑素受体阳性表达肿瘤（主要为神经内分泌肿瘤）治疗。

4.3.4 操作流程

① 预约登记：患者提前进行预约、登记，核医学科提前制定核素治疗工作计划；

② 外购药物：外购放射性药物由药品公司负责送至核医学科放药室；

③ 质检：质检人员核对放射性药物的名称和活度，检查药品包装和外观质量，在摄像头监控下，“点对点”办理交接手续，然后暂存于放药室内。

④ 分装： ^{131}I 、 ^{90}Y 、 ^{177}Lu 等放射性药物由供药公司按照人份分装好后供药， ^{223}Ra 放射性药物在放药室内的通风柜中按患者体重进行分装。

⑤ 准备工作：医护人员提醒患者在治疗前上厕所排尽小便，准备好接受治疗。

⑥ 注射或口服：在注射窗口防护下，给患者注射 ^{177}Lu 、 ^{90}Y 、 ^{223}Ra 等治疗药物；在放药室内，给患者口服 ^{131}I 药物。

⑦ 结束：患者在留观室观察 5~15min 后，随即离开核医学科。

治疗流程及产污节点见下图。

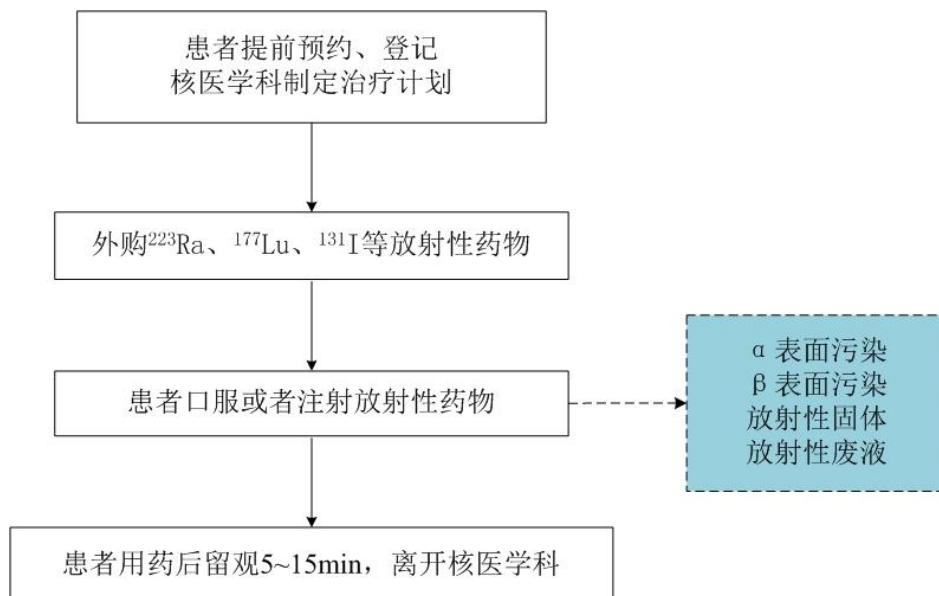


图4-6 核医学科治疗流程及产污环节图

4.3.5 源项分析

辐射： ^{177}Lu 发生 β^- 、 γ 衰变，产生 208keV 的 γ 射线，对工作人员造成外照射辐射一下； ^{90}Y 衰变方式为 β^- 衰变，放出 937keV 的 β 射线； ^{223}Ra 衰变方式为 α 衰变，放出 5.88MeV 的 α 射线，由于 β 射线和 α 粒子贯穿能力较弱，一般不会对公众人员造成外照射辐射影响。

放射性固废：给药过程中产生的一次性手套、注射器、棉签等沾染放射性核素的固体废物。

放射性废水：给药后的患者如有需要到治疗观察室进行短时间观察，可能有少量患者如厕，产生排泄物及冲洗废水。

4.4 辐射屏蔽防护措施

本次验收的辐射工作场所已采取了屏蔽措施，根据相关资料和现场检查结果，

本项目落实了项目建设安全与防护“三同时”制度，具体如下：

① 西区患者候诊 400mm、实验区域主体屏蔽采用 500mm 混凝土框架建筑结构，其他部分采用 360mm 粘土砖框架建筑结构，地板和顶棚均为 150mm 的混凝土（ $\rho=2.3\text{g/cm}^3$ ）。

② 西区的小动物显像室、实验室、标记室的四面墙体的屏蔽厚度均不低于 5mm 铅当量，防护门为 5mm 铅，顶棚均附加 3mm 铅；其它涉源房间的屏蔽厚度均不低于 8mm 铅当量，顶棚均附加 5mm 铅。其中 PET/CT 机房的四面墙体均为 36cm 的砖墙（ $\rho=1.7\text{g/cm}^3$ ），观察窗为 8mm 铅当量屏蔽。

③ 东区各个房间的隔断墙体的屏蔽厚度均不低于 3mm 铅当量，防护门均为 3mm 铅，3 间显像机房的观察窗均为 3mm 铅当量屏蔽。放免室和甲功室顶棚附加 1mm 铅，给药后候诊室（候诊室 3）顶棚附加 3mm 铅，东区其它余涉源房间顶棚均附加 2mm 铅。

④ 东区注射室注射台、观察窗为 10mm 铅当量，注射台上方铅玻璃为 3mm 铅当量；西区注射室注射台、观察窗为 50mm 铅当量，注射台上方铅玻璃为 8mm 铅当量。东、西区各配置 1 台移动注射车（10mm 铅当量）。

⑤ 东区 SPECT 诊疗区域房间射线屏蔽具体情况见表 4-1，西区 PET 诊疗区域房间射线屏蔽具体情况见表 4-2。

⑥ 在东区放药室、东/西区注射室均设有通风柜，东区肺通气室设有罩型抽风装置，西区标记室内新增一台 GMP 通风柜、更新一台普通通风柜，各通风柜的设置与功能见表 4-3。

⑦ 东区共设置 6 个移动式铅屏风，东区 SPECT 诊疗区的三个机房（操作室一侧，便于工作人员使用手动遥控器时做防护）各放置 1 个，运动试验室运动车旁放置 1 个，留观室门口放置 1 个；西区设置 1 个 3mmPb 移动式铅屏风，在 VIP 注射后等候室东墙外，具体见表 4-4。

表 4-1 东区 SPECT 诊疗区射线屏蔽情况表

序号	房间名称	方位	相邻场所	材料及厚度	与环评是否一致
1	放免室	东	甲功室	3mmPb	一致
		西	候诊区	3mmPb	一致
		南	患者走廊二	3mmPb	一致

序号	房间名称	方位	相邻场所	材料及厚度	与环评是否一致
		北	医护人员通道二	3mmPb	一致
		顶板	临时输液区	150mm 混凝土+1mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊二	3mmPb	一致
2	甲功室	东	SPECT 机房 1	3mmPb	一致
		西	放免室	3mmPb	一致
		南	患者走廊二	3mmPb	一致
		北	冰箱仪器室	3mmPb	一致
		顶板	临时输液区	150mm 混凝土+1mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊二	3mmPb	一致
3	SPECT 机房 1、2、 SPECT/CT 机房 3	东	患者走廊二	3mmPb	一致
		西	甲功室	3mmPb	一致
		南	患者走廊二	3mmPb	一致
		北	医护人员通道二	3mmPb	一致
		顶板	临时输液区、 观察室	150mm 混凝土+2mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊二	3mmPb	一致
		观察窗	操作间	3mmPb	一致
4	运动实验室	东	肺通气室	3mmPb	一致
		西	SPECT/CT 机房 3	3mmPb	一致
		南	患者走廊二	3mmPb	一致
		北	院内道路	360mm 粘土砖	一致
		顶板	观察室	150mm 混凝土+2mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊二	3mmPb	一致
5	肺通气室	东	SPECT 注射室	3mmPb	一致
		西	运动实验室	3mmPb	一致
		南	患者走廊二	3mmPb	一致
		北	通道	3mmPb	

序号	房间名称	方位	相邻场所	材料及厚度	与环评是否一致
		顶板	观察室	150mm 混凝土+2mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊二	3mmPb	一致
6	注射室	东	治疗室、放药室	3mmPb	一致
		西	肺通气室	3mmPb	一致
		南	患者走廊二	3mmPb	一致
		北	院内道路	360mm 粘土砖	一致
		顶板	隔离室	150mm 混凝土+2mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		注射窗	注射区	10mmPb	一致
		防护门	患者走廊二	3mmPb	一致
7	放药室	东	源库	3mmPb	一致
		西	注射室	3mmPb	一致
		南	治疗室	3mmPb	一致
		北	院内道路	360mm 粘土砖	一致
		顶板	污物间	150mm 混凝土+2mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	注射室	3mmPb	一致
8	治疗室	东	放废间	3mmPb	一致
		西	注射室	3mmPb	一致
		南	患者走廊二	3mmPb	一致
		北	放药室	3mm 铅	一致
		顶板	污物间	150mm 混凝土+2mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊二	3mmPb	一致
9	源库	东	放废间	3mmPb	一致
		西	放药室	3mmPb	一致
		南	放废间	3mmPb	一致
		北	院内道路	360mm 粘土砖	一致
		顶板	卫生间	150mm 混凝土+2mmPb	一致

序号	房间名称	方位	相邻场所	材料及厚度	与环评是否一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	放药室	3mmPb	一致
10	放废间	东	楼梯	360mm 粘土砖	一致
		西	源库、治疗室	3mmPb	一致
		南	患者走廊二	3mmPb	一致
		北	院内道路	360mm 粘土砖	一致
		顶板	卫生间	150mm 混凝土+2mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊二	3mmPb	一致
11	注射后候诊室	东	卫生间	3mmPb	一致
		西	患者走廊二	3mmPb	一致
		南	院内道路	360mm 粘土砖	一致
		北	患者走廊二	3mmPb	一致
		顶板	观察室	150mm 混凝土+3mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊二	3mmPb	一致
12	I-131 候诊室	东	患者通道	3mmPb	一致
		西	注射后候诊室	3mmPb	一致
		南	留观室	3mmPb	一致
		北	患者走廊二	3mmPb	一致
		顶板	观察室	150mm 混凝土+2mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	/	3mmPb	一致
13	留观室	东	卫生间	3mmPb	一致
		西	注射后候诊室	3mmPb	一致
		南	院内道路	360mm 粘土砖	一致
		北	I-131 候诊室	3mmPb	一致
		顶板	观察室	150mm 混凝土+2mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	/	3mmPb	一致

序号	房间名称	方位	相邻场所	材料及厚度	与环评是否一致
14	操作室	南	SPECT 机房	3mmPb	一致
		北	院内道路	360mm 粘土砖	一致
		顶板	观察室	150mm 混凝土	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	SPECT 机房	3mmPb	一致
		观察窗	SPECT 机房	3mmPb	一致
15	控制区 出口走廊	房顶	观察室	150mm 混凝土+2mmPb	一致
		底板	管道间	150mm 混凝土	一致
		门禁防护门	楼梯	3mmPb	一致

注：混凝土、混凝土的砼密度为 2.3g/cm³，砖密度为 1.7g/cm³

表 4-2 西区 PET 诊疗区射线屏蔽情况表

序号	场所	方位	相邻场所	屏蔽材料及厚度	与环评是否一致
1	小动物 显像室	东	实验室	5mmPb	一致
		西	楼梯间	500mm 混凝土	一致
		南	患者走廊一	500mm 混凝土	一致
		北	院内道路	500mm 混凝土	一致
		顶板	楼梯	150mm 混凝土+3mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	实验室	5mmPb	一致
2	实验室	东	标记室	5mmPb	一致
		西	小动物显像室	5mmPb	一致
		南	患者走廊一	500mm 混凝土	一致
		北	院内道路	500mm 混凝土	一致
		顶板	MR 设备间	150mm 混凝土+3mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊一	8mmPb	一致
3	标记室	东	注射室	500mm 混凝土	一致
		西	实验室	5mmPb	一致
		南	患者走廊一	500mm 混凝土	一致
		北	院内道路	500mm 混凝土	一致

序号	场所	方位	相邻场所	屏蔽材料及厚度	与环评是否一致
		顶板	MR 设备间	150mm 混凝土+3mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	缓冲间	5mmPb	一致
4	注射室	东	PET/CT 机房	360mm 粘土砖	一致
		西	标记室	500mm 混凝土	一致
		南	患者走廊一	8mmPb	一致
		北	缓冲间	360mm 粘土砖	一致
		顶板	MR 设备间	150mm 混凝土+5mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		注射窗	注射区	50mmPb	一致
		防护门	缓冲间、患者走廊	8mmPb	一致
5	PET/CT 机房	东	操作间	360mm 粘土砖	一致
		西	患者走廊一	360mm 粘土砖	一致
		南	患者走廊一	360mm 粘土砖	一致
		北	医护人员通道一	360mm 粘土砖	一致
		顶板	CT 检查室	150mm 混凝土+5mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊一	8mmPb	一致
		观察窗	操作室	8mmPb	一致
6	注射后候诊室 1	东	VIP 候诊室	400mm 混凝土	一致
		西	注射后候诊室 2	8mmPb	一致
		南	院内道路	400mm 混凝土	一致
		北	患者走廊一	400mm 混凝土	一致
		顶板	夜班室	150mm 混凝土+5mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊一	8mmPb	一致
7	注射后候诊室 2	东	注射后候诊室 1	8mmPb	一致
		西	院内道路	400mm 混凝土	一致
		南	卫生间	400mm 混凝土	一致
		北	患者走廊一	400mm 混凝土	一致
		顶板	夜班室	150mm 混凝土+5mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致

序号	场所	方位	相邻场所	屏蔽材料及厚度	与环评是否一致
		防护门	注射后候诊室 1	8mmPb	一致
8	VIP 候诊室	东	患者走廊一	8mmPb	一致
		西	注射后候诊室 1	400mm 混凝土	一致
		南	卫生间	360mm 粘土砖+5mmPb	一致
		北	患者走廊一	8mmPb	一致
		顶板	走廊	150mm 混凝土+5mmPb	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	患者走廊一	8mmPb	一致
9	操作室	东	候诊区	8mmPb	一致
		南	患者走廊一	360mm 粘土砖	一致
		北	医护人员通道一	8mmPb	一致
		顶板	X 照相室	150mm 混凝土	一致
		地板	管道间	150mm 混凝土	一致
		防护门	医护人员通道一	8mmPb	一致

注：混凝土的密度为 2.35g/cm³，砖密度为 1.70g/cm³

表 4-3 核医学科诊疗场所通风柜一览表

编号	工作区	房间	屏蔽铅当量	功能
1	SPECT 诊疗区	放药室	30mm	存放 I-131、Lu-177、Ra-223、Y-90 等放射性药物
2		SPECT 注射室	10mm	存放 Tc-99m 放射性药物
3	西区 PET 诊疗区	PET 注射室	50mm	存放 F-18 放射性药物
4		标记室	50mm	淋洗、标记及分装 Ga-68 放射性药物
5			40mm	标记分装 Tc-99m 等实验用放射性药物

表 4-4 核医学科铅屏风一览表

编号	工作区	房间	尺寸	屏蔽铅当量
1	东区 SPECT 诊疗区	SPECT 机房 1	高 1.8m 宽 1.4m	铁皮厚 1.5cm 铅厚 5mm
2		SPECT 机房 1	高 1.8m 宽 1.9m	铁皮厚 1.5cm 铅厚 5mm
3		SPECT/CT 机房 3	高 1.8m 宽 1.9m	铁皮厚 1.5cm 铅厚 5mm

4		运动负荷室	高 1.8m 宽 1.35m	铁皮厚 1.5cm 铅厚 5mm
5		留观室门外	高 1.8m 宽 1.8m	铁皮厚 1.5cm 铅厚 5mm
6	西区 PET 诊疗区	VIP 注射后等候室东墙外	高 1.8m 宽 2.6m	铁皮厚 1.5cm 铅厚 3mm

注：3 个机房内于操作室一侧的铅屏风是为了技师需要手动操作遥控器调整仪器状态时，在铅屏风后进行，起到防护作用。仪器正常工作时需要关闭操作室门，铅屏风位置不影响操作室关门。

4.5 场所辐射安全防护措施

按照《核医学放射防护要求》，本项目相关核医学工作场所各功能房间的类别均为 II 类。核医学工作场所使用非密封放射性药物的工作环节有可能发生洒漏的情况，为了防止与控制放射性物质污染，相关的场所的设备台面（如：注射台面等）及场所的墙面、地面均采用了表面光滑、易清洗、不易渗透的材料铺设，可满足 II 类核医学工作场所室内表面的要求。

4.6 场所辐射安全防护措施

（1）显像室、注射室、扫描间、候诊室等功能房间均采用了屏蔽措施。

（2）各显像机房门外均设有工作状态指示灯，指示灯的灯箱上均设有“射线有害，灯亮勿入”的警示语句，且工作正常。注射室等功能房间的门外、患者出入口门外均设有电离辐射警告标志。

（3）场所按照控制区和监督区分区管理，患者出入口设置有单向门禁。控制区地面设有指引地标，受检者可根据地标指引到相应位置。

（4）场所内各功能房间、患者走廊及注射后候诊区均设有监控探头，显示装置安装在各区控制室，可便于工作人员随时观察到各区域的情况。

（5）场所内的源库已安装防盗门、闭路监视系统、红外防闯入报警系统等，实施 24 小时摄像监控及双人双锁管制（不在本次验收范围）。

（6）注射室地面和操作台面采用易去污材料。

（7）控制区出口设有固定式手部表面污染测量仪。

（8）场所内已配备了工作人员的个人防护装置和用品，详见表 4-5。

表 4-5 核医学工作场所辐射安全防护措施

名称	数量	铅当量 (mm)	设置场所
铅衣	11	0.5	SPECT 机房 3 套, 注射室 4 套, 标记室 2 套
铅颈套	11	0.5	SPECT 机房 3 套, 注射室 4 套, 标记室 2 套
铅眼镜	23	0.5	护师、技师、医师等分配使用
通风橱	1	50	东区 PET/CT 注射室
	1	30	放药室
运输铅罐	2	10	PET/CT 注射室/标记室
移动注射车	2	4	SPECT 显像室
铅屏风	6	5	东区 SPECT 机房各 1 个、运动负荷室 1 个、SPECT 留观室 1 个, 西区 VIP 注射后等候室东墙外
污染急救箱	2	/	东、西区各 1 个
废物桶	21	10	放药室, 治疗室, 东区 PET-CT 注射室等, 桶外均贴有电离辐射标志

(9) 核医学场所内已配置了相应的辐射监测仪器, 东区配备 1 台表面污染监测仪、1 个活度计, 西区配备 2 台表面污染监测仪、3 个活度计; 东区西区共用 1 台便携式 X- γ 剂量率仪。具体见下表。

表 4-6 工作场所配备的检测仪器一览表

序号	仪器名称	型号	数量	备注
1	活度计	CRC-25R	2	原有, 放射性药物活度检测
2	便携式表面污染测量仪	Inspector ALERT	3	原有 2 台, 新增 1 台 表面污染检测
3	固定式表面污染测量仪	Explore Times	2	新增, 用于工作人员表面污染监测
4	辐射剂量仪	GW1011	1	新增, 场所辐射剂量水平检测



控制区标识牌



监督区标识牌



PET/CT 机房警示灯



SPECT 机房警示灯



西区单向门禁



东区单向门禁



标识牌



患者通道路线标识



固定式表面污染检测仪



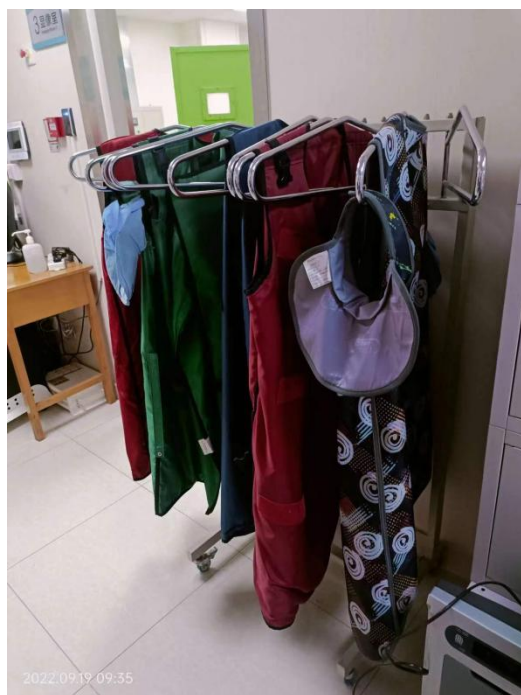
便携式辐射剂量率仪



便携式表面污染测量仪



个人剂量笔



铅衣



铅衣铅脖套



Tc-99m 通风柜



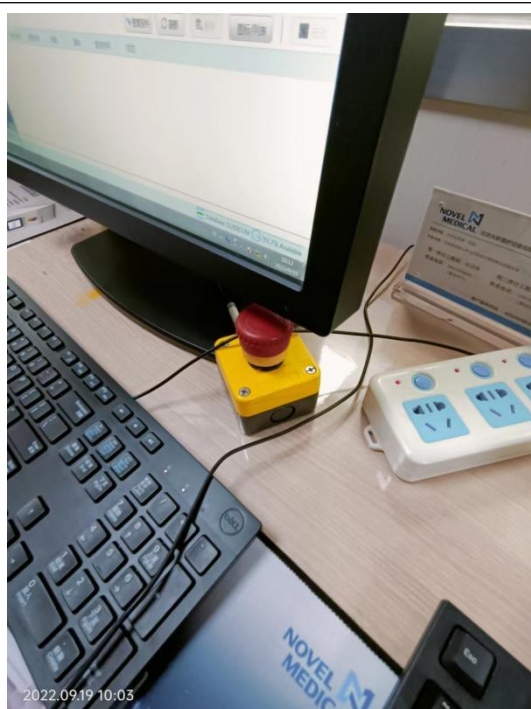
I-131 通风柜



西区标识室通风柜



药物运输罐



射线装置急停按钮



射线装置急停按钮



SPECT 机房铅屏风



运动室给药铅屏风



图 4-1 核医学科安全防护措施照片

4.7 放射性三废处理措施

4.7.1 放射性废水

医院在急诊楼的东北角、西南角各建有一座推流式衰变池，东区产生的放射

性废水排入东北角的衰变池，西区产生的放射性废水排入西南角的衰变池。

每个衰变池均分成 10 个有效容积为 6.5m^3 的储水槽，有效容积各为 65m^3 ，放射性废水首先排入并联的前两格水槽（化粪池），将大部分粪便等固体污物沉积，而后通过连通管排入后面串联的八格水槽，后面八格水槽的联通管设置高度保证放射性污水在衰变池每格水槽中推移流动。

衰变池结构见图 4-7。每座衰变池分十格，前面两格化粪池采用并联形式，可交替使用，在检修时可清空任意一格，后八格水槽每格之间设置连通管，当需要检修其中一格时，可采用移动式潜污泵将前一格污水提升跨越排至后一格水槽内。后面八格水槽的联通管设置高度保证放射性污水在衰变池每格水槽中是推移流动的。如果需要对水质进行检测，可在最后一格水槽人孔处取样，待第十格贮满水后，请有资质的单位对第十格废水进行监测，符合排放标准后，向环保部门申请排放，废水排入医院污水处理站进一步处理后排入市政污水管网，第十格废水排空后，前面几格水槽内的废水依次向后推移。

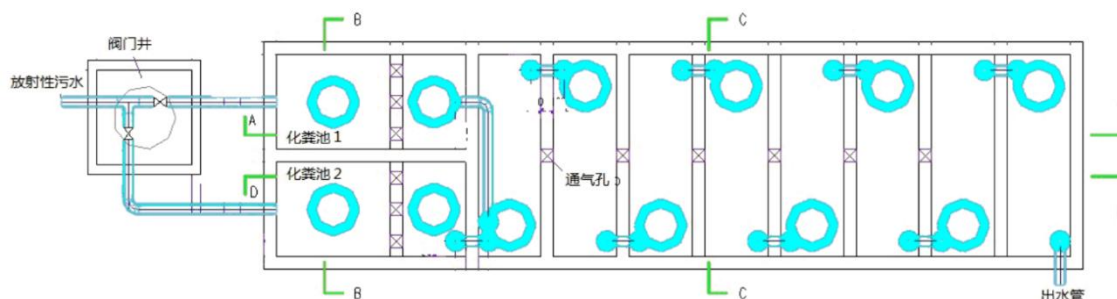


图 4-7 衰变池结构示意图

4.7.2 放射性固废

核医学科共配备 10mm 铅当量的放射性废物铅桶 21 个，其中 40L 的 10 个（大），30L 的 1 个（中），10L 的 10 个（小）。

东区 SPECT 诊疗区：放药室（1 大 2 小）、治疗室（1 大）、SPECT 注射室（1 大）、运动试验室（1 大）、通气试验室（1 大）、候诊室（1 小）、留观室（1 小）、3 间 SPECT 机房（3 小）、废物库（2 大 1 中）。

西区 PET 诊疗区：PET/CT 注射室（1 大）、实验室（2 大）、PET/CT 机房（1 小）、PET/CT 候诊室（2 小）。

标记室通风柜内有放射性废物袋，收集放射性废物后密封，第二天工作前通过传递窗送至实验室内放射性废物铅桶。

使用过的放射性药物注射器、包装物、棉棒、一次性用品等物品放入放射性废物铅桶，放射性废物桶具有外防护层和电离辐射警示标志，内套专用废物袋。废物桶满后转移至东区放射性废物间内贮存，并在塑料袋外表面注明废物类别（A 类或 B 类）、重量、所含核素名称、暂存起始日期等信息，建立了放射性废物暂存、处理台账，并签订了供应药物和回收容器协议书。

废物收集一般在周五下班后，患者全部离开核医学科，保证不对患者及公众产生辐射影响。东、西区放射性废物移送路线均为由各个暂存房间经患者通道，移送至东区东北角的废物间。核医学科放射性废物间面积约 10m²，分为里外两个隔间，里间面积 3.7m²，外间面积 6.3m²，总容积 35m³。B 类放射性废物置于里间，A 类放射性废物置于外间，以便于对固废的安全管理和解控处置。



图 4-2 核医学科固废管理措施照片

4.7.3 放射性废气

核医学放射工作场所分别设置了场所排风系统和通风柜专用排风系统，具体见图 4-8。

(1) 标记室内 GMP 通风柜配套活性炭过滤器（活性炭棉 Z210，尺寸 300*200*25mm，过滤效率不小于 95%），普通通风柜配套活性炭过滤器（活性炭棉 Z210，尺寸 310*240*25mm，过滤效率不小于 95%）；风机风量 500m³/h（可调节），确保通风柜内风速不小于 0.5m/s。废气经初步过滤后，再经楼顶排气口的活性炭过滤装置（尺寸 300*300*30mm 过滤效率不小于 95%），净化后外排。

(2) 西区 PET 诊疗区的注射室、东区 SPECT 诊疗区的放药室和注射室通风柜，为原有独立的 3 套专用的排气系统，通风柜内风速不小于 0.5m/s，在楼顶排气口安装了活性炭过滤装置（尺寸 300*300*30mm，过滤效率不小于 95%），废气经净化处理后排放。

(3) 东区肺通气室通风为原有安装的大功率集气罩和排风系统，实验室无窗，防护门密闭效果较好，确保房间内含 Tc-99m 的放射性废气不逸出，经集气罩收集，楼顶排气口安装了活性炭过滤装置（尺寸 300*300*30mm，过滤效率不小于 95%），经净化处理后外排。

(4) 场所排风分北侧和南侧两条管道，分别由西区 PET 诊疗区通往东区 SPECT 诊疗区。其中，北侧的排风管道在西区的动物显像室、实验室、标记室、PET/CT 注射室、PET/CT 机房；东区的运动室、通气室、SPECT 注射室、放药室、治疗室、源库和废物库等房间设置了排风口；管道内安装止回阀，由专用排风管道经管道井引至本建筑物顶部排放，在楼顶排气口加装了活性炭过滤装置（尺寸 300*300*30mm，过滤效率不小于 95%），废气经净化处理后排放。

(5) 南侧的排风管道在西区的 PET 候诊室 1、PET 候诊室 2、VIP 候诊室；东区的放免室、甲功室、SPECT 机房 1、SPECT 机房 2、SPECT/CT 机房 3、SPECT 候诊室、留观室等房间设置了排风口；管道内安装止回阀，由专用排风管道经管道井引至本建筑物顶部排放，在楼顶排气口加装了活性炭过滤装置（尺寸 300*300*30mm，过滤效率不小于 95%），废气经净化处理后排放。



图 4-3 核医学科放射性废气措施照片

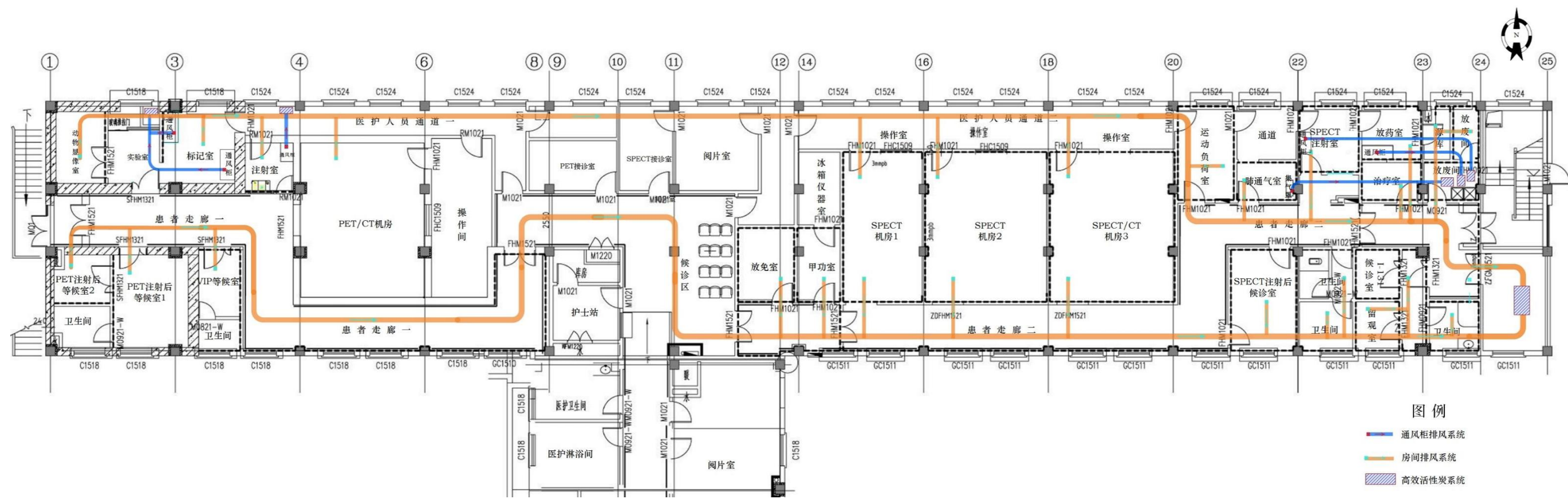


图 4-8 核医学科排风管路示意图

5 辐射监测结果

5.1 监测因子及方法

监测项目和监测方法见表 5-1。

表 5-1 CT 常规工作条件下 PET/CT 显像室外围的周围剂量当量率

序号	监测因子	监测方法
1	X- γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
2	α 、 β 表面污染	《表面污染测定 第 1 部分： β 发射体（ $E_{\max}>0.15\text{MeV}$ ） 和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）
3	γ 放射性	《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T11713-2015） 《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T16140-2018）

5.2 监测内容及结果

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），对 PET/CT 显像室、SPECT 显像室墙体表面 30cm，显像室楼上、操作位等点位进行监测；根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18870-2002）以及《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020），对非密封工作场标记室通风柜、注射间通风柜、分装柜，控制区及监督区房间地面、墙面、门把手等点位进行监测。

5.2.1 场所周围剂量当量率

（1）标记室场所外围的周围剂量当量率，依据贝特公司出具的场所防护检测报告（编号 2022BJC-K0015，附件 6），核素发生器在使用状态下，场所外围的周围剂量当量率见表 5-2。

表 5-2 标记室场所外围的周围剂量当量率

序号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	标记室门体	0.26	控制区边界
2	标记室门上缝	0.25	
3	标记室门下缝	0.15 [※]	
4	标记室门左缝	0.18 [※]	

序号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
5	标记室门右缝	0.14 [*]	
6	标记室东墙外	0.24 [*]	控制区
7	标记室南墙外	0.21	
8	标记室西墙（传递窗口）外	0.16	西墙外为动物存放区，无法检测
9	标记室北墙外	0.14	控制区边界
10	标记室楼上	0.12	
11	标记室楼下	——	为设备层，无法进入检测
	场所本底读数平均值	0.118 $\pm$ 0.010	

注：① 现场本底范围（0.106~0.129） $\mu\text{Sv/h}$ ；

② 当仪器读数平均值 ≤ 2 倍本底读数平均值时，其检测结果不扣除本底读数平均值，如果仪器的读数是本底读数平均值的 2 倍以上时，其检测结果扣除本地读数平均值。

③ 以上带有“*”的检测结果已扣除本底读数平均值。

根据检测结果，标记室工作场所的防护门、墙壁外表面和楼上 30cm 处的周围剂量当量率均小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

（2）标记室通风橱屏蔽体的周围剂量当量率，依据长润放射科技（宁夏）有限公司出具的检测报告（CRNX-FW-1120221079-002，附件），核素发生器在使用状态下，通风橱外围的周围剂量当量率见表 5-3。

表 5-3 标记室通风柜外围的周围剂量当量率

序号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	通风橱左手孔外 5cm 处	0.74	1221MBq 的 ^{68}Ga
2	通风橱右手孔外 5cm 处	0.78	
3	通风橱观察窗外 5cm 处	1.25	
4	通风橱观察窗上缝外 5cm 处	1.18	
5	通风橱观察窗下缝外 5cm 处	1.18	
6	通风橱观察窗左缝外 5cm 处	1.26	
7	通风橱观察窗右缝外 5cm 处	1.28	

8	通风橱左侧送物门外 5cm 处	0.48
9	通风橱左侧送物门上门缝外 5cm 处	0.45
10	通风橱左侧送物门下门缝外 5cm 处	0.46
11	通风橱左侧送物门左门缝外 5cm 处	0.43
12	通风橱左侧送物门右门缝外 5cm 处	0.43
13	通风橱前表面 5cm 处	0.55
14	通风橱后表面 5cm 处	0.53
15	通风橱左表面 5cm 处	0.32
16	通风橱右表面 5cm 处	0.36
17	通风橱上表面 5cm 处	0.35
18	通风橱下表面 5cm 处	1.26
本底值 0.121~0.128 μ Sv/h		

根据对通风橱的检测报告，通风橱设备外表面 5cm 处的周围剂量当量率均小于 2.5 μ Sv/h，由此可推断通风橱设备外表面 30cm 处的周围剂量当量率均可小于 2.5 μ Sv/h。

(3) 依据放射诊疗工作场所防护检测验收报告（编号：2022BJC-C0026，附件 6），当 PET/CT 在 CT 常规工作条件（120kV/300mAs）下，PET/CT 显像室外围的周围剂量当量率结果见表 5-4，满足 CT 机房的防护标准要求，监测点位见图 5-1。

表 5-4 CT 常规工作条件下 PET/CT 显像室外围的周围剂量当量率

序号	检测点位置 (距屏蔽体外表面 0.3m 处)	周围剂量当量率 (μ Sv/h)
1	放射工作人员操作位	0.46
2	操作室观察窗窗体	0.32
3	操作室观察窗周围上缝	0.19
4	操作室观察窗周围下缝	0.64
5	操作室观察窗周围左缝	0.15
6	操作室观察窗周围右缝	0.66

7	操作室门门体	0.13
8	操作室门周围上缝	0.13
9	操作室门周围下缝	0.65
10	操作室门周围左缝	0.21
11	操作室门周围右缝	0.12
12	机房门门体	0.12
13	机房门周围上缝	0.12
14	机房门周围上缝	0.14
15	机房门周围左缝	0.12
16	机房门周围右缝	0.12
17~19	机房东墙	0.12
20~22	机房南墙	0.12
23~25	机房西墙	0.12
26~28	机房北墙	0.12
29~31	机房上方	
/	现场本底平均值	0.12 ± 0.005

注：① 现场本底值范围（0.108~0.122）；

② 当仪器读数 ≤ 2 倍本底范围最大值时，其检测结果不扣除本底读数平均值，如果仪器的读数是本底范围最大值的 2 倍以上时，才能确认还有其他辐射存在，其检测结果扣除本地读数平均值。以上检测结果（本底平均值除外）均为该点位最大值。

根据检测报告，当 PET/CT 在 CT 常规工作条件（120kV/300mAs）下，PET/CT 显像室外围防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足 CT 机房的防护标准要求。

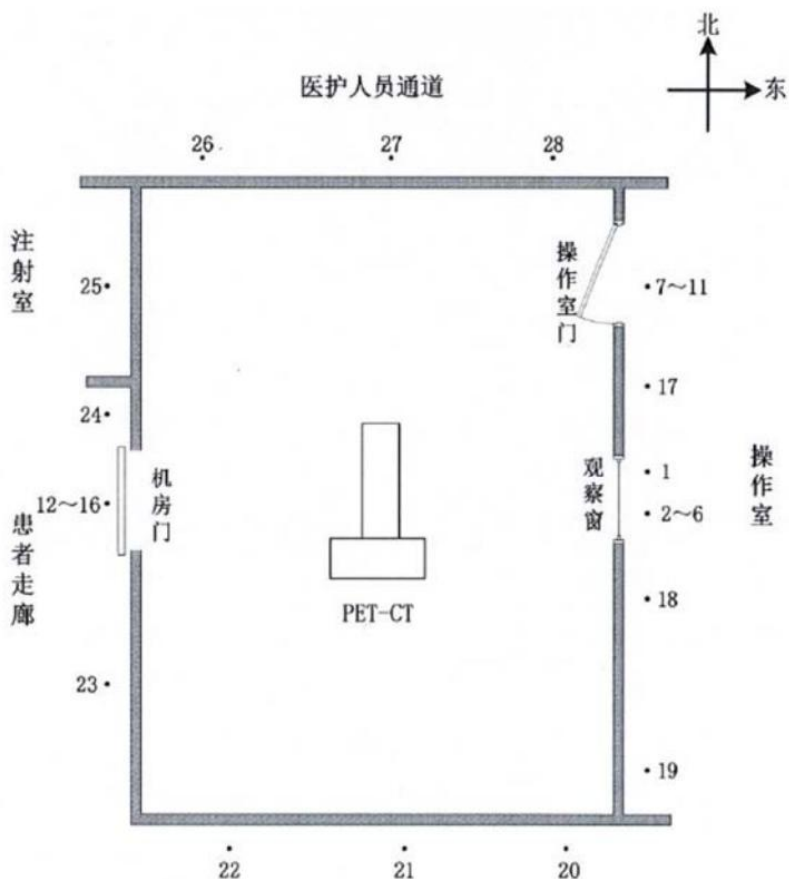


图 5-1 CT 常规工作条件下 PET/CT 显像室外围检测点位

(4) 依据贝特公司出具的非密封放射工作场所检测报告（编号 2022BJC-K0001，附件 6），在 CT 运行和放射性药物模拟应用条件下，本项目相关 PET/CT 显像检查工作区场所的周围剂量当量率检测结果见表 5-5。

表 5-5 相关 PET/CT 显像检查工作区场所的周围剂量当量率

序号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	PET/CT 显像室工作人员操作位	0.57 [*]	296MBq ^{18}F 注射器放置 在诊断床上
2	PET/CT 显像室观察窗窗体	0.82 [*]	
3	PET/CT 显像室观察窗上缝	0.84 [*]	
4	PET/CT 显像室观察窗下缝	0.83 [*]	
5	PET/CT 显像室观察窗左缝	0.79 [*]	
6	PET/CT 显像室观察窗右缝	0.83 [*]	
7	PET/CT 显像室操作室门体	0.15	

序号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
8	PET/CT 显像室操作室门上缝	0.12 [*]	
9	PET/CT 显像室操作室门下缝	0.11 [*]	
10	PET/CT 显像室操作室门左缝	0.11	
11	PET/CT 显像室操作室门右缝	0.16	
12	PET/CT 显像室机房门体	0.16	
13	PET/CT 显像室机房门上缝	0.14	
14	PET/CT 显像室机房门下缝	0.14	
15	PET/CT 显像室机房门左缝	0.15	
16	PET/CT 显像室机房门右缝	0.11	
17	PET/CT 显像室东墙外	0.11	
18	PET/CT 显像室南墙外	0.10	
19	PET/CT 显像室西墙外	0.10	
20	PET/CT 显像室北墙外	0.11	
21	PET/CT 显像室楼上	0.10	
22	VIP 候诊室门体	1.9 [*]	内有 370MBq ^{18}F 注射器
23	VIP 候诊室东墙外	1.0 [*]	
24	VIP 候诊室南墙外	0.12	
25	VIP 候诊室北墙外	0.68 [*]	
26	VIP 候诊室楼上	0.10	
27	1 候诊室门外	1.0 [*]	
28	1 候诊室南墙外	0.12	
29	1 候诊室北墙外	0.59 [*]	
30	1 候诊室楼上	0.10	
31	2 候诊室门外	1.8 [*]	
32	2 候诊室西墙外	0.14	
33	2 候诊室北墙外	0.17	
34	2 候诊室楼上	0.10	
35	注射室 ^{18}F 分装柜观察窗 5cm 处	1.2 [*]	内有 1110MBq ^{18}F 药物

注：① 现场本底范围（0.098~0.111）μSv/h；

② 当仪器读数平均值 ≤ 2 倍本底读数平均值时，其检测结果不扣除本底读数平均值，如果仪器的读数是本底读数平均值的 2 倍以上时，其检测结果扣除本地读数平均值。

附图1:

根据检测报告，在 CT 运行和放射性药物模拟应用条件下，本项目相关 PET/CT 显像检查工作区场所外围的防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足 CT 机房的防护标准要求。

65

表 5-6 相关 SPECT 显像检查工作区场所的周围剂量当量率

序号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	显像室 1 工作人员操作位	0.09	740 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 注射器 放置在诊断床上
2	显像室 1 观察窗窗体	0.09	
3	显像室 1 观察窗上缝	0.09	
4	显像室 1 观察窗下缝	0.09	
5	显像室 1 观察窗左缝	0.09	
6	显像室 1 观察窗右缝	0.09	
7	显像室 1 操作室门体	0.09	
8	显像室 1 操作室门上缝	0.09	
9	显像室 1 操作室门下缝	0.09	
10	显像室 1 操作室门左缝	0.09	
11	显像室 1 操作室门右缝	0.09	
12	显像室 1 机房门体	0.09	
13	显像室 1 机房门上缝	0.09	
14	显像室 1 机房门下缝	0.09	
15	显像室 1 机房门左缝	0.09	
16	显像室 1 机房门右缝	0.09	
17	显像室 1 东墙外	0.09	
18	显像室 1 南墙外	0.09	
19	显像室 1 西墙外	0.08	
20	显像室 1 北墙外	0.09	
21	显像室 1 楼上	0.08	
22	3 候诊室西门体	0.08	内有注射 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 患者候诊
23	3 候诊室北门体	0.09	
24	3 候诊室南墙外	0.09	
25	3 候诊室西墙外	0.09	
26	3 候诊室北墙外	0.09	
27	3 候诊室楼上	0.08	

② 当仪器读数平均值 ≤ 2 倍本底读数平均值时，其检测结果不扣除本底读数平均值，如果仪器的读数是本底读数平均值的 2 倍以上时，其检测结果扣除本底读数平均值。

附图1:

根据检测报告，在 CT 运行和放射性药物模拟应用条件下，本项目相关 SPECT 显像检查工作区场所的防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率均小于 2.5μSv/h。

表 5-7 放药室通风柜外围的周围剂量当量率

67

4	通风橱观察窗右缝外 5cm 处	0.20	
5	通风橱观察窗外 5cm 处	0.19	
6	通风橱前表面 5cm 处	0.18	
7	通风橱后表面 5cm 处	——	
8	通风橱左表面 5cm 处	0.70	
9	通风橱右表面 5cm 处	0.12	
10	通风橱上表面 5cm 处	——	
11	通风橱下表面 5cm 处	1.83	
12	通风橱左手孔外 5cm 处	0.32	
13	通风橱右手孔外 5cm 处	0.33	
本底值 0.121~0.128 μ Sv/h			

根据对放药室通风橱的检测报告,通风橱内放置 ^{177}Lu (7400MBq 放于 10mm 铅当量的储药罐) 时, 设备外表面 5cm 处的周围剂量当量率均小于 2.5 μ Sv/h, 由此可推断通风橱设备外表面 30cm 处的周围剂量当量率均小于 2.5 μ Sv/h。

5.2.2 表面污染监测结果

对放射性核素操作台面、设备表面、核素治疗场所、给药后患者候诊室等的 α 、 β 表面非污染进行监测(附件 6), 监测结果见下表。

表 5-8 密封源工作场所放射性表面污染水平监测结果

序号	检测点位置	β 放射性物质表面污染 (Bq/cm ²)	备注
1	标记室地面	<MDL _{β}	标记室 控制区
2	标记室操作台面	<MDL _{β}	
3	标记室座椅表面	<MDL _{β}	
4	1 号通风柜外表面	<MDL _{β}	
5	工作服	<MDL _{β}	
6	工作鞋	<MDL _{β}	
7	PET/CT 显像室床表面	<MDL _{β}	西区控制区
8	PET/CT 显像室地面	<MDL _{β}	

序号	检测点位置	β 放射性物质表面污染 (Bq/cm ²)	备注
9	操作室操作台表面	$<MDL_{\beta}$	西区监督区
10	操作室地面	$<MDL_{\beta}$	
11	VIP 候诊室沙发表面	$<MDL_{\beta}$	西区控制区
12	VIP 候诊室茶几表面	$<MDL_{\beta}$	
13	VIP 候诊室地面	$<MDL_{\beta}$	
14	1 候诊室床表面	$<MDL_{\beta}$	
15	1 候诊室诊椅表面	$<MDL_{\beta}$	
16	1 候诊室地面	$<MDL_{\beta}$	
17	2 候诊室床面	$<MDL_{\beta}$	
18	2 候诊室诊椅表面	$<MDL_{\beta}$	
19	2 候诊室地面	$<MDL_{\beta}$	
20	工作服	$<MDL_{\beta}$	
21	工作鞋	$<MDL_{\beta}$	
22	显像室 1 床表面	$<MDL_{\beta}$	东区控制区
23	显像室 1 注射车表面	$<MDL_{\beta}$	
24	显像室 1 地面	$<MDL_{\beta}$	
25	操作室操作台表面	$<MDL_{\beta}$	东区监督区
26	操作室地面	$<MDL_{\beta}$	
27	3 候诊室候诊椅表面	$<MDL_{\beta}$	东区控制区
28	3 候诊室茶几表面	$<MDL_{\beta}$	
29	3 候诊室地面	$<MDL_{\beta}$	
30	工作服	$<MDL_{\beta}$	
31	工作鞋	$<MDL_{\beta}$	

放射性核素操作台面、设备表面、核素治疗场所、给药后患者候诊室等的 α 、 β 表面污染均小于最低检测限。

5.2.3 衰变池废水放射性监测结果

本次验收对急诊楼东北角衰变池（暂存东区 SPECT 诊疗区放射性废水）、

西南角衰变池（暂存西区 PET 诊疗区放射性废水）的出水口取水样，监测 γ 放射性（附件 7），监测结果见下表。

表 5-9 衰变池废水 γ 放射性监测结果

样品	检测项目	结果 (Bq/L)
东北衰变池 (东区 SPECT 诊疗区)	^{131}I	$\leq \text{LD}=8.0\text{E}-01$
	^{125}I	$\leq \text{LD}=2.3\text{E}+00$

衰变池出水口水样中监测结果， ^{131}I 的活度浓度为 $8.0\text{E}-01\text{Bq/L}$ ，低于 GB18871-2002 附录 A 表 A1 中 ^{131}I 活度浓度 $1\text{E}+02\text{Bq/g}$ 的标准值。

5.3 人员受照剂量分析

5.3.1 放射工作人员受照剂量分析

本项目在西区 PET 诊疗区的标记室新增一台通风橱，新增使用锕镓发生器，新增使用 ^{68}Ga 核素，更新 PET/CT 机房的 PET/CT 射线装置；在东区 SPECT 诊疗区增加原有的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{123}I 、 ^{177}Lu 、 ^{223}Ra 、 ^{90}Y 的操作量，更新一台 SPECT 装置。

本次验收核算标记室人员受放射性核素药物照射的年受照剂量，显像工作人员受放射性核素药物照射的年受照剂量，以及其余放射性相关操作环节工作人员的年受照剂量，具体为：

（1）标记室人员受放射性核素药物照射的工作环节

- ① ^{68}Ge 淋洗：每次时间约 1min，每天 2 次；
- ② ^{68}Ga 标记分离：每次时间约 4min，每天 2 次；
- ③ ^{68}Ga 药物搬运：每次时间约 0.5min，每天 2 次。

（2）工作人员受放射性核素药物照射的工作环节

① 显像核素相关操作中，主要受照环节为放射性药物 ^{18}F 的分装和注射， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 机房内注射，机房内患者摆位和控制室内设备操作。各操作环节操作时间如下：

药物分装、患者注射每人每次操作时间为 1min；

患者摆位以播音器语音指导为主，床边直接摆位为辅，操作人员在距患者 50cm 处每人每次摆位 1min。

患者显像每人每次为 15min。

② 治疗核素相关操作中，主要受照环节为患者注射，平均每人次注射时间为 1min。本项目以 ^{223}Ra 为主要治疗核素计算核素治疗过程中相关人员的年受照剂量。

(3) 其余放射性相关操作环节与放射性药物的注射与患者摆位操作相比受照剂量很小，主要包括：

① 放射性药物的运送操作，有铅屏蔽（铅罐或铅套）容器，操作位剂量率接近本底值，且操作时间很短。

② 质控操作：SPECT 使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 进行日常检测，PET 使用 ^{18}F 进行日常检测，检测频次均为每周 1 次，单次用药量均不超过 37MBq，每年操作 50 次，每次近距离操作时间均不超过 0.5min，年操作时间均不超过 0.42h。距 37MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 药物 30cm 处的周围剂量当量率为 $9.5\mu\text{Sv/h}$ ，距 37MBq ^{18}F 药物 30cm 处的周围剂量当量率为 $47.1\mu\text{Sv/h}$ ，经计算，SPECT 质控操作人员年受照剂量小于 0.01mSv ($0.42\text{h} \times 9.5\mu\text{Sv/h} \div 1000$)，PET 质控操作人员年受照剂量小于 0.02mSv ($0.42\text{h} \times 47.1\mu\text{Sv/h} \div 1000$)，其他操作过程均为人员在控制室内隔室进行，受照剂量为微量。

③ 固体放射性废物平时暂存在废物桶，废物桶有铅屏蔽。桶内放射性废物主要是患者注射时使用的棉签等，仅含少量放射性药物，在桶内存放时对人员的辐射为微量。

(4) 工作人员受照剂量分析

根据场所验收检测报告和上述条件，依照医院预期的最大工作量、每名患者的操作时间等计算相关人员的年受照剂量，结果列于下表。

表 5-10 工作人员年受照剂量

人员	受照环节	操作时间			剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年受照剂量 (mSv/a)
		min/人	人/年	h/年		
化学师	淋洗	1.0	400	6.7	8.55	0.06
	标记分离	4.0	400	26.7	0.8	0.02
	药物搬运	0.5	400	3.4	9.3	0.03
护士	^{18}F 分装	1.0	7500	125	0.62	0.08
	^{18}F 患者注射	1.0	7500	125	1.2	0.15

	^{99m} Tc 患者同室注射	1.0	2000	33.3	49.5 ⁽¹⁾	1.65
	治疗患者注射	1.0	1300	21.7	0.2 ⁽²⁾	<0.01
技师	¹⁸ F 患者摆位	1.0	7500	125	22 ⁽³⁾	2.75
	PET/CT 设备操作	15.0	7500	1975	0.57	1.07
	^{99m} Tc 患者摆位	1.0	6000	100	3.1	0.31

注：（1）距 555MBq⁹⁹Tc m 注射器 30cm 处；

（2）采用医院 ²²³Ra 实测数据：注射药物活度 6.6MBq，测量点位：注射台操作位 5cm 处；

（3）采用某医院 ¹⁸F 患者摆位实测数据：摆位距离 50cm，注射药物活度 300MBq，注射时间 13 点 50，检测时间 14 点 30。

上述综合分析表明：

（1）科室共设置了 3 名资质齐全的化学师，以轮岗模式进行项目相关的放射诊疗操作，每名化学师与项目相关的年受照剂量不超过 0.04mSv，与 2022BJC-P2016 控制效果评价报告中化学师的年受照剂量（<0.1mSv）叠加之后，仍可满足项目剂量约束值 2mSv/a 的要求。

（2）护士所有受照环节年剂量总和约为 1.88mSv，技师所有受照环节年剂量总和约为 4.13mSv。本项目共设置了 6 名技师和 4 名护士，均以轮岗模式进行项目相关的放射诊疗操作，每名技师与项目相关的年受照剂量约为 0.69mSv，每名护士与项目相关的年受照剂量约为 0.47mSv，均可满足项目剂量约束值的要求。护士在进行同室注射时应合理利用注射车等防护用品，以减少其受照剂量。此外，核医学医师、物理师和化学师的工作内容主要为医学诊断、设备质控、药物标记等，其受照环节和时间较少，年受照剂量为微量。

根据 2021 年度个人剂量监测报告（附件 5），本项目配置的放射工作人员年受照剂量为（0.144~0.938）mSv；本项目运行后，放射工作人员年受照剂量总和也将满足医院管理目标值 2mSv/a 的要求。

5.3.2 公众人员受照剂量分析

根据场所验收检测报告，本项目可能影响到公众的关注点位的剂量率均接近本底水平，对场所外围公众成员的年受照剂量无附加影响，可满足评价目标值不超过 0.1mSv/a 的要求。

6 辐射安全管理

6.1 辐射安全防护管理

6.1.1 安全管理制度体系

为保证核医学相关放射诊疗工作的质量及其防护安全，医院和核医学科结合本院核医学放射诊疗工作的实际状况，从相关人员、设备和场所等方面制订了详细的规章制度，并完善了相应的质量控制体系（附件 4）。已制定的制度主要包括：

- （1）放射诊疗及辐射安全管理制度总则
- （2）辐射事故（件）应急预案
- （3）核医学科（乙级非密封性放射性物质应用场所）安全防护操作规程
- （4）辐射防护和安全保卫制度
- （5）放射诊疗设备检修维护制度
- （6）台账管理制度(含放射源、非密封放射性物质、射线装置)
- （7）辐射安全培训制度
- （8）辐射监测方案
- （9）放射源和放射性废物管理规定
- （10）放射工作人员职业健康及放射防护知识培训
- （11）放射防护检测评价。
- （12）核医学科岗位职责
- （13）放射性核素(源) 采购、登记、使用、核对、保管及注销制度
- （14）放射性成药溶液（奶液）订货及接收规程
- （15）放射性操作和污物处理制度
- （16）放射性污染紧急处理与报告制度
- （17）核医学科仪器设备质量保证大纲
- （18）放射性场所日常监测方案
- （19）显像设备操作规程等。

放射防护相关管理制度的修改和完善，提高了管理体系的全面性、完整性和可操作性。

6.1.2 辐射安全管理组织体系和职责

医院成立了“放射防护管理委员会”，全面负责医院放射防护的领导与管理工作，是医院放射防护管理的最高管理组织，医院法人为放射防护管理的第一责任人，常设机构为医务处。放射防护管理委员会分为领导小组和工作小组，其中，领导小组设组长2名，由党委书记和院长担任；副组长1名，由医疗副院长担任；成员4名，由纪委书记和主管后勤、工会、人力资源工作的院领导担任；工作小组由各职能科室部门人员组成，负责医院放射防护日常管理工作。

放射防护管理委员会领导小组职责包括：

①严格执行《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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和防护条例》、《放射性废物安全管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射诊疗管理规定》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射工作人员职业健康管理辦法》等相关法律、法规，并督促落实，保证医院放射诊疗工作的质量与安全。

②组织制定并落实放射防护管理制度，定期召开管理会议，督促工作小组落实对放射工作场所、射线装置的检测以及对放射工作人员进行个人剂量监测、职业健康体检、放射防护知识培训。

③需要新建、改扩建、拆迁有关放射防护工程前，应进行前期可行性研究并报市卫生健康委、市公安局、市生态环境局审批，批准后方可施工。

④负责制定辐射事故（件）应急处理预案并组织演练，记录本院发生的放射事故（件）并及时报告当地卫生健康委、生态环境局、公安局等部门。

⑤对违反医院规定，未经申报购置、使用放射性同位素或射线装置的科室，委员会有权对科室及相关责任人进行处罚，严重者交执法部门处理。

⑥对放射防护管理中遇到的特殊事项，给出处理意见。

6.1.3 安全管理内容

在现有放射防护管理规章制度的基础上，放射防护管理委员会对本院的放射诊疗工作进行如下管理：

（1）许可管理：医院放射诊疗工作场所设计、建造以及场所中配置放射诊疗设备等项目，须经职业病危害因素审查和国家规定的其他管理部门批准后施工、

竣工验收，取得《放射诊疗许可证》和《辐射安全许可证》后方可投入临床使用，保证设备的使用符合放射防护管理规范和国家法律法规的要求。

（2）放射工作人员管理：医院根据项目开展的需求配置了相关的放射诊疗工作人员，并遵照《放射诊疗管理规定》和《放射工作人员职业健康管理辦法》落实了放射工作人员的上岗资质和常规管理工作。本项目配置的放射工作人员均具有相应的任职资格，按规定进行了职业健康检查、办理了个人剂量监测，并持有放射工作人员证。

（3）操作管理：科室制定了设备操作规程，规定了操作人员熟练掌握操作规程和操作系统的使用，严格按照规程进行设备的操作。

（4）质量管理：医院制定了核医学放射诊疗相应的质量控制制度，可以满足核医学放射诊疗质量控制的要求。在实际运行过程中，科室相关人员应严格落实质控制度，确保患者接受放射诊疗的正当性和有效性。

除此之外，医院还制定有个人剂量监测及场所监测等相关管理制度。医院制定的各项放射防护管理制度符合国家法律法规要求，在实际工作中应确保各项制度的切实实施，并根据相关法规及标准的更新，及时修正并完善医院的放射防护管理制度。

6.2 辐射监测

6.2.1 场所监测

为保证放射诊疗工作场所的辐射安全，根据《放射性同位素与射线装置防护条例》《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、标准、规范的要求，医院制订了相应的辐射监测方案，辐射监测包括辐射工作人员个人剂量监测、工作场所辐射水平监测和环境辐射水平监测。监测方案（含委托监测和自主监测）由医务处总体负责，监测内容如下：

（1）表面污染水平监测

① 监测频次：每年委托有资质单位进行一次年度监测。

② 监测部位：标记室台面、地面，通风柜台面，注射窗台面以及相关设备表面等进行表面污染监测，监测数据记录存档，监测点位见表 6-1。

（2）工作场所、环境辐射水平年度监测

① 监测频度：每年委托有资质单位进行一次年度监测。

② 监测范围：衰变池、核医学科的四周和楼上、楼下，控制区边界外 30cm 处的剂量率水平，具体见表 6-2。

表 6-1 放射性表面污染检测点位一览表

场所名称	房间名称	监测点位置
西区 PET/CT 诊疗区域	标记室、实验室	通风柜外表面、工作台台面、活度计键盘、 废物桶外、水池、地面、排风口
	注射室	注射台台面、注射台铅玻璃前、注射台铅玻璃后、 注射台工作人员操作位、水池、地面、药品暂存台、废物桶外
	PET/CT 机房	检查床、脚踏板、废物桶外、地面
	操作室	观察窗、工作人员操作位
	注射后等候室	门外（关门）、候诊椅、水池、地面、卫生间、垃圾桶
东区 SPECT 诊疗区域	放药室	通风柜外表面、工作台台面、活度计键盘、 废物桶外表面、水池、地面、排风口
	注射室	注射台台面、注射台铅玻璃前、注射台铅玻璃后、 注射台工作人员操作位、药品暂存台、水池、地面、 废物桶外表面
	肺通气室	肺通气仪器外表面、集气罩内外表面、座椅、废物桶、地面
	运动室	运动车踏板、运动车扶手、废物桶、地面
	SPECT/CT （SPECT）机房	检查床、脚踏板、废物桶外、地面
	操作室	观察窗、工作人员操作位
	等候室	门外（关门）、候诊椅、垃圾桶、水池、地面、卫生间

表 6-2 工作场所外照射水平检测点位一览表

场所	房间名称	监测点位置
西区 PET/CT 诊疗区域	场所	控制区各出入口
	标记室	北墙外、通风柜外、楼上地板、楼下楼顶
	注射室	室中央、注射台铅玻璃前、注射台铅玻璃后 注射台工作人员操作位、放射性废物桶外
	检查室	病人通行门（门体、门外、左缝、右缝、下缝）西墙外、医生 通行门外（关门）、楼上地面（F1）、楼下楼顶（B2）
	操作室	观察窗、工作人员操作位

	注射后候诊室、VIP 等候室	门（关门、左缝、右缝）、东墙外、南墙外
东区 SPECT 诊疗区域	场所	控制区各出入口
	放药室	室中央、水池、通风柜外、楼上地板、楼下楼顶、北墙外
	注射室 肺通气室 运动实验室	室中央、注射台铅玻璃前、注射台铅玻璃后、注射台工作人员操作位、放射性废物铅桶外、楼上地板、楼下楼顶、北墙外
	注射后等候室 留观室	门（关门、左缝、右缝）、楼上地板、楼下楼顶、南墙外
	检查室	医生通行门外（关门）、病人通行门（门体、门外、左缝、右缝、下缝）、楼上地面（B1）、楼下楼顶（B3）
	放射性废物间	东墙外、北墙外、楼上地板、楼下楼顶

6.2.2 核医学科日常监测

根据《北京市辐射工作场所辐射环境自行检测办法（试行）》要求，对射线装置和非密封放射性物质工作场所周围的辐射水平，以及非密封场所内的表面污染水平开展自行监测，检测记录归档。核医学科在每日工作后开展自行监测， γ 辐射监测点位包括操作场所内各房间门外、操作室工位、观察窗外等；表面污染监测点位包括操作场所各房间内台面、地面、椅面、检查床等。

核医学日常表面污染监测和 γ 辐射剂量率布点见图 6-1。

6.2.3 环境监测

根据原环保部 18 令的要求，每年委托有资质单位对辐射工作场所的周围环境，进行 1 次辐射水平监测，监测数据记录存档。监测点位如图 12-2。

6.2.4 通风橱风速监测

医院规定每年一次对通风柜操作口截面风速进行监测，当发现通风风速有明显下降时，进行检查和通风管道清理，并根据使用情况，对通风管道的过滤装置定期更换。

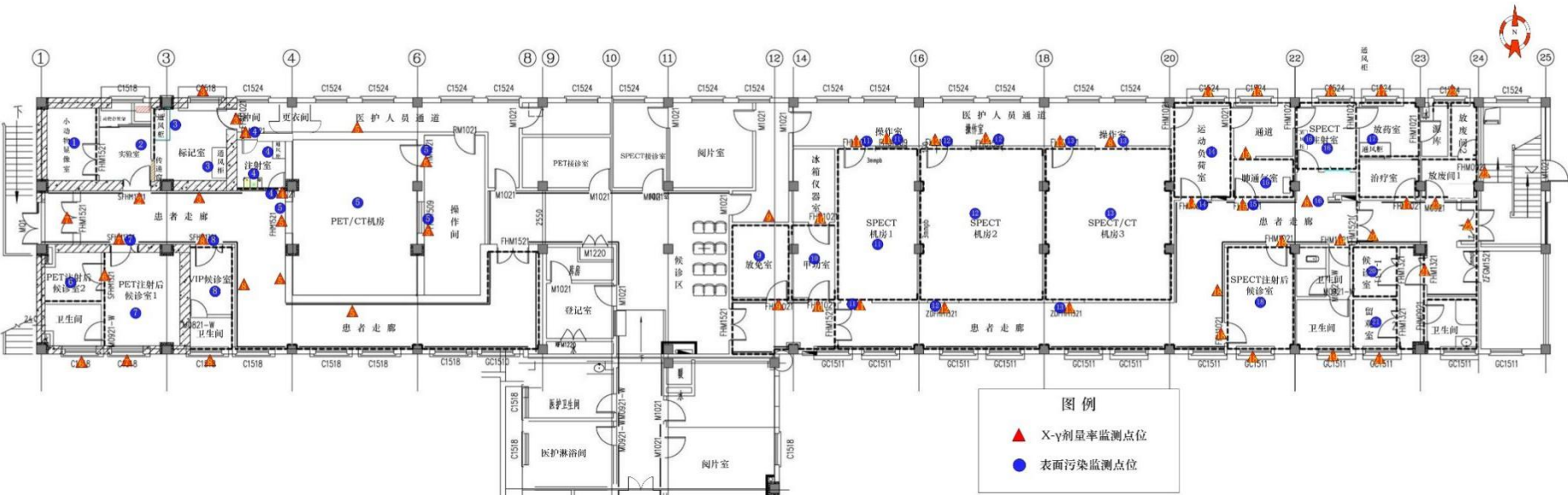


图 6-1 核医学科日常监测布点示意图



图 6-2 环境 γ 辐射剂量率现状水平监测布点示意图

6.2.5 衰变池放射性废水监测

急诊楼核医学工作场所设置了两个推流式衰变池。西区 PET 诊疗区放射性废水排入西南角衰变池，东区 SPECT 诊疗区放射性废水排入东北角衰变池。核医学每年委托有资质的第三方单位对衰变池中的放射性废液进行监测，I-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。

6.2.6 个人剂量监测

北京大学第一医院根据《放射工作人员职业健康管理辦法》，制订了放射工作人员个人剂量监测的管理制度，并将放射工作人员个人剂量监测工作，作为全院辐射监测计划体系的目标之一，要求全院放射工作人员接受个人剂量监测，并建立相应的个人剂量监测档案。

个人剂量的监测遵循中华人民共和国标准《职业性外照射个人检测规范》（GBZ128-2019）进行。辐射工作人员上岗必须配备个人剂量计，按照 1 次/季度送国家认可的、且医院经过招标中标单位监测。全院放射工作人员的个人外照射剂量监测工作已委托北京贝特莱博瑞技术检测有限公司承担，监测频度为每 3 个月监测一次。个人剂量监测归档并终身保存。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，由本人书面说明原因，进行整改，处理结果存档备查。如确为工作量累积导致的剂量超 5mSv，则应采取减少工作量、离岗休息等措施。并将有关情况及时报告个人剂量监测单位。

此外，对于可能存在内照射的放射工作人员，医院将适时组织相关人员进行内照射监测。

6.2 辐射意外事故应急响应

为有效预防、及时控制和消除辐射事故所致的危害，加强医院放射源及射线装置的安全监测和控制等管理工作，保证放射诊疗工作人员的健康安全，避免辐射事故，依据《职业病防治法》、《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》以及卫生部《放射诊疗管理规定》等法律法规的要求，北大一院制订了《北京大学第一医院辐射事故（件）应急预案》，保障辐射事故应急处理工作及时有效地进行，做好辐射事故的应急处理工作，确保放射工作人员和公众的身体健康与生命安全。

6.2.1 应急组织与职责

(1) 应急组织

《辐射事故（件）应急预案》中明确了应急处置领导小组，由主管院长任组长，相关科室负责人为组员。

(2) 工作职责

- ①负责本单位辐射环境、放射性废物及辐射工作人员安全的管理；
- ②负责编制和修订本单位辐射事故（件）应急预案；
- ③建立辐射应急队伍，购置必要的辐射应急装备器材；
- ④负责本单位辐射工作场所和环境的应急监测；
- ⑤负责本单位辐射突发环境事件的紧急处置和信息报告，防止事态进一步扩大；
- ⑥对造成或可能造成超剂量照射的人员送到指定医院进行救治；
- ⑦负责本单位辐射突发环境事件的处置和恢复重建工作，并承担相应的处置经费；
- ⑧积极配合行政主管部门的调查处理和定性定级工作；
- ⑨负责组织本单位辐射突发环境事件相关应急知识和应急预案的培训，在生态环境行政主管部门的指导下或自行组织演练。

(3) 应急培训与应急演练

①应急培训

每年至少组织 1 次辐射事故（件）应急预案的培训。培训的主要内容：法律法规、应急预案、应急监测、辐射防护、应急处置和应急响应程序等。针对放射源相关的应急培训，还应包括，如辐射危害和防护的基本知识；可能发生的辐射事故（件）及其应急处理措施；国内外放射源和辐射技术应用中实际发生的典型辐射事故及其应急处理的经验教训；所涉及的应急计划或程序；急救和消防基本知识和操作技能；人员和场所去污的基本知识和操作技能；有关辐射监测仪表的性能和操作。

②应急演练

每年至少组织 1 次辐射事故（件）应急演练。辐射事故（件）应急演练应根据可能发生的辐射事故（件）组织有针对性的演练，采取桌面推演、模拟现场

演练等形式，突出练组织、练指挥、练程序、练技术、练处置，不断提升辐射事故（件）的应急处置能力，并对每一次演练应认真进行评价和总结。

6.2.2 应急响应

《北京大学第一医院辐射事故（件）应急预案》中制定了详细的意外事件应急响应程序，其中与本项目相关的应急响应程序包括：

（1）信息上报与先期处置

发生辐射事故（件）时，立即上报启动辐射事故（件）应急预案，采取必要防范措施，迅速查明情况，采取果断措施避免事故（件）进一步扩大；立即将可能受到辐射伤害的人员送到指定医院进行救治。

（2）放射性核素污染

①少量放射性液体洒落处理：立即用吸水纸、干棉纱布自外而内螺旋吸水，在此基础上用温水仔细清洗污染处，在经辐射防护人员测试后，认定引发放射性危害可能性可以接受后，方可结束；

②少量放射性粉末洒落的处理：同少量放射性液体相似；

③手部皮肤沾染放射性核素的处理：立即用温水，软毛刷，普通肥皂反复清洗；

④重污染事故的应急处理流程：

立即通知在场的其他人员并封锁现场→迅速标出污染范围→污染的衣物留在污染区→污染人员在采取防护污染扩散措施后离开污染区并进行医学观察→体表受污染处清洗→通知防护负责人员和主管人员→详细记录事故发生的经过和处理情况。

（3）放射源丢失或被盜

①发生放射源丢失、被盜事件时，事件科室应当立即报告院保卫处、医务处，并保护好现场，并由保卫处、医务处汇报主管院长。

②保卫处、医务处和放射防护工作小组应立即组织相关人员赶赴现场，同时报告主管院长和院长。保卫处负责保护现场并视情况采取必要的保护措施。

③事件科室应迅速查明丢失或被盜放射源的种类和活度等信息。

④保卫处、医务处和放射防护工作小组将情况及时报告院领导，必要时由院领导责成保卫处、医务处和放射防护工作小组按国家有关规定报告相关主管部门。

⑤积极配合主管部门进行调查、侦破工作。

⑥事件处理完毕后，事件科室总结教训进行整改，查找安全隐患，加强防范措施。

（4）放射性药品丢失

①每天订购的药品，由当日药品负责人审核。

②发现丢失时立即在第一时间内报告科主任，进一步上报医院辐射安全小组。

并进一步向生态环境局、公安局和卫生健康委汇报。保护好现场，避免不相关的人员破坏现场，协助公安人员的调查。详细记录药物丢失的经过。

（5）在完成紧急应急响应后的处置

①做好现场安全、保护工作，妥善安置和慰问受害、受影响人员，坚决服从上级部门的指示，确保人民生命、财产安全，尽快恢复正常秩序。

②由当事人及科室领导配合医院辐射安全小组、东城区公安局、市生态环境局、市卫生监督所调查取证，确保把损失降低到最小。

③采取整改措施避免再次发生同因事件与事故。

7 环境影响评价报告验收内容及环评批复落实情况

根据急诊楼核医学科改扩建项目环评文件内容及北京市生态环境局的环境影响评价批复（京环审〔2022〕18号），对北京大学第一医院采取的辐射安全措施、管理措施进行现场核查，结果见表 7-1。

表 7-1 衰变池废水 γ 放射性监测结果

项目	环评批复要求	落实情况
一、 改扩建 内容	1. 东区 SPECT 诊疗区：SPECT 机房 1 更新 1 台 SPECT 装置；增加原有 Tc-99m、I-123、Lu-177、Ra-223、Y-90 核素操作量，该场所日等效最大操作量 $2.93\text{E}+09\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；	已落实。 东区 SPECT 诊疗区的 SPECT 机房 1 已更新 1 台 SPECT 装置；增加了原有 Tc-99m、I-123、Lu-177、Ra-223、Y-90 核素操作量，场所日等效最大操作量 $2.93\text{E}+09\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所
	2. 西区 PET 诊疗区：PET/CT 机房更新 1 台 PET/CT（联影 uMI780 型、140kV、833mA）；标记室内东侧新增 1 台 GMP 级通风柜（50mmPb），使用 Ge-68/Ga-68 发生器淋洗 Ge-68 核素，标记、分装 PET 诊疗用 Ge-68 核素，西侧更新 1 台通风柜（40mmPb）用于已许可科研核素的标记、分装（原许可的 Ga-68 不再外购）；该场所日等效最大操作量 $1.18\text{E}+08\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所。	已落实。 西区 PET 诊疗区的 PET/CT 机房已更新 1 台 PET/CT（联影 uMI780 型、140kV、833mA）；标记室内东侧新增了 1 台 GMP 级通风柜（50mmPb），使用 Ge-68/Ga-68 发生器淋洗 Ge-68 核素，标记、分装 PET 诊疗用 Ge-68 核素，西侧更新了 1 台通风柜（40mmPb）用于已许可科研核素的标记、分装（原许可的 Ga-68 不再外购）；该场所日等效最大操作量 $1.18\text{E}+08\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所
二 项目建设 与运行中 重点工作	1. 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环境影响报告表预测，该项目运行后，核医学科职业和公众照射剂量约束值分别执行 2mSv/a 和 0.1mSv/a 。	已落实。 核医学科共设置了 3 名资质齐全的化学师，以轮岗模式进行项目相关的放射诊疗操作，每名化学师与项目相关的年受照剂量不超过 0.04mSv ；护士所有受照环节年剂量总和约为 1.88mSv ，技师所有受照环节年剂量总和约为 4.13mSv ；本项目共设置了 6 名技师和 4 名护士，均以轮岗模式进行项目相关的放射诊疗操作，每名技师与项目相关的年受照剂量约为 0.69mSv ，每名护士与项目相关的年受照剂量约为 0.47mSv ，均可满足剂量约束值的要求。
	2. 须采取不低于环境影响报告表中的实体屏蔽防护措施，确保控制区内	已落实。 医院采取了不低于环境影响报告表中的

外人员可达处各屏蔽体、各通风柜外表面 30cm 处的辐射剂量率小于 2.5uSv/h；控制区、监督区 α 放射性物质表面污染控制水平分别不大于 4Bq/cm²、0.4Bq/cm²，β 放射性物质表面污染控制水平分别不大于 40Bq/cm、4Bq/cm²；衰变池排放废水总 α、总β分别小于 1Bq/L、10Bq/L。	实体屏蔽防护措施，确保控制区内外人员可达处各屏蔽体、各通风柜外表面 30cm 处的辐射剂量率均低于 2.5uSv/h；控制区、监督区表面污染均低于最低检出限；衰变池废水总 α、总β分别小于 1Bq/L、10Bq/L。
3.须对核医学科工作场所实行分区管理，设置明显的控制区、监督区标识以及放射性标志、中文警示说明和工作状态指示。采取门灯连锁、门禁系统等各种有效的安全防护措施，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。	已落实。 核医学科工作场所已实行分区管理，设置了明显的控制区、监督区标识以及放射性标志、中文警示说明和工作状态指示。采取了门灯连锁、门禁系统等各种有效的安全防护措施，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。
4.须加强辐射安全管理，建立完善的岗位职责、操作规程、监测方案、放射性废物管理等辐射安全管理规章制度，落实西区 PET 诊疗区标记室 2 个通风柜不同时操作、控制区内局部铅屏风强化屏蔽等措施。核医学科所有辐射工作人员（不少于 29 人）须通过辐射安全与防护考核，并进行个人剂量监测。增配 1 台表面污染监测仪、1 台 X-γ 剂量率仪等监测仪器和防护用品，定期开展场所和周围环境辐射水平监测，规范编写、按时上报年度评估报告。	已落实。 已加强辐射安全管理，建立了完善的岗位职责、操作规程、监测方案、放射性废物管理等辐射安全管理规章制度，西区 PET 诊疗区标记室 2 个通风柜不同时操作、控制区内局部设置了铅屏风强化屏蔽等措施。核医学科已有 28 名辐射工作人员（还有 1 人待通过防护）通过辐射安全与防护考核，并进行个人剂量监测。已增配 1 台表面污染监测仪、1 台 X-γ 剂量率仪等监测仪器和防护用品，医院定期开展场所和周围环境辐射水平监测，规范编写、按时上报年度评估报告。
5.放射性核素的淋洗、标记、分装等操作均须在足够屏蔽通风柜（配备不少于 0.5kg 滤材的活性炭过滤器）内进行，锡气吸入须在肺通气室内集气罩下开展。核医学各场所放射性废气经 7 套独立排风系统（各自配备不少于 0.5kg 滤材的活性炭过滤器）高于急诊楼顶部排放。排风系统过滤装置滤材每年至少更换一次，更换后的滤材按放射性固体废物妥善处置。	已落实。 Ga-68 的淋洗、标记、分装等操作均在 50mmPb 的通风柜内，通风柜配有大于 0.5kg 的活性炭过滤器；锡气吸入均在肺通气室内，在集气罩开启的状态下开张；核医学科安装了 7 套独立的放射性气体排放系统，均配有大于 0.5kg 的活性炭过滤装置，排气筒位于楼顶；活性炭每年至少更换一次，更换后的滤材按放射性固体废物妥善处置。
6.须建立放射性废物暂存、处置管理台账，清晰记录废物的暂存、检测、解控和处置等信息。配备至少 21 个废物桶、1 个废物间用于放射性固体废物分类收集和暂存，确保废物暂存	已落实。 医院已建立放射性废物暂存、处置管理台账，清晰记录废物的暂存、检测、解控和处置等信息。配备了 21 个废物桶、1 个废物间用于放射性固体废物分类收

	超过 30 日、B 类废物暂存超过 10 倍最长半衰期（其中含 I-131 废物暂存超过 180 天）且经检测符合相关标准后方可解控。	集和暂存，确保废物暂存超过 30 日、B 类废物暂存超过 10 倍最长半衰期（其中含 I-131 废物暂存超过 180 天）且经检测符合相关标准后方可解控。
	7.须建立放射性废水处置管理台账，清晰记录废水的检测和排放等信息。在急诊楼北侧的东北角、西南角分别设置 1 个推流式放射性废水衰变池（每个有效容积为 65m³），用于分别收集东区 SPECT 诊疗区、西区 PET 诊疗区的高活室、给药后患者专用卫生间及清洁用废水等，不得将淋浴间废水排入衰变池。应每年委托有资质的机构对拟排放废水中 I-131、最长半衰期核素的放射性活度浓度进行检测，确保活度浓度值满足 GB18871-2002 附录 A 表 A1 的规定。	已落实。 已在急诊楼北侧的东北角、西南角分别设置 1 个推流式放射性废水衰变池（每个有效容积为 65m³），用于分别收集东区 SPECT 诊疗区、西区 PET 诊疗区的高活室、给药后患者专用卫生间及清洁用废水等；建立了放射性废水处置管理台账，清晰记录废水的检测和排放等信息。医院每年委托有资质的机构对拟排放废水中 I-131、最长半衰期核素的放射性活度浓度进行检测，确保活度浓度值满足 GB18871-2002 附录 A 表 A1 的规定。
三、项目实施须严格执行配套的放射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。自环境影响报告表批复之日起五年内项目未能开工建设的，本批复自动失效。项目性质、规模、地点或环保措施发生重大变化，应重新报批建设项目环评文件。		已落实。 本项目严格执行套的放射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。项目建设内容如环评文件和环评批复一致。
四、根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的有关规定，你单位须据此批复文件、满足相关条件并办理辐射安全许可证后，相关设备方可投入使用。项目竣工后须按照有关规定及时办理环保验收。		已落实。 医院已取得环评批复文件，办理了辐射安全许可证，调试了相关设备并及时办理了环保验收。

本项目实际建设内容与环评报告及环评批复一致，医院已落实环评批复中各项要求。

8 验收结论与建议

8.1 验收结论

根据监测和现场验收结果，急诊楼核医学科改扩建项目竣工环保验收结论如下：

（1）北京大学第一医院已经按照建设项目相关法律法规要求，对急诊楼改扩建项目进行了环境影响评价，并取得环评批复文件。医院已取得辐射安全许可证（环辐证〔B0044〕）。目前，项目已按照环评及环评批复要求建成，各项环境保护设施和安全防护设施已经调试完成。

（2）现场核查表明，急诊楼改扩建项目的辐射防护措施，均按照不低于环评报告和设计方案的屏蔽厚度进行建设，满足相关辐射防护法规和标准的要求。核医学科工作场所控制区、监督区划分合理，工作人员、患者和药物的出入口及进出路线可有效防止交叉接触，避免公众和工作人员受到不必要照射；设置了放射性警告标志和中文警示说明，并分别配备了必要的各类辐射监测仪表、铅衣、废物桶、通风橱、注射窗等防护用品。

（3）根据工作场所监测报告，急诊楼改扩建项目在常用最大工况下运行时，PET/CT 显像室各监测点位 X- γ 辐射剂量率监测值均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）限值要求；显像室检查区、治疗区各监测点位 X- γ 辐射剂量率监测值以及 β 表面污染监测值均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）和《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）限值要求。

该项目所涉及的职业人员即公众的个人年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）限值及环评提出的剂量约束值要求。

（4）放射性固体废物有专用铅废物桶收集，暂存入放射性废物间至少 10 个半衰期后按普通医疗废物处理；放射性废水分区排入专用槽式衰变池，衰变池废水能满足排放标准；工作场所废气经专用活性炭过滤后由楼顶排出。

（5）医院辐射安全管理机构健全，辐射防护和安全管理制度、工作场所监测计划、辐射事故应急预案完善；辐射防护和环境保护相关档案资料齐备。

（6）落实了辐射工作人员培训制度、个人剂量监测和职业健康体检制度，

建立了个人剂量档案和职业健康监护档案。落实了工作场所监测计划和年度辐射安全与防护状况评估。

综上所述，北京大学第一医院核技术利用改扩建项目符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）的有关规定，可以通过项目竣工环境保护自行验收。医院将继续严格落实各项辐射安全管理制度，接受辐射安全主管部门的监督检查，发现问题及时整改，确实保障医院的辐射安全。

8.2 建议

- （1）及时安排工作人员进行辐射安全教育培训和职业健康体检。
- （2）加强辐射场所剂量率和表面污染监测，建立监测记录。
- （3）衰变池废水经监测合格后排放并做好记录。
- （4）科室应每年一次对通风橱的所有过滤器进行更换，同时可满足通风橱风速要求（0.5m/s），过滤器更换记录留存备查。

北京市生态环境局

京环审〔2022〕18号

北京市生态环境局关于 急诊楼核医学科改扩建项目 环境影响报告表的批复

北京大学第一医院：

你单位报送的急诊楼核医学科改扩建项目环境影响报告表（项目编号：辐审 A20220007）及相关材料收悉。经审查，批复如下：

一、该项目位于西城区西什库大街8号，内容为对你单位急诊楼一层北侧现有核医学科进行改扩建，包括：

1. 在东区 SPECT 诊疗区：SPECT 机房1更新1台 SPECT 装置；增加原有 Tc-99m、I-123、Lu-177、Ra-223、Y-90 核素操作量，该场所日等效最大操作量 $2.93\text{E}+9\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；

2. 在西区 PET 诊疗区: PET/CT 机房更新 1 台 PET/CT (联影 uMI780 型, 140kV, 833mA); 标记室内东侧新增 1 台 GMP 级通风柜 (50mmPb), 使用 Ge-68/Ga-68 发生器淋洗 Ga-68 核素, 标记、分装 PET 诊疗用 Ga-68 核素, 西侧更新 1 台通风柜 (40mmPb) 用于已许可科研核素的标记、分装 (原许可的 Ga-68 不再外购); 该场所日等效最大操作量 $1.18\text{E}+8\text{Bq}$, 属乙级非密封放射性物质工作场所。

该项目主要环境问题是辐射安全和防护, 在全面落实环境影响报告表和本批复提出的各项污染防治措施后, 对环境的影响是可以接受的。同意该环境影响报告表的总体结论。

二、项目建设与运行中应重点做好以下工作:

1. 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 和环境影响报告表预测, 该项目运行后, 核医学科职业和公众照射剂量约束值分别执行 2mSv/a 和 0.1mSv/a 。

2. 须采取不低于环境影响报告表中的实体屏蔽防护措施, 确保控制区内人员可达处各屏蔽体、各通风柜外表面 30cm 处的辐射剂量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$; 控制区、监督区 α 放射性物质表面污染控制水平分别不大于 4Bq/cm^2 、 0.4Bq/cm^2 , β 放射性物质表面污染控制水平分别不大于 40Bq/cm^2 、 4Bq/cm^2 ; 衰变池排放废水总 α 、总 β 分别小于 1Bq/L 、 10Bq/L 。

3. 须对核医学科工作场所实行分区管理, 设置明显的控制区、监督区标识以及放射性标志、中文警示说明和工作状态指示。采取门灯联锁、门禁系统等各种有效的安全防护措施, 防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。

4. 须加强辐射安全管理，建立完善的岗位职责、操作规程、监测方案、放射性废物管理等辐射安全管理规章制度，落实西区 PET 诊疗区标记室 2 个通风柜不同时操作、控制区内局部铅屏风强化屏蔽等措施。核医学科所有辐射工作人员（不少于 29 人）须通过辐射安全与防护考核，并进行个人剂量监测。增配 1 台表面污染监测仪、1 台 X- γ 剂量率仪等监测仪器和防护用品，定期开展场所和周围环境辐射水平监测，规范编写、按时上报年度评估报告。

5. 放射性核素的淋洗、标记、分装等操作均须在足够屏蔽通风柜（配备不少于 0.5kg 滤材的活性炭过滤器）内进行，锡气吸入须在肺通气室内集气罩下开展。核医学各场所放射性废气经 7 套独立排风系统（各自配备不少于 0.5kg 滤材的活性炭过滤器）高于急诊楼顶部排放。排风系统过滤装置滤材每年至少更换一次，更换后的滤材按放射性固体废物妥善处置。

6. 须建立放射性废物暂存、处置管理台账，清晰记录废物、的暂存、检测、解控和处置等信息。配备至少 21 个废物桶、1 个废物间用于放射性固体废物分类收集和暂存，确保废物暂存超过 30 日、B 类废物暂存超过 10 倍最长半衰期（其中含 I-131 废物暂存超过 180 天）且经检测符合相关标准后方可解控。

7. 须建立放射性废水处置管理台账，清晰记录废水的检测和排放等信息。在急诊楼北侧的东北角、西南角分别设置 1 个推流式放射性废水衰变池（每个有效容积为 65m^3 ），用于分别收集东区 SPECT 诊疗区、西区 PET 诊疗区的高活室、给药后患者专用卫生间及清洁用废水等，不得将淋浴间废水排入衰变池。应每年委托有资质的机构对拟排放废水中 I-131、最长半衰期核素的放射性

活度浓度进行检测，确保活度浓度值满足 GB18871-2002 附录 A 表 A1 的规定。

三、项目实施须严格执行配套的放射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。自环境影响报告表批复之日起五年内项目未能开工建设的，本批复自动失效。项目性质、规模、地点或环保措施发生重大变化，应重新报批建设项目环评文件。

四、根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的有关规定，你单位须据此批复文件、满足相关条件并办理辐射安全许可证后，相关设备方可投入使用。项目竣工后须按照有关规定及时办理环保验收。

附件：项目放射性同位素明细表（表 1～表 2）



（此文主动公开）

附件

项目放射性同位素明细表

表1 东区 SPECT 诊疗区本项目涉及核素操作量

序号	核素	日最大操作量 (Bq/d)	日等效最大操作 量 (Bq)	年最大操作量 (Bq/a)	用途	备注
1	Tc-99m	3.55E+10	3.55E+07	8.88E+12	SPECT 显像	7.40E+8Bq/ 人, 48 人/ 天, 250 天/ 年
		1.44E+09	1.44E+08	3.46E+11	SPECT 肺通气 显像	4.81E+8Bq/ 人, 3 人/ 天, 240 天/ 年
2	Lu-177	7.40E+09	7.40E+08	1.11E+12	核素治 疗	3.70E+9Bq/ 人, 2 人/ 天, 150 天/ 年
3	I-123	3.70E+09	3.70E+07	3.70E+11	SPECT 显像	3.70E+8Bq/ 人, 10 人/ 天, 100 天/ 年
4	Ra-223	3.96E+07	3.96E+08	3.96E+09	核素治 疗	6.60E+6Bq/ 人, 6 人/ 天, 100 天/ 年
5	Y-90	3.70E+09	3.70E+08	7.40E+11	核素治 疗	3.70E+9Bq/ 人, 1 人/ 天, 200 天/ 年

表2 西区 PET 诊疗区本项目涉及核素操作量

序号	核素	日最大操作量 (Bq/d)	日等效最大操作 量 (Bq)	年最大操作量 (Bq/a)	用途	备注
1	Ge-68 (Ga-68)	3.70E+09	3.70E+06	7.40E+09	贮存	2 个/年
2	Ga-68	7.40E+09	7.40E+07	1.48E+12	淋洗、 标记、 分装	每天淋洗两次
		2.96E+09	2.96E+07	5.92E+11	PET 显像	2.96E+8Bq/人, 10 人/天, 200 天/年

封固

海淀区环境合同管理修訂材料

海淀区环境合同管理修訂材料

序号	合同名称	合同编号	合同金额	合同签订日期	合同履行日期	合同履行情况	备注
1	海淀区环境合同管理修訂材料	123456	1000000	2022-01-01	2022-01-31	合同履行完毕	
2	海淀区环境合同管理修訂材料	123457	1000000	2022-01-01	2022-01-31	合同履行完毕	
3	海淀区环境合同管理修訂材料	123458	1000000	2022-01-01	2022-01-31	合同履行完毕	
4	海淀区环境合同管理修訂材料	123459	1000000	2022-01-01	2022-01-31	合同履行完毕	
5	海淀区环境合同管理修訂材料	123460	1000000	2022-01-01	2022-01-31	合同履行完毕	
6	海淀区环境合同管理修訂材料	123461	1000000	2022-01-01	2022-01-31	合同履行完毕	
7	海淀区环境合同管理修訂材料	123462	1000000	2022-01-01	2022-01-31	合同履行完毕	
8	海淀区环境合同管理修訂材料	123463	1000000	2022-01-01	2022-01-31	合同履行完毕	
9	海淀区环境合同管理修訂材料	123464	1000000	2022-01-01	2022-01-31	合同履行完毕	
10	海淀区环境合同管理修訂材料	123465	1000000	2022-01-01	2022-01-31	合同履行完毕	

海淀区环境合同管理修訂材料

抄送：西城区生态环境局,北京益普希环境咨询顾问有限公司。

北京市生态环境局办公室2022 年 1 月 30 印发



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：北京大学第一医院

地址：北京市西城区西什库大街8号

法定代表人：刘新民

种类和范围：使用V类放射源，使用II类、III类射线装置，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所

证书编号：京环辐证[B0044]

有效期至：2027年8月30日

发证机关：北京市生态环境局

发证日期：2022年8月31日



附件2

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	北京大学第一医院		
地 址	北京市西城区西什库大街8号		
法定代表人	刘新民	电话	83572701
证件类型	身份证	号码	110102195911270578
涉源部门	名 称	地 址	负责人
	1 新门诊楼医学影像科	西城区西什库大街8号新门诊楼地下1层	邱建星
	3 新门诊楼骨密度室	西城区西什库大街8号新门诊楼2层骨密度室	李淳德
	30 急诊楼核医学科西区 PET 诊疗区(诊疗)	西城区西什库大街8号急诊楼1层北侧西区	范岩
	12 急诊楼核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	西城区西什库大街8号急诊楼1层北侧东区	范岩
	19 急诊楼体检中心医学影像科	西城区西什库大街8号急诊楼1层中部	邱建星
	25 二部干保楼骨密度室	西城区大红罗厂街1号第二住院部干保中心大楼一层西北侧	刘梅林
种类和范围	使用V类放射源,使用II类、III类射线装置,乙级、丙级非密封放射性物质工作场所		
许可证条件			
证书编号	京环辐证[B0044]		
有效期至	2027年 8 月 30 日		
发证日期	2022年 8 月 31 日(发证机关章)		

J-2

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	北京大学第一医院		
地 址	北京市西城区西什库大街8号		
法定代表人	刘新民	电话	83572701
证件类型	身份证	号码	110102195911270578
涉源部门	名 称	地 址	负责人
	9 二部碎石室	西城区西什库大街7号二部干部外科楼B区1层南侧	周利群
	24 二部干保楼口腔科	西城区大红罗厂街1号第二住院部干保中心大楼一层西南侧	冯驭驰
	20 急诊楼医学影像科	西城区西什库大街8号急诊楼2层北侧	邱建星
	21 急诊楼核医学科东区 SPECT 诊疗区(放疗室)	西城区西什库大街8号急诊楼1层北侧东区	范岩
	8 二部介入血管外科	西城区西什库大街7号二部干部外科楼C区1层北侧	邹英华
	2 门诊医学影像科发热门诊	西城区西什库大街8号行政南楼一层	邱建星
种类和范围	使用V类放射源,使用II类、III类射线装置,乙级、丙级非密封放射性物质工作场所		
许可证条件			
证书编号	京环辐证[B0044]		
有效期至	2027年 8 月 30 日		
发证日期	2022年 8 月 31 日(发证机关章)		

J-1

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	北京大学第一医院		
地 址	北京市西城区西什库大街8号		
法定代表人	刘新民	电话	83572701
证件类型	身份证	号码	110102195911270578
涉源部门	名 称	地 址	负责人
	13 新门诊胆道镜室	西城区西什库大街8号新门诊楼5层中部	戎龙
	22 急诊核医学科PET诊疗区(研究室)	西城区西什库大街8号急诊楼1层北侧西区	范岩
	7 二部医学影像科	西城区西什库大街7号二部干部外科楼C区1层	邱建星
	11 二部放射治疗科	西城区西什库大街7号二部干部外科楼C区地下2层	高献书
	14 三部医学影像科	东城区安定门内车辇店15号三部主楼1层北侧	邱建星
	27 二部干保楼介入导管室	西城区大红罗厂街1号第二住院部干保中心大楼二层西北侧	刘梅林
种类和范围	使用V类放射源,使用II类、III类射线装置,乙级、丙级非密封放射性物质工作场所		
许可证条件			
证书编号	京环辐证[B0044]		
有效期至	2027年 8月 30日		
发证日期	2022年 8月 31日 (发证机关章)		

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	北京大学第一医院		
地 址	北京市西城区西什库大街8号		
法定代表人	刘新民	电话	83572701
证件类型	身份证	号码	110102195911270578
涉源部门	名 称	地 址	负责人
	6 一部医学影像科	西城区西安门大街1号一部妇儿病房楼1层	邱建星
	18 行政南楼医学影像科	西城区西什库大街8号门诊部行政南楼1层	邱建星
	23 二部干保楼医学影像科	西城区大红罗厂街1号第二住院部干保中心大楼地下一层西北侧	邱建星
	29 二部干保楼病房	西城区大红罗厂街1号第二住院部干保中心大楼地上三层至五层移动使用	邱建星
	4 新门诊膀胱镜室	西城区西什库大街8号新门诊楼2层泌尿造影室	周利群
	17 二部内科病房楼心导管室	西城区西什库大街7号二部内科楼地下1层	霍勇
种类和范围	使用V类放射源,使用II类、III类射线装置,乙级、丙级非密封放射性物质工作场所		
许可证条件			
证书编号	京环辐证[B0044]		
有效期至	2027年 8月 30日		
发证日期	2022年 8月 31日 (发证机关章)		

证书编号:京环辐证[B0044]

序号	核素	出厂日期	出厂活度 (Bq)	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
1	Cs-137	1987-12-30	9.99E+6 Bq		0087CSB06025	V	刻度/校准源	12 急诊楼核医学科东区	来源	中国原子能院		
									去向			
2	Cs-137	2010.7.15	3.7E+8 Bq	CZ-963US10CS003715		V	刻度/校准源	12 急诊楼核医学科东区	来源	上海茂通贸易有限公司		
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			

活动种类和范围

(二) 非密封放射性物质

证书编号:

京环辐证[B0044]

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量(贝可)	活动种类
1	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	Re-186	2.22E+8Bq	3.33E+10Bq	使用
2	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	Ra-223	3.96E+8Bq	3.96E+9Bq	使用
3	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	I-131	4.44E+8Bq	2.368E+11Bq	使用
4	22 急诊核医学科西区 PET 诊疗区(研究室)	丙	Tc-99m	3.70E+5Bq	1.85E+10Bq	使用
5	21 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(放电室)	丙	Cr-51	3.70E+4Bq	1.85E+8Bq	使用
6	30 急诊核医学科西区 PET 诊疗区(诊疗)	乙	F-18	1.78E+7Bq	4.44E+12Bq	使用
7	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	Lu-177	7.40E+8Bq	1.11E+12Bq	使用
8	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	Pd-103 粒子源	1.85E+6Bq	7.40E+10Bq	使用
9	30 急诊核医学科西区 PET 诊疗区(诊疗)	乙	Ga-68 (Ga-68 粒子源)	3.7E+6Bq	7.40E+9Bq	使用
10	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	I-125 粒子源	1.85E+6Bq	7.40E+10Bq	使用
11	22 急诊核医学科西区 PET 诊疗区(研究室)	丙	F-18	3.70E+5Bq	1.85E+10Bq	使用
12	30 急诊核医学科西区 PET 诊疗区(诊疗)	乙	Ga-68	7.4E+7Bq	1.48E+12Bq	使用
13	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	Y-90	3.70E+8Bq	7.40E+11Bq	使用
14	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	Sm-153	1.85E+8Bq	9.25E+10Bq	使用
15	22 急诊核医学科西区 PET 诊疗区(研究室)	丙	Ga-68	1.85E+6Bq	5.55E+9Bq	使用
16	21 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(研究室)	丙	H-3	3.70E+4Bq	1.85E+8Bq	使用
17	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	Sr-89	2.96E+7Bq	3.70E+10Bq	使用
18	10 二部中心手术室	丙	Pd-103 粒子源	1.85E+6Bq	7.40E+10Bq	使用

活动种类和范围

(二) 非密封放射性物质

京环辐证[B0044]

证书编号:

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量(贝可)	活动种类
19	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	Tl-201	2.22E+6Bq	5.55E+9Bq	使用
20	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	Tc-99m	1.795E+8Bq	9.226E+12Bq	使用
21	22 急诊核医学科西区 PET 诊疗区(研究室)	丙	I-131	1.85E+7Bq	9.25E+9Bq	使用
22	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	I-123	3.70E+7Bq	3.70E+11Bq	使用
23	21 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(研究室)	丙	C-14	3.70E+6Bq	1.85E+8Bq	使用
24	22 急诊核医学科西区 PET 诊疗区(研究室)	丙	Cu-64	1.85E+6Bq	5.55E+9Bq	使用
25	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	Ga-67	3.70E+7Bq	1.85E+10Bq	使用
26	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	P-32	3.70E+7Bq	3.70E+9Bq	使用
27	21 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(研究室)	丙	S-35	3.70E+5Bq	1.85E+8Bq	使用
28	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	In-111	2.22E+7Bq	5.55E+9Bq	使用
29	10 二部中心手术室	丙	I-125 粒子源	1.85E+6Bq	7.40E+10Bq	使用
30	12 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(诊疗)	乙	Re-188	2.22E+8Bq	3.33E+10Bq	使用
31	21 急诊核医学科东区 SPECT 诊疗区(研究室)	丙	I-125	3.70E+5Bq	9.25E+8Bq	使用

活动种类和范围

(三) 射线装置

京环辐证[B0044]

证书编号:

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	移动 C 形臂	III	3	使用
2	移动 X 线机	III	10	使用
3	牙科 X 线机	III	3	使用
4	普通 X 线机	III	4	使用
5	胃肠机	III	5	使用
6	碎石机	III	1	使用
7	移动 O 形臂	III	1	使用
8	CT 机	III	10	使用
9	模拟定位机	III	2	使用
10	骨密度仪	III	3	使用
11	SPECT/CT	III	1	使用
12	CT 模拟定位机	III	1	使用
13	乳腺 X 射线机	III	1	使用
14	医用 X 射线机 (DR)	III	7	使用
15	PET/CT	III	1	使用
16	血管造影机	II	8	使用
17	胆道造影机	III	1	使用
18	医用电子直线加速器	II	2	使用

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[B0044]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
1	移动X线机	MobiEye700	III	医用诊断X射线装置	7 二部医学影像科	来源	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
2	移动X线机	DRX-Revolution	III	医用诊断X射线装置	20 急诊楼医学影像科	来源	锐珂(上海)医疗器械有限公司		
3	移动C形臂	JZ12-A	III	医用诊断X射线装置	10 二部中心手术室	来源	西安集智医疗器械科技有限公司		
4	医用电子直线加速器	Halcyon	II	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	11 二部放射治疗科	来源	瓦里安医疗设备(中国)有限公司	李江 2020.8.31	
5	CT机	Optima CT680 Expert	III	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	20 急诊楼医学影像科	来源	航卫通用电气医疗系统有限公司		
6	PET/CT	uMI780	III	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	30 急诊楼核医学科 西区PET诊疗区(诊)	来源	上海联影医疗科技有限公司		
7	胃肠机	SONALVISION C200	III	医用诊断X射线装置	4 新门诊膀胱镜室	来源	北京岛津医疗器械有限公司		
8	CT机	NeuVizPrime	III	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	6 一部医学影像科	来源	东软医疗系统股份有限公司		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[B0044]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
9	CT机	Optima CT620	III	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	层2门诊医学影像科发热门诊	来源 航卫通用电气医疗系统有限公司 去向		
10	模拟定位机	LX-40A	III	放射治疗模拟定位装置	-11二部放射治疗科	来源 日本东芝公司 去向		
11	移动X线机	DXR-1	III	医用诊断X射线装置	1新门诊楼医学影像科	来源 联创公司 去向	张明 2008.8.31	
12	医用X射线机(DR)	DRX-Evolution Plus	III	医用诊断X射线装置	1新门诊楼医学影像科	来源 美国 Carestream Health, Inc 去向		
13	碎石机	HB-VG	III	其他不能被豁免的X射线装置	9二部碎石室	来源 湛江海滨医疗公司 去向		
14	移动X线机	DRXR-1	III	医用诊断X射线装置	6一部医学影像科	来源 美国 Carestream Health Inc 公司 去向		
15	医用X射线机(DR)	Multitom Rax	III	医用诊断X射线装置	23二部于保楼医学影像科	来源 西门子医疗有限公司 去向 Siemens Healthcare GmbH		
16	血管造影机	Innova IQS 5	II	血管造影用X射线装置	8二部介入血管外科	来源 GE MEDICAL SYSTEMS 去向 SCS 通用电		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[B0044]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
17	胃肠机	D-vision Plus 80s	III	医用诊断 X 射线装置	6 一部医学影像科	来源 去向 岛津公司		
18	血管造影机	Artis Q ceilling	II	血管造影用 X 射线装置	28 二部干保楼杂交手术室	来源 德国西门子医疗有限公司 去向 Angiography system		
19	移动 X 线机	Mobillett Mira	III	医用诊断 X 射线装置	7 二部医学影像科	来源 西门子公司 去向	徐新 2022.8.31	
20	胃肠机	AXIMO Luminos dRF	III	医用诊断 X 射线装置	7 二部医学影像科	来源 西门子公司 去向		
21	移动 C 形臂	ARCADIS Orbic	III	医用诊断 X 射线装置	28 二部干保楼杂交手术室	来源 德国西门子医疗有限公司 去向		
22	CT 机	SOMATOM Drive	III	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	26 二部干保楼体检中心	来源 西门子医疗有限公司 去向		
23	膀胱镜机	UROSKOP Access	III	其他不能被豁免的 X 射线装置	4 新门诊膀胱镜室	来源 德国西门子公司 去向		
24	血管造影机	Innova IGS 540	II	血管造影用 X 射线装置	8 二部介入血管外科	来源 美国 GE 公司 去向		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[B0044]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
25	移动 X 线机	DRXR-1	III	医用诊断 X 射线装置	7 二部医学影像科	来源 美国 去向 CarestanHealth Inc		
26	CT 机	SOMATOM Force	III	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	23 二部干保楼医学影像科	来源 西门子医疗有限公司 Siemens 去向		
27	模拟定位机	HiSpeed NX/i	III	放射治疗模拟定位装置	11 二部放射治疗科	来源 美国通用电器公司 去向		
28	CT 机	HD750 64 排	III	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	7 二部医学影像科	来源 美国 GE 公司 去向		
29	牙科 X 线机	ORTHOPHOS XG 3D Ceph	III	口腔 (牙科) X 射线装置	5 急诊楼口腔科	来源 德国 Sirona 去向		
30	移动 C 形臂	SiemensHealthcare GmbH Cios Spin	III	医用诊断 X 射线装置	28 二部干保楼杂文手术室	来源 德国西门子医疗有限公司 去向		
31	胃肠机	Prestige II	III	医用诊断 X 射线装置	14 三部医学影像科	来源 美国 GE 公司 去向		
32	CT 机	SOMATOM Definition Flash	III	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	1 新门诊楼医学影像科	来源 西门子公司 去向		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[B0044]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
33	血管造影机	Innova-2100	II	血管造影用X射线装置	17 二部内科病房楼 心导管室	来源 美国GE公司		
34	CT机	Brilliance iCT	III	医用X射线计算机断层 扫描(CT)装置	1 新门诊楼医学影像 科	来源 飞利浦电子公司		
35	胃肠机	AXIOM Luminos dRF	III	医用诊断X射线装置	7 二部医学影像科	来源 西门子公司		
36	骨密度仪	DiscoveryWi	III	其他不能被豁免的X射 线装置	1 新门诊楼医学影像 科	来源 美国HOLOGIC公 司		2002.8.31
37	骨密度仪	xr-46	III	其他不能被豁免的X射 线装置	3 新门诊楼骨密度室	来源 美国NORLAND公 司		
38	乳腺X射线机	Selenia	III	医用诊断X射线装置	1 新门诊楼医学影像 科	来源 通用美康公司		
39	牙科X线机	CS2100	III	口腔(牙科)X射线装置	24 二部干保楼口腔 科	来源 法国Caresstream Health, Inc		
40	移动O形臂	02	III	医用诊断X射线装置	28 二部干保楼杂交 手术室	来源 美国Medtronic Navigation, Inc		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[B0044]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
41	血管造影机	Innova-21001Q	II	血管造影用 X 射线装置	17 二部内科病房楼 心导管室	来源 美国 GE 公司 去向		
42	医用电子直线加速器	Elekta synergy	II	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	11 二部放射治疗科	来源 医科达(上海)医疗器械有限公司 去向		
43	胆道造影机	Easy Diagnost Eleva	III	其他不能被豁免的 X 射线装置	13 新门诊胆道镜室	来源 荷兰飞利浦公司 去向	李成	2021.8.31
44	血管造影机	Innova IGS 520	II	血管造影用 X 射线装置	17 二部内科病房楼 心导管室	来源 美国 GE 公司 去向		
45	移动 X 线机	DRXR-1	III	医用诊断 X 射线装置	23 二部干保楼医学影像科	来源 美国 Corestream Health, Inc 去向		
46	医用 X 射线机 (DR)	Q-Rad-OTC	III	医用诊断 X 射线装置	6 一部医学影像科	来源 上海锐珂公司 去向		
47	牙科 X 线机	HELIODENT plus	III	口腔(牙科) X 射线装置	5 急诊楼口腔科	来源 德国 Sirona 去向		
48	CT 机	SOMATOM Force	III	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	28 二部干保楼杂交手术室	来源 西门子公司 Siemens Healthcare GmbH 去向		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[B0044]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
49	普通 X 线机	DR7500	III	医用诊断 X 射线装置	1 新门诊楼医学影像科	来源 去向 柯达公司		
50	医用 X 射线机 (DR)	Discovery XR656	III	医用诊断 X 射线装置	1 新门诊楼医学影像科	来源 去向 美国 GE 公司		
51	普通 X 线机	R-20	III	医用诊断 X 射线装置	14 三部医学影像科	来源 去向 日本岛津公司	李松 2020.8.31	
52	普通 X 线机	Multix Select DR	III	医用诊断 X 射线装置	19 急诊楼体检中心医学影像科	来源 去向 上海西门子医疗器械有限公司		
53	移动 X 线机	DXR-1	III	医用诊断 X 射线装置	1 新门诊楼医学影像科	来源 去向 锐柯公司		
54	CT 模拟定位机	Brilliance CT Bi gBore	III	放射治疗模拟定位装置	11 二部放射治疗科	来源 去向 美国飞利浦公司		
55	血管造影机	UNIQFD10	II	血管造影用 X 射线装置	27 二部干保楼介入导管室	来源 去向 飞利浦医疗系统 (中国) 有限公司 Philips		
56	CT 机	Lightspeed	III	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	14 三部医学影像科	来源 去向 美国 GE 公司		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[B0044]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
57	移动 X 线机	DRXR-1	III	医用诊断 X 射线装置	23 二部干保楼医学影像科	来源 美国 Carestream Health, Inc 去向		
58	医用 X 射线机 (DR)	Ysio Max	III	医用诊断 X 射线装置	26 二部干保楼体检中心	来源 上海西门子医疗器械有限公司 去向		
59	SPECT/CT	GENM/CT670	III	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	12 急诊楼核医学科 东区 SPECT 诊疗区	来源 美国 GE 公司 去向	张 2022.8.31	
60	血管造影机	ArtisQbiplane	II	血管造影用 X 射线装置	27 二部干保楼介入导管室	来源 德国西门子医疗有限公司 去向 SiemensHealthcare		
61	医用 X 射线机 (DR)	VX3733-SYS	III	医用诊断 X 射线装置	7 二部医学影像科	来源 美国 去向 CarestreamHealth, Inc		
62	口腔 CT 机	New Tom VG1	III	口腔 (牙科) X 射线装置	24 二部干保楼口腔科	来源 意大利 QR-SRL 公司 去向		
63	移动 X 线机	Mobillett Mira	III	医用诊断 X 射线装置	6 一部医学影像科	来源 东芝公司 去向		
64	小动物 SPECT/CT	RayScan-m	III	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	22 急诊楼核医学科 西区 PET 诊疗区 (研	来源 北京锐视康科技发展有限公司 去向		

放射诊疗许可证

京卫放证字（2007）第0000141号

医疗机构名称：北京大学第一医院（门急诊部）

负责人：刘新民

地址：北京市西城区西什库大街8号

许可项目：核医学、X射线影像诊断（含CT）***

校验记录：

2019年12月

2020年12月

2021年12月

2022年12月

发证机关（盖章）
2019年12月24日

（许可范围见副本）

中华人民共和国国家卫生健康委员会制

北京大学第一医院

关于调整放射防护管理委员会领导小组及工作小组人员组成的通知

北大医院院医字〔2021〕29号

各临床、医技科室、研究所、职能处室：

为加强对放射性同位素与射线装置的监督管理，保障从事放射工作人员和公众的健康与安全，保护环境，促进放射性同位素和射线技术的应用与发展，依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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和防护条例》、《放射性废物安全管理条例》等相关法律、法规的要求，结合我院实际情况，调整放射防护管理委员会领导小组及工作小组成员如下：

一、放射防护管理委员会领导小组

组 长：潘义生、刘新民

副组长：王 平

成 员：孙晓伟、程苏华、杨 柳、王鹏远

秘 书：任军红

二、放射防护管理委员会工作小组

于 楠（医务处，组长）

赵伟光（保卫处）

秦恩海（总务处）

王 楠（工程办公室）

闫 平（核医学科）

陈卫东（医学影像科）

李雅钢（放射治疗科）

刘伯山（介入血管外科）

曹 京（泌尿外科）

任军红（医务处）

冀 涛（教育处）

季 超（工程办公室）

郭 晨（医学装备处）

李津书（医学影像科）

毕忠旭（医学影像科）

胡 灏（心血管内科）

张 政（泌尿外科）

喻 强（口腔科）

李 静（骨科）

张 扬（神经外科）

孙伟平（神经内科）

龚玉红（呼吸和危重症医学科）

黄 波（老年病内科）

牛海霞（内镜中心）

尹彦琪（肾脏内科）



北京大学第一医院

关于修订《北京大学第一医院放射防护管理制度》的通知

北大医院院医字（2021）28号

各临床、医技科室、研究所、职能处室：

为加强对放射性同位素与射线装置的监督管理，保障从事放射工作人员和公众的健康与安全，保护环境，促进放射性同位素和射线技术的应用与发展，依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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和防护条例》、《放射性废物安全管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局第31号令）、《放射诊疗管理规定》（中华人民共和国卫生部第46号令）、《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）、《放射工作人员职业健康管理辦法》（中华人民共和国卫生部第55号令）、《北京市生态环境局办公室关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》（京环办〔2018〕13号）等相关法律、法规的要求，结合我院实际情况，特修订《北京大学第一医院放射防护管理制度》，请遵照执行。



北京大学第一医院放射防护管理制度

第一章 总 则

第一条 为加强对放射性同位素与射线装置的监督管理，保障从事放射工作人员和公众的健康与安全，保护环境，促进放射性同位素和射线技术的应用与发展，结合我院实际情况，制定本制度。

第二章 组织领导

第二条 放射防护管理委员会负责全院放射防护的领导与管理工作，委员会为我院放射防护管理的最高管理组织，医院法人为放射防护管理的第一责任人。常设机构为医务处。

第三条 放射防护管理委员会由行政管理及临床、医技科室等部门的人员组成，委员分为领导小组和工作小组。

第四条 放射防护管理委员会领导小组设组长2名，由党委书记、院长担任，副组长1名，由医疗副院长担任，成员4名，由纪委书记和主管后勤、工会、人力资源工作的院领导担任。

第五条 放射防护管理委员会工作小组负责全院放射防护日常管理工作。工作小组由各职能处室、临床、医技科室等部门人员组成，设组长1名，由医务处负责放射防护的副处长担任。

第三章 工作职责

第六条 领导小组职责

(一) 严格执行《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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和防护条例》、《放射性废物安全管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射诊疗管理规定》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射工作人员职业健康管理暂行办法》等相关法律、法规，并督促落实，保证医院放射诊疗工作的质量与安全。

(二) 组织制定并落实放射防护管理制度，定期召开管理会议，督促工作小组落实对放射工作场所、射线装置的检测以及对放射工作人员进行

个人剂量监测、职业健康体检、放射防护知识培训。

(三) 需要新建、改扩建、拆迁有关放射防护工程前, 应进行前期可行性研究并报市卫生健康委、市公安局、市生态环境局审批, 批准后方可施工。

(四) 负责制定辐射事故(件) 应急处理预案并组织演练, 记录本院发生的放射事故(件) 并及时报告当地卫生健康委、生态环境局、公安局等部门。

(五) 对违反医院规定, 未经申报购置、使用放射性同位素或射线装置的科室, 委员会有权对科室及相关责任人进行处罚, 严重者交执法部门处理。

(六) 对放射防护管理中遇到的特殊事项, 给出处理意见。

第七条 工作小组职责

(一) 负责落实委员会决议与日常管理工作。

(二) 各职能处室、临床、医技科室按照部门职责、相互配合, 落实各项放射防护工作。

(三) 每季度召开放射防护委员会工作小组会议一次。

第四章 部门职责

第八条 医务处职责

(一) 与北京大学医学部、北京市卫生健康委、北京市生态环境局、北京市疾病预防控制中心、北京市卫生健康监督所、北京市城市放射性废物管理中心、西城区卫生健康监督所、东城区卫生健康监督所、西城区疾病预防控制中心、东城区疾病预防控制中心等部门联系有关工作, 负责《放射诊疗许可证》和《辐射安全许可证》的办理、年审及变更。

(二) 负责本院放射工作人员的管理, 定期组织放射防护知识培训、委托有资质单位进行个人剂量监测、职业病健康体检, 留存档案, 并按要求办理有关上岗证件。

(三) 建立放射性同位素与射线装置台账并长期保存, 记载全院放射性同位素(核素名称、出厂时间、活度、标号、编码、来源、去向) 和射

线装置（名称、型号、射线种类、类别、用途、来源、去向）。

（四）负责联系有资质单位进行场所与射线装置的年度检测，并牵头落实放射性核素增量与射线装置更新（不涉及场所防护改造类）相关评价与审批。

（五）每年1月31日前向北京市生态环境局上报医院放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告；每年5月31日前向北京市生态环境局上报放射人员个人剂量监测年度报告；年审前向北京市卫生健康委提交放射防护与质量控制年度报告。

（六）完成放射防护管理委员会交办的其他工作。

第九条 保卫处职责

（一）负责与北京市公安局、西城区公安分局、东城区公安分局等部门联系有关工作，负责全院放射源安全保卫工作，负责对全院放射工作科室进行定期安全检查，发现问题，及时监督整改。

（二）负责放射性废物的处置，负责向公安部门申报放射性同位素的购买，并负责其转让及向北京城市放射性废物管理中心办理废旧放射源（交回/返还/送交）备案的相关工作。

（三）完成放射防护管理委员会交办的其他工作。

第十条 总务处、工程办公室职责

（一）在需要新建、改扩建、拆迁等有关放射防护工程前，报医院放射防护管理委员会进行前期可行性研究，委员会批准后报上级行政部门，取得批件后，方可施工，设计施工须符合国家放射防护相关规定，确保工程验收合格。

（二）总务处负责放射防护用品的购置与维护。

（三）完成放射防护管理委员会交办的其他工作。

第十一条 医学装备处职责

（一）医学装备处在接到科室提交射线装置申请后，应提交放射防护管理委员会，待按照上级行政部门规定履行相关手续并取得批件后，方可启动射线装置购置流程。

(二) 按照国家有关规定检测和校准用于放射诊疗设备和质量控制的仪器, 协同科室共同做好射线装置维护。

(三) 射线装置安装调试后, 通知医务处联系检测单位, 并配合医务处办理许可手续。

(四) 完成放射防护管理委员会交办的其他工作。

第十二条 教育处职责

(一) 负责定期组织有接触射线的学生, 接受放射防护知识培训, 并委托有资质单位对上述人员进行个人剂量监测, 结果异常时, 及时组织进行职业健康体检。

(二) 严格放射相关进修人员管理, 其来院进修前, 需提供以下材料:

1. 《放射工作人员证》复印件;
2. 《放射防护知识培训合格证》复印件;
3. 两年内的职业健康体检报告复印件及一年内的个人剂量监测报告复印件。

进修人员来院工作时, 应佩戴原单位下发的个人剂量笔, 并按照法律规定时间(不大于 90 天)进行监测。

(三) 完成放射防护管理委员会交办的其他工作。

第十三条 工会职责

(一) 对放射防护管理进行监督, 维护放射工作人员的合法权益。

(二) 参与有关放射防护管理的制度的制定与修订。

(三) 完成放射防护管理委员会交办的其他工作。

第十四条 核医学科、放射治疗科、医学影像科、血管内科、介入血管外科、泌尿外科、骨科、口腔科、老年病内科、神经外科、内镜中心、神经内科、呼吸和危重症医学科、肾脏内科等放射科室的职责

(一) 在《放射诊疗许可证》和《辐射安全许可证》的允许范围内使用放射性同位素, 由核医学科负责订购、保管、登记, 在保证其安全使用同时, 保证资料的可追溯性。严格按照《放射性废物处理方案》要求进行放射性废物的管理。

(二) 各科室如需购置射线装置(含原有射线装置变更场所等)、密封放射源、需要增加剂量和订购超出辐射安全许可证范围的放射性同位素,应向医院放射防护管理委员会申请,按规定报送上级行政部门审批,取得批件后方可购置。

(三) 应用 ^{125}I 粒子源需在使用前一日向医药公司订货,使用当日送货,若有剩余药物立即返回原销售单位或暂时贮存于核医学科,并通知医药公司当日或次日返回。

(四) 成立科室辐射安全管理小组,按照医院制度,制定科内岗位职责、规章制度、操作规程、应急预案和学习培训计划,工作人员应严格遵守规章制度,做好自身、患者、受检者和陪检者的放射防护。如出现放射性物质丢失、泄漏,人员误照射或粒子源丢失,立即启动《北京大学第一医院辐射事故(件)应急处理预案》。

(五) 安排专人定期进行放射诊疗设备稳定性检测、校正和维护保养,并配合场所及设备防护检测。

(六) 建立放射性同位素与射线装置台账并长期保存,记载全院放射性同位素(核素名称、出厂时间、活度、标号、编码、来源、去向)和射线装置(名称、型号、射线种类、类别、用途、来源、去向),发生台帐变更后5个工作日内上报医务处。

(七) 定期组织本科室人员参加放射防护知识培训、个人剂量监测、职业健康体检。拟上岗的人员必须按要求办理《放射工作人员证》,方可参加放射工作。当科室人员调离或退休时应提前向医务处报备,并督促其完成离岗职业健康体检。

(八) 每年度对科室内放射性同位素与射线装置安全和防护状况进行年度总结,于每年12月31日前报送医务处。

(九) 科主任作为科室放射防护责任人,全面负责科室的放射防护工作。

(十) 完成放射防护管理委员会交办的其他工作。

第五章 附 则

第十五条 放射防护管理委员会职责由放射防护管理委员会最终解

释。

第十六条 本制度自下发之日起实施，原《关于调整放射防护管理委员会人员组成和工作职责的通知》（北大医院院医字〔2019〕23号）同时废止。



中国认可
检测

TESTING

CNAS L14163

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

检测报告

样品受理编号 2021BJC-G0193

第1页 共14页

样品名称 热释光剂量计(TLD) 监测年度 2021年(12个月)
检测项目 外照射个人检测 检测类别/目的 委托/常规监测
委托单位 北京大学第一医院
检测方法 热释光测量法 探测器 LiF(Mg, Cu, P)
检测室名称 北京贝特莱博瑞技术检测有限公司
检测室地址 北京市东城区安定门外大街2号安贞大厦第24层01号
检测、评价依据 《职业性外照射个人监测规范》GBZ 128—2019
检测仪器名称/型号/编号 热释光剂量仪/RGD-3B/192

检测结果

序号	人员编号	姓名	个人剂量当量 $H_p(10)/mSv$	送检次数
1	0220013010001	邢燕彤	0.144	4
2	0220013010002	喻强	0.144	4
3	0220013010003	刘梅林	0.144	4
4	0220013010004	黄波	0.144	4
5	0220013010005	梁丽利	0.144	4
6	0220013010006	郭晓健	0.036	1
7	0220013010007	张政	0.144	4
8	0220013010008	刘茗洁	0.144	4
9	0220013010009	徐燕鹏	0.144	4
10	0220013010010	周利群	0.144	4
11	0220013010011	曹京	0.144	4
12	0220013010012	刘颖	0.144	4
13	0220013010013	杨丽珠	0.144	4
14	0220013010014	穆宏涛	0.144	4
15	0220013010016	牛海霞	0.144	4
16	0220013010017	冯秋实	0.144	4
17	0220013010018	边大朋	0.144	4

未经本机构批准,不得部分复制本报告(全文复制除外)。
BJBT/JS-06-10

检测结果仅对本次送检样品有效



中国认可
检测

TESTING
CNAS L14163

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

检测报告

样品受理编号 2021BJC-G0193

第5页 共14页

序号	人员编号	姓名	个人剂量当量 $H_p(10)/mSv$	送检次数
99	0220013010122	申静涛	0.181	4
100	0220013010123	马茗微	0.144	4
101	0220013010124	王 蕊	0.144	4
102	0220013010125	王占平	0.144	4
103	0220013010126	郭玉霞	0.144	4
104	0220013010127	孙宏伟	0.144	4
105	0220013010128	漆龙涛	0.144	4
106	0220013010129	吴 浩	0.144	4
107	0220013010130	崔云鹏	0.144	4
108	0220013010131	李宇超	0.144	4
109	0220013010132	鲁润春	0.144	4
110	0220013010133	冯驭弛	0.144	4
111	0220013010137	马明明	0.144	4
112	0220013010142	肖建阳	0.144	4
113	0220013010143	杨思巧	0.144	4
114	0220013010146	葛子洋	0.144	4
115	0220013010151	崔应谱	0.108	3
116	0220013010152	孙兆男	0.144	4
117	0220013010153	刘 想	0.144	4
118	0220013010154	马 帅	0.144	4
119	0220013010155	刘 义	0.144	4
120	0220013010162	林志勇	0.144	4
121	0220013010164	韩 超	0.108	3
122	0220013010165	杨洁瑾	0.144	4
123	0220013010167	王禹川	0.144	4
124	0220013010168	来文喜	0.144	4
125	0220013010170	王 蕊	0.144	4

未经本机构批准，不得部分复制本报告（全文复制除外）。
BJBT/JS-06-10

检测结果仅对本次送检样品有效



检测报告

样品受理编号 2021BJC-G0193

第13页 共14页

序号	人员编号	姓名	个人剂量当量 $H_p(10)$ mSv	送检次数
315	0220013030071	龚艳君	0.072	2
316	0220013040001	康 磊	0.144	4
317	0220013040002	白艳霞	0.413	4
318	0220013040003	殷 雷	0.144	4
319	0220013040004	王荣福	0.144	4
320	0220013040005	张春丽	0.144	4
321	0220013040006	闫 平	0.239	4
322	0220013040007	范 岩	0.144	4
323	0220013040008	付占立	0.144	4
324	0220013040009	张旭初	0.144	4
325	0220013040010	张建华	0.144	4
326	0220013040011	刘 萌	0.144	4
327	0220013040012	郎丽娟	0.144	4
328	0220013040013	刘红洁	0.144	4
329	0220013040014	崔永刚	0.144	4
330	0220013040018	王彦福	0.144	4
331	0220013040019	郭凤琴	0.144	4
332	0220013040020	赵光宇	0.144	4
333	0220013040021	陈立新	0.938	4
334	0220013040022	廖树鹤	0.144	4
335	0220013040023	姜 巧	0.144	4
336	0220013040025	杜毓菁	0.144	4
337	0220013040026	杨 兴	0.144	4
338	0220013040027	牛鹏威	0.144	4
339	0220013040028	陈雪祺	0.144	4
340	0220013040029	佟正瀚	0.144	4
341	0220013040030	王玉琦	0.144	4



中国认可
检测

TESTING

CNAS L14163

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

检测报告

样品受理编号 2021BJC-G0193

第14页 共14页

序号	人员编号	姓名	个人剂量当量 $H_p(10)/mSv$	送检次数
342	0220013040031	李翠翠	0.188	3
343	0220013040032	吴彩霞	0.144	4
344	0220013040034	段小江	0.768	4
345	0220013040035	曹 祯	0.108	3
346	0220013040036	张景明	0.46	4
347	0220013040037	陈 钊	0.144	4
348	0220013040038	赵妍妍	0.144	4
349	0220013040039	张卓晨	0.459	4
350	0220013040040	李 源	0.701	4
351	0220013040041	徐红阁	0.144	4
352	0220013040042	隋 瑜	0.301	4
353	0220013040043	张 茜	0.144	4
354	0220013040044	陈皓明	0.036	1
355	0220013040045	吴胜楠	0.134	1
356	0220013040046	邵 壮	0.036	1

(以下无正文)

本报告无“检测检验专用章”无效



2022年1月4日

未经本机构批准，不得部分复制本报告（全文复制除外）。
BJBT/JS-06-10

检测结果仅对本次送检样品有效



中国认可
检测
TESTING
CNAS L14163

附件6

检 测 报 告

TEST REPORT

检测报告编号: TEST REPORT NUMBER	2022BJC-GJ2375
总 页 数: TOTAL PAGES	共 壹拾叁 页
检测类别/项目: TEST KIND/ITEMS	委托/个人外照射剂量常规监测
委 托 单 位: ENTRUSTING UNIT	北京大学第一医院
报 告 日 期: REPORT DATE	2022 年 5 月 20 日

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司
BEIJING BETA LAB TECHNOLOGY DETECTION CO.,LTD

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

检测报告

样品受理编号 2022BJC-GJ2375

第1页 共13页

样品名称 热释光剂量计(TLD) 监测时间 2022年2月-2022年4月(单位集体)
检测项目 个人外照射剂量 测量日期 2022/5/17
检测类别/目的 委托/常规监测
委托单位 北京大学第一医院
检测方法 热释光测量法 探测器 LiF(Mg,Cu,P)
检测室名称 北京贝特莱博瑞技术检测有限公司
检测室地址 北京市东城区安定门外大街2号安贞大厦第24层01号
检测依据 《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019
检测仪器名称/型号/编号 热释光剂量仪/RGD-3B/192

检测结果

序号	人员编号	姓名	个人剂量当量(μSv)	监测周期(月)
1	0220013010001	邢燕彤	36	3
2	0220013010002	喻强	36	3
3	0220013010003	刘梅林	36	3
4	0220013010004	黄波	36	3
5	0220013010005	梁丽莉	36	3
6	0220013010007	张政	36	3
7	0220013010008	刘茗洁	36	3
8	0220013010009	徐燕鹏	36	3
9	0220013010010	周利群	36	3
10	0220013010011	曹京	36	3
11	0220013010012	刘颖	36	3
12	0220013010013	杨丽珠	36	3
13	0220013010014	穆宏涛	36	3
14	0220013010016	牛海霞	36	3
15	0220013010017	冯秋实	36	3
16	0220013010018	边大鹏	36	3
17	0220013010019	张家湧	36	3

未经本机构批准,不得部分复制本报告(全文复制除外)。
BJBT/JS-06-11

检测结果仅对本次送检样品有效

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

检测报告

样品受理编号 2022BJC-GJ2375				第13页	共13页
337	0220013040040	李 源	36	3	
338	0220013040041	徐红闻	36	3	
339	0220013040042	隋 瑜	36	3	
340	0220013040043	张 茜	36	3	
341	0220013040044	陈皓明	36	3	
342	0220013040045	吴胜楠	91.7	3	
343	0220013040046	邵 壮	36	3	
344	0220013040047	董晓丹	36	3	

(以下无正文)



本报告无“检测检验专用章”无效

报告者:

丁琦

2022年5月20日

审核者:

王爽

2022年5月20日



陈皓明

2022年5月20日

未经本机构批准，不得部分复制本报告（全文复制除外）。
BJBT/JS-06-11

检测结果仅对本次送检样品有效



中国认可
检测
TESTING
CNAS L14163

检 测 报 告

TEST REPORT

检测报告编号：

TEST REPORT NUMBER

2022BJC-C0026

总 页 数：

TOTAL PAGES

共 伍 页

检 测 项 目：医用 X 射线诊断设备质量控制及防护性能

TEST ITEMS

检测、放射诊疗工作场所防护检测

检 测 类 别：

TEST KIND

委托/验收检测

委 托 单 位：

ENTRUSTING UNIT

北京大学第一医院（门急诊部）

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

BEIJING BETA LAB TECHNOLOGY DETECTION CO.,LTD

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司



中国认可
检测

TESTING

CNAS L14163

检 测 报 告

样品受理编号 2022BJC-C0026

第 1 页 共 5 页

受检单位 北京大学第一医院（门急诊部）

单位地址 北京市西城区西什库大街18号

检测单位 北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

单位地址 北京市东城区安定门外大街2号安贞大厦第24层01号

设备名称 PET-CT

设备用途 断层扫描摄影

设备型号 uMI 780

设备序号 300057

生产单位 上海联影医疗科技股份有限公司

使用场所 PET/CT显像室

检测类别 委托/验收检测

检测日期 2022年2月12日

检测项目 医用X射线诊断设备质量控制及防护性能检测、放射诊疗工作场所防护检测

检测、评价依据 《X射线计算机体层摄影装置质量控制检测规范》WS 519—2019

《放射诊断放射防护要求》GBZ 130—2020

检测仪器名称/型号/编号 X射线输出评价系统/X2/BT-074、CT性能模体/CATPHAN500/BT-007-1、

X、Y剂量率仪/AT1121/BT-072、CT剂量模体/TM320/BT-034-1、检测工具箱/BT-054-4、

标准圆柱型均质水模体/Φ18/BT-077-1

一、检测结果评价

1、该设备是正电子发射计算机断层显像系统和X射线计算机体层摄影成像系统一体化组合的影像诊断设备（PET-CT），在验收检测时，CT设备质量控制检测项目应检11项，其中第3项该机不具备扫描架倾角功能，实检10项均合格。PET质量控制检测项目和检测结果详见北京贝特莱博瑞技术检测有限公司2022BJC-H0002号检测报告。

2、该设备在正常工作条件下，其机房屏蔽体外周围剂量当量率均不大于2.5 μSv/h，满足GBZ 130—2020的相关规定要求，所检位点均合格。

（以下空白）

本报告无“检测检验专用章”无效



未经本机构批准，不得部分复制本报告（全文复制除外）。

BJBT/JS-CT-02

检测结果仅对本次受检样品有效

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

中国认可
检测

TESTING

CNAS L14163

检 测 报 告

样品受理编号 2022BJC-C0026

第 2 页 共 5 页

二、X射线计算机体层摄影装置质量控制检测项目、技术要求与检测结果

序号	检测项目	检测要求	验收检测判定标准	检测结果	是否合格	备注
1	诊断床定位精度	定位	± 2 mm内	-0.5 mm	是	
		归位	± 2 mm内	0.5 mm	是	
2	定位光精度	内定位光	± 2 mm内	0.5 mm	是	
3	扫描架倾角精度	长方体模体或倾角仪	$\pm 2^\circ$ 内	——	——	该机不具备此功能
4	重建层厚偏差	$s > 2$ mm	± 1 mm内	-0.9 mm	是	
		$2 \text{ mm} \geq s \geq 1 \text{ mm}$	$\pm 50\%$ 内	31%	是	
		$s < 1$ mm	± 0.5 mm内	0.09 mm	是	
5	CTDI _w	头部模体	与厂家说明书指标相差 $\pm 15\%$ 内	-3.7%	是	厂家指标: 27.9 mGy 120 kV/160 mAs/2 s 扫描宽度: 20 mm
		体部模体	与厂家说明书指标相差 $\pm 15\%$ 内	-4.9%	是	厂家指标: 14.6 mGy 120 kV/160 mAs/2 s 扫描宽度: 20 mm
6	CT值 (水)	水模体内径18 cm~22 cm, CTDI _w 不大于50 mGy, 噪声检测层厚10 mm	± 4 HU内	0.2 HU	是	120 kV/240 mAs CTDI _w =42.3 mGy
7	均匀性		± 5 HU内	-0.5 HU	是	
8	噪声		$< 0.35\%$	0.210%	是	
9	高对比分辨率	常规算法 CTDI _w < 50 mGy	线对数 > 6.0 lp/cm	7.0 lp/cm	是	常规算法: H_SOFT_B 120 kV/240 mAs
		高分辨力算法 CTDI _w < 50 mGy	线对数 > 11 lp/cm	11.2 lp/cm	是	高分辨力算法: H_VSHARP_C 120 kV/240 mAs
10	低对比可探测能力	常用头部扫描条件	< 2.5 mm	1.67 mm	是	120 kV/240 mAs
11	CT值线性	常用头部扫描条件	± 50 HU内	24 HU	是	120 kV/240 mAs
		常用体部扫描条件	± 50 HU内	-21 HU	是	120 kV/240 mAs

未经本机构批准, 不得部分复制本报告 (全文复制除外)。

检测结果仅对本次受检样品有效

BJBT/JS-CT-02

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司



中国认可
检测 检 测 报 告
TESTING
CNAS L14163

样品受理编号 2022BJC-C0026

第 3 页 共 5 页

三、机房周围场所放射防护性能检测结果

现场检测条件：120 kV/300 mAs/5.7 s 无放射性核素F-18。			
检测点 编号	检 测 点 位 置 (距机房屏蔽体外表面30 cm处)	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备 注
1	放射工作人员操作位	0.46*	
2	操作室观察窗窗体	0.32*	
3	操作室观察窗周围上缝	0.19	
4	操作室观察窗周围下缝	0.64*	
5	操作室观察窗周围左缝	0.15	
6	操作室观察窗周围右缝	0.66*	
7	操作室门门体	0.13	
8	操作室门周围上缝	0.13	
9	操作室门周围下缝	0.65*	
10	操作室门周围左缝	0.21*	
11	操作室门周围右缝	0.12	
12	机房门门体	0.12	
13	机房门周围上缝	0.12	
14	机房门周围下缝	0.14*	
15	机房门周围左缝	0.12	
16	机房门周围右缝	0.12	
17	机房东墙外北侧毗邻场所	0.12	
18	机房东墙外中侧毗邻场所	0.12	
19	机房东墙外南侧毗邻场所	0.12	
20	机房南墙外东侧毗邻场所	0.12	
21	机房南墙外中部毗邻场所	0.12	
22	机房南墙外西侧毗邻场所	0.12	
23	机房西墙外南侧毗邻场所	0.12	
24	机房西墙外中侧毗邻场所	0.12	

未经本机构批准，不得部分复制本报告（全文复制除外）。
BJBT/JS-CT-02

检测结果仅对本次受检样品有效

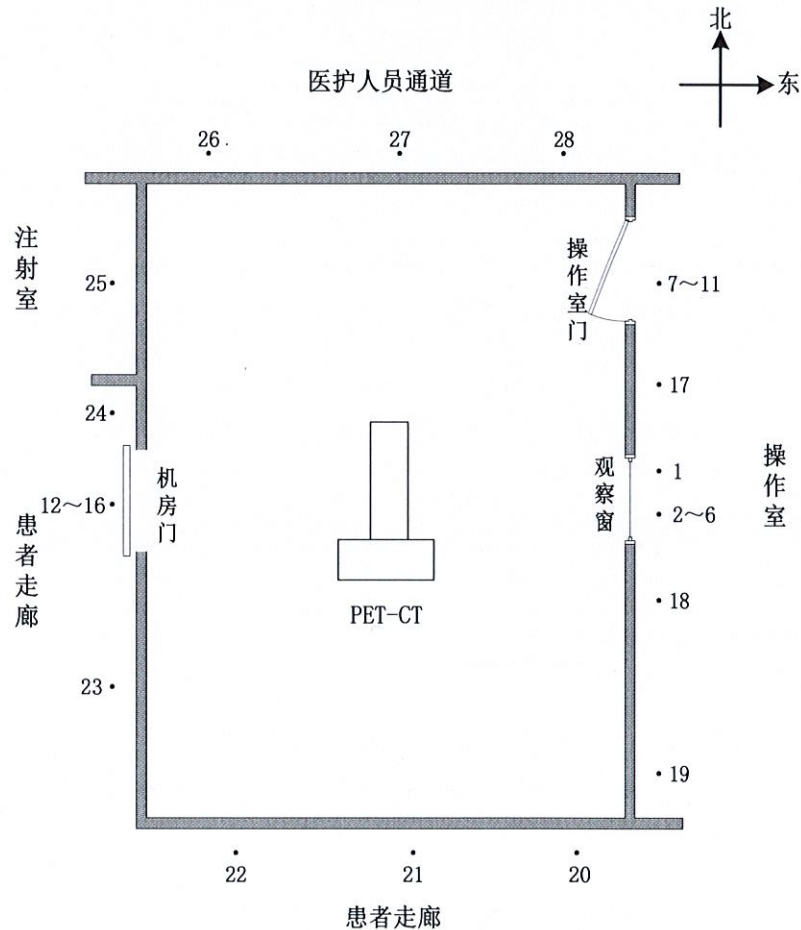


注：① 现场本底范围（0.108~0.122） $\mu\text{Sv/h}$ ， 以上带有“*”的检测结果已扣除本底读数平均值。

② 当仪器读数 ≤ 2 倍本底范围最大值时，其检测结果不扣除本底读数平均值，如果仪器的读数是本底范围最大值的2倍以上时，才能确认还有其他辐射存在，其检测结果扣除本底读数平均值。以上检测结果（本底平均值除外）均为该点位最大值。

③ X射线设备机房屏蔽体外剂量水平要求：CT机、乳腺摄影、乳腺CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔CBCT和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。

机房周围场所、设备及防护检测关注点示意图



说明： 机房位于地下一层

机房上：放射科（29~31）、机房下：设备层（无法进入）

图中“●”为检测点位

（以下无正文）



中国认可
检测
TESTING
CNAS L14163

检 测 报 告

TEST REPORT

检测报告编号：

TEST REPORT NUMBER

2022BJC-K0001

总 页 数：

TOTAL PAGES

共 陆 页

检 测 项 目：

TEST ITEMS

非密封放射工作场所防护检测

检 测 类 别：

TEST KIND

委托/验收检测

委 托 单 位：

ENTRUSTING UNIT

北京大学第一医院（门急诊部）

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

BEIJING BETA LAB TECHNOLOGY DETECTION CO.,LTD

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司



中国认可
检测
TESTING
CNAS L14163

检 测 报 告

样品受理编号 2022BJC-K0001

第 1 页 共 6 页

受检单位 北京大学第一医院（门急诊部）

单位地址 北京市西城区西什库大街8号

检测单位 北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

单位地址 北京市东城区安定门外大街2号安贞大厦第24层01号

设备名称 PET-CT

设备用途 核医学影像检查

设备型号 uMI 780

设备序号 300057

生产单位 上海联影医疗科技股份有限公司

使用场所 PET/CT显像室

检测类别 委托/验收检测

检测日期 2022年2月11日

检测项目 非密封放射工作场所防护检测

检测、评价依据 《核医学放射防护要求》GBZ 120-2020

《表面污染测定 第1部分：β发射体（ $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$ ）和α发射体》GB/T14056.1-2008

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002

检测仪器名称/型号/编号 环境剂量率仪/6150AD-b/H/BT-040、风速仪/TSI9515/BT-026、

α、β表面污染测量仪/COMO 170/BT-025

一、检测结果评价

1. 该单位委托检测的核医学西区为核医学工作场所，其控制区有PET/CT显像室、注射室、VIP候诊室、1候诊室、2候诊室。
2. 在核医学控制区内屏蔽体外表面0.3 m处所检位点的周围剂量当量率均不大于2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 控制目标值，所检位点均合格。
3. 在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面0.3 m处所检位点的周围剂量当量率均不大于2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 控制目标值，所检位点均合格。
4. 核医学工作场所内的分装柜，距分装柜体外表面5 cm处的周围剂量当量率均不大于25 $\mu\text{Sv/h}$ 控制目标值，所检位点均合格。
5. 该工作场所内所检位点放射性表面污染水平均符合GBZ120—2020的相关规定要求，所检位点均合格。
6. 该工作场所内操作放射性药物所用的分装柜操作口风速均不小于0.5 m/s，所检位点均合格。

本报告无“检测检验专用章”无效

检测机构（公章）

签发者：

2022年3月7日

未经本机构批准，不得部分复制本报告（全文复制除外）。
BJBT/JS-FH-06



检测结果仅对本次受检样品有效

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司



中国认可
检测
TESTING
CNAS L14163

检 测 报 告

样品受理编号 2022BJC-K0001

第 2 页 共 6 页

二、放射工作场所（设备）环境外照射剂量检测结果

检测条件	PET/CT显像室内有 ¹⁸ F 296 MBq注射器(1人用量),VIP候诊室和1、2候诊室内有 ¹⁸ F 370 MBq注射器(1人用量),注射室 ¹⁸ F分装柜内有 ¹⁸ F 1110 MBq药物,PET/CT设备的CT扫描条件:120 kV/300 mAs、扫描宽度40mm。		
检测点 编号	检 测 点 位 置 (距屏蔽体外表面0.3 m处)	周围剂量当量率 (μ Sv/h)	备 注
1	PET/CT显像室工作人员操作位	0.37*	控制区边界
2	PET/CT显像室观察窗窗体	0.82*	
3	PET/CT显像室观察窗上缝	0.84*	
4	PET/CT显像室观察窗下缝	0.83*	
5	PET/CT显像室观察窗左缝	0.79*	
6	PET/CT显像室观察窗右缝	0.83*	
7	PET/CT显像室操作室门体	0.15	
8	PET/CT显像室操作室门上缝	0.12*	
9	PET/CT显像室操作室门下缝	0.11*	
10	PET/CT显像室操作室门左缝	0.11	
11	PET/CT显像室操作室门右缝	0.16	
12	PET/CT显像室机房门体	0.16	控制区内
13	PET/CT显像室机房门上缝	0.14	
14	PET/CT显像室机房门下缝	0.14	
15	PET/CT显像室机房门左缝	0.15	
16	PET/CT显像室机房门右缝	0.11	
17	PET/CT显像室东墙外	0.11	控制区边界
18	PET/CT显像室南墙外	0.10	控制区内
19	PET/CT显像室西墙外	0.10	
20	PET/CT显像室北墙外	0.11	控制区边界
21	PET/CT显像室楼上	0.10	楼下为设备层,无法进入检测。
——	PET/CT显像室楼下	——	
22	VIP候诊室门体	1.9*	控制区内
23	VIP候诊室东墙外	1.0*	
24	VIP候诊室南墙外	0.12	控制区边界
——	VIP候诊室西墙外	——	西墙外为1候诊室

未经本机构批准,不得部分复制本报告(全文复制除外)。
BJBT/JS-FH-06

检测结果仅对本次受检样品有效

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司



中国认可
检测
TESTING
CNAS L14163

检 测 报 告

样品受理编号 2022BJC-K0001

第 3 页 共 6 页

检测点 编号	检 测 点 位 置 (距屏蔽体外表面0.3 m处)	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备 注
25	VIP候诊室北墙外	0.68*	控制区内
26	VIP候诊室楼上	0.10	控制区边界
——	VIP候诊室楼下	——	楼下为设备层, 无法进入检测。
27	1候诊室门外	1.0*	控制区内
——	1候诊室东墙外	——	东墙外为VIP候诊室
28	1候诊室南墙外	0.12	控制区边界
——	1候诊室西墙外	——	西墙外为2候诊室、卫生间
29	1候诊室北墙外	0.59*	控制区内
30	1候诊室楼上	0.10	控制区边界
——	1候诊室楼下	——	楼下为设备层, 无法进入检测。
31	2候诊室门外	1.8*	控制区内
——	2候诊室东墙外	——	东墙外为VIP候诊室
——	2候诊室南墙外	——	南墙外为卫生间
32	2候诊室西墙外	0.14	控制区边界
33	2候诊室北墙外	0.17	控制区内
34	2候诊室楼上	0.10	控制区边界
——	2候诊室楼下	——	楼下为设备层, 无法进入检测。
35	注射室 ^{18}F 分装柜观察窗5 cm处	1.2*	控制区内
36	注射室 ^{18}F 分装柜中部5 cm处	0.62*	
37	注射室 ^{18}F 分装柜左侧5 cm处	0.13	
38	注射室 ^{18}F 分装柜右侧5 cm处	0.13	
39	注射室注射台观察窗5 cm处	2.1*	
40	注射室注射台中部5 cm处	1.2*	
——	现场本底平均值	0.105 $\pm$ 0.004	
	(以下空白)		

未经本机构批准, 不得部分复制本报告(全文复制除外)。

检测结果仅对本次受检样品有效

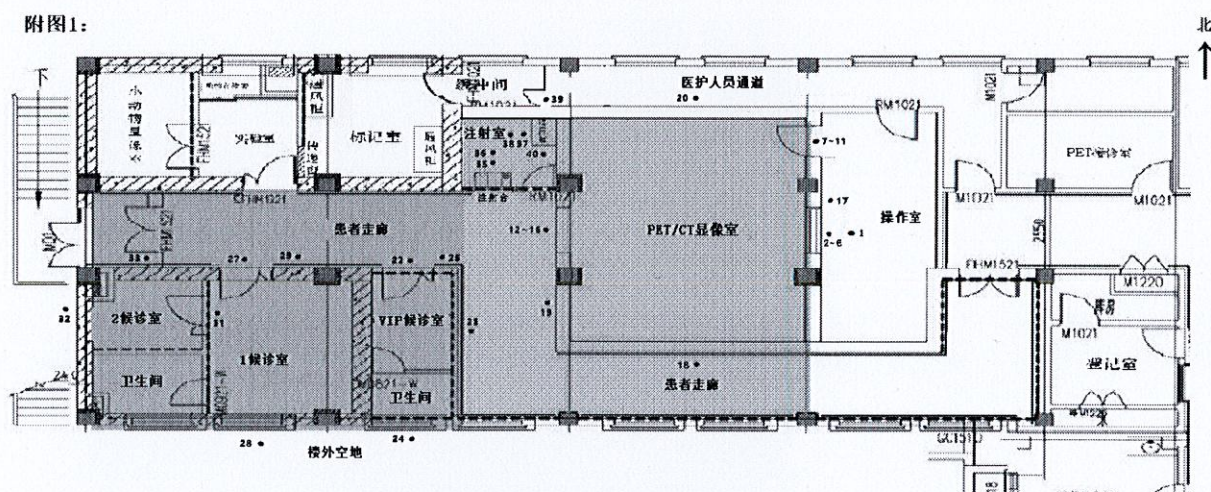
BJBT/JS-FH-06



注：① 现场本底范围（0.098~0.111） $\mu\text{Sv/h}$ ，以上带有“*”的检测结果已扣除本底读数平均值。

② 当仪器读数平均值 ≤ 2 倍本底读数平均值时，其检测结果不扣除本底读数平均值，如果仪器的读数平均值是本底读数平均值的2倍以上时，其检测结果扣除本底读数平均值。

检测场所、设备及检测关注点示意图



说明：核医学西区位于医院急诊楼地下一层

上为放射科（检测点位：21、26、30、34）

下为设备层，无法进入检测。

图中“•”为检测点位。

（以下空白）

三、非密封源工作场所放射性表面污染水平检测结果

[illegible]



注：① 当仪器测量结果修正值小于仪器探测下限时，检测结果报告值为“<MDL”，当检测结果修正值大于或等于仪器的探测下限时，检测结果报告值为该点位表面污染水平最大值。

② α 、 β 表面污染测量仪/COMO 170 (cps档)，探测下限： $MDL_{\alpha}=0.01\text{Bq/cm}^2$ ； $MDL_{\beta}=0.06\text{Bq/cm}^2$ 。

③ α 放射性表面污染控制水平，控制区： $\leq 4\text{Bq/cm}^2$ ；监督区： $\leq 0.4\text{Bq/cm}^2$ ；工作服、鞋： $\leq 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。
 β 放射性表面污染控制水平，控制区： $\leq 40\text{Bq/cm}^2$ ；监督区： $\leq 4\text{Bq/cm}^2$ ；工作服、鞋： $\leq 4\text{Bq/cm}^2$ 。

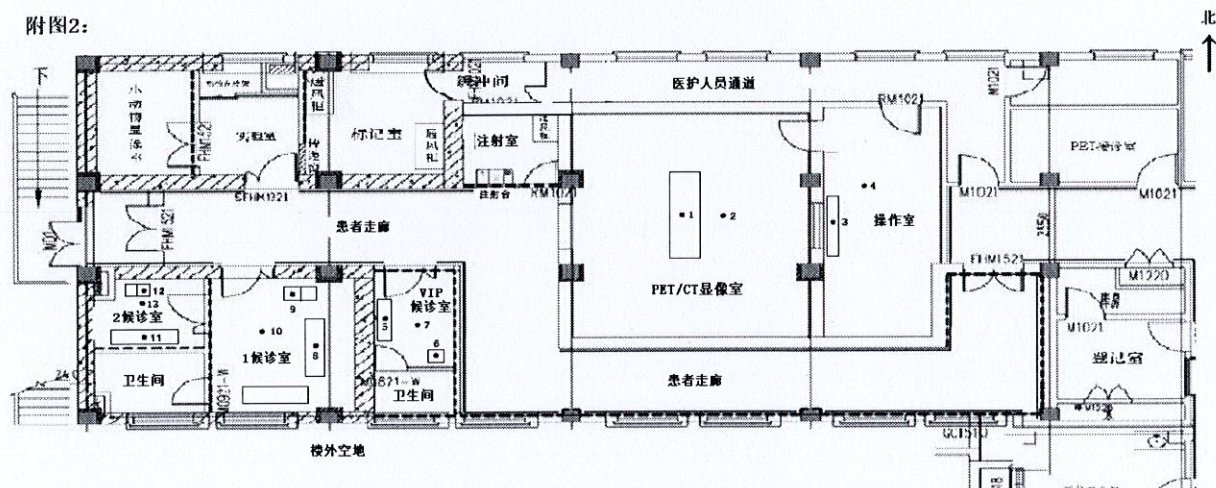
四、非密封工作场所通风设备风速检测结果

检测点序号	检测点位置	风速检测结果 (m/s)	备注
1	注射室 ¹⁸ F分装柜操作左口	0.9	
2	注射室 ¹⁸ F分装柜操作右口	0.9	
	(以下空白)		

注：合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于0.5 m/s。

检测场所、设备及检测关注点示意图

附图2：



说明：图中“·”为检测点位。

(以下无正文)



中国认可
检测
TESTING
CNAS L14163

检 测 报 告

TEST REPORT

检测报告编号：

TEST REPORT NUMBER

2022BJC-K0002

总 页 数：

TOTAL PAGES

共 陆 页

检 测 项 目：

TEST ITEMS

非密封放射工作场所防护检测

检 测 类 别：

TEST KIND

委托/验收检测

委 托 单 位：

ENTRUSTING UNIT

北京大学第一医院（门急诊部）

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

BEIJING BETA LAB TECHNOLOGY DETECTION CO.,LTD

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司



中国认可
检测

TESTING

CNAS L14163

检 测 报 告

样品受理编号 2022BJC-K0002

第 1 页 共 6 页

受检单位 北京大学第一医院（门急诊部）

单位地址 北京市西城区西什库大街8号

检测单位 北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

单位地址 北京市东城区安定门外大街2号安贞大厦第24层01号

设备名称 SPECT

设备用途 核医学影像检查

设备型号 Discovery NM 630

设备序号 63GA50161

生产单位 GE Medical Systems Israel, Functional Imaging

使用场所 显像室1

检测类别 委托/验收检测

检测日期 2022年2月11日

检测项目 非密封放射工作场所防护检测

检测、评价依据 《核医学放射防护要求》GBZ 120-2020

《表面污染测定 第1部分：β发射体（ $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$ ）和α发射体》GB/T14056.1-2008

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002

检测仪器名称/型号/编号 环境剂量率仪/6150AD-b/H/BT-040、风速仪/TSI9515/BT-026、

α、β表面污染测量仪/COMO 170/BT-025

一、检测结果评价

1. 该单位委托检测的核医学东区为核医学工作场所，其控制区有显像室1和3候诊室。
2. 在核医学控制区内屏蔽体外表面0.3 m处所检位点的周围剂量当量率均不大于2.5 μSv/h控制目标值，所检位点均合格。
3. 在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面0.3 m所检位点周围剂量当量率均不大于2.5 μSv/h控制目标值，所检位点均合格。
4. 核医学工作场所内的分装柜，距分装柜体外表面5 cm处的周围剂量当量率均不大于25 μSv/h控制目标值，所检位点均合格。
5. 该工作场所内所检位点放射性表面污染水平平均符合GBZ120—2020的相关要求，所检位点均合格。
6. 该工作场所内操作放射性药物所用的通风橱操作口风速均不小于0.5 m/s，所检位点均合格。

本报告无“检测检验专用章”无效

检测机构（公章）

签发者：

检测检验专用章 2022年 3 月 7 日

未经本机构批准，不得部分复制本报告（全文复制除外）。

检测结果仅对本次受检样品有效

BJBT/JS-FH-06

北京贝特莱博瑞技术检测有限公司

中国认可
检测

TESTING

CNAS L14163

检 测 报 告

样品受理编号 2022BJC-K0002

第 2 页 共 6 页

二、放射工作场所（设备）环境外照射剂量检测结果

检测条件	1 显像室内有 ⁹⁹ Tc ^m 740 MBq注射器(1人用量), 3候诊室有注射 ⁹⁹ Tc ^m 患者候诊。		
检测点 编号	检 测 点 位 置 (距屏蔽体外表面0.3 m处)	周围剂量当量率 (μ Sv/h)	备 注
1	显像室1工作人员操作位	0.09	控制区边界
2	显像室1观察窗窗体	0.09	
3	显像室1观察窗上缝	0.09	
4	显像室1观察窗下缝	0.09	
5	显像室1观察窗左缝	0.09	
6	显像室1观察窗右缝	0.09	
7	显像室1操作室门体	0.09	
8	显像室1操作室门上缝	0.09	
9	显像室1操作室门下缝	0.09	
10	显像室1操作室门左缝	0.09	
11	显像室1操作室门右缝	0.09	
12	显像室1机房门体	0.09	控制区内
13	显像室1机房门上缝	0.09	
14	显像室1机房门下缝	0.09	
15	显像室1机房门左缝	0.09	
16	显像室1机房门右缝	0.09	
17	显像室1东墙外	0.09	
18	显像室1南墙外	0.09	
19	显像室1西墙外	0.08	
20	显像室1北墙外	0.09	控制区边界
21	显像室1楼上	0.08	
——	显像室1楼下	——	楼下为设备层, 无法进入检测。
22	3候诊室西门体	0.08	控制区内
23	3候诊室北门体	0.09	
——	3候诊室东墙外	——	
24	3候诊室南墙外	0.09	控制区边界

未经本机构批准, 不得部分复制本报告(全文复制除外)。

检测结果仅对本次受检样品有效

BJBT/JS-FH-06

检测报告

CNAS L14163

第 3 页 共 6 页

[illegible]

检测结果仅对本次受检样品有效

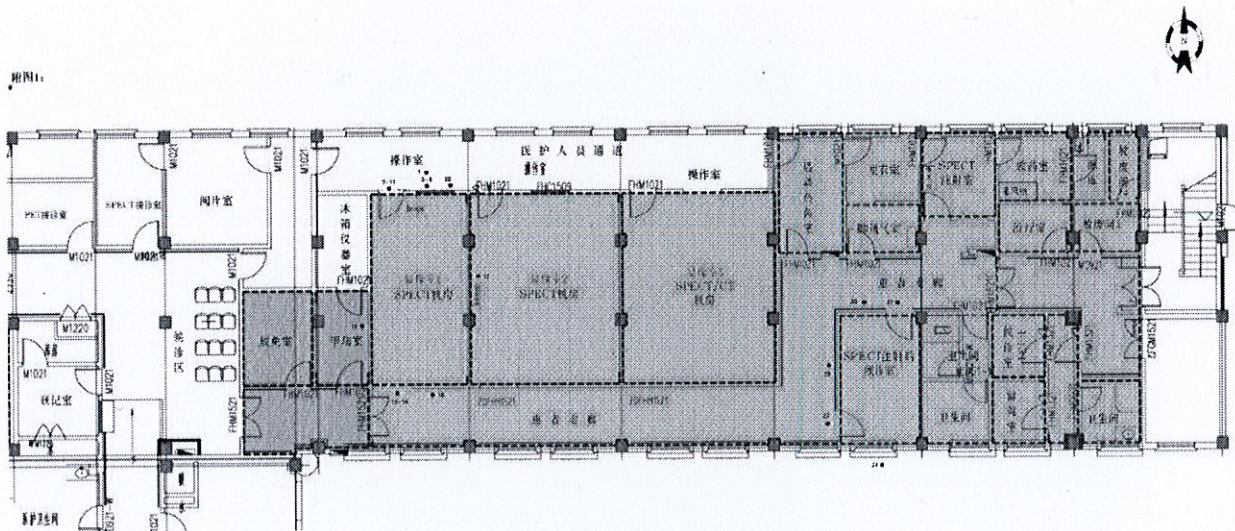
BJBT/JS-FH-06



注：① 现场本底范围（0.083~0.089） $\mu\text{Sv/h}$ ，以上检测结果均未扣除本底读数平均值。

② 当仪器读数平均值 ≤ 2 倍本底读数平均值时，其检测结果不扣除本底读数平均值，如果仪器的读数平均值是本底读数平均值的2倍以上时，其检测结果扣除本底读数平均值。

检测场所、设备及检测关注点示意图



说明：核医学西区位于医院急诊楼地下一层

上为急诊科（检测点位：21、27）

下为设备层，无法进入检测。

图中“•”为检测点位。

（以下空白）



注：① 当仪器测量结果修正值小于仪器探测下限时，检测结果报告值为“<MDL”，当检测结果修正值大于或等于仪器的探测下限时，检测结果报告值为该点位表面污染水平最大值。

② α 、 β 表面污染测量仪/COMO 170（cps档），探测下限： $MDL_{\alpha}=0.01\text{Bq/cm}^2$ ； $MDL_{\beta}=0.06\text{Bq/cm}^2$ 。

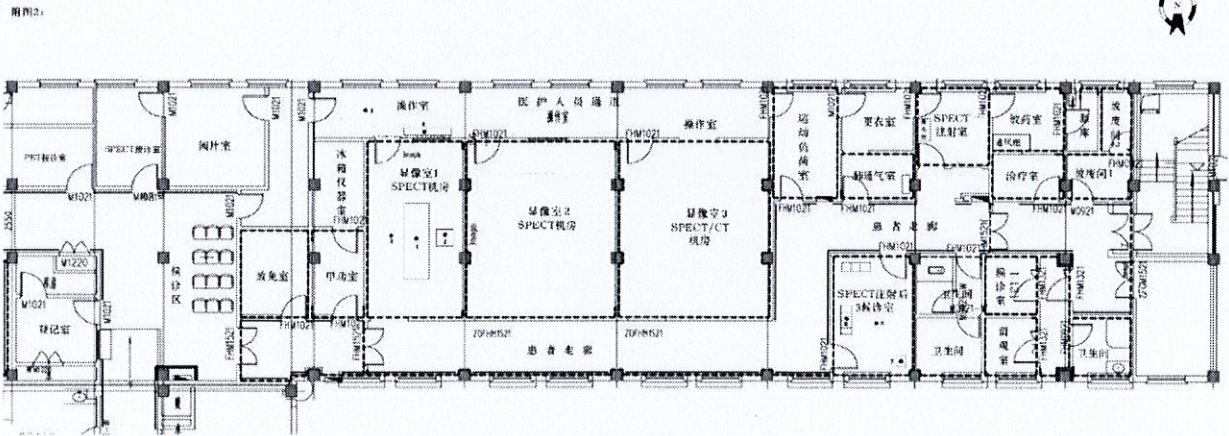
③ α 放射性表面污染控制水平，控制区： $\leq 4\text{Bq/cm}^2$ ；监督区： $\leq 0.4\text{Bq/cm}^2$ ；工作服、鞋： $\leq 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。
 β 放射性表面污染控制水平，控制区： $\leq 40\text{Bq/cm}^2$ ；监督区： $\leq 4\text{Bq/cm}^2$ ；工作服、鞋： $\leq 4\text{Bq/cm}^2$ 。

四、非密封工作场所通风设备风速检测结果

检测点序号	检测点位置	风速检测结果（m/s）	备注
1	放药室通风橱操作左口	1.0	
2	放药室通风橱操作右口	1.0	
	（以下空白）		

注：合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于0.5 m/s。

检测场所、设备及检测关注点示意图



说明：图中“·”为检测点位。

（以下无正文）

附件7

FSJC-ZC708-1J02

中国原子能科学研究院
辐射监测与评价实验室

检 测 报 告

报告编号: 2022052-20220701



委托单位: 北京大学第一医院

检测类型: 委托检测

发出日期: 2022年 7月 26日

注意事项

1. 报告无中国原子能科学研究院辐射监测与评价实验室检测专用章无效。
2. 部分复制报告无效。
3. 报告无编制人、审核人和批准人签字无效。
4. 对报告若有异议，应于收到报告之日起三十日内向本实验室提出。
5. 本报告检测结果只适用于收到的样品。
6. 依照有关规定，原始记录在本实验室保存六年。

单位名称：中国原子能科学研究院辐射监测与评价实验室

单位地址：北京市房山区新镇

通讯地址：北京 275 信箱 133 分箱

邮政编码：102413

联系人：卢瑛

电话：010 -69358773

检 测 报 告

样品类型	水 样	委托单位	北京大学第一医院		
送样人	闫 平	联系电话	13601308593		
样品数量	2	收样日期	2022-07-21		
样品状态特征	液 态	客户送样	☒ 是 ☐ 否		
样品编号	2022052-20220701-样品原标识				
检测项目名称	γ 放射性				
检测依据	《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》(GB/T 11713-2015) 《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》(GB/T 16140-2018)				
检测设备	HPGe 反康谱仪(44-N12074A)				
检测地点	低本底实验室	检测日期	2022-07		
检 测 结 果					
样品编号	检测项目	结果(Bq/L)			
2022052-20220701-东北衰变池(东区)	^{131}I	$\leq \text{LD}=8.0\text{E}-01$			
	^{125}I	$\leq \text{LD}=2.3\text{E}+00$			
2022052-20220701-西南衰变池(西区)	^{131}I	$\leq \text{LD}=3.5\text{E}-01$			
	^{125}I	$\leq \text{LD}=1.5\text{E}+00$			
检测单位章:  编制人: 孙 翔 审核人: 黄 远 洋 批准人: 王 明					
备注	样品(含样品信息)为委托单位提供, 检测结果只适用于收到的样品;				



附件8



检测报告

报告编号: CRNX-FW-1120221079-002

核素名称:	^{18}F 、 ^{68}Ga
委托单位:	北京大学第一医院
检测类别:	状态检测
检测时间:	2022 年 11 月 01 日
检测项目:	辐射防护检测



检测报告

检测报告编号：CRNX-FW-1120221079-002

共 3 页 第 1 页

委托单位	北京大学第一医院		单位地址	北京市西城区西什库大街 8 号	
核素名称	^{18}F 、 ^{68}Ga		检测日期	2022 年 11 月 01 日	
检测类型	状态检测		检测项目	辐射防护检测	
检测和判定依据	GBZ 120—2020 《核医学放射防护要求》				
检测仪器信息	设备名称	型号（编号）	技术参数	证书编号	有效期至
	辐射剂量测量仪	AT1121(CR-YQ-046)	(0.015~10) MeV 50nSv/h~10Sv/h 10nSv~10Sv	DLjl2022-00835	2023 年 01 月 19 日
				DLjl2022-01013	2023 年 01 月 06 日
检验检测结论	依据相关法律法规及技术标准，对该单位核医学科 PET-CT 通风橱进行了辐射防护检测，所测辐射防护检测结果符合 GBZ 120—2020 《核医学放射防护要求》的要求。 (以下空白)				
其他特殊情况说明					



编制：

马宇浩

2022 年 11 月 15 日

审核：

王超

2022 年 11 月 15 日

签发：

张俊杰

2022 年 11 月 15 日

检测报告

检测报告编号：CRNX-FW-1120221079-002

共 3 页 第2页

一、辐射防护检测					
本底值 ($\mu\text{Sv/h}$) : $1.21 \times 10^{-1} \sim 1.28 \times 10^{-1}$					
检测 点位	屏蔽体（相邻场所）	标准要求 ($\mu\text{Sv/h}$)	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	单项结论	备注
1	通风橱左手孔外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.74	合格	约 33mCi 的 ^{68}Ga
2	通风橱右手孔外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.78	合格	
3	通风橱观察窗外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	1.25	合格	
4	通风橱观察窗上缝外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	1.18	合格	
5	通风橱观察窗下缝外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	1.18	合格	
6	通风橱观察窗左缝外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	1.26	合格	
7	通风橱观察窗右缝外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	1.28	合格	
8	通风橱左侧送物门外 5cm 处（高活室）	周围剂量当量率 ≤ 25	0.48	合格	
9	通风橱左侧送物门上门缝外 5cm 处（高活室）	周围剂量当量率 ≤ 25	0.45	合格	
10	通风橱左侧送物门下门缝外 5cm 处（高活室）	周围剂量当量率 ≤ 25	0.46	合格	
11	通风橱左侧送物门左门缝外 5cm 处（高活室）	周围剂量当量率 ≤ 25	0.43	合格	
12	通风橱左侧送物门右门缝外 5cm 处（高活室）	周围剂量当量率 ≤ 25	0.43	合格	
13	通风橱前表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.55	合格	
14	通风橱后表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.53	合格	
15	通风橱左表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.32	合格	
16	通风橱右表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.36	合格	
17	通风橱上表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.35	合格	
18	通风橱下表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	1.26	合格	
19	通风橱左手孔外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	1.90	合格	约 70mCi 的 ^{18}F
20	通风橱右手孔外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	1.88	合格	
21	通风橱观察窗外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.54	合格	
22	通风橱观察窗上缝外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.57	合格	
23	通风橱观察窗下缝外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.57	合格	
24	通风橱观察窗左缝外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.55	合格	
25	通风橱观察窗右缝外 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.56	合格	
26	通风橱左侧送物门外 5cm 处（高活室）	周围剂量当量率 ≤ 25	0.26		

 长润放射科技
 检测专用章

长润放射科技（宁夏）有限公司

检测报告

检测报告编号：CRNX-FW-1120221079-002

共 3 页 第3页

检测 点位	屏蔽体（相邻场所）	标准要求（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	检测结果 （ $\mu\text{Sv/h}$ ）	单项结论	备注
27	通风橱左侧送物门上门缝外 5cm 处（高活室）	周围剂量当量率 ≤ 25	0.24	合格	约 70mCi 的 ^{18}F
28	通风橱左侧送物门下门缝外 5cm 处（高活室）	周围剂量当量率 ≤ 25	0.26	合格	
29	通风橱左侧送物门左门缝外 5cm 处（高活室）	周围剂量当量率 ≤ 25	0.23	合格	
30	通风橱左侧送物门右门缝外 5cm 处（高活室）	周围剂量当量率 ≤ 25	0.22	合格	
31	通风橱前表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.34	合格	
32	通风橱后表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.33	合格	
33	通风橱左表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.22	合格	
34	通风橱右表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.26	合格	
35	通风橱上表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.25	合格	
36	通风橱下表面 5cm 处(高活室)	周围剂量当量率 ≤ 25	0.24	合格	

二、现场检测照片





213003100448

附件9

正本

检测报告

报告编号: CRNX-FW-1120221079-001

核素名称:	^{177}Lu
委托单位:	北京大学第一医院
检测类别:	验收检测
检测时间:	2022 年 11 月 22 日
检测项目:	辐射防护检测



检测报告

检测报告编号: CRNX-FW-1120221079-001

共 2 页 第 1 页

委托单位	北京大学第一医院		单位地址	北京市西城区西什库大街 8 号	
核素名称	^{177}Lu		检测日期	2022 年 11 月 22 日	
检测类型	状态检测		检测项目	辐射防护检测	
检测和判定依据	GBZ 120—2020 《核医学放射防护要求》				
检测仪器信息	设备名称	型号（编号）	技术参数	证书编号	有效期至
	辐射剂量测量仪	AT1121(CR-YQ-046)	(0.015~10) MeV 50nSv/h~10Sv/h 10nSv~10Sv	DLji2022-00835	2023 年 01 月 19 日
				DLji2022-01013	2023 年 01 月 06 日
检验检测结论	依据相关法律法规及技术标准, 对该单位核医学科 SPECT 通风橱进行了辐射防护检测, 所测辐射防护检测结果符合 GBZ 120—2020 《核医学放射防护要求》的要求。 (以下空白)				
其他特殊情况说明					

编制: 马学清

2022 年 11 月 25 日

审核: 张俊木

2022 年 11 月 25 日

签发: 张俊木

2022 年 11 月 25 日



算