

核技术利用建设项目
首钢医院核医学科退役项目
环境影响报告表



生态环境部监制

核技术利用建设项目
首钢医院核医学科退役项目
环境影响报告表

建设单位：北京大学首钢医院

建设单位法人代表（签名或签章）：顾晋

通讯地址：北京市石景山区晋元庄路9号

邮政编码：100144

电子邮箱：sgyy_yzc@163.com



联系人：刘逢雨

联系电话：010-57830878

目录

表 1	项目概况	1
表 2	放射源	16
表 3	非密封放射性物质	17
表 4	射线装置	18
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	19
表 6	评价依据	20
表 7	保护目标与评价标准	22
表 8	环境质量和辐射现状	27
表 9	项目工程分析与源项	34
表 10	辐射安全与防护	41
表 11	环境影响分析	45
表 12	辐射安全管理	48
表 13	结论与建议	50
表 14	审 批	52

表 1 项目概况

建设项目名称		首钢医院核医学科退役项目			
建设单位		北京大学首钢医院			
法人代表	顾晋	联系人	刘逢雨	联系电话	010-57830878
注册地址		北京市石景山区晋元庄路 9 号			
项目建设地点		北京市石景山区晋元庄路 9 号首钢医院核医学科			
立项审批部门		无		批准文号	无
建设项目总投资（万元）		40	项目环保投资（万元）	4	投资比例（环保投资/总投资） 10%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ） 329.5
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	<input checked="" type="checkbox"/> 退役			
	<p>1.1 单位概况</p> <p>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 65610.07 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 个医技科室，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。北京大学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。</p> <p>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</p>				

胰外科、普通外科、骨科、修复重建外科、呼吸与危重症医学科、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。

首钢医院有着七十年的悠久历史和优秀文化底蕴，始终以维护人民群众健康为己任，曾造就了世界慢病防控的经典——“首钢模式”，积极承担预防保健、医疗救助、公共卫生、对口支援等公益性服务的社会责任，从抗击“非典”到汶川抗震救灾，从服务北京奥运到援疆援蒙，以及在各种大型医疗公益活动和医疗救助活动中总能见到首钢医院人的身影和足迹。

首钢医院全体医务工作者将秉承“厚德、精勤、创新、卓越”的院训，紧紧抓住北京城市复兴新地标建设和北京冬奥会、冬残奥会建设的战略机遇期，发扬百年首钢精神，发挥北大医学优势，不忘初心，牢记使命，以精湛的医术和高度的责任感承载生命的重托，努力为北京市医药卫生事业发展和维护人民群众健康作出积极贡献。

1.2 核技术利用及辐射安全管理现状

1.2.1 核技术利用现状情况

首钢医院目前持有北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[H0007]，有效期至2025年7月30日，许可证副本相关页见附件1），许可的种类和范围是：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。医院已许可使用的放射源、非密封放射性同位素及射线装置情况分别见表1-1、表1-2和表1-3所示。

表 1-1 首钢医院已许可的放射源使用情况

序号	核素	类别	活度（贝可）×枚数	活动种类
1	Ge-68	V	7.4E+7 × 1	使用

表 1-2 首钢医院已许可的非密封放射性同位素使用情况

序号	工作场所	等级（类别）	核素名称	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	活度种类
1	核医学科 PET 中心	丙	I-125 粒子源	3.56E+5	4.89E+11	使用（暂存）

2	核医学科 PET 中心	丙	F-18	1.11E+7	2.22E+12	使用
3	核医学科 (本次拟退 役场所)	乙	Tc-99m	1.85E+8	4.6E+12	使用
4	泌尿外科手 术室 1	丙	I-125 粒子 源	1.78E+6	1.33E+11	使用
5	住院大楼 CT 室 (2)	丙	I-125 粒子 源	1.78E+6	3.56E+11	使用

表 1-3 首钢医院已许可的射线装置使用情况

序号	装置名称	类别	装置数量 (台)
1	TOMO 装置	II	1
2	模拟定位 CT	III	1
3	数字 X 射线机	III	5
4	床旁 X 射线机	III	4
5	泌尿多功能 X 线机	III	1
6	CBCT	III	1
7	数字 X 射线摄影系统	III	1
8	牙片机	III	3
9	胃肠造影机	III	1
10	骨密度 X 光机	III	1
11	车载 X 光机	III	1
12	X 射线计算机体层摄影	III	1
13	乳腺 X 光机	III	1
14	PET/CT	III	1
15	CT	III	4
16	DSA	II	3
17	C 型臂	III	3
合计			33

1.2.2 近几年履行环保审批情况

首钢医院近 5 年来开展的核技术利用项目，均履行了环保审批手续，具体落实情况见表 1-4。

表 1-4 近几年履行环保审批手续情况一览表

编号	项目名称	环保审批	竣工环保验收
1	新建使用数字减影造影装置项目	京环审[2019]198号	2019年12月完成了自行竣工环保验收
2	北京大学首钢医院住院楼地下一层CT室(3)新增CT扫描系统	201911010700000421	备案项目, 已登证
3	北京大学首钢医院更新1台医院X射线机(DR)并新建放射工作场所	201911010700000598	备案项目, 已登证
4	北京大学首钢医院金顶街社区卫生服务中心更新1台医用X射线机(DR)并改建放射工作场所	201911010700000600	备案项目, 已登证
5	北京大学首钢医院新增1台床旁DR	202011010700000181	备案项目, 已登证
6	北京大学首钢医院新增1台床旁DR	202011010700000182	备案项目, 已登证
7	北京大学首钢医院新增使用2台III类射线装置和已许可2台床旁X射线机增加放射工作场所项目	202011010700000972	备案项目, 已登证
8	新建核医学科PET中心项目	京环审[2020]161号	2022年4月完成了自行竣工环保验收
9	PET中心使用V类密封放射源、III类射线装置(PET/CT)	202111010700000041	
10	碘125粒子源变更暂存场所项目	202111010700000196	备案项目, 已登证
11	使用III类射线装置项目	202311010700000688	备案项目, 已登证
12	移机使用4台III类射线装置	202311010700000644	备案项目, 已登证
13	新建放疗中心	京环审[2021]41号	取得使用许可的部分场所和设备, 正在编写竣工环保验收报告
14	使用III类射线装置项目	202311010700000713	备案项目, 已登证
15	使用一台III类射线装置	202411010700000743	备案项目, 登证申请中

1.2.3 辐射安全管理情况

1.2.3.1 辐射管理机构基本情况

为了加强辐射安全和防护管理工作, 促进放射性同位素和射线装置的安全使用, 首钢医院专门成立了辐射防护领导小组, 由院长担任组长, 副院长担任副组长, 医务处、安全保卫处、医学工程处、基建处、总务处、医学影像科、

神经外科、放射治疗科、核医学科等部门的相关人员担任组员，并指定医务处刘逢雨专职负责辐射安全管理工作，辐射防护领导小组成员名单见表 1-5。

表 1-5 首钢医院辐射防护领导小组成员名单

人员类别	姓名	性别	专业	职务	部门	专/兼职
组长	顾晋	男	外科学	院长	院部	兼职
副组长	郝岱峰	男	临床	副院长	院部	兼职
组员	关振鹏	男	外科学	副院长、骨科主任	院部、骨科	兼职
	李军	男	外科学	副院长	院部	兼职
	冯光	男	内科学	处长	医务处	兼职
	左晓霞	女	护理学	主任	护理部	兼职
	张挽强	男	外科学	处长	医学工程处	兼职
	卜祥鑫	男	土木工程	处长	基建处	兼职
	李晓琳	女	工程管理	处长	安全保卫处	兼职
	张爱国	男	无	处长	总务处	兼职
	袁平	男	外科学	处长	科研处	兼职
	许丹丹	女	管理学	副处长	人力资源处	兼职
	张滨	男	医学影像学	主任	医学影像科	兼职
	金晓维	女	临床医学	主任	内窥镜科	兼职
	任刚	男	医学影像与放射治疗	主任	放射治疗科	兼职
	王剑杰	男	核医学	主任	核医学科	兼职
	杨仁杰	男	临床医学	主任	介入中心	兼职
	于明川	男	医学影像学	副主任	医学影像科	兼职
	冷建军	男	外科学	主任	普通外科肝胆胰病区	兼职
	高峰	男	外科学	主任	神经外科	兼职
	郭正纲	男	外科学	主任	麻醉科	兼职
	李宁忱	男	外科学	主任	泌尿外科	兼职
	刘京山	男	外科学	主任	普通外科	兼职
	唐强	男	内科学	主任	心血管内科	兼职
	王宏宇	男	内科学	副院长、血管医学科主任	院部、血管医学科	兼职
高伟	男	内科学	主任	神经内科二病区	兼职	
乔淑冬	女	内科学	主任	神经内科一病区	兼职	
王晓东	男	肿瘤学	主任	肿瘤科	兼职	
杨德圣	男	口腔医学	主任	口腔科	兼职	

	东黎光	男	内科学	主任	体检科	兼职
	何晓莽	女	外科学	主任	金顶街社区卫生服务中心	兼职
	张宏林	男	外科学	主任	古城社区卫生服务中心	兼职
	刘逢雨	女	预防医学	干事	医务处	专职

1.2.3.2 制定规章制度及落实情况

首钢医院结合医院实际情况，已制定一系列辐射安全、辐射防护与环境保护相关的规章制度，包括辐射防护领导小组及岗位职责、放射性同位素与射线装置操作规程、辐射工作人员培训计划、辐射工作场所安全和防护管理制度、设备检修维护制度、辐射工作人员个人剂量监测制度、工作场所和环境辐射水平监测方案、台帐管理制度、放射性废物管理制度、辐射事故应急制度等，并严格按照规章制度执行。

为了加强对辐射安全和防护管理工作，首钢医院辐射防护领导小组负责医院的放射防护监督和管理工作的，使用放射性同位素和射线装置的有关科室负责人承担组织执行辐射安全措施和制度的责任，医务处负责对全院辐射防护管理制度执行情况的监督检查。每年依据相关法律法规对医院辐射工作的安全和防护状况，编写年度评估报告，并向生态环境主管部门上报。

1.2.3.3 工作人员培训情况

首钢医院制定了辐射工作人员考核计划。目前，全部从事辐射工作的职业人员和管理人员共计 203 人，分批参加了辐射安全和防护培训，并通过了考核。

今后，医院将按照生态环境部 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，考核通过后方可上岗。

1.2.3.4 个人剂量监测情况

首钢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送检，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。

根据医院提供的 2023 年度的个人剂量监测结果（见附件 2），参与个人剂量检测的 209 名人员，年度个人受照剂量为 0.034mSv~0.468mSv，均未超过医

院年剂量管理值 5.0mSv。

开展个人剂量检测的人员，包含辐射工作人员、核技术利用场所的进修人员、核医学科就医引导人员等，所以开展个人检测的人数（209 名）多于考核证人员数量（203 名）。部分进修人员工作时间较短，所以出现了只有一个季度的个人剂量检测结果的情况。

医院今后将继续加强个人受照剂量的监管，如果某位职业人员的单季度个人剂量监测结果高于年剂量约束值 1/4，将对其受照原因进行调查，结果由本人签字后存档；如果单季度个人剂量监测结果高于剂量约束值，追查超标原因，将采取调离工作岗位或控制从事辐射工作时间等措施，保障辐射工作人员的健康。

1.2.3.5 工作场所及辐射环境监测情况

医院已制定辐射工作场所监测制度和自行监测记录档案，监测方案内容含有工作场所辐射水平监测和环境辐射水平监测，监测方案中包括实施部门、监测项目、点位及频次等，并妥善保存，接受生态环境行政主管部门的监督检查。监测记录记载监测数据、测量条件、测量仪器和方法、测量时间和测量人员等信息，监测记录随本单位辐射安全和防护年度评估报告一并提交北京市生态环境局。

委托监测：医院每年委托有 CMA 或 CNAS 资质的单位对医院已有的辐射场所防护和机器性能检测一次，且北京市卫生健康委员会每年都要对医院的《放射诊疗许可证》校验一次，校验时医院必须提供当年的检测合格报告。

表面污染监测：每天工作结束后，对非密封放射性同位素工作场所的工作台台面、手套箱台面、注射台以及设备等进行表面污染监测，监测数据记录存档。工作人员离开可能受到放射性污染的工作场所时，监测其工作服、体表的表面污染水平。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，该项工作由使用科室工作人员自行完成。

医院现有的监测方案基本能够满足现有场所使用要求，医院已配备的辐射监测仪器，详细清单见表 1-6。

表 1-6 医院现配有辐射监测仪器清单

序号	仪器名称	型号	购置日期	仪器状态	数量	使用场所
1	表面污染仪	CoMo170	2018-12-17	正常	1	核医学科

						PET 中心
2	表面污染仪	CoMo170	2019-4-18	正常	1	医学影像科 (包括碘-125 粒子植入)
3	辐射剂量巡测仪	Alert	2021-8-25	正常	1	核医学科 PET 中心
4	辐射巡测仪	Ranger	2019-04-18	正常	1	医学影像科 (包括碘-125 粒子植入)
5	表面污染仪	Inspector	2009-04-14	正常	1	医务处备用
6	便携式辐射巡测仪	451P	2023-11-01	正常	1	放疗中心
7	便携式表面污染测量仪	MicroCont II RGZ190	2012-01	正常	1	核医学科 PET 中心
8	辐射巡测仪	Ranger	2018-12-27	正常	2	介入中心/导管室
9	固定式辐射检测仪	NT6103N	2023-11-01	正常	1	放疗中心
10	个人剂量报警仪	RAD-60S	2023-11-01	正常	2	放疗中心
11	便携式放射性检测仪	PDS-100GN	2012-2	正常	2	核医学科
12	电离室巡测仪	451	2021-8-25	正常	1	核医学科 PET 中心
合计					15	

1.2.3.6 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。

2023 年 9 月医院组织核医学科辐射防护应急演练。此次演练以患者在核医学科 PET/CT 检查床上检查时，扫描床因突发机械故障无法移动，以及患者呕吐作为事件背景，技师、护士、医生分别按照应急流程，开展患者安抚、紧急报告、场所警戒、场所监测、废物处置以及事件报告总结等工作。演练过程由主管院长牵头，医务处组织协调，参加部门有核医学、医学工程处、护理部、

安全保卫处等。通过演练，使核医学工作人员对操作中可能出现的情况有了直观清楚的认识；对辐射工作人员进行宣传教育，加强了辐射工作人员的辐射安全防护意识和应急处置能力。同时也使各相关部门对辐射事故应急处置的流程更加清楚和熟练，达到预期效果。

1.2.3.7 放射性废物的管理情况

首钢医院按照《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）要求，对放射性废物进行管理：将放射性固体废物分类收集于专用的废物桶内，在废物衰变间内暂存。暂存时间超过 30 天后，使用经检定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”。医院最近于 2022 年 1 月按照要求对核医学科 2017 年 7 月至 2021 年 12 月（核医学科 2022 年 1 月 1 日起停用）暂存时间满足要求的 Tc-99m 固体废物进行了清洁解控（解控记录详见附件 3），质量约为 73.3kg。

核医学科许可使用的显像核素为 Tc-99m（A 类），配套的衰变池为推流式衰变池（2m³×3），产生的放射性废水按照《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》管理要求（推流式）自动解控排放。

1.2.3.8 其他情况

2023 年度，首钢医院较圆满地完成了各项辐射安全防护工作，依据相关法律法规对该单位放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行了年度评估，编写了年度评估报告。

1.3 本项目概况

1.3.1 项目背景

北京大学首钢医院核医学科始建于 1989 年，科室初建时使用的是美国进口的 γ 相机，于 2003 年该场所更换引进一台单探头 SPECT 显像设备，至 2021 年底，已运行 18 年；主要开展的检查有全身骨扫描、甲状腺扫描、甲状旁腺扫描、心肌灌注、肾动态灌注显像、肺灌注扫描、肝胆动态显像、唾液腺显像等，并配合影像科、泌尿外科开展了骨转移灶、肺癌等。

由于单探头 SPECT 显像设备老化，故障率增高，性能不稳定，许多临床需

要的常规检查项目无法开展，首钢医院核医学科于 2022 年 1 月 1 日停止核医学科诊疗工作。为丰富完善医院的医疗检查项目，提升首钢医院医疗检查质量，促进医院现代化管理水平，在核医学科停止诊疗工作期间，医院同步完成核医学科 PET 中心的建设、登证及验收等手续，于 2022 年 1 月开始运作，保证了患者正常接受核医学科诊断的需求。故现拟对首钢医院核医学科进行退役处置。

1.3.2 目的和任务的由来

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》相关规定，本项目应当进行环境影响评价，编制环境影响报告表，报生态环境主管部门审批。

根据生态环境部《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(2019 年生态环境部令第 9 号)要求，北京辐环科技有限公司符合第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位。公司有专职环评工程师，有能力开展环境影响评价工作。受首钢医院的委托，评价机构环评人员在现场踏勘、收集资料的基础上，对该项目建设和运行对环境的辐射影响进行了分析评价，并编制了环境影响报告表。

1.3.3 本项目核医学科曾使用过的辐射源项

首钢医院核医学科为一处乙级非密封放射性物质工作场所，只许可使用 Tc-99m 核素，日等效最大操作量为 $1.85\text{E}+8\text{Bq}$ ，年最大操作量为 $4.62\text{E}+12\text{Bq}$ 。医院近几年 SPECT 显像接诊人数不超过 3600 人次/年，Tc-99m 核素实际日等效最大操作量为 $1.67\text{E}+7\text{Bq}$ （低于丙级的上限），实际年最大使用量不大于 $1.7\text{E}+12\text{Bq}$ ，每年产生放射性固体废物量约 20kg，放射性废水约为 1m^3 。核医学科 Tc-99m 最后一次使用时间为 2021 年 12 月 31 日（核医学科于 2022 年 1 月 1 日起停用），场所内使用的一台 SPECT 拟按医院的报废程序进行报废。

1.3.4 核医学科退役前放射性“三废”产生情况及主要物品

首钢医院核医学科在运行过程中，产生了一定量的放射性固体废物及放射性废水。放射性固体废物主要为：棉签、口罩、手套、吸水纸等，产生的固体废物全部暂存于核医学科内的放射性废物库内，待存放 30 天后，经检测合格后，作为常规医疗垃圾处理；核医学科中产生的放射性废水主要来源为病人专

用卫生间下水、控制区场所排水，经过管道收集后统一排入院内的衰变池内进行衰变，按照《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号文件要求自动解控排放。

本项目核医学科于2022年1月1日停止使用。停用后，场所内没有剩余的放射性药物，并对停用前产生的A类放射性固废（Tc-99m）陆续进行了清洁解控处理（见附件3）。目前，该场所无放射性废物遗留。核医学科涉及的放射性核素Tc-99m产生的放射性废液为A类，产生的放射性废水按照《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》管理要求（推流式）自动解控排放。

本项目核医学科控制区排风管道及排水管道拟拆除，控制区内场所和设施在处置之前都需要委托有资质的单位进行监测，所有监测数据须进行存档，场所和设施的监测结果小于清洁解控水平，即能够满足解控要求后，方可进行相关处置。场所内部分物品作为利旧物品再使用，SPECT设备作为固定资产按程序申请报废，其余物品作为废旧物品物直接报废。退役前核医学科场所内主要物品清单见表1-7所示。

表 1-7 核医学科原址各房间主要物品列表

场所	设施	数量	报废/利旧	监测情况	备注
患者走廊	椅子	1	利旧	委托监测和自行监测	总务库房
患者专用卫生间	清洁工具	1	报废	委托监测和自行监测	废旧物品报废
	洗手池	1	报废		
	坐便器	1	报废		
	蹲便器	1	报废		
	墩布池	1	报废		
ECT 检查室	SPECT	1	报废	委托监测和自行监测	固定资产报废
	检查床	1	报废		废旧物品报废
	洗手池	1	报废		委托监测和自行监测
	移动注射车	1	利旧		
	工作小车	1	利旧	总务库房	
	空调柜	1	利旧		
注射操作区	注射窗	1	报废	委托监测和	废旧物品报废

	落地照明灯	1	报废	自行监测	
	铅废物桶	2	利旧	委托监测和自行监测	PET 中心
注射后患者等候室	座椅	3	报废	委托监测和自行监测	废旧物品报废
	洗手池	1	报废		
	铅废物桶	1	利旧	委托监测和自行监测	PET 中心
	体重称	1	利旧		总务库房
	休息床	1	利旧		
药品存储室	通风橱	1	报废	委托监测和自行监测	废旧物品报废
	不锈钢垃圾桶	1	报废		
	柜子	1	报废		
	洗手池	1	报废		
	活度计	1	利旧	委托监测和自行监测	PET 中心
	移动注射车	1	利旧		
	工作小车	1	利旧		
库房	椅子	1	报废	委托监测和自行监测	废旧物品报废
	柜子	1	报废		
	休息床	1	报废		
	气瓶	1	报废		
放射性废物储藏室	铅废物桶	1	报废	委托监测和自行监测	废旧物品报废
	药品运输盒	1	报废		
	放射性废物储藏槽	1	报废		
接诊室	洗手池	1	报废	委托监测和自行监测	废旧物品报废
	办公桌	1	利旧	委托监测和自行监测	总务库房
	椅子	1	利旧		
	沙发	1	利旧		
档案室	柜子	1	利旧	委托监测和自行监测	总务库房
注射前患者等候室	椅子	1	报废	委托监测和自行监测	废旧物品报废
	洗手池	1	报废		
主任办公室	办公桌	1	利旧	委托监测和	总务库房

	沙发	1	利旧	自行监测	
	椅子	1	利旧		
ECT 控制室	办公桌	1	报废	委托监测和自行监测	废旧物品报废
	椅子	1	报废		
	电脑	1	报废		
办公室	办公桌	1	利旧	委托监测和自行监测	总务库房
	椅子	1	利旧		
资料室	办公桌	1	报废	委托监测和自行监测	废旧物品报废
	工作小车	1	报废		
	铅防护用品	1	报废		
	消防应急箱	1	报废		
排风管		1	报废	委托监测和自行监测	废旧物品报废
排水管		1	报废	委托监测和自行监测	废旧物品报废

1.3.5 退役目标

(1) 核医学科工作场所

核医学科工作场所退役后，将达到无限制开放使用的要求。

(2) 核医学科现存的物品

核医学科现存的移动注射车、工作小车、空调柜、椅子、活度计等物品，达到清洁解控要求，搬运至其他场所继续使用。

核医学科现存的 SPECT 设备达到清洁解控要求，作为固定资产按程序申请报废，其他物品包括柜子、通风橱、排风管道、排水管道、蹲坑、洗手池等，达到清洁解控要求，按普通废物进行处理。

1.3.6 退役范围

(1) 核医学科辐射工作场所：ECT 检查室、注射操作区、药品存储室、注射后患者等候室、患者专用厕所、患者走廊、放射性废物储藏室、库房、接诊室、档案室、注射前患者等候室、主任办公室、ECT 控制室、办公室、资料室。

(2) 核医学科配套设施：衰变池及排水管道、排风管道等。

(3) 核医学科场所内遗留设备：核医学科内现存的全部物品，包括

SPECT 设备、通风橱、移动注射车等。

1.3.7 核医学科退役计划

首钢医院计划于 2024 年 7 月开始核医学科退役安排（取得核医学科退役项目批复后开始实施），预计 2024 年 9 月底前完成，制定本项目如下实施方案。

（1）核医学科遗留设备设施处置：计划 2024 年 7 月开始将对核医学科辐射工作场所：ECT 检查室、注射操作区、药品存储室、注射后患者等候室、患者专用厕所、患者走廊、放射性废物储藏室、库房、接诊室、档案室、注射前患者等候室、主任办公室、ECT 控制室、办公室、资料室内物品按表 1-7 进行利旧或报废处置。

（2）核医学科配套设施处置：计划 2024 年 7 月 20 日开始将对排风及排水管道进行处置，控制区内现有的放射性排风管道都拆除，控制区内原有废水排放管道进行拆除。

所有设备设施及物品在处置前均须委托有 CMA 资质单位对核医学科相关场所、设备及配套设施进行表面污染水平和剂量率检测（该环节现已完成检测），且满足要求。在处置过程中，核医学科工作人员使用经检定或校准合格的检测仪器对施工的位置及配套设施表面污染和辐射剂量率水平进行自行监测，辐射剂量率满足所处环境本底水平且 β 表面污染水平小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，才可对相关位置及配套设施拆除，如果多次检测结果都异常时（辐射剂量大于 $200\text{nSv}/\text{h}$ 或者表面污染水平不低于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ），立即停止拆除并做好记录，然后委托有资质单位检测，收集有异常的设施储存于放射性废物储藏室内，暂存一段时间符合清洁解控水平后办理解控，确保是本底水平后才可继续拆除，并详细记录自行检测数值并做好纪录。

（3）根据本项目环评报告项目的实施方案和批复的要求，对核医学科进行退役。

（4）核医学科退役前需要将场所内剩余未解控的放射性固体废物暂存于放射性废物储藏室衰变，达到清洁解控水平之后办理解控手续。

（5）项目退役完成后，预计 2024 年 9 月底完成本项目的环保自行验收手续，核医学科完成退役之后改造为办公区域。

1.3.8 整体安排和职责分工

根据医院统一安排，核医学科退役工作在退役工作领导小组的领导下开展工作，制定具体的退役实施方案，指定医务处、医学工程处、核医学科共同组织实施，总务处、基建处、安全保卫处等科室协助有关工作。

医务处分工内容：全面负责与协调核医学科退役工作。

医学工程处分工内容：负责报废设备的登记、处置工作。

总务处：负责设备设施拆卸搬运、利旧设备设施存放等相关工作。

安全保卫处分工内容：负责退役现场的安全保障等工作。

核医学科分工内容：协助医务处从技术层面总体控制与协调退役工作。

基建处分工内容：负责核医学科管道拆卸等基建项目。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
无								

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
无										

注：日等效最大操作量和操作方式见国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大 能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
无										

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大管电 流 (mA)	用途	工作场所	备注
无									

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强 度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
无													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
退役实施过程产生的放射性固体废物	固态	Tc-99m			500kg		场所内暂存	暂存30d, 经自行检测, 符合《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》要求后, 办理解控, 按照普通物品或医疗废物处理。
SPECT设备	固态						机房内暂存	经检测, 符合《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》要求后, 办理解控, 按照固定资产报废处理。
放射性废水	液态	Tc-99m			6m ³		衰变池暂存	直接排入院内污水站

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》中华人民共和国主席令第九号，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》，中华人民共和国主席令第二十四号，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》，中华人民共和国主席令第六号，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 年 6 月 21 日公布，2017 年 10 月 1 日起实施。</p> <p>(5) 《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。</p> <p>(6) 《放射性废物安全管理条例》，国务院令 第 612 号，2012 年 3 月 1 日起实施。</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部部令 第 16 号，2020 年 11 月 30 日公布，2021 年 1 月 1 日起实施。</p> <p>(8) 《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。</p> <p>(9) 《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。</p> <p>(10) 《关于发布<放射性废物分类>的公告》，环境保护部/工业和信息化部/国家国防科技工业局 公告 2017 年第 65 号，2017 年 12 月 1 日公布，2018 年 1 月 1 日起实施。</p> <p>(11) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日。</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令 第 9 号，2019 年 9 月 20 日公布，2019 年 11 月 1 日起施行。</p>
-------------	--

	<p>(13) 《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。</p> <p>(14) 《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，2018年12月6日。</p> <p>(15) 《关于核医学标准相关条款咨询的复函》，生态环境部辐射源安全监管司，辐射函〔2023〕20号。</p>
技术标准	<p>(1) 《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。</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>(3) 《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）</p> <p>(4) 《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）</p> <p>(5) 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）</p> <p>(6) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）</p> <p>(7) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）</p> <p>(8) 《核技术利用设施退役》（核安全导则 HAD 401/14-2021），国家核安全局</p> <p>(9) 《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019）</p> <p>(10) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</p> <p>(11) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</p> <p>(12) 《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>
其他	<p>(1) 北京大学首钢医院提供的与建设项目相关的其他技术资料，2024年5月。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

7.1.1 评价内容

本次评价内容是北京大学首钢医院的核医学科退役，该场所退役前为乙级非密封放射性物质工作场所。

7.1.2 关注问题

- (1) 退役实施过程中，工作人员和周边的公众所受到的辐射影响；
- (2) 退役过程中采取的辐射防护与安全措施是否可行；
- (3) 放射性废物的处理措施是否可行；
- (4) 场所退役后是否能够满足无限制开放使用要求。

7.1.3 评价因子

本项目的环境影响评价因子为 γ 射线、 β 表面污染、以及放射性废水和放射性固废等。

7.1.4 评价范围

参照《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，并结合该退役项目实际情况，确定本项目评价范围为：以核医学科原址边界为基础向外围扩展 50m 的区域，本项目评价范围示意图见图 7-1。

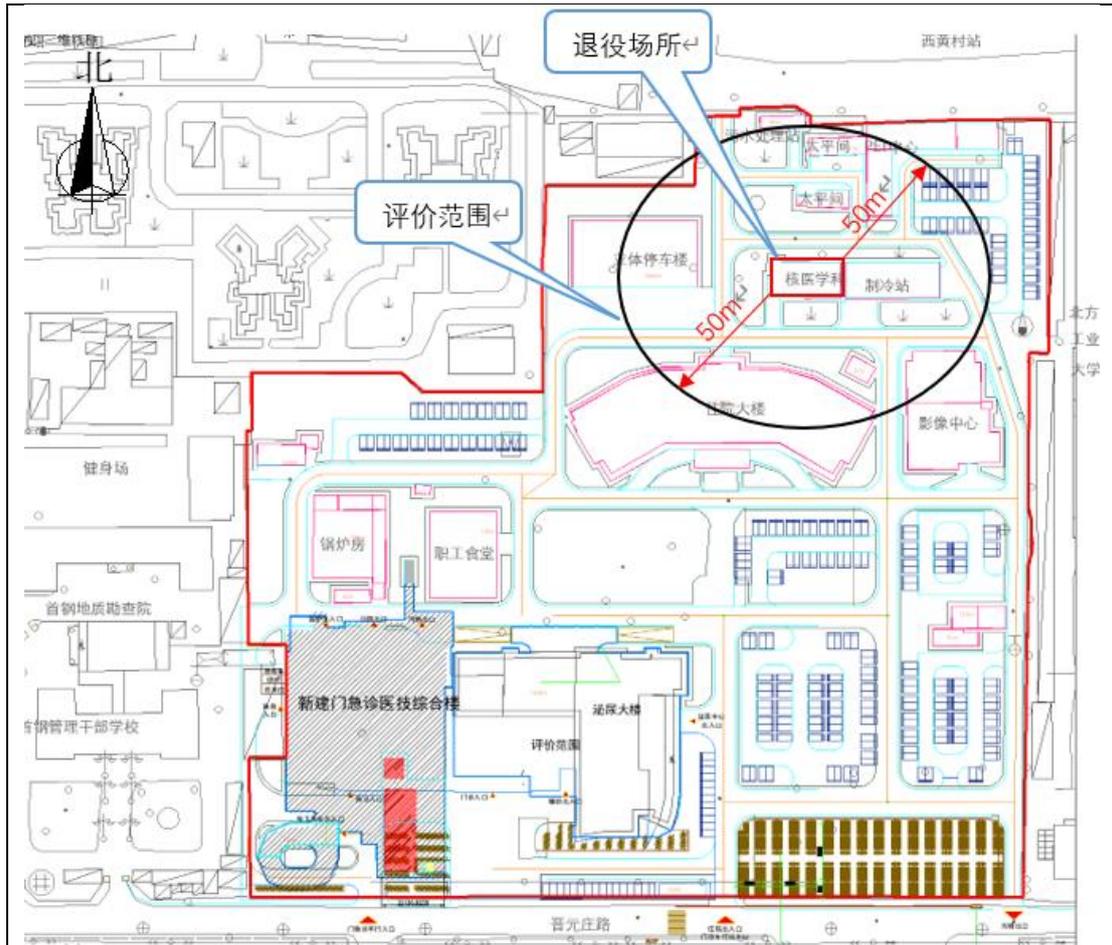


图 7-1 本项目评价范围示意图

7.2 环境保护目标

本项目核医学科位于医院北侧，为独栋的二层楼房，核医学科位于该楼房的一层。该场所东侧为制冷站，西侧为立体车库，北侧为太平间，南侧为住院楼。50m 范围内无居民楼。根据项目特点及周围毗邻关系，确定主要环境保护目标主要为评价范围内负责退役的工作人员，以及场所解控前在场所周围活动的公众人员。主要环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 本项目退役实施过程中主要环境保护目标一览表

场所	保护目标	方位	距离	人数	周围固定建筑、场所	备注
核医学科	核医学科工作人员	/	/	1	核医学科内	退役期间
	其他部门参与退役人员	/	/	5		
	退役施工人员	/	/	4		
	公众	东侧	0~50	2~4	制冷站、停车位	
	公众	南侧	26~50	30~50	住院楼、影像中心	

	公众	西侧	16~50	5~10	立体车库	
	公众	北侧	25~50	2~5	太平间、污水处理站	
	/	楼上	/	0	/	

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值及剂量约束值

7.3.1.1 基本剂量限值

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 7-2。

表 7-2 个人剂量限值（GB18871-2002）

辐射工作人员	公众关键人群组成员
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

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。

7.3.1.2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，对于获准的实践或源退役所造成的持续照射，其剂量约束应不高于该实践或源运行期间的剂量约束，按辐射防护最优化原则设计的年剂量控制值应小于或等于该剂量约束值。结合本次退役项目的特点，对退役工作人员取剂量约束值为 1.0mSv，对评价范围内的公众成员取剂量约束值为 0.05mSv。

7.3.2 退役场所表面污染的清洁解控水平

《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）第 6.4 条款指出“凡是属于只有表面污染的物料或设备，均应按 GB18871-2002 中 B2.2 的规定执行。”按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），非密封放射性物质工作场所的表面污染控制水平见表 7-3。

表 7-3 工作场所的放射性表面污染控制水平

	表面污染控制水平
--	----------

类别		(β 放射性物质)
工作台、设备、墙、地面	控制区	$4 \times 10 \text{ Bq/cm}^2$
	监督区	4 Bq/cm^2
工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区	4 Bq/cm^2
手、皮肤、内衣、工作袜		$4 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^2$

GB18871-2002 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 7-2 中所列设备类的控制水平的五分之一以下时，经审管部门或监管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。

故本退役场所控制区内设备、设施和物品（料）的放射性表面污染清洁解控水平可采用 GB18871-2002 附录 B2.2 条款，其表面污染清洁解控水平为： $\beta \leq 0.8 \text{ Bq/cm}^2$ 。

7.3.3 放射性污染物控制标准

(1) 放射性废水排放标准

根据《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）的要求，根据核素半衰期的长短，将核医学衰变池的放射性废水按照 A 类（所含核素半衰期均小于 24 小时）暂存与处置。对于推流式衰变池贮存方式，B 类放射性废水注满后，每年应对衰变池中的放射性废液进行监测，碘-131 和最长半衰期核素的放射性活度浓度应满足 GB18871-2002 附录 A 表 A1 的规定。

本项目只涉及的放射性核素 Tc-99m 为 A 类，产生的放射性废水按照《关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》管理要求（推流式）自动解控排放。

(2) 放射性固体废物清洁解控标准

根据《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》，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 200 nSv/h 且 β 表面污染水平小于 0.8 Bq/cm^2 ，可对废物解控作为医疗废物处置。

本项目涉及的核素 Tc-99m 为 A 类，暂存 30 天后，监测合格后，当做常规医疗垃圾处理。目前，核医学科放射性固体废物已按照清洁解控要求处置，暂存 30 天以上，在处置前进行监测并做好台账记录，见附件 3。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 地理位置和场所位置

8.1.1 地理位置

首钢医院位于北京市石景山区晋元庄路 9 号，医院地理位置见附图 1 所示。医院东侧紧邻北方工业大学，南侧为晋元庄路，西侧为首钢地质勘察院等，北侧为铁路区域，医院平面布局和周围关系见附图 2 所示。

8.1.2 场所位置与布局

本项目位于院内东北侧二层楼房的一层，无地下室，东侧为制冷站，西侧为院内立体车库，南侧为住院楼，北侧为太平间。场所内主要有 ECT 检查室、注射操作区、药品存储室、注射后患者等候室、患者专用厕所、患者走廊、放射性废物储藏室、库房、接诊室、档案室、注射前患者等候室、主任办公室、ECT 控制室、办公室、资料室，一层平面图见附图 3 所示。经现场勘查，退役场所部分现状见图 8-1。







表 8-1 退役场所部分现状照片

8.2 辐射环境现状调查与分析

本项目环境现状评价的对象是核医学科工作场所和周围的现状辐射水平调查。核医学科已于 2022 年 1 月 1 日停用，工作场所无剩余放射性料液。建设单位委托深圳市瑞达检测技术有限公司，于 2023 年 11 月 17 日对本项目核医学科退役场所内区域环境辐射水平及表面污染进行了现状检测（检测报告编号：SZRD2023FH4676，检测报告见附件 5）。

8.2.1 监测内容

根据污染因子分析，监测项目为 γ 辐射剂量率、 β 表面污染。

8.2.2 监测对象及点位布设

(1) 监测对象：本次监测针对拟退役的核医学科工作场所内区域环境辐射水平及表面污染进行了现状检测。

(2) 监测点位：对项目场址，根据现场条件，合理布点，现状监测布点位置见表 8-2。

8.2.3 监测仪器与监测规范

监测仪器的参数与监测所依据的规范见表 8-1。

表 8-1 监测仪器及监测方法

检测方法依据	GB/T 14056.1-2008《表面污染测定 第一部分： β 发射体 ($E_{\beta\max}>0.15$ MeV) 和 α 发射体》 HJ 1188-2021《核医学辐射防护与安全要求》				
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	2023-07-04 2023-07-21
	表面污染仪	CoMo170	20170407	DLhd2023-00282	2023-02-02

8.2.4 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术总负责人审定。

8.2.5 监测结果

监测结果见表8-2，场所平面布局示意图见图8-2。

表 8-2 评价区环境 γ 辐射剂量率及 β 表面污染水平

序号	检测位置		外照射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	β 表面污染 Bq/cm^2
1	患者走廊	西侧门（入口）	0.12	< MDL
2		地面	0.12	< MDL
3		墙面	0.12	< MDL
4		椅子	0.13	< MDL
5		东侧门	0.12	< MDL
6	患者专用卫生间	地面	0.12	< MDL
7		墙面	0.12	< MDL
8		门	0.12	< MDL
9		坐便器	0.13	< MDL
10		蹲便池	0.13	< MDL
11		墩布池	0.12	< MDL
12		洗手池	0.12	< MDL
13		清洁工具	0.13	< MDL
14		窗	0.12	< MDL
15	接诊室	地面	0.13	< MDL
16		墙面	0.12	< MDL
17		门	0.12	< MDL
18		洗手池	0.13	< MDL
19		办公桌	0.12	< MDL
20		椅子	0.12	< MDL
21		沙发	0.13	< MDL
22		窗	0.12	< MDL
23	档案室	门	0.12	< MDL
24		地面	0.12	< MDL
25		墙面	0.12	< MDL
26		窗	0.12	< MDL
27		柜子	0.13	< MDL

28	注射前患者 等候室	门	0.12	< MDL
29		地面	0.12	< MDL
30		墙面	0.13	< MDL
31		窗	0.12	< MDL
32		椅子	0.13	< MDL
33		洗手池	0.13	< MDL
34	主任办公室	门	0.12	< MDL
35		地面	0.12	< MDL
36		墙面	0.13	< MDL
37		窗	0.13	< MDL
38		办公桌	0.12	< MDL
39		沙发	0.13	< MDL
40		椅子	0.12	< MDL
41	ECT 检查 室	机房门	0.13	< MDL
42		地面	0.13	< MDL
43		墙面	0.12	< MDL
44		窗	0.13	< MDL
45		检查床	0.13	< MDL
46		机架	0.13	< MDL
47		探头	0.12	< MDL
48		注射车	0.13	< MDL
49		空调柜	0.13	< MDL
50		准直器车	0.12	< MDL
51		洗手池	0.13	< MDL
52		控制室门	0.13	< MDL
53		观察窗	0.13	< MDL
54		工作小车	0.12	< MDL
55		质控源架	0.12	< MDL
56		UPS 电源	0.12	< MDL
57	ECT 控制 室	门	0.12	< MDL
58		地面	0.13	< MDL
59		墙面	0.13	< MDL
60		窗	0.13	< MDL
61		办公桌	0.12	< MDL
62		椅子	0.13	< MDL
63		电脑	0.12	< MDL
64	办公室	门	0.13	< MDL
65		地面	0.13	< MDL
66		墙面	0.12	< MDL
67		窗	0.13	< MDL
68		办公桌	0.13	< MDL
69		椅子	0.12	< MDL
70	资料室	门	0.12	< MDL
71		地面	0.12	< MDL
72		墙面	0.13	< MDL

73		办公桌	0.13	< MDL
74		工作小车	0.12	< MDL
75		铅防护用品	0.13	< MDL
76		消防应急箱	0.12	< MDL
77		文件资料	0.12	< MDL
78	注射后患者 等候室	门	0.13	< MDL
79		地面	0.12	< MDL
80		墙面	0.13	< MDL
81		窗	0.13	< MDL
82		椅子	0.13	< MDL
83		洗手池	0.13	< MDL
84		铅废物桶	0.12	< MDL
85		体重秤	0.12	< MDL
86		休息床	0.12	< MDL
87	注射窗（患 者侧）	0.13	< MDL	
88	注射操作区	门	0.13	< MDL
89		地面	0.13	< MDL
90		墙面	0.12	< MDL
91		注射窗（工 作人员侧）	0.12	< MDL
92		铅废物桶	0.12	< MDL
93		落地照明灯	0.12	< MDL
94	药品存储室	门	0.12	< MDL
95		地面	0.13	< MDL
96		墙面	0.12	< MDL
97		窗	0.13	< MDL
98		活度计	0.13	< MDL
99		工作小车	0.12	< MDL
100		通风橱	0.12	< MDL
101		紫外线灯	0.12	< MDL
102		洗手池	0.12	< MDL
103		柜子	0.13	< MDL
104		注射车	0.13	< MDL
105	不锈钢垃圾 桶	0.13	< MDL	
106	库房	门	0.12	< MDL
107		地面	0.13	< MDL
108		墙面	0.13	< MDL
109		窗	0.12	< MDL
110		椅子	0.12	< MDL
111		柜子	0.13	< MDL
112		休息床	0.13	< MDL
113		气瓶	0.12	< MDL
114	放射性废物 储藏室	东侧门	0.12	< MDL
115		西侧门	0.13	< MDL

116		地面	0.13	< MDL
117		墙面	0.12	< MDL
118		窗	0.12	< MDL
119		铅废物桶	0.12	< MDL
120		药品运输盒	0.12	< MDL
121		放射性废物 储藏槽	0.13	< MDL

注：1.表 1 中 MDL 指本次检测使用的表面污染仪 β 表面污染探测下限，为 $0.09\text{Bq}/\text{cm}^2$ （95%置信水平）。

2.表 1 中表面污染为各检测位置所测最大值（直接测量法），已扣除现场本底值。

3.表 1 中外照射剂量率为各检测位置所测最大值，未扣除现场本底值（ $0.12\sim 0.13\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）。

4.检测时仪器距被测物表面均约 1cm。

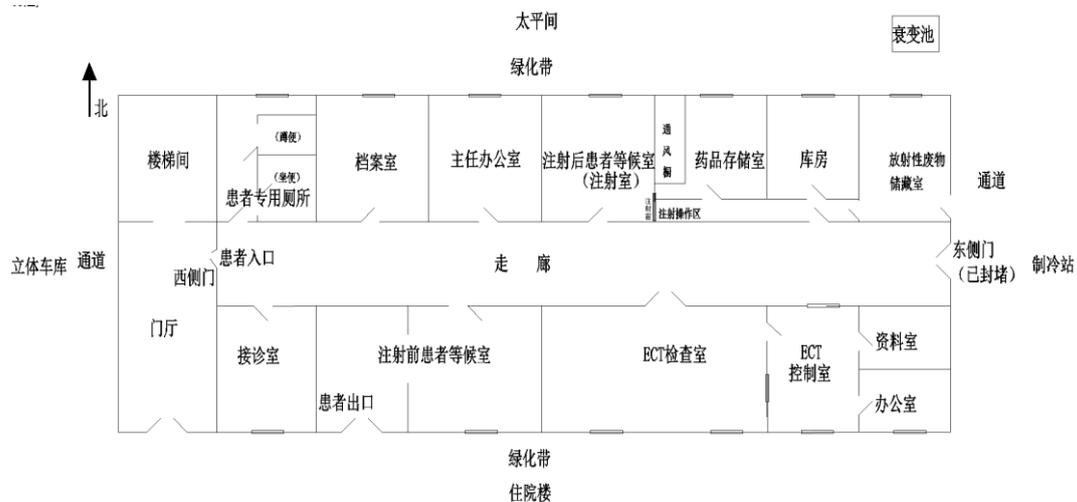


图 8-2 场所平面布局示意图见图

根据检测结果，分析如下：

(1) γ 辐射剂量率监测结果

核医学科内场所及残留物等 γ 辐射剂量率为 $0.12\sim 0.13\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，检测结果与现场本底水平一致。

(2) 表面污染监测结果

医院核医学科内各场所的 β 表面污染水平均低于本次检测使用的表面污染仪 β 表面污染探测下限（ $0.09\text{Bq}/\text{cm}^2$ ），低于退役场所表面污染的清洁解控水平 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。因此，医院核医学科内遗留的设施、残留物等可作为普通物品继续使用或处置。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 退役前核医学科放射性药品应用项目

医院拟退役核医学科放射性药品应用项目主要为：使用 Tc-99m 核素药物开展 SPECT 诊断。

9.1.1 工作原理

SPECT 是单光子发射型计算机断层扫描，SPECT 技术是把标记有发射单光子核素（如 Tc-99m）的重要生命物质（如糖、蛋白质、脂肪等）注射到人体内，然后借助 SPECT 装置进行扫描成像，以观察这些单光子核素在人体全身脏器的分布情况，以研究它们在人体内的代谢过程，该技术已成为生命科学的一个有力工具。SPECT 在癌症骨转移、冠心病、肺动脉栓塞、急性脑梗塞、甲状腺癌诊断和评价等方面，能够发挥不可替代的作用。

9.1.2 操作流程

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 SPECT 进行扫描和显像，检查工作流程如下：

工作流程按下列流程：患者预约登记→计划订药（有资质的单位提供）→注射储藏室接药→放射性药物准备（核对、测量）→患者给药→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项目，确定 Tc-99m 标记的放射性药物的使用量。

质检：药品送到后，质检人员检查放射性核素的种类和数量是否与订货相符，检查药品清单是否与药物相符，然后活度计测量药品的放射性活度，并将药品暂存在注射储藏室内的储药保险柜内。

注射：操作人员在注射储藏室内，从储药保险柜内取出药物，打开铅屏蔽盒，取出一次性注射器，在注射窗口给病人注射 Tc-99m 标记的放射性药物，然后将废注射器装入铅屏蔽盒，第二天由放射性药品供货单位回收。

检查：所有病人注射 Tc-99m 后，在注射后候诊室等候一定时间后进行扫描检查。

候诊：受检人员在注射后候诊室内进行等候；

检查：待药物有一定程度的代谢后，进行 SPECT 扫描检查，检查前如厕排空膀胱内尿液，以减少放射性干扰，检查时间 15min~60min，平均不超过 20min。

留观：受检者在扫描检查后，一般无需留观，如显像符合要求即离开核医学科。

9.2 退役方案

9.2.1 退役原则

本项目整个退役过程可概述如下：

根据辐射工作场所的运行情况和项目特点，为安全实施该工作场所退役工作，医院制定的退役总体原则如下：

- (1) 辐射工作场所达到无限制开放使用要求。
- (2) 退役过程中产生的放射性废物尽可能做到最小化、减量化、无害化。
- (3) 退役辐射工作场所涉及的放射性污染物全部进行妥善处理，避免对人员造成健康危害。
- (4) 退役辐射工作场所内其它相关设施、物品再利用严格执行相关的控制标准（工作场所中的设备、设施、物品等的表面污染解控水平为 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）。
- (5) 对参与退役的工作人员尽可能做到辐射防护最优化。

9.2.2 退役工作流程及时间规划

对于本项目退役工作，医院拟划分准备阶段、实施阶段、验收阶段等三个阶段完成相关工作。退役各阶段的工作流程及时间规划见表 9-1。

表 9-1 本项目退役各阶段的工作流程及时间规划

阶段划分	工作流程	时间规划
准备阶段	①制定退役方案，制定放射性污染事件应急预案，组织退役工作人员放射防护知识培训，开展退役前的准备工作，准备防护用品、检测仪器，准备放射性废物贮存（包装）用品等；	2024年6月底完成
	②调查拟退役场所内放射性物质和放射性废物存留情况；	
	③核医学科辐射环境现状检测；	
	④如发现退役场所存在表面污染，制定去污方案，进行去污并实施监测；	

	⑤开展退役项目的环境影响评价，出具环境影响报告表，并报生态环境部门审批；	
实施阶段	⑥按照环评文件及环评批复要求实施退役，退役过程中做好退役工作人员的安全和防护工作，对退役过程中产生的放射性废物妥善处置；	2024年7月底完成
验收阶段	⑦对退役场所开展终态监测及退役验收，达到无限制开放使用要求；	2024年9月底完成
	⑧申请办理辐射安全许可证部分终止。	

9.2.3 退役工作实施方案

(1) 任务分工

此次退役项目，根据工作安排，医院医务处、医学工程处、总务处、基建处、安全保卫处和核医学科各指派一名负责人全程参与本项目，随时沟通协调各项工作，保障退役项目顺利实施。

医务处负责根据方案及时间节点，组织各参与人员安全有序开展各项工作，并组织人员对退役场所展开监测，确保现场辐射环境安全；核医学科负责组织专业人员对项目退役工作进行指导，确保施工人员充分了解退役场所的安全状况和安全隐患；医学工程处负责退役场所报废设备的登记、处置工作；总务处负责组织施工人员对设备进行拆卸、搬运，利旧设备设施的存放及衰变池废液排放工作；安全保卫处负责现场的安全保障工作；基建处负责配合组织施工人员对报废场所排风、排水管道的拆卸和处理工作。

(2) 退役过程

①准备工作

首钢医院取得退役项目环评批复后，将根据退役方案，确定各部分负责人，提前准备个人剂量计、个人剂量报警仪、辐射巡检仪、施工工具等退役所需物资。

②工作人员在现状监测数据指导下，对场所污染区、清洁区进行识别和标识等；

③分类规划整理退役设施和物品，封存放射性废物；

④设备、物品及管道拆除工作

施工人员进入退役场所前按照要求佩戴退役项目专用个人剂量计，并佩戴

个人剂量报警仪，穿戴一次性防护服、帽子、口罩、手套、鞋套等个人防护用品。

a) 利旧设备及物品拆卸迁出工作

进入辐射工作场所后，首先由核医学专业人员手持表面污染仪和辐射剂量巡测仪对将要拆卸的利旧设备及物品展开巡测，待确定表面无污染后，由施工人员携带拆卸工具对设备及物品开展拆卸工作。利旧设备及物品拆除后，由核医学科专业人员再一次开展监测，确定设备及物品拆卸接口或仪器内侧无污染后，由总务处组织人员将利旧设备及物品，经过核医学科北侧患者出口运出，将利旧设备及物品搬入核医学科 PET 中心或总务库房。如果拆卸过程中，施工人员个人剂量报警仪发生报警情况，则立即停止拆卸，并由核医学科组织人员排查辐射水平异常原因，并及时对污染区域展开去污，去污完成后，经过监测，确保无污染，方可进行下一步拆卸工作。

b) 报废设备及物品拆卸处置工作

首先由核医学专业人员手持表面污染仪和辐射剂量巡测仪对报废设备及物品展开巡测，确定无辐射污染后，由施工人员将报废设备进行拆除，报废设备和物品搬出退役场所之前，由核医学科专业人员对该物品展开巡测，确定无污染之后，由总务处组织人员将报废物品运往报废物品库或医院医疗垃圾处理场所。

c) 报废管道拆除及处置工作

进入辐射工作场所后，基建处根据退役场所施工图纸，指导施工人员对报废排风、排水管道进行拆除工作。拆卸前由核医学科专业人员对管道展开巡测，确保表面无污染后，方可由施工人员进行拆除工作，当管道内侧暴露时的第一时间停止拆卸工作，并由核医学科专业人员对管道内壁污染情况展开监测，确保管道内侧无残留污染物，方可继续开展管道拆卸工作。如果存在放射性污染，采取封存衰变或擦拭去污等措施，最终使其表面污染水平符合解控要求，作为普通物品继续使用或处置。拆卸下来的管道，须经过监测，无污染的部分，由安全保卫科组织人员运往医院废物处理场所，如果部分管道内存在残留污染物，则储存于核医学科放射性废物储藏室内，暂存一段时间符合清洁解控水平后办理解控。

⑤衰变池退役

本项目核医学科配套建设3个体积均为2m³的推流式衰变池，核医学科于2022年1月1日停止使用，目前，核医学科产生的放射性废液暂存于衰变池，至今存储时间已超过800天，放射性废液排放前委托第三方有资质的监测机构对废水及底泥活度浓度进行监测，监测合格之后由总务处用水泵将废液抽排至医院污水处理系统内，底泥作为一般医疗废物进行处置，衰变池进行填埋处置。处置全过程监测数据须存档保存。

⑥终态监测

封闭期结束后，医院委托有资质的技术机构对退役场所开展终态验收监测。

9.3 主要污染物和污染途径

9.3.1 污染源分析

9.3.1.1 退役前的污染源项

(1) 使用的非密封放射性物质

本项目核医学科使用过非密封放射性物质 Tc-99m，日等效最大操作量 1.85E+8Bq，年最大操作量为 4.62E+12Bq（医院近几年 SPECT 显像接诊人数不超过 3600 人次/年，Tc-99m 核素日等效最大操作量为 1.67E+7Bq，年最大使用量不大于 1.7E+12Bq），许可为乙级非密封放射性物质工作场所（实际用量为丙级），场所内 ECT 机房安装有 1 台 SPECT 显像设备，与该场所的辐射安全许可情况一致。

本项目核医学科的非密封放射性物质见表 9-2。本项目使用的放射性核素主要物理参数列于表 9-3。

表 9-2 核医学科的放射性核素情况

工作场所	等级(类别)	核素名称	理化性状	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活度种类
核医学科	乙	Tc-99m	液态、低毒	1.85E+8	4.62E+12	使用

表 9-3 核医学科使用的放射性核素主要参数

序号	核素名称	毒性	半衰期	衰变类型	主要能量/平均能量 (keV)
1	Tc-99m	低毒	6.02h	IT	γ141

本项目核医学科已于 2022 年 1 月 1 日停止使用，场所内没有剩余的放射

性药物，SPECT 停用后不会再開机运行。

(2) 退役前的放射性固体废物

在核医学科运行过程中，产生了一定量的放射性固废，包括吸头、同位素瓶、过滤装置，以及低活性的污染物包括手套、口罩、吸水纸以及清洁使用的一次性用品等放射性固体废物。A 类固体废物暂存超过 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（其中含 I-131 核素治疗病房产生的废物至少暂存 180 天）后，使用检定合格监测仪器进行表面监测，达到解控后作为医疗废物处置。核医学科于 2022 年 1 月 1 日停止使用，并对停用前产生的 A 类放射性固废陆续进行了清洁解控处理，此后本项目核医学科场所未开展涉及放射性物质的操作活动。

根据核医学科 2017 年 7 月~2022 年 1 月的放射性固体废物暂存、处置管理台账，近 5 年产生的放射性固体废物共计 73.3kg，医院已按照 A 类放射性固体废物的管理要求，对上述废物暂存 30 天并自行监测达标后进行了清洁解控处理，见附件 3。

(3) 退役前的放射性液体废物

在核医学科运行过程中，产生了一定量的放射性废水，包括辐射工作场所清洗水和给药后患者上卫生间产生的废水。该核医学科设有独立专用的排水管道，设有患者厕所，放射性废水统一排入推流式衰变池内。本项目衰变池为推流式衰变池（ $2\text{m}^3 \times 3$ ），现衰变池暂存的废液对环境有辐射影响的为 Tc-99m 核素，为 A 类放射性废水，按照《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）管理要求（推流式）自动解控排放。

9.3.1.2 退役场所的其他污染物

本项目核医学科停用后，场所内原有使用的 SPECT 设备、通风橱、移动注射车、桌椅等物品均暂存于场所内。场所内的具体物品清单见表 1-6。

据调查，本项目核医学科未发生过放射性药品撒泼或容器破碎等事件，不存在意外污染。根据本报告表 8 中所示，核医学科工作场所及场内的物品表面污染检测结果均满足清洁解控要求。

本项目退役实施阶段需对场所内的通风橱、排风管道、SPECT 设备、厕所

便池等部分物品进行拆解。根据检测结果，这些物品的表面污染已满足清洁解控要求，且场所内使用过 Tc-99m 核素，根据场所停用时间及使用核素的半衰期估算，被拆解的物品内表面也应满足清洁解控要求，但由于现阶段无法进行检测，仍存在一定的不确定性。故而保守起见，对相关设施拆除和残留物清除前，都由核医学科技师使用便携式检测仪进行检测，满足要求后，才开始拆除和清理残留物，确保实施过程中处于无污染状态。如果存在放射性污染，采取封存衰变或擦拭去污等措施，最终使其表面污染水平符合解控要求，作为普通物品继续使用或处置。

根据项目实际情况，保守估计退役实施阶段拆除通风橱、排风管道、SPECT 设备、厕所便池时，可能会产生包括通风橱装置、工作人员一次性防护服等在内的放射性固体废物约 500kg。

9.3.2 事故工况

首钢医院核医学科于 2022 年 1 月 1 日停用，药品存储室、注射操作区也不储存含非密封放射性物质等试剂，因此，首钢医院核医学科不存在与放射性同位素有关的事故。由源项调查报告的监测结果可知，首钢医院核医学科辐射工作场所 γ 辐射剂量率与本底水平基本一致，未发现异常； β 表面污染水平均低于本次检测使用的表面污染仪 β 表面污染探测下限（ $0.09\text{Bq}/\text{cm}^2$ ），低于退役场所表面污染的清洁解控水平 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。因此，首钢医院核医学科退役过程中不存在与放射性有关的事故。

表 10 辐射安全与防护

10.1 退役场所再利用需要采取的措施

核医学科达到无限制开放使用后，需要对核医学科进行改造再利用，继续改造前依法依规做好核医学科改造设计和环评工作。改造过程中的主要环境影响是噪声、扬尘。应加强对施工管理的重视程度，采取设立围挡、喷水降尘等防尘措施，合理安排施工时间，合理布局施工现场，降低设备声级。

10.2 辐射工作场所分区与布局

本项目拟退役的核医学科总面积约为 329.5m²，退役阶段拟参考场所运行时的分区方式并结合项目实际需求对核医学科划分控制区、监督区进行分区管理，严禁无关人员进入，避免受到不必要的照射。

控制区：ECT 检查室、注射操作区、药品存储室、注射后患者等候室、患者专用厕所、患者走廊、放射性废物储藏室、库房、衰变池；

监督区：接诊室、档案室、注射前患者等候室、主任办公室、ECT 控制室、办公室、资料室；

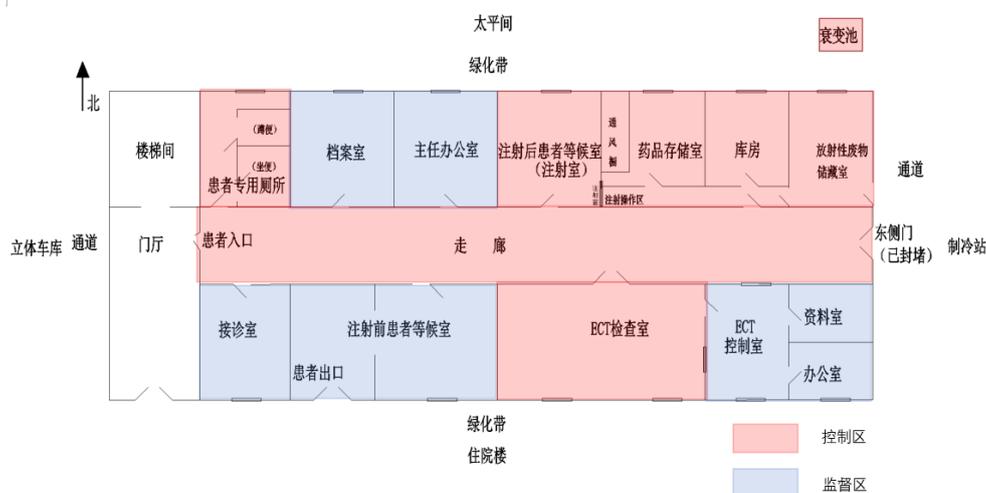


图 10-1 本项目核医学科分区示意图

10.3 辐射防护措施

退役过程由首钢医院负责，由其指定的单位具体实施，为了防治或减轻污染，医院主要采取以下措施。

10.3.1 成立退役领导小组

核医学科项目退役领导小组由其现有辐射防护领导小组承担，在领导小组

的管理下，由退役实施单位负责退役过程中污染场地的去污、放射性废物的整备处理等，并配备专职人员负责管理本项目的环境保护和辐射防护等方面的工作。

10.3.2 全过程监测

医院已对退役的全过程制定了相应的辐射监测计划，监测对象包括拟退役场所、物品及退役工作人员。具体监测计划如下：

(1) 在退役准备阶段，委托有资质单位对拟退役场所及周边环境现状进行辐射监测，监测因子包括 γ 辐射剂量率及 β 表面污染。如监测存在污染，则采取相应手段进行去污或者封存衰变处理，之后再次委托开展监测直至满足清洁解控要求。

(2) 在退役实施阶段，控制区内相关设施拆除和残留物清除前都由核医学科技师使用经检定或校准合格的检测仪器进行监测，如果没问题才开始拆除和清理残留物，确保实施过程中处于无污染状态，如果多次监测结果都异常时（辐射剂量大于 200nSv/h 或者表面污染水平不低于 0.8Bq/cm^2 ），立即停止拆除并做好记录，采取擦拭去污或者采取局部切割封存衰变等方式进行处理，对处理后的放射性废物再次开展监测直至满足清洁解控要求。如果采取封存衰变，则是收集有异常的设施储存于核医学科放射性废物间内，暂存一段时间符合清洁解控水平后办理解控。

(3) 退役过程中参与退役工作的人员，由退役领导小组统一安排下发 TLD 个人剂量计，并建立个人剂量档案，规定进入退役场所必须按要求佩戴个人剂量计，穿戴一次性防护服、帽子、口罩、手套、鞋套等个人防护用品。每天工作结束后，由退役领导小组自行组织对退役工作人员体表进行 β 表面污染监测。如监测存在污染，则应将相应的一次性防护服或塑胶手套作为放射性固体废物进行暂存衰变处理。此外，退役工作完成后，由退役领导小组统一收集个人剂量计并送有资质单位进行检测。退役过程中的自行检测将由首钢医院核医学科负责，由 1 名指定的核医学科技师执行。

(4) 在退役验收阶段，委托有资质的单位对场所进行退役验收监测（终态监测），确保场所满足清洁解控要求，之后依法依规做好改场所改造设计和环评工作。

以上各阶段的辐射监测工作均应做好监测记录，并建立监测档案妥善保存。

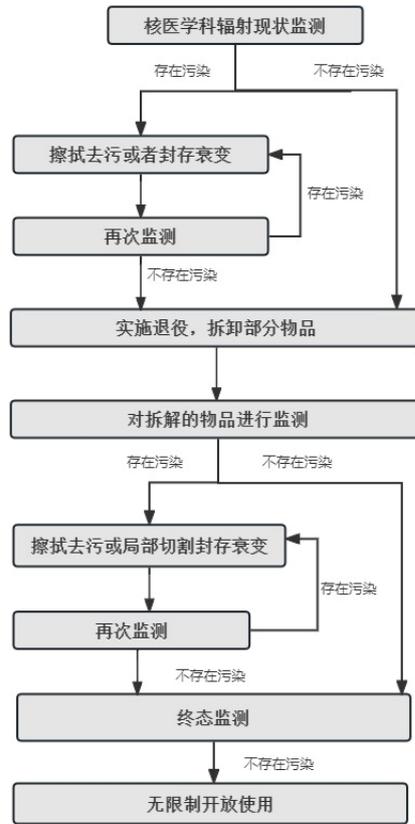


图 10-2 核医学科退役全过程监测示意图

10.3.3 辐射防护和劳动保护措施

(1) 由退役领导小组安排专人对退役工作全过程进行辐射安全监督，贯彻“安全第一、预防为主”的原则，采用切实可行的技术和工艺，降低粉尘和噪声，保障劳动者在劳动过程中的安全。

(2) 在实施退役前，组织对参与退役的工作人员进行安全培训，告知其场所辐射水平、退役方案、应急方案、防尘和降噪措施等。对于进入退役场所的工作人员，要求佩戴个人剂量计，穿戴一次性防护服、帽子、口罩、手套、鞋套等个人防护用品，方可进场开展相关工作。控制区内相关设施拆除和残留物清除前须由核医学科工作人员使用便携式检测仪进行检测没问题后才开始拆除和清理，确保实施过程中处于无污染状态。每天工作完成后需对退役工作人员体表进行辐射监测，并对穿戴的一次性用品进行妥善处理。

此外，建设单位明确告知退役人员，拟退役场所的辐射水平满足相关标准

要求。

(3) 退役期间应根据退役辐射风险配置相应的防止破坏和人员擅入的安全保卫设施，限定特定人员接近放射性物质或设施。

10.3 三废的治理

10.3.1 放射性废液及其沉积物

本项目首钢医院核医学科有 1 个 6m³ 放射性废水衰变池，为推流式衰变池，现衰变池暂存的废液对环境有辐射影响的为 Tc-99m 核素，为 A 类放射性废水，按照《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）文件要求，核医学科衰变池的废水可直接排入院内污水处理站，后排入市政管网。核医学科已于 2022 年 1 月 1 日停用，衰变池的废水暂存至少 800 天，放射性废液排放前委托有资质的第三方监测机构对废水及底泥活度浓度进行监测，监测合格之后由总务处用水泵将废液抽排至医院污水处理系统内，底泥作为一般医疗废物进行处置，衰变池进行填埋处置。处置全过程监测数据须存档保存。

10.3.2 放射性固体废物

(1) 首钢医院核医学科运行产生的放射性固体废物，如塑料管、针头、棉签、手套、口罩等。本项目涉及的核素 Tc-99m 为 A 类，暂存 30 天后，监测合格后，当做常规医疗垃圾处理。目前，核医学科放射性固体废物已按照清洁解控要求处置，暂存 30 天以上，在处置前进行监测并做好台账记录。

(2) 本项目退役过程中需对场所内的通风橱、排风管道、SPECT 设备、厕所便池等部分物品进行拆解，可能会产生包括通风橱装置、工作人员一次性防护服等在内的放射性固体废物约 500kg，不存在放射性废水及废气的产生。

退役实施阶段产生的放射性固废，如果存在放射性污染，采取封存衰变或擦拭去污等措施，最终使其表面污染水平符合解控要求，作为普通物品继续使用或处置。其中采取封存衰变的设施或物品集中临时暂存在核医学科放射性废物间，进行辐射水平检测，满足清洁解控要求进行解控处理。

表 11 环境影响分析

11.1 退役施工期环境影响

该项目施工活动对环境的影响主要是防护设施拆除过程中产生的噪声、粉尘以及振动等，为了不影响周围环境，在防护设施拆除和清理残留物过程中，将采取一些降噪、防尘措施。如在施工现场设置隔离带、设立声障，这样既可有效的减少扬尘的污染，又可降低噪声；合理安排施工时间，对振动较大的施工，尽量安排在下班或节假日进行。本项目是对核医学科的局部处理，工程量小，且核医学科是一个相对独立的场所，施工过程中的切割、拆解等活动均在室内进行，能够有效控制噪声和扬尘等影响的范围，在采取上述措施的情况下，本项目施工期室外环境和周围人群的影响较小，因此基本不影响单位和周围其他单位的正常工作。

11.2 核医学科退役对环境的影响分析

11.2.1 退役期环境影响

本项目核医学科已于 2022 年 1 月 1 日停止使用，该场所已停用至少 800 天。根据 Tc-99m 的半衰期 6.02h 推算，场所内原有的放射性药物活度经衰变后已无限接近于 0Bq。且根据本报告表 8 中所示，核医学科周边环境 γ 辐射剂量率水平与北京市环境 γ 辐射剂量率水平基本一致，未发现异常；退役项目场址地面、墙面、遗留设施、物品等的 β 表面污染低于退役场所表面污染的清洁解控水平 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，核医学科工作场所及场所内的物品表面污染检测结果均满足清洁解控要求。因此：

(1) 核医学科内遗留残留物和部分防护设施在满足解控要求后可作为普通物品继续使用或处置。

(2) 退役工作人员及周边公众成员在退役实施阶段，基本不会受到来自核医学科场所的辐射照射，其退役阶段的有效剂量能满足本项目所取剂量约束值要求；

(3) 退役实施阶段拆解的物品基本不会存在放射性污染，拆解并经监测后可作为普通废物进行处理，基本不会对周边环境产生辐射影响。

11.2.2 退役过程对人员影响

(1) 正常情况

通过 8.2 章节核医学科辐射环境现状检测可知，该场所辐射水平为 $0.12\mu\text{Sv/h} \sim 0.13\mu\text{Sv/h}$ ，与周围剂量率本底水平（ $0.12\mu\text{Sv/h} \sim 0.13\mu\text{Sv/h}$ ）相当，未见异常，该场所对人员的附加辐射剂量水平可以忽略。

（2）极端情况

假设退役施工现场多次监测结果都异常（辐射剂量大于 200nSv/h 或者表面污染水平不低于 0.8Bq/cm^2 ）时，应立即启动应急程序，停止工作，查明原因后再进行下一步的拆卸工作。

因此，其退役过程中对公众和工作人员的辐射环境影响很小，退役过程中职业人员的附加剂量满足 1mSv 的剂量约束值的要求。

11.2.3 放射性废物环境影响评价

（1）放射性废水及沉积物

核医学科配的体积为 6m^3 （ $3 \times 2\text{m}^2$ ）的 1 个推流式衰变池，用于收集核医学科放射性废液。医院核医学科使用的核素 Tc-99m 为 A 类，产生的放射性废液按照《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）管理要求（推流式）自动解控排放。

目前，核医学科产生的放射性废液暂存于衰变池内，已经经过 800 天衰变，放射性废液排放前委托有资质的第三方监测机构对废水及底泥活度进行监测，监测合格之后再排放，底泥作为一般废物进行处置。

（2）放射性固体废物

核医学科的地面和墙面以及遗留物、用品的 β 表面污染水平均低于退役场所表面污染的清洁解控水平 0.8Bq/cm^2 ，核医学科无需进一步去污处理，可直接作为非辐射工作场所进行改造使用，因此可以预计退役阶段产生的放射性固体废物量很小，主要是一些需要清理的残留物、拆除的排水管道、排风管道（含过滤设施）等。如果存在放射性污染，采取封存衰变或擦拭去污等措施，最终使其表面污染水平符合解控要求，作为普通物品继续使用或处置，按照退役前检测结果，核医学科场所和设施的监测结果小于清洁解控水平，即能够满足解控要求后，方可进行相关处置。

综上所述，其退役过程中对公众和工作人员的辐射环境影响很小，退役过程中职业人员的附加剂量满足 1mSv 的剂量约束值的要求。

11.2.4 退役后场址环境影响分析

首钢医院核医学科退役后对退役场所开展终态监测及退役验收，并且办理辐射安全许可证部分终止手续，方可作为非辐射工作场所进行改造使用，退役后至核医学科启用前期间对周围公众的辐射影响可忽略，可满足 0.05mSv 剂量约束值的要求。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

首钢医院核医学科退役领导小组由其现有辐射防护领导小组承担，在领导小组的管理下，指导退役人员在退役过程中污染场地的去污、放射性废物的整备处理等，并指定专职人员负责管理本项目的环境保护和辐射防护等方面的工作。

12.2 辐射安全管理规章制度

医院已制订相应辐射防护管理制度，由辐射防护领导小组全面负责医院的辐射安全监督和管理的工作，机构内部职责明确，且该机构设有专职管理人员负责，现有辐射安全管理制度满足本项目的要求。

12.3 辐射监测

12.3.1 退役过程中监测

(1) 监测制度

根据现状调查监测结果均满足解控水平，为保证安全，还是要加强退役实施过程中的监测。

由于本项目是退役项目，因此需要在退役整个过程中，对现场 γ 剂量率水平及设施及场所表面污染水平进行全程监测，对关键污染点和关键设施，如管道拐角及退役场所某些死角之处将加大监测频率，将加大监测频率，确保不遗漏放射性热点。其次，对拆除的防护设施进行表面污染监测。该监测首钢医院负责，控制区内每个地方拆除前都由核医学科技师使用经检定或校准合格的检测仪器进行检测，如果没问题才开始拆除，确保待拆除设施无污染方可开始拆除，如果多次检测结果都异常时，立即停止拆除并做好记录，然后委托有资质单位检测，收集有异常的设施储存于核医学科放射性废物储藏室，暂存一段时间符合清洁解控水平后办理解控，确保是解控水平后才可继续拆除。

对于排风（含过滤设施）、排水管道，制定专项拆除方案。拆卸前由核医学科专业人员对管道展开巡测，确保表面污染后，方可由施工人员进行拆除工作，当管道内侧暴露时的第一时间停止拆卸工作，并由核医学科专业人员对管道内壁污染情况展开监测，确保管道内侧无残留污染物，方可继续开展管道拆卸工作。如果存在放射性污染，采取封存衰变或擦拭去污等措施，最终使其表

面污染水平符合解控要求，作为普通物品继续使用或处置。

(2) 个人剂量监测

为确认工作人员受照剂量不超标，参加退役的工作人员均佩戴个人剂量计，对工作人员的个人剂量进行监测，并做好记录。当天工作结束后，对工作人员进行表面污染测量，如发现体表意外受到污染，应及时进行去污处理。除此之外，拆卸施工人员须携带个人剂量报警仪，实时监测施工场所辐射剂量水平，及时发现剂量异常情况，降低突发情况对施工人产生的照射。除此之外，拆卸施工人员须携带个人剂量报警仪，实时监测施工场所辐射剂量水平，及时发现剂量异常情况，降低突发情况对施工人产生的照射。

12.3.2 退役后场所监测

在首钢医院核医学科退役后拟对现场进行改造，医院将委托有资质的单位对场址及周围环境进行场所监测，以确认退役场所的辐射水平，符合要求后无限制开放使用。监测内容主要包括：

(1) γ 剂量率监测

通过对核医学科场址及周围环境剂量率进行监测，检查 γ 剂量率水平是否异常。

(2) 表面污染监测

对核医学科表面污染水平进行监测。

12.4 辐射事故应急管理

首钢医院已制定《辐射事故（件）应急预案》，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，一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在应急预案中进一步明确规定处理的组织机构及其职责分工、事故分级、应急措施、报告程序、联系方式等内容，能够满足医院实际辐射工作的需要。

表 13 结论与建议

13.1 结论

(1) 北京大学首钢医院位于北京市石景山区晋元庄路 9 号，本项目拟对核医学科辐射工作场所实施退役，达到无限制使用条件；相关附属设施、物品等实施清洁解控，符合辐射实践正当性原则的要求。

(2) 核医学科退役现场监测结果显示，核医学科辐射工作场所和配套设施，以及遗留的设施、物品等，其 γ 辐射水平与环境本底水平基本一致， β 表面污染水平均低于退役场所 β 表面污染解控水平 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。核医学科辐射工作场所无需进一步去污处理，可直接作为非辐射工作场所无限制使用。为保证安全，还是要加强退役实施过程中的检测。退役过程中，将安排核医学科技师使用医院现有的表面污染仪和电离室巡测仪实时检测，核医学科内的设施、物品等，存在污染的将采取去污或封存衰变的措施，直至满足清洁解控要求。退役过程中产生的放射性固体废物将放置于放射性废物储藏室内，监测结果满足要求后，作为普通医疗垃圾处置。

(3) 核医学科配套有放射性废水衰变池，放射性废水暂存时间已超过 800 天，委托有资质的第三方监测单位对废液及底泥活度浓度进行监测，满足要求后，进行废液排放，衰变池内底泥作为一般医疗废物处置。

(4) 核医学科实行分区管理制度，严禁闲杂和无关人员进入退役场所，避免受到不必要的照射。核医学科辐射工作人员进入退役现场的控制区时，需佩戴个人剂量计。在退役评价工作完成前，禁止将相关物品、设备移出控制区。通过以上各项防护措施的，可有效的防止退役工程产生的辐射影响。

(5) 核医学科的现状 γ 辐射剂量率水平以及 β 表面污染水平均为本底水平，因此退役人员和公众的受照剂量很小，可以满足剂量约束值的要求。

(6) 安全管理措施：在退役过程中，项目实施单位采取的安全防护措施能够有效防止人员受到外照射伤害；医院建立了相关的辐射防护制度，成立了退役领导小组，同时设专职人员负责退役过程中的辐射安全与环境保护管理工作，其管理措施满足法规要求。

综上所述，北京大学首钢医院核医学科退役项目，在落实报告中提出的辐射防护措施、各项规章制度、监测计划的前提下，退役过程对环境和公众的影

响很小，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，本项目的实施是可行的。

13.2 承诺

为了保护环境，保障人员健康，首钢医院承诺：

（1）拟退役项目在退役过程中，将严格按照退役实施方案执行，做好退役过程中的辐射防护措施和监测。

（2）拟退役场址实施退役工作完成后，依法依规做好核医学科场所的改造设计和环评工作。

（3）拟退役项目在退役过程中，绝不弄虚作假，绝不违规操作。

