





通州院区新建核医学科项目
(PET/CT 部分)
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：北京中医药大学东直门医院

编制单位：北京辐环科技有限公司



2024年03月

建设单位法人代表： (签字)
编制单位法人代表： (签字)
项目负责人： (签字)
填表人： (签字)

 建设单位： 北京中医药大学东直门医院 (盖章)	 编制单位： 北京辐环科技有限公司 (盖章)
电 话： 18611501800	电 话： 13811984425
传 真： /	传 真： /
邮 编： 100700	邮 编： 100142
地 址： 北京市东城区海运仓胡同5号	地 址： 北京市海淀区西四环北路160号玲珑天地A座331室

目 录

表 1	项目基本情况.....	1
表 2	项目建设情况.....	10
表 3	辐射安全与防护设施/措施.....	19
表 4	环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	51
表 5	验收监测质量保证及质量控制	54
表 6	验收监测内容.....	55
表 7	验收监测.....	57
表 8	验收监测结论.....	71
附图 1	东直门医院通州院区地理位置示意图	72
附图 2	东直门医院通州院区平面布局图	73
附图 3	核医学科周边关系图	74
附图 4	通州院区新建核医学科平面布置图	75
附图 5	东直门医院通州院区核医学科楼上布局图	76
附图 6	东直门医院通州院区核医学科楼下布局图	77
附件 1	辐射安全许可证	78
附件 2	环评批复文件	87
附件 3	辐射工作场所验收监测报告	93
附件 4	本项目辐射工作人员信息表	119

表 1 项目基本情况

建设项目名称		通州院区新建核医学科项目（PET/CT 部分）			
建设单位名称		北京中医药大学东直门医院			
项目性质		☑ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建			
建设地点		北京市通州区翠屏西路 116 号二期门诊医技综合楼地下一层西北角			
源项		放射源		/	
		非密封放射性物质		乙级	
		射线装置		使用Ⅲ类射线装置	
建设项目环评批复时间	2022 年 4 月 15 日	开工建设时间	2022 年 6 月 1 日		
取得辐射安全许可证时间	2023 年 11 月 13 日	项目投入运行时间	2023 年 11 月 20 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2023 年 11 月 20 日	验收现场监测时间	2023 年 11 月 21 日~22 日、2023 年 12 月 19 日		
环评报告审批部门	北京市生态环境局	环评报告表编制单位	北京辐环科技有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	华诚博远工程技术集团有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	方圆化集团有限公司		
投资总概算（万元）	5000	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	1000	比例	20%
实际总概算（万元）	5000	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	1000	比例	20%
验收依据	<p>1.环境保护相关法律、法规和规章制度</p> <p>(1)《中华人民共和国环境保护法》，主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起实施。</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》，主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日日修订并实施。</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起实施。</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号修订，2017</p>				

年 6 月 21 日公布，2017 年 10 月 1 日起实施。

- (4)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 709 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订版公布并实施。
- (5)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部部令第 20 号修订，2021 年 1 月 4 日公布并实施。
- (6)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部第 18 号令，2011 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日起实施。
- (7)《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告第 66 号，2017 年 12 月 5 日。
- (8)《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。
- (9)《北京市环境保护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。
- (10)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 日。
- (11)《关于进一步优化辐射安全考核的公告》生态环境部公告 2021 年第 9 号，2021 年 3 月 11 日
- (12)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》，生态环境部 2023 年 12 月 5 日发布，2024 年 2 月 1 日实施。

2.验收技术规范

- (1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。
- (2)《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)。
- (3)《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)。
- (4)《放射性废物管理规定》(GB14500-2002)。
- (5)《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)。
- (6)《北京市水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013)。
- (7)《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》(GA 1002-

	<p>2012)。</p> <p>(8)《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)。</p> <p>(9)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)。</p> <p>(10)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)。</p> <p>(11)《表面污染测定 第一部分 β发射体 ($E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$) 和 α发射体》(GB/T14056.1-2008)。</p> <p>3.建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定</p> <p>(1)《通州院区新建核医学科项目环境影响报告表》(辐审A20220052)。</p> <p>(2)《北京市生态环境局关于通州院区新建核医学科项目环境影响报告表的批复》(京环审[2022]55号)。</p> <p>4.其他相关文件</p> <p>(1)北京中医药大学东直门医院提供的与本项目环保竣工验收相关的其他技术资料,2024年1月。</p>						
<p style="text-align: center;">验收执行标准</p>	<p>1.基本剂量限值</p> <p>电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)规定的剂量限值列于表1-1。</p> <p>表 1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值 (GB18871-2002)</p> <table border="1" data-bbox="443 1294 1358 1675"> <thead> <tr> <th data-bbox="443 1294 868 1379">职业工作人员</th> <th data-bbox="868 1294 1358 1379">公众</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="443 1379 868 1547">连续五年平均有效剂量 20mSv, 且任何一年有效剂量 50mSv</td> <td data-bbox="868 1379 1358 1547">年有效剂量 1mSv; 但连续五年平均值不超过 1mSv 时, 某一单一年可为 5mSv</td> </tr> <tr> <td data-bbox="443 1547 868 1675">眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a</td> <td data-bbox="868 1547 1358 1675">眼晶体的当量剂量 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a</td> </tr> </tbody> </table> <p>GB18871-2002 规定了剂量约束值: 对于职业照射, 剂量约束是一种与源相关的个人剂量值, 用于限制最优化过程所考虑的选择范围。对于公众照射, 剂量约束是公众成员从一个受控源的计划运行中接受的年剂量的上界。</p> <p>2.剂量约束值</p>	职业工作人员	公众	连续五年平均有效剂量 20mSv, 且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv; 但连续五年平均值不超过 1mSv 时, 某一单一年可为 5mSv	眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a	眼晶体的当量剂量 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a
职业工作人员	公众						
连续五年平均有效剂量 20mSv, 且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv; 但连续五年平均值不超过 1mSv 时, 某一单一年可为 5mSv						
眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a	眼晶体的当量剂量 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a						

职业照射，本项目辐射工作人员 2mSv/a 作为剂量约束值；公众照射，本项目取 0.1mSv/a 作为剂量约束值。

3.辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

依照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)、环评及批复，本项目辐射工作场所及设施的剂量率控制水平安装以下控制：

(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 μ Sv/h。

(2) 在控制区内人员可达处，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 μ Sv/h。

(3) 手套箱外表面 30cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。

(4) 固体放射性废物收集桶外表面 30cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。

4.放射性废水排放控制要求

(1) 水污染物排放标准

根据《北京市水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013)等规定，排入公共污水处理系统的水污染物排放要求：总 α 排放限值为 1Bq/L，总 β 排放限值为 10Bq/L。本项目放射性废水衰变池的排水口采用该数值进行控制。

(2) 放射性废水排放管理要求

参照《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)规定，本项目放射性废水按 B 类的放射性废水管理收集。新建放射性废水槽式衰变池(容积 4 \times 16.5m³)，B 类放射性废水注满后，暂存时间超过 10 倍最长半衰期且不少于 30 天(含 I-131 核素的暂存超过 180 天)后，应委托有资质的检测机构对拟排放废水中 I-131 核素的放射性活度浓度进行检测，活度浓度与单次排放总活度值均应满足 GB18871-2002 附录 A 表 A1 的

规定。科室将在“放射性废水暂存、处置管理台帐”上详细记录解控排放废水所含核素、体积、废水暂存起始日期，处置人员和处置日期等信息。

衰变池（罐）显著位置应设置电离辐射警示标志，池（罐）底、壁应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性和具有防泄漏措施。不同存储池（罐）应进行编号标记，且具有液位显示、超限溢流、入口切换等装置。

医院规定含放射性废水必须经衰变池暂存，废水的总 α 、总 β 监测结果分别不大于 1Bq/L、10Bq/L、I-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L，经检测达标后排入医院污水处理站，严格记录废水排放台帐。

5.放射性固体废物管理

参照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）和《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》，核医学放射性固体废物须设置独立的暂存室。药物操作场所、废物暂存室应分别设置有屏蔽能力并有电离辐射警示标志的废物桶、废物箱，并按照 A 类（半衰期小于 24h）、B 类（半衰期大于 24h）废物进行标识。药物操作场所废物桶内应使用不易破损的塑料袋对固体废物进行收集，密封袋口后转移至暂存室废物箱中，并在塑料袋外表面注明废物类别（A 类、B 类）、重量（或体积）、所含核素名称、暂存起始日期等信息。

A 类固体废物暂存时间超过 30 天、B 类固体废物暂存时间超过 10 倍最长半衰期且不少于 30 天（含 I-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，其中 I-131 核素的口服瓶和吸管由厂家回收）后，使用经检定或校准合格的检测仪器对废物表面污染和辐射剂量率水平进行监测，辐射剂量率监测为所处环境本底水平，且 α 、 β 表面污染水平分别小于 0.08Bq/cm² 和 0.8Bq/cm²，可对废物解控作为医疗废物处置，并详细记录“放射性固体废物暂存、处置管理台帐”，内容包括放射性固体废物分类、废物所含核素名称、重量(kg)、

废物暂存起始日期、废物暂存截止日期、表面污染自测结果、辐射剂量率自测结果、是否符合解控要求、废物处置日期、废物处置操作人员、部门负责人审核、废物去向，每一袋放射性固体废物填写一行记录。

6.放射性工作场所分级

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，和《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函(2016)430号)中操作因子选取原则，本项目属于乙级非密封放射性物质工作场所。

7.工作场所放射性表面污染控制水平

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，非密封源工作场所的放射性表面污染控制水平见表 1-2。

表 1-2 工作场所的放射性表面污染控制水平 (Bq/cm²)

类别		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒组	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	1	4×10	4×10
	监督区	1×10 ⁻¹	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10 ⁻¹	1×10 ⁻¹	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		1×10 ⁻²	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，但需有主管部门的同意，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 100cm²，地板取 1000cm²。

GB18871-2001 附录 B2.2 条款规定：工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到上述表 2 中所列设备类的控制水平的五分之一以下时，经主管部门或监管部门授权的部门确认后，可当作普通物品使用。

8.操作放射性同位素通风橱（手套箱）及排风口设置要求

《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）第 5.2.3 款：合成和操作放射性药物所用的通风橱（手套箱）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。

9.核医学相关工作场所的放射性物质污染的防护要求

《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）第 5.2 款给出了核医学科工作场所表面及装备结构要求，具体见表 1-3。

表 1-3 核医学相关工作场所的室内表面及装备结构要求

种类	分类		
	I	II	III
结构屏蔽	需要	需要	不需要
地面	与墙壁接缝无缝隙	与墙壁接缝无缝隙	易清洗
表面	易清洗	易清洗	易清洗
分装柜	需要	需要	不必须
通风	特殊的强制通风	良好通风	一般自然通风
管道	特殊的管道 ^a	普通管道	普通管道
盥洗与去污	洗手盆 ^b 和去污装备	洗手盆 ^b 和去污装备	洗手盆

^a 下水道宜短，大水流管道应有标记以便维修检测。
^b 洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制。

根据 GBZ120-2020 标准中附录 G 的相关参数估算出，核医学科高活室，按照最大使用量核算 F-18 药物时，放射性的加权活度大于 50MBq、小于 50000MBq，属于 II 类场所，需按照表 3 要求，采取屏蔽措施，采用易清洗材料敷设地面，设分装柜和通风设施，

设洗手盆和去污设备。

10.放射性药物操作的一般放射防护要求

根据《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ120-2020)的有关
规定,操作放射性药物应有专门场所;装有放射性药物的给药注射
器,应有适当屏蔽;操作放射性药物时,应根据实际情况,熟练操
作技能、缩短工作时间并正确使用个人防护用品;操作放射性碘化
物等挥发性或放射性气体应在通风柜内进行;在控制区内不应进
食、饮水、吸烟、化妆,也不应进行无关工作及存放无关物品;操
作放射性核素的工作人员,在离开放射性工作场所前应洗手和进行
表面污染检测大袋相应规定值;放射性物质的贮存容器或保险箱应
有适当屏蔽。放射性物质的放置应合理有序、易于取放,每次取放
的放射性物质应只限于需用的部分;放射性物质贮存室应定期进行
放射防护监测,无关人员不应入内;贮存的放射性物质应及时登记
建档,登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、
活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等。

11.射线装置机房屏蔽防护基本要求

(1) CT 机房屏蔽防护要求

本项目 SPECT/CT、PET/CT 设备机房屏蔽还执行《放射诊断
放射防护要求》(GBZ130-2020)给出的 CT 机房的屏蔽防护要求。

表 1-4 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
CT 机房(不含 头颅移动 CT)	2.5	

(2) CT 机房的面积要求

《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)第 6.1 条款指出:
机房应满足使用设备的空间要求;对新建、改建和扩建的 X 射线
机房,其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 1-5 的要求。

表 1-5 X 射线设备机房使用面积及单边长度

	设备类型	机房内最小有效 使用面积 (m ²)	机房内最小单边 长度 (m)
	CT 机 (不含头颅移动 CT)	30	4.5

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位情况

北京中医药大学东直门医院（以下简称“东直门医院”或“医院”）创办于 1958 年，是国家“211 工程”、“985 工程优势学科创新平台”和“双一流”建设高等中医药院校附属医院，是一所集医疗、教学、科研于一体的大型综合性三甲甲等中医医院。医院现有国家临床重点专科 6 个，区域中医诊疗中心 5 个，国家中医药管理局重点专科 16 个，北京市重点专科 13 个。教育部重点学科 1 个，国家中医药管理局重点学科 9 个，北京市重点学科 2 个。全国名老中医药专家传承工作室 17 个，北京中医药“薪火传承 3+3”工程“二室一站”18 个，教育部创新团队 1 个。

东直门医院现有两区一部多个执业地点。其中，东直门医院东城院区位于北京市东城区海运仓 5 号，东直门医院东区（即通州院区）位于北京市通州区翠屏西路 116 号，东直门医院国际部位于北京市东城区东四北大街 279 号。医院编制床位 1574 张，设置临床专业 40 个，年门急诊量近 300 万人次。

东直门医院通州院区原为北京市通州区中医医院。2011 年，北京市通州区人民政府与北京中医药大学东直门医院签订合作协议，原北京市通州区中医医院更名为“北京中医药大学东直门医院东区”（又称“北京中医药大学东直门医院通州院区”）。近年来，东直门医院积极推进已达到实质性融合阶段。

东直门医院已取得了北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[A0045]，许可的种类和范围是：使用 II 类、III 类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所。详见附件 1。

2.1.2 项目建设内容和规模

东直门医院在通州院区二期门诊医技综合楼地下一层西北角新建通州院区核医学科，配套使用联影公司生产的 1 台 uMI780 型 PET/CT、GE 公司生产的 1 台 NM/CT860 型 SPECT/CT 设备和 1 枚 Ge-68 核素的校准源，使用 F-18、Tc-99m 和 I-131 核素开展核医学显像诊断；核医学科同时开展 I-131 甲功检查、甲亢治疗和 Sr-89 骨转移瘤治疗。

目前通州院区核医学科已部分建设完成，其中 PET/CT 已安装到位（实际

安装型号为上海联影 uMI Vista Pro，该型号无需使用校准源，使用 F-18 进行校准)，已配置相应环保设施。PET/CT 和核素治疗部分已重新申请了许可证，PET/CT 型号更新后不再使用校准源。本次验收内容为核医学科 F-18 的 PET/CT 显像。

2.1.3 建设地点、总平面布置和周围环境敏感目标

2.1.3.1 项目建设地点及总平面布置

东直门医院通州院区位于北京市通州区翠屏西路 116 号，其地理位置见附图 1 所示。通州院区占地大致呈长方形，西为翠屏西路；南邻空地和强力家居广场（临时建筑，规划用地性质为绿地）；东侧有龙湖蔚澜香醍居民区和翠屏南里居民区；北为怡乐中街，路北侧有格瑞雅居居民区和通州区第一实验小学，通州院区平面布局图见附图 2 所示。

核医学科位于通州院区二期门诊医技综合楼地下一层西北角，核医学科其东侧为放射科，西、南侧为停车位，北侧为地下土层，楼上为空调机房、挂号室、门诊大厅，楼下为停车场，核医学科周边关系图见附图 3 所示，核医学科平面布局图见附图 4 所示。

2.1.3.2 周围环境敏感目标分布情况

按照《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）的规定，并结合该项目辐射为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定本项目评价范围为新建核医学科控制区边界外周围 50m 区域。本项目评价范围示意图见图 2-1 所示，本项目相关场所控制区周围 50m 范围内建筑物都在医院内部，无敏感目标，主要为门诊医技综合楼、原门诊楼、急诊楼等，院外主要为规划绿地和道路。

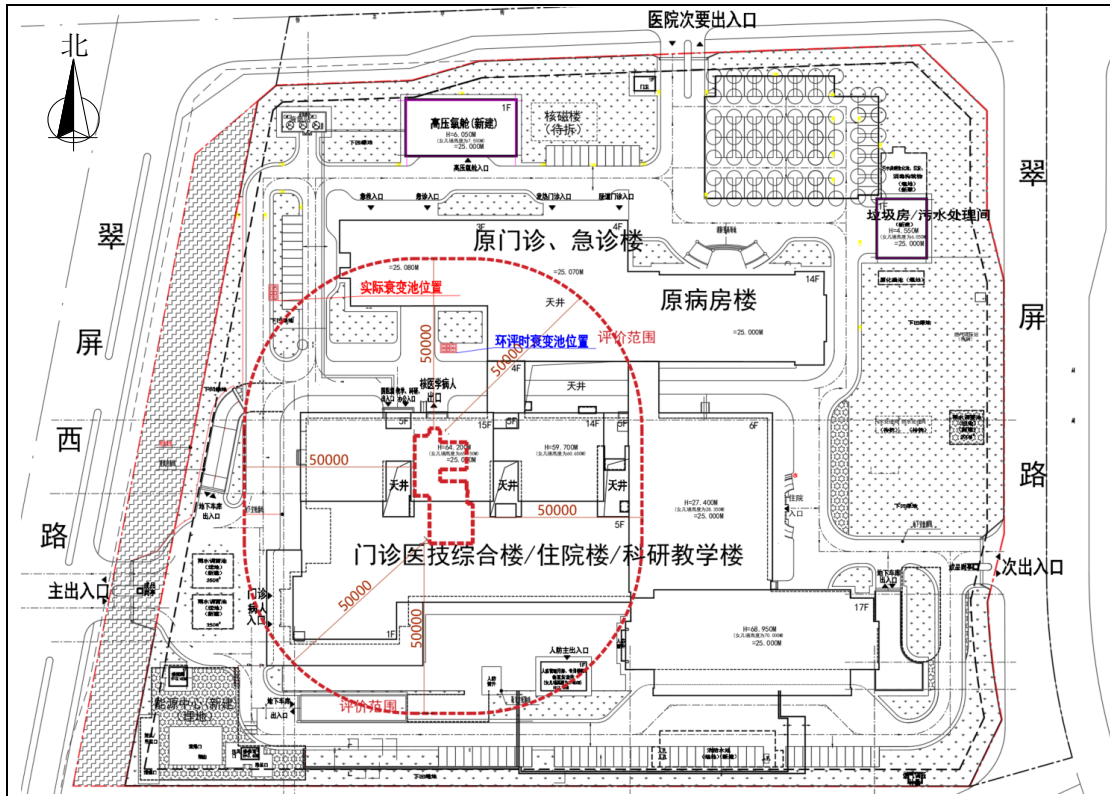


图 2-1 本项目评价范围示意图

2.1.4 环评及批复建设内容与实际建设内容比较

本项目环评批复的建设内容与实际建设内容对照见表 2-1 所示，实际建设内容与审批内容一致。

表 2-2 环评批复的建设内容与实际建设内容对照一览表

序号	审批决定建设内容	实际建设内容
1	<p>拟建项目位于通州区翠屏西路 116 号二期门诊医技综合楼地下一层西北角，内容为新建核医学科，使用 1 台 PET/CT、1 台 SPECT/CT 设备、1 枚 Ge-68 校准源；使用 F-18、Tc-99m 和 I-131 核素开展显像诊断，I-131 开展甲功检查、甲亢治疗，Sr-89 开展骨转移瘤治疗，属于乙级非密封放射性物质工作场所。</p>	<p>项目位于通州区翠屏西路 116 号二期门诊医技综合楼地下一层西北角，本次验收为 PET/CT 部分，内容为新建核医学科，使用 1 台 PET/CT；使用 F-18 核素开展显像诊断，属于乙级非密封放射性物质工作场所，本项目实际使用的 PET/CT 无需使用密封校准源。</p>

经现场核实，本项目核医学科布局上 PET/CT 注射后候诊室北侧区域更名为 PET/CT 注射后 VIP 候诊室（房间大小、位置、布局均未发生变化，仅名称变更），衰变池的位置变更，从原来位于二期门诊医技综合楼北侧绿化区变更到二期门诊医技综合楼西北侧绿地。其余场所的布局、位置、四邻关系和核素使用情况与环评方案一致。

2.2 源项情况

东直门医院通州院区核医学科环评批复新增使用 1 台 uMI 780 型 PET/CT 和 1 台 NM/CT 860 型 SPECT/CT，使用 1 枚活度为 $7.4E+07Bq$ 的 Ge-68 校准源和使用 F-18 开展 PET/CT 显像，使用 Tc-99m 和 I-131 开展 SPECT/CT 显像，使用 I-131 开展甲功测定、甲亢治疗和 Sr-89 开展骨转移瘤治疗。

目前通州院区核医学科 PET/CT 已安装完毕，已配备相应环保措施，并完成 PET/CT 部分和核素治疗部分许可证的重新申请，本次验收范围为 PET/CT 部分。实际使用 PET/CT 型号不需使用校准源，因此许可证阶段未申请校准源。除 PET/CT 实际安装设备型号与环评不一致，其余核素使用情况等与环评一致。

环评批复使用的射线装置、放射源和放射性药物明细见表 2-3~2-5。实际使用射线装置情况见表 2-6。

表 2-3 核医学科放射性核素环评批准使用量

序号	核素	物理状态	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	实际使用情况是否与环评一致
1	F-18	液态	$3.85E+09Bq$ ($2.96E+08Bq$ /人, 13 人次/日)	$3.85E+06$	$8.42E+11Bq$, 每年工作 250 日	PET/CT 显像	是
2	Tc-99m	液态	$1.39E+10Bq$ ($9.25E+08Bq$ /人, 15 人次/日)	$1.39E+07$	$2.78E+12Bq$, 每年工作 250 日	SPECT、SPECT/CT 显像	/
3	Tc-99m	气态	$1.48E+9Bq$ ($7.4E+08Bq$ /人, 2 人次/日)	$1.48E+08$	$1.48E+11Bq$, 每年工作 100 日	肺通气 SPECT/CT 显像	/
4	I-131	液态	$9.25E+08Bq$ ($1.85E+08Bq$ /人, 5 人次/日)	$9.25E+07$	$9.25E+10Bq$, 每年工作 100 日	SPECT/CT 显像	/
5	I-131	液态	$1.85E+09Bq$ ($3.70E+08Bq$ /人, 5 人次/日)	$1.85E+08$	$1.85E+11Bq$, 每年工作 100 日	甲亢治疗	是
6	I-131	固态	$1.67E+06Bq$ ($3.33E+05Bq$ /人, 5 人次/日)	$1.67E+04$	$1.67E+08Bq$, 每年工作 100 日	甲功测定	是

7	Sr-89	2.96E+08Bq (1.48E+08Bq/人, 2 人次/日)	2.96E+07	2.96E+10Bq, 每年工作 100 日	骨转移瘤治疗	是
---	-------	---	----------	------------------------------	--------	---

表 2-4 核医学科射线装置环评批准使用情况

名称	类别	数量	型号	技术指标	使用地点	备注	是否与环评一致
PET/CT	III	1	uMI 780	140kV/830mA	地下一层核医学科 PET/CT室	新增	除了型号外, 其它都一致
SPECT/CT	III	1	NM/CT 860	140kV/200mA	地下一层核医学科 SPECT/CT室	新增	/

表 2-5 核医学科放射源环评批复使用情况

核素名称	活度	数量 (枚)	类别	用途	贮存地点	是否与环评一致
Ge-68	7.4E+07	1	V	桶源, PET/CT 质控校准	地下一层核医学科 储源室	不使用

表 2-6 核医学科射线装置实际使用情况

名称	类别	数量	型号	技术指标	使用地点
PET/CT	III	1	uMI Vista Pro	140kV/830mA	地下一层核医学科 PET/CT室

2.3 工程设备和工艺分析

2.3.1 工作原理

核医学是采用核技术来诊断、治疗和研究疾病的一门新兴学科。它是核技术、电子技术、计算机技术、化学、物理和生物学等现代科学技术与医学相结合的产物。核医学可分为两类, 即临床核医学和基础核医学。本项目核医学科中涉及的内容为临床核医学中的放射性同位素诊疗。

PET 作为一种先进的核医学影像手段, 对于功能、代谢和受体分布等的显示具有优势, 被称为“生化显像”或“分子成像”, 利用核素示踪原理, 在分子水平上, 通过动态、定量的监测人体内部的生化变化来观察其功能状态, 显示人体器官组织正常或病变。所以 PET 又称之为“生化显像”或“分子显像”。

PET 正电子药物显像技术的应用实现了医学影像领域的功能显像和定量分析, 而且具有灵敏度高, 核素半衰期短, 成像速度快等特点, 为生物、基础研究、疾病的诊断、治疗预后的判断和保健提供了超前或提前的信息, 对推动

生命科学、现代医学和其他学科的发展具有重要的意义。

CT 是计算机断层 X 射线摄影术 (Computed Tomography) 的简称, 它使用了精确准直的 X 射线从各种不同的离散角度扫描所关注的断层平面, 利用探测器记录透射光束的衰减量, 并经过数学运算, 电子计算机处理相应数据, 从而产生一个以检查层的相对衰减系数为依据的躯体横断面的影像。PET/CT 是 PET 和 CT 技术的结合, CT 是一种临床广泛应用而又仍在迅速发展的 X 线成像技术, 在显示解剖结构、形态和密度等方面具有优势。将两种检查设备整合到一起, 即形成现在的 PET/CT 技术。二者的结合起到优势互补、相互配合、互为对照的作用。PET 通过与 CT 结合, 提高病灶定位的准确性。还有另一方面的价值, 即可以大大缩短 PET 的检查时间, 从而提高仪器和正电子药物的使用效率。

正电子药物 PET 显像剂按功能大致分为脑功能显像剂、心功能显像剂、肿瘤阳性显像剂等, 其中 ^{18}F -脱氧葡萄糖 (FDG) 是目前应用最为广泛的正电子药物。FDG 可测定肿瘤、心脏及脑中的葡萄糖代谢, 用于肿瘤、冠心病及神经/精神疾病的早期诊断、鉴别诊断及指导治疗, 新增使用 uMI Vista Pro 型 PET/CT 装置示意图如图 9-1 所示。



图 2-2 uMI Vista Pro 型 PET/CT 装置图

2.3.2 工作流程

放射性同位素显像医学检查的工作流程：含示踪核素的放射性药物经由静脉注射方式进入受检者体内，药物分布到特定器官并释放 γ 射线，利用 PET 探测成像仪器进行扫描和显像，检查工作流程如下：

检查工作流程：患者预约登记→计划订药（有资质的单位提供）→质检→分装→患者注射/吸入→用药后候诊区候诊→摆位→图像采集→图像处理→读片、发报告。

订货：提前一天根据预约的检查人数及诊断项目，向药品公司订购标记的放射性药物 F-18,试剂送来时是整装，使用时需要根据实际情况进行分装。本项目 F-18 每天最多检查不超过 13 人，每天只有一次送药就满足要求。

质检：药物运输至核医学科的高活室门口，质检人员核对放射性药物名称、规格和数量，检查包装和外观质量，在高活室门口的摄像头监控下，由核医学科负责药物注射工作人员与送药人员办理“点对点”交接手续，然后暂存于高活室内。

分装：本场所显像核素只有 F-18 需要分装，在手套箱内进行分装。

注射：在注射室内，打开铅屏蔽盒，取出一次性注射器，给患者注射标记放射性药物，然后将废注射器装入铅屏蔽盒内暂存。

检查：病人在给药后病人候诊区等候，如 F-18 候诊时间约 40min~90 min，待药物有一定程度的代谢后，进行 PET 扫描检查（一般不超过 20min）。

受检者在扫描检查后，在机房等候片刻，如显像符合要求即离开核医学科。

2.3.3 年工作负荷

医院根据核医学科目前诊疗使用的核素现状，给出了本项目核医学科使用规划，表 2-7 给出了使用的放射性核素种类、用途以及最大工作量等信息。

表 2-7 核医学科的使用规划

序号	核素种类	类别	最大工作量			用途（年总人次）
			人次/天	天数/年	用量 Bq/年	
1	F-18	A	13	250	8.42E+11	PET 诊断（3250）

根据使用规划，核医学科每天使用 PET/CT 开展影像诊断最多 13 人次。

2.3.4 人员配置情况

根据《放射诊疗管理规定》和 2019 年《北京市卫生健康委员会关于印发乙类大型医用设备配置准入标准的通知》的要求，核医学科项目的辐射工作人员配置计划见表 1-8 所示。

表 2-8 核医学工作人员要求及配置计划

序号	相关要求*	环评及批复要求	实际配置人员
1	单台 PET/CT 或 PET 设备至少具有医师 2 名、技师 2 名、物理师 1 名、护士 1 名。	通州院区建成后，东直门医院核医学科辐射工作人员拟增加到 22 名，其中通州院区核医学科可分配 12 名	目前东直门核医学科许可使用 1 台 PET/CT 和 1 台 SPECT/CT，通州院区核医学科许可使用 1 台 PET/CT 和 1 台 SPECT/CT。实际东直门院区已安装 1 台 SPECT/CT，通州院区已安装 1 台 PET/CT，目前核医学科共 15 名辐射工作人员，能够满足 2 台设备的工作需求。

2.3.5 主要放射性污染物

2.3.5.1 放射性核素分析

本项目使用的放射性核素主要物理参数列于表 2-9。

表 2-9 项目使用的放射性核素主要参数

核素	毒性	半衰期	衰变方式	主要射线/平均能量 (MeV)
F-18	低毒	109.8min	β^+ 、EC	β^+635 、 $\gamma511$

2.3.5.2 污染途径

(1) γ 射线。在进行 F-18 药物交接、质检、注射、观察病人和摆位等操作时，操作人员及注射区、候诊间和扫描机房周围停留的公众可能受到 F-18 核素释放出的 γ 射线和 β 射线的影响。

(2) 使用放射性物质过程中，会产生一定量的放射性废水和放射性固体废物。放射性废水主要来自于候诊间卫生间冲厕废水，高活室洗手废水、冲洗拖布废水。放射性固体废物主要来源于患者使用的注射器、棉棒、一次性呼吸过滤器、一次性个人防护用品和垫布等物品。

(3) 本项目使用的 F-18 等放射性药物全部向专业公司购买。在手套箱内一般只对 F-18 进行分装。F-18 放射性药物为液体溶液，不易挥发，且分装时

间较短；使用的 I-131 属于挥发性核素，但是为液态的碘^[131I]化钠溶液或者胶囊，挥发性相对较低，故使用过程中产生的放射性气体十分微量。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

本项目环境保护设施主要为环境影响报告表及环评批复中提出的确保射线装置安全使用的各项辐射安全防护设施，如屏蔽设施、警示标识、工作状态指示灯、安全联锁、通风设施、辐射监测仪器等。

3.1 工作场所布局和辐射分区

建设布局方案：

- (1) 核医学科东侧和北侧作为普通区域，用做给药前问诊区、候诊区、登记处、阅片室、办公室等。
 - (2) 受检者入口设在东南侧，受检者出口设在西北侧，由患者专用电梯到一层后离开。核医学科入口设置单向门禁系统，出口电梯一层门外开门功能关闭。
 - (3) 高活室、注射室、肺通气/甲功室、运动负荷/抢救室、源库等设在南侧，注射室朝西设 1 个注射窗口，通过分时段给 F-18 和 Tc-99m（暂未许可）不同患者给药。
 - (4) PET/CT 室及控制室设在核医学科的中部；注射后候诊室、患者卫生间设在核医学科的西侧。
 - (5) 在二期门诊医技综合楼西北侧绿化区地下新建一个放射性废水槽式衰变池，容积 66m^3 ($4\times 16.5\text{m}^3$)，用来收集核医学科控制区和应急淋浴产生的放射性废水。
 - (6) 配套建设两套放射性通风处理设施，手套箱、肺通气集气罩和控制区内场所分别设置专用排风管道，排风管道由核医学科西侧通风井至楼顶，风口高于楼顶，并安装活性炭过滤装置，手套箱和肺通气集气罩排风管道设有双过滤装置（手套箱、集气罩高效过滤和排风管道排放前设置活性炭过滤装置，风速 $\geq 0.5\text{m/s}$ ），排放口高度约 64m。控制区内 PET/CT 室，SPECT/CT 室，PET/CT 注射后候诊室，SPECT/CT 注射后候诊室，注射后卫生间，患者通道，高活室，注射室，废物间，肺通气/甲功室、运动负荷/抢救室、储源室等场所放射性废气统一后，经排风管道由楼顶排出，风机位于楼顶，风量为 $3500\text{m}^3/\text{h}$ 。
- 核医学科场所建成后，控制区包括 PET/CT 室，SPECT/CT 室，运动负荷

/抢救室，肺通气/甲功室，储源室，高活室，注射室，废物间，注射后候诊室及卫生间，注射后患者通道等。监督区包括 PET/CT 和 SPECT/CT 控制室、缓冲间和问诊间。核医学科平面布局和功能分区见图 3-1 所示。本次验收相关场所见图 3-2。



图 3-1 核医学科布局和分区图



图 3-2 本次验收相关场所

3.2 屏蔽设施建设情况

新建核医学场所根据辐射防护要求，针对核医学场现有场所屏蔽措施进行了改造，采用了实体屏蔽措施，设计了含铅防护门、铅玻璃，专用手套箱，放射性废水衰变池和放射性固体废物间。屏蔽设计、施工方案与环评方案一致。最终屏蔽厚度情况见表 3-1，各屏蔽措施及厚度与环评一致。

表 3-1 通州院区核医学科最终屏蔽材料及厚度一览表

序号	场所名称	屏蔽墙体方向	环评批复要求	实际建设情况	是否与环评一致
1	PET/CT室	东墙	40cm 混凝土	40cm 混凝土	是

	(有效尺寸: 7.2m×7.3m)	南墙	40cm 混凝土	40cm 混凝土	是
		西墙	40cm 混凝土	40cm 混凝土	是
		北墙	40cm 混凝土	40cm 混凝土	是
		顶棚	20cm 混凝土+1mm 铅板	20cm 混凝土+1mm 铅板	是
		地板	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	是
		控制室门	8mmpb	8mmpb	是
		机房防护门	8mmpb	8mmpb	是
		观察窗	8mmpb 当量铅玻璃	8mmpb 当量铅玻璃	是
2	储源室	东墙	30cm 混凝土	30cm 混凝土	是
		南墙	30cm 混凝土、24cm 重晶石砖	30cm 混凝土、24cm 重晶石砖	是
		西墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		北墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		顶棚	20cm 混凝土	20cm 混凝土	是
		地板	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	是
		北侧防护门	专用双层防盗门	专用双层防盗门	是
3	运动负荷/抢救室	东墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		南墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		西墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		北墙	30cm 混凝土、24cm 重晶石砖	30cm 混凝土、24cm 重晶石砖	是
		顶棚	20cm 混凝土	20cm 混凝土	是
		地板	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	是
		北侧防护门	8mmpb	8mmpb	是
		南侧防护门	3mmpb	3mmpb	是
4	高活室	东墙	24cm 重晶石砖、30cm 混凝土	24cm 重晶石砖、30cm 混凝土	是

		南墙	24cm 重晶石砖、30cm 混凝土	24cm 重晶石砖、30cm 混凝土	是
		西墙	24cm 重晶石砖、30cm 混凝土	24cm 重晶石砖、30cm 混凝土	是
		北墙	40cm 混凝土	40cm 混凝土	是
		顶棚	20cm 混凝土	20cm 混凝土	是
		地板	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	是
		注射窗	40mmpb 当量铅玻璃	40mmpb 当量铅玻璃	是
		手套箱	50mmpb 当量	50mmpb 当量	是
		东侧防护门 1	8mmpb	8mmpb	是
		南侧防护门 2	8mmpb	8mmpb	是
		南侧防护门 3	8mmpb	8mmpb	是
		西侧防护门 4	8mmpb	8mmpb	是
5	注射室	东墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		南墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		北墙	40cm 混凝土	40cm 混凝土	是
		顶棚	20cm 混凝土	20cm 混凝土	是
		地板	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	是
		注射窗	40mmpb 当量铅玻璃	40mmpb 当量铅玻璃	是
		南侧防护门	8mmpb	8mmpb	是
6	废物间	东墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		南墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		西墙	30cm 混凝土	30cm 混凝土	是
		北墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		顶棚	20cm 混凝土	20cm 混凝土	是
		地板	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	是

			钡水泥	硫酸钡水泥	
		北侧防护门	8mmpb	8mmpb	是
7	PET/CT 注射后候诊室	东墙	30cm 混凝土	30cm 混凝土	是
		南墙	30cm 混凝土	30cm 混凝土	是
		西墙	30cm 混凝土	30cm 混凝土	是
		北墙	30cm 混凝土	30cm 混凝土	是
		顶棚	20cm 混凝土	20cm 混凝土	是
		地板	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	15cm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	是
		东侧防护门 1 和 2	8mmpb	8mmpb	是
8	患者走廊	南走廊东墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		南走廊南墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		南走廊西墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		南走廊北墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		西走廊东墙	40cm 混凝土、30cm 混凝土、24cm 重晶石砖	40cm 混凝土、30cm 混凝土、24cm 重晶石砖	是
		西走廊南墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		西走廊西墙	24cm 重晶石砖、30cm 混凝土	24cm 重晶石砖、30cm 混凝土	是
		西走廊北墙	24cm 重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		患者入口门	8mmpb	8mmpb	是
		患者出口门	8mmpb	8mmpb	是
		西走廊东侧门	8mmpb	12mmpPb	优于环评要求
		西走廊西侧门 1	8mmpb	8mmpb	是
		西走廊西	8mmpb	8mmpb	是

		侧门 2			
9	病卫 1	门	3mmpb	3mmpb	是
10	室外衰变池	四周	30cm混凝土	30cm 混凝土	是
		上层	30cm混凝土、25cm混凝土检修盖	30cm 混凝土、25cm混凝土检修盖	是
11	污泵间	四周墙	24cm重晶石砖	24cm 重晶石砖	是
		顶棚	20cm混凝土	20cm 混凝土	是
		地板	15cm混凝土+30mm硫酸钡水泥	15cm 混凝土+30mm硫酸钡水泥	是
		门	3mmpb	3mmpb	是

3.3 辐射安全与防护措施的设置

(1) 实行控制区和监督区分区管理。在控制区患者出入口安装单向门禁系统、工作人员出入口安装门禁系统，防止无关人员进入控制区。控制区出入口外、检查室门外上张贴电离辐射警告标识，警示无关人员不要在出、入口长久停留。机房防护门上方设置工作状态指示灯，安装门灯联锁装置，控制室防护门关闭，警示灯自动亮起。

(2) 放射性表面污染控制措施：检查室地面铺装硬质无缝橡胶卷材，注射区、高活室、储源室、废物间、候诊室及卫生间和控制区走廊地面铺装地板砖，墙面装石英纤维板，便于去污。手套箱工作台面选用表面光洁、耐腐蚀、防渗漏、易去污的材料。工作人员进入辐射工作区，穿工作服，涉及放射性药物的操作佩戴乳胶手套。核医学科配备表面污染仪（存放于核医学科办公室），工作人员相关操作后应使用仪器及时监测个人防护用品外表面、操作用品和操作场所的表面污染。

(3) 外照射防护：1 个具有防护功能的铅玻璃窗的注射窗，可有效减少注射过程中工作人员受照剂量，配备 10 个铅废物桶（4 个 5mmpb，2 个 20mmPb）、6 个钨合金注射防护套和 2 套铅防护用品 0.5mmPb 铅防护用品（每套包括铅衣、铅帽子、铅围脖等）。核医学科控制区边界、核素操作、受检人员候诊和扫描场所外围墙体采用实体屏蔽措施，顶棚和底板为混凝土浇筑，患者进、出通道门安装铅制防护门。检查机房安装铅制防护门（具有红外防夹功能），观察窗安装铅玻璃。保证核医学科控制区边界外的辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h。

(4) 内照射的防护：高活室配备 1 个具有防护功能 50mmPb 当量的手套箱，铅手套箱内部带有高效过滤器，铅手套箱设备正面配有铅玻璃、观察窗及操作工作孔。在手套箱内分装放射性药物。手套箱操作口截面风速满足要求（风速大于 0.5m/s）。一旦发生放射性污染，应收集污染物，先采用吸水纸擦除方法处理，监测表面污染状况，采取措施确保表面污染水平低于控制限值，并将擦拭物作为放射性固废处置。手套箱和集气罩设置专用排风管道，经排风管道延伸至楼顶，风口高于楼顶三米并安装活性炭过滤装置；另外一套为控制区内 PET/CT 室，SPECT/CT 室，PET/CT 注射后候诊室，SPECT/CT 注射后候诊室，注射后卫生间，患者通道，高活室，注射室，废物间，肺通气/甲功室、运动负荷/抢救室、储源室等场所放射性废气统一收集后，经排风管道延伸至楼顶，风口高于楼顶三米并安装活性炭过滤装置（过滤效率大于 90%），风机位于楼顶，风量为 3500m³/h。

(5) 妥善收集固体放射性废物：配 10 个铅废物桶（7 个 10mmpb，3 个 20mmPb），注射窗旁内 2 个铅废物桶（1 个 10mmPb，1 个 20mmPb，按 A、B 类分别设置），废弃的放射性药物、注射器、包装物、棉棒、一次性用品等物品（其中含 I-131 核素的口服瓶和吸管由厂家回收）放入该铅制废物桶，每周星期一早上转移至废物间。废物间内 4 个（2 个 10mmPb，2 个 20mmPb）铅废物桶（容积 20L），2 个用来轮流贮存 A 类废物，2 个用量轮流贮存 B 类废物。肺通气/甲功室和运动负荷/抢救室各配备 1 个 10mmpb 铅废物桶（容积 20L）。每个注射后候诊室配备普通的废物桶（大部分患者是预埋针管，无需按压棉棒）。放射性固废依照 HJ1188 和《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》固体废物相关要求了解控处置，并详细记录放射性固体废物暂存、处置管理台账，清晰记录放射性废物的暂存、检测、解控、排放等信息。

(6) 放射性废水收集处置：核医学科场所高活室内洗手池废水、清洁废水（病卫 1 设置拖把池，用于放置核医学科的清洁用品）、给药后患者专用卫生间的冲厕废水以及质控后产生的少量废水、缓冲间应急淋浴废水，通过专用管道一并进入放射性废水衰变池。核医学场所北侧新建槽式衰变池，其总容积为 66m³（16.5m³×4），能够满足 HJ1188 和《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》关于 I-131 废水至少暂存 180 天的解控要求（衰变池达到高

液位并自动切换后计时，并设有报警功能）。经有资质单位检测并满足解控要求后，排入医院医疗污水站进一步处理后，最终进入市政污水收集管网，并详细记录“放射性废水暂存、处置管理台账”。

(7) 在核医学科患者通道入口处、给药后候诊区等处均设置视频监控系统，便于观察和管理给药患者的活动。在控制室和机房、待检患者候诊区等处安装对讲装置。应急淋浴水采用刷卡控制器进行控制，磁卡由核医学科主任保管，刷卡才能出水。

(8) 按需要量制备或订购同位素，到货同位素，核医学科专门人员负责点对点接收同位素，清点数量，登记放射性药品台账。在核医学科内登记交接后贮存在高活室内，注射后的注射器立即放回屏蔽包装内，防止被盗和污染，由放射性药品供货公司取回。

(9) 核医学科新配 1 台辐射剂量巡测仪和 1 台表面污染监测仪，用于表面污染和剂量率水平的检测，当工作人员在高活室被污染时（如果知道被污染后马上检测），一般离开前须在缓冲间对污染区进行监测，确保污染物不被带出。

(10) 本项目配备全部辐射工作人员通过辐射安全与防护培训考核后，做到持证上岗。

(11) 候诊室受检者座椅之间设铅屏风或者铅隔断，其中 PET 注射后候诊室设 3 个 6mm 铅当量的铅屏风（长×高尺寸不低于 1.2m×1.5m），减少受检者候诊期间的相互照射。

(12) 部分患者因身体不便等原因需要家属陪护检查的，将告知其近距离接触可能受到少量辐射照射的剂量。在 PET 患者候诊室内设铅屏风，以减少陪护家属的受照剂量。

(13) “核医学”患者导流标志从电梯引至科室后，变为地面引导，患者出口有地面引导标识，且在墙上有出口箭头提示。送药通道为通过病人出口电梯进入核医学科，通过患者走廊进入高活室。本项目 F-18 每天最多 13 人的检查量无需二次送药，送药时间一般安排在上午 7:00，科室无病患的时间，可以减少与送药人员的交汇。

本项目安全防护措施图见图 3-3。



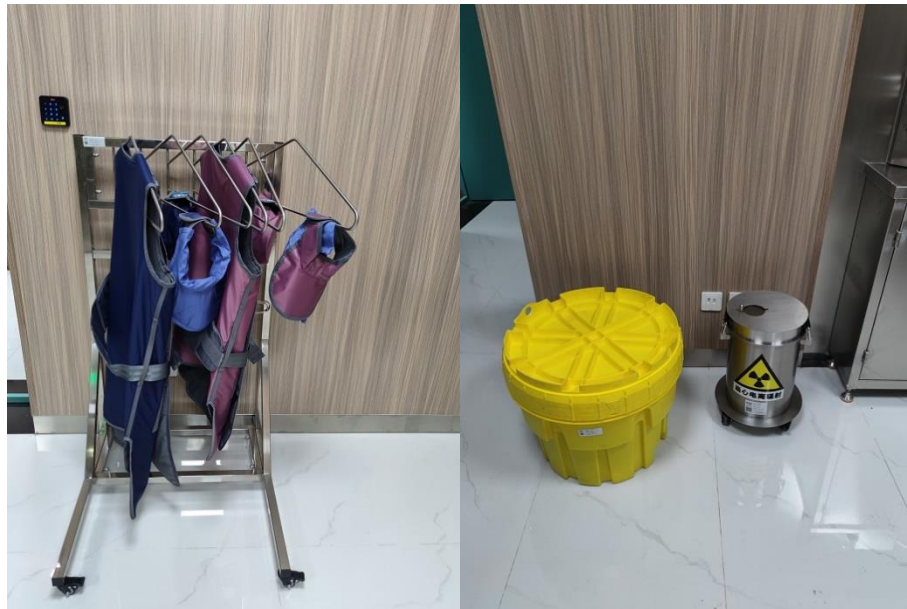
核医学科患者通道入口处设置患者引导标识、控制区标识、电离辐射标识、门禁；患者通道全程设置引导标识；患者通道出口设置引导标识、门禁



注射窗口及地面标识



运动负荷抢救室放置一个铅废物桶（10mmpb）



高活室设有电离辐射标识，配备了一个 50mmPb 当量的手套箱并带有活性炭过滤器，配备 2 套铅衣铅围脖、2 个铅废物桶（10mmPb、20mmPb）、1 个应急去污箱



废物间配备有 4 个放射性废物桶（2 个 10 mmPb，2 个 20mmPb）



PET/CT 检查室设置门灯连锁、警告标识，电动推拉门带有防夹功能



控制室设有地面标识、监控视频系统、门禁



PET/CT 候诊室，放置 2 个铅垃圾桶（20 mmPb），3 个铅屏风（10 mmPb）



应急处置室内设有应急淋浴，清洁间有控制区专用清洁物品



员工通道入口处设置标识、区域环境辐射检测仪、门禁





10 台个人剂量报警仪、1 台表污仪、1 台辐射剂量仪、1 台注射车（20 mmPb）、1 个
 翻转式铅罐（42 mmPb）、3 个运输防护铅盒（20 mmPb）、1 个多功能三节罐（28
 mmPb）、3 个转运铅罐（42 mmPb）、6 个注射器防护套（带视窗 5mmPb、不带视窗
 11 mmPb）、3 个送药防护器（6mmPb）



衰变池上方及污泵间



核医学科 2 套排风系统位于屋面的排风口

图 3-2 本项目已配备的辐射安全防护措施

3.4 环评及批复要求落实情况

3.4.1 本项目环评报告表中辐射安全防护措施落实情况

东直门医院对通州院区核医学科 PET/CT 场所的各项辐射安全防护设施进行如实查验，安全联锁、信号指示、实时监控、辐射监测仪等各项设施性能良好、运行正常，现场显示机房外指示灯功能正常，其它设施功能完好。辐射安全防护设施与运行核查结果（见表 3-2 所示）表明场所安全防护设施齐全，能够确保工作人员、公众和环境的安全。

表 3-2 辐射安全防护设施与运行核查结果表

序号	应具备条件	落实情况	符合情况
1	使用放射性同位素、射线装置的单位，应当配有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	成立了由王显院长为组长的辐射安全委员会，全面负责医院的辐射防护监督和管理工作的，下设专职人员具体处理各项事务，各相关部门内部职责明确。	符合
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	医院核医学科目前15名辐射工作人员均已通过辐射安全与防护培训。	符合
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源贮存库或设备。	废物间安装视频监控和红外报警系统，落实放射性同位素安全保卫措施。	符合
4	放射性同位素与射线装置，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	在核医学科场所控制区患者出入口处，PET/CT室门口、高活室门口、患者候诊区门口等位置都设置放射性警告标识和中文警示说明。PET/CT机房安装有门-灯联锁安全装置及工作警示灯。受检者检查区入口和出口均设有门禁系统。	符合
5	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	新建核医学科新配1台辐射剂量巡测仪和1台表面污染监测仪，所有工作人员配备TLD个人剂量计，在高活室配备活度计。	符合
6	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已完善规章制度、操作规程、岗位职责及辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训考核计划、监测方案等。	符合
7	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	高活室配备1个手套箱，手套箱和集气罩（SPECT/CT相关区域，场所暂未许可，暂未安装）使用专用排风管道，经排风管道延伸至楼顶，控制区其它场所放射性废气统一收集后，经排风管道也由单独管道延伸至楼顶，排风口过滤后排出。核医学科场所高活室内产生的废水，清洗废水以及给药后患者专用卫生间产生的废水，通过专用管道一并进入放射性废水衰变池，衰变至少270天后，经监测合格满足解控要求后排入院内污水管网。妥善收集固体放射性废物。废弃的放射性药物、注射器、包装物、	符合

		棉棒、一次性用品等物品放入专用铅制储存箱，分类储存，放射性固体废物暂存时间超过 10 倍最长半衰期且不少于 30 天（含 I-131 核素的口服瓶和吸管由厂家回收），依照 HJ1188 和《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》作为医疗废物处理。	
8	有完善的辐射事故应急措施。	在现有事故应急措施上，根据新建项目的需要，已完善辐射事故应急处理预案。	符合

3.4.2 本项目环评批复要求落实情况

本项目环评批复要求落实情况见表 3-3、环境保护设施调试效果见表 3-4。

表 3-3 环评批复要求落实情况

序号	环评、批复要求	实际落实情况
1	须落实环境影响报告中混凝土、重晶石、硫酸钡水泥、铅等屏蔽防护措施，并强化 PET 注射后候诊室东侧 2 个防护门屏蔽，确保场所控制区各边界外、控制区内各房间墙体（含手套箱）外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h。	已按环评的要求设置屏蔽措施，防护措施环评批复和实际建设一致。
2	须对核医学科实行分区管理，设置明显控制区、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，地面设置患者引导标志。采取防护手套箱、集气罩、铅注射窗、隔室操作、门灯连锁、门禁系统、监控对讲、防盗装置、患者专用出口专用电梯控制、候诊室（PET 不超过 3 人）设铅屏风或铅隔断等各种有效的安全防护措施，配备铅衣、铅帽等防护用品，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。	已按环评要求对核医学科进行了分区管理，张贴了控制区、监督区明显标识、及放射性标志、中文警示说明。在 PET/CT 机房设置了工作状态指示灯，在核医学科地面设置了引导标志。已按环评批复要求设置了各项防护用品。
3	须加强辐射安全管理，完善岗位职责、操作规程、监测方案等辐射安全管理规章制度，包括避免与人员交叉的送药可操作性流程、核医学诊断和治疗异常事件防范措施及应对规程、应急淋浴控制、放射性同位素质控检测规程等。核医学科全体人员（本项目新增 12 人）均须通过辐射安全与防护考核，并进行个人剂量监测。配备 1 台辐射剂量巡测仪、1 台表面污染	已完善辐射安全管理制度。目前东直门核医学科许可使用 1 台 PET/CT 和 1 台 SPECT/CT，通州院区核医学科许可使用 1 台 PET/CT 和 1 台 SPECT/CT。实际东直门院区已安装 1 台 SPECT/CT，通州院区已安装 1 台 PET/CT，目前核医学科共 15 名辐射工作人员，能够满足 2 台设备的工作需求。

	监测仪等监测仪器，定期开展场所和周围环境辐射水平检测，规范编写、按时上报年度评估报告。	已配备1台辐射剂量仪和1台表面污染监测仪。
4	放射性同位素操作须在铅防护手套箱（配备高效过滤器）内进行，肺通气在集气罩旁进行。核医学科场所放射性废气经2套独立排风系统（手套箱和集气罩1套，控制区其他场所1套）、两级活性炭过滤器（每个不少于5kg）、高于楼顶（约64米）朝南排放。过滤装置每年至少更换一次滤材，更换后的滤材按放射性固体废物妥善处置。	已按环评要求设置2套独立排风系统（手套箱和集气罩1套（集气罩暂未安装），控制区其他场所1套），排气口高于楼顶（64m），朝南排放，并都安装活性炭过滤装置（每个尺寸为300×400mm的活性炭过滤器），每套重量约5kg。
5	须配备至少8个具有防护功能的废物桶，分类收集放射性固体废物。设置放射性废物暂存库，确保含I-131、Sr-89、其它核素废物暂存分别超过180天、500天、30天，并经监测合格后方可解控作为医疗废物处置。须设置4个槽式衰变池（总容积不小于66m ³ ），收集高活室、受检人员卫生间和清洗废水、应急淋浴产生的废水，设置液位指示和报警装置。确保放射性废水暂存超过270天后，方可解控排放。须建立放射性废物、废水管理台账，清晰记录废物、废水的暂存、检测、解控、处置等信息。	已按要求配置相应的废物桶。已按环评要求设置4个槽式衰变池，并设置了液位指示和报警装置。

表 3-4 环境保护设施调试效果

序号	环评及其批复情况	调试效果
1	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定和环评报告表的预测，该项目公众和职业剂量约束值分别执行0.1mSv/a和2mSv/a。辐射工作场所控制区边界外的辐射剂量率不大于2.5μSv/h。控制区、监督区（工作台、设备、墙壁和地面）β放射性物质不大于40Bq/cm ² 、4Bq/cm ² 。	场所采取实体屏蔽措施，辐射工作场所控制区边界外的辐射剂量率不大于2.5μSv/h；公众和职业人员年剂量分别低于0.1mSv/a和2mSv/a。控制区、监督区（工作台、设备、墙壁和地面）β放射性物质不大于40Bq/cm ² 、4Bq/cm ² 。
2	须对放射性工作场所实行分区管理，设置明显的电离辐射标志和中文警示标识，并采取各种有效的防护和安全措施做到防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。	辐射工作场所实行分区管理，已设置明显的放射性标志、工作状态警示灯和中文警示说明；各项辐射安全联锁、监测仪器功能正常。
3	衰变池排水口废水排放前须监测，确保排放口排水总β排放限值不大于10Bq/L，每次排放的活度不超过1ALI _{min} ，每月排放的总活度不超过10ALI _{min} 。	从衰变池监控室系统看废水很少，无法排放，排放前按医院制度规定管理。

由表 3-2~3-4 可知，在环评报告中提出的本项目环境保护措施和环评批文件中的要求，基本得到落实。

3.5 三废的治理

3.5.1 放射性废气

本项目配套建设两套放射性通风处理设施，其中手套箱和集气罩设置 1 套排风管道，经排风管道延伸至楼顶，风口高于楼顶三米并安装活性炭过滤装置，设有双过滤装置（其中手套箱、集气罩内部和排放口分别设置，风速 $\geq 0.5\text{m/s}$ ）；另外一套为控制区内 PET/CT 室，SPECT/CT 室，PET/CT 注射后候诊室，SPECT/CT 注射后候诊室，注射后卫生间，患者通道，高活室，注射室，废物间，肺通气/甲功室、运动负荷/抢救室、储源室等场所放射性废气体统一收集后，经排风管道延伸至楼顶，风口高于楼顶三米并安装活性炭过滤装置，风机位于楼顶，风量为 $3500\text{m}^3/\text{h}$ ，排放口朝向南侧，高度约 64m，活性炭过滤装置更换周期一年。核医学科排风路由见图 3-3。

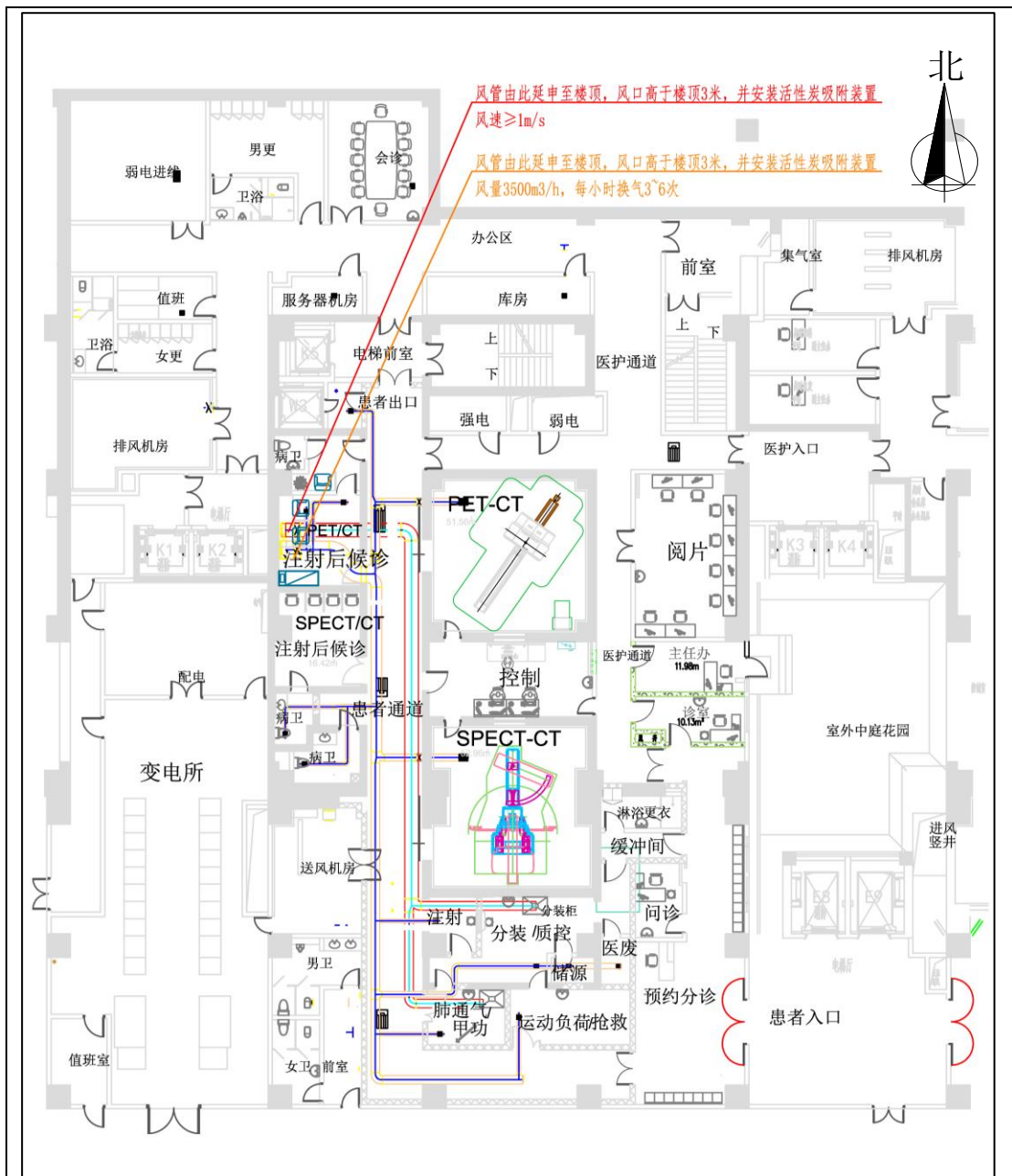


图 3-3 通州院区核医学科排风路由示意图

3.5.2 放射性废液

核医学产生的放射性废水为给药受检人员专用卫生间产生的冲厕废水、控制区清洁废水、高活室产生的洗涤废水、缓冲区应急废水以及质控后产生的少量废水。这些放射性废水经独立的排水管道排至地下二层一体化提升装置，后提升至室外衰变池（槽式，总容积为 66m^3 ， $16.5\text{m}^3/\text{池} \times 4$ 池，衰变池废水排放系统示意图见图 3-4），衰变池排出的废水，进入医院污水管网，最后排至市政污水处理厂。核医学科放射性废水路由见图 3-5。

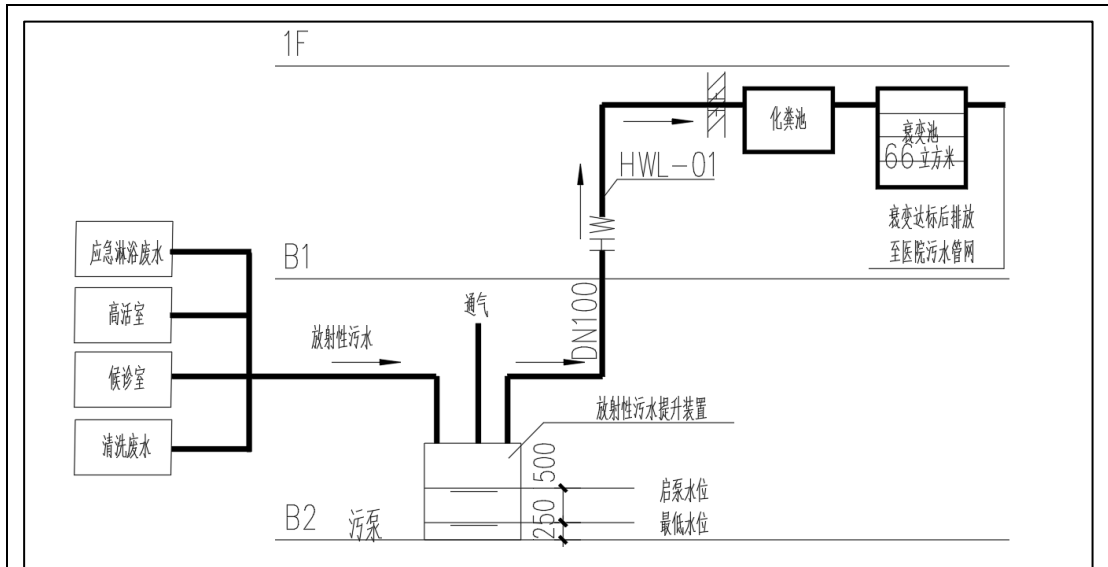


图 3-4 新建核医学科衰变池废水排放系统示意图

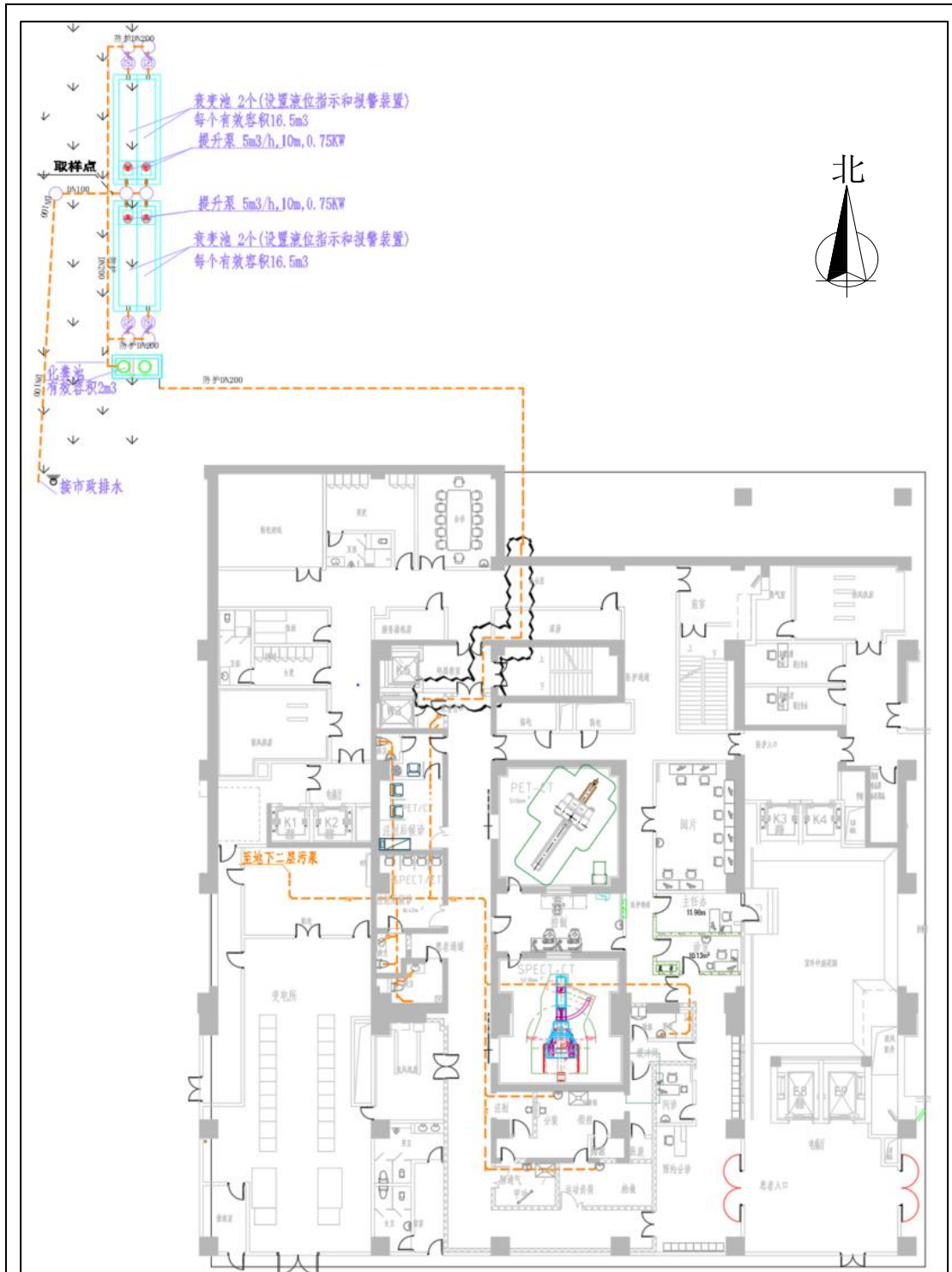


图 3-5 通州院区核医学科放射性废水路由示意图

3.5.3 放射性固体废物

核医学科场所按需申请放射性药物，如有剩余的放射性药物，连同包装容器暂存于高活室自行衰变。

目前通州院区核医学科已配备 10 个废物桶，注射室内配置 2 个（1 个 10mmPb，1 个 20mmPb）铅质废物桶，废物间内 4 个（2 个 10mmPb，2 个 20mmPb），肺通气/甲功室和运动负荷/抢救室各配备 1 个 10mmPb 铅废物桶，PET/CT 注射后候诊室和 PET/CT VIP 注射后候诊室各设置 1 个 10mmPb 废物桶。

核医学科场所每年更换手套箱、集气罩和楼顶活性炭过滤器，密封包装暂存于污物间，按照放射性固体废物进行暂存。

依据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）和《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）规定，本项目使用核素为 A 类和 B 类废物分开储存，A 类固体废物暂存时间超过 30 天、B 类固体废物暂存时间超过 10 倍最长半衰期且不少于 30 天（含 I-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，其中 I-131 核素的口服瓶和吸管由厂家回收）后，使用经检定或校准合格的检测仪器对废物表面污染和辐射剂量率水平进行监测，辐射剂量率监测为所处环境本底水平且 α 、 β 表面污染水平分别小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 和 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，可对废物解控作为医疗废物处置，并详细记录“放射性固体废物暂存、处置管理台账”，内容包括放射性固体废物分类、废物所含核素名称、重量（kg）、废物暂存起始日期、废物暂存截止日期、表面污染自测结果、辐射剂量率自测结果、是/否符合解控要求、废物处置日期、废物处置操作人员、部门负责人审核、废物去向，每一袋放射性固体废物填写一行记录。

3.6 辐射安全管理情况

3.6.1 辐射管理机构

医院已经设置了辐射安全与环境保护管理领导小组作为专门管理机构，并指定了专人负责辐射安全与环境保护管理工作。医院已将通州院区核医学科纳入辐射安全管理范围，核医学科主任担任辐射安全与环境保护管理领导小组成员，负责核医学科的日常管理。医院已更新并修订《辐射安全与防护管理制度》，该制度明确辐射安全管理小组相应的职责。

3.6.2 辐射工作人员

根据《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和防护管理办法》等法律法规，结合医院实际情况，制定了辐射工作

人员培训制度。医院按照生态环境部 2019 年第 57 号公告、2021 年第 9 号公告要求，定期（五年一次）组织辐射工作人员进行辐射安全防护考核，经考核合格后方可上岗。

东直门医院核医学科 15 名辐射工作人员分批次通过了辐射防护与安全知识的考核，医院辐射防护负责人员已通过辐射安全和防护考核，考核证均在有效期内。

3.6.3 辐射安全管理规章制度

医院辐射安全管理严格遵循国家的各项相关规定，针对直线加速器项目，已制定核医学科操作规程，完善辐射监测方案、辐射事故（件）应急预案等辐射安全管理制度，确保核医学科能够顺利实施。

3.6.4 辐射工作人员个人剂量及职业健康体检情况

医院的个人剂量监测工作委托北京市疾病预防控制中心承担，按每季度 1 次的频度进行个人剂量监测，个人剂量档案齐全。全部的辐射工作人员均配置了个人剂量计，每季度由医院专人负责收集更换，并将每季度的个人剂量检测结果和每年度的个人剂量检测报告存档备案。

医院辐射工作人员每两年进行一次职业健康体检，建立并保存了个人职业健康档案。

3.6.5 工作场所和辐射环境监测仪器

医院已为本项目新增 1 台便携式固定式 γ 探测器、1 台辐射剂量仪和 1 台表面污染检测仪用于通州院区核医学科开展自行监测，满足医院辐射防护和环境保护的要求。

3.6.6 场所监测方案与内容

东直门医院已更新辐射全管理制度，包含了针对本项目的辐射场所监测方案。本项目实施后，各场所辐射工作人员使用辐射监测仪，对辐射工作场所进行监测。监测数据记录存档。具体监测点位设置见表 3-5~表 3-6。监测点位图见图 3-6~3-8。

表 3-5 核医学科场所 X/ γ 辐射剂量率监测点位设置

编号	场所名称	监测点位置	检测频次
1	患者出入口处	东南侧控制区入口	1 次/年

2		西北侧控制区出口	1次/年
3	肺通气/甲功室	南侧停车场	1次/年
4	注射室	西侧卫生间	1次/年
5	SPECT/CT 注射后候诊室	西侧配电间	1次/年
6	SPECT/CT 机房	东侧通道	1次/年
7		北侧控制室	1次/月
8		北侧观察窗外操作位	1次/月
9		北侧防护门外（控制室）	1次/月
10		西侧患者走廊	1次/年
11		西侧防护门外	1次/年
12		楼上挂号收费处	1次/年
13		楼下停车场	1次/年
14		PET/CT 注射后候诊室	西侧电梯厅
15	西侧医护通道		1次/年
16	北侧患者电梯厅		1次/年
17	东侧防护门外（北）		1次/年
18	东侧防护门外（南）		1次/年
19	东侧患者通道		1次/年
20	楼上空调机房		1次/年
21	楼下停车场		1次/年
22	PET/CT 室	东侧医护通道	1次/年
23		南侧控制室	1次/月
24		南侧观察窗外操作位	1次/月
25		南侧防护门外（控制室）	1次/月
26		西侧患者通道	1次/年
27		西侧防护门外	1次/年
28		楼上空调机房	1次/年
29		楼下停车场	1次/年
30	污泵房	东侧配电间	1次/年

31		南侧通道	1次/年
32		西侧通道	1次/年
33	衰变池	衰变池上方	1次/年

表 3-6 表面污染水平监测点位设置

编号	场所名称	监测点位置	β 表面污染 (Bq/cm ²)
1	高活室	手套箱台面	
2		高活室地面	
3	注射室	注射窗	
4		地面	
5	运动负荷/抢救室	检查室地面	
6		踏车	
7		候诊椅	
8	肺通气/甲功室	集气罩表面	
9		检查室地面	
10	SPECT 机房	SPECT 病人床	
11		SPECT 室地面	
12	SPECT 注射后候诊室	候诊室地面	
13		候诊椅	
14		北卫生间	
15		南卫生间	
16	PET/CT 注射后候诊室	候诊室地面	
17		候诊椅	
18		病床	
19		卫生间	
20	PET/CT 室	PET/CT 病人床	
21		PET/CT 室地面	

备注：对于现场表面污染水平超标时，再增加补充剂量率检测。

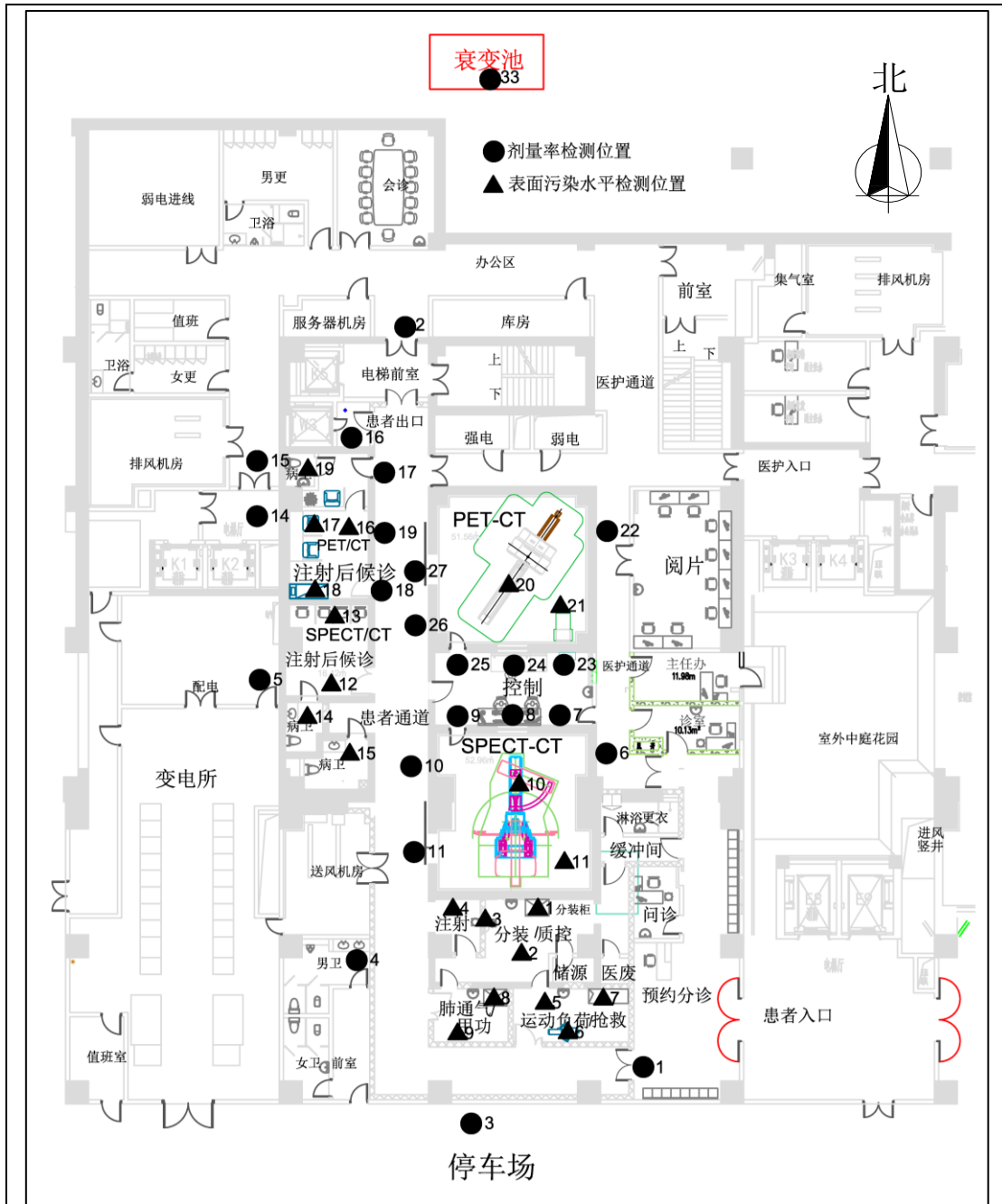


图 3-6 核医学科场所自行检测点位图

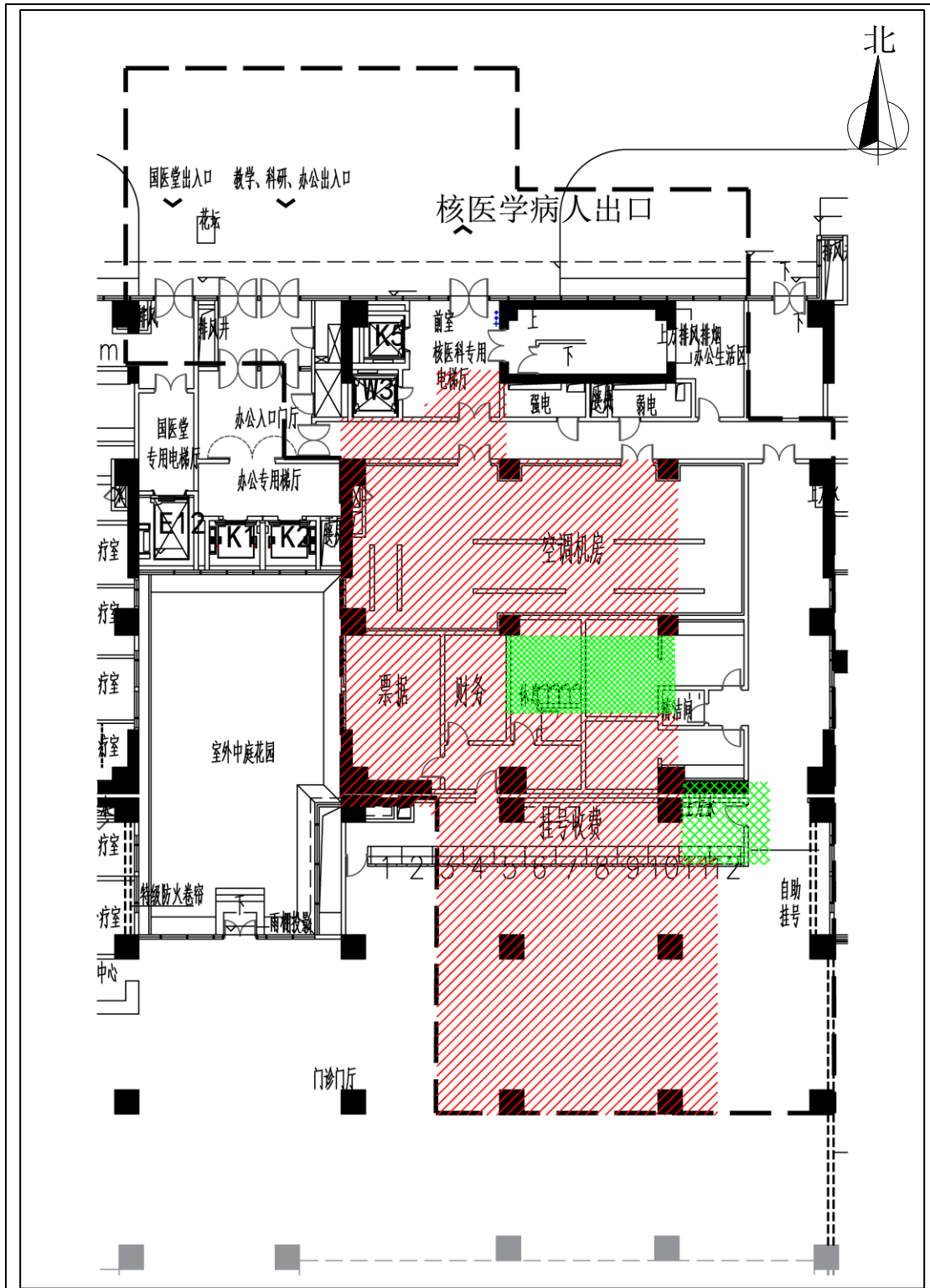


图 3-7 核医学科楼上场所自行检测点位图

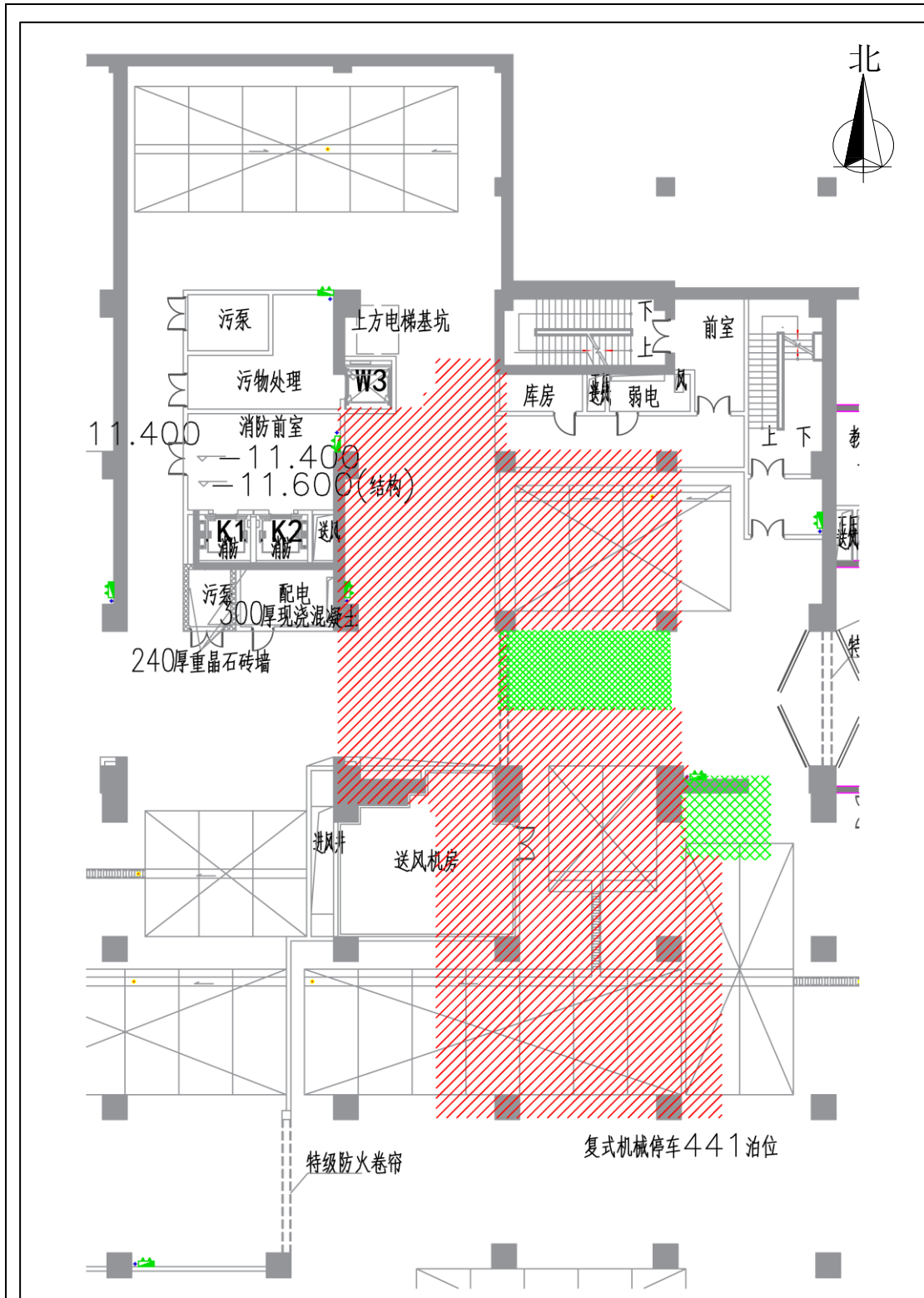


图 3-8 核医学科楼下场所自行检测点位图

(标注●为剂量率检测位置，▲为表面污染水平检测位置)

3.6.7 辐射事故应急管理情况

医院依据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装

置安全和防护条例》等法律法规的要求，制定了关于本单位辐射项目的辐射事故（件）应急预案，以保证一旦发生辐射意外事件时，即能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理放射事故，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在预案中进一步明确规定本单位有关意外放射事件处理的组织机构及其职责、事故报告、信息发布和应急处理程序等内容。发生辐射事故时，单位将立即启动辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。医院定期组织辐射事故应急演练，提高辐射工作人员的安全意识。

3.7 工程变动情况说明

经现场核实，通州院区核医学科 PET/CT 内容建设情况与环评方案一致，新增设备的类型、性能参数与环评审批参数一致（设备型号有所升级，参数不变，不需使用放射源），发生的变动对防护效果不会造成重大影响。该建设项目的性质、规模、地点、工作方式或者辐射防护措施均未发生重大变动。

表 4 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影响报告表主要结论与建议

(1) 根据场所周围关注点辐射剂量估算结果可知, 本项目核医学科场所运行后, 场所控制区周围附加剂量率满足 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的控制要求, 预计工作人员和公众的年受照剂量均低于相应剂量约束限值 (5mSv/a 、 0.1mSv/a), 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中关于“剂量限值”的要求。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况, 单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

(2) 放射性“三废”排放。预计核医学科场所运行后, 废水实际可暂存 7 个月, 暂存衰变超过 30 天 (也满足 I-131 的 180 天), 能够满足 HJ1188 和《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》要求, 排放前委托有资质的检测机构对废水进行检测; 工作场所运行每年产生放射性固体废物约 103kg (包含废过滤器)。放射性沾染物品收集暂存衰变, 符合清洁解控水平的废物按照医疗废物处置。将产生极少量的放射性废气从院内西楼楼顶排出, 排放大气环境中会进一步稀释。

(3) 污染防治措施。拟采取的污染防治措施主要有:

核医学科场所检查工作区出入口安装门禁系统, 张贴电离辐射警告标志和文字警示说明, 限制非工作人员和非受检人员进入。射线装置机房门外设置工作指示灯, 张贴电离辐射警告标志。

检查室地面铺装硬质无缝橡胶卷材, 注射区、高活室、储源室、废物间、候诊室及卫生间和控制区走廊地面铺装地板砖, 墙面装石英纤维板, 便于去污。手套箱台面采用表面光洁、耐腐蚀、防渗漏、易去污的材料, 便于放射性污染去污和去除。

核医学科场所高活室设置 1 个手套箱, 肺通气/甲功室设置 1 个集气罩, 配套通风系统, 设置放射性废水专用收集系统, 设置废水贮存衰变池; 设有放射性废物间。

(4) 辐射安全防护管理: 医院设有辐射安全与环境保护管理机构, 负责全院的辐射安全管理和监督工作。有较健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训考核计划、职业健康检查制度、辐射事故应急预案

和设备检修维护制度等。本项目实施后将补充核医学科有关管理制度，进一步完善全院辐射安全管理制度并有效执行。

(5) 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定对照检查，满足要求。

综上所述，东直门医院通州院区新建核医学科项目，相应的辐射安全制度和辐射防护措施基本可行，在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下，其运行对周围环境产生的辐射影响可控，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，本项目的运行是可行的。

4.2 主要审批决定

(1) 拟建项目位于通州区翠屏西路 116 号二期门诊医技综合楼地下一层西北角，内容为新建核医学科，使用 1 台 PET/CT、1 台 SPECT/CT 设备、1 枚 Ge-68 校准源；使用 F-18、Tc-99m 和 I-131 核素开展显像诊断，I-131 开展甲功检查、甲亢治疗，Sr-89 开展骨转移瘤治疗，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

(2) 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，拟建项目公众和职业照射剂量约束值执行 0.1mSv/a 和 2mSv/a。须落实环境影响报告表中混凝土、重晶石、硫酸钡水泥、铅等屏蔽防护措施，并强化 PET 注射后候诊室东侧 2 个防护门屏蔽，确保场所控制区各边界外、控制区内各房间墙体（含手套箱）外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h。控制区、监督区 β 放射性物质表面污染控制水平分别不大于 40Bq/cm²、4Bq/cm²。

(3) 须对核医学科实行分区管理，设置明显控制区、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，地面设置患者引导标志。采取防护手套箱、集气罩、铅注射窗、隔室操作、门灯联锁、门禁系统、监控对讲、防盗装置、患者专用出口专用电梯控制、候诊室（PET 不超过 3 人）设铅屏风或铅隔断等各种有效的安全防护措施，配备铅衣、铅帽等防护用品，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，完善岗位职责、操作规程、监测方案等辐射安全管理规章制度，包括避免与人员交叉的送药可操作性流程、核医学诊断和

治疗异常事件防范措施及应对规程、应急淋浴控制、放射性同位素质控检测规程等。核医学科全体人员（本项目新增 12 人）均须通过辐射安全与防护考核，并进行个人剂量监测。配备 1 台辐射剂量巡测仪、1 台表面污染监测仪等监测仪器，定期开展场所和周围环境辐射水平检测，规范编写、按时上报年度评估报告。

（5）放射性同位素操作须在铅防护手套箱（配备高效过滤器）内进行，肺通气在集气罩旁进行。核医学科场所放射性废气经 2 套独立排风系统（手套箱和集气罩 1 套，控制区其他场所 1 套）、两级活性炭过滤器（每个不少于 5kg）、高于楼顶（约 64 米）朝南排放。过滤装置每年至少更换一次滤材，更换后的滤材按放射性固体废物妥善处置。

（6）须配备至少 8 个具有防护功能的废物桶，分类收集放射性固体废物。设置放射性废物暂存库，确保含 I-131、Sr-89、其它核素废物暂存分别超过 180 天、500 天、30 天，并经监测合格后方可解控作为医疗废物处置。须设置 4 个槽式衰变池（总容积不小于 66m³），收集高活室、受检人员卫生间和清洗废水、应急淋浴产生的废水，设置液位指示和报警装置。确保放射性废水暂存超过 270 天后，方可解控排放。须建立放射性废物、废水管理台账，清晰记录废物、废水的暂存、检测、解控、处置等信息。

（7）项目建设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。

（8）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。

（9）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，相关场所、设施与装置方可投入使用。项目竣工后须按照有关规定及时开展环保验收。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

深圳市瑞达检测技术有限公司接受委托对本项目核医学科 PET/CT 部分进行了验收监测。本次验收监测使用方法、仪器及人员均符合北京市化工职业病防治院质量管理体系要求：

(1) 监测方法严格遵循深圳市瑞达检测技术有限公司制定的《电离辐射工作场所检测作业指导书》。

(2) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性。

(3) 监测使用设备均通过检定并在有效期内，满足监测要求。

(4) 监测人员已通过放射卫生检测与评价技术培训。

(5) 监测单位获得资质认证和放射卫生技术服务机构资质。

表 6 验收监测内容

6.1 监测项目

本项目已委托持有计量认证资质证书的深圳市瑞达检测技术有限公司，于 2024 年 2 月 28 日对本项目相关场所进行了验收监测，并出具了检测报告（报告编号为：SZRD2024FH0787（场所剂量率）、SZRD2024FH0788（表面污染）和 SZRD2024FH0789（手套箱风速）），详见附件 3。本项目验收监测内容主要为核医学科辐射工作场所外的周围剂量当量率、表面污染水平和手套箱风速。

6.2 监测点位

本次监测对通州院区核医学科 PET 场所的周围剂量当量率和表面污染水平进行检测，检测点位详见图 7-1。

6.3.监测仪器

本次监测采用的监测设备见表 6-1。

表 6-1 监测设备及性能指标

仪器名称	型号/编号	检定/校准证书 检定/校准日期	技术参数
辐射剂量测量仪	AT1121	DLjl2023-08500 2023年7月4日 DLjl2023-09417 2023年7月21日	(0.015~3)MeV 50nSv/h~10Sv/h 10nSv-10Sv
表面污染仪	CoMo170	DLhd2024-00502 2024年2月19日	β-γ-通道:最高达到 20,000 cps (以 Cs-137 为放射源) α-通道: 最高达 2,500 cps (以 Am-241 为放射源) ZnS 涂层、薄膜塑料闪烁体探测器
风速仪	Testo 405-V1	LSvm2023-04568 2023年7月20日	0~10m/s

6.4 监测方法

本次监测测量频次、点位布设原则和要求、使用的仪器和方法、测量程序、数据处理方法依据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)、《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/T 14056.1-2008)和 GB/T 16758-2008《排风罩的分类及技术条件》(A.2.1.2)等规范文件要求, 仪器指标满足标准要求。

采用即时测量方法，用仪器直接测量出点位上的辐射剂量率即时值。

监测人员手持仪器，以定点的测量方式进行，仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。待仪器读数稳定后，通常以约 10s 的间隔读取 10 个数据，记录在原始记录表中。

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况记录

本项目在进行验收监测时主体工程工况稳定，辐射安全与防护设施已建成，设备运行正常，监测时记录的实际工况如下：

(1) 本项目周围剂量当量率本底范围：(0.11~0.12) $\mu\text{Sv/h}$ 、平均值 0.11 $\mu\text{Sv/h}$ ，本项目检测结果数据均未扣除本底值。

(2) β 表面污染检测结果为各检测位置所测最大值（直接测量法），已扣除表面污染仪现场本底值。

(3) 检测时表面污染仪灵敏窗与被测表面的距离为 10mm。

(4) MDL 指本次检测使用的表面污染仪探测下限，对 β 为 0.09 Bq/cm^2 （95%置信水平）。

(5) 检测条件：在高活室、注射间采用约 300MBq 的 F-18 裸源进行验收检测，能够满足环评时患者给药量平均为 296MBq（8mCi）的条件。在注射后候诊室、患者卫生间、PET/CT 检查室、患者通道和运动负荷/抢救室等场所采用 185MBq 的裸源进行检测，现场实测 8mCi 药物注射后经人体吸收后 1m 处剂量率小于 185MBq（5mCi）的 F-18 裸源 1m 处剂量率，因此检测条件能够满足环评的要求。

7.2 验收监测结果

7.2.1 验收监测效果

通州院区核医学科周围剂量当量检测结果过表见表 7-1。 β 表面污染检测结果见表 7-2，手套箱风速检测结果见表 7-3。

表 7-1 场所周围剂量当量率监测结果

场所	检测条件	检测点编号	检测位置描述	检测结果 $\mu\text{Sv/h}$	
高活室	转运铅盒内放置约 290MBq ^{18}F -FDG，通风橱内分装约 301MBq ^{18}F -FDG，储源罐内放置约 1110MBq ^{18}F 药液。	A1	转运铅盒外表面 30cm	1.78	
		A2	铅废物桶外表面 30cm	0.11	
		A3	储源罐外表面 30cm	2.12	
		A4	通风橱	左手孔外 30cm	0.88
		A5		右手孔外 30cm	0.82

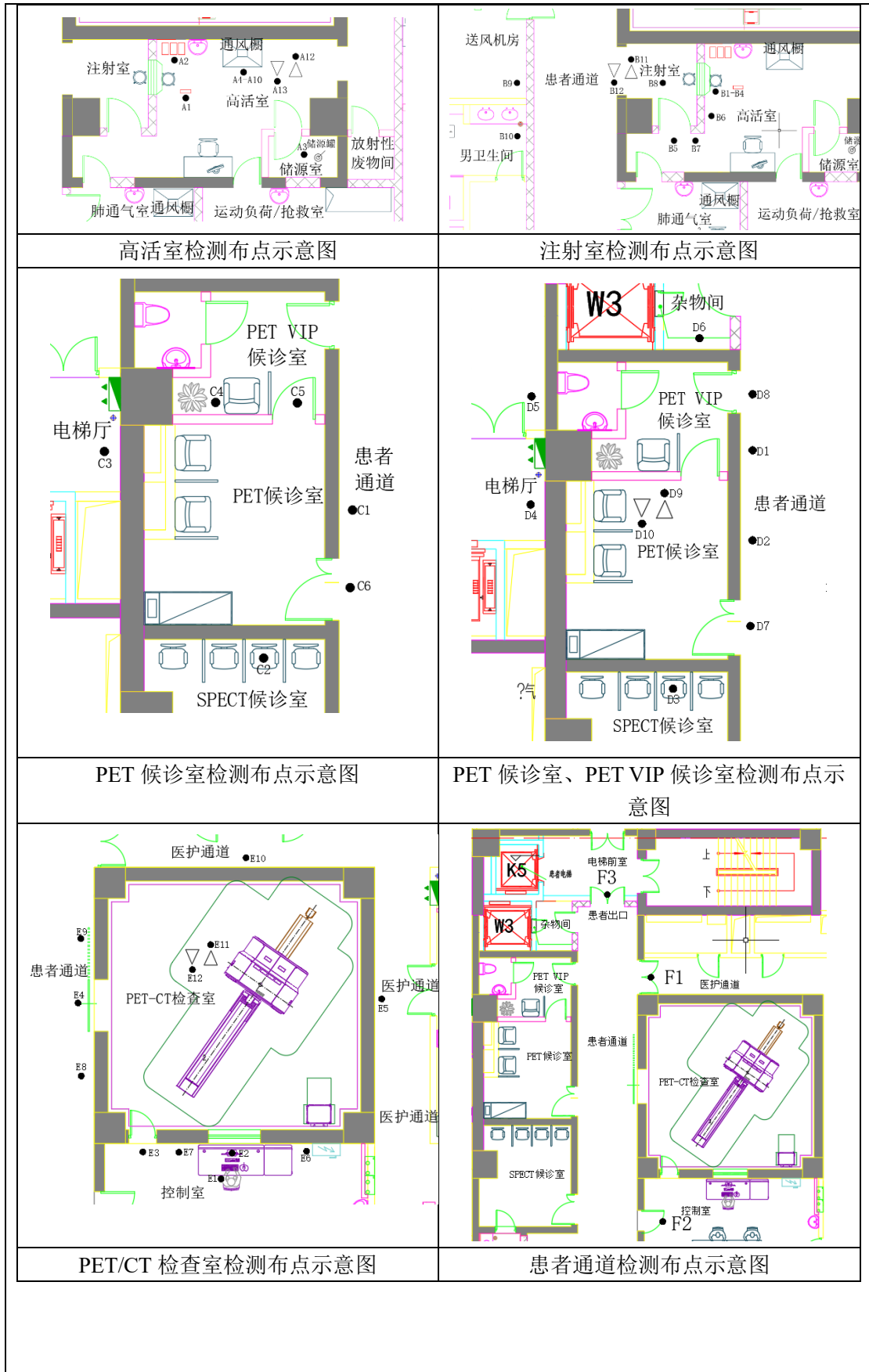
		A6		前表面 30cm	1.72
		A7		左表面 30cm	1.82
		A8		右表面 30cm	1.89
		A9		上表面 30cm	0.24
		A10		观察窗外 30cm	1.75
		A11	距裸源（约 204MBq ^{18}F -FDG）1m 处		31.5
		A12	楼上		0.11
		A13	楼下		0.11
		注射室	患者旁放置约 301MBq ^{18}F -FDG	B1	注射窗外 30cm
B2	左手孔 30cm			1.25	
B3	右手孔 30cm			1.91	
B4	注射人员胸口处			1.30	
B5	注射室门			上侧	1.90
				下侧	1.90
				左侧	1.47
				右侧	1.81
				中部	1.81
B6	东墙			1.50	
B7	南墙			0.78	
B8	患者体表外 1m			17.2	
B9	西侧送风机房		0.11		
B10	西侧卫生间		0.11		
B11	楼上		0.11		
B12	楼下		0.11		
PET 候诊室	候诊室内有一名注射约 290MBq ^{18}F -FDG 的患者	C1	东墙		0.10
		C2	南墙		0.11
		C3	西墙		0.09

		C4	北墙	1.61	
		C5	北防护门	上侧	1.55
				下侧	1.44
				左侧	1.10
				右侧	1.71
				中部	1.00
		C6	东防护门	上侧	0.17
				下侧	0.62
				左侧	0.26
				右侧	0.12
				中缝	0.18
				左扇中部	0.24
PET 候诊室、VIP 候诊室	PET 候诊室在三个患者候诊位各放置 1 支 185MBq ¹⁸ F 裸源，同时在 PET VIP 候诊室内放置 1 支约 185MBq ¹⁸ F 裸源	D1	东墙	0.24	
		D2	东墙	0.28	
		D3	南墙	0.16	
		D4	西墙	0.11	
		D5	西墙	0.11	
		D6	北墙	1.36	
		D7	PET 候诊室东侧防护门	上侧	2.17
				下侧	1.67
				左侧	1.35
				右侧	1.49
				中缝	1.61
				左扇中部	1.75
		D8	VIP 候诊室东侧防护门	上侧	0.65
				下侧	0.87
左侧	0.52				
右侧	1.22				

				中部	1.12
		D9	楼上		0.11
		D10	楼下		0.37
PET/CT 检查室	诊断床上放置一支约 185MBq ¹⁸ F 裸源，同时进行 CT 扫描，扫描条件： 120kV、240mA、2.1s，螺旋扫描模式，准直宽度为 40mm，散射体为 CT 剂量 模体。	E1	工作人员操作位		0.32
		E2	观察窗	上侧	0.34
				下侧	0.40
				左侧	0.35
				右侧	0.35
				中部	0.36
		E3	控制室门	上侧	0.15
				下侧	0.14
				左侧	0.12
				右侧	0.14
				中部	0.16
		E4	机房门	上侧	1.00
				下侧	1.74
				左侧	0.95
				右侧	1.74
				中部	1.62
E5	东墙		0.11		
E6	南墙		0.11		
E7	南墙		0.11		
E8	西墙		0.11		
E9	西墙		0.11		
E10	北墙		0.11		
E11	楼上		0.11		
E12	楼下		0.11		
患者通	PET 候诊室在三个患者候	F1		上侧	0.11

道	诊位各放置 1 支 185MBq ¹⁸ F 裸源，同时在 PET VIP 候诊室内放置 1 支约 185MBq ¹⁸ F 裸源。		医护通道门	下侧	0.11
				左侧	0.11
				右侧	0.10
				中缝	0.11
				左扇中部	0.11
				右扇中部	0.11
		F2	控制室门	上侧	0.11
				下侧	0.11
				左侧	0.11
				右侧	0.11
				中部	0.11
		F3	患者出口门	上侧	0.10
				下侧	0.11
				左侧	0.11
				右侧	0.10
				中缝	0.11
				左扇中部	0.11
				右扇中部	0.11
运动负荷/抢救室	运动负荷/抢救室内放置一支约 185MBq ¹⁸ F 裸源	G1	南侧防护门	上侧	1.46
				下侧	2.18
				左侧	2.01
				右侧	2.09
				中缝	2.27
				左扇中部	2.05
		G2	北侧防护门	上侧	2.10
				下侧	2.27
				左侧	1.82
				右侧	1.73

				中部	1.96
		G3	患者入口 门	上侧	0.11
				下侧	0.11
				左侧	0.11
				右侧	0.11
				中缝	0.11
				左扇中部	0.11
				右扇中部	0.11
				G4	东墙
		G5	南墙	0.11	
		G6	西墙	0.11	
		G7	北墙	1.77	
		G8	楼上	0.12	
		G9	楼下	0.11	
污泵房	正常工况	H1	门	上侧	0.10
				下侧	0.10
				左侧	0.10
				右侧	0.11
				中缝	0.11
				左扇中部	0.10
				右扇中部	0.11
		H2	西墙	0.11	
衰变池	正常工况	I1	衰变池上表面 30cm	0.11	



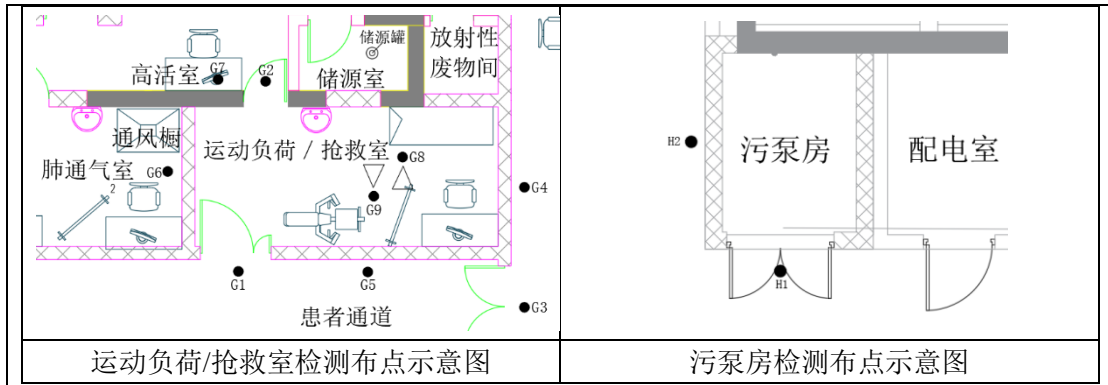


图 7-1 验收检测点位示意图

表 7-2 控制区表面污染监测结果

场所代码	场所名称	点位编号	检测点位置描述	检测结果 (Bq/cm ²)
A	注射室	A1	东墙	<MDL
		A2	南墙	<MDL
		A3	北墙	<MDL
		A4	地面	<MDL
		A5	南门	<MDL
		A6	注射台	<MDL
		A7	普通垃圾桶	<MDL
		A8	椅子	<MDL
B	高活室	B1	东墙	<MDL
		B2	南墙	<MDL
		B3	西墙	<MDL
		B4	北墙	<MDL
		B5	地面	<MDL
		B6	源库门	<MDL
		B7	注射室门	<MDL
		B8	人员通道门	<MDL
		B9	放射性废物间门	<MDL
		B10	抢救车	<MDL
		B11	洗手池(瓷砖)	<MDL

		B12	普通垃圾桶	<MDL
		B13	医疗垃圾桶	<MDL
		B14	放射性废物铅废物桶	<MDL
		B15	储物柜	<MDL
		B16	铅衣架	<MDL
		B17	手套箱	<MDL
C	PET 候诊室	C1	东墙	<MDL
		C2	南墙	<MDL
		C3	西墙	<MDL
		C4	北墙	<MDL
		C5	地面(瓷砖)	<MDL
		C6	北侧防护门	<MDL
		C7	东侧防护门	<MDL
		C8	北侧沙发	<MDL
		C9	中部沙发	<MDL
		C10	南侧沙发	<MDL
		C11	北侧铅屏风	<MDL
		C12	南侧铅屏风	<MDL
		C13	东侧铅屏风	<MDL
		C14	北侧凳子	<MDL
		C15	南侧凳子	<MDL
		C16	医疗垃圾桶	<MDL
D	VIP 候诊室	D1	东墙	<MDL
		D2	南墙	<MDL
		D3	西墙	<MDL
		D4	北墙	<MDL
		D5	地面(瓷砖)	<MDL

		D6	南侧防护门	<MDL
		D7	东侧防护门	<MDL
		D8	医疗垃圾桶	<MDL
E	VIP 候诊室内洗手 间	E1	南墙(瓷砖)	<MDL
		E2	西墙(瓷砖)	<MDL
		E3	北墙(瓷砖)	<MDL
		E4	地面(瓷砖)	<MDL
		E5	洗手间门	<MDL
		E6	马桶	<MDL
		E7	洗手池(瓷砖)	<MDL
		E8	普通垃圾桶	<MDL
F	PET/CT 检查室	F1	东墙	<MDL
		F2	南墙	<MDL
		F3	西墙	<MDL
		F4	北墙	<MDL
		F5	地面	<MDL
		F6	观察窗	<MDL
		F7	操作室门	<MDL
		F8	机房门	<MDL
		F9	医疗垃圾桶	<MDL
		F10	放射性废物铅废物 桶	<MDL
		F11	机架	<MDL
		F12	诊断床	<MDL
		F13	柜子	<MDL
		F14	铅衣架	<MDL
		F15	柜子	<MDL
		F16	配电柜	<MDL

		F17	加湿器	<MDL
		F18	患者脚踏	<MDL
G	控制室	G1	东墙	<MDL
		G2	南墙	<MDL
		G3	西墙	<MDL
		G4	北墙	<MDL
		G5	地面	<MDL
		G6	南侧门	<MDL
		G7	东侧门	<MDL
		G8	西侧门	<MDL
		G9	北侧门	<MDL
		G10	观察窗	<MDL
		G11	操作台	<MDL
		G12	电脑桌	<MDL
		G13	椅子	<MDL

表 7-3 手套箱风速

序号	测试位置		测试条件	测试结果
1	高活室	左手孔	开启排风装置，左、右操作孔完全开启	0.68 m/s
2	通风橱	右手孔	开启排风装置，左、右操作孔完全开启	0.62 m/s

由上述检测结果可知，控制区、监督区表面 β 放射性物质不大于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，场所控制区边界外的辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，放射性药物分装的箱体、通风柜、注射窗等设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，高活室通风橱（手套箱）风速大于 $0.5\text{m}/\text{s}$ ，满足环评批复和HJ1188-2022的要求。

7.2.2 运行期辐射环境影响

7.2.2.1 工作人员的年有效剂量估算

开展核医学科工作过程中，工作人员主要受照环节为药物分装、运转、注射、指导病人摆位、控制室操作显像设备、质控时受照。

(1) 该场所只进行 F-18 分装，分装操作时间短，保守按环评报告每年最多开展 3250 人次 PET 检查估算，全年累计分装时间为 108.3h。

(2) 本项目中正电子核素采用注射器转运防护箱 (25mmPb) 运输，运输过程中距工作人员的距离按 50cm 估算，根据检测距转运铅盒 30cm 处剂量率为 1.78 μ Sv/h，则转运盒 50cm 处剂量率为 0.64 μ Sv/h。按照环评每次药物转运平均时间以 10s 估算，年最大转运时间为 9.03h。

(3) PET-CT 扫描患者采用预置针方式注射，每人每次的药物注射时间为 30s/人。注射 PET 药物总时间为 27.1h。

(4) 全年进行 PET 检查人数 3250 人次，按照环评要求，PET-CT 扫描和摆位工作由 2 人完成，PET-CT 摆位时间 30s/人，则每人分配累计摆位时间为 27.1h。

(5) 每年 PET-CT 检查最大人数为 3250 人次。PET-CT 的扫描时间平均按 20min/人次，则 PET-CT 机房内患者停留时间约为 1083h。

(6) 质控

①使用 F-18 每周质控

按照环评物理师每周质控一次，根据检测报告距离 204MBqF-18 药物表面 1m 处的剂量率为 31.5 μ Sv/h，质控时通常使用 37MBqF-18 药物，则距离质控原液 1m 处的剂量率为 5.7 μ Sv/h，每次接触时间 10min (保守按每周一次)，物理师的年附加剂量约为 47.5 μ Sv (5.7 μ Sv/h \times 8.33h)。

②稳定性

按照环评工作人员每年应稳定检测共需操作含 F-18 药物活度为 37MBq (包括 SUV、灵敏度、空间分辨力等各项指标所需)，操作距离为 50cm，操作时间为 10min/a，参照检测报告 204MBqF-181m 处的剂量率为 31.5 μ Sv/h，则距离质控原液 (1mCi F-18 药物) 0.5m 处的剂量率为 22.9 μ Sv/h，则工作人员附加剂量约为 3.8 μ Sv/a。

基于以上分析，以及根据工作人员年操作时间、工作场所辐射剂量率以及工作人员操作位剂量率估算出工作人员年受照剂量，见表 7-4。

表 7-4 工作人员年附加剂量估算

序号	位置	剂量率 (μ Sv/h)	操作时间 (h)	年有效剂量 (μ Sv)	合计 (μ Sv)	备注
----	----	-------------------	----------	-------------------	----------------	----

1	F-18 分装位		1.89	108.3	204.69	262.23	由 1 名护士完成
2	F-18 药物转运 (0.5m 处)		0.64	9.03	5.78		
3	F-18 注射位		1.91	27.1	51.76		
4	PET-CT 摆位 (1m 处)		17.2	27.1	466.12	606.91	由 2 名技师完成
5	PET-CT 显像室 操作位		0.13	1083	140.79		
6	质控	PET-CT 周质控	3.7	8.33	47.5	51.3	由 1 名物理师完成
		PET-CT 稳定性质 控	14.8	0.17	3.8		

注：PET-CT 摆位 1m 处剂量率保守取患者刚给药后 1m 处剂量率，未考虑时间衰减。

根据以上估算结果，核医学科 PET 部分正常运行状态下，PET 相关工作人员最大受照剂量为 0.61mSv/年（技师），满足环评批复的年剂量约束值（2mSv/a）的要求。

7.2.2.2 公众剂量估算

表 7-5 PET 相关场所主要位置的年附加剂量估算

位置		附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留 因子	全居留时间 (h/a)	年附加剂量 ($\mu\text{Sv/a}$)
PET/CT 室	楼上空调机房	0.11	1/16	1083	7.45
	楼下停车区	0.11	1/16	1083	7.45
PET 注射后候 诊室+VIP 候诊 室	西墙外电梯厅	0.11	1/16	1000	6.88
	楼上空调机房	0.11	1/16	1000	6.88
	楼下停车场	0.37	1/16	1000	23.13
注射室	西侧送风机房	0.11	1/16	97.9	0.67

	西侧卫生间	0.11	1/4	97.9	2.69
	楼上门诊前厅	0.11	1/4	97.9	2.69
	楼下停车区	0.11	1/16	97.9	0.67
高活室 (F-18)	楼上门诊前厅	0.11	1/4	108.3	2.98
	楼下停车区	0.11	1/16	108.3	0.74
运动负荷/抢救室	东侧预约分诊区	0.15	1	62.5	9.38
	东侧患者入口	0.11	1/16	62.5	0.43
	楼上门诊前厅	0.12	1/4	62.5	1.88
	楼下停车区	0.11	1/16	62.5	0.43

注：①年附加剂量由公式 $D(t) = DI \times T \times t \times R_{II}$ 算出。②各点位附加剂量率未扣除背景值 0.11 μ Sv/h。③各场所全居留时间、居留因子与环评一致。

由计算结果可知，核医学科对周围公众最大年附加剂量为 23.1 μ Sv/a，其余区域辐射剂量率均接近本底水平，且公众受照时间较短，因此，公众的年受照有效剂量小于本项目的剂量评价目标值（0.1mSv/a）。

表 8 验收监测结论

根据深圳市瑞达检测技术有限公司对本项目辐射工作场所验收监测结果，以及对本项目各项安全防护设施的如实查验，得出如下结论：

(1) 本项目已按照环境影响报告表及批复要求建成辐射安全与防护保护设施，环境保护设施可与主体工程同时使用。该建设项目的性质、规模、地点、工作方式或者辐射防护措施未发生重大变动；

(2) 本项目已按环境影响报告表及其批复要求落实各项辐射安全与防护设施/措施，并有效运行；

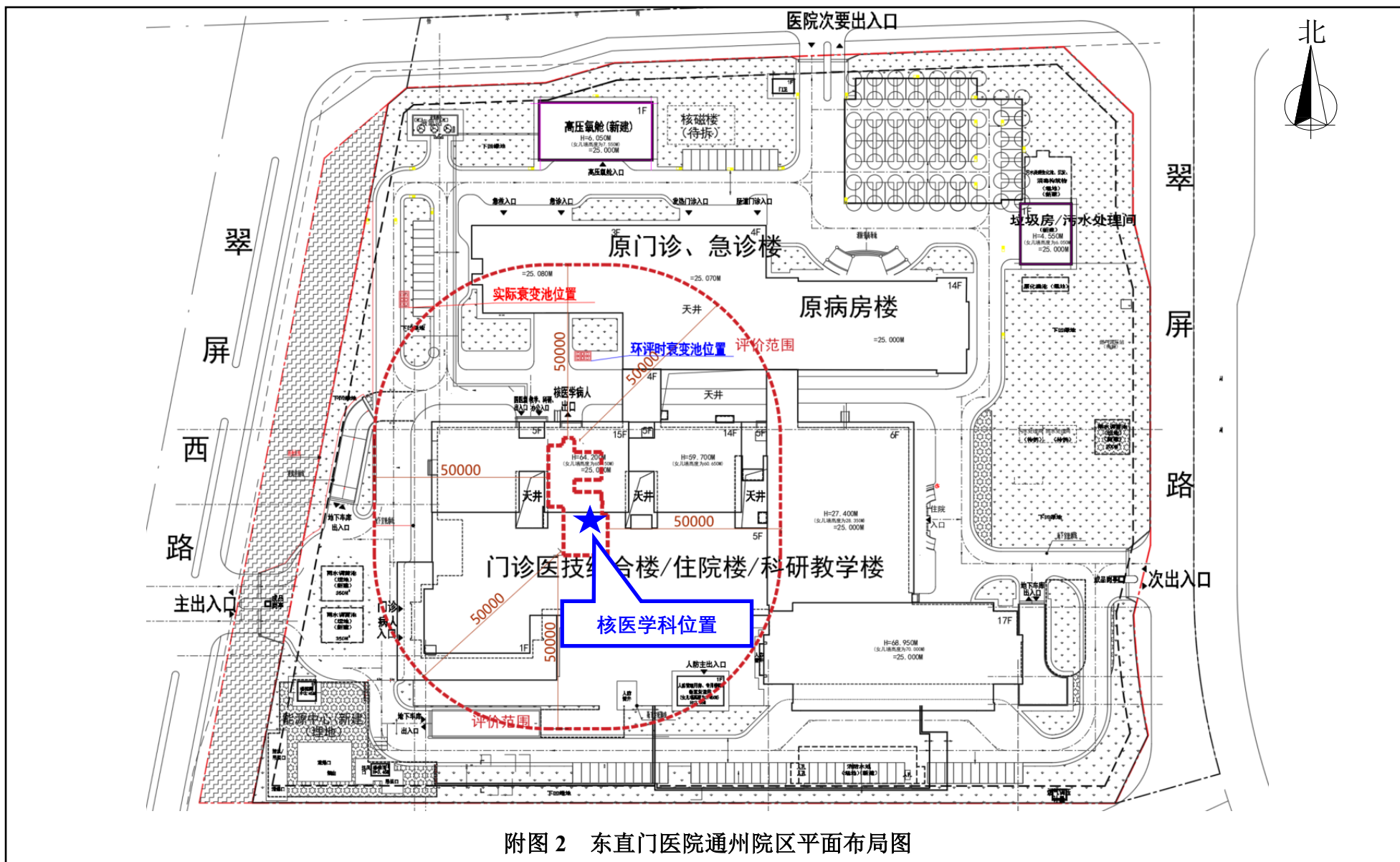
(3) 根据检测结果可知，本项目核医学科 PET 正常运行条件下，机房操作室操作位、墙体外 30cm 处、防护门外 30cm 处等各点辐射剂量率监测结果小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，符合《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 的相关要求。本项目监测结果满足环境影响报告表及批复要求，场所辐射防护设施效果达到标准要求。

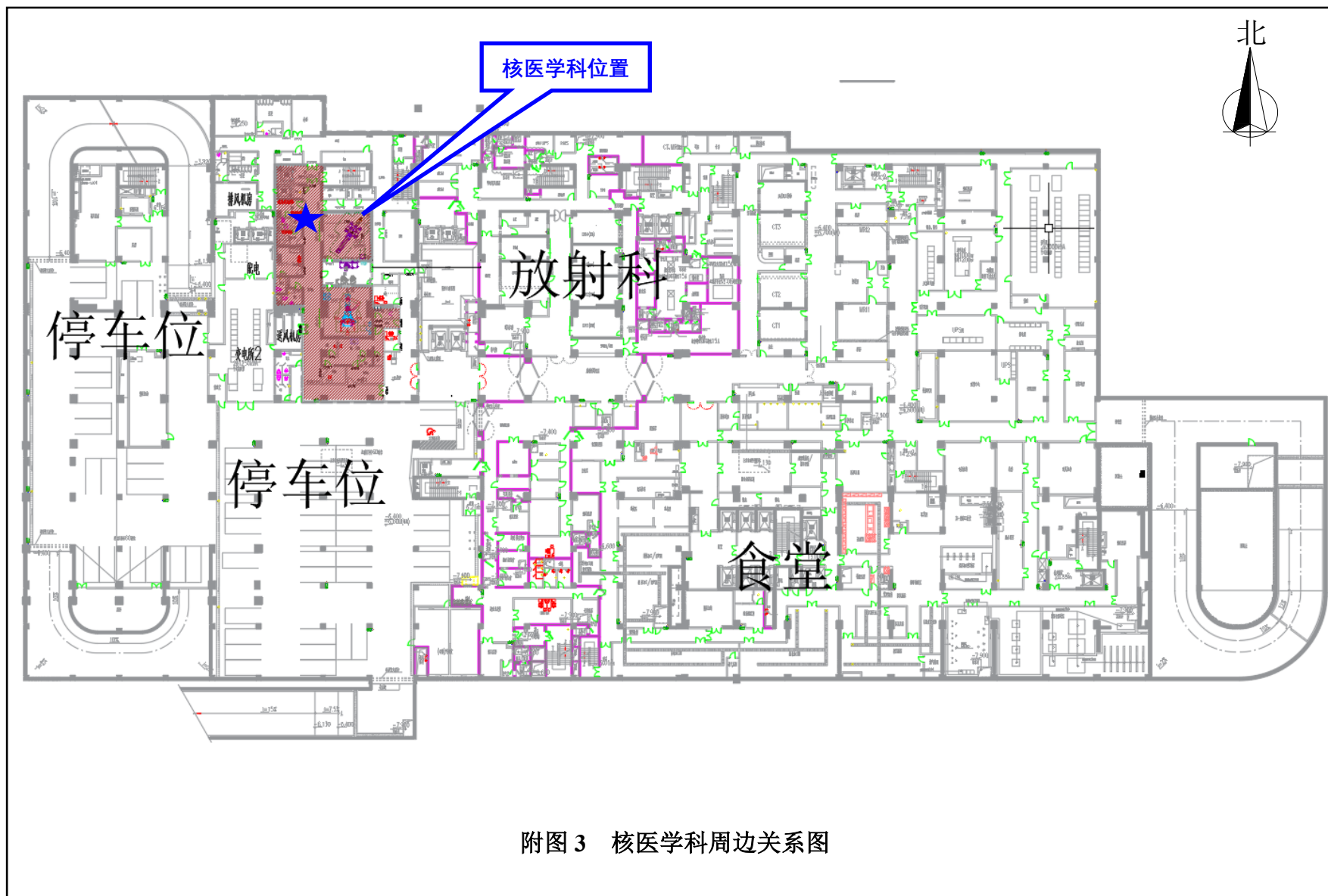
(4) 根据验收监测结果，按照该项目的运行工作时间，估算出辐射工作人员可能接受的年有效剂量将低于 0.61mSv 、公众年剂量约为 $23.1\mu\text{Sv}$ ，均低于本项目环评批复中规定的剂量约束值 2mSv/a （职业人员）和 0.1mSv/a （公众），满足要求。项目运行期间，职业人员和公众所接受的最大年附加有效剂量可以满足剂量约束值的要求。

(5) 本项目已按照环境影响报告表及其批复要求更新并修订《辐射安全与放射防护管理工作小组及辐射安全制度》，包括人员培训考核、个人剂量管理、辐射监测、台账管理、应急预案等，并已重新申领了辐射安全许可证。

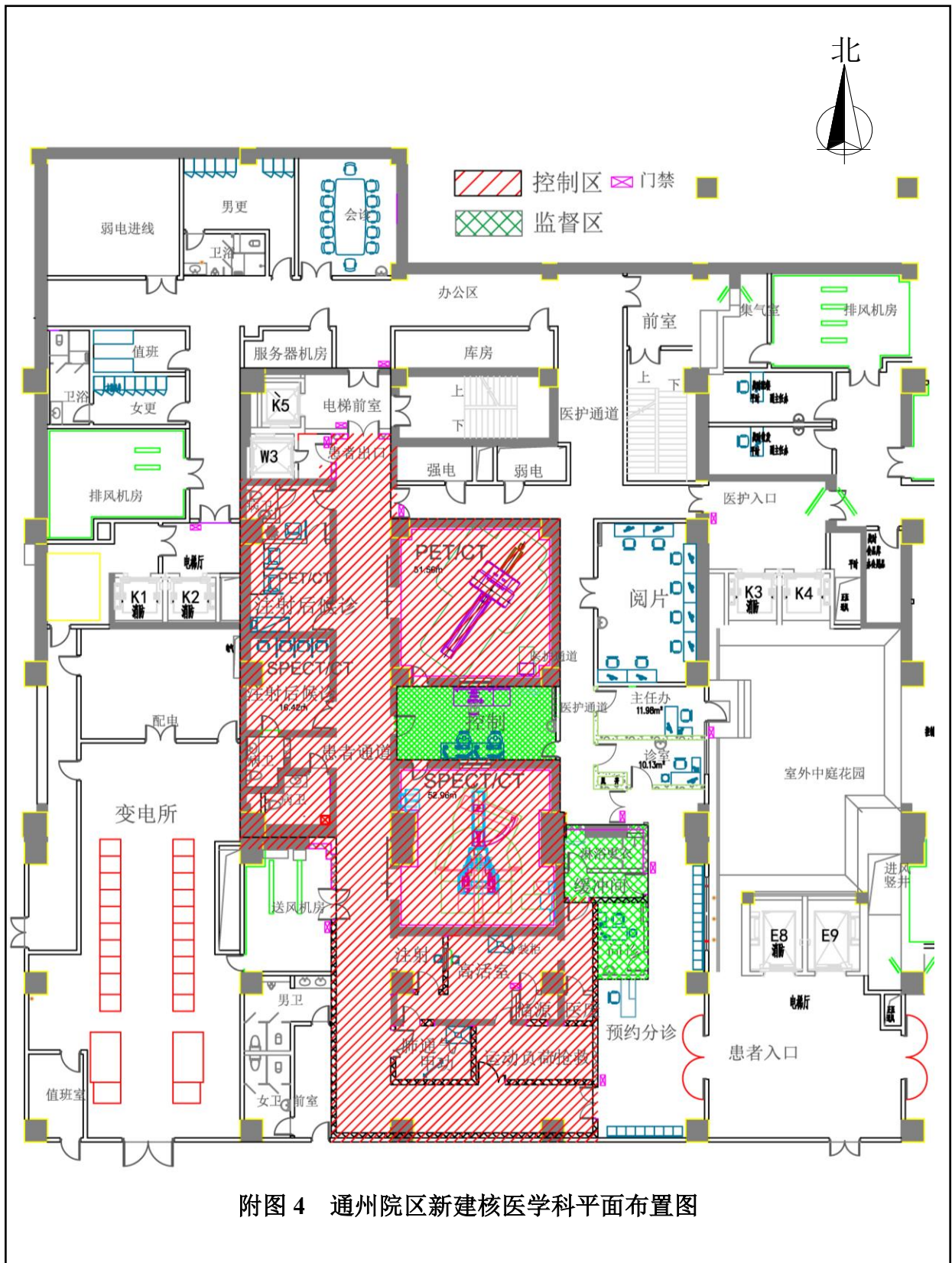


附图 1 东直门医院通州院区地理位置示意图

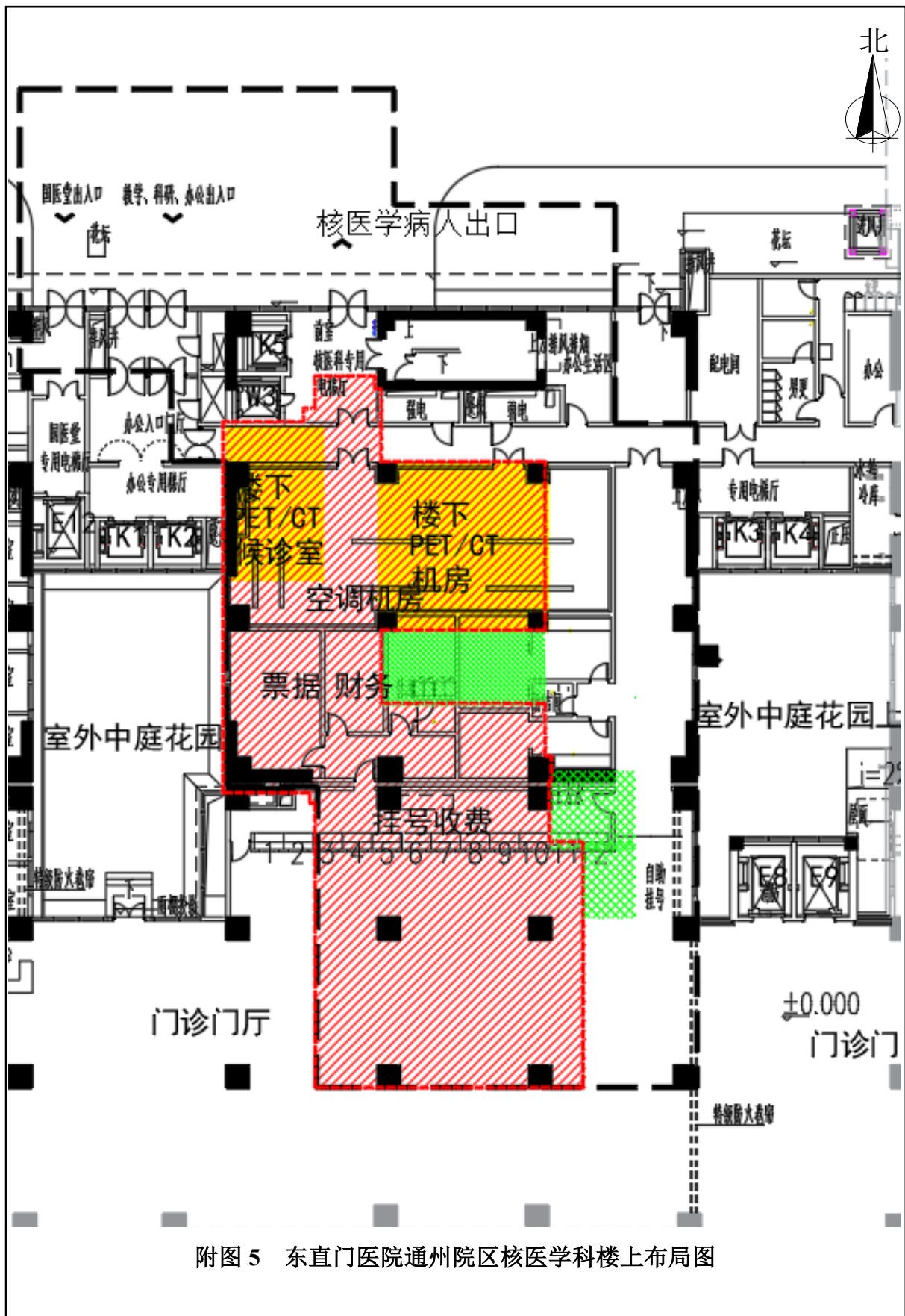




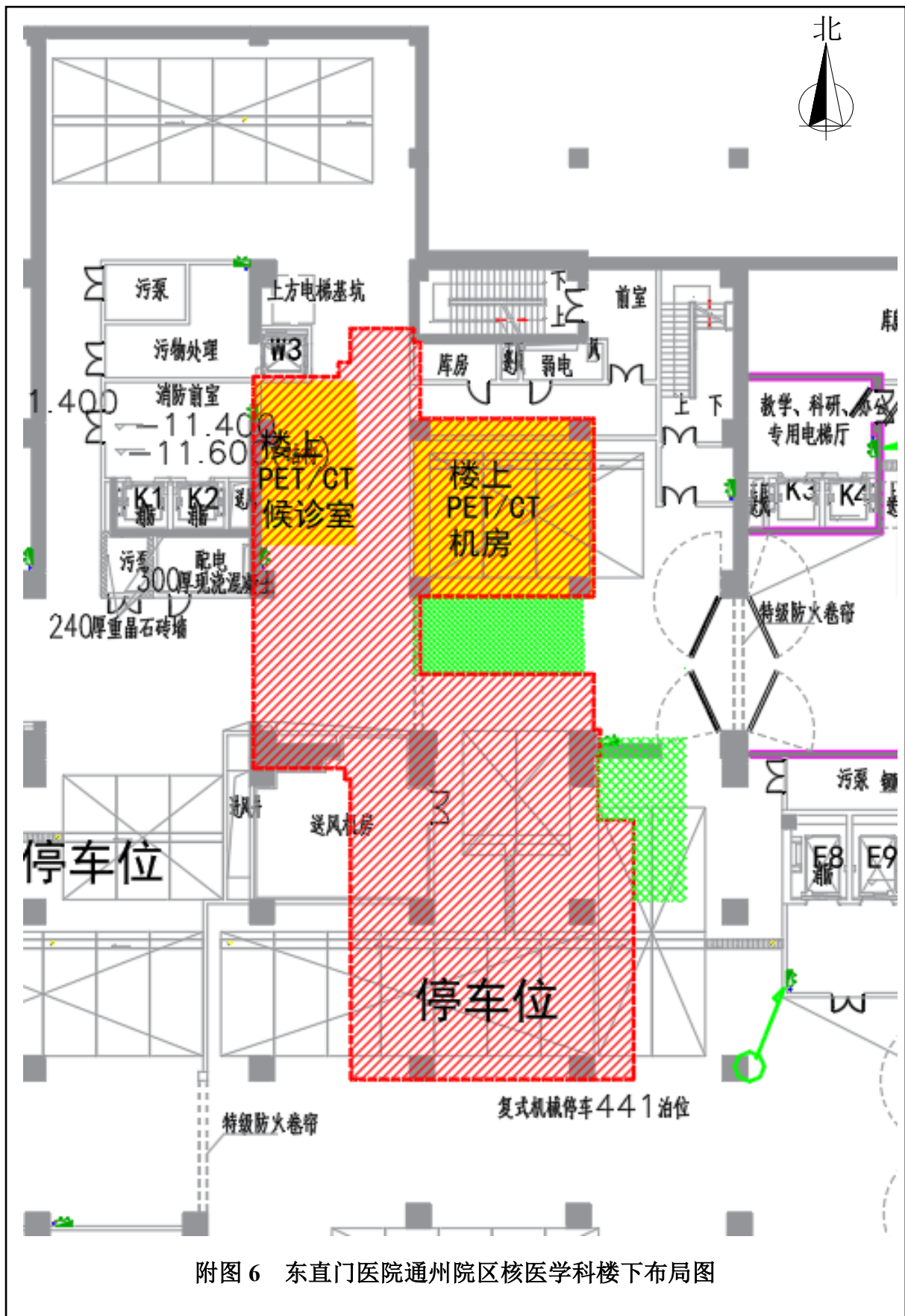
附图 3 核医学科周边关系图



附图 4 通州院区新建核医学科平面布置图



附图 5 东直门医院通州院区核医学科楼上布局图



附件 1 辐射安全许可证



辐射安全许可证

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

单位名称：北京中医药大学东直门医院
地 址：北京市东城区海运仓 5 号
法定代表人：王显
种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所
证书编号：京环辐证[A0045]
有效期至：2028 年 6 月 5 日

发证机关：北京市生态环境局
发证日期：2023 年 6 月 13 日

中华人民共和国生态环境部制

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

单位名称	北京中医药大学东直门医院		
地 址	北京市东城区海运仓5号		
法定代表人	王显	电话	01084013218
证件类型	身份证	号码	410503196505151016
涉源 部 门	名 称	地 址	负责人
	通州院区核医学科	二期门诊医技综合楼地下一层西北角	周通
	通州院区骨科手术室	二期门诊楼5层D区东南侧	刘国凯
	放射科(国际医疗部)	东城区东四北大街279号京新旅大厦国际医疗部地下一层	张立苹
	放射科(病房楼)	东直门医院病房楼一层东侧	张立苹
	通州院区第八手术室	二期门诊楼五层D区东侧	刘国凯
	骨科手术室	东直门医院病房楼五层南侧	刘国凯
种类和范围	使用II类、III类射线装置,乙级非密封放射性物质工作场所		
许可证条件			
证书编号	北京环辐证[A0045]		
有效期至	2028年6月5日		
发证日期	2023年11月13日(发证机关章)		

本项目场所

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	北京中医药大学东直门医院		
地 址	北京市东城区海运仓 5 号		
法定代表人	王显	电话	01084013218
证件类型	身份证	号码	410503196505151016
涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
	通州院区第 二导管室	一期门诊楼一层西端	庞兴学
	核医学科	东直门医院门诊楼一层 北侧	周通
	放射科(门 诊楼)	东直门医院门诊楼二层 东侧	张立苹
	口腔 CT 室 机房	东直门医院门诊楼五层 口腔科	林宝山
	口腔科放射 室	东直门医院门诊楼五层 口腔科	林宝山
	通州院区口 腔科	门诊病房楼 B 段三层	刘勇
种类和范围	使用 II 类、III 类射线装置, 乙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[A0045]		
有效期至	2028 年 6 月 5 日		
发证日期	2023 年 11 月 13 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	北京中医药大学东直门医院		
地 址	北京市东城区海运仓5号		
法定代表人	王显	电话	01084013218
证件类型	身份证	号码	410503196505151016
涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
	通州院区病房	通州院区病房	陈正光
	通州院区导管室	门诊病房楼A段一层	潘国忠
	通州院区放射科	门诊病房楼A段一层	陈正光
	西果园社区医院放射科	杨庄路24号西果园社区一层放射科	王燕杰
	通州院区二期放射科	二期门诊楼地下一层东北侧放射科	陈正光
种类和范围	使用II类、III类射线装置,乙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[A0045]		
有效期至	2028年6月5日		
发证日期	2023年11月13日(发证机关章)		

活动种类和范围

(二) 非密封放射性物质

证书编号：

京环辐证[A0045]

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	通州院区核医学科	乙	I-131	1.85E+08Bq	1.85E+11Bq	使用
2	通州院区核医学科	乙	I-131(固态)	1.67E+04Bq	1.67E+08Bq	使用
3	通州院区核医学科	乙	Sr-89	2.96E+07Bq	2.96E+10Bq	使用
4	通州院区核医学科	乙	F-18	3.85E+06Bq	8.42E+11Bq	使用
5	核医学科	乙	Sr-89	2.22E+08Bq	3.33E+11Bq	使用
6	核医学科	乙	Tc-99m	1.85E+08Bq	4.6E+12Bq	使用
7	核医学科	乙	F-18	2.1E+07Bq	5.2E+11Bq	使用
8	核医学科	乙	P-32	2.22E+08Bq	3.33E+11Bq	使用
9	核医学科	乙	I-131	1.85E+08Bq	5.2E+11Bq	使用

本项目核素

活动种类和范围

(三) 射线装置

京环辐证[A0045]

证书编号:

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	PET/CT机	III	1	使用
2	SPECT/CT机	III	1	使用
3	牙科X射线机	III	4	使用
4	双能X射线骨密度仪	III	1	使用
5	数字减影血管造影装置	II	4	使用
6	放射诊断用普通X射线机	III	24	使用
7	医用X射线CT机	III	6	使用
8	医用X射线胃肠机	III	2	使用
9	乳腺X射线机	III	2	使用

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[A0045]

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	PET/CT 机	uMI Vista Pro	III	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	通州院区核医学科	来源: 上海联影医疗科技股份有限公司 去向:		
2	放射诊断用普通 X 射线机	uDR 370i	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区病房	来源: 上海联影医疗科技股份有限公司 去向:		
3	放射诊断用普通 X 射线机	uDR 370i	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区病房	来源: 上海联影医疗科技股份有限公司 去向:		
4	数字减影血管造影装置	Artis zee biplane	III	血管造影用 X 射线装置	通州院区第八手术室	来源: 西门子医疗有限公司 去向:		
5	双能 X 射线骨密度仪	KD-GRAND	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区二期放射科	来源: 康达洲际 去向:		
6	数字减影血管造影装置	Azurion7MI2	II	血管造影用 X 射线装置	通州院区第二导管室	来源: 飞利浦公司 去向:		
7	医用 X 射线胃肠机	DRF-1B	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区二期放射科	来源: 北京万东 去向:		
8	放射诊断用普通 X 射线机	uDR 588i	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区二期放射科	来源: 上海联影 去向:		

本项目设备

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[A0045]

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	放射诊断用普通 X 射线机	uDR 588i	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区二期放射科	来源: 上海联影 去向:		
10	放射诊断用普通 X 射线机	uDR 588i	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区二期放射科	来源: 上海联影 去向:		
11	医用 X 射线 CT 机	uCT 760	III	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	通州院区二期放射科	来源: 上海联影 去向:		
12	放射诊断用普通 X 射线机	Discovery W	III	医用诊断 X 射线装置	放射科 (国际医疗部)	来源: 美国好乐杰公司 去向:		
13	放射诊断用普通 X 射线机	飞天 6000	III	医用诊断 X 射线装置	西果园社区医院放射科	来源: 美国 GE 去向:		
14	牙科 X 射线机	OP300-1	III	口腔 (牙科) X 射线装置	口腔 CT 室机房	来源: 北京思迪克斯公司 去向:		
15	放射诊断用普通 X 射线机	8800	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区骨科手术室	来源: 通用电气公司 去向:		
16	放射诊断用普通 X 射线机	7900	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区骨科手术室	来源: 通用电气公司 去向:		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[A0045]

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
						来源	去向		
17	牙科 X 射线机	X-MIND. SOPRO	III	口腔(牙科) X 射线装置	通州院区口腔科	来源	法国赛特		
						去向			
18	数字减影血管造影装置	INNOVA 3100-IQ	II	血管造影用 X 射线装置	通州院区导管室	来源	通用电气		
						去向			
19	乳腺 X 射线机	Senographe Essential	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区放射科	来源	通用电气公司		
						去向			
20	牙科 X 射线机	PLMKA	III	口腔(牙科) X 射线装置	通州院区口腔科	来源	芬兰普莱梅卡		
						去向			
21	放射诊断用普通 X 射线机	MOBILETT XP DIGITAL	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区病房	来源	德国西门子公司		
						去向			
22	医用 X 射线胃肠机	HF51-7	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区放射科	来源	万东医疗		
						去向			
23	医用 X 射线 CT 机	Discovery CT750 HD	III	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	通州院区放射科	来源	通用电气公司		
						去向			
24	医用 X 射线 CT 机	SOMATOM EMOTION 16	III	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	通州院区放射科	来源	德国西门子公司		
						去向			

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[A0045]

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
						来源	去向		
25	放射诊断用普通 X 射线机	Discovery XR656	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区放射科	来源	通用电气公司		
						去向			
26	放射诊断用普通 X 射线机	Discovery XR650	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区放射科	来源	通用电气公司		
						去向			
27	放射诊断用普通 X 射线机	DEFINIUM 6000	III	医用诊断 X 射线装置	通州院区放射科	来源	通用电气公司		
						去向			
28	放射诊断用普通 X 射线机	Digital Diagnost 65EN	III	医用诊断 X 射线装置	放射科(门诊楼)	来源	飞利浦医疗有限公司		
						去向			
29	放射诊断用普通 X 射线机	DRXR-1	III	医用诊断 X 射线装置	放射科(病房楼)	来源	Carestream Health		
						去向			
30	SPECT/CT 机	Infinia	III	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	核医学科	来源	通用电气公司		
						去向			
31	医用 X 射线 CT 机	Definition Flash	III	医用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	放射科(病房楼)	来源	西门子公司		
						去向			
32	放射诊断用普通 X 射线机	MUX-100DJ	III	医用诊断 X 射线装置	放射科(病房楼)	来源	日本岛津		
						去向			

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 京环辐证[A0045]

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
						来源	去向		
33	放射诊断用普通X射线机	MUX-10	III	医用诊断X射线装置	放射科(病房楼)	来源			
						去向	日本岛津株式会社		
34	放射诊断用普通X射线机	MUX-10J	III	医用诊断X射线装置	放射科(病房楼)	来源			
						去向	日本岛津株式会社		
35	放射诊断用普通X射线机	ARCADIS Orbic 3D	III	医用诊断X射线装置	骨科手术室	来源			
						去向	西门子公司		
36	数字减影血管造影装置	Allura Xper FD20	II	血管造影用X射线装置	放射科(病房楼)	来源			
						去向	西门子公司		
37	放射诊断用普通X射线机	ARCADIS Varic	III	医用诊断X射线装置	骨科手术室	来源			
						去向	西门子公司		
38	医用X射线CT机	Somatom Emotion 16	III	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	放射科(病房楼)	来源			
						去向	西门子公司		
39	放射诊断用普通X射线机	AXIOM Aristos	III	医用诊断X射线装置	放射科(门诊楼)	来源			
						去向	西门子公司		
40	乳腺X射线机	Senographie Essential	III	医用诊断X射线装置	放射科(门诊楼)	来源			
						去向	GE		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号 京环辐证[A0045]

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
						来源	去向		
41	放射诊断用普通X射线机	Digital Diagnost Pro	III	医用诊断X射线装置	放射科(病房楼)	来源	飞利浦医疗有限公司		
						去向			
42	放射诊断用普通X射线机	ARCADIS Orbic 3D	III	医用诊断X射线装置	骨科手术室	来源	西门子公司		
						去向			
43	牙科X射线机	CS2200	III	口腔(牙科)X射线装置	口腔科放射室	来源	Carestream Health		
						去向			
44	放射诊断用普通X射线机	Essenta DR Compact	III	医用诊断X射线装置	放射科(国际医疗部)	来源	荷兰飞利浦公司		
						去向			
45	医用X射线CT机	Brilliance CT 16 Slice	III	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	放射科(国际医疗部)	来源	德国西门子公司		
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			

北京市生态环境局

京环审〔2022〕55号

北京市生态环境局关于通州院区新建核医学科项目环境影响报告表的批复

北京中医药大学东直门医院：

你单位报送的《通州院区新建核医学科项目环境影响报告表》（项目编号：辐审 A20220052）及相关材料收悉。经审查，批复如下：

一、拟建项目位于通州区翠屏西路 116 号你单位二期门诊医技综合楼地下一层西北角，内容为新建核医学科，使用 1 台 PET/CT、1 台 SPECT/CT 设备、1 枚 Ge-68 校准源；使用 F-18、Tc-99m 和 I-131 核素开展显像诊断，I-131 开展甲功检查、甲亢治疗，Sr-89 开展骨转移瘤治疗，属乙级非密封放射性物质工作场所（详见附件）。项目总投资 5000 万元，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、项目建设及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，拟建项目公众和职业照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a 和 2mSv/a。须落实环境影响报告表中混凝土、重晶石、硫酸钡水泥、铅等屏蔽防护措施，并强化 PET 注射后候诊室东侧 2 个防护门屏蔽，确保场所控制区各边界外、控制区内各房间墙体（含手套箱）外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。控制区、监督区 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 。

2. 须对核医学科工作场所实行分区管理，设置明显控制区、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，地面设置患者引导标志。采取防护手套箱、集气罩、铅注射窗、隔室操作、门灯联锁、门禁系统、监控对讲、防盗装置、患者出口专用电梯控制、候诊室（PET 不超过 3 人）设铅屏风或铅隔断等各种有效的安全防护措施，配备铅衣、铅帽等防护用品，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。

3. 须加强辐射安全管理，完善岗位职责、操作规程、监测方案等辐射安全管理规章制度，包括避免与人员交叉的送药可操作流程、核医学诊断和治疗异常事件防范措施及应对规程、应急淋浴控制、放射性同位素质控检测规程等。核医学科全体人员（本

项目新增12人)均须通过辐射安全与防护考核,并进行个人剂量监测。配备1台辐射剂量巡测仪、1台表面污染监测仪等监测仪器,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。

4.放射性同位素操作须在专用防护手套箱(配备高效过滤器)内进行,肺通气在集气罩旁进行。核医学各场所放射性废气经2套独立排风系统(手套箱和集气罩1套,控制区其他场所1套)、两级活性炭过滤器(每个不少于5kg)、高于楼顶(约64米)朝南排放。过滤装置每年至少更换一次滤材,更换后的滤材按放射性固体废物妥善处置。

5.须配备至少8个具有防护功能的废物桶,分类收集放射性固体废物。设置放射性废物暂存库,确保含I-131、Sr-89、其它核素废物暂存分别超过180天、500天、30天,并经监测合格后,方可解控作为医疗废物处置。须设置4个槽式衰变池(总容积不小于66m³),收集高活室、受检人员卫生间和清洗废水、应急淋浴产生的废水,设置液位指示和报警装置。确保放射性废水暂存超过270天后,方可解控排放。须建立放射性废物、废水管理台账,清晰记录废物、废水的暂存、检测、解控、处置等信息。

三、项目建设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。

四、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。

五、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，相关场所、设施与装置方可投入使用。项目竣工后须按照有关规定及时开展环保验收。

- 附件：1. 射线装置、放射性药物、放射源使用明细表
2. 核医学科辐射防护用品配置表



(此文主动公开)

附件1

射线装置使用明细表

名称	类别	数量	型号	主要参数	工作场所	备注
PET/CT	III	1	uMI 780	140kV/830mA	地下一层核医学科 PET/CT室	新增设备
SPECT/CT	III	1	NM/CT 860	140kV/200mA	地下一层核医学科 SPECT/CT室	新增设备

放射性药物使用明细表

核素名称	物理状态	日最大操作量	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	用途
F-18	液态	3.85E+09Bq (2.96E+08Bq/人, 13人次/日)	3.85E+06	8.42E+11, 每年工作250日	PET/CT显像
Tc-99m	液态	1.39E+10Bq (9.25E+08Bq/人, 15人次/日)	1.39E+07	2.78E+12, 每年工作250日	SPECT、 SPECT/CT显像
Tc-99m	气态	1.48E+09Bq (7.40E+08Bq/人, 2人次/日)	1.48E+08	1.48E+11, 每年 工作100日	肺通气 SPECT/CT显像
I-131	液态	9.25E+08Bq (1.85E+08Bq/人, 5人次/日)	9.25E+07	9.25E+10, 每年工作100日	SPECT/CT显像
I-131	液态	1.85E+09Bq (3.70E+08Bq/人, 5人次/日)	1.85E+08	1.85E+11, 每年工作100日	甲亢治疗
I-131	固态	1.67E+06Bq (3.33E+05Bq/人, 5人次/日)	1.67E+04	1.67E+08, 每年工作100日	甲功测定
Sr-89	液态	2.96E+08Bq (1.48E+08Bq/人, 2人次/日)	2.96E+07	2.96E+10, 每年工作100日	骨转移瘤治疗

放射源使用明细表

核素名称	活度(Bq)	数量(枚)	类别	用途	贮存地点
Ge-68	7.4E+07	1	V	桶源, PET/CT质控校准	地下一层核医学科 储源室

附件2

核医学科辐射防护用品配置表

名称	数量(个)	规格	使用场所
活度计	1	型号待定	高活室
手套箱	1	50mmPb	高活室
集气罩	1	/	肺通气/甲功室
钨合金暂存运输器	1	20mmPb 当量	高活室
注射器防护套	2	1个 20mmPb 钨合金、1个 10mmPb 钨合金	高活室
翻转式铅罐	1	42mmpb	高活室
防护注射窗	1	1个 40mmPb	注射室
	1	1个 5mmPb 移动式铅屏蔽注射台	运动负荷/抢救室
储源保险柜	1	型号待定	高活室
运输防护铅盒	2	1个 25mmPb、1个 10mmPb	高活室
铅废物桶	4	5mmPb	废物间
	2	20mmPb	注射室
	1	5mmPb	肺通气/甲功室
	1	5mmPb	运动负荷/抢救室
铅衣、铅围脖	4	0.5mmPb	PET/CT 检查室、SPECT/CT 检查室和高活室
移动铅屏风	3	2mmPb	SPECT 候诊室
	3	6mmPb	PET 候诊室
	1	3mmPb	肺通气/甲功室

抄送：通州区生态环境局，北京辐环科技有限公司。

北京市生态环境局办公室

2022年4月15日印发

附件 3 辐射工作场所验收监测报告



深圳市瑞达检测技术有限公司

检测报告

SZRD2024FH0787

检测内容: 放射防护检测

受检单位: 北京辐环科技有限公司

检测目的: 验收检测

检测日期: 2024 年 2 月 28 日

编制: 武大鹏

审核: 于文愿

签发: 周宏伟

签发日期: 2024 年 3 月 21 日



报告编号: SZRD2024FH0787

深圳市瑞达检测技术有限公司 检测报告

一、基本信息

委托单位名称	北京辐环科技有限公司
受检单位名称	北京中医药大学东直门医院
受检单位地址	北京市东城区海运仓5号 北京市通州区翠屏西路116号
检测地点	北京市通州区翠屏西路116号
项目编号	0520240228001
检测目的	验收检测
检测项目	周围剂量当量率
检测方法依据	GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》 HJ 1188-2021《核医学辐射防护与安全要求》
检测内容参照	GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》 HJ 1188-2021《核医学辐射防护与安全要求》
检测时间	2024年2月28日07时50分~2024年2月28日10时50分
检测人员	武大鹏、于久愿

二、主要检测仪器

名称	型号	编号	检定/校准证书编号	检定/校准日期
辐射检测仪	AT1121	20170421	DLj12023-08500 DLj12023-09417	2023年7月4日 2023年7月21日

注: 检定/校准证书的有效期为1年。

(转下页)

报告编号: SZRD2024FH0787

(接上页)

一、检测结果

表 1 高活室检测结果

场所代码	A			
场所名称	高活室			
检测条件	转运铅盒内放置约 290MBq ¹⁸ F-FDG, 通风橱内分装约 301MBq ¹⁸ F-FDG, 储源罐内放置约 1110MBq ¹⁸ F 药液。			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 (μSv/h)	备注	
A1	转运铅盒外表面 30cm	1.78	控制区	
A2	铅废物桶外表面 30cm	0.11		
A3	储源罐外表面 30cm	2.12		
A4	通风橱	左手孔外 30cm		0.88
A5		右手孔外 30cm		0.82
A6		前表面 30cm		1.72
A7		左表面 30cm		1.82
A8		右表面 30cm		1.89
A9		上表面 30cm		0.24
A10		观察窗外 30cm		1.75
A11		距裸源 (约 204MBq ¹⁸ F-FDG) 1m 处	31.5	
A12	楼上	0.11	监督区	
A13	楼下	0.11		

(转下页)

(接上页)

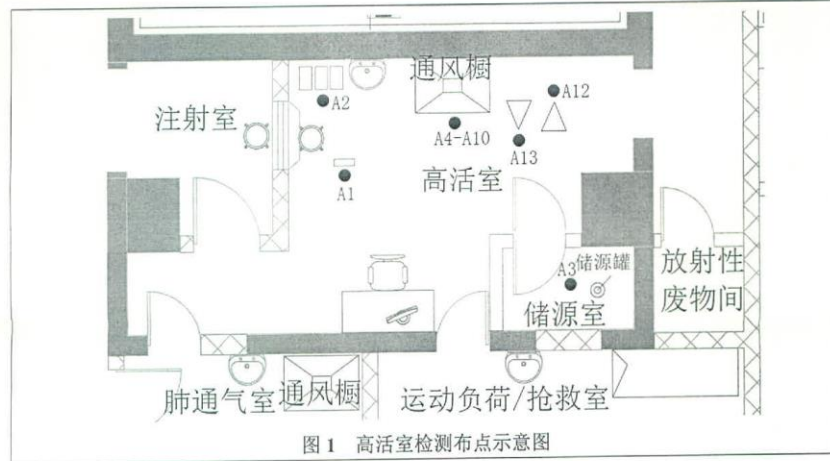


图1 高活室检测布点示意图

表2 注射室检测结果

场所代码	B			
场所名称	注射室			
检测条件	患者旁放置约 301MBq ¹⁸ F-FDG。			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 (μSv/h)	备注	
B1	注射窗外 30cm	1.93	控制区	
B2	左手孔 30cm	1.25		
B3	右手孔 30cm	1.91		
B4	注射人员胸口处	1.30		
B5	注射室门	上侧		1.90
		下侧		1.90
		左侧		1.47
		右侧		1.81
		中部		1.81
B6	东墙	高活室		1.50
B7	南墙	高活室	0.78	

(转下页)

(接上页)

检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
B8	患者体表外 1m	17.2	控制区
B9	西侧送风机房	0.11	监督区
B10	西侧男卫生间	0.11	
B11	楼上	0.11	
B12	楼下	0.11	

图2 注射室检测布点示意图

表3 PET候诊室检测结果

场所代码	C		
场所名称	PET候诊室		
检测条件	候诊室内有一名注射约 290MBq ^{18}F -FDG 的患者		
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
C1	东墙	0.10	控制区
C2	南墙	0.11	
C3	西墙	0.09	
C4	北墙	1.61	
C5	北防护门	上侧	
		下侧	1.44

(转下页)

(接上页)

检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
C5	北防护门	左侧	1.10	控制区
		右侧	1.71	
		中部	1.00	
C6	东防护门	上侧	0.17	
		下侧	0.62	
		左侧	0.26	
		右侧	0.12	
		中缝	0.18	
		左扇中部	0.24	

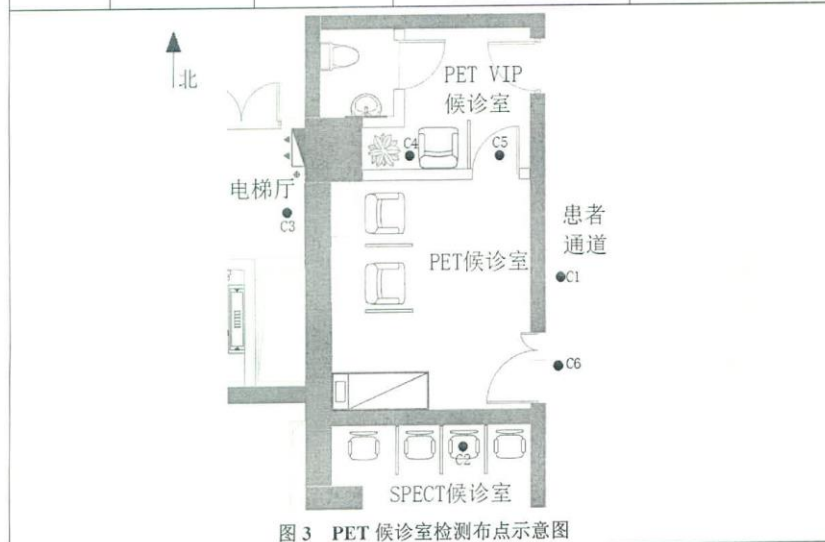


图3 PET候诊室检测布点示意图

(转下页)

报告编号: SZRD2024FH0787

(接上页)

表 4 PET 候诊室、PET VIP 候诊室检测结果

场所代码	D			
场所名称	PET 候诊室、PET VIP 候诊室			
检测条件	PET 候诊室在三个患者候诊位各放置 1 支 185MBq ¹⁸ F 裸源, 同时在 PET VIP 候诊室内放置 1 支约 185MBq ¹⁸ F 裸源。			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 (μSv/h)	备注	
D1	东墙	0.24	控制区	
D2	东墙	0.28		
D3	南墙	0.16		
D4	西墙	0.11		
D5	西墙	0.11		
D6	北墙	1.36		
D7	PET 候诊室东侧防护门	上侧		2.17
		下侧		1.67
		左侧		1.35
		右侧		1.49
		中缝		1.61
		左扇中部		1.75
D8	VIP 候诊室东侧防护门	上侧		0.65
		下侧	0.87	
		左侧	0.52	
		右侧	1.22	
		中部	1.12	
D9	楼上	0.11	监督区	
D10	楼下	0.37		

(转下页)

(接上页)



图 4 PET 候诊室、PET VIP 候诊室检测布点示意图

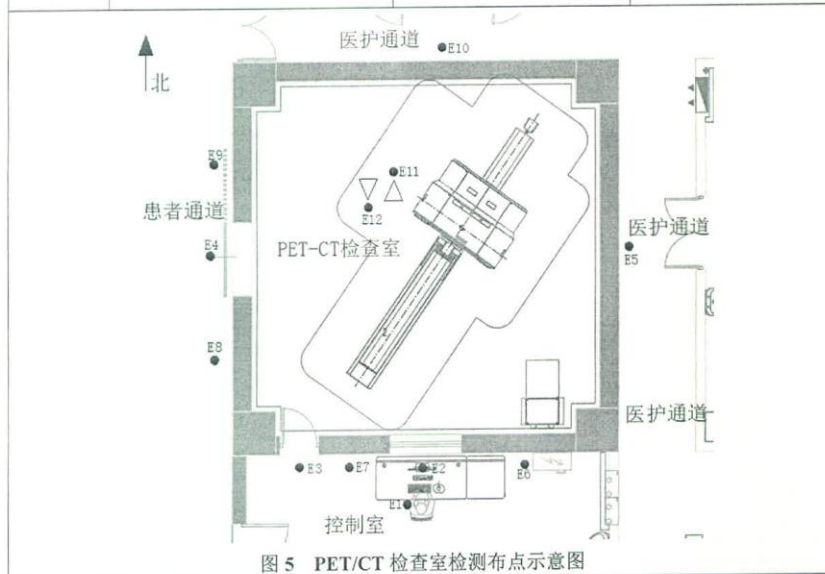
表 5 PET/CT 检查室检测结果

场所代码	E			
场所名称	PET/CT 检查室			
检测条件	诊断床上放置一支约 185MBq ¹⁸ F 裸源, 同时进行 CT 扫描, 扫描条件: 120kV、240mA、2.1s, 螺旋扫描模式, 准直宽度为 40mm, 散射体为 CT 剂量模体。			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 (μSv/h)	备注	
E1	工作人员操作位	0.32	控制区	
E2	观察窗	上侧		0.34
		下侧		0.40
		左侧		0.35
		右侧		0.35
		中部		0.36
E3	控制室门	上侧		0.15
		下侧		0.14
		左侧		0.12
		右侧		0.14
		中部	0.16	

(转下页)

(接上页)

检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
E4	机房门	上侧	1.00	控制区
		下侧	1.74	
		左侧	0.95	
		右侧	1.74	
		中部	1.62	
E5	东墙		0.11	
E6	南墙		0.11	
E7	南墙		0.11	
E8	西墙		0.11	
E9	西墙		0.11	
E10	北墙		0.11	
E11	楼上		0.11	监督区
E12	楼下		0.11	



(转下页)

报告编号: SZRD2024FH0787

(接上页)

表 6 患者通道检测结果

场所代码	F			
场所名称	患者通道			
检测条件	PET 候诊室在三个患者候诊位各放置 1 支 185MBq ¹⁸ F 裸源, 同时在 PET VIP 候诊室内放置 1 支约 185MBq ¹⁸ F 裸源。			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 (μSv/h)	备注	
F1	医护通道门	上侧	0.11	控制区
		下侧	0.11	
		左侧	0.11	
		右侧	0.10	
		中缝	0.11	
		左扇中部	0.11	
		右扇中部	0.11	
F2	控制室门	上侧	0.11	控制区
		下侧	0.11	
		左侧	0.11	
		右侧	0.11	
		中部	0.11	
F3	患者出口门	上侧	0.10	控制区
		下侧	0.11	
		左侧	0.11	
		右侧	0.10	
		中缝	0.11	
		左扇中部	0.11	
		右扇中部	0.11	

(转下页)

(接上页)

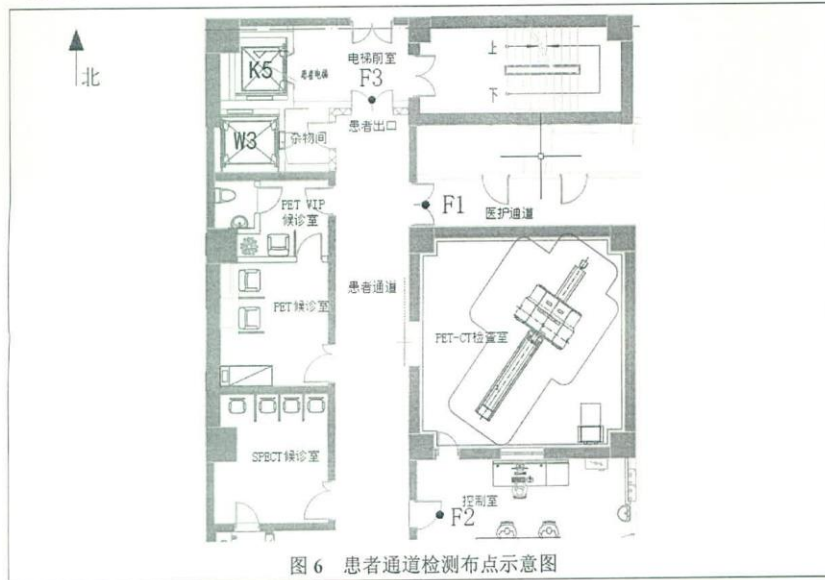


图 6 患者通道检测布点示意图

表 7 运动负荷/抢救室检测结果

场所代码	G			
场所名称	运动负荷/抢救室			
检测条件	运动负荷/抢救室内放置一支约 185MBq ¹⁸ F 裸源。			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 (μSv/h)	备注	
G1	南侧防护门	上侧	1.46	控制区
		下侧	2.18	
		左侧	2.01	
		右侧	2.09	
		中缝	2.27	
		左扇中部	2.05	

(转下页)

报告编号: SZRD2024FH0787

(接上页)

检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
G2	北侧防护门	上侧	2.10	控制区
		下侧	2.27	
		左侧	1.82	
		右侧	1.73	
		中部	1.96	
G3	患者入口门	上侧	0.11	监督区
		下侧	0.11	
		左侧	0.11	
		右侧	0.11	
		中缝	0.11	
		左扇中部	0.11	
		右扇中部	0.11	
G4	东墙		0.15	控制区
G5	南墙		0.11	
G6	西墙		0.11	
G7	北墙		1.77	
G8	楼上		0.12	监督区
G9	楼下		0.11	

(转下页)

(接上页)

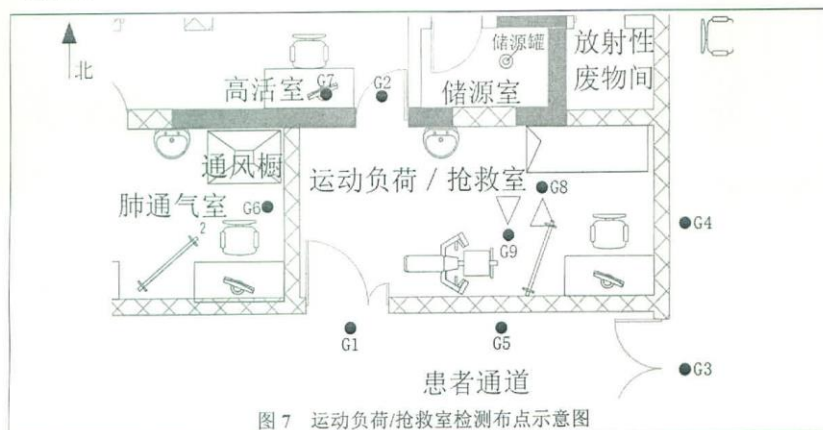


图 7 运动负荷/抢救室检测布点示意图

表 8 污泵房检测结果

场所代码	H			
场所名称	污泵房			
检测条件	正常工况。			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注	
H1	门	上侧	0.10	控制区
		下侧	0.10	
		左侧	0.10	
		右侧	0.11	
		中缝	0.11	
		左扇中部	0.10	
		右扇中部	0.11	
H2	西墙	0.11		

(转下页)

(接上页)

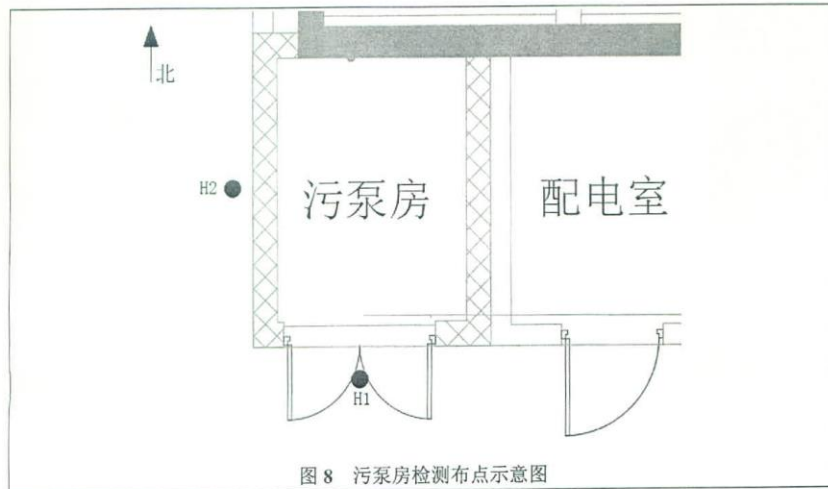


图 8 污泵房检测布点示意图

表 9 衰变池检测结果

场所代码	I		
场所名称	衰变池		
检测条件	正常工况		
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
11	衰变池上表面 30cm	0.11	控制区

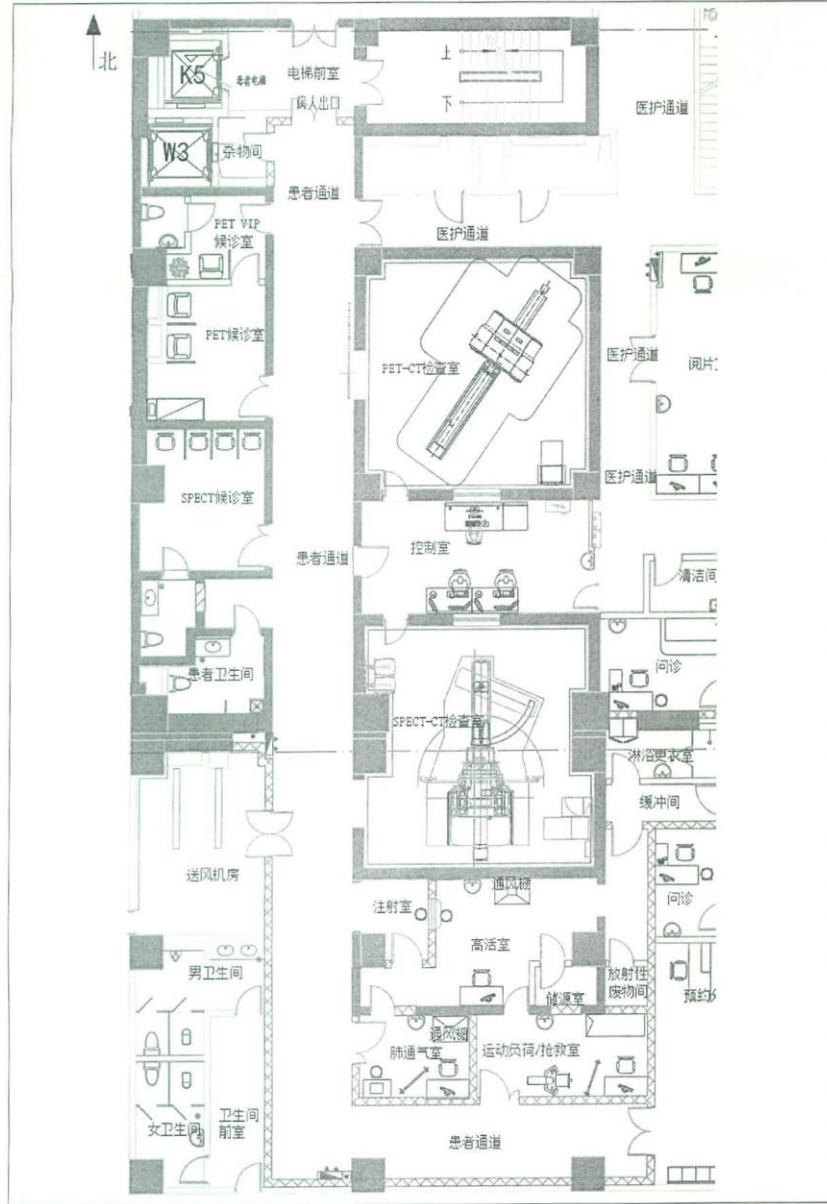
二、备注

1. 检测结果未扣除本底值;
2. 周围剂量当量率本底范围: $0.11 \sim 0.12 \mu\text{Sv/h}$ 、平均值 $0.11 \mu\text{Sv/h}$ 。

(转下页)

(接上页)

三、PET 工作场所整体平面布局图



(以下正文空白)



深圳市瑞达检测技术有限公司

检测报告

SZRD2024FH0788

检测内容: β 表面污染

受检单位: 北京辐环科技有限公司

检测目的: 验收检测

检测日期: 2024 年 2 月 28 日

编制: 武大鹏

审核: 于文愿

签发: 周宏伟

签发日期: 2024 年 2 月 28 日



报告编号: SZRD2024FH0788

深圳市瑞达检测技术有限公司 检测报告

一、基本信息

委托单位名称	北京辐环科技有限公司
受检单位名称	北京中医药大学东直门医院
受检单位地址	北京市东城区海运仓 5 号 北京市通州区翠屏西路 116 号
检测地点	北京市通州区翠屏西路 116 号
项目编号	0520231216003
检测目的	验收检测
检测项目	β 表面污染
检测时间	2024 年 2 月 28 日 09 时 30 分~2024 年 2 月 28 日 11 时 43 分
检测人员	武大鹏、于久愿
检测方法依据	HJ 1188-2021《核医学辐射防护与安全要求》 GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》 GB/T 14056.1-2008《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》
检测内容参照	HJ 1188-2021《核医学辐射防护与安全要求》 GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》 GB/T 14056.1-2008《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》

二、主要检测仪器

名称	型号	编号	检定/校准证书编号	检定/校准日期
表面污染仪	CoMo170	20170407	DLhd2024-00502	2024 年 2 月 19 日

注: 检定/校准证书的有效期为 1 年。

三、检测结果

场所代码	场所名称	点位编号	检测点位置描述	检测结果 (Bq/cm ²)	场所分区
A	注射室	A1	东墙	<MDL	控制区
		A2	南墙	<MDL	
		A3	北墙	<MDL	

(转下页)

(接上页)

场所代码	场所名称	点位编号	检测点位置描述	检测结果 (Bq/cm ²)	场所分区
A	注射室	A4	地面	<MDL	控制区
		A5	南门	<MDL	
		A6	注射台	<MDL	
		A7	普通垃圾桶	<MDL	
		A8	椅子	<MDL	
B	高活室	B1	东墙	<MDL	控制区
		B2	南墙	<MDL	
		B3	西墙	<MDL	
		B4	北墙	<MDL	
		B5	地面	<MDL	
		B6	源库门	<MDL	
		B7	注射室门	<MDL	
		B8	人员通道门	<MDL	
		B9	放射性废物间门	<MDL	
		B10	抢救车	<MDL	
		B11	洗手池(瓷砖)	<MDL	
		B12	普通垃圾桶	<MDL	
		B13	医疗垃圾桶	<MDL	
		B14	放射性废物铅废物桶	<MDL	
		B15	储物柜	<MDL	
		B16	铅衣架	<MDL	
		B17	手套箱	<MDL	

(转下页)

(接上页)

场所代码	场所名称	点位编号	检测点位置描述	检测结果 (Bq/cm ²)	场所分区
C	PET 候诊室	C1	东墙	<MDL	控制区
		C2	南墙	<MDL	
		C3	西墙	<MDL	
		C4	北墙	<MDL	
		C5	地面(瓷砖)	<MDL	
		C6	北侧防护门	<MDL	
		C7	东侧防护门	<MDL	
		C8	北侧沙发	<MDL	
		C9	中部沙发	<MDL	
		C10	南侧沙发	<MDL	
		C11	北侧铅屏风	<MDL	
		C12	南侧铅屏风	<MDL	
		C13	东侧铅屏风	<MDL	
		C14	北侧凳子	<MDL	
		C15	南侧凳子	<MDL	
		C16	医疗垃圾桶	<MDL	
D	PET VIP 候诊室	D1	东墙	<MDL	控制区
		D2	南墙	<MDL	
		D3	西墙	<MDL	
		D4	北墙	<MDL	
		D5	地面(瓷砖)	<MDL	
		D6	南侧防护门	<MDL	
		D7	东侧防护门	<MDL	

(转下页)

(接上页)

场所代码	场所名称	点位编号	检测点位置描述	检测结果 (Bq/cm ²)	场所分区
D	PET VIP 候诊室	D8	医疗垃圾桶	<MDL	控制区
E	PET VIP 候诊室内洗手间	E1	南墙(瓷砖)	<MDL	控制区
		E2	西墙(瓷砖)	<MDL	
		E3	北墙(瓷砖)	<MDL	
		E4	地面(瓷砖)	<MDL	
		E5	洗手间门	<MDL	
		E6	马桶	<MDL	
		E7	洗手池(瓷砖)	<MDL	
		E8	普通垃圾桶	<MDL	
F	患者卫生间	F1	东墙(瓷砖)	<MDL	控制区
		F2	南墙(瓷砖)	<MDL	
		F3	西墙(瓷砖)	<MDL	
		F4	北墙(瓷砖)	<MDL	
		F5	地面(瓷砖)	<MDL	
		F6	洗手池(瓷砖)	<MDL	
		F7	马桶(瓷砖)	<MDL	
		F8	墩布池(瓷砖)	<MDL	
		F9	普通垃圾桶	<MDL	
		F10	门	<MDL	
G	运动负荷室	G1	东墙	<MDL	控制区
		G2	南墙	<MDL	
		G3	西墙	<MDL	

(转下页)

(接上页)

场所代码	场所名称	点位编号	检测点位置描述	检测结果 (Bq/cm ²)	场所分区
G	运动负荷室	G4	北墙	<MDL	控制区
		G5	地面(瓷砖)	<MDL	
		G6	抢救床	<MDL	
		G7	南门	<MDL	
		G8	北门	<MDL	
		G9	洗手池	<MDL	
		G10	凳子	<MDL	
H	PET/CT 检查室	H1	东墙	<MDL	控制区
		H2	南墙	<MDL	
		H3	西墙	<MDL	
		H4	北墙	<MDL	
		H5	地面	<MDL	
		H6	观察窗	<MDL	
		H7	操作室门	<MDL	
		H8	机房门	<MDL	
		H9	医疗垃圾桶	<MDL	
		H10	放射性废物铅废物桶	<MDL	
		H11	机架	<MDL	
		H12	诊断床	<MDL	
		H13	柜子	<MDL	
		H14	铅衣架	<MDL	
		H15	柜子	<MDL	

(转下页)

(接上页)

场所代码	场所名称	点位编号	检测点位置描述	检测结果 (Bq/cm ²)	场所分区
H	PET/CT 检查室	H16	配电柜	<MDL	控制区
		H17	加湿器	<MDL	
		H18	患者脚踏	<MDL	
I	控制室	11	东墙	<MDL	监督区
		12	南墙	<MDL	
		13	西墙	<MDL	
		14	北墙	<MDL	
		15	地面	<MDL	
		16	南侧门	<MDL	
		17	东侧门	<MDL	
		18	西侧门	<MDL	
		19	北侧门	<MDL	
		110	观察窗	<MDL	
		111	操作台	<MDL	
112	电脑桌	<MDL			
113	椅子	<MDL			

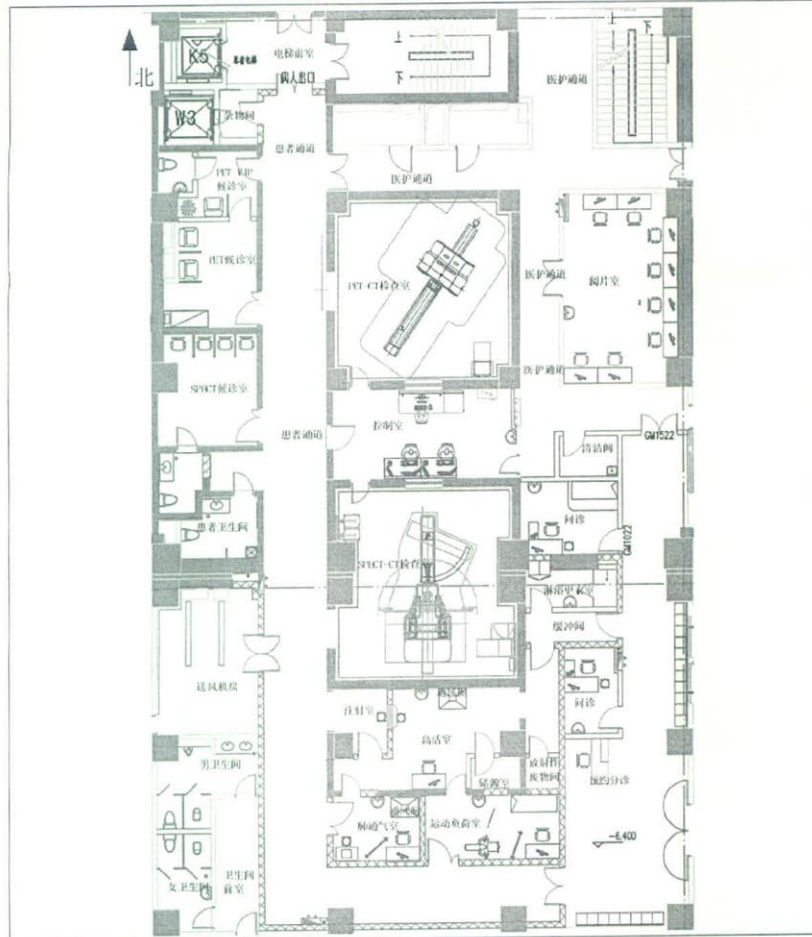
三、备注

1. 检测结果为各检测位置所测最大值 (直接测量法), 已扣除表面污染仪现场本底值;
2. 检测时表面污染仪灵敏窗与被测表面的距离为 10mm;
3. MDL 指本次检测使用的表面污染仪探测下限, 对 β 为 0.09Bq/cm² (95%置信水平)。

(转下页)

(接上页)

四、工作场所平面布局图



(以下正文空白)



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L16964



深圳市瑞达检测技术有限公司

检测报告

SZRD2024FH0789

检测内容: _____ 风速 _____

委托单位: _____ 北京辐环科技有限公司 _____

检测目的: _____ 验收检测 _____

检测日期: _____ 2024 年 2 月 28 日 _____

编制: _____ 武大鹏 _____

审核: _____ 子文愿 _____

签发: _____ 周海伟 _____

签发日期: _____ 2024 年 3 月 21 日 _____



报告编号: SZRD2024FH0789

深圳市瑞达检测技术有限公司 检测报告

一、基本信息

委托单位名称	北京辐环科技有限公司
受检单位名称	北京中医药大学东直门医院
委托单位地址	北京市东城区海运仓 5 号 北京市通州区翠屏西路 116 号
受检单位地址	北京市通州区翠屏西路 116 号
检测地点	核医学科
项目编号	0520240228003
检测目的	委托检测
检测项目	风速
检测依据	GB/T 16758-2008《排风罩的分类及技术条件》(A.2.1.2) GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》(J.8)
评价依据	GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》
环境条件	22.0°C, 37%RH
检测时间	2024 年 2 月 28 日 10 时 31 分~2024 年 2 月 28 日 10 时 35 分
检测人员	武大鹏、于久愿

二、主要检测仪器

名称	型号	编号	校准证书编号	校准日期
风速仪	Testo 405-V1	20210640	L.Svm2023-04568	2023 年 7 月 20 日

注: 校准证书的有效期为 1 年。

(转下页)

报告编号: SZRD2024FH0789

(接上页)

三、检测结果

序号	测试位置		测试条件	测试结果	标准要求	单项结论	备注
1	高活室 通风橱	左手孔	开启排风装置, 左、 右操作孔完全开启	0.68 m/s	≥ 0.5 m/s	合格	无
2		右手孔	开启排风装置, 左、 右操作孔完全开启	0.62 m/s	≥ 0.5 m/s	合格	无

四、检测结论与评价

依据 GB/T 16758-2008《排风罩的分类及技术条件》(A.2.1.2) 和 GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》对核医学科高活室通风橱的操作手孔风速进行检测, 检测结果满足 GBZ 120-2020《核医学放射防护要求》的要求。

(以下正文空白)



附件4 本项目辐射工作人员信息表

姓名	性别	工作岗位	毕业学校	专业	培训时间	培训证号
郭敬媛	女	核医学	北京中医药大学	护理	2022-09-16	FS22BJ0300374
王星然	女	核医学	山东第一医科大学	医学影像技术	2023-02-09	FS23BJ0300068
周通	男	核医学	中国医科大学	医学影像学	2023-06-20	FS23BJ0300320
渠方方	女	核医学	泰山医学院	应用物理学	2023-02-20	FS23BJ0300100
王红艳	女	核医学	首都医科大学	医学影像学	2023-06-18	FS23BJ03003313
侯华	男	核医学	华北理工大学	医学检验技术	2023-02-09	FS23BJ0300069
张媛媛	女	核医学	厦门大学	病理学与病理生理学	2023-02-20	FS23BJ0300101
吴培琳	女	核医学	北京协和医学院	医学影像与核医学	2022-09-16	FS22BJ0300375
徐春雪	女	核医学	哈尔滨医科大学	医学影像技术	2023-02-09	FS23BJ0300071
马阔	男	核医学	河北医科大学	医学影像技术	2023-02-09	FS23BJ0300064
彰金	男	核医学	首都医科大学	医学影像学	2023-06-09	FS23BJ0300277
渠方方	女	核医学	首都医科大学	应用物理学	2023-02-20	FS23BJ0300100
李颖	女	核医学	泰山医学院	医学影像学	2023-06-20	FS23BJ0300321
赵天佐	男	放射科	中日友好医院 临床医学研究所	医学影像学	2023-04-21	院内考试
宋连英	男	放射科	南通大学	医学影像学	2023-04-21	院内考试