

核技术利用建设项目
苏州大学附属第一医院
回旋加速器及非密封放射性物质工作场所
退役项目环境影响报告表

苏州大学附属第一医院（公章）

2026年4月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
苏州大学附属第一医院
回旋加速器及非密封放射性物质工作场所
退役项目环境影响报告表

建设单位名称：苏州大学附属第一医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：江苏省苏州市姑苏区十梓街 188 号

邮政编码：215006

联系人：/

电子邮箱：/

联系电话：/

表 1 项目基本情况

| | | | | | | |
|--------------|----------|--|--|------|------------------------|---|
| 建设项目名称 | | 苏州大学附属第一医院回旋加速器及非密封放射性物质工作场所退役项目 | | | | |
| 建设单位 | | 苏州大学附属第一医院 | | | | |
| 法人代表 | / | 联系人 | / | 联系电话 | / | |
| 注册地址 | | 江苏省苏州市姑苏区十梓街 188 号 | | | | |
| 项目建设地点 | | 江苏省苏州市姑苏区十梓街 188 号 | | | | |
| 立项审批部门 | | / | | 批准文号 | / | |
| 建设项目总投资 (万元) | | 120 | 项目环保投资 (万元) | 50 | 投资比例 (环保投资/总投资) 41.67% | |
| 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) | / |
| 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 用放射性物质 | | | |
| | | <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 | | | |
| | 其它 | 乙级非密封放射性物质工作场所和有污染的 II 类射线装置退役 | | | | |

项目概述

1 单位概况、本项目概况、核技术应用情况及辐射安全管理现状

1.1 单位概况

苏州大学附属第一医院（以下简称医院）始创于 1883 年，是卫生部首批三级甲等医院，是江苏省卫健委直属的省级重点医院及苏南地区医疗指导中心。医院分为总院和十梓街院区，其中总院位于苏州市姑苏区平海路 899 号，十梓街院区位于苏州市姑苏区十梓街 188 号。

1.2 本项目概况

为满足发展规划，医院在总院 8#楼（感染核医学科楼）负二层、一层、二层和三层新建核医学科，分别于 2021 年 11 月 16 日和 2026 年 1 月 16 日取得了环评批复（见

附件3)。总院8#楼(感染核医学科楼)负二层、一层目前正在建设中;二层、三层目前已投入使用,并已取得了辐射安全许可证(见附件2),且于2024年8月20日完成了竣工环境保护验收(见附件3)。医院总院核医学科现已投入运行,医院计划对十梓街院区核医学科实施整体退役。

医院十梓街院区核医学科位于医学影像楼5层和医学影像楼负一层。其中医学影像楼5层开展核素显像诊断、治疗及科研工作;医学影像楼负一层配备一台MINItrace型自屏蔽回旋加速器,用于PET正电子¹⁸F核素药物生产。医学影像楼5层核医学项目分别于2002年8月、2012年2月通过环评审批,并于2012年9月取得环保竣工验收批文,2017年10月编制了辐射安全分析报告表;医学影像楼负一层回旋加速器项目于2011年6月通过环评审批,并于2020年3月完成了竣工环境保护验收。医院十梓街院区核医学科项目环评及竣工验收情况见附件4。十梓街院区核医学科许可核素、场所等级及射线装置情况见表1-1、表1-2。

表 1-1 非密封放射性核素情况一览表

| 场所 | 核素 | 日等效最大操作量 (Bq) | 场所等级 | 核素停止使用日期 |
|-------------------|-------------------------------------|---------------|------|----------|
| 十梓街院区核医学科 | ⁶⁸ Ge(⁶⁸ Ga) | 3.7E+6 | 乙级 | 2026.03 |
| | ³² P | 3.7E+3 | | 未使用 |
| | ⁶⁴ Cu | 3.7E+6 | | 未使用 |
| | ¹⁸⁸ Re | 3.7E+4 | | 5年以上未使用 |
| | ¹⁵³ Sm | 3.7E+3 | | 5年以上未使用 |
| | ¹³¹ I | 1.85E+9 | | 2024.03 |
| | ¹⁴ C | 3.7E+6 | | 2024.12 |
| | ^{99m} Tc | 1.6E+9 | | 2024.03 |
| | ⁸⁹ Sr | 6.3E+7 | | 5年以上未使用 |
| | ³ H | 3.7E+6 | | 未使用 |
| | ¹⁷⁷ Lu | 3.7E+7 | | 2024.03 |
| | ¹⁸ F | 1.48E+8 | | 2024.03 |
| | ¹²⁵ I | 3.7E+3 | | 5年以上未使用 |
| | ⁶⁷ Ga | 2.1E+7 | | 未使用 |
| ²⁰¹ Tl | 2.1E+7 | 5年以上未使用 | | |

| | | | | |
|--|------------------------------------|---------|--|---------|
| | ⁹⁰ Sr(⁹⁰ Y) | 3.7E+7 | | 未使用 |
| | ⁸⁹ Zr | 1.85E+7 | | 未使用 |
| | ¹¹¹ In | 3.7E+3 | | 5年以上未使用 |
| | ¹¹ C | 3.7E+3 | | 未使用 |
| | ¹⁵ O | 3.7E+3 | | 未使用 |
| | ¹²⁵ I (粒籽) | 3.33E+7 | | 2025.07 |
| | ³⁵ S | 3.7E+3 | | 未使用 |

注：⁶⁸Ge (⁶⁸Ga) 为⁶⁸Ge-⁶⁸Ga发生器，于2026年3月搬迁至总院核医学科。

表 1-2 射线装置情况一览表

| 装置名称 | 型号 | 最大能量/管电压 | 额定电流 | 备注 |
|----------|--------------------|----------|-------|--------------------|
| 回旋加速器 | MINItrace | 9.6MeV | 50μA | 委托北京国原新技术有限公司报废处置 |
| PET-CT | DiscoveryS TE | 140kV | 210mA | 已报废，辐射安全许可证 已注销 |
| SPECT/CT | Symbia | 130kV | 345mA | |
| 骨密度仪 | GELUNAR PRODIGY | 76kV | 3mA | |

(1) 根据上述表格和医院提供的资料可知，十梓街院区核医学科许可的核素中¹¹C、⁶⁷Ga、⁶⁴Cu、³H、¹⁵O、³²P、³⁵S、⁹⁰Sr(⁹⁰Y)、⁸⁹Zr 未使用过；¹²⁵I、¹¹¹In、¹⁸⁸Re、¹⁵³Sm、²⁰¹Tl、⁸⁹Sr 停用时间已超过 5 年；¹⁷⁷Lu、¹³¹I、¹⁸F、^{99m}Tc 于 2024 年 3 月停止使用，最后一批放射性固体废物于 2024 年 9 月检测符合要求后已作为医疗废物处理（见附件 5）；⁶⁸Ge (⁶⁸Ga)发生器于 2026 年 3 月搬迁至总院核医学科二层放射性废物暂存间暂存；¹²⁵I (粒籽) 仅暂存于核医学科，暂存过程中不产生放射性固体废物，未使用完的粒籽源由厂家回收；¹⁴C 于 2024 年 12 月停止使用，放射性废物现已搬迁至总院 8#楼（感染核医学科楼）负二层放射性固体废物间暂存，最后委托北京国原新技术有限公司统一回收处置（处理技术服务合同见附件 6）。

(2) 根据上述表和医院提供资料可知，MINItrace 型自屏蔽回旋加速器于 2023 年 11 月停止使用。医院已与北京国原新技术有限公司签订《核医学科回旋加速器退役报废处置服务合同》（见附件 7），服务内容主要包括编制退役方案，现场源项调查，对加速器、药物合成室及其它配套房间内设备存在放射性污染的部位进行去污及拆除，并按照相关要求对放射性废物进行分类，对其它非放射性废物进行合规处置。

(3) 根据上述表和医院提供资料可知,PET/CT、SPECT/CT 和骨密度仪均于 2024 年 3 月停止使用,均已报废处置,且已完成辐射安全许可证注销。

2026 年 4 月 8 日现场勘查时:

(1) 医学影像楼 5 层场所内无放射性药物遗留,已无放射性固体废物遗留。

(2) 衰变池位于医学影像楼负一层污水处理间内,包括 3 个池子(即 1#~3#),1#、3#池内已无放射性废水,2#池子内约有 13m³ 废水。回旋加速器冷却水约为 3L,已全部作为放射性废水检测样品,现场已无回旋加速器冷却废水。

(3) 回旋加速器、废膜等放射性废物暂存于回旋加速器室内。根据《苏州大学附属第一医院核医学科回旋加速器退役项目源项调查报告》(见附件 9)可知,回旋加速器拆卸下来的 等零部件均为极低水平放射性废物,

现场设备设施处理

情况见表 1-3。

表 1-3 拟退役场所各类物品、设施处理情况一览表

| 设备、设施、物品 | 数量 | 拟处理情况 |
|----------------------------|---------|--------------------------------------|
| 回旋加速器 以及运行期间更换下来的靶头和靶膜等零部件 | | |
| 回旋加速器本体 | / | 将其中的 切割出来,其它作为普通废物处理 |
| 热室 | 3 个 | 暂存药物合成室内,计划去污且经检测合格后作为医疗废物处理 |
| 电气柜等回旋加速器辅助设备 | 1 台 | 暂存于拟退役回旋加速器室,计划报废 |
| 废活性炭 | 约 100kg | 未拆除,计划经检测合格后作为医疗废物处理 |
| 废气管道 | 2 套 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |
| 衰变池及废水管道 | 1 套 | 衰变池废水排放达到相应标准后排放至污水处理系统,衰变池及废水管道报废处理 |
| 铅玻璃观察窗、铅防护门 | 约 15 个 | 未拆除,计划报废 |
| 桌椅 | 约 20 张 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |
| 柜子 | 约 10 个 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |
| 双摇手动病床 | 1 张 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |
| 纯水机 1 个 | 1 个 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |
| 洗手台 4 个 | 4 个 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |

注：本次退役的 MINITrace 型回旋加速器为自屏蔽，由 负责退役工作。北京国原新技术有限公司委托有检测资质的单位对拆卸下来整備好的零部件进行检测并出具检测报告；并对退役完成后的回旋加速器工作场所进行检测，并出具检测报告。参考

，根据分析结果最终将废物分类为待送贮放射性废物和普通废物。退役拆除过程中监测记录、拆解过程我院承诺将以拍照、录影等方式进行全程记录，在退役工作结束后委托有资质单位进行工作场所验收监测，办理退役竣工验收，经验收合格后场所才可以开放使用。

本次退役环评的目的：①对拟退役的工作场所及场所内遗留的设备和物品、衰变池中放射性废水进行现状调查和检测，查明该拟退役工作场所是否存在放射性物质的遗漏以及放射性物质的污染情况。②对本项目对环境造成的辐射影响进行评价，并根据检测结果，对本项目造成的辐射环境影响提出污染防治措施，以满足退役场所的清洁解控水平和留存建筑物、场址的无条件开放要求。③对工作场所退役方案的可行性进行评价，退役过程中产生的各类废物和物料得到安全处理和处置，退役过程中产生的废气、废液达标排放。④对本项目退役过程中所采取的各项安全措施是否得当和退役过程中是否对周围人员和环境造成污染影响进行评价。⑤对本项目退役过程中为防止污染事故所采取的环境管理措施进行评价。⑥对本项目采取的应急措施进行评价。⑦评价工作人员及公众成员剂量值是否小于管理目标限值。⑧满足国家和地方生态环境部门对非密封放射性物质工作场所退役环境管理规定的要求，为非密封放射性物质工作场所退役的辐射环境保护管理提供科学依据。

本次退役环评对象和内容：①拟退役工作场所及其放射性核素遗存；②拟退役工作场所内放射性固体废物；③拟退役工作场所内遗留的设备和物品；④拟退役衰变池及其遗存放射性废水；⑤制定退役实施计划，确保退役过程的辐射防护最优化和放射性废物危害最小化。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求，乙级非密封放射性物质工作场所退役项目应当编制环境影响报告表。受苏州大学附属第一医院委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场检测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

苏州大学附属第一医院十梓街院区位于苏州市姑苏区十梓街 188 号，其东侧为叶家弄、张家弄和居民楼，南侧为十梓街，西侧为居民楼和凤凰街，北侧为八宝街小区和八宝街。医院地理位置见附图 1，十梓街院区平面图见附图 2。根据现场调查可知，

十梓街院区现已停诊，正在进行更新改造。医学影像楼 5 层上方无建筑，1~4 层均为医学楼相关检查和办公区域（现已空置），负一层为回旋加速器生产药物区域和停车场，无负二层。医学影像楼东侧为院内道路、门诊楼（现已空置）等，南侧为院内道路、中药房（现已空置）等，西侧为院内道路、围墙和居民区等，北侧为院内道路、外科病房大楼（现已空置）等。根据本项目特点，结合《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》（HJ 10.1-2016）的相关规定，确定以本项目周围 50m 的范围作为评价范围。根据现场调查分析及附图 2 可知，本项目环境保护目标为退役实施过程中的辐射工作人员，以及评价范围内的公众。

2 核技术应用情况及辐射安全管理现状

核技术应用情况：苏州大学附属第一医院目前持有江苏省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证[01297]”，种类和范围为“使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所”，发证日期为 2025 年 5 月 8 日，有效期至 2030 年 6 月 24 日。医院在用核技术利用项目均已履行了环保手续。

辐射安全管理机构管理制度：医院已成立了专门的放射防护委员会，由其负责医院的辐射安全管理工作；医院目前已制定了一系列的辐射安全管理制度，包括《辐射事故应急救援预案》，满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的有关防护要求。

辐射工作人员培训：医院已根据《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》等相关文件的要求，医院辐射工作人员均已通过相应类别辐射安全与防护知识考核，且均在有效期内。

个人剂量检测和职业健康体检：医院目前建立了个人剂量检测档案和职业健康监护档案。医院已委托江苏省疾病预防控制中心对其进行个人剂量监测，并建立了个人剂量检测档案。医院已定期委托有资质的单位对辐射工作人员进行职业健康检查，并建立了职业健康档案。

工作场所及辐射环境检测：医院每年委托有资质的单位对现有各个辐射工作场所的辐射水平进行检测，并出具检测报告。医院每年对其核技术应用项目的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上传上一年度的辐射安全评估报告。

3 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其它有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所退役，本项目的实施可指导退役场所达到清洁解控水平，防止放射性污染物对周围环境及公众的危害，实现场址的无限制开放，确保环境安全。故本项目实施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”原则与要求。

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 |
|----|------|--------------------------|----|------|----|------|---------|---|----|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

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 |
|----|------|------|------|---------------|---------------|------------|----|------|------|---------|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

注：日等效最大操作量和操作方式见《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 |
|----|----|----|----|----|------|------------|------------------------|----|------|----|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | | |

(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 |
|----|----|----|----|----|------------|------------|----|------|----|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

(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 | |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | | | | | |

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 | 年排放量 | 排放口浓度 | 暂存情况 | 最终去向 |
|---------------------------------------|----|--|----|------|-----------------------------|--|--------------------------------------|--|
| 回旋加速器 以及运行期间 更换下来的靶头和 靶膜等零部件 | 固态 | / | / | / | / | / | 暂存于总院 8#楼（感 染核医学科楼）负二 层放射性废物间内 | |
| 回旋加速器本体 | 固态 | / | / | / | / | / | 暂存于拟退役回旋加 速器室内 | 将其中的放射性废物切割出来，其 它作为普通废物处理 |
| 热室 | 固态 | / | / | / | / | / | 暂存药物合成室内 | 计划去污且经检测合格后作为医 疗废物处理 |
| 电气柜等回旋加速器 辅助设备 | 固态 | / | / | / | / | / | 暂存于拟退役回旋加 速器室内 | 经检测放射性指标达到清洁解控 水平后，进行报废处理 |
| 废活性炭 | 固态 | / | / | / | 退役时存 量约 100kg | / | 未拆除，位于排风管道 出口 | 经检测放射性指标达到清洁解控 水平后，将其作为医疗废物处理 |
| 放射性废水 | 液态 | ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 等 | / | / | 退役时存 量约 13m ³ | 总 α <1Bq/L 总 β <10Bq/L ^{131}I <10Bq/L | 收集于衰变池内 | 2026 年 3 月，对衰变池放射性废水 水样进行检测，满足排放标准，可 直接排放至污水处理系统 |
| 铅玻璃观察窗、铅防护 门、桌椅、柜子、双摇 手动病床等 | 固态 | / | / | / | / | / | 暂存于拟退役场所 | 经检测放射性指标达到清洁解控 水平后报废处理 |

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

表 6 评价依据

| | |
|------|--|
| 法规文件 | <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 修订版), 国家主席令第 9 号, 2015 年 1 月 1 日施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修正版), 2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号修正</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 国家主席令第 6 号, 2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订版), 国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修订版), 国务院令第 709 号第二次修订, 2019 年 3 月 2 日发布</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》, 生态环境部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(7) 《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, 2018 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正版), 2021 年 1 月 4 日中华人民共和国生态环境部令第 20 号修正</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环保部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(10) 《关于发布射线装置分类的公告》, 环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号, 2017 年 12 月 5 日</p> <p>(11) 《放射性废物安全管理条例》国务院令第 612 号, 2012 年 3 月 1 日起施行</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 11 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《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 23 日发布</p> <p>(14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》(生态环境部公告 2019 年第 39 号), 2019 年 10 月 21 日发布</p> <p>(15) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法〉配套文</p> |
|------|--|

| | |
|----------------------------|--|
| | <p>件的公告》（生态环境部公告 2019 年第 38 号），2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>（16）《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正版），2018 年 3 月 28 日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议修正</p> <p>（17）《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日</p> <p>（18）《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日</p> <p>（19）《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187 号，2021 年 5 月 28 日</p> |
| <p>技 术 标 准</p> | <p>（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）</p> <p>（2）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）</p> <p>（3）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>（4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>（5）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）</p> <p>（6）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>（7）《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB 27742-2011）</p> <p>（8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）</p> <p>（9）《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）</p> <p>（10）《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）</p> <p>（11）《核技术利用设施退役》（HAD 401/14-2021）</p> |

| | |
|----|--|
| 其它 | <p>与本项目相关附件：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 委托书（附件 1） (2) 辐射安全许可证（附件 2） (3) 总院核医学科、回旋加速器等项目环评批复和验收（附件 3） (4) 十梓街院区核医学科环评批复及验收（附件 4） (5) 核医学科核素、射线装置使用情况及放射性废物处置说明（附件 5） (6) 放射性废物处理技术服务合同（附件 6） (7) 核医学科回旋加速器退役报废处置服务合同（附件 7） (8) 核医学科回旋加速器退役报废处置服务项目实施方案（附件 8） (9) 核医学科回旋加速器退役项目源项调查报告（含检测报告）（附件 9） (10) 辐射环境现状检测报告（附件 10） (11) 退役人员辐射培训证书及 2025 年度个人剂量检测（附件 11） (12) 关于回旋加速器退役过程中放射性废物处理处置的说明（附件 12） (13) 辐射安全许可证及退役人员辐射安全与防护考核证书（附件 13） |
|----|--|

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点，结合《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》（HJ 10.1-2016）的相关规定，本项目评价范围确定为退役场所半径 50m 范围内的区域，与原建设项目的环评范围一致。

保护目标

本项目位于十梓街院区医学影像楼内，为医用核技术利用退役项目，对现有场所进行退役评价，不涉及新增场所。根据现场调查和医院规划，十梓街院区现已停诊，正在进行更新改造。医学影像楼 5 层上方无建筑，1~4 层均为医学楼相关检查和办公区域（现已空置），负一层为回旋加速器生产药物区域和停车场，无负二层。医学影像楼东侧为院内道路、门诊楼（现已空置）等，南侧为院内道路、中药房（现已空置）等，西侧为院内道路、围墙和居民区等，北侧为院内道路、外科病房大楼（现已空置）。本项目环境保护目标为退役实施过程中的辐射工作人员，以及评价范围内的公众。评价范围内保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内保护目标情况一览表

| 场所 | 保护目标名称 | | 方位 | 最近距离 | 规模 | 管理目标值 |
|-----------|-------------|--------|----------|-------|-------------------------|--------|
| 十梓街院区核医学科 | 医院辐射工作人员 | | 工作场所内 | / | 5 人 | 1mSv |
| | 医护人员、现场施工人员 | 医学影像楼 | 楼下、楼上和四周 | 约 3m | 医护人员约 50 人，现场施工人员约 50 人 | 0.1mSv |
| | | 中药房 | 南侧 | 约 20m | | |
| | | 外科病房大楼 | 北侧 | 约 15m | | |
| | | 居民区 | 西侧 | 约 20m | | |
| 院内道路上行人 | | 四周 | 约 5m | 流动人员 | | |

注：本项目为单次退役项目，人员管理目标限值为：辐射工作人员在本次退役活动中的有效剂量不超过 1mSv，公众有效剂量不超过 0.1mSv。

评价标准

1 剂量管理限值

(1) 公众剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录B中规定：应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）不超过20mSv；实践使公众中有关关键人群组的成员所

受到的年平均剂量估计值不应超过1mSv。

另据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第11.4.3.2 款规定：剂量约束值通常应在公众照射剂量的限值 10%~30%（0.1mSv~0.3mSv）的范围之内，但剂量约束值的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。依据“辐射防护安全与最优化原则”，本项目公众评价取标准限值的十分之一作为剂量约束值，即整个退役过程对公众成员取0.1mSv作为剂量约束值。

（2）工作人员剂量约束值

考虑本项目实际情况及工作周期等因素，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“剂量约束值原则”，工作人员的职业照射取基本限值20mSv的十分之一作为剂量约束值，即整个退役过程对工作人员取2mSv作为剂量约束值。

（3）表面放射性污染控制限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）B 2.2中“工作场所中的某些设备与用品，经过去污使其污染水平降低到表B11中所列设备类的控制水平的五分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用”的要求进行控制。即：本项目场所和设施去污后场地表面污染应达到总 $\alpha \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ ，总 $\beta \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$ 。

退役期间，工作人员的体表、衣物，作业使用的工具、设备放射性物质污染控制水平见表7-2。

表7-2表面污染控制水平（单位： Bq/cm²）

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

1) 该区内的高污染子区除外。

2 回旋加速器部件的清洁解控水平

根据2020年6月24日生态环境部部长信箱“关于放射性污染的物料解控和场址开放标准使用问题的回复”，放射性物料解控可按照《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）执行，根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性

核素活度浓度》（GB 27742-2011）及《苏州大学附属第一医院核医学科回旋加速器退役项目源项调查报告》，本次回旋加速器部件退役时核素免管浓度值见表7-3。

表7-3 豁免水平

| 序号 | 核素 | 活度浓度（比活度） ^① （Bq/g） | 活度浓度（比活度） ^② （Bq/g） | 活度 ^② （Bq） |
|----|----|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1 | | 0.1 | 10 | 1E+05 |
| 2 | | 0.1 | 10 | 1E+06 |
| 3 | | 100 | / | / |
| 4 | | 0.1 | 10 | 1E+06 |
| 5 | | 1 | 10 | 1E+06 |
| 6 | | 1 | 10 | 1E+06 |

注：①该值为对于大批量固体废物清洁解控值；②该值分别是对于小批量（小于1吨）物料的豁免活度浓度和豁免活度。

3 放射性废液排放限值

本次退役项目中放射性废液主要为衰变池废水，本项目衰变池为槽式衰变池贮存方式，根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）第7.3.3.1规定：a）所含核素半衰期小于24小时的放射性废液暂存时间超过30天后可直接解控排放；b）所含核素半衰期大于24小时的放射性废液暂存时间超过10倍最长半衰期（含碘-131核素的暂存超过180天），检测结果经审管部门认可后，按照GB 18871-2002中8.6.2规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于1Bq/L、总 β 不大于10Bq/L、碘-131的放射性活度浓度不大于10Bq/L、碘-131的放射性活度浓度不大于10Bq/L。

4 退役治理终态场址管理目标值

评价要求退役治理后环境中的辐射剂量率与当地本底水平基本一致，即：50.7-129.4nGy/h（根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，室内 γ 辐射剂量率范围确定）。

评价要求本项目设施去污后场地表面污染应达到总 $\alpha \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ 总 $\beta \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

苏州大学附属第一医院十梓街院区位于苏州市姑苏区十梓街 188 号，本项目拟退役场所为十梓街院区医学影像楼内。根据现场调查可知，十梓街院区现已停诊，正在进行更新改造。医学影像楼 5 层上方无建筑，1~4 层均为医学影像楼相关检查和办公区域（现已空置），负一层为回旋加速器生产药物区域和停车场，无负二层。医学影像楼东侧为院内道路、门诊楼（现已空置）等，南侧为院内道路、中药房（现已空置）等，西侧为院内道路、围墙和居民区等，北侧为院内道路、外科病房大楼（现已空置）等。拟退役场所外 50m 范围内除西侧居民楼外，其它区域均为医院内区域，拟退役场所及周围环境现状见图 8-1。





回旋加速器室入口



回旋加速器



加速器废靶及零部件暂存铅罐



加速器靶模暂存铅罐



回旋加速器热室



回旋加速器更衣室



全检质控室



设备间

医学影像楼负一层回旋加速器区域现状



入口



高活室内



病房



注射室



给药窗口



控制区内走廊



PET/CT 机房内



PET/CT 控制室



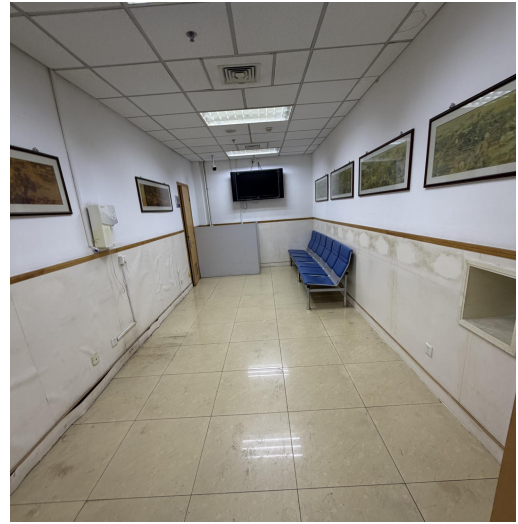
SPECT/CT 机房内



SPECT/CT 控制室



PET/CT 候诊室



SPECT/CT 候诊室



骨密度仪机房



骨密度仪控制室

医学影像楼 5 层核医学场所现状



医学影像楼负一层衰变池入口



1#池



图 8-1 本项目拟退役场所及周围环境现状图

2 环境现状评价的对象、检测因子和检测点位

2.1 影像楼负一层回旋加速器和衰变池区域

回旋加速器和衰变池位于影像楼负一层，本项目拟退役的回旋加速器最大能量为 9.6MeV，回旋加速器只在开机生产药物的过程中才会产生中子，回旋加速器于 2023 年 11 月停止使用，现已不会产生中子。因此不对中子剂量率进行检测。衰变池为钢槽式，现场勘查时衰变池内无底泥，因此仅需要取水样。医院委托北京国原新技术有限公司对回旋加速器和衰变池区域进行退役处置，并已出具了《苏州大学附属第一医院核医学科回旋加速器退役项目源项调查报告》（见附件 9）。

2.1.1 γ 辐射空气吸收剂量率和 α 、 β 表面污染检测方案、质量保证措施及检测结果分析

2.1.1.1 检测方案

检测项目： γ 辐射空气吸收剂量率和 α 、 β 表面污染

检测布点：在拟退役场所及其周围进行布点，具体点位见图 8-2 和图 8-3

检测单位：中国原子能科学研究院辐射监测与评价实验室

检测日期：2026 年 3 月 11 日

检测方法：《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）

数据记录及处理： γ 辐射空气吸收剂量率检测每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值，每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 HJ 1157-2021，使用 ^{137}Cs 作为检

定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy。表面污染水平检测每个点位读取 5 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值，每组数据计算每个点位的平均值。中子剂量率检测读取 5 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值，每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。

检测仪器：本项目检测仪器见下表。

表 8-1 本项目检测仪器情况一览表

| 仪器名称 | 型号 | 出厂编号 | 主要技术性能指标 | 检定有效期限 |
|------------|--------|----------|--|-----------------|
| 辐射测量仪 | AT1123 | 54489 | 测量范围：50nSv/h~10Sv/h； 能量范围：15keV~10MeV； 固有误差：<±20%。 | 2026 年 4 月 1 日 |
| α、β表面污染测量仪 | LB-124 | 10-10340 | 探测效率：α档 31%，β档 40%。 | 2026 年 12 月 4 日 |

2.1.1.2 质量保证措施

根据《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）中有关辐射环境检测质量保证一般程序和检测机构的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次检测结果科学、有效。

检测单位：中国原子能科学研究院辐射监测与评价实验室已通过检验检测机构资质认定。

检测过程质量控制质量保证：制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制，检测前制定详细的检测方案及其实施细则，保证检测方案的合理性。

检测人员、检测仪器及检测结果质量保证：检测人员均经过考核并持有检测上岗证，所有检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测时选取合适的检测仪器，检测仪器使用前经过检定，保证检测设备的适用性。检测报告实行三级审核。

2.1.1.3 检测结果

（1）γ剂量率检测结果

本项目加速器室、药物合成室和药物合成室配套房间γ辐射空气吸收剂量率检测结果见表 8-2，加速器及拆除的加速器零件、污水处理室污水箱表面、药物合成室热室表面及内部γ辐射空气吸收剂量率检测结果见表 8-3，点位详见图 8-2，检测报告见附件 9。

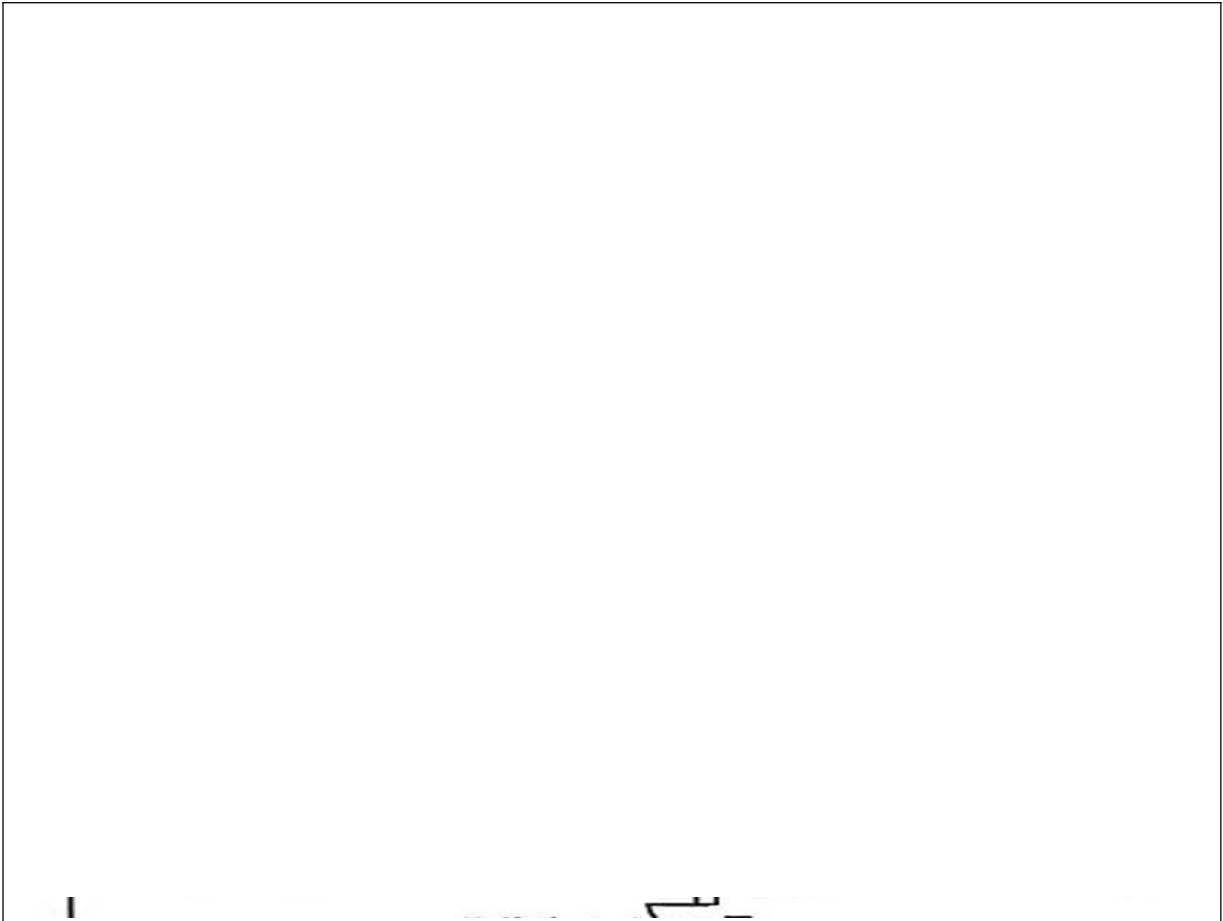


图 8-2 γ 辐射空气吸收剂量率检测点位示意图

表 8-2 加速器退役场所 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果*

| 序号 | 监测对象 | 点位描述 | γ 辐射空气吸收剂量率* (nSv/h) |
|----|------|------|--------------------------------|
| 1 | | | 161±7 |
| 2 | | | 148±1 |
| 3 | | | 510±10 |
| 4 | | | 290±10 |
| 12 | | | 115±2 |
| 47 | | | 109±1 |
| 48 | | | 111±2 |
| 25 | | | |
| 26 | | | 118±1 |
| 27 | | | 161±9 |
| 28 | | | 114±1 |
| 29 | | | 108±3 |
| 40 | | | 127±1 |
| 41 | | | 127±1 |
| 42 | | | 90±7 |
| 43 | | | 157±1 |

| | | | |
|----|--|--|-------|
| 44 | | | 166±3 |
| 45 | | | 147±3 |
| 46 | | | 138±1 |

注：*监测结果含宇宙射线响应值。

表 8-3 加速器和设施设备γ辐射空气吸收剂量率检测结果

| 序号 | 监测对象 | 点位描述 | γ辐射空气吸收剂量率* (nSv/h) |
|----|------|------|------------------------|
| 5 | | | 2160±40 |
| 6 | | | 107000±2000 |
| 7 | | | 15200±200 |
| 8 | | | 90±1 |
| 9 | | | 82±3 |
| 10 | | | 140±5 |
| 11 | | | 284±1 |
| 13 | | | 101±1 |
| 14 | | | 100±2 |
| 15 | | | 95±3 |
| 16 | | | 83±1 |
| 17 | | | 85±1 |
| 18 | | | 88±1 |
| 19 | | | 88±1 |
| 20 | | | 86±2 |
| 21 | | | 84±2 |
| 22 | | | 85±1 |
| 23 | | | 84±2 |
| 24 | | | 84±2 |
| 30 | | | 121±6 |
| 31 | | | 118±1 |
| 32 | | | 112±1 |
| 33 | | | 93±7 |
| 34 | | | 89±3 |
| 35 | | | 92±3 |
| 36 | | | 97±3 |
| 37 | | | 32±3 |
| 38 | | | 85±5 |
| 47 | | | 44±2 |
| 39 | | 37±1 | |

注：*监测结果含宇宙射线响应值。

(2) 表面污染检测结果

本项目场所α表面污染和β表面污染检测结果见表 8-4，加速器和设施设备α表面污染和β表面污染检测结果见表 8-5，点位详见图 8-3。

图 8-3 表面污染检测点位示意图

表 8-4 场所表面污染检测结果

| 序号 | 监测对象 | 点位描述 | 测量方式 | α 表面污染* (Bq/cm ²) | β 表面污染* (Bq/cm ²) |
|----|------|------|------|---|--|
| 1 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |
| 2 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |
| 3 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |
| 4 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |
| 9 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |
| 10 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |
| 11 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |
| 12 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |
| 13 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |
| 14 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |
| 76 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |
| 77 | | | | <LLD _{α} | <LLD _{β} |

| | | | | | |
|----|--|--|--|-------------------|-------------------|
| 15 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 16 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 17 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 18 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 19 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 36 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 37 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 38 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 39 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 40 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 41 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 42 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 43 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 44 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 45 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 46 | | | | <LLD _α | <LLD _β |

注：1. LLD 探测下限（Lower Limit of Detection）

2. LLD_α=0.05 Bq/cm², LLD_β=0.22 Bq/cm²

表 8-5 回旋加速器和设施设备表面污染检测结果

| 序号 | 监测对象 | 点位描述 | 测量方式 | α表面污染* (Bq/cm ²) | β表面污染* (Bq/cm ²) |
|----|------|------|------|---------------------------------|---------------------------------|
| 5 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 6 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 7 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 8 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 20 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 21 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 22 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 23 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 24 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 25 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 26 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 27 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 28 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 29 | | | | <LLD _α | 77.8 |
| 30 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 75 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 31 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 32 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 33 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 34 | | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 35 | | | | <LLD _α | <LLD _β |

| | | | | |
|----|--|--|-------------------|-------------------|
| 47 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 48 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 49 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 50 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 51 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 52 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 53 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 54 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 55 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 56 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 57 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 58 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 59 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 60 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 61 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 62 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 63 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 64 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 65 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 66 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 67 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 68 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 69 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 70 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 71 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 72 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 73 | | | <LLD _α | <LLD _β |
| 74 | | | <LLD _α | <LLD _β |

注：1. LLD 探测下限 (Lower Limit of Detection)

2. LLD_α=0.05 Bq/cm², LLD_β=0.22 Bq/cm²

2.1.1.4 检测结果评价

由表 8-2 可知，加速器室内γ辐射空气吸收剂量率在（115~510）nSv/h 范围内；药物合成室内γ辐射空气吸收剂量率在（108~161）nSv/h 范围内；药物合成室配套房间室内γ辐射空气吸收剂量率在（90~166）nSv/h 范围内。由表 8-3 可知，加速器及拆除的加速器零件γ辐射空气吸收剂量率在 82nSv/h~107μSv/h 范围内。由于加速器室内存在废靶、废膜和取样过程中拆卸下来的 D 型盒、磁铁存在放射性，导致加速器室内γ辐射空气吸收剂量率大于江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内γ辐射空气吸收剂量率。

由表 8-3 可知，衰变池表面γ辐射空气吸收剂量率在（83~101）nSv/h 范围内，药

物合成室热室表面及内部 γ 辐射空气吸收剂量率在(32~121) nSv/h 范围内,与江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射空气吸收剂量率水平相当。

由表 8-4 可知,加速器室内、药物合成室内、药物合成室配套房间室内 α 、 β 表面污染水平均小于仪表探测限,达到清洁解控水平($\alpha \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$)。

由表 8-5 可知,加速器表面、衰变池表面及周边 α 、 β 表面污染水平均小于仪表探测限,达到清洁解控水平($\alpha \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$);药物合成室热室 FZ-1 内部下表面 β 表面污染水平 77.8Bq/cm^2 ,其余热室点位 α 、 β 表面污染水平均小于仪表探测限。

2.1.2 样品检测方案、质量保证措施及检测结果分析

2.1.2.1 检测方案

检测项目:回旋加速器零部件样品中 γ 核素分析、土壤样品中的总 α 、 β 分析;冷却水中的总 α 、 β 分析;衰变池水样的总 α 、 β 和 ^{131}I 分析

检测单位:中核化学计量检测中心

检测日期:2026 年 3 月 19 日

检毕日期:2026 年 4 月 2 日

检测方法:高纯锗 γ 能谱分析通用方法(GB/T 11713-2015)、水质总 α 放射性的测定 厚源法(HJ 898-2017、水质总 β 放射性的测定 厚源法(HJ 899-2017)和环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法(GB/T 16145-2022)

检测仪器:本项目检测仪器见下表。

表 8-6 本项目检测仪器情况一览表

| 仪器名称 | 型号 | 出厂编号 | 主要技术性能指标 | 检定有效期限 |
|----------------------------|------------|------------|--|-----------------|
| 高纯锗 γ 能谱仪 | GMX50P4-83 | YQ-HJ-0133 | 能量分辨率:1.82keV(对于 Co-60, 1332.5keV); 相对探测效率:44.7%; | 2027 年 1 月 9 日 |
| 低本底 α 、 β 测量仪 | LB6008 | YQ-HJ-0135 | - | 2027 年 6 月 15 日 |

2.1.2.2 质量保证措施

检测单位:中核化学计量检测中心已通过检验检测机构资质认定。

监测过程质量控制质量保证:制定有质量体系文件,所有活动均按照质量体系文件要求进行,实施全过程质量控制,检测前制定详细的检测方案及其实施细则,保证检测方案的合理性。

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证:监测人员均经过考核并持有检测上岗

证，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，监测时选取合适的监测仪器，监测仪器使用前经过检定，保证检测设备的适用性。监测报告实行三级审核。

2.1.2.3 检测结果

加速器大厅内混凝土（正对加速器自屏蔽门缝墙壁采样）、地板革（正对加速器自屏蔽门缝地面采样）和回旋加速器各主要部件，包括：D型盒、磁铁、线圈取样核素分析结果见表 8-7，项目周边土壤取样分析结果见表 8-8，回旋加速器冷却水和衰变池水样取样核素分析结果见表 8-9，检测报告见附件 9。

表 8-7 回旋加速器大厅及部件取样分析结果

| 样品编号 | 样品名称 | 检测项目 | 计量单位 | 检测结果 | 检出限（探测限） |
|---------------|------|------|-------|----------|----------|
| WS20260126-01 | | | Bq/kg | 6.42 | 1.59 |
| | | | Bq/kg | 0.835 | 0.261 |
| | | | Bq/kg | 0.459 | 0.119 |
| | | | Bq/kg | 62.4 | 0.137 |
| | | | Bq/kg | 696 | 0.186 |
| | | | Bq/kg | 1.74 | 0.241 |
| WS20260126-02 | | | Bq/kg | 16.0 | 2.45 |
| | | | Bq/kg | 0.481 | 0.439 |
| | | | Bq/kg | 1.89 | 0.201 |
| | | | Bq/kg | 1.60 | 0.232 |
| | | | Bq/kg | 17.9 | 0.325 |
| | | | Bq/kg | 0.891 | 0.314 |
| WS20260126-03 | | | Bq/kg | 627 | 23.5 |
| | | | Bq/kg | 67.1 | 3.8 |
| | | | Bq/kg | 59.8 | 1.73 |
| | | | Bq/kg | 128 | 1.91 |
| | | | Bq/kg | 1.49E+05 | 2.80 |
| | | | Bq/kg | 82.8 | 3.6 |
| WS20260126-04 | | | Bq/kg | 377 | 3.5 |
| | | | Bq/kg | 15.0 | 0.649 |
| | | | Bq/kg | 7.62 | 0.297 |
| | | | Bq/kg | 96.0 | 0.343 |
| | | | Bq/kg | 45.9 | 0.485 |
| | | | Bq/kg | 1.64E+04 | 0.632 |
| WS20260126-05 | | | Bq/kg | 121 | 12.5 |
| | | | Bq/kg | 21.5 | 2.00 |
| | | | Bq/kg | 10.9 | 0.914 |
| | | | Bq/kg | 31.3 | 1.01 |
| | | | Bq/kg | 559 | 1.48 |
| | | | Bq/kg | 43.1 | 1.93 |

表 8-8 周边土壤取样分析结果

| 序号 | 样品编号 | 样品名称 | 检测项目 | 结果 (单位: Bq/kg) |
|----|---------------|------|------|----------------|
| 1 | WS20260127-01 | | | 395 |
| | | | | 709 |
| 2 | WS20260127-02 | | | 260 |
| | | | | 849 |
| 3 | WS20260127-03 | | | 563 |
| | | | | 937 |
| 4 | WS20260127-04 | | | 275 |
| | | | | 812 |

表 8-9 回旋加速器冷却水及衰变池水样取样分析结果

| 序号 | 样品编号 | 样品名称 | 检测项目 | 结果 (单位: Bq/L) |
|----|---------------|------|------|---------------|
| 1 | WL20260127-01 | | | 2.88E-01 |
| | | | | 6.32E-01 |
| 2 | WL20260127-02 | | | 4.34E-02 |
| | | | | 4.58E-01 |
| | | | | 5.75E-02 |

2.1.2.4 检测结果评价

由表 8-7 可知,回旋加速器大厅墙壁和地面材料的感生放射性核素主要为 , 含有极少量 。其中墙壁样品的 比活度为 696Bq/kg, 低于解控水平的 10Bq/g (即 1E+04Bq/kg); 比活度为 62.4Bq/kg, 低于解控水平的 10Bq/g (即 1E+04Bq/kg)。

由表8-7可知,回旋加速器的D型盒、磁铁、线圈部件的感生放射性核素主要为 , 含有少量 。其中 的比活度范围在 17.9Bq/kg ~ 1.49E+05Bq/kg之间, 大于解控水平的10Bq/g (即1E+04Bq/kg); 的比活度范围在 43.1Bq/kg~1.64E+04Bq/kg之间, 大于解控水平的10Bq/g (即1E+04Bq/kg)。

由表 8-8 的检测结果可知,加速器大楼周边土壤中总 α 在 (260~563) Bq/kg、总 β 在 (709~937) Bq/kg。根据《苏州市部分地区土壤总 α 和总 β 放射性水平》文献,与“苏州市土壤总 α 、总 β 放射性水平范围分别是 962~2667Bq/kg 和 328~847Bq/kg”相当。

由表 8-9 的检测结果可知,回旋加速器冷却水中总 α 为 2.88E-01Bq/L、总 β 为 6.32E-01Bq/L;衰变池水样的总 α 为 4.34E-02Bq/L、总 β 为 4.58E-01Bq/L, ^{131}I 比活度为 5.75E-02Bq/L, 满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)“放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L”的要求。

2.2 医学影像楼 5 层核素显像诊断、治疗及科研区域

医学影像楼 5 层核素显像诊断、治疗及科研区域内无放射性药物遗留，已无放射性固体废物遗留。因此，在对其进行现状调查时，主要调查拟退役场所及周围辐射环境的 γ 辐射空气吸收剂量率、 α 和 β 表面污染水平。

评价对象：医学影像楼 5 层核素显像诊断、治疗及科研区域周围辐射环境。

检测因子： γ 辐射空气吸收剂量率、 α 和 β 表面污染水平。

检测点位：在医学影像楼 5 层核素显像诊断、治疗及科研区域周围布置检测点位。

2.2.1 检测方案、质量保证措施及检测结果分析

2.2.1.1 检测方案

检测项目： γ 辐射空气吸收剂量率、 α 和 β 表面污染水平

检测布点：在拟退役场所及其周围进行布点，具体点位见图 8-4 和图 8-5

检测时间：2026 年 3 月 31 日

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测方法：《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）

数据记录及处理： γ 辐射空气吸收剂量率检测每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值，每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 HJ 1157-2021，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy。表面污染水平检测每个点位读取 5 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值，每组数据计算每个点位的平均值。中子剂量率检测读取 5 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值，每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。

检测仪器：本项目检测仪器见下表。

表 8-10 本项目检测仪器情况一览表

| 检测因子 | | γ 辐射空气吸收剂量率 |
|------|----------|---------------------------------|
| 检测仪器 | 仪器名称 | FH40G 型辐射剂量检测仪 |
| | 仪器信息 | 探头型号 FHZ672E-10，设备编号：J2718 |
| | 检定（校准）单位 | 江苏省计量科学研究院 |
| | 证书编号 | 2025 年 5 月 28 日—2026 年 5 月 27 日 |
| | 测量范围 | 1nSv/h~100 μ Sv/h |
| | 能量响应范围 | 48keV~4.4MeV |

| | | |
|------|-------------|---|
| | 检定（校准）因子 | 1.27 |
| | 现场检测时间 | 2026年3月31日 |
| | 检测因子 | α、β表面污染水平 |
| 检测仪器 | 仪器名称 | Como170 α 、 β 表面污染仪 |
| | 仪器信息 | 设备编号：J0417 |
| | 检定（校准）单位 | 江苏省计量科学研究院 |
| | 证书编号 | 2025年11月10日—2026年11月9日 |
| | 探测面积 | 170cm ² |
| | 现场检测时间 | 2026年3月31日 |

2.2.1.2 质量保证措施

根据《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）中有关辐射环境检测质量保证一般程序，以及检测机构的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书），实行全过程质量控制，保证此次检测结果科学、有效。

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司已通过检验检测机构资质认定。

检测过程质量保证：制定质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制。检测前制定详细的检测方案及其实施细则，保证检测方案的合理性。

检测人员、检测仪器及检测结果的质量保证：检测人员均经过考核并持有检测上岗证；所有检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内。检测时选取合适的检测仪器，检测仪器使用前经过检定，保证检测设备的适用性。检测报告实行三级审核。

2.2.1.3 检测结果

医学影像楼5层核素显像诊断、治疗及科研区域及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率、 α 和 β 表面污染水平检测结果见表8-11和表8-12，详细检测结果见附件10。

表 8-11 周围 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果

| 测点号 | 点位描述 | 测量结果 (nGy/h) | 标准偏差 | 备注 |
|-----|------------------|-----------------|------|--|
| 1 | 入口处 | 130 | 4 | 该核医学科场所计划退役，场所内无放射性药物 检测时间：2026年3月31日 检测环境：天气：阴、 温度：22.4℃、湿度： 66.3%RH 检测点位见图 8-4。 |
| 2 | 患者通道 | 136 | 2 | |
| 3 | 办公室 | 118 | 3 | |
| 4 | PET-CT 注射后候诊室 | 132 | 2 | |
| 5 | PET-CT 注射后候诊室卫生间 | 140 | 3 | |
| 6 | 护士办公室 | 125 | 2 | |

| | | | | |
|----|--|--------------|-----|---|
| 7 | | 隔离病房 | 126 | 2 |
| 8 | | 隔离病房卫生间 | 143 | 2 |
| 9 | | ECT 注射后候诊室 | 136 | 2 |
| 10 | | 注射室 | 126 | 1 |
| 11 | | 高活室 | 129 | 2 |
| 12 | | 库房（放射性物质暂存间） | 137 | 2 |
| 13 | | 电梯间 | 141 | 3 |
| 14 | | SPECT 机房 | 126 | 2 |
| 15 | | SPECT 机房控制室 | 125 | 2 |
| 16 | | 骨密度机房 | 126 | 2 |
| 17 | | 骨密度机房控制室 | 119 | 2 |
| 18 | | PET-CT 机房 | 120 | 2 |
| 19 | | PET-CT 机房控制室 | 124 | 2 |
| 20 | | 楼下 | 136 | 2 |
| 21 | | 东侧门诊楼门口 | 114 | 2 |
| 22 | | 南侧中药房门口 | 114 | 3 |
| 23 | | 西侧小巷围墙处 | 123 | 2 |
| 24 | | 北侧外科病房大楼大厅 | 116 | 2 |

*1.表中结果扣除仪器宇宙响应值；

2.楼房对宇宙射线的屏蔽修正因子取 0.8，平房对宇宙射线的屏蔽修正因子取 0.9，原野、道路对宇宙射线的屏蔽修正因子取 1；

3.根据 HJ 1157-2021，使用¹³⁷Cs 作为检定校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy。

表 8-12 表面污染检测结果

| 测点号 | 点位描述 | 测量结果 (Bq/cm ²) | | 被检设备信息及检测 工况 |
|-----|-----------------|-------------------------------|------|--|
| | | β | α | |
| 1 | 入口处地面 | <MDL | <MDL | 该核医学科场所计划 退役，场所内无放射 性药物 检测时间：2026 年 3 月 31 日 检测环境：温度： 22.4℃、湿度： 66.3%RH 检测点位示意图见图 8-5 |
| 2 | 患者通道地面 | <MDL | <MDL | |
| 3 | 办公室地面 | <MDL | <MDL | |
| 4 | 办公室墙面 | <MDL | <MDL | |
| 5 | 办公室内桌子表面 | <MDL | <MDL | |
| 6 | PET-CT 注射后候诊室地面 | <MDL | <MDL | |

| | | | |
|----|------------------------|------|------|
| 7 | PET-CT 注射后候诊室墙面 | <MDL | <MDL |
| 8 | PET-CT 注射后候诊室内桌子表面 | <MDL | <MDL |
| 9 | PET-CT 注射后候诊室卫生间地面 | <MDL | <MDL |
| 10 | PET-CT 注射后候诊室卫生间墙面 | <MDL | <MDL |
| 11 | PET-CT 注射后候诊室内卫生间洗手台表面 | <MDL | <MDL |
| 12 | 护士办公室地面 | <MDL | <MDL |
| 13 | 护士办公室墙面 | <MDL | <MDL |
| 14 | 护士办公室内洗手台表面 | <MDL | <MDL |
| 15 | 隔离病房地面 | <MDL | <MDL |
| 16 | 隔离病房墙面 | <MDL | <MDL |
| 17 | 隔离病房内床表面 | <MDL | <MDL |
| 18 | 隔离病房内桌子表面 | <MDL | <MDL |
| 19 | 隔离病房内椅子表面 | <MDL | <MDL |
| 20 | 隔离病房内柜子表面 | <MDL | <MDL |
| 21 | 隔离病房卫生间地面 | <MDL | <MDL |
| 22 | 隔离病房卫生间墙面 | <MDL | <MDL |
| 23 | 隔离病房卫生间洗手台表面 | <MDL | <MDL |
| 24 | ECT 注射后候诊室地面 | <MDL | <MDL |
| 25 | ECT 注射后候诊室墙面 | <MDL | <MDL |
| 26 | ECT 注射后候诊室内椅子表面 | <MDL | <MDL |
| 27 | ECT 注射后候诊室内纯水机表面 | <MDL | <MDL |
| 28 | 注射室地面 | <MDL | <MDL |
| 29 | 注射室墙面 | <MDL | <MDL |
| 30 | 注射室内柜子表面 | <MDL | <MDL |
| 31 | 高活室地面 | <MDL | <MDL |
| 32 | 高活室墙面 | <MDL | <MDL |
| 33 | 高活室内柜子表面 | <MDL | <MDL |
| 34 | 高活室内洗手台表面 | <MDL | <MDL |
| 35 | 库房（放射性物质暂存间）地面 | <MDL | <MDL |

| | | | |
|---|--------------------|------|------|
| 36 | 库房（放射性物质暂存间）墙面 | <MDL | <MDL |
| 37 | 库房（放射性物质暂存间）内柜子表面 | <MDL | <MDL |
| 38 | 库房（放射性物质暂存间）内新风机表面 | <MDL | <MDL |
| 39 | 电梯间地面 | <MDL | <MDL |
| 40 | 电梯间墙面 | <MDL | <MDL |
| 41 | 注射室传递窗 | <MDL | <MDL |
| 42 | 隔离病房送餐口 | <MDL | <MDL |
| 43 | SPECT 机房地面 | <MDL | <MDL |
| 44 | SPECT 机房墙面 | <MDL | <MDL |
| 45 | SPECT 机房控制室地面 | <MDL | <MDL |
| 46 | SPECT 机房控制室墙面 | <MDL | <MDL |
| 47 | SPECT 机房控制室内柜子表面 | <MDL | <MDL |
| 48 | SPECT 机房控制室内桌子表面 | <MDL | <MDL |
| 49 | SPECT 机房控制室椅子表面 | <MDL | <MDL |
| 50 | 骨密度机房地面 | <MDL | <MDL |
| 51 | 骨密度机房墙面 | <MDL | <MDL |
| 52 | 骨密度机房控制室地面 | <MDL | <MDL |
| 53 | 骨密度机房控制室墙面 | <MDL | <MDL |
| 54 | 骨密度机房控制室桌子表面 | <MDL | <MDL |
| 55 | 骨密度机房控制室柜子表面 | <MDL | <MDL |
| 56 | PET-CT 机房地面 | <MDL | <MDL |
| 57 | PET-CT 机房墙面 | <MDL | <MDL |
| 58 | PET-CT 机房控制室地面 | <MDL | <MDL |
| 59 | PET-CT 机房控制室墙面 | <MDL | <MDL |
| 60 | PET-CT 机房控制室内桌子表面 | <MDL | <MDL |
| 61 | PET-CT 机房控制室内柜子表面 | <MDL | <MDL |
| *β表面污染水平 MDL=0.019Bq/cm ² ， α表面污染水平 MDL=2.36×10 ⁻³ Bq/cm ² 。 | | | |

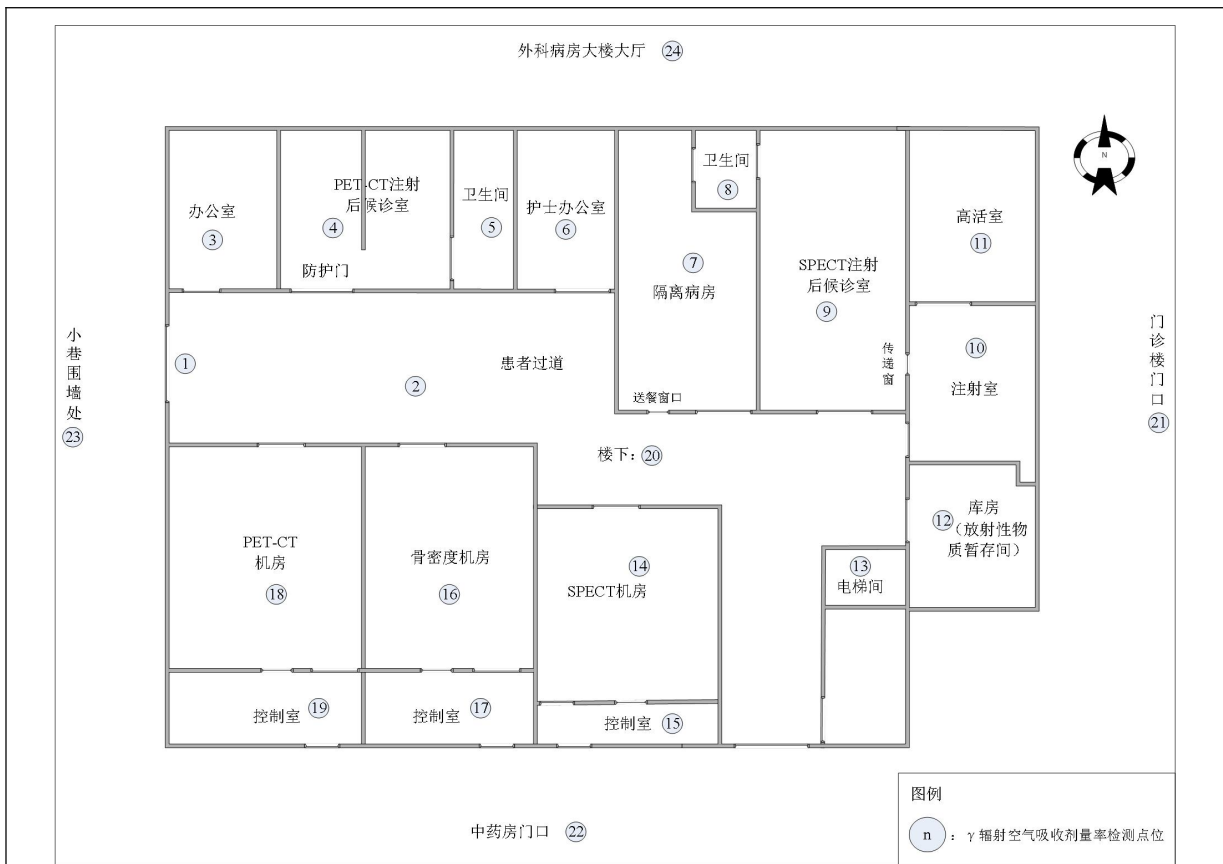


图 8-4 γ 辐射空气吸收剂量率检测点位示意图

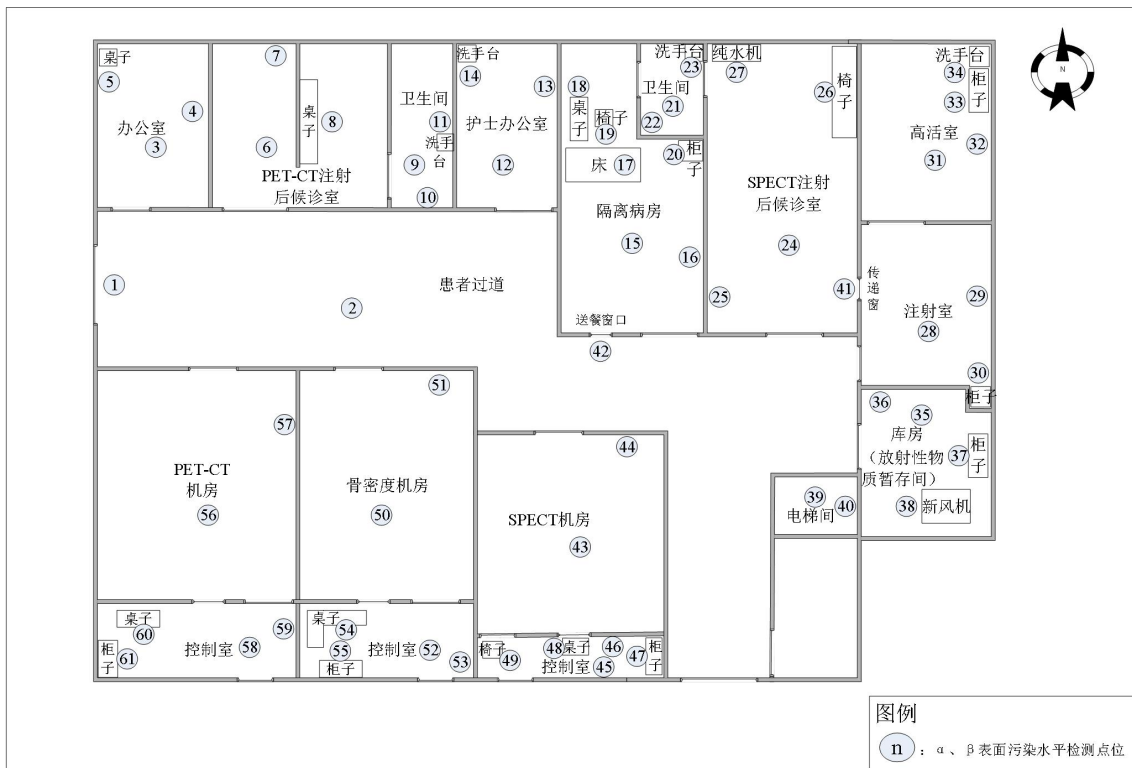


图 8-5 表面污染水平检测点位示意图

2.2.1.4 环境现状调查结果评价

由表 8-11 可知，医学影像楼 5 层核素显像诊断、治疗及科研区域及其周围环境室内 γ 辐射空气吸收剂量率在（114~143）nGy/h 之间，与江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射空气吸收剂量率水平相当；周围环境道路 γ 辐射空气吸收剂量率在（114~123）nGy/h 之间，与江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的道路 γ 辐射空气吸收剂量率水平相当。

由表 8-12 可知，医学影像楼 5 层核素显像诊断、治疗及科研区域内的 α 表面污染 $<$ MDL， β 表面污染 $<$ MDL，达到清洁解控水平（ $\alpha\leq 0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， $\beta\leq 0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）。

表9 项目工程分析与源项

1 设施概况

本项目环评是针对苏州大学附属第一医院十梓街院区核医学科工作场所退役而编写的退役环境影响评价报告。

医院十梓街院区核医学科位于医学影像楼5层和医学影像楼负一层。其中医学影像楼5层开展核素显像诊断、治疗及科研工作；医学影像楼负一层配备一台MINItrace型自屏蔽回旋加速器，用于PET正电子 ^{18}F 核素药物生产。医院总院核医学科现已投入运行，医院计划对十梓街院区核医学科实施整体退役。

2026年4月8日现场勘查时，医学影像楼5层场所内无放射性药物遗留，已无放射性固体废物遗留；场所内的PET/CT、SPECT/CT和骨密度均于2024年3月停止使用，均已报废处置且已完成辐射安全许可证注销。MINItrace型自屏蔽回旋加速器于2023年11月停止使用。回旋加速器、废膜等放射性废物位于加速器室内。衰变池（1#~3#池）位于医学影像楼负一层污水处理间内，2#池内约有 13m^3 废水，1#、3#池内均无废水。回旋加速器冷却水已全部作为采样的样品，现已无回旋加速器冷却水。

2 退役方案

2.1 退役目标及范围

根据放射性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，医院制定了总体退役原则如下：

①退役场所满足场址无限制开放要求。

②可重复利用的设施及设备满足表面污染清洁解控水平（ $\alpha \leq 0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）的要求。

③退役工作场所涉及的放射性污染物全部进行妥善处理，保证退役人员剂量水平符合控制限值要求。

本次退役范围包括：医学影像楼5层核素显像诊断、治疗及科研区域、医学影像楼负一层回旋加速器区域、场所内的各类设备

2.2 依据文件

依据的主要法律文件：

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014修订版），国家主席令第9号，2015年1月1日施行

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 修正版), 中华人民共和国主席令第 24 号, 2018 年 12 月 29 日修订, 2018 年 12 月 29 日起施行

(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 国家主席令第 6 号, 2003 年 10 月 1 日起施行

(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, 国务院令第 449 号, 2005 年 12 月 1 日起施行, 2014 年 7 月 29 日第一次修订, 2019 年 3 月 2 日第二次修订

(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版), 生态环境部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行

(6) 《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, 2018 年 1 月 1 日起施行

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

(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 原环保部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行

(9) 《关于发布放射源分类办法的公告》, 国家环保总局, 2005 年第 62 号, 2005 年 12 月 23 日发布

(10) 《关于发布射线装置分类的公告》, 环境保护部, 国家卫生计生委, 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 6 日施行

(11) 《放射性废物安全管理条例》国务院令第 612 号, 2012 年 3 月 1 日起施行

(12) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局, 环发〔2006〕145 号, 2006 年 9 月 26 日起施行

(13) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修正版), 江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号, 2018 年 5 月 1 日起施行

(14) 《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, 2020 年 1 月 1 日起施行

依据的主要技术标准:

(1) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)

(2) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

(3) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)

- (4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）
- (5) 《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB 27742-2011）
- (6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）
- (7) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）
- (8) 《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）
- (9) 《核技术利用设施退役》（HAD 401/14-2021）

2.3 设施现状及运行史

医院十梓街院区核医学科位于医学影像楼5层和医学影像楼负一层。医学影像楼5层核医学项目分别于2002年8月、2012年2月通过环评审批，2017年10月编制了辐射安全分析报告表，并于2012年9月取得环保竣工验收批文；医学影像楼负一层于2011年6月通过环评审批，并于2020年3月完成了竣工环境保护验收。十梓街院区核医学科许可核素、场所等级及射线装置情况见表9-1、表9-2。

表9-1 非密封放射性核素情况一览表

| 场所 | 核素 | 日等效最大操作量（Bq） | 场所等级 | 核素停止使用日期 |
|------------------|-----------------------------------|--------------|------|----------|
| 十梓街院区核医学科 | $^{68}\text{Ge} (^{68}\text{Ga})$ | 3.7E+6 | 乙级 | 2026.03 |
| | ^{32}P | 3.7E+3 | | 未使用 |
| | ^{64}Cu | 3.7E+6 | | 未使用 |
| | ^{188}Re | 3.7E+4 | | 5年以上未使用 |
| | ^{153}Sm | 3.7E+3 | | 5年以上未使用 |
| | ^{131}I | 1.85E+9 | | 2024.03 |
| | ^{14}C | 3.7E+6 | | 2024.12 |
| | $^{99\text{m}}\text{Tc}$ | 1.6E+9 | | 2024.03 |
| | ^{89}Sr | 6.3E+7 | | 5年以上未使用 |
| | ^3H | 3.7E+6 | | 未使用 |
| | ^{177}Lu | 3.7E+7 | | 2024.03 |
| | ^{18}F | 1.48E+8 | | 2024.03 |
| | ^{125}I | 3.7E+3 | | 5年以上未使用 |
| ^{67}Ga | 2.1E+7 | 未使用 | | |

| | | | | |
|---|---------------------------------|---------|--|---------|
| | ^{201}Tl | 2.1E+7 | | 5年以上未使用 |
| | $^{90}\text{Sr}(^{90}\text{Y})$ | 3.7E+7 | | 未使用 |
| | ^{89}Zr | 1.85E+7 | | 未使用 |
| | ^{111}In | 3.7E+3 | | 5年以上未使用 |
| | ^{11}C | 3.7E+3 | | 未使用 |
| | ^{15}O | 3.7E+3 | | 未使用 |
| | ^{125}I (粒籽) | 3.33E+7 | | 2025.07 |
| | ^{35}S | 3.7E+3 | | 未使用 |
| 注： ^{68}Ge (^{68}Ga) 为 ^{68}Ge - ^{68}Ga 发生器，于2026年3月搬迁至总院核医学科。 | | | | |

表 9-2 射线装置情况一览表

| 装置名称 | 型号 | 最大能量/管电压 | 额定电流 | 备注 |
|----------|----------------|----------|------------------|-------------------|
| 回旋加速器 | MINItrace | 9.6MeV | 50 μA | 委托北京国原新技术有限公司报废处置 |
| PET-CT | DiscoverySTE | 140kV | 210mA | 已报废，辐射安全许可证已注销 |
| SPECT/CT | Symbia | 130kV | 345mA | |
| 骨密度仪 | GELUNARPRODIGY | 76kV | 3mA | |

(1) 根据上述表和医院提供资料可知，十梓街院区核医学科许可的核素中 ^{11}C 、 ^{67}Ga 、 ^{64}Cu 、 ^3H 、 ^{15}O 、 ^{32}P 、 ^{35}S 、 $^{90}\text{Sr}(^{90}\text{Y})$ 、 ^{89}Zr 未使用过； ^{125}I 、 ^{111}In 、 ^{188}Re 、 ^{153}Sm 、 ^{201}Tl 、 ^{89}Sr 停用时间已超过 5 年； ^{177}Lu 、 ^{131}I 、 ^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 于 2024 年 3 月停止使用，最后一批放射性固体废物于 2024 年 9 月检测符合要求后已作为医疗废物处理； ^{68}Ge (^{68}Ga) 发生器于 2026 年 3 月搬迁至总院核医学科二层放射性废物暂存间内暂存； ^{125}I (粒籽) 仅暂存于核医学科，暂存过程中不产生放射性固体废物，未使用完的粒籽源由厂家回收； ^{14}C 于 2024 年 12 月停止使用，放射性废物现已搬迁至总院 8#楼 (感染核医学科楼) 负二层放射性固体废物间暂存，最后委托北京国原新技术有限公司统一回收处置。

(2) 根据上述表和医院提供资料可知，MINItrace 型自屏蔽回旋加速器于 2023 年 11 月停止使用。医院已与北京国原新技术有限公司签订《核医学科回旋加速器退役报废处置服务》合同，服务内容主要包括编制退役方案，现场源项调查，对加速器、药物合成室及其它配套房间内设备存在放射性污染的部位进行去污及拆除，并按照相关要求对放射性废物进行分类，对其它非放射性废物进行合规处置。

(3) 根据上述表和医院提供资料可知，PET/CT、SPECT/CT 和骨密度仪均于 2024

年3月停止使用，均已报废处置且已完成辐射安全许可证注销。

2.4 退役源项

(1) 本项目辐射危害因素主要

(2) 截至2026年4月8日现场勘查时，场所内放射性固体废物如下：

①医学影像楼5层场所内无放射性药物遗留，已无放射性固体废物遗留。场所内的PET/CT、SPECT/CT和骨密度均于2024年3月停止使用，均已报废处置且已完成辐射安全许可证注销。根据检测结果可知，该退役场所及场所内的桌椅、柜子、双摇手动病床、纯水机、洗手台等设施物品满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的清洁解控水平，无需进行去污处理。该退役场所内未拆卸的通风管道、排污管道及通风过滤装置在退役实施阶段进行检测并根据检测结果采取对应的措施。

②医学影像楼负一层回旋加速器于2023年11月停止使用。回旋加速器、废膜等放射性废物位于加速器室内。根据《苏州大学附属第一医院核医学科回旋加速器退役项目源项调查报告》（见附件9）可知，回旋加速器拆卸下来的

等零部件均为极低水平放射性废物，预计 。装入
铅废物桶内。并由

根据检测结果可知，除加速器室和药物合成室热室外，该退役场所其它区域满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的清洁解控水平，无需进行去污处理。该退役场所内未拆卸的通风管道、排污管道及通风过滤装置在退役实施阶段进行检测并根据检测结果采取对应的措施。

③放射性废水：2026年3月对拟退役衰变池放射性废水和回旋加速器冷却水的水样进行了检测，结果显示回旋加速器冷却水中总 α 为2.88E-01Bq/L、总 β 为6.32E-01Bq/L；衰变池水样的总 α 为4.34E-02Bq/L、总 β 为4.58E-01Bq/L， ^{131}I 比活度为5.75E-02Bq/L，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）“放射性废液总排放口总 α 不大于1Bq/L、总 β 不大于10Bq/L、碘-131的放射性活度浓度不大于10Bq/L”的要求。

本次评价的退役场所使用过的各放射性核素辐射特性见表9-3。

图 9-1 退役工作流程图

图 9-2 退役方案流程图

2.6 条件保障

(1) 由退役工作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，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，必要时穿戴一次性防护服、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。每天工作完成后需对退役工作人员体表进行放射性污染检测，并对穿戴的一次性用品进行妥善处理。

(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。

2.7 退役实施

2.7.1 时间安排

1) 退役准备阶段，时间约 1 个月。所有操作测量、辐射安全、防火、用电等项目均应进行培训，考核合格方可上岗。所有的仪器、仪表应由具有检定资质的部门进行检定校准，并确保在检定校准有效期内使用，同时确保仪器、仪表的误差满足使用要求。每次测量前，均应检查仪器、仪表的使用状态。委托有资质公司回收处理回旋加速器室

内的废靶等，使用表面污染仪和辐射巡测仪对场所内部进行巡测，发现超标的地方，及时采取措施清除放射性污染。

2) 退役实施阶段。对拟退役的场所各类物品、设施等使用表面污染仪和辐射巡测仪进行全面辐射检测。根据场所停用时间及核素的半衰期估算，被拆除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，如上述物品检测不能满足清洁解控要求，则采取去污措施进行处理，对处理后的放射性废物再次检测直至满足清洁解控要求。对于退役工作人员，由退役工作小组统一安排下发 TLD 个人剂量计，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，对退役工作人员体表进行表面污染检测。如检测存在污染，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，统一收集个人剂量计并送有资质单位进行检测。

3) 退役验收阶段，委托有资质单位进行工作场所验收检测，办理退役竣工验收，经审批同意后，场所可以无限制开放使用。

2.7.2 场所内设备和物品

(1) 医学影像楼 5 层场所内无放射性药物遗留，已无放射性固体废物遗留。根据检测结果可知，该退役场所及场所内的桌椅、柜子、双摇手动病床、纯水机、洗手台等设施物品满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的清洁解控水平，无需进行去污处理。该退役场所内未拆卸的通风管道、排污管道及通风过滤装置在退役实施阶段进行检测并根据检测结果采取对应的措施。

(2) 衰变池位于医学影像楼负一层污水处理间内，包括 3 个池子（即 1#~3#），1#、3#池内已无放射性废水，2#池子内约有 13m³ 废水。回旋加速器冷却水约为 3L，已全部作为放射性废水检测样品，现场已无回旋加速器冷却废水。

(3) 回旋加速器、废膜等放射性废物暂存于回旋加速器室内。根据《苏州大学附属第一医院核医学科回旋加速器退役项目源项调查报告》（见附件 9）可知，回旋加速器拆卸下来
等零部件均为极低水平放射性废物，预计
。在后续退役过程中，由

。根据检测结果可知，除加

速器室和药物合成室热室外，该退役场所满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的清洁解控水平，无需进行去污处理。该退役场所内未拆卸的通风管道、排污管道及通风过滤装置在退役实施阶段进行检测并根据检测结果采取对应的措施。

2.7.3 人员安排

本项目退役场所包括医学影像楼5层和负一层，其中负一层回旋加速器区域退役工作（包括设施的拆除、去污、放射性废物整备、辐射检测等）由北京国原新技术有限公司处理负责。因此，医学影像楼负一层退役过程中，医院主要负责整体项目实施过程中的安全管理工作，负责配合向退役实施单位提供相关资料，负责退役产生的放射性废物的暂存。医学影像楼5层退役过程中，医院退役工作小组主要负责内容如下：

1) 污染巡测：安排2名辐射工作人员退役前使用表面污染仪和辐射巡测仪对场所内部进行巡测，发现超标的地方，及时采取措施清除放射性污染。医院配备有1台表面污染仪和1台辐射巡测仪。

2) 设施拆除：安排医院2名辐射工作人员对场所内设施物件进行拆清，场所内可能存在污染位置和设施，拆除时工作人员佩戴个人剂量报警仪，同时在实施过程中使用表面污染仪和辐射巡测仪实时检测，做好记录。医院为本项目配备有相应数量的个人剂量报警仪。

3) 清查登记：安排医院2名辐射工作人员对设施拆除过程、巡测结果、核素及废物处理情况等进行汇总登记。

表 9-4 退役人员组成一览表

| 姓名 | 工作组 | 最大工作时间 (h) | 工作任务 |
|---------|-------|------------|-------------------------|
| 章斌 | 指挥组 | 24 | 负责协调指挥 |
| 谈佳卿、钱锦程 | 检测组 | 5 | 负责表面污染、辐射检测 |
| 钱锦程、成龙 | 清点组 | 24 | 负责拆除过程、巡测结果、核素及废物处理情况记录 |
| 李志、成龙 | 搬运后勤组 | 24 | 负责协助拆除设施物件和其它后勤工作 |

2.8 废物管理

2.8.1 非密封放射性物质

截至2026年4月8日现场勘查时，本项目拟退役场所内无放射性药物遗留。

2.8.2 放射性固体废物

截至 2026 年 4 月 8 日现场勘查时,医学影像楼 5 层场所内无放射性固体废物遗留。

回旋加速器、废膜等放射性废物暂存于回旋加速器室内。根据《苏州大学附属第一医院核医学科回旋加速器退役项目源项调查报告》(见附件 9)可知,回旋加速器拆卸下来的等零部件均为极低水平放射性废物,预计。在后续退役过程中,由

场所内遗留的废活性炭拆除且经检测合格后作为医疗废物处理。对拆除的热室、放射性废水管道、废气管道采用擦拭法对表面污染水平进行检测,达到清洁解控水平($\alpha \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$)后作为普通医疗废物处理。拟退役场所放射性废物处理情况见表 9-5。

表 9-5 拟退役场所放射性废物处理情况一览表

| 设备、设施、物品 | 数量 | 拟处理情况 |
|---------------|---------|--|
| 回旋加速器 等零部件 | | 按照放射性废物进行处置,先暂存于总院 8#楼(感染核医学科楼)负二层放射性固体废物间内, |
| 回旋加速器本体 | / | 将其中的切割出来,其它作为普通废物处理 |
| 热室 | 3 个 | 暂存药物合成室内,计划去污且经检测合格后作为医疗废物处理 |
| 电气柜等回旋加速器辅助设备 | 1 台 | 暂存于拟退役回旋加速器室,计划报废 |
| 废活性炭 | 约 100kg | 未拆除,计划经检测合格后作为医疗废物处理 |
| 废气管道 | 2 套 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |
| 衰变池及废水管道 | 1 套 | 衰变池废水排放达到相应标准后排放至污水处理系统,衰变池及废水管道报废处理 |
| 铅玻璃观察窗、铅防护门 | 约 15 个 | 未拆除,计划报废 |
| 桌椅 | 约 20 张 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |
| 柜子 | 约 10 个 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |
| 双摇手动病床 | 1 张 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |
| 纯水机 1 个 | 1 个 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |
| 洗手台 4 个 | 4 个 | 暂存于拟退役场所,计划报废 |

2.8.3 放射性废水

衰变池包括 3 个池子(即 1#~3#),1#、3#池内已无放射性废水,2#池子内约有 13m³

废水，3个池子均无底泥存留。回旋加速器冷却水约为3L，已全部作为放射性废水检测样品，现场已无回旋加速器冷却废水。2026年3月对衰变池放射性废水水样和回旋加速器冷却水进行了检测，检测结果显示回旋加速器冷却水中总 α 为 $2.88E-01Bq/L$ 、总 β 为 $6.32E-01Bq/L$ ；衰变池水样的总 α 为 $4.34E-02Bq/L$ 、总 β 为 $4.58E-01Bq/L$ ， ^{131}I 比活度为 $5.75E-02Bq/L$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）“放射性废液总排放口总 α 不大于 $1Bq/L$ 、总 β 不大于 $10Bq/L$ 、碘-131的放射性活度浓度不大于 $10Bq/L$ ”的要求，衰变池内废水可接入污水处理站。

2.9 辐射防护与检测

2.9.1 检测仪表配备

此次退役配备表面污染仪、辐射巡测仪、个人剂量报警仪。

2.9.2 辐射防护用品和劳保用品配备

(1) 需为每个参与场所退役的工作人员配备个人剂量计，并且在退役工作结束后出具个人剂量检测报告，归档进工作人员的个人剂量档案；

(2) 进入封闭退役场所内工作的人员，需要穿劳保鞋、长袖衣物、长裤、一次性防护服、戴一次性乳胶手套、一次性鞋套以及安全帽等。

2.9.3 全过程辐射检测计划

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

(1) 退役前

在退役工作执行前，医院已委托江苏玖清玖蓝环保科技有限公司对医学影像楼5退役场所及周围场所进行 γ 辐射剂量率检测和表面污染检测。根据检测结果，该退役场所及场所内的桌椅、柜子、双摇手动病床、纯水机、洗手台等设施物品满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的清洁解控水平，无需进行去污处理。该退役场所内未拆卸的通风管道、排污管道及通风过滤装置在退役实施阶段进行检测并根据检测结果采取对应的措施。

在退役工作执行前，医院已委托北京国原新技术有限公司对医学影像楼负一层退役场所完成了源项调查。根据源项调查报告，回旋加速器拆卸下来的

等零部件均为极低水平放射性废物，预计

装入 铅废物桶内。并由

。除加速器室和药物合成室热室外，该退役场所其它区域满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中提出的清洁解控水平，无需进行去污处理。该退役场所内未拆卸的通风管道、排污管道及通风过滤装置在退役实施阶段进行检测并根据检测结果采取对应的措施。

（2）退役实施阶段

根据拟退役场所现场情况，退役小组将对退役现场设置施工分区，包括控制区、监督区、值班室、应急冲洗间。工作场所分区沿用原场所分区，监督区边界处将设置警戒带，并放置当心电离辐射标识牌，值班室设置在医学影像楼负一层回旋加速器控制室，应急冲洗间设置在医学影像楼负一层冲洗间，详见附图 3。

在退役实施阶段，对拟退役场所的各类物品、设施及拟拆除的相关物品进行全面辐射检测，被拆除的物品内表面也应满足清洁解控要求。根据退役前检测和源项调查可知，退役实施阶段检测物项、内容和实施单位见表9-6

表 9-6 退役实施阶段检测物项、内容和实施单位一览表

| 场所 | 物项 | 监测内容 | 实施单位 |
|--------------------|---|---|------------------------------------|
| 医学影像楼负一层退役场所 | 回旋加速器设备本体拆除过程中产生的混凝土、磁铁、管道等 | α 、 β 表面污染、 γ 辐射剂量率 | 公司 |
| | 回旋加速器到热室之间的管道 | α 、 β 表面污染、 γ 辐射剂量率 | |
| | 热室 | α 、 β 表面污染、 γ 辐射剂量率 | |
| | 衰变池及其管道 | α 、 β 表面污染、 γ 辐射剂量率 | |
| | 通风管道和通过滤装置 | α 、 β 表面污染、 γ 辐射剂量率 | |
| | 其它杂物 | α 、 β 表面污染、 γ 辐射剂量率 | |
| | 实施过程中的工器具及防护用品 | α 、 β 表面污染 | |
| | 场所退役完成后测量整个场所 α 、 β 表面污染、 γ 辐射剂量率 | | |
| 注：回旋加速器拆除过程中的人员剂量由 | | | 公司人员承担，该公司有辐射安全许可证和辐射工作人员（见附件 13）。 |
| 医学影像楼 5 层退役场所 | 至衰变池管道 | α 、 β 表面污染、 γ 辐射剂量率 | 医院退役工作小组 |
| | 通风管道和通过滤装置 | α 、 β 表面污染、 γ 辐射剂量率 | |
| | 其它杂物 | α 、 β 表面污染、 γ 辐射剂量率 | |
| | 实施过程中的工器具及防护用品 | α 、 β 表面污染 | |
| | 场所退役完成后测量整个场所 α 、 β 表面污染、 γ 辐射剂量率 | | |

对于退役工作人员，由退役工作小组统一安排下发个人剂量计，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，并尽量缩短操作时间，医院拟配置的防护用品见表9-7。每天工作结束后，对退

役工作人员体表进行表面污染检测。如检测存在污染，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，统一收集个人剂量计并送有资质单位进行检测。

表9-7 拟配置的防护用品一览表

| 编号 | 名称 | 单位 | 数量 | 作用 |
|----|--------|----|------|---------------|
| 1 | 个人剂量计 | 个 | 5 | 个人剂量监测 |
| 2 | 联合防护服 | 套 | 5 | 辐射应急处置 |
| 3 | 防刺手套 | 双 | 5 | 防穿刺 |
| 4 | 工作鞋 | 双 | 5 | 防砸，防穿刺 |
| 5 | 一次性防护服 | 套 | 约50 | 提供阻隔层，防粉尘、微粒等 |
| 6 | 一次性手套 | 双 | 约50 | 提供阻隔层，防粉尘、微粒等 |
| 7 | 一次性鞋套 | 双 | 约50 | 提供阻隔层，防粉尘、微粒等 |
| 8 | 一次性帽子 | 个 | 约50 | 提供阻隔层，防粉尘、微粒等 |
| 9 | 一次性口罩 | 个 | 约100 | 提供阻隔层，防粉尘、微粒等 |

(3) 终态验收

在退役验收阶段，委托有资质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。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，在本项目完成退役工作完成后进行核技术利用项目退役终态验收（终态验收监测项目见表12-1，终态验收要求见表12-2），并提交退役项目辐射环境终态监测报告或者监测表。

以上各阶段的辐射检测工作均应做好检测记录，并建立检测档案妥善保存。

2.10 退役经费及来源

退役经费主要包含辐射防护用品、回旋加速器报废处置、退役环境影响评价和验收检测费用、退役过程中的清洁搬运费用等，以上费用均由医院独立承担。

2.11 终态监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，在本项目完成退役工作完成后60日内，进行核技术利用项目退役终态验收，并提交退役项目辐射环境终态监测报告或者监测表。终态验收合格及审管部门审核准许，确认工作场所的辐射水平符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“工作场所中某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表B11中所列设备类的控制水平的五分之一以下”的要求，即本项目退役场所、场所内遗留的设备和物品 α 表面污染水平 $\leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 和 β 表面污染水平 $\leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ 时，场址可开放。

表 10 辐射安全与防护

项目辐射防护措施

1 退役工作保障

退役过程由苏州大学附属第一医院负责协调与实施。为了防治或减轻污染，医院拟采取以下辐射安全措施：

1. 设立退役领导小组

为了确保安全，防止事故发生，苏州大学附属第一医院拟成立退役工作小组，并将该小组纳入本项目辐射安全管理，由医院现有放射防护委员会统一指挥。在放射防护委员会的管理下，医学影像楼负一层退役过程中，退役领导小组主要负责整体项目实施过程中的安全管理工作，负责配合向退役实施单位提供相关资料，负责退役产生的放射性废物的暂存。医学影像楼 5 层退役过程中，负责场地检测、污染场地的去污等，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。

2. 明确责任分工

在操作前制定详细的操作流程和人员任务分工。

3. 制定全过程检测计划

对退役前、退役过程中的现场辐射水平及个人受照剂量进行检测，拟退役场址退役后对整个退役场址进行辐射检测。

退役现场做好必要的警示标识，有专人值守，必要时设置警戒线，禁止无关人员进入工作场所，辐射工作人员进入工作场所时需佩戴口罩、个人剂量计和个人剂量报警仪，穿戴污染防护服和污染防护帽，禁止携带水、食物等，避免被照射污染。

医院负责退役项目的 5 名辐射工作人员均已参加辐射防护培训（证书见附件 11）。章斌负责协调指挥，谈佳卿、钱锦程负责污染巡测，钱锦程、成龙负责协助设施拆除工作，李志、成龙负责清查登记，在项目退役过程中均不参与其它辐射工作。5 名辐射工作人员均已委托江苏省疾病预防控制中心开展个人剂量监测（见附件 11），2025 年度个人剂量统计见表 10-1。

表 10-1 本项目辐射工作人员 2025 年度个人剂量统计结果

| 姓名 | 第 1 季度 (mSv) | 第 2 季度 mSv) | 第 3 季度 (mSv) | 第 4 季度 (mSv) | 合计 (mSv) |
|-----|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|
| 章斌 | <MDL | <MDL | <MDL | <MDL | 0.08 |
| 谈佳卿 | <MDL | <MDL | <MDL | <MDL | 0.08 |
| 钱锦程 | <MDL | <MDL | <MDL | <MDL | 0.08 |
| 成龙 | <MDL | <MDL | <MDL | <MDL | 0.08 |
| 李志 | <MDL | <MDL | 0.05 | <MDL | 0.11 |

注：报告中 MDL 为 0.04mSv，<MDL 取 1/2MDL 为 0.02mSv。

2 退役前的工作场所分区情况

拟退役场所原分区如下：

医学影像楼负一层回旋加速器区域控制区包括：加速器、热室、缓冲室、洁具间、铅罐清洗间、一更、二更、消毒间、洗衣、整衣、缓冲走廊、污水处理间、全检质控室等。监督区包括：气瓶间、回旋加速器控制室和设备间等。医学影像楼负一层控制区和监督区划分见附图 3。

医学影像楼 5 层核素显像诊断、治疗及科研工作区域控制区包括：PET/CT 机房、SPECT/CT 机房、骨密度机房、PET/CT 注射后候诊室及卫生间、SPECT 注射后候诊室及卫生间、隔离病房、高活室、注射室、库房、患者通道等。监督区包括：PET/CT 控制室、SPECT/CT 控制室、骨密度控制室、护士办公室、办公室等。医学影像楼 5 层控制区和监督区划分见附图 4。

回旋加速器拆卸下来的 D 型盒、部分磁铁以及运行期间更换下来的靶头和靶膜等零部件装入 2 个铅废物桶内，暂存至总院 8#楼（感染核医学科楼）负二层放射性固体废物间内暂存。医院已将放射性固体废物间划分为控制区。

3 辐射防护及劳动保护措施

(1) 由退役工作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，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，必要时穿戴一次性防护服、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。每天工作完成后需对退役工作人员体表进行辐射检测，并对穿戴的一次性用品进行妥善处理。

(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。

(4) 退役实施过程中每天下班离开时，锁好门窗，切断电源。钥匙由专人保管，杜绝无关人员进入，切实做好拟退役场所的安全保护工作。

三废处理

废水：

衰变池包括 3 个池子（即 1#~3#），1#、3#池内已无放射性废水，2#池子内约有 13m³ 废水，3 个池子均无底泥存留。回旋加速器冷却水约为 3L，已全部作为放射性废水检测样品，现场已无回旋加速器冷却废水。2026 年 3 月对衰变池放射性废水水样和回旋加速器冷却水进行了检测，检测结果显示回旋加速器冷却水中总 α 为 2.88E-01Bq/L、总 β 为 6.32E-01Bq/L；衰变池水样的总 α 为 4.34E-02Bq/L、总 β 为 4.58E-01Bq/L，¹³¹I 比活度为 5.75E-02Bq/L，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）“放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L”的要求，衰变池内废水可接入污水处理站。

固体废物：

截至 2026 年 4 月 8 日现场勘查时，医学影像楼 5 层场所内无放射性药物遗留，已无放射性固体废物遗留。

回旋加速器、废膜等放射性废物暂存于回旋加速器室内。根据《苏州大学附属第一医院核医学科回旋加速器退役项目源项调查报告》（见附件 9）可知，回旋加速器拆卸下来的 等零部件均为极低水平放射性废物，预计 。在后续退役过程中，由 。

场所内遗留的废活性炭拆除且经检测合格后作为医疗废物处理。其余遗留物品设施包括桌椅、通风橱、双摇手动病床、衰变池等均计划报废处理。对拆除的热室、放射性废水管道、废气管道采用擦拭法对表面污染水平进行检测，达到清洁解控水平（ $\alpha \leq 0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）后作为普通医疗废物处理。

放射性废气：

在原场所封存和退役过程中，无放射性药物使用，不涉及放射性废气排放。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所及设施退役项目，不存在建设阶段对环境的影响。

拟退役场址对环境的影响

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所的退役，本报告针对拟退役工作场所及场所内遗留的设备和物品以及辅助工程在退役过程中对环境产生的影响进行辐射环境影响分析。

1 拟退役场所 γ 辐射空气吸收剂量率和表面污染水平评价

1.1 医学影像楼负一层回旋加速器区域

由表 8-2 可知，加速器室内 γ 辐射空气吸收剂量率在（115~510）nSv/h 范围内；药物合成室内 γ 辐射空气吸收剂量率在（108~161）nSv/h 范围内；药物合成室配套房间室内 γ 辐射空气吸收剂量率在（90~166）nSv/h 范围内。由表 8-3 可知，加速器及拆除的加速器零件 γ 辐射空气吸收剂量率在 82nSv/h~107 μ Sv/h 范围内。因加速器室内存在废靶、废膜和取样过程中拆卸下来的 D 型盒、磁铁存在放射性，导致加速器室内 γ 辐射空气吸收剂量率大于江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射空气吸收剂量率。医院委托北京国原新技术有限公司对回旋加速器废靶、废膜及拆卸下来的 D 型盒、磁铁整备至铅废物桶，送至总院 8#楼（感染核医学科楼）负二层放射性废物间内暂存，及对加速器室和药物合成室区域进行去污后，对其进行检测，至检测结果与江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射空气吸收剂量率水平相当。

由表 8-3 可知，衰变池表面 γ 辐射空气吸收剂量率在（83~101）nSv/h 范围内，药物合成室热室表面及内部 γ 辐射空气吸收剂量率在（32~121）nSv/h 范围内，与江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射空气吸收剂量率水平相当。

由表 8-4 可知，加速器室内、药物合成室内、药物合成室配套房间室内 α 、 β 表面污染水平均小于仪表探测限，达到清洁解控水平（ $\alpha \leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ）。

由表 8-5 可知，加速器表面、衰变池表面及周边 α 、 β 表面污染水平均小于仪表探测限，达到清洁解控水平（ $\alpha \leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ）；药物合成室热室 FZ-1 内部下表面 β 表面污染水平 77.8Bq/cm²，其余热室点位 α 、 β 表面污染水平均小于仪表探测限。医院委托北京国原新技术有限公司对药物合成室热室 FZ-1 内部进行去污处理，

至表面污染水平检测结果达到清洁解控水平 ($\alpha \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$)。

由表 8-7 可知，回旋加速器大厅墙壁和地面材料的感生放射性核素主要为 ^{60}Co ，含有极少量 ^{137}Cs 。其中墙壁样品的 ^{60}Co 比活度为 696Bq/kg ，低于解控水平的 10Bq/g （即 $1 \text{E}+04 \text{Bq/kg}$ ）； ^{137}Cs 比活度为 62.4Bq/kg ，低于解控水平的 10Bq/g （即 $1 \text{E}+04 \text{Bq/kg}$ ）。

由表 8-7 可知，回旋加速器的 D 型盒、磁铁、线圈部件的感生放射性核素主要为 ^{60}Co ，含有少量 ^{137}Cs 。其中 ^{60}Co 的比活度范围在 $17.9 \text{Bq/kg} \sim 1.49 \text{E}+05 \text{Bq/kg}$ 之间，大于解控水平的 10Bq/g （即 $1 \text{E}+04 \text{Bq/kg}$ ）； ^{137}Cs 的比活度范围在 $43.1 \text{Bq/kg} \sim 1.64 \text{E}+04 \text{Bq/kg}$ 之间，大于解控水平的 10Bq/g （即 $1 \text{E}+04 \text{Bq/kg}$ ）。医院委托北京国原新技术有限公司对拆卸下来 D 型盒、磁铁整备至铅废物桶，送至总院 8#楼（感染核医学科楼）负二层放射性废物间内暂存，最终送至西北低中放固体废物处置场处理。

由表 8-8 的检测结果显示，加速器大楼周边土壤中总 α 在 $(260 \sim 563) \text{Bq/kg}$ 、总 β 在 $(709 \sim 937) \text{Bq/kg}$ 。根据《苏州市部分地区土壤总 α 和总 β 放射性水平》文献，与“苏州市土壤总 α 、总 β 放射性水平范围分别是 $962 \sim 2667 \text{Bq/kg}$ 和 $328 \sim 847 \text{Bq/kg}$ ”相当。

1.2 医学影像楼 5 层核素显像诊断、治疗及科研工作区域

由表 8-11 可知，场所及其周围环境室内 γ 辐射空气吸收剂量率在 $(114 \sim 143) \text{nGy/h}$ 之间，与江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射空气吸收剂量率水平相当；场所及其周围环境道路 γ 辐射空气吸收剂量率在 $(114 \sim 123) \text{nGy/h}$ 之间，与江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的道路 γ 辐射空气吸收剂量率水平相当。

由表 8-12 可知，场所内 α 表面污染 $< \text{MDL}$ ， β 表面污染 $< \text{MDL}$ ，达到清洁解控水平 ($\alpha \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ ， $\beta \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$)。

2 放射性废物处理处置评价

截至 2026 年 4 月 8 日现场勘查时，医学影像楼 5 层场所内无放射性药物遗留，已无放射性固体废物遗留。

回旋加速器、废膜等放射性废物暂存于回旋加速器室内。根据《苏州大学附属第一医院核医学科回旋加速器退役项目源项调查报告》（见附件 9）可知，回旋加速器拆卸下来的 ^{60}Co 等零部件均为极低水平放射性废物，

场所内遗留的废活性炭拆除且经检测合格后作为医疗废物处理。其余遗留物品设施包括桌椅、通风橱、双摇手动病床、衰变池等均计划报废处理。对拆除的热室、放射性废水管道、废气管道采用擦拭法对表面污染水平进行检测，达到清洁解控水平（ $\alpha \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$ ）后作为普通医疗废物处理。

3 放射性废水处理处置评价

衰变池包括 3 个池子（即 1#~3#），1#、3#池内已无放射性废水，2#池子内约有 13m³ 废水，3 个池子均无底泥存留。回旋加速器冷却水约为 3L，已全部作为放射性废水检测样品，现场已无回旋加速器冷却废水。2026 年 3 月对衰变池放射性废水水样和回旋加速器冷却水进行了检测，检测结果显示回旋加速器冷却水中总 α 为 2.88E-01Bq/L、总 β 为 6.32E-01Bq/L；衰变池水样的总 α 为 4.34E-02Bq/L、总 β 为 4.58E-01Bq/L，¹³¹I 比活度为 5.75E-02Bq/L，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）“放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L”的要求，衰变池内废水可接入污水处理站。

4 退役过程中对工作人员、公众的影响

（1）辐射工作人员年有效剂量计算采用联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000 年报告附录 A 中的计算公式进行估算：

$$H = D_r \times T \times t \times K \quad \dots\dots\dots \text{公式 (1)}$$

式中： H ——外照射年有效剂量，mSv/a； D_r ——关注点处空气比释动能率，nGy/h； T ——居留因子； t ——年照射时间，h； K ——有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy，从《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）附录表 B2 查取，本项目取 1.20。

（2）放射工作人员与公众成员的年有效剂量

回旋加速器退役委托北京国原新技术有限公司负责处理，医院退役实施工作人员基本不会近距离接触。因此，主要考虑医学影像楼 5 层退役中所受照年剂量。在计算工作人员可能受到的年剂量时，剂量率主要选择最大测量点的剂量率，接触时间主要依据退役清污过程中总共花费的时间见表 9-4。根据公式（1）可计算退役过程中的工作人员剂量值见表 11-1，能够满足退役过程中 2mSv/a 的剂量管理目标值要求。

表 11-1 退役过程中工作人员剂量值

| 姓名 | 最大工作时间(h) | 工作任务 | Dr (nGy/h) | H (mSv) |
|---------|-----------|-------------------------|------------|---------|
| 章斌 | 24 | 负责协调指挥 | 143 | 0.0029 |
| 谈佳卿、钱锦程 | 5 | 负责表面污染、辐射检测 | 143 | 0.0006 |
| 钱锦程、成龙 | 24 | 负责拆除过程、巡测结果、核素及废物处理情况记录 | 143 | 0.0029 |
| 李志、成龙 | 24 | 负责协助拆除设施物件和其它后勤工作 | 143 | 0.0029 |

注：Dr 保守取最大值 143μGy/h，Sv/Gy 转换系数取 1.20。

此外，根据现场检测结果，本项目拟退场所中医学影像楼负一层除加速器室和药物合成室外，其它区域γ辐射空气吸收剂量率水平与江苏省室内环境天然γ辐射空气吸收剂量率水平相当；且拟退役场所已经实行全封闭，无关人员不得入内；因此退役过程中对公众可能产生的最大附加剂量可忽略不计。退役完成后由放射性同位素引起的周围公众所受的附加年有效剂量也将低于 0.1mSv 的限值要求，能够满足本项目剂量管理限值要求。

医学影像楼 5 层场所及场所内的桌椅、柜子、双摇手动病床、纯水机、洗手台等设施物品的检测结果均满足评价标准；医学影像楼负一层除加速器室和药物合成室热室外，其它区域检测结果均满足评价标准，可达到无限制开放的目标，无需采取进一步的退役措施。退役场所内未拆卸的通风管道、排污管道及通风过滤装置在退役实施阶段进行检测并根据检测结果采取对应的措施。在回旋加速器报废处置完成及相关区域进行去污后，再对其进行检测，至检测结果与江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内γ辐射空气吸收剂量率水平相当，且表面污染测量结果符合清洁解控水平后，方可达到无限制开放的目标。退役工程中工作人员及周围公众所受附加的年有效剂量能够满足本项目剂量管理限值的要求。随着对退役后场所的改造，场所内残存的放射性核素所致公众附加年有效剂量亦能够满足本项目剂量管理限值要求。

5 退役治理能力

该评价项目退役的最终目标是保证本项目退役场所达到无限制开放或使用的水平。医学影像楼 5 层开展核素显像诊断、治疗及科研工作，现场勘查时场所内无放射性药物遗留，已无放射性固体废物遗留。场所内设施拆除完成后，将对整个场所进行清理并委托资质的单位进行检测，确保场所达到无限制开放或使用的水平的要求。

医院委托北京国原新技术有限公司负责回旋加速器区域退役工作。该公司是中国原子能科学研究院全资控股公司，其已承担了多台回旋加速器退役实施任务，具有完

备的管理组织架构和回旋加速器退役质量控制，其从源项调查、现场实施及终态验收方面均具有完备的实施能力。现场实施具有多种大型切割拆除设备和各类小型工器具以及各种辐射防护设备，实施过程中自主做好辐射防护监测工作和安全管理工作。场所内设施拆除完成后，将对整个场所进行清理并委托资质的单位进行检测，确保场所达到无限制开放或使用的水平的要求。

退役过程中事故影响分析

本项目拟退役工作场所内无放射性药物遗留，退役过程中可能发生的事故主要包括废靶或其它含有感生放射性的放射性废物被盗、丢失。

为避免此类事故的发生，要切实加强现场安保工作，在原回旋加速器控制室位置设置值班室，设置门禁、监控系统，注意防盗，一旦发现问题采取以下措施：

①立即封锁现场，加强警戒，报告组长，现场负责人，分别上报至公安、卫生、生态环境部门。

②组织人员调查，携带仪器查找。

③查看监控视频，查看是否有无关人员出入退役工作场所。

进行以上工作，直至找到为止，如果经过多方查找仍未发现，通过公安、保卫部门等发动群众继续查找或公告查找，不放过任何疑点和线索。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用 I 类和 III 类射线装置、放射源、非密封放射性物质工作场所的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院已成立了放射防护委员会，明确了机构的成员及其职责。并通过此机构进一步落实安全责任，制订辐射防护措施等。医院原有辐射安全与环境保护管理机构能够满足辐射安全与环保管理工作的要求。针对本项目医院拟成立退役工作小组，确保核医学科场所退役工作有序进行。

辐射安全管理规章制度

苏州大学附属第一医院已制订相应退役的辐射防护管理制度，由退役工作小组全面负责场所退役过程中的辐射安全监督和管理工作的，小组内部职责明确，且该小组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。

辐射工作人员培训情况

参与退役工作的辐射工作人员为医院现有人员，退役过程中应严格按照国家规定执行持证上岗制度，从事退役的辐射工作人员，应参加相关部门组织的辐射安全与环境保护培训，并取得辐射安全与防护培训合格证书。

辐射监测

1 退役过程中检测

医院现有的辐射检测制度，包括个人剂量监测、工作场所检测、辐射环境检测制度，基本能满足本项目的需要。另外，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 辐射空气吸收剂量率水平及表面污染水平进行全程检测，对关键污染源和关键设施将加大检测频率，确保不遗漏任何部位。其次，对拆除的设备进行表面污染检测。该检测由退役实施单位执行，并做好记录。

为确保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和个人剂量报警仪。

2 终态验收监测

退役后，医院应委托有资质单位对场址及周围环境进行验收检测，检测内容主要

包括：

(1) γ 辐射空气吸收剂量率检测

通过对原同位素实验室工作场所及周围环境剂量率进行检测，检查 γ 辐射空气吸收剂量率水平是否异常。

(2) 表面污染检测

对原同位素实验室工作场所及设施表面、工作台面污染水平进行检测。

根据本项目的特点，终态验收监测项目见表 12-1，终态验收要求见表 12-2。

表 12-1 终态验收监测项目表

| 监测项目 | 监测位置 |
|----------------------------|--|
| X、 γ 辐射空气吸收剂量率，表面污染 | 医学影像楼负一层回旋加速器区域内各房间、医学影像楼 5 层核素显像诊断、治疗及科研区域内各房间、拟退役场所内的各类物品、设施及拟进行拆除的相关物品进行全面辐射监测。 |

表 12-2 终态验收要求一览表

| 项目 | 内容 |
|--------|--|
| 环评审批手续 | 取得退役环评批复文件 |
| 场所退役要求 | 1.整个退役过程中的辐射监测记录完整； 2.对退役工作场所进行环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测，确保环境 γ 辐射空气吸收剂量率与当地环境 γ 辐射空气吸收剂量率调查水平相当； 3.对退役后的场所进行表面污染监测，确认表面污染低于清洁解控水平（ $\alpha \leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ）。 |
| 档案保存完整 | 1.退役拆除过程中监测记录以拍照、录影等方式进行全程记录； 2.退役过程中的退役方案、各类物品处置情况记录等保存完整。 |

辐射事故应急

本项目退役时，由医院辐射事故应急救援领导小组统一指挥。其中医学影像楼5层核素显像诊断、治疗及科研区域具体退役工作由医院实施，医学影像楼负一层回旋加速器具体退役工作由北京国原新技术有限公司实施。拟退役场所采取了一定的安全防护措施，能够有效防止无关人员误入拟退役场所，确保退役工作的安全。医院及北京国原新技术有限公司均已针对本项目制定了辐射事故应急预案，预案中明确了应急救援的领导、应急救援的原则、应急救援的步骤等，医院将承担退役完成前所有的安全责任，在发生辐射事故情况下，立即启动应急预案并采取防护措施，可以有效控制辐射事故对环境的影响。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

苏州大学附属第一医院十梓街院区位于苏州市姑苏区十梓街 188 号。十梓街院区核医学科位于医学影像楼 5 层和负一层，医学影像楼 5 层上方无建筑，1~4 层均为医学楼相关检查和办公区域（现已空置），负一层为回旋加速器生产药物区域和停车场，无负二层。医学影像楼东侧为院内道路、门诊楼（现已空置）等，南侧为院内道路、中药房（现已空置）等，西侧为院内道路、围墙和居民区等，北侧为院内道路、外科病房大楼（现已空置）等。

现因需要拟将十梓街院区核医学科实施整体退役，达到无限制开放使用的要求，符合辐射实践正当性原则的要求。

1.2 项目主要环境问题

拟退役场址在运行期间造成的局部污染，在退役期间将对参与退役的辐射工作人员以及退役场所清洁解控后在退役场所工作和停留的公众造成影响。

1.3 退役过程中的辐射环境影响

退役过程中对工作人员造成的最大个人有效剂量远小于其剂量约束值，对公众剂量的影响可忽略不计。

1.4 拟退役项目退役后场址辐射环境影响

十梓街院区核医学科场址退役后，其场址内放射性核素残留水平严格按照相关标准执行，其对环境的影响是满足相关法规要求，能够满足无限制开放的要求。

1.5 辐射安全措施

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误入而受到照射；医院建立了相关的辐射防护制度，并成立放射防护委员会，同时设立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。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

2 环境影响分析结论

2.1 保护目标剂量

根据检测结果分析，本次退役过程中在做好个人防护措施和安全措施的情况下，

参与退役的辐射工作人员有效剂量和公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的标准要求；场址退役后，其场址内放射性污染清洁解控水平能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）评价标准要求，能够满足无限制开放的要求。

2.2 退役场所检测结果评价

根据检测结果可知，加速器室内 γ 辐射空气吸收剂量率在（115~510）nSv/h 范围内；药物合成室内 γ 辐射空气吸收剂量率在（108~161）nSv/h 范围内；加速器及拆除的加速器零件 γ 辐射空气吸收剂量率在 82nSv/h~107 μ Sv/h 范围内；药物合成室热室 FZ-1 内部下表面 β 表面污染水平 77.8Bq/cm²；回旋加速器的感生放射性核素主要为 ，含有少量 。其中 的比活度范围在 17.9Bq/kg~1.49E+05Bq/kg 之间，大于解控水平的 10Bq/g（即 1E+04Bq/kg）； 的比活度范围在 43.1Bq/kg~1.64E+04Bq/kg 之间，大于解控水平的 10Bq/g（即 1E+04Bq/kg）。医院委托北京国原新技术有限公司对回旋加速器废靶、废膜及拆卸下来的 D 型盒、磁铁整备至铅废物桶，送至总院 8#楼（感染核医学科楼）负二层放射性废物间内暂存，以及对加速器室和药物合成室区域进行去污后，对其进行检测，在确认其无放射性污染且经审管部门批准同意后，该场所可无限制开放。其它区域检测结果与江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射空气吸收剂量率水平相当，表面污染检测结果达到清洁解控水平（ $\alpha \leq 0.08\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ）。

2.3 三废处理

衰变池废水：

2026 年 3 月对衰变池放射性废水水样和回旋加速器冷却水进行了检测，检测结果显示回旋加速器冷却水中总 α 为 2.88E-01Bq/L、总 β 为 6.32E-01Bq/L；衰变池水样的总 α 为 4.34E-02Bq/L、总 β 为 4.58E-01Bq/L，¹³¹I 比活度为 5.75E-02Bq/L，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）“放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L”的要求，衰变池内废水可接入污水处理站。

固体废物：

医学影像楼 5 层场所内无放射性药物遗留，已无放射性固体废物遗留。

回旋加速器、废膜等放射性废物暂存于回旋加速器室内。回旋加速器拆卸下来的

等零部件均为极低水平放射性

废物，预计 。在后续退役过程中，由

场所内遗留的废活性炭拆除且经检测合格后作为医疗废物处理。其余遗留物品设施包括桌椅、通风橱、双摇手动病床、衰变池等均计划报废处理。对拆除的热室、放射性废水管道、废气管道采用擦拭法对表面污染水平进行检测，达到清洁解控水平（ $\alpha \leq 0.08 \text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta \leq 0.8 \text{Bq/cm}^2$ ）后作为普通医疗废物处理。

放射性废气：

在原场所封存和退役过程中，无放射性药物使用，不涉及放射性废气排放。

3 可行性分析结论

综上所述，苏州大学附属第一医院回旋加速器及非密封放射性物质工作场所退役项目，在落实报告中提出的辐射防护措施、各项规章制度、检测计划的前提下，退役过程中和退役后场所残留的放射性核素、设备和物品对环境的影响能够满足国家法规和标准的要求，从辐射环境保护角度上分析，本项目是可行的，能够满足无限制开放的要求。

建议与承诺

- 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检测。
- 2、退役拆除过程中检测记录以拍照、录像等方式进行全程记录。
- 3、退役完成后，医院应按要求进行终态验收，自终态验收合格之日起 20 日内，到原发证机关办理辐射安全许可证变更或者注销手续。

表 14 审批

审批意见:

经办人签字

公章
年 月 日