

核技术利用建设项目
新建核医学科 PET 中心项目
竣工环境保护验收报告

建设单位名称（盖章）：北京大学首钢医院

建设单位法人代表（签名或签章）：



通讯地址：北京市石景山区晋元庄路9号

邮政编码：100144

联系人：刘逢雨

电子邮箱：sgyy_yzc@163.com 联系电话：：010-57830827

说 明

1.本建设项目竣工环境保护验收报告按照《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》和《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的规定进行编制。

2.建设项目主体单位对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责。

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:

填 表 人:

建设单位:

北京大学首钢医院

(盖章)

电话: 010-57830827

传真: /

邮编: 100144

地址: 北京市石景山区晋元庄路 9

号

编制单位:

北京管道科创科技有限公司

(盖章)

电话: 18600239925

传真: /

邮编: 100142

地址: 北京市石景山区古城西路

113 号 718

目 录

一、 项目概况.....	1
二、 验收范围.....	6
三、 验收依据.....	7
四、 主要放射性污染物.....	10
五、 辐射安全防护措施.....	14
六、 放射性“三废”处置.....	26
七、 辐射监测结果.....	28
八、 辐射安全管理.....	33
九、 项目验收结论.....	39
附件 1 环评审批批复文件.....	42
附件 2 辐射安全许可证.....	47
附件 3 场所检测报告.....	51
附件 4 乙类大型医用设备配置许可证.....	58
附件 5 放射性固体废物处置台账.....	59
附图 1 地理位置图.....	60
附图 2 医院平面图.....	61
附图 3 PET 中心场所平面图.....	62
附图 4 PET 中心监督区、控制区分区及人流导向图.....	63
附图 5 PET 中心衰变池结构示意图.....	64
辐射类建设项目验收意见表.....	65
表一 工程建设基本情况.....	66
表二 工程变动情况.....	67
表三 环境保护设施落实情况.....	67
表四 环境保护设施调试效果.....	68
表五 工程建设对环境的影响.....	69
表六 验收结论.....	70
验收组名单.....	71

一、 项目概况

1.1 医院简介

北京大学首钢医院（以下简称“首钢医院”或“医院”）始建于1949年，是一所集医疗、教学、科研、预防保健为一体的大型三级综合医院，占地面积65610 平方米，编制床位1006张，在岗职工1800余人，拥有设有36个临床科室，12医技科室，四个社区卫生服务中心。2002年9月，首钢总公司与北京大学签署联合办院协议，成为北京大学附属医院、北京大学教学医院、北京大学临床学院。首钢医院现为北京市基本医疗保险A类定点医院、北京市住院医师规范化培训基地、石景山区区域医疗中心，2022年北京冬奥会场馆医疗保障牵头医院。

首钢医院坚持“以重点学科带动医院发展，以特色技术带动学科发展”的发展战略，在几代人的共同努力下，目前已经拥有胃肠外科、泌尿外科、肝胆胰外科、普通外科、骨科、骨肿瘤科、呼吸内科、心血管内科、神经内科、消化内科、血管医学科等一批优势学科和行业知名学科带头人。2017年3月，医院率先建设了国内第一家三级医院安宁疗护中心。近年来，医院通过不断加强人才工作和学科建设，综合竞争力不断攀升，相继承担着国家级、省部级、市级等众多科研项目。

本项目地理位置见附图 1 所示。医院建筑平面布局情况见附图 2。

1.2 项目背景

北京大学首钢医院 1989 年建科，现有 1 台 SPECT 自 2003 年开始使用，目前常规开展骨扫描、肾动态、肝胆显像检查等多项核医学检查项目，利用 Tc-99m 药物开展诊疗工作，2019 年度核医学科检查量达到 3699 人次。

原有核医学科设备已使用超过 15 年，设备严重老化，多次出现故障，不能满足院内诊疗需要，因此对院内核医学科进行升级，北京大学首钢医院拥有以顾晋院长为中心的肿瘤优势学科群，致力于打造从预防、治疗到晚期临终关怀的全流程全学科的肿瘤诊疗体系，核医学 PET/CT 是其中重要的诊疗手段。北京大学首钢医院 PET 中心的建立将为北京西部患者提供优质的核医学检查资源。医院增加 PET/CT 大型仪器设备的需求，得到了卫健委的支持，PET/CT 设备已于 2019 年 10 月获得了《乙类大型医用设备配置许可证》（乙 0101100009），见附件 4。

正电子发射扫描技术(PET)在肿瘤等疾病的诊断和疗效评估中具有独特的优势，常用于多数肿瘤的诊断、分期和治疗评估并进行精确定位，特别适合确定肿瘤有无转移和复发。PET 是把标记有正电子核素(如 F-18)的示踪剂注射到人体内，然后利用体外探测仪器 (PET) 探测这些正电子核素在人体全身脏器的分布情况，再结合 CT 的扫描图像，进行影像融合，可以观察病灶的病理生理变化及形态结构，从而显著提高疾病诊断的准确性以及治疗方案的合理性。

为此，首钢医院将原医工处办公楼 1 层西侧区域改建成核医学科 PET 中心，改造后配套使用了 1 台联影 uMI550 型 PET/CT 和 1 枚 Ge-68 的校准源，使用 F-18 核素开展核医学显像诊断，该场所为一处丙级非密封放射性物质工作场所。

医院于 2020 年委托北京辐环科技有限公司编制并向北京市生态环境局申报了“新建核医学科 PET 中心项目”辐射环境影响评价报告表，于 2020 年 12 月取得了该项目环评批复（京环审【2020】161 号，见附件 1），批准医院新建一处丙级非密封放射性物质工作场所，在场所内使用 F-18、

开展核医学诊断检查。该场所改造完成后，对照环评批复要求，逐一落实批复要求后向北京市生态环境局提交重新申领辐射安全许可证事宜，并于2021年12月2日取得了重新申领后的辐射安全许可证（京环辐证【H0007】，见附件2），其种类和范围为：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。

1.3 自行验收组织与实施

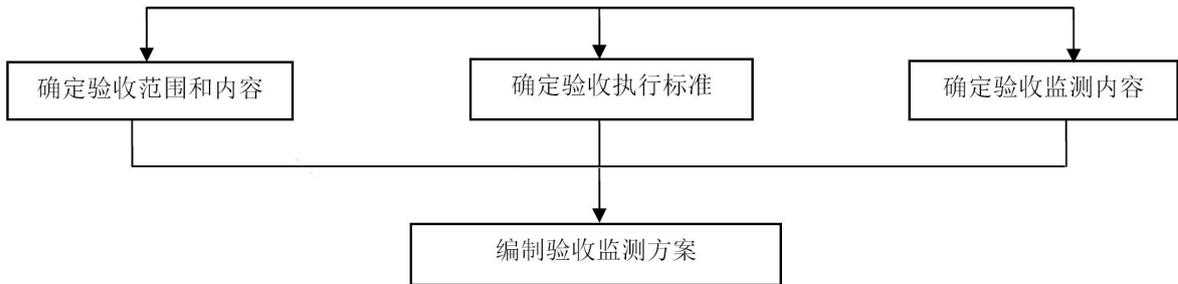
本项目验收包含的京环审【2020】161号项目内容，于2021年12月取得辐射安全许可证（京环辐证【H0007】），因卫生放射诊疗许可证的办理较为迟缓，故本项目于2022年1月才正式全面进入调试阶段。根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的要求，项目环境保护设施竣工后应对项目进行环境保护自行验收。首钢医院于2022年4月成立了本项目的验收工作组，启动了的本项目自行验收工作。

医院的验收工作主要包括验收监测工作和后续工作。其中验收监测工作经历了启动、自查、编制验收监测方案、实施监测与检查、编制验收监测报告共五个阶段。

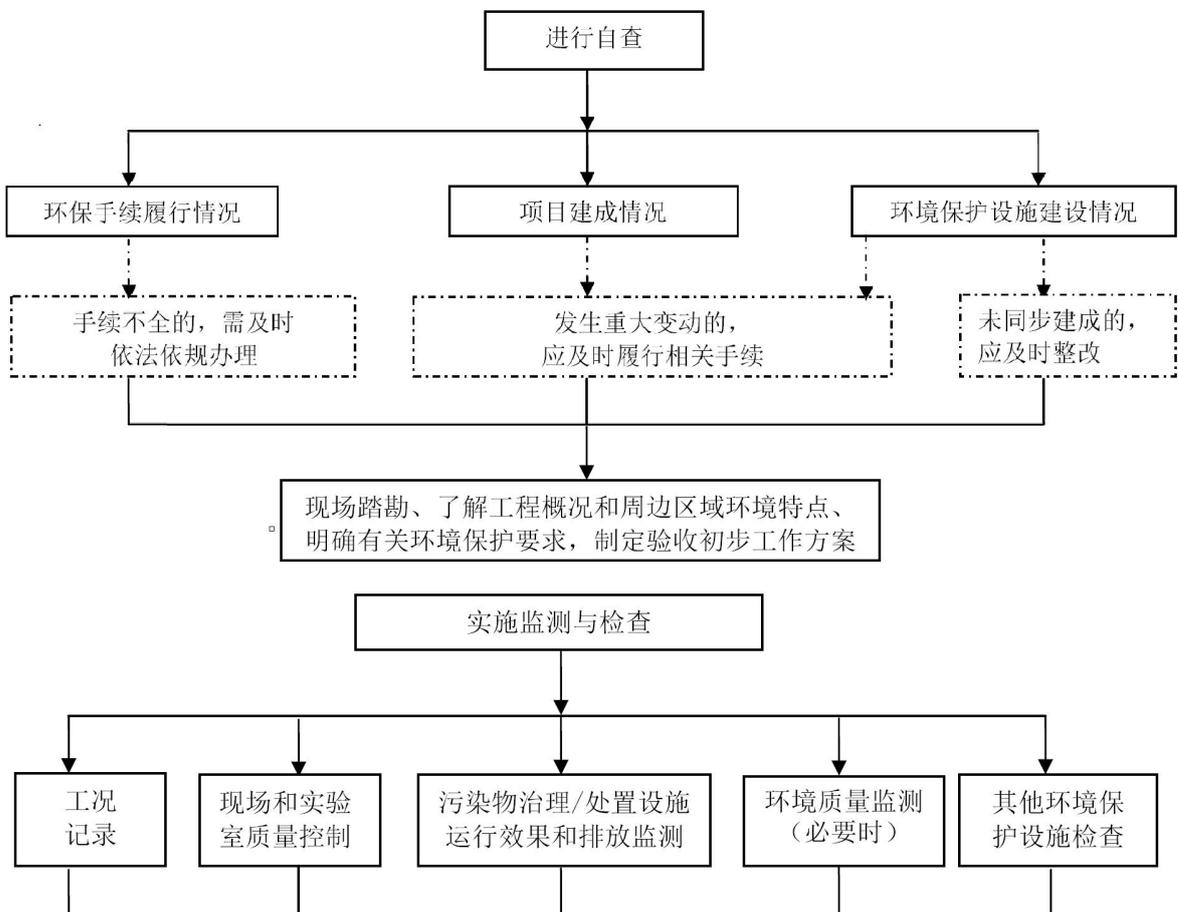
（1）**启动**：医院于2022年4月成立了本项目的验收工作小组，由医院医务处刘逢雨负责具体组织具体实施。医院委托北京简道科创科技有限公司协助医院进行资料查阅、项目梳理和材料准备工作。

(2) **自查：**验收工作小组对拟进行验收的本项目手续履行、项目建设竣工情况、配套环保设施建设情况进行了详细的自检核查。

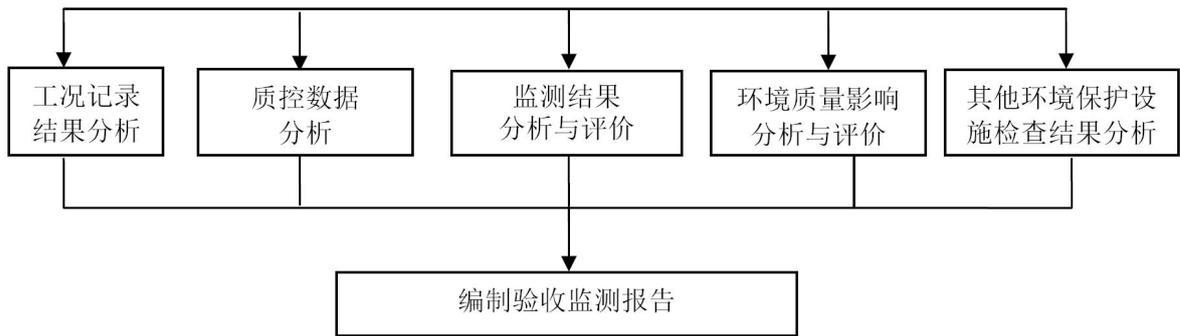
(3) **编制验收监测方案：**在前期资料查阅整理以及项目自查的基础上，医院编制了验收监测方案，明确了验收监测范围和内容、确定了验收执行标准。



(4) **实施监测与检查：**医院已配有 γ 剂量率仪以及个人剂量计等。辐射监测器材设备配备齐全，设备状态良好，按时完成了设备的校准检测，检测设备均定期校准并取得检测合格证。同时，验收工作小组根据环评报告和批复中要求配套配备的辐射安全方式设施进行了核查和检查。



(5) **编制验收监测报告**：根据前期项目材料、辐射监测报告、设施检查结果，编制并形成验收监测报告。



目前，医院完成了启动、自查、编制验收监测方案、实施监测与检查、编制验收监测报告共五个阶段的全部工作，最终形成了正式的本项目自行验收报告。

二、 验收范围

2.1 验收范围

2020年12月17日，医院取得了北京市生态环境局关于同意该项目实施的批复文件（京环审【2020】161号）。批准实施的内容清单如下表2.1所示：

表 2.1 本项目使用非密封放射性同位素明细

序号	核素	单例最大使用量 (Bq)	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq/a)
1	F-18	3.7E+8	1.11E+10 每日最多 30 人次	1.11E+7	2.22E+12 每周 5 日，每年 250 天

PET/CT 使用的一枚 Ge-68 校准源，因相关手续暂未办结，医院实际使用 F-18（液体）校准，且该枚校准源已办理辐射安全备案手续，本次验收不再包含该放射源相关内容。

依据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的要求，结合本项目的特点，项目验收工作组确定了本项目验收的范围如下 2.2 章节所示。

2.2 验收内容

本项目验收内容包括以下主要内容：

- （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。

三、 验收依据

3.1 相关法律、法规和规章制度

- ◆ 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日。
- ◆ 《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。
- ◆ 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月。
- ◆ 《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。
- ◆ 《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，2019年3月22日修正版）
- ◆ 《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。
- ◆ 《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。
- ◆ 《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。
- ◆ 《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。
- ◆ 《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。

3.2 环境保护验收技术规范

- ◆ 《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。
- ◆ 《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。
- ◆ 《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》（GBZ120-2020）
- ◆ 《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）
- ◆ 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

3.3 其他参考资料文件

- ◆ 《北京市环境保护局关于新建核医学科 PET 中心项目环境影响报告表的批复》（京环审【2020】161 号）
- ◆ 北京大学首钢医院辐射安全许可证（京环辐证【H0007】）
- ◆ 北京大学首钢医院工程建筑及辐射屏蔽工程设计资料；
- ◆ 北京大学首钢医院辐射安全管理制度等；
- ◆ 北京大学首钢医院使用放射诊疗设备技术资料。

3.4 验收指标

3.4.1 剂量限值

职业人员和公众执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定，具体限值见表 3.1。

表 3.1 个人剂量限值

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续 5 年的年平均有效剂量不超出 20mSv，且任何一年中的有效剂量不超出 50mSv。	年有效剂量不超出 1mSv，特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 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。

3.4.2 剂量约束值

本项目验收公众照射剂量约束值执行 0.1mSv/a；核医学科工作人员剂量约束值执行 2mSv/a。

3.4.3 辐射工作场所边界周围剂量率

核医学科诊断场所操作放射性核素场所屏蔽结构（控制区边界）外

30cm 处的辐射剂量率应不大于 2.5 μ Sv/h。

3.4.4 放射性表面污染控制水平

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的有关规定，见表 3.2。

表 3.2 工作场所放射性表面污染控制水平 (Bq/cm²)

表面类型		β 放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4 \times 10
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4
	监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4 \times 10 ⁻¹

3.4.5 放射性固体废物解控与废水排放

医院核医学科的放射性固体废物的解控、放射性废水的排放，按照北京市生态环境局《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）的有关要求进行管理。

（一）废物分类方法：依据核医学使用核素半衰期的长短，本办法将拟解控放射性废物所含核素分为 A 类（半衰期小于 24 小时的核素）和 B 类（半衰期大于 24 小时的核素）。

（二）放射性固体废物解控：本项目只使用 A 类核素，放射性固体废物在暂存室内暂存衰变时间超过 30 天后，可使用经检定合格的监测仪器对废物的表面污染和辐射剂量率水平进行监测。

（三）放射性液体排放：槽式衰变池（罐）暂存方式：仅含 A 类核素的放射性废水在暂存时间超过 30 天后可直接解控排放。

3.4.6 放射性废气排放

《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）第 4.5 款要求，合成和操作放射性药物所用的通风橱，工作中应有足够风速（一般不小于 0.5m/s），排气口应高于本建筑屋脊。

四、 主要放射性污染物

4.1.辐射源项

表 4.1 非密封放射性同位素

名称	场所等级	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量 (Bq)	用途
F-18	丙级	1.11E+7	2.22E+12	使用

4.2 工艺原理与操作流程

4.2.1 核医学扫描诊断装置

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。本项目新建核医学科中涉及的内容为临床核医学中的放射性同位素显像检查。

4.2.2 工作流程

核医学科 PET 检查将严格根据临床医生的申请进行，严格核实检查的适应症和禁忌症，对符合受检者实施 PET 检查。

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：

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→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（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。当工作量达到最大时按每天 3 次送药，分别为早上 8:00 前、上午 10:00 前，下午 13:00 前）。

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：F-18 半衰期短，其标记的放射性药物需要在核医学科高活室通风橱内分装。

注射前候诊：受检者首先在问诊室问诊，医护人员对患者进行血糖测定，然后在等候区候诊。

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。

注射后候诊：病人在给药后病人候诊区（VIP 注射后候诊室、注射后候诊室）等候，候诊时间约 40min~60min。

摆位：注射药物的受检者在候诊后，由工作人员通过语音通话系统引导，从患者专用通道进入 PET/CT 室。工作人员主要通过语音通话系统进入机房指导受检者摆体位。

检查：摆位结束并关闭防护门后，工作人员在控制室内通过操作台控制完成自动诊断扫描检查程序。检查过程中，操作人员通过观察窗监控 PET/CT 机房内情况。

留观：受检者在扫描检查后，留观片刻，如显像符合要求即离开核医学科 PET 中心。

诊断：PET/CT 图像重建，出具报告。检查资料原始数据及图像储存。

4.2.3 放射性核素分析

F-18 物理半衰期很短，主要发射 γ 射线、正电子 (β^+)， β^+ 粒子在体内经湮灭辐射产生两个方向相反和能量均为 511keV 的 γ 光子；本项目使用的放射性核素主要物理参数列于表 4.2。

表 4.2 项目使用的放射性核素主要参数

核素	半衰期	衰变方式	主要射线及平均能量 (MeV)
F-18	109.8min	β^+	$\gamma-0.511$

4.3 使用放射性核素污染途径分析

4.3.1 正常工况的污染途径

(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、候诊区和扫描机房周围停留的公众可能受到 F-18 释放出的 γ 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、一次性个人防护用品和垫布等物品。

(3) 本项目使用的 F-18 放射性药物全部向专业公司购买。在通风橱内只对 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，故使用过程中产生的放射性气体十分微量。

4.3.2 非正常工况的污染途径

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

放射性表面污染：在使用放射性同位素的过程中，因容器破碎，药物泼洒等，有可能污染工作台、地面、墙壁、设备等，甚至造成手和皮肤的

污染。此外，给药患者呕吐或者排泄，也可能导致局部环境的放射性污染。

放射性药物保管不当，发生遗失或被盜，可能造成环境放射性污染。核医学科场所在高活室暂存的放射性同位素，执行使用登记管理制度，可有效防止同位素被盜和丢失事件的发生。放射性废物处置或管理不当，造成环境放射性污染。

五、 辐射安全防护措施

5.1 辐射防护屏蔽措施

本项目机房的屏蔽厚度情况见表 5-1。医院已在原计划场所位置完成设备安装及相应的辐射安全防护设施配套建设。各屏蔽材料及厚度与环评一致。

表 5.1 机房屏蔽防护一览表

序号	场所名称	方向	屏蔽厚度	是否与环评报告表一致
1	PET/CT 室 (有效尺寸: 5.1m×8.1m)	东墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		南墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		西墙	37cm 红砖+3cm 硫酸钡水泥	是
		北墙	37cm 红砖+3cm 硫酸钡水泥	是
		顶棚	12cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥	是
		控制室门	8mmpb	是
		机房防护门	8mmpb	是
		观察窗	8mmpb 当量铅玻璃	是
2	源库	东墙	24cm 混凝土砖	是
		南墙	24cm 混凝土砖	是
		西墙	37cm 红砖+3cm 硫酸钡水泥	是
		北墙	37cm 红砖+3cm 硫酸钡水泥	是
		顶棚	12cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥	是
		防护门	8mmpb	是
3	抢救室	东墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		南墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		西墙	24cm 混凝土砖	是
		北墙	740cm 红砖	是
		顶棚	12cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥	是
		防护门	8mmpb	是
4	VIP 注射后 候诊室	东墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		南墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是

		西墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		北墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		顶棚	12cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥	是
		防护门	10mmpb	是
5	注射后候诊室	东墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		南墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		西墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		北墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		顶棚	12cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥	是
		防护门	10mmpb	是
6	高活室	东墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		南墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		西墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		北墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		顶棚	12cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥	是
		注射窗	50mmpb 当量铅玻璃	是
		东侧防护门	8mmpb	是
		西侧防护门	8mmpb	是
		南侧防护门	8mmpb	是
		通风橱	50mmpb	是
7	废物间	东墙	24cm 混凝土砖	是
		南墙	24cm 混凝土砖	是
		西墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		北墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		顶棚	12cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥	是
		防护门	8mmpb	是
8	留观室	东墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		南墙	24cm 混凝土砖+10cm 硫酸钡水泥	是
		西墙	37cm 红砖+3cm 硫酸钡水泥	是
		北墙	24cm 混凝土砖+6cm 硫酸钡水泥	是
		顶棚	12cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥	是
		防护门	8mmpb	是
9	患者走廊	患者入口门	8mmpb 的防护门	是

		东西两侧墙体	37cm 红砖+3cm 硫酸钡水泥	是
		东北侧门	8mmpb 的防护门	是
		患者出口门	8mmpb 的防护门	是
		顶棚	12cm 混凝土+2cm 硫酸钡水泥	是
		伸缩缝及顶	8mmpb	是
		伸缩缝顶部	8mmpb	是
10	衰变池房间	东墙	24cm 混凝土砖+3cm 硫酸钡水泥	是
		南墙	24cm 混凝土砖+3cm 硫酸钡水泥	是
		西墙	24cm 混凝土砖+3cm 硫酸钡水泥	是
		北墙	24cm 混凝土砖+3cm 硫酸钡水泥	是
		顶棚	20cm 混凝土	是
		防护门	8mmpb 的防护门	是

5.2 其他辐射安全防护措施

(1) 严格实行分区管理，将控 PET/CT 室，源库，高活室，废物间，留观室，抢救室，注射后候诊室含卫生间，缓冲间，患者走廊设置为控制区。控制室，医护人员更衣室设置为监督区，并在控制区与监督区之间张贴明显分区标识。场所平面图见附图 3，人流物流及场所分区图见附图 4。

(2) PET/CT 机房门、病人入口门外、病人出口门外、高活室门外、注射后候诊室门外等位置均张贴有电离辐射警示标识，在 PET/CT 机房门设置了工作状态指示灯。

(3) 核医学科内放射性同位素操作均在通风橱内完成，通风橱设置了有活性炭过滤器的独立通风装置，设备正面配有铅玻璃观察窗及操作工作孔。设置了 2 套排风系统，通风橱单独一套，PET 中心控制区其他房间使用 1 套。2 套排风系统分别从西侧延伸至高于屋顶 3 米排放。活性炭滤材每年至少更换一次。

(4) 妥善收集固体放射性废物，配备了 6 个放射性固体废物桶，放射性固废放置至少一个月后，依照《关于加强医疗机构核医学放射性废物管

理的通知》A类固体废物相关要求进行了清洁解控处置，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。

(5) 核医学科场所高活室内洗手池废水，以及给药后患者专用卫生间的冲厕废水（A类核素放射性废水），通过专用管道一并进入放射性废水衰变池。衰变池位于PET中心南侧紧邻的衰变池房间内，为一处槽式衰变池（3*7m²）。存放至少30天后进行排放清洁解控排放的废水，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”。衰变池工艺流程图见附图4

(6) 为核医学科增配了8名辐射工作人员均通过了辐射安全与防护考核，做到了全员持证上岗操作，配备有个人剂量计，接受个人剂量监测。

表 5.2 核医学科辐射工作人员信息

序号	姓名	岗位	考试时间	证书编号	原从事单位/科室
1	王剑杰	医师、物理师	2019-12-26	A1948023	本院核医学科
2	姜雅聪	医师	2018-5-25	苏环辐京1801113	本院核医学科
3	孔德志	医师	2018-5-25	苏环辐京1801114	本院核医学科
4	赵斌	医师	2020-11-3	FS20BJ0300113	本院核医学科
5	胡子文	技师	2018-5-25	苏环辐京1801112	本院核医学科
6	牛新淼	技师	2020-12-2	FS20BJ0300145	本院核医学科
7	梁红琴	护士	2018-5-25	苏环辐京1801107	本院核医学科
8	潘静	护士	2019-1-18	A1903001	本院核医学科

(7) PET中心配备了2套辐射监测仪表（1台表面污染检测仪和1台辐射剂量巡测仪为一套），1套为常用，一套为备用。

(8) 为工作人员配备了铅衣、铅屏风、个人剂量计等防护用品。

(9) 在走廊内墙上张贴了辐射防护注意事项告知牌和宣传栏。

已按环评报告和批复要求落实各项辐射安全防护措施情况见表 5.3。

表 5.3 环评及批复要求措施落实情况

序号	环评要求	落实情况	是否满足
1	须落实混凝土砖、硫酸钡水泥等防护效果	严格遵照环评报告中核医学科的机房实体屏蔽防护方案执行,详见表 2.2。	是
2	VIP 注射后候诊室最多停留 1 人、普通注射后候诊室最多停留 2 人并设置铅屏风等实体屏蔽措施,	在普通注射后候诊室内两后诊位之间设置 10.0mmPb 的铅屏风, 两侧最多各停留 1 人。VIP 注射后候诊室每次进入一人, 相关内容详见“核医学科防护安全管理制度”;	是
3	核医学 PET 中心场所分区划分和管理, 落实登记、注射前候诊、缓冲等区域, 设置明显的控制区、监督区以及标识以及放射性标志、中文警示说明和工作状态指示。	控制区包括 PET/CT 室, 源库, 高活室, 废物间, 留观室, 抢救室, 注射后候诊室含卫生间, 缓冲间, 患者走廊。监督区包括控制室, 医护人员更衣室等。 各处标识、中文警示说明和工作状态指示灯已按环评及批复要求落实到位。核医学科分区及人流图见图 1。	是
4	落实出入口单向门禁系统, 防止医务人员、患者和药物的交叉, 在走廊地面标有患者路由方向, 在 PET/CT 机房门口对面墙上标有明显的患者离开路径提示。	在 PET 中心使用单向门禁系统人流、物流和医务人员无交叉。患者路线指示标识和离开路径提示等已按照环评和批复要求设置。	
5	PET 中心所有工作人员 (目前 4 名, 拟新增 3 名) 均需通过辐射安全	为 PET 中心配备了 8 名辐射工作人员, 均通过了辐射安全知识培训考核或持有辐射安全与防护培训证, 并在北京市疾病预防控制中心进行了个人剂量监测, 具体人名名单见表 2.3	是
6	配备 2 台辐射剂量巡测仪和 2 台表面污染仪	PET 中心配备了 2 套辐射监测仪表 (1 台表面污染检测仪和 1 台辐射剂量巡测仪为一套), 1 套为常用, 一套为备用。	是
7	配备 50mmPb 的通风橱, 并配备活性炭过滤器; 注射窗口采用 50mmPb 当量防护, 通风橱、PET 中心控制区 (高活室、注射后候诊室、PET/CT 室、废物间等) 分别设置 1 套独立排风系统, 2 套	配备了 1 个 50mmPb 的通风橱, 放射性药物的分装等操作在通风橱内完成。注射窗口的铅玻璃为 50mmPb。设置了 2 套排风系统, 通风橱单独一套, PET 中心控制区其他房间使用 1 套, 排风口位置和高度以及活性炭滤材更换频次与环评要求一致。	是

	排风系统分别从西侧延伸至高于屋顶 3 米排放。活性炭滤材每年至少更换一次。		
8	配备至少 6 个铅防护废物桶，收集放射性废物，设置放射性废物暂存库，确保放射性废物暂存不少于 30 日，并经检测合格后，方可解控作为医疗废物处置，须建立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、处置等信息	核医学科配备了 6 个放射性废物桶，其中 4 个 10L (10mmPb) 放置于废物间，注射室与高活室各放置 1 个 15L (10mmPb)，用于存放日常检查产生的放射性废物，按核素分类存放，之后统一存放于核医学内的放射性废物间，存放时在袋子上写明核素名称，存放时间，重量等信息，并在放射性废物清洁解控台账表上进行记录，待存放满 30 天后，用辐射监测仪及表面污染监测仪进行检测，检测合格后方可按常规垃圾处置，并检测数据及处置时间等信息填到清洁解控台账表格上。	是
9	设置 3 个槽式衰变池，确保放射性废水暂存超过 30 天后，方可解控。衰变池房间入口设锁。	核医学科设置了衰变池，采用 3 级槽式工艺，总容积为 3*7m ² ，前一级衰变池满了之后，进水阀门关闭，开启下一级进水阀门，以此类推，并见衰变池房间进行上锁管理。工艺流程图见图 2。存放至少 30 天后，进行排放，同时做好放射性废水清洁解控台账表的记录工作。	是

图 5 本项目相关辐射防护措施照片



核医学分区标识



患者路径知识标识



放射性下水标识



核医学科送药入口



核医学科患者入口



高活室入口



放射性废物储存间



PET/CT 检查室



控制室工作人员防护门



操作间急停按钮



注射后候诊室 1



注射后候诊室 2



表面污染监测仪



辐射监测仪



注射窗口



通风橱



防护用品



铅屏风



个人剂量计



6个铅桶



储源库

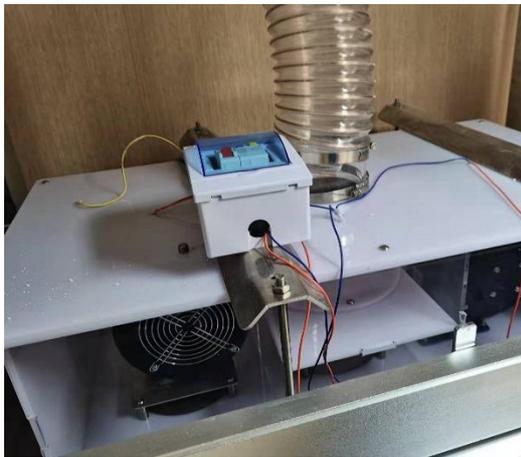


双锁保险柜



出院库监控

(正面钥匙锁, 侧面电子锁)



通风橱排风管道过滤器



通风橱屋顶排放口及核医学场所排放口



衰变池门锁



衰变池池体



巡测仪



个人剂量报警仪



衰变池操作界面（试水）



固定式剂量率报警仪



巡测仪 1(多功能也可做表面污染仪)



巡测仪 2



表面污染仪 1



表面污染仪 2

六、放射性“三废”处置

本项目中核技术利用内容涉及核医学科门诊。

6.1 核医学科门诊“三废”处置

6.1.1 放射性固废暂存和解控

核医学科门诊产生的放射性固体废物主要来源于患者使用的注射器、药杯、放射性药物包装物、棉棒、一次性个人防护用品和垫料等物品等。在注射室与高活室各放置 1 个 15L（10mmPb）的废物桶用于存放废弃的放射性药物、注射器、包装物、棉棒、一次性用品等，按日期于次日早晨转移至废物间。废物间设置 4 个 10L（10mmPb）的废物桶，废物桶交替使用，一个废物桶储存满后更换另一个，待放射性固废放置一个月后，清洁解控处置，作为医疗废物处理，从控制区出口运出，并详细记录“放射性固体废物暂存、处置管理台账”，内容包括废物分类、所含核素名称，重量，暂存起止时间，表面污染和辐射剂量自测结果，废物处置日期，处置操作人员，废物去向，部门审核人员等内容。

6.1.2 放射性废水暂存和排放

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、高活室产生的洗涤废水。这些放射性废水经独立的排水管道从地面下排入位于 PET 中心南侧的放射性废水衰变池(槽式,总容积约为 21m^3 , $7\text{m}^3/\text{池}\times 3$ 池)，暂存衰变周期不低于 1 个月，废水中 F-18 的总活度将衰变接近于零，能够满足低放废液的排放要求。衰变池排出的废水，将经医院污水管网，排至市政污水处理厂。排放时将在“放射性废水暂存、处置管理台账”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。

6.1.3 放射性废气

本项目设有 2 套排风系统，1 套为高活室通风橱专用，高活室内配置 1 个有独立排风的通风橱。放射性药品的分装等操作在通风橱内进行，通风橱设有过滤装置，废气经过滤装置过滤后，2 套排风系统分别从西侧延伸至高于屋顶 3 米处排放。在通风橱内操作放射性药物时，要求操作口的风速大于 0.5m/s。检查室、注射后候诊区等控制区内可能产生的放射性废气使用 1 套排风系统，经排风管道由北侧西楼楼顶的排风口排出。

七、 辐射监测结果

7.1 场所防护检测结果

2022年4月14日北京科环世纪电磁兼容技术有限责任公司对该项目进行现场监测，并出具了监测报告（见附件3），核医学科场所表面污染和周围剂量当量率监测结果见表7.1和表7.2所示。根据场所检测报告结果，核医学科所有工作场所其控制区外人员可到达处，所检测点的周围剂量当量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足本报告3.4.3的要求。同时工作场所内的放射性表面污染所检点位结果均满足本报告3.4.4的要求。

表 7.1 场所周围剂量当量率监测结果

序号	测点位置		X- γ 辐射剂量率* ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
			操作时或注射后	
1	高 活 室	通风橱操作口 1(开启手孔)	4.27	50mCi 中分装 10mCi
2		通风橱操作口 2(开启手孔)	4.18	
3		注射口工作人员胸部位置	2.23	10mCi 药物在铅套 中，摆放在注射位 置，进行模拟检测
		注射口工作人员头部位置	1.96	
4		注射口工作人员手部位置	43.2	
5		防护门中部外 30cm	0.13	
		防护门上缝外 30cm	0.13	
		防护门下缝外 30cm	0.13	
		防护门左缝外 30cm	0.13	
		防护门右缝外 30cm	0.13	
6	更衣室内 (高活室南墙外 30cm)		0.10	通风厨内有 50mCi 药物
7	候诊室门外 30cm	中部	0.20	室内有 2 名患者， 分别注射 8.91mCi、8.65mCi
		上缝	0.20	
		下缝	0.19	

		左缝	0.19		
		右缝	0.20		
8	候诊室东墙外 30cm		0.20		
9	候诊室北墙外 30cm (VIP 候诊室)		0.12		
10	VIP 候诊室门外 30cm	中部	0.40	在沙发上摆放 10mCi 药物进行模 拟检测	
		上缝	0.40		
		下缝	0.30		
		左缝	0.30		
		右缝	0.43		
11	VIP 候诊室西墙外 30cm		0.19		
12	VIP 候诊室北墙外 30cm		0.17		
13	VIP 候诊室南墙外 30cm		0.14		
14	PET/CT 机房床旁摆位处		59.6		患者注射 8.91mCi
15	PET/CT 机房控制室操作位		0.20		管电压 120kV、 管电流 40mA、 患者注射 8.91mCi
16	PET/CT 机房控制室 管线洞口外 30cm		0.20		
17	PET/CT 机房观察窗外 30cm		1.22		
18	PET/CT 机房东墙外 30cm		0.53		
19	PET/CT 机房医 生出入门外 30cm	中部	0.67		
		上缝	0.85		
		下缝	0.98		
		左缝	0.91		
		右缝	0.71		
20	PET/CT 机房南墙外 30cm		0.21		
21	PET/CT 机房患 者出入门外 30cm	中部	0.14		
		上缝	0.25		
		下缝	0.29		
		左缝	0.13		
		右缝	0.30		
22	PET/CT 机房西墙外 30cm		0.14		
23	PET/CT 机房北墙外 30cm		0.12		
24	源库门外 30cm		0.14	源库内无放射源	

25	源库南墙外 30cm		0.13	注射 5.54mCi 的 1 名患者坐在留观室协助进行模拟检测
26	源库西墙外 30cm		0.12	
27	留观室	门外 30cm	0.12	
28		北墙外 30cm	0.13	
30		东墙外 30cm (更衣室内)	0.42	
31		南墙外 30cm (问诊室内)	0.11	
32		西墙外 30cm	0.11	
33	衰变池上方		0.12	

表 7.2 表面污染监测结果

序号	测点位置		β 表面污染 (Bq/cm ²)	备注
1	高活室	注射窗口注射位	0.14	检测时房间内无病人及药物
2		注射窗表面	0.13	
3		地面	0.13	
4		水池	0.32	
5		废物桶表面	0.14	
6		操作台	0.14	
7		通风厨外表面	0.21	
8		地面	0.13	
9	候诊室	门口地面	0.14	
10		门外走廊	0.15	
11	VIP 候诊室	地面	0.24	
12		沙发	0.18	
13		茶几	0.20	
14		墙面	0.16	
15		卫生间水池	0.28	
16		卫生间马桶	0.27	
17		卫生间墙面	0.27	
18		废物桶表面	0.17	
19		门口地面	0.16	
20	PET/CT 机房	床面	0.17	
21		地面	0.19	

22		源库门外地面	0.14
23		患者出入门外地面	0.38
24	废物间	地面	0.13
25		废物桶	0.14
26	留观室	地面	0.12
27		座椅	0.12
28		墙面	0.17
29	患者走廊出口	门表面	0.13
30		地面	0.14
31	患者走廊入口	门表面	0.12
32		地面	0.13
33	预约室	地面	0.14
34		桌面	0.15
35		墙面	0.16
36	问诊室	地面	0.14
37		桌面	0.15
38		墙面	0.16
39		床面	0.16
40	等候区	地面	0.17
41		座椅	0.15
42		墙面	0.15
43	更衣室	淋浴间地面	0.16
44		淋浴间墙面	0.17
45		储物柜表面	0.12

7.2 工作人员剂量估算

本项目核医学放射诊疗工作过程中，工作人员主要受照环节为药液分装、患者注射、患者摆位以及控制室操作显像设备。

依据环评报告，每年最多实施 PET/CT 检查 7500 人次，工作人员全年累计总注射时间 62.5h，分装时间 250h，摆位时间 62.5h，控制室全年总扫描时间为 1875h。根据场所检测结果及以上分析估算出工作人员年受照剂量，见表 7.3。

表 7.3 工作人员各操作岗位最大年有效剂量

位置	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	照射时间 h	年有效剂量 $\mu\text{Sv/a}$	备注
注射位	2.23	250	557.5	
摆位	5.36	62.5	335.3	剂量率采用距患者 1m 处剂量水平（现场 30 出门处监测数据为 $59.6 \mu\text{Sv/h}$ ，经过计算 1m 远处剂量率为 $5.36 \mu\text{Sv/h}$ ）
操作位	0.07	1875	131	扣除本底

根据以上估算结果，核医学科工作人员的年有效剂量最大为 $557.5\mu\text{Sv}$ （注射位），实际操作过程工作人员将穿戴防护用品，因此实际注射环节的年附加剂量远低于 $557.5\mu\text{Sv}$ ，正常工作情况下，辐射工作人员的附加年剂量不高于 1mSv/a 。能够满足环评批复的年剂量约束值（ 2mSv/a ）的要求。医院针对本项目共配置 8 名放射工作人员，实行轮岗后工作人员的最大年有效剂量将进一步降低。

考虑到本项目使用 F-18 同位素代替刻度源进行 PET 的质控，保守假设物理师每周质控一回，距离质控源液 1m 处的剂量率保守取 $15\mu\text{Sv/h}$ （常规约为 $12.7\mu\text{Sv/h}$ ），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 $124.9\mu\text{Sv}$ （ $15\mu\text{Sv/h} \times 8.33\text{h}$ ）。因此辐射工作人员的附加年剂量能够满足环评批复的年剂量约束值（ 2mSv/a ）的要求。

7.3 公众人员剂量估算

根据检测报告，公众所能到达的区域内，最大附加周围剂量当量率为 $0.02\mu\text{Sv/h}$ （PET 机房西墙外），按全年工作 250 个工作日，每天 8 小时计算，该入口处人员非长期停留，居留因子取 1/4，则全年工作最大年

附加辐射剂量值为 0.01mSv/a，低于本报告 3.4.2 中对公众年附加剂量约束值 0.1mSv/a 的约束值。

八、 辐射安全管理

8.1 辐射安全管理体系

为贯彻落实《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》等辐射安全防护法规的各项要求，加强医院辐射安全和防护管理工作，保障公众与医院辐射工作人员的辐射安全和健康，北京大学首钢医院已经专门成立了以院长为第一责任人、副院长为主要责任人、相关科室领导为成员的辐射安全领导小组，辐射安全管理委员会如下表所示：

辐射安全管理委员会名单

职务	姓名
组长	顾 晋
副组长	王海英
组员	杨布仁、王宏宇、关振鹏、陈新、王义、田文建、左晓霞、张挽强、杨迪、张爱国、张滨、于明川、任刚、王剑杰、刘京山、冷建军、李宁忱、高峰、唐 强、乔淑冬、高伟、郭正纲、张蓉、东黎光、陈新、张宏林、刘逢雨（专职）

8.2 辐射安全管理制度

首钢医院为加强对辐射安全和防护管理工作，建立和完善了各项辐射安全管理制度，具体包括：《北京大学首钢医院放射性同位素与射线装置安全和防护管理规定》《北京大学首钢医院辐射安全领导小组及其职责》《北京大学首钢医院射防护和安全保卫制度》《北京大学首钢医

院射线装置检修维护制度》《北京大学首钢医院射线装置台帐管理制度》
《北京大学首钢医院辐射安全培训制度》《北京大学首钢医院辐射监测
方案》《北京大学首钢医院放射性药品的采购登记使用核对注销制度》
《北京大学首钢医院放射性废物处理方案》《北京大学首钢医院辐射事
故（件）应急预案》《北京大学首钢医院III类射线装置操作规程》《北
京大学首钢医院血管造影机（DSA）操作规程》《北京大学首钢医院核
医学科 SPECT/CT、SPECT 操作规程》《北京大学首钢医院 125I 粒子
源植入手术操作规程》《北京大学首钢医院核医学科 PET-CT 基本操作
规程》《北京大学首钢医院核医学科防护安全管理制度》等，并严格按
照规章制度执行。制度执行过程中，将根据辐射安全法规和有关标准的
更新，以及人员的有关变动及时进行调整，确保辐射安全管理各项制度
有力保障辐射工作的顺利开展。

8.3 辐射安全防护培训考核

根据《放射性同位素与射线装置安全防护管理办法》的规定，医院
规定所有辐射工作人员，在上岗前必须辐射安全与防护考核，考试合格
上岗，到期后再次考核并取得考核合格证书后方可上岗，并制定了辐射
工作人员培训考核计划。本项目辐射工作人员详情见表 5.2。

8.4 个人剂量监测管理

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护
部令 18 号）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，
所有从事放射性工作的医护人员均佩戴 TLD 个人剂量计，每季度 1 次监
测个人受照剂量，并要求建立个人剂量档案。医院有专人负责个人剂量
监测管理工作。发现个人剂量监测结果异常时，及时调查原因，并将有

关情况及时报告医院辐射防护领导小组。目前，北京大学首钢医院已委托北京市疾病预防控制中心开展个人剂量检测工作，个人剂量档案齐全，核医学科 PET 中心 8 名辐射工作人员均已配备了个人剂量计，并做好了个人剂量检测工作。

8.5 辐射工作场所监测

首钢医院已制定《辐射监测方案》，监测方案内容含有工作场所辐射水平监测和场所周边环境辐射水平监测。医院每年开展定期监测。同时，医院定期对各辐射工作场所开展自行监测。监测方案的主要内容如下：

1、外部监测：根据相关法规要求，联系具有放射设备性能、工作场所防护监测资质的机构对我院放射设备及工作场所进行每年一次的设备性能与防护监测。

2、内部监测：根据《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》要求，对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。每季度初对辐射工作场所周围的辐射水平进行自行监测，记录档案。

3、放射性工作场所监测计划

监测项目：X、 γ 剂量率水平，表面污染水平

检测设备：X- γ 辐射剂量率仪，表面污染监测仪

检测频次：剂量率水平每年不少于 1 次，表面污染每天工作后检测 1 次。

4、监测点位：

核医学科 γ 剂量率水平：监测点位包括 PET/CT 机房候诊室四周，控

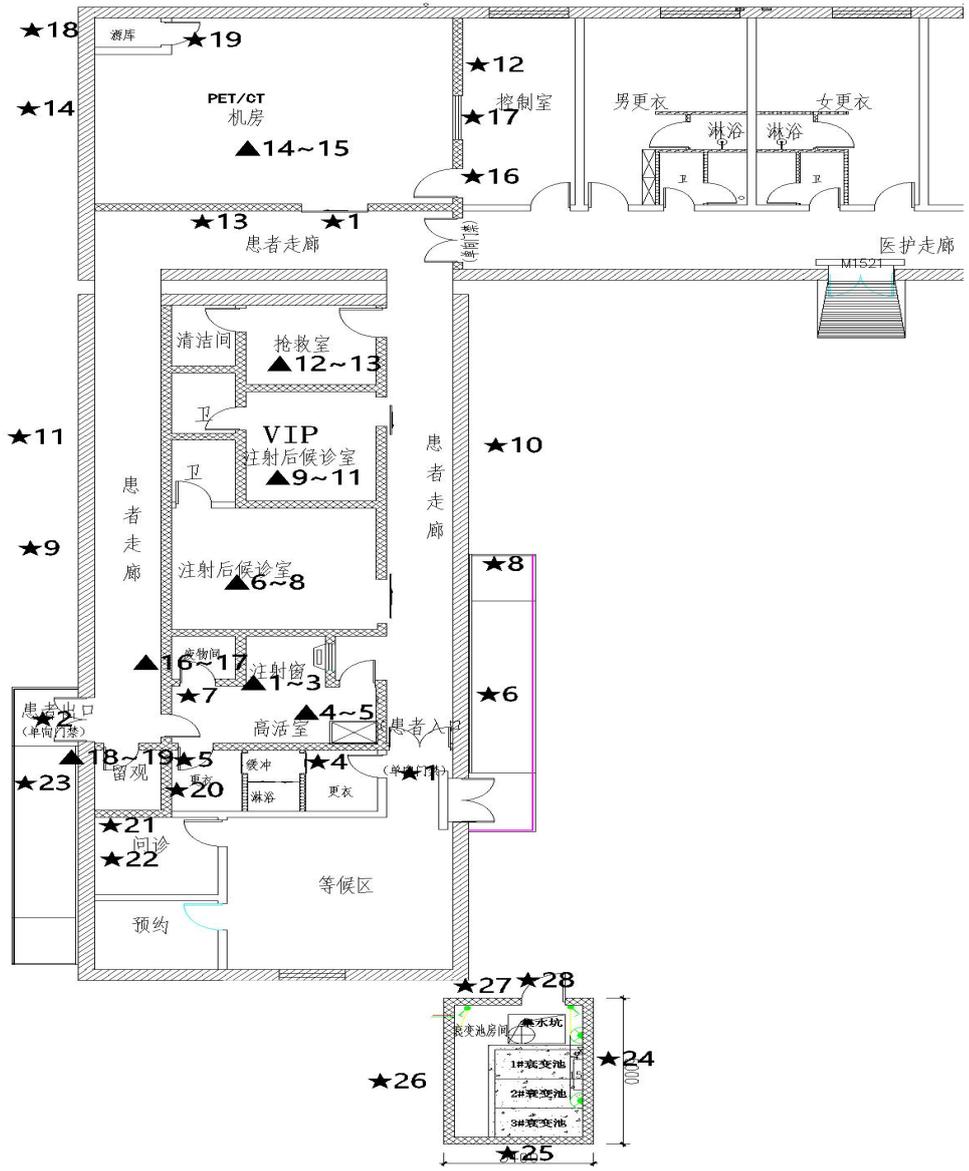
制区边界外 30cm 处和衰变池周围的剂量率水平。监测数据记录存档。

核医学科监测点位见下图所示：

核医学科 γ 表面污染：监测点位为高活室通风橱台面，操作位置地面，注射窗台面，候诊室地面、扫描机房患者床表面等位置。

5、医务科负责每年委托有资质的监测机构对所有辐射工作场所、周围环境开展辐射水平监测，监督督促科室开展自行监测，负责将上述监测报告进行存档备查。

PET 中心监测点位图



医院已配有 γ 剂量率仪以及表面污染监测仪等，能满足工作的需要。辐射监测器材设备配备齐全，设备状态良好，按时完成了设备的校准检测，检测设备均定期校准并取得检测合格证。

8.6 落实辐射安全年度评估报告

首钢医院接受生态环境主管部门的辐射安全监督检查，对检查中发现的问题和存在的辐射安全防护隐患及时进行整改。及时办理环境影响环境审批、辐射安全许可证、竣工验收等各类手续。每年1月31日以前，按照辐射安全法规要求，及时上报上一年度的全院辐射安全年度评估报告，报告内容包括全年的辐射安全工作总结、场所辐射水平监测、个人剂量监测、辐射安全于防护培训考核、辐射应急工作等内容。持有辐射安全许可证以来，未发生过辐射事故，也未发生行政处罚，辐射安全个工作状况总体良好。

8.7 辐射应急管理

首钢医院依据《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》，确保医院一旦发生辐射意外事故（件）时，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，保护辐射工作人员和公众的健康与安全。预案中进一步明确了规定医院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，医院将立即启动本单位的辐射事故应急预案，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行政部门报告。

九、项目验收结论

一、辐射安全防护措施小结

医院持有辐射安全许可证京环辐证【H0007】，许可使用 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。本次验收范围为 PET 中心（丙级非密封放射性物质工作场所）。为保障辐射安全与防护，医院严格按照环评报告与批复的要求建设各场所并配备各类辐射安全和防护设施用品。

（一）已实施的核技术利用项目，均按照不低于环评报告或原设计方案屏蔽厚度进行建设，确保辐射防护满足法规和标准的要求；

（二）各辐射工作场所均分区管理，优化了相关场所的布局、工作人员通道、患者通道等，并加强了相应的管理；

（三）各有关场所按照法规和标准要求，均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。

二、辐射监测结果小结

1.场所防护检测结果

根据场所检测报告（附件 3）结果，核医学科所有工作场所其控制区外人员可到达处，所检测点的周围剂量当量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。满足本报告 3.4.3 的要求。同时工作场所内的放射性表面污染所检点位结果均满足本报告 3.4.4 的要求。

2.工作人员剂量估算

根据场所检测结果及环评报告相关数据，经过保守估算得出全年一名核医学科工作人员最大年附加辐射剂量为 $557.5\mu\text{Sv/a}$ ，满足本报告 3.4.2

中对工作人员年附加剂量值的约束值。考虑到工作中人员轮岗后，穿戴防护服等因素，工作人员年附加辐射剂量值将进一步降低。

3. 公众人员剂量估算

根据检测报告，公众所能到达的区域内，最大附加周围剂量当量率为 $0.02\mu\text{Sv/h}$ （病人入口门外），经保守估算得出全年公众最大年附加辐射剂量值为 0.01mSv/a ，低于本报告 3.4.2 中对公众年附加剂量约束值 0.1mSv/a 的约定。

三、辐射安全管理情况小结

为贯彻落实《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》等辐射安全防护法规的各项要求，加强医院辐射安全和防护管理工作，保障公众与辐射工作人员的安全和健康，医院严格辐射安全管理，具体措施小结如下：

（一）专门成立了辐射安全管理领导小组，由医院院长担任该领导小组的组长，全面负责医院的辐射安全管理工作，机构内部职责明确，且该机构设有专职管理人员。

（二）为加强对辐射安全和防护管理工作，建立和完善了包括《放射性同位素操作规程》在内的各项辐射安全管理制度，并严格按照规章制度执行。制度执行过程中，将根据辐射安全法规和有关标准的更新。

（三）做好辐射工作人员岗前考核工作，所有辐射工作人员上岗前必须参加辐射安全防护考核，有效期为 5 年，并及时做好人员再次考核工作。

（四）按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《职业性外照射个人监测规范》的规定，所有从事放射性工作的医护人员均佩戴个人剂量计，每季度 1 次监测个人受照剂量，并要求建立个人剂量档案。

医院有专人负责个人剂量监测管理工作。

（五）每年委托有资质的检测机构开展，并定期对各辐射工作场所开展自行监测。场所辐射水平监测结果异常立即停止辐射活动，及时查找原因，采取有效措施，及时消除辐射安全隐患，隐患未消除前不得继续开展辐射工作。

（六）及时办理环境影响审批、辐射安全许可证、竣工环保验收等各类手续。每年 1 月 31 日以前，按照辐射安全法规要求，及时上报上一年度的全院辐射安全年度评估报告。

（七）制定了关于本单位辐射项目的《辐射事故（件）应急预案》，确保医院一旦发生辐射意外事故（件）时，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，保护辐射工作人员和公众的健康与安全。医院持有辐射安全许可证以来，未发生过辐射事故，也未发生行政处罚，辐射安全管理工作状况总体良好。

四、项目验收结论

北京大学首钢医院“新建核医学科 PET 中心项目”辐射安全防护措施到位运行有效，各辐射工作场所和设备辐射监测结果符合标准要求，辐射安全管理体系和制度健全，并根据实际情况对验收报告进行了完善和补充。综上所述，我认为本项目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。

北京市生态环境局

京环审〔2020〕161号

北京市生态环境局关于新建核医学科 PET中心项目环境影响报告表的批复

北京大学首钢医院：

你单位报送的新建核医学科 PET 中心项目环境影响报告表（项目编号：辐审 A20200191）及相关材料收悉。经审查，批复如下：

一、拟建项目位于北京市石景山区晋元庄路 9 号，内容为将你院医工处办公楼 1 层西侧区域改建为核医学科 PET 中心，配套使用 1 台联影 uMI550 型 PET/CT，使用 F-18 核素开展核医学显像诊断，属丙级非密封放射性物质工作场所。本项目 PET 中心启用后，现有核医学科进行退役。项目总投资 2235 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，本项目公众和职业照射剂量总体约束值分别执行0.1mSv/a和5mSv/a。须落实混凝土砖、硫酸钡水泥等防护效果，VIP注射后候诊室最多停留1人、普通注射后候诊室最多停留2人并设置铅屏风等实体屏蔽防护措施，确保核医学科PET中心控制区边界外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。

2. 须完善核医学科PET中心场所分区划分和管理，落实登记、注射前候诊、缓冲等区域，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。落实出入口单向门禁系统，防止医务人员、患者和药物的交叉，在走廊地面标有患者路由方向，在PET/CT机房门口对面墙上标有患者离开路线的提示。采取隔室操作、门灯联锁、安全防范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。

3. 须建立完善辐射安全管理规章制度，包括放射性药品流转、放射性污染去污、放射性废物转移、放射性废水排放等管理措施。核医学科PET中心所有人员（目前4名，拟新增3人）均须通过辐射安全与防护考核，进行个人剂量监测。配备2台辐射剂量巡测仪和2台表面污染监测仪，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. 高活室内通风橱具备50mmPb当量防护并配备活性炭过滤器，放射性药物的分装等操作须在通风橱内进行。注射窗口采用50mmPb当量防护。高活室通风橱、核医学科PET中心控制区（高活室、注射后候诊室、PET/CT室、废物间等）分别设置1套独立排风系统，2套排风系统分别从西侧延伸至高于屋顶3米排放，排放前须经过不低于15kg的活性炭过滤。活性炭滤材每年至少更换一次，暂存后清洁解控处置。

5. 须在高活室、注射窗口、废物间等处配备至少6个铅防护废物桶，收集放射性废物。设置放射性废物暂存库，确保放射性废物存放不少于30日，并经监测合格后，方可解控作为医疗废物处置。须建立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、处置等信息。

6. 须设置3个槽式衰变池（ $6\text{m}^3 \times 3$ 槽），定期检查液位报警及排水泵状况，确保废水暂存30日以上后，按照GB18871-2002附录A表A1规定单次排放总活度值排放。废水池房间入口设锁。须建立放射性废水暂存、处置管理台账，清晰记录放射性废水的暂存、解控、排放等信息。做好原衰变池退役废水排放、废物解控的监测和记录。

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：核医学科 PET 中心放射性核素使用量



(此文主动公开)

附件

核医学科 PET 中心放射性核素使用量

核素名称	患者最大使用量 (Bq)	日最大使用量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)
F-18	3.7E+8	1.11E+10 每日最多 30 人次	1.11E+07	2.22E+12 每周 5 日, 每年 250 天

附件 2 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：北京大学首钢医院
地 址：北京市石景山区晋元庄路 9 号
法定代表人：顾晋
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[H0007]
有效期至：2025 年 7 月 30 日

发证机关：北京市生态环境局
发证日期：2021 年 11 月 2 日



中华人民共和国环境保护部制

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[H0007]

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	数字 X 射线机	DRX-EVOLUTION VX3733-SYS	III	医用诊断 X 射线装置	医学影像科(门诊楼)	来源		
						去向		
10	CT	Aquilion PRIME TSX-302A	III	医用 X 射线计算机断层 扫描(CT)装置	医学影像科(住院大楼)	来源		
						去向		
11	泌尿多功能 X 线机	UROSKOP Access	III	医用诊断 X 射线装置	泌尿外科 1	来源		
						去向		
12	CT	Aquilion ONE TSX-301A	III	医用 X 射线计算机断层 扫描(CT)装置	医学影像科(门诊楼)	来源		
						去向		
13	车载 X 光机	BRC-40XC	II	医用诊断 X 射线装置	体检科(体检车)	来源		
						去向		
14	DSA	Innova 1GS 630	II	血管造影用 X 射线装置	外周介入中心	来源		
						去向		
15	DSA	Allura Xper FD20	II	血管造影用 X 射线装置	导管室	来源		
						去向		
16	数字 X 射线机	RADREX	III	医用诊断 X 射线装置	医学影像科(医学影 像中心楼)	来源		
						去向		

台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号:京环辐证[H0007]

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	C 形臂	OEC One	III	医用诊断 X 射线装置	手术室	来源		
						去向		
18	C 形臂	BV Endura	III	医用诊断 X 射线装置	手术室	来源		
						去向		
19	胃肠造影机	Uni-Vision	III	医用诊断 X 射线装置	医学影像科(住院大楼)	来源		
						去向		
20	床旁 X 射线机	DRXR-1	III	医用诊断 X 射线装置	医学影像科(住院大楼)	来源		
						去向		
21	乳腺 X 光机	Senographic Essential	III	医用诊断 X 射线装置	医学影像科(门诊楼)	来源		
						去向		
22	DSA	UNIQ FD20	II	血管造影用 X 射线装置	导管室	来源		
						去向		
23	数字 X 射线机	Digital Diagnost 3	III	医用诊断 X 射线装置	医学影像科(住院大楼)	来源		
						去向		
24	C 形臂	STIREMOBIL Compact L	III	医用诊断 X 射线装置	泌尿外科 2	来源		
						去向		

附件 3 场所检测报告

北京科环世纪电磁兼容技术有限责任公司

KDL-2022-010



检测报告

(No: KDL-2022-010)

(本报告共 8 页)

项目名称: PET/CT 工作场所辐射防护检测

委托单位: 北京华克智星医疗技术研究院有限公司

检测类别: 委托检测

编制: 王洪双 审核: 魏志源 批准: 董思源

日期: 2022.4.25 日期: 2022.4.26 日期: 2022.4.26

检测单位(盖章): 北京科环世纪电磁兼容技术有限责任公司

报告发出日期: 2022年4月26日



项目名称	PET/CT 工作场所辐射防护检测			
委托单位	北京华克智星医疗技术研究院有限公司			
委托单位地址	北京市大兴区中关村科技园区 大兴生物医药产业基地天富街9号6幢东侧			
检测对象	PET/CT			
检测地点	北京市石景山区晋元庄路9号院 北京大学首钢医院核医学科 PET/CT 中心			
检测项目/参数	X- γ 剂量率、 α 、 β 表面污染			
检测日期	2022年04月13日	环境条件	17℃/28%RH	
检测仪器				
检测仪器	规格型号	性能参数	仪器编号	溯源方式及有效期
X、 γ 剂量率仪	AT1123	剂量率范围： 50nSv/h~10Sv/h 能量范围： 15keV-10MeV	KHC-YQ-21	校准有效期至： 2022年06月02日
α 、 β 表面污染仪	PAM-170C	0~10 ⁵ cps	KHC-YQ-20	检定有效期至： 2022年08月30日
检测依据	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021） 《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）			
评价依据	\			

一、检测基本情况

北京大学首钢医院的联影 UMI550 型 PET/CT 安装于核医学科 PET/CT 中心的 PET/CT 机房内，PET/CT 中心建筑为 1 层，下方为土层。检测时，使用 F-18 核素药品开展核医学显像诊断，PET/CT 运行工况为 120kV、40mA。

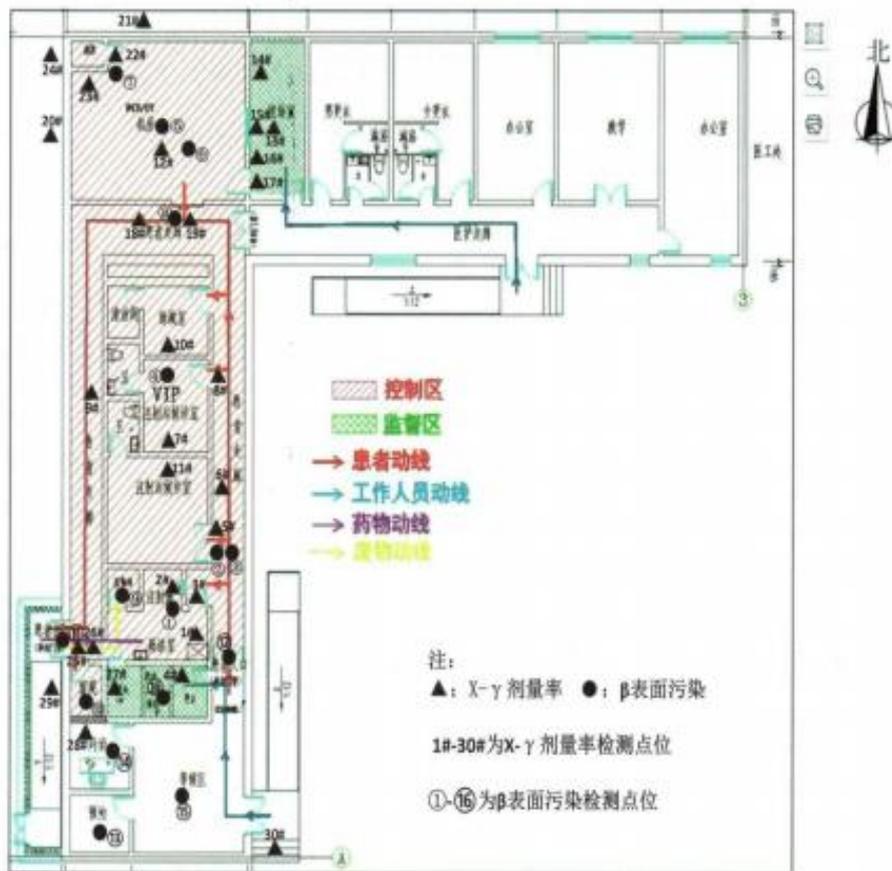


图 1 检测点位示意图

二、检测结果

表 1 X- γ 剂量率检测结果

测点序号	测点位置		X- γ 辐射剂量率* ($\mu\text{Sv/h}$)		备注
			背景值	操作时或注射后	
1 [#]		通风橱操作口 1	0.12	4.27	50mCi 中分装 10mCi
		通风橱操作口 2	0.12	4.18	
2 [#]	高活室	注射口工作人员胸部位置	0.13	2.23	10mCi 药物在铅套中, 摆放在注射位置, 进行模拟检测
		注射口工作人员头部位置	0.13	1.96	
		注射口工作人员手部位置	0.13	43.2	
3 [#]	高活室	防护门中部外 30cm	0.12	0.13	分装时
		防护门上缝外 30cm		0.13	
		防护门下缝外 30cm		0.13	
		防护门左缝外 30cm		0.13	
		防护门右缝外 30cm		0.13	
4 [#]	更衣室内 (高活室南墙外 30cm)		0.10	0.10	通风厨内有 50mCi 药物
5 [#]	候诊室门外 30cm	中部	0.11	0.20	室内有 2 名患者, 分别注射 8.91mCi、 8.65mCi
		上缝		0.20	
		下缝		0.19	
		左缝		0.19	
		右缝		0.20	
6 [#]	候诊室东墙外 30cm		0.11	0.20	
7 [#]	候诊室北墙外 30cm (VIP 候诊室内)		0.10	0.12	
8 [#]	VIP 候诊室门 外 30cm	中部	0.10	0.40	在沙发上摆放 10mCi 药物进 行模拟检测
		上缝		0.40	
		下缝		0.30	
		左缝		0.30	
		右缝		0.43	
9 [#]	VIP 候诊室西墙外 30cm		0.11	0.19	
10 [#]	VIP 候诊室北墙外 30cm		0.10	0.17	

11 [°]	VIP 候诊室南墙外 30cm		0.11	0.14	
12 [°]	PET/CT 机房床旁摆位处		0.13	59.6	患者注射 8.91mCi
13 [°]	PET/CT 机房控制室操作位		0.13	0.20	管电压 120kV、 管电流 40mA、 患者注射 8.91mCi
14 [°]	PET/CT 机房控制室 管线洞口外 30cm		0.13	0.20	
15 [°]	PET/CT 机房观察窗外 30cm		0.13	1.22	
16 [°]	PET/CT 机房东墙外 30cm		0.13	0.53	
17 [°]	PET/CT 机房 医生出入口 外 30cm	中部	0.12	0.67	
		上缝		0.85	
		下缝		0.98	
		左缝		0.91	
		右缝		0.71	
18 [°]	PET/CT 机房南墙外 30cm		0.12	0.21	
19 [°]	PET/CT 机房 患者出入口 外 30cm	中部	0.12	0.14	
		上缝		0.25	
		下缝		0.29	
		左缝		0.13	
		右缝		0.30	
20 [°]	PET/CT 机房西墙外 30cm		0.12	0.14	
21 [°]	PET/CT 机房北墙外 30cm		0.12	0.12	
22 [°]	源库门外 30cm		0.13	0.14	
23 [°]	源库南墙外 30cm		0.13	0.13	
24 [°]	源库西墙外 30cm		0.12	0.12	
25 [°]	留 观 室	门外 30cm	0.10	0.12	注射 5.54mCi 的 1 名患者坐 在留观室协助 进行模拟检测
26 [°]		北墙外 30cm	0.10	0.13	
27 [°]		东墙外 30cm (更衣室内)	0.11	0.42	
28 [°]		南墙外 30cm (问诊室内)	0.10	0.11	
29 [°]		西墙外 30cm	0.10	0.11	
30 [°]	衰变池上方		0.11	0.12	

注：*检测结果含宇宙射线响应值。

表 2 β 表面污染检测结果

测点序号	测点位置		β 表面污染 (Bq/cm ²)	备注
①	高活室	注射窗口注射位	0.14	
		注射窗表面	0.13	
		地面	0.13	
		水池	0.32	
		废物桶表面	0.14	
		操作台	0.14	
		通风厨外表面	0.21	
		地面	0.13	
②	候诊室	门口地面	0.14	室内有2名患者
③		门外走廊	0.15	
④	VIP 候诊室	地面	0.24	
		沙发	0.18	
		茶几	0.20	
		墙面	0.16	
		卫生间水池	0.28	
		卫生间马桶	0.27	
		卫生间墙面	0.27	
		废物桶表面	0.17	
		门口地面	0.16	
⑤	PET/CT 机房	床面	0.17	
⑥		地面	0.19	
⑦		源库门外地面	0.14	
⑧		患者出入门外地面	0.38	
⑨	废物间	地面	0.13	
		废物桶	0.14	
⑩	留观室	地面	0.12	
		座椅	0.12	
		墙面	0.17	
⑪	患者走廊出口	门表面	0.13	
		地面	0.14	



⑫	患者走廊入口	门表面	0.12	
		地面	0.13	
⑬	预约室	地面	0.14	
		桌面	0.15	
		墙面	0.16	
⑭	问诊室	地面	0.14	
		桌面	0.15	
		墙面	0.16	
		床面	0.16	
⑮	等候区	地面	0.17	
		座椅	0.15	
		墙面	0.15	
⑯	更衣室	淋浴间地面	0.16	
		淋浴间墙面	0.17	
		储物柜表面	0.12	

[以下空白]

附件4 乙类大型医用设备配置许可证



乙类大型医用设备配置许可证
(正本)

许可证编号 乙0101100009

配置单位名称	北京大学首钢医院	统一社会信用代码 (或组织机构代码)	121100004007442360
法定代表人 (或主要负责人)	顾晋	许可设备名称	X线正电子发射断层扫描仪
所有制性质	全民	阶梯配置机型	临床实用型
设备配置地址	北京市石景山区晋元庄路9号		

发证机关  北京市卫生健康委员会
2019年10月24日

附件5 放射性固体废物处置台账

放射性固体废物暂存、处置管理台账¹⁾

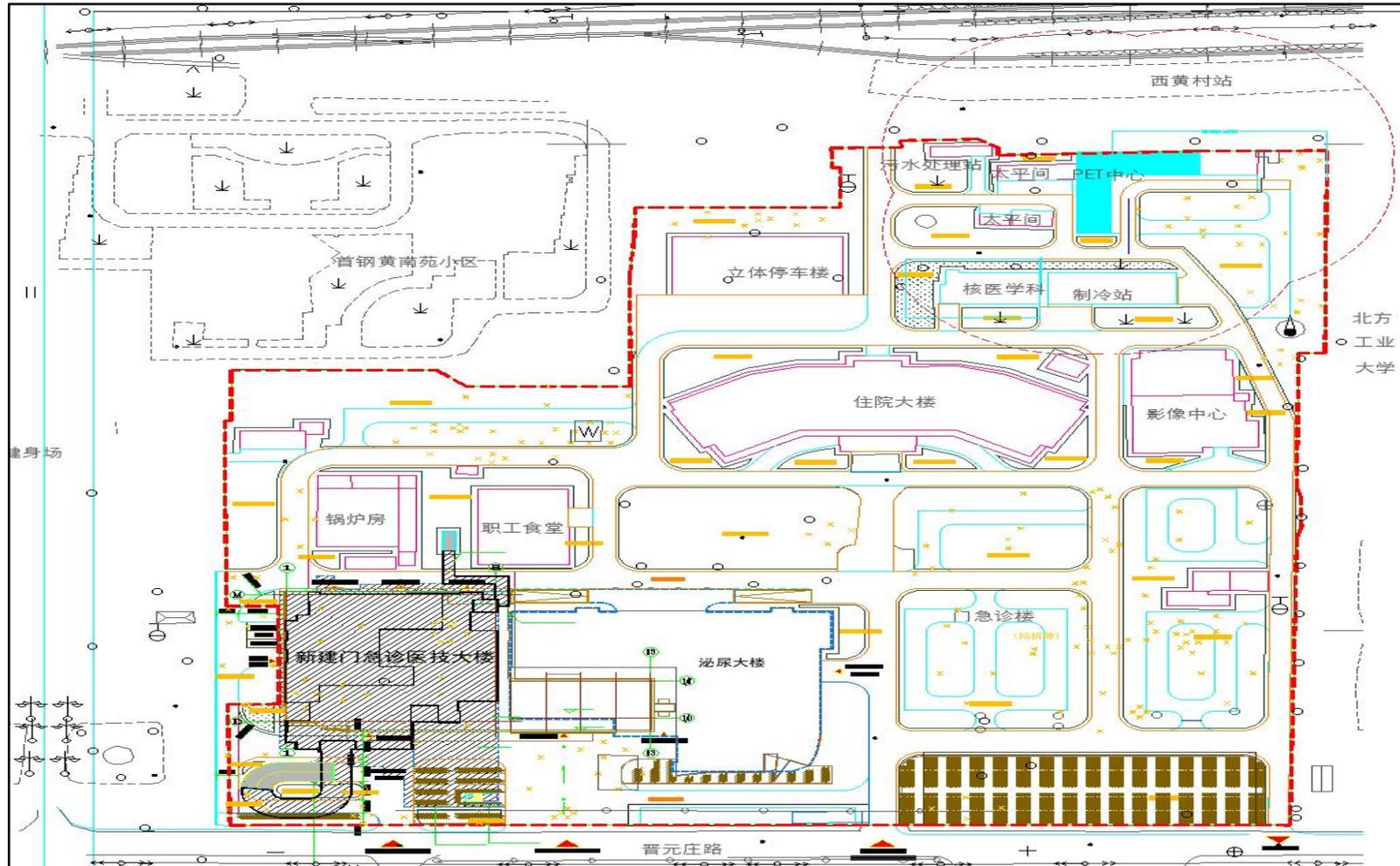
编号	放射性固体废物分类 ²⁾	废物所含核素名称	重量(kg)	废物暂存起始日期	废物暂存截止日期	暂存衰变时间(天)	表面污染自测结果(Bq/cm ²)	辐射剂量率自测结果(μSv/h)	是/否符合解控要求	废物处置日期	废物去向	监测设备信息	废物处置操作人员	部门负责人审核
1	A	F-18	0.5	2022.3.4	2022.4.11	38	0.14	0.164	是	2022.4.11	医疗垃圾	CoMo 170	靳海	王剑志
2	A	F-18	0.1	2022.3.10	2022.4.12	32	0.13	0.165	是	2022.4.12	医疗垃圾	CoMo 170	靳海	王剑志
	A	F-18												
	A	F-18												
	A	F-18												
	A	F-18												
	A	F-18												

填表说明：1) 每一袋放射性固体废物填写一行记录；
 2) 放射性固体废物分类——A类核素种类:F-18
 3) 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（其中碘-131核素治疗病房产生的废物至少暂存180天）后，使用监测仪器对废物逐袋进行表面巡测，辐射剂量率低于200nSv/h且α、β表面污染水平分别小于0.08 Bq/cm²和0.8Bq/cm²，可对废物解控作为医疗废物处置。

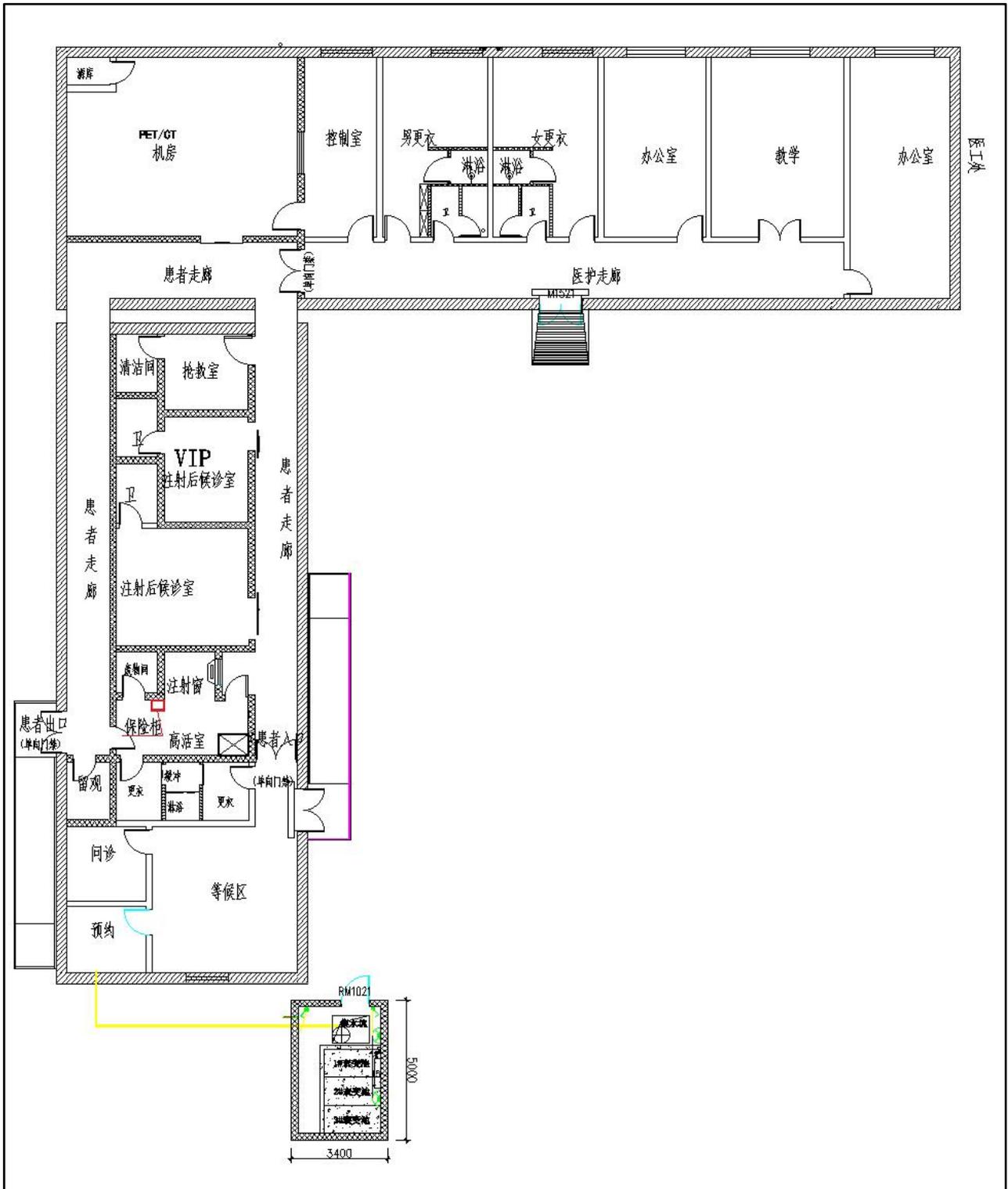
附图 1 地理位置图



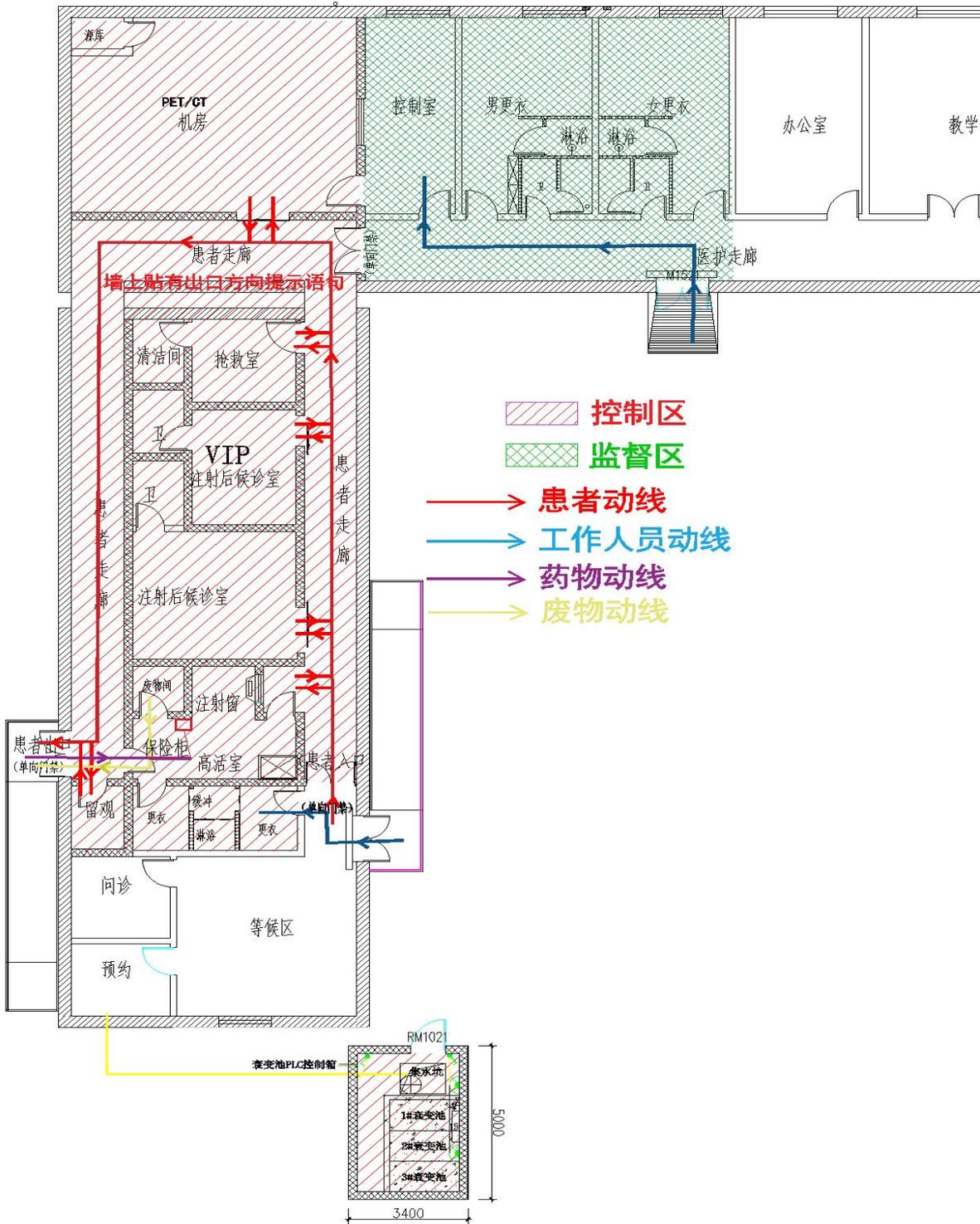
附图 2 医院平面图



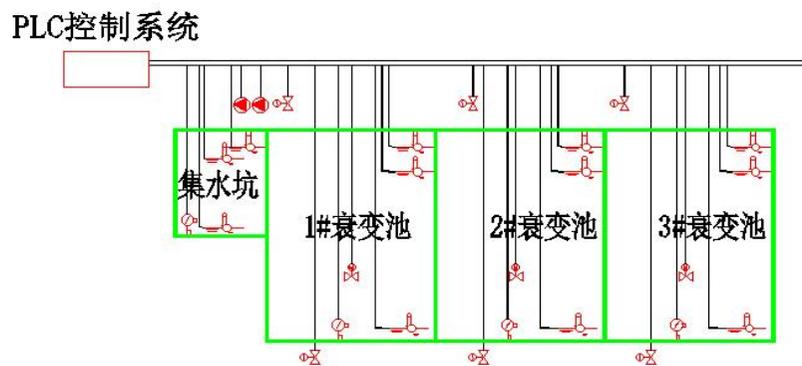
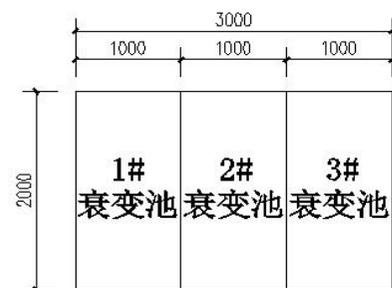
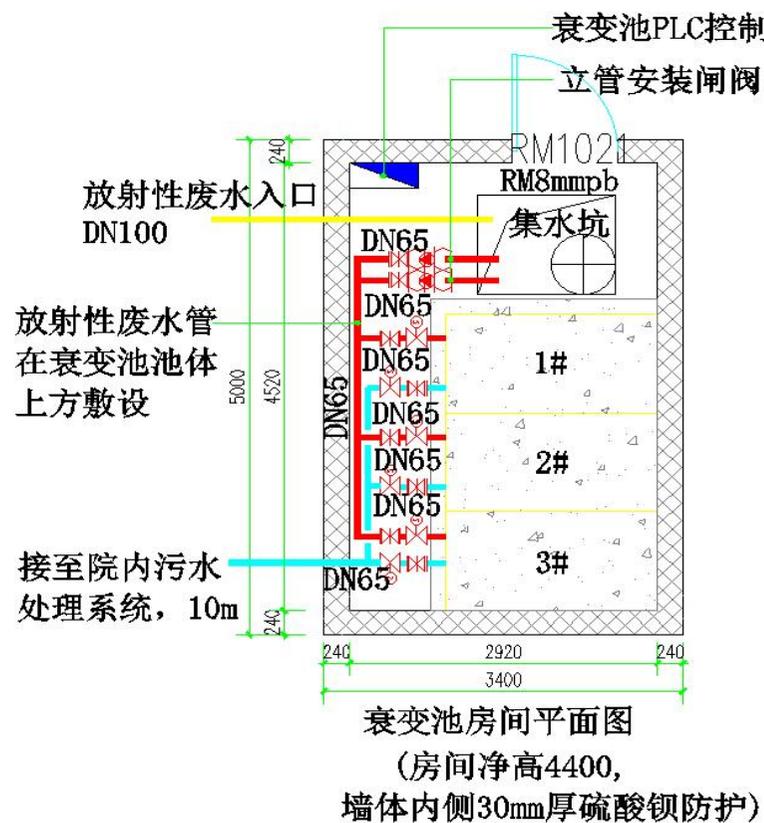
附图 3 PET 中心场所平面图



附图 4 PET 中心监督区、控制区分区及人流导向图



附图5 PET中心衰变池结构示意图



衰变池控制系统示意图

辐射类建设项目验收意见表

项 目 名 称 新建核医学科 PET 中心

建 设 单 位 北京大学首钢医院

法定代表人 顾晋

联 系 人 刘逢雨

联 系 电 话 010-57830827

表一 工程建设基本情况

建设项目名称（验收申请）	新建核医学科 PET 中心
建设项目名称（环评批复）	新建核医学科 PET 中心
建设地点	北京市石景山区晋元庄路 9 号
行业主管部门或隶属集团	首钢集团有限公司
建设项目性质（新建、改扩建、技术改造）	新建
环境影响报告书（表）审批机关及批准文号、时间	2020 年 12 月 17 日取得了北京市生态环境局的环境影响评价批复文件（京环审[2020]161 号）
环境影响报告书(表)编制单位	山西辐环科技有限公司
项目设计单位	无
环境监理单位	无
环保验收调查或监测单位	北京科环世纪电磁兼容技术有限责任公司
工程实际总投资（万元）	2235
环保投资（万元）	500
建设项目开工日期	2021 年 1 月
建设项目投入试生产（试运行）日期	2022 年 2 月

表二 工程变动情况

序号	环评及其批复情况	变动情况说明
1	北京市生态环境局关于新建核医学科 PET 中心项目环境影响报告表的批复（京环审[2020]161 号，2020 年 12 月 17 日）内容：将你院医工处办公路 1 层西侧区域改建为核医学科 PET 中心，配套使用一台联影 uMI550 型 PET/CT，使用 F-18 核素开展核医学显像诊断，属丙级非密封放射性物质工作场所。	与实际落实情况一直，无变动
	/	/

表三 环境保护设施落实情况

序号	环评要求	落实情况	是否满足
1	须落实混凝土砖、硫酸钡水泥等防护效果	严格遵照环评报告中核医学科的机房实体屏蔽防护方案执行。	是
2	VIP 注射后候诊室最多停留 1 人、普通注射后候诊室最多停留 2 人并设置铅屏风等实体屏蔽措施，	在普通注射后候诊室内两后诊位之间设置 10.0mmPb 的铅屏风，两侧最多各停留 1 人。VIP 注射后候诊室每次进入一人，相关内容详见“核医学科防护安全管理”；	是
3	核医学 PET 中心场所分区划分和管理，落实登记、注射前候诊、缓冲等区域，设置明显的控制区、监督区以及标识以及放射性标志、中文警示说明和工作状态指示。	控制区包括 PET/CT 室，源库，高活室，废物间，留观室，抢救室，注射后候诊室含卫生间，缓冲间，患者走廊。监督区包括控制室，医护人员更衣室等。 各处标识、中文警示说明和工作状态指示灯已按环评及批复要求落实到位。。	是
4	落实出入口单向门禁系统，防止医务人员、患者和药物的交叉，在走廊地面标有患者路由方向，在 PET/CT 机房门口对面墙上标有明显的患者离开路径提示。	在 PET 中心使用单向门禁系统人流、物流和医务人员无交叉。患者路线指示标识和离开路径提示等已按照环评和批复要求设置。	
5	PET 中心所有工作人员（目前 4 名，拟新增 3 名）均需通过辐射安全	为 PET 中心配备了 8 名辐射工作人员，均通过了辐射安全知识培训考核或持有辐射安全与防护培训证，并在北京市疾病预防控制中心进行了个人剂量监测。	是

6	配备 2 台辐射剂量巡测仪和 2 台表面污染仪	PET 中心配备了 2 套辐射监测仪表（1 台表面污染检测仪和 1 台辐射剂量巡测仪为一套），1 套为常用，一套为备用。	是
7	配备 50mmPb 的通风橱，并配备活性炭过滤器；注射窗口采用 50mmPb 当量防护，通风橱、PET 中心控制区（高活室、注射后候诊室、PET/CT 室、废物间等）分别设置 1 套独立排风系统，2 套排风系统分别从西侧延伸至高于屋顶 3 米排放。活性炭滤材每年至少更换一次。	配备了 1 个 50mmPb 的通风橱，放射性药物的分装等操作在通风橱内完成。注射窗口的铅玻璃为 50mmPb。设置了 2 套排风系统，通风橱单独一套，PET 中心控制区其他房间使用 1 套，排风口位置和高度以及活性炭滤材更换频次与环评要求一致。	是
8	配备至少 6 个铅防护废物桶，收集放射性废物，设置放射性废物暂存库，确保放射性废物暂存不少于 30 日，并经检测合格后，方可解控作为医疗废物处置，须建立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、处置等信息	核医学科配备了 6 个放射性废物桶，其中 4 个 10L（10mmPb）放置于废物间，注射室与高活室各放置 1 个 15L（10mmPb），用于存放日常检查产生的放射性废物，按核素分类存放，之后统一存放于核医学内的放射性废物间，存放时在袋子上写明核素名称，存放时间，重量等信息，并在放射性废物清洁解控台账表上进行记录，待存放满 30 天后，用辐射监测仪及表面污染监测仪进行检测，检测合格后方可按常规垃圾处置，并检测数据及处置时间等信息填到清洁解控台账表格上。	是
9	设置 3 个槽式衰变池，确保放射性废水暂存超过 30 天后，方可解控。衰变池房间入口设锁。	核医学科设置了衰变池，采用 3 级槽式工艺，总容积为 3*7m ² ，前一级衰变池满了之后，进水阀门关闭，开启下一级进水阀门，以此类推，并见衰变池房间进行上锁管理。存放至少 30 天后，进行排放，同时做好放射性废水清洁解控台账表的记录工作。	是

表四 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	核医学科场所均须采取不低于本报告表中的实体屏蔽防护措施，确保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	检查室、候诊室等场所采取实体屏蔽措施，场所控制区边界外的辐射剂量率不大于 2.5μSv/h；验收监测结果显示，控制区、监督区β放射性物质不大于 40Bq/cm ² 、4Bq/cm ² 。

	面) β 放射性物质不大于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。	
2	专门设置 3 个槽式衰变池(总有效容积不小于 21m^3 ，并采取有效的物理措施隔离，防止无关人员靠近。确保放射性废水暂存超过 30 天后，方可解控排放。须建立核医学科场所放射性废水暂存、处置管理台账，清晰记录放射性废水的暂存、解控、排放等信息。	经现场核实，新建核医学科 PET 中心场所配套建设的放射性废水衰变池总容积和物理隔离措施。医院已制定了核医学科工作场所放射性废水暂存、排放管理台账，详细记录放射性废水的暂存、解控、排放等信息，放射性废水能够暂存至少 30 天，满足北京市关于医疗机构的 A 类放射性废水暂存要求，放射性废水管理台账和记录内容满足管理要求。

表五 工程建设对环境的影响

<p>验收监测结果表明：</p> <p>一、本项目辐射工作场所控制区边界外等位置的辐射剂量率均满足环评批复要求的 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的剂量率控制水平。</p> <p>二、本项目辐射工作场所控制区、监督区β放射性物质表面污染控制水平分别不大于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$、$4\text{Bq}/\text{cm}^2$。</p> <p>三、本项目所致辐射工作人员和公众最大附加受照剂量分别低于环评批复要求的 $2\text{mSv}/\text{a}$ 及 $0.1\text{mSv}/\text{a}$ 的剂量约束值。</p>
--

表六 验收结论

表六 验收结论

根据北京市生态环境局《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）的要求，2022年4月18日，北京大学首钢医院自行组织了“新建核医学科PET中心项目”竣工环境保护验收会，会议由项目建设单位、验收报告编制单位及专家组成了验收组。验收组听取了建设单位对项目情况的介绍、验收报告编制单位对验收报告的汇报，进行了现场查看和文档查阅，经讨论形成验收意见如下

（1）北京大学首钢医院《新建核医学科PET中心项目竣工环境保护验收报告》格式与内容基本符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》及《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的要求，可按照验收流程公示；

（2）本项目严格执行了环保“三同时”制度，环境保护设施已按环境影响报告表及其批复要求完成建成。本次验收内容与环评一致，未发生重大变动；

（3）核医学科场所辐射屏蔽效果满足标准和环评批复要求；职业人员和公众所接受的最大年附加有效剂量满足剂量约束要求；

（4）核医学科的辐射工作人员均通过了辐射安全与防护考核并在有效期内。新增配置了辐射监测仪器以及个人防护用品等，满足环评批复要求；

（5）医院制定了辐射安全管理制度及辐射事故应急预案，并重新申领了辐射安全许可证。

综上所述，北京大学首钢医院“新建核医学科PET中心项目”（京环审【2020】161号）满足验收条件，验收组一致同意本项目通过竣工环境保护验收。

验收合格：是 否

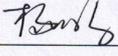
组长签字：



2022年4月18日

验收组名单

验收组名单

	姓名	单位	职务/职称	签名
组 长	顾晋	北京大学首钢医院	院长	
(副组长)	陈新	北京大学首钢医院	医务处处长	
成 员	严源	中国原子能科学研究院	高工	严源
	杨明	北京同道科创研究院	项目主任	
	王剑杰	北京大学首钢医院	核医学科主任	王剑杰
	刘逢雨	北京大学首钢医院	医务处干事	刘逢雨