

核技术利用项目退役

无锡市人民医院  
核医学科退役项目  
环境影响报告表

无锡市人民医院  
2023年11月

生态环境部监制

核技术利用项目退役  
无锡市人民医院  
核医学科退役项目  
环境影响报告表

建设单位名称：无锡市人民医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：江苏省无锡市梁溪区清扬路 299 号

邮政编码：

联系人：

电子邮箱：

联系电话：

# 目 录

表 1	项目基本情况 .....	- 1 -
表 2	放射源 .....	- 10 -
表 3	非密封放射性物质 .....	- 10 -
表 4	射线装置 .....	- 11 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	- 12 -
表 6	评价依据 .....	- 13 -
表 7	保护目标与评价标准 .....	- 15 -
表 8	环境质量和辐射现状 .....	- 19 -
表 9	项目工程分析与源项 .....	- 30 -
表 10	辐射安全与防护 .....	- 38 -
表 11	环境影响分析 .....	- 41 -
表 12	辐射安全管理 .....	- 44 -
表 13	结论与建议 .....	- 48 -
表 14	审批 .....	- 52 -

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		无锡市人民医院核医学科退役项目				
建设单位		无锡市人民医院 (统一社会信用代码: 123202004663068618)				
法人代表姓名						
注册地址		无锡市清扬路与金城路交界口				
项目建设地点		江苏省无锡市梁溪区清扬路 299 号 (C 区 4 楼核医学科)				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		项目环保总投资 (万元)		投资比例(环保 投资/总投资)		
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )	/
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	乙级非密封放射性物质工作场所退役				

**项目概述**

**一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来**

无锡市人民医院(南京医科大学附属无锡人民医院)位于市梁溪区清扬路 299 号(金城路与清扬路交界处东南隅),是根据无锡市区域卫生资源整合的总体规划,由原无锡市一院、儿童医院和市五院于 2007 年 11 月整建制组合而成。医院处于城区、无锡新区、太湖新城(无锡经济开发区)几何三角的中心位置,编制床位 1800 张,

职工近 3000 人，是一所集医疗、教学、科研、保健、康复于一体的三级甲等现代化综合医院。

无锡市人民医院核医学科位于 C 区医技楼四楼，核医学科由北向南依次为放免室、吸碘室及 ECT 区，核医学科布局见附图 3。该工作场所环境影响报告表于 2009 年 4 月由江苏省辐射环境保护咨询中心编制完成，于 2009 年 5 月 13 日取得原江苏省环境保护厅的批复（编号：苏环辐（表）审〔2009〕132 号），同意无锡市人民医院 DSA 及核医学项目办理环评审批手续（项目内容：现有 2 台、新增 1 台 DSA（最大管电压 130kV、输出电流 1250mA）；核医学项目使用放射性核素  $^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{125}\text{I}$  进行医学诊断，日等效最大用量分别为  $1.11 \times 10^9\text{Bq}$ 、 $9.25 \times 10^4\text{Bq}$ 、 $3.7 \times 10^4\text{Bq}$ ），原环评及其批复详见附件 3。该工作场所竣工环境保护验收监测报告已于 2010 年 5 月由江苏省辐射环境监测管理站编制完成，并于 2011 年 3 月 16 日取得原江苏省环境保护厅关于该工作场所的竣工环验收意见（文号：苏环核验〔2011〕055 号），原竣工验收报告及验收意见详见附件 3。

为了更好服务患者，提高医院影像检查水平，根据发展规划，医院在西北侧新建了 1 座门急诊配套楼，包含放疗科、核医学科和血透中心等，同时新增 2 台医用直线加速器（II 类射线装置）、1 台 PET/CT（III 类射线装置）、1 台 SPECT/CT（III 类射线装置），使用放射性核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$  开展放射性诊断和治疗。该工作场所环境影响报告表于 2019 年 9 月由江苏嘉溢安全环境科技服务有限公司编制完成，于 2019 年 11 月 18 日取得江苏省生态环境厅的批复（文号：苏环辐（表）审〔2019〕32 号），新核医学科环评及批复详见附件 3。

目前，医院 K 区门诊医技配套楼核医学科已建成，因此医院计划对 C 区医技楼四楼核医学科工作场所实施退役，该工作场所不再开展核素诊断与治疗。2023 年 8 月，医院将 C 区医技楼四楼核医学科内的 5 枚  $^{90}\text{Sr}$  放射源、1 台 ECT 设备、铅通风橱等可利用设备及设施搬迁至 K 区门急诊配套楼负一层核医学科新工作场所继续使用；C 区核医学科放射性废水于 2023 年 9 月 4 日停止排放。核医学科（原工作场所）场址不再使用后，应对场址进行退役，退役时必须对核医学科进行全面清理，使其达到清洁解控水平，满足场址无限制开放要求，以确保今后场地使用安全。

表 1-1 拟退役核素情况一览表

放射源				
核素	类别	总活度(贝可)/活度(贝)	活动种类	现状

		可) ×枚数		情况
<sup>90</sup> Sr	V类	1.58E+9	使用	已搬至 K 区新核医学科使用
<sup>90</sup> Sr	V类	1.84E+9	使用	已搬至 K 区新核医学科使用
<sup>90</sup> Sr	V类	3.7E+8*2	使用	已搬至 K 区新核医学科使用
<sup>90</sup> Sr	V类	1.50E+9	使用	已搬至 K 区新核医学科使用

非密封放射性物质

核素名称	批准的日等效最大操作量 (Bq)	批准的年最大用量 (Bq)	场所等级	工作场所名称	现状情况
<sup>99m</sup> Tc	1.11E+9	2.78E+13	乙级	C 区 4 楼	2023 年 8 月 25 日 停止购买和使用
<sup>131</sup> I	9.25E+4	2.32E+8	乙级	C 区 4 楼	2023 年 8 月 25 日 停止购买和使用
<sup>125</sup> I (粒子源)	3.7E+4	3.553E+11	乙级	C 区 4 楼	2023 年 8 月 25 日 停止购买和使用

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，无锡市人民医院核医学科退役项目需进行环境影响评价。受无锡市人民医院的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该单位核医学科退役项目的环境影响评价工作（见附件 1）。依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令 第 16 号，2021 年版），本项目为核医学科退役项目，属于“173 核技术利用项目退役”中的“乙级非密封放射性物质工作场所”项目，确定为编制环境影响报告表。我公司通过资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。

## 二、核医学科退役目标及范围

### 1、退役目标

原则上实现留存建（构）筑物和场址残留放射性达到无限制开放水平，退役产生的各类废物和物料得到安全处理和处置，退役过程中产生的气、液态流出物达标排放，退役过程的辐射防护最优化和废物最小化。

### 2、退役范围

C 区医技楼四楼核医学科乙级非密封放射性物质工作场所（房间包括 ECT 扫描室、操作室、注射室、给药后患者候诊室、患者专用卫生间、放射性废物库、敷贴治

疗室、甲状腺摄碘室、骨密度室等）及其配套的环保设施（通风橱、衰变池、放射性废水管道及通排风系统）。

### 3、退役内容

(1) 退役前的准备工作，包括源项调查，编制退役方案等。

(2) 对拟退役场所进行辐射环境现状监测，如该场所已达到国家相关标准，无须进一步去污，场所内遗留的设备和用品等可作为普通物品继续使用或处置；如有污染，应做有效去污处理直至达到污染解控水平。

(3) 如需去污，在去污完成后，应妥善收集去污过程中产生的放射性废物、废液，由专人置于容器（容器材质为铅罐）中送有相关资质的单位进行处理。

(4) 向审管部门申请该场所为“达到无限制开放的要求”的场所，完成退役。

### 三、项目周边保护目标及项目选址情况

无锡市人民医院本次退役项目位于江苏省无锡市梁溪区清扬路 299 号（医院位于清扬路、金城路交界处东南隅，为简化描述，以下方向描述均以医院北侧金城路为正东西方向）。医院东侧为通扬路和向阳新村，南侧为清南路，西侧为清扬路，北侧为金城路。医院地理位置示意图见图 1-1，无锡市人民医院平面布置和周围环境示意图见图 1-2。



图 1-1 无锡市人民医院核医学科退役项目地理位置示意图

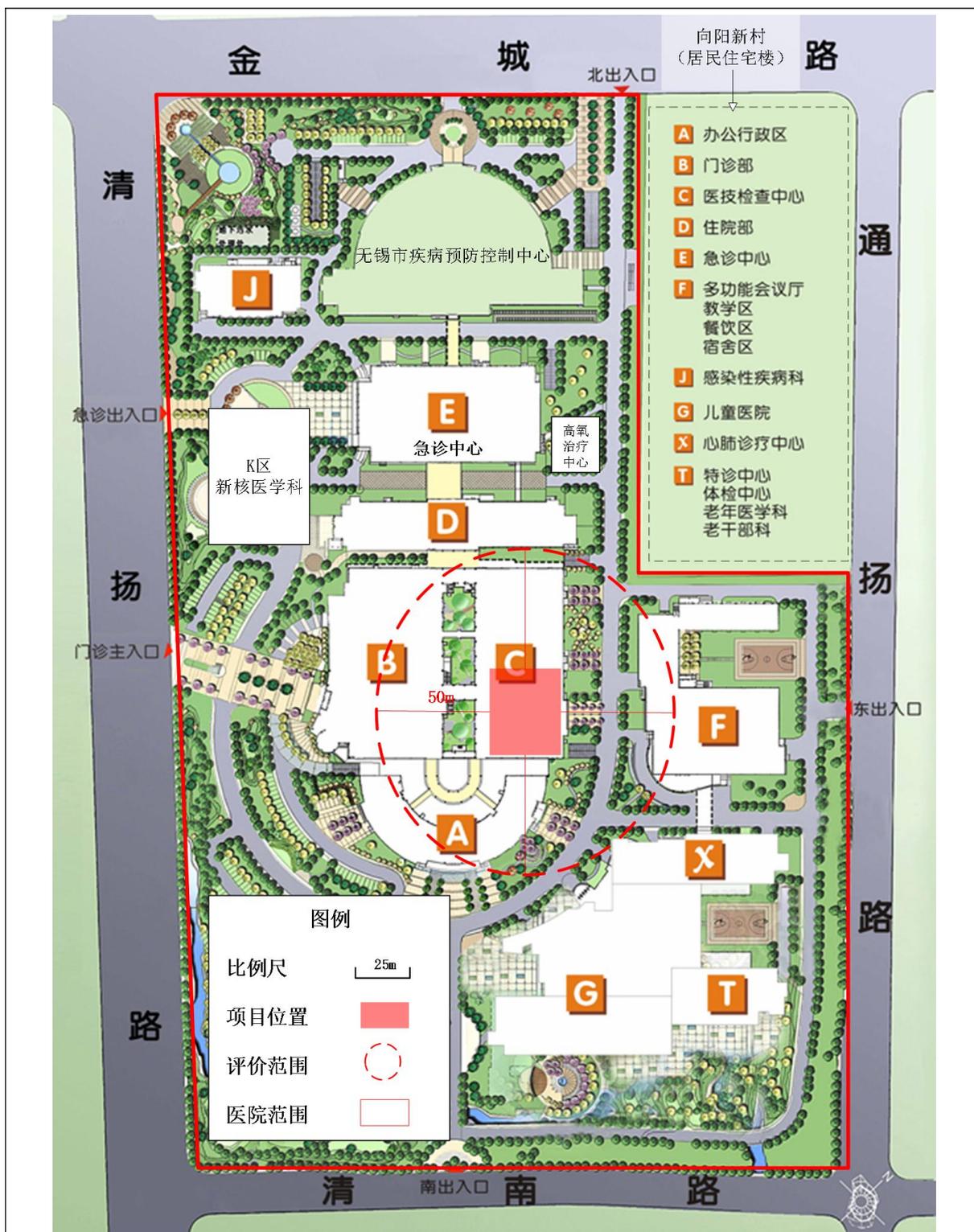


图 1-2 无锡市人民医院平面布局及周围环境示意图

本次拟退役的核医学科位于 C 区医技楼四楼，C 区医技楼东侧为 F 区多功能会议厅、教学区、餐饮区、宿舍区，南侧为办公行政区，西侧为 B 区门诊部，北侧为 D 区住院部。4 楼核医学科东侧为楼外临空，南侧为楼外临空，西侧为走廊，北侧为中心实验室。







降低到最小；

(6) 评价工作人员及公众成员剂量值是否小于管理目标限值；

(7) 评价核医学科（原工作场所）退役后，场址是否可达到无限制开放使用的目的。

## 六、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》（GB18871-2002）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、经济和其他有关因素之后，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。因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，故本项目实施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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	活度种类	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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 ( $\mu$ A)	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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
含有 $^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$ 等放射性核素的注射器、安瓿瓶、手套、棉签等	固态	$^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$	/	/	退役时存量约 3kg	/	暂存于放射性废物库	放置 10 个半衰期，含 $^{131}\text{I}$ 的放射性固体废物暂存超过 180 天经检测合格后可解控作为医疗废物处理
衰变池中含有 $^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$ 等放射性核素的冲洗废水、病人排泄物等	液态	$^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$	/	/	退役时存量约 40m <sup>3</sup>	/	暂存于衰变池	暂存超过 180 天，并满足排放标准后排放至医院污水处理系统
如需去污，去污过程中产生放射性废物（工作人员一次性防护服、吸水纸等）	固态	$^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$	/	/	/	/	暂存于放射性废物库	放置 10 个半衰期，含 $^{131}\text{I}$ 的放射性固体废物暂存超过 180 天，经检测合格后可解控作为医疗废物处理
拆除的通风橱气体过滤滤芯、排风管道、下水管道、衰变池及不再使用的设备和设施	固态	$^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$	/	/	/	/	暂存于放射性废物库	放置 10 个半衰期，含 $^{131}\text{I}$ 的放射性固体废物暂存超过 180 天，经检测合格后可解控作为医疗废物处理
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）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》（修订版），中华人民共和国主席令 第 9 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》（2018 年修正版），中华人民共和国主席令 第二十四号，2018 年 12 月 29 日发布施行；</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) 《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；2019 年修改，国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（修订版），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《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>(9) 《关于发布&lt;放射性废物分类&gt;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>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(11) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法&gt;配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 38 号，2019 年 10 月 25 日发布；</p> <p>(12) 《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 25 日发布；</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 24 日发布；</p> <p>(14) 《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</p>
------------------	---

	<p>部令 第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(15) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020 年修订版），苏政办函〔2020〕26 号，2020 年 2 月 19 日发布；</p> <p>(16) 《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</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>(3) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(4) 《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>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(6) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(7) 《水质总<math>\alpha</math>放射性的测定厚源法》（HJ 898-2017）；</p> <p>(8) 《水质总<math>\beta</math>放射性的测定厚源法》（HJ 899-2017）；</p> <p>(9) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）；</p> <p>(10) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(11) 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）；</p> <p>(12) 《表面污染测定 第 1 部分：<math>\beta</math>发射体（<math>E_{\beta\max}&gt;0.15\text{MeV}</math>）和<math>\alpha</math>发射体》（GB/T 14056.1-2008）；</p> <p>(13) 《核技术利用设施退役》（HAD401/14-2021）。</p>
<p>其他</p>	<p>附件：</p> <p>(1) 项目委托书；</p> <p>(2) 辐射安全许可证正副本；</p> <p>(3) 环评、验收监测报告及批复文件；</p> <p>(4) 退役场所辐射环境现状监测报告；</p> <p>(5) 个人剂量监测报告；</p> <p>(6) 检测机构资质认定证书。</p>

表 7 保护目标与评价标准

### 评价范围

根据《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）中“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的规定，结合本项目的特点，确定本项目评价范围以无锡市人民医院核医学拟退役工作场所实体屏蔽墙体边界外周围 50m 范围内区域，详见附图 2。

### 保护目标

本项目退役场所为医院 C 区医技楼四楼核医学科原址，其周围 50m 的范围为医院内部场所。本项目环境保护目标为退役场所的原辐射工作人员以及待退役场所清洁解控后，在其中工作和停留的公众，以及评价范围内的公众。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

编号	保护目标名称	方位	距离	人口规模
1	退役工作人员 (包括退役管理人员、核医学科辐射工作人员、设备厂家搬迁人员)	C 区医技楼四楼核医学科	/	约 25 人
2	医务人员及周围公众	C 区医技楼	0~50m	约 100 人
3	医务人员及周围公众	东侧 F 区多功能会议厅、教学区、餐饮区、宿舍区	40~50m	约 100 人
4	医务人员及周围公众	南侧 A 区办公行政区	15~50m	约 30 人
5	医务人员及周围公众	西侧 B 区门诊部	15~50m	流动人员若干

### 评价标准

#### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

##### 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射 剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv

	③眼晶体的年当量剂量，150mSv ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。

剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

### 1.2 非密封源工作场所的分级

级 别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上 $\sim 2 \times 10^7$

#### 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

##### 控制区：

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

##### 监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

8.6.2 不得将放射性废液排入普通下水道，除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液，方可直接排入流量大于10倍排放注量的普通下水道，并应对每次排放作好记录：

a) 每月排放的总活度不超过10 ALI<sub>min</sub>（ALI<sub>min</sub>是相应于职业照射的食入和吸入ALI值中的较小者，其具体数值可按B1.3.4和B1.3.5条的规定获得）；

b) 每一次排放的活度不超过1 ALI<sub>min</sub>，并且每次排放后用不少于3倍排放量的水进行冲洗。

#### 11.4.3 放射性残存物持续照射的剂量约束

11.4.3.1 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。使用这类剂量约束的典型情况有：

a) 核设施退役后厂址的开放；

b) 以往实践所污染的场区或土地的重新开发或利用，并且这种重新开发或利用可能导致公众照射的增加。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。但剂量约束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。

#### B2 表面污染控制水平

B2.2 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证同意后，可当作普通物品使用。

表 B11 工作场所放射性表面污染控制水平 单位：Bq/cm<sup>2</sup>

表面类型		α放射性物质		β放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、 墙壁、地面	控制区	4	4×10	4×10
	监督区	4×10 <sup>-1</sup>	4	4
工作服、手套、 工作鞋	控制区	4×10 <sup>-1</sup>	4×10 <sup>-1</sup>	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10 <sup>-2</sup>	4×10 <sup>-2</sup>	4×10 <sup>-1</sup>

## 2、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）：

### 7.2 固体放射性废物的管理

#### 7.2.3 固体放射性废物处理

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染小于 0.08Bq/cm<sup>2</sup>、β表面污染小于 0.8Bq/cm<sup>2</sup> 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

- a) 所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；
- b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；
- c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

### 7.3 液态放射性废物的管理

#### 7.3.3 放射性废液排放

##### 7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

- 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），监测结果经审管部门认可后，按照 GB 18871 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。

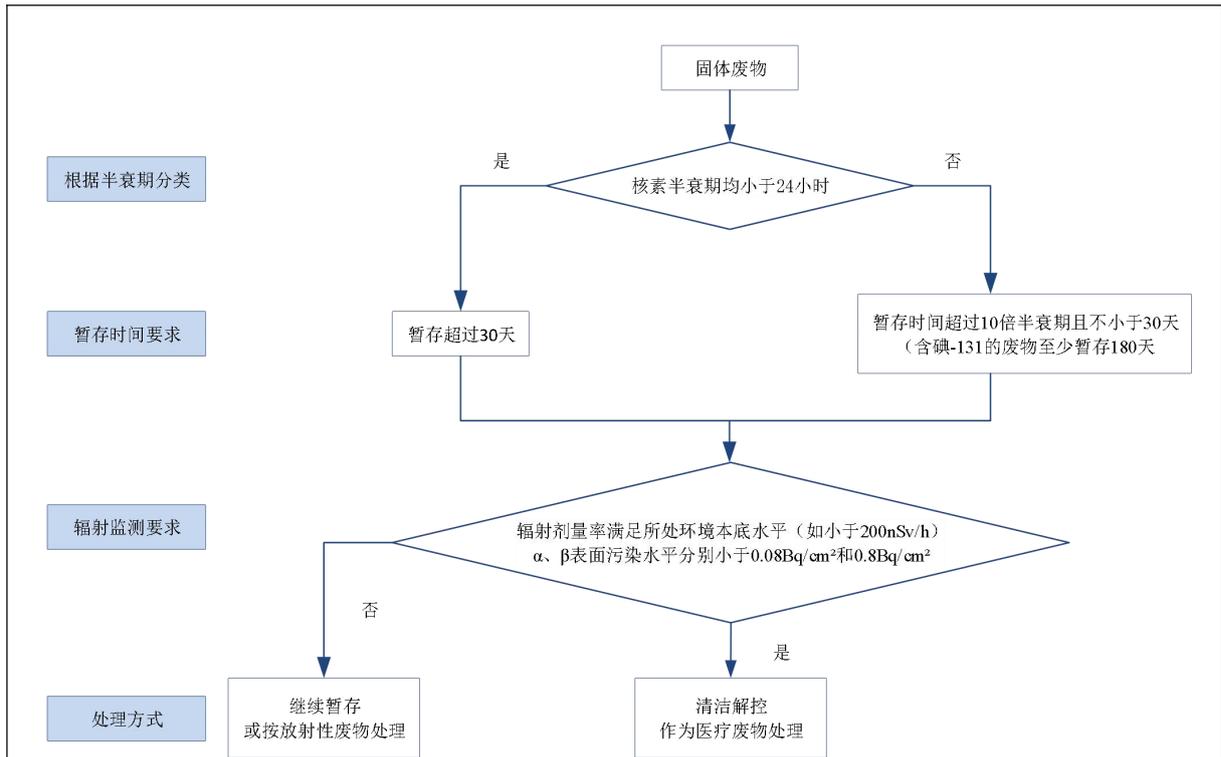


图 7-1 放射性废物清洁解控流程图

### 3、《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）

低放射性废水应经衰变池处理，满足综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（总 $\alpha < 1\text{Bq/L}$ 、总 $\beta < 10\text{Bq/L}$ ）后，再排入医院污水处理站。

### 4 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）“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即  $0.1\text{mSv/a}$ ~ $0.3\text{mSv/a}$ ）的范围之内。”的规定，遵循辐射防护最优化原则，结合本次退役项目的特点，对退役工作人员剂量约束值为  $1.0\text{mSv}$ 。

### 3、参考资料：

(1) 《辐射防护导论》，方杰主编。

(2) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省环境监测站。

江苏省室内、室外天然贯穿辐射所致（空气吸收）剂量率（单位： $\text{nGy/h}$ ）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测量范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	7.0	12.3	14.0

\*：评价时采用“测量范围”作为辐射现状评价的参考数值。

表 8 环境质量和辐射现状

## 环境质量和辐射现状

### 一、项目位置、布局和周边环境

无锡市人民医院本次退役项目位于江苏省无锡市梁溪区清扬路 299 号，医院东侧为通扬路和向阳新村，南侧为清南路，西侧为清扬路，北侧为金城路。

本次拟退役的核医学科位于 C 区医技楼四楼，C 区医技楼东侧为 F 区多功能会议厅、教学区、餐饮区、宿舍区，南侧为办公行政区，西侧为 B 区门诊部，北侧为 D 区住院部。4 楼核医学科东侧为楼外临空，南侧为楼外临空，西侧为走廊，北侧为中心实验室。本次拟退役的核医学科工作场所包括 ECT 扫描室、操作室、注射室、给药后患者候诊室、患者专用卫生间、放射性废物库、敷贴治疗室、甲状腺摄碘室、骨密度室等，核医学科的放射性废水衰变池（共三格）位于该场所所在建筑负一层，核医学科平面布局及周围环境示意图附图 3。截至 2023 年 9 月 18 日现场踏勘，该 C 区核医学科内已无放射性同位素贮存，无放射性废气产生，有少量固体放射性废物贮存（放射性废物库内），无放射性废液贮存；场所内的门、窗、吊顶及排风系统等设施大部分未拆除，原有的办公桌椅、柜子及卫生洁具等物品大部分已处置；C 区负一层衰变池中仍有放射性废水存在。

本项目环境保护目标为退役辐射工作人员以及待退役场所清洁解控后，在其中工作和停留的公众，以及评价范围内的公众。本项目核医学科退役场所周边环境现状见图 8-1 至图 8-7。



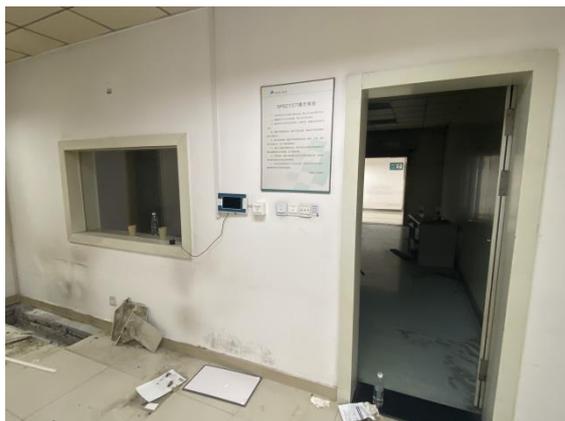


图 8-1 拟退役核医学科 ECT 区



图 8-2 拟退役核医学科（放射性废物库）

图 8-3 拟退役核医学科（放免室）



图 8-4 拟退役核医学科  
(敷贴治疗室)



图 8-5 拟退役核医学科  
(甲状腺摄碘室)



图 8-6 拟退役核医学科  
(骨密度室)



图 8-7 拟退役核医学科衰变池 (C区负一层)

## 二、辐射环境现状调查

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所退役，现场踏勘时，场所内已无放射性同位素贮存，无放射性废气产生，有少量固体放射性废物贮存（放射性废物库内），无放射性废液贮存；C区负一层衰变池中仍有放射性废水存在。本项目在进行现状调查时，主要调查拟退役核医学科及周围环境的 $\gamma$ 辐射剂量率、 $\beta$ 表面污染水平和衰变池废水总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性活度浓度。

根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《表面污染测定 第1部分： $\beta$ 发射体（ $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$ ）和 $\alpha$ 发射体》（GB/T 14056.1-2008）、《水质总 $\alpha$ 放射性的测定厚源法》（HJ 898-2017）和《水质总 $\beta$ 放射性的测定厚源法》（HJ 899-2017）相关方法和要求，在进行环境现

场调查时，对 C 区医技楼 4 楼核医学科工作场所周围进行布点，测量 $\gamma$ 辐射剂量率及 $\beta$ 表面污染水平，监测结果见表 8-1~表 8-5，监测点位示意图见图 8-8 和图 8-9；对衰变池废水进行了监测，监测报告详见附件 4。

监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测项目： $\gamma$ 辐射剂量率、 $\beta$ 表面污染水平

监测日期：2023 年 9 月 18 日

天气：多云

温度：28°C

湿度：68%RH

监测布点：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

质量控制：本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：22102034350，检测资质见附件 6），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）要求，实施全过程质量控制。

监测人员、监测仪器及监测结果：监测人员均经过考核，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检验，监测报告实行三级审核。

评价方法：参照江苏省天然贯穿辐射剂量水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质量。

### 1、X- $\gamma$ 辐射剂量率

检测仪器：6150 AD 6/H+6150AD-b/H 型 X- $\gamma$ 辐射监测仪（设备编号：NJRS-126，检定有效期：2022 年 11 月 14 日~2023 年 11 月 13 日，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2022-0109288）

能量范围：20keV~7MeV

测量范围：1nSv/h~99.9 $\mu$ Sv/h

表 8-1 拟退役 ECT 检查场所周围 X- $\gamma$ 辐射剂量率

测点编号	测点描述	测量结果（nGy/h）
1	控制室地面	140

2	医生通道地面	138
3	ECT 机房地面	144
4	受检者通道地面	134
5	受检者通道地面	130
6	受检者通道地面	128
7	受检者通道地面	129
8	受检者通道地面	131
9	受检者通道地面	130
10	候诊室地面	137
11	ECT 注射室地面	135
12	通风橱表面	136
13	注射台表面	136
14	注射等候室地面	131
15	心脏负荷室地面	130
16	女卫生间地面	135
17	男卫生间地面	135
18	衰变池上方表面	126
19	衰变池南侧表面	125
20	衰变池东侧表面	127
21	衰变池北侧表面	125
22	衰变池西侧表面	129

注：测量数据已扣宇宙响应值。

表 8-2 拟退役敷贴治疗场所周围 X-γ 辐射剂量率

测点编号	测点描述	测量结果 (nGy/h)
1	患者走廊地面	123
2	患者走廊地面	121

3	患者走廊地面	119
4	患者走廊地面	120
5	患者走廊地面	118
6	患者走廊地面	120
7	骨密度室地面	120
8	甲状腺摄碘室地面	120
9	时间分辨室地面	124
10	液态芯片室地面	125
11	敷贴治疗室 1 地面	124
12	敷贴治疗室 2 地面	129
13	放免测量室地面	132
14	放免室地面	137
15	女更衣室地面	129
16	男更衣室地面	129
17	化学发光室地面	140
18	放射性废物库地面	144

注：1、测量数据已扣宇宙响应值；

2、环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量结果按照《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)中公式 $\dot{D}_\gamma = k_1 \times k_2 \times R_\gamma - k_3 \times \dot{D}_c$ ，其中 $k_1$ 为仪器检定/校准因子； $k_2$ 为仪器检验源效率因子，取 1； $R_\gamma$ 为仪器测量读数值均值（使用  $^{137}\text{Cs}$  和  $^{60}\text{Co}$  作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20 Sv/Gy 和 1.16 Sv/Gy），nGy/h； $k_3$ 为建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1； $\dot{D}_c$ 为测点处宇宙射线响应值，nGy/h。

## 2、 $\beta$ 表面污染水平

检测仪器：CoMo 170 型 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染仪（设备编号：NJRS-129，检定有效期：2023 年 3 月 27 日~2024 年 3 月 26 日，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2023-0042629）

测量范围：0cps~20000cps

表 8-3 拟退役 ECT 检查场所周围 $\beta$ 表面污染水平

测点编号	测点描述	测量结果 (Bq/cm <sup>2</sup> )
1	控制室地面	<0.07

2	医生通道地面	<0.07
3	ECT 机房地面	<0.07
4	受检者通道地面	0.26
5	受检者通道地面	0.14
6	受检者通道地面	0.08
7	受检者通道地面	0.08
8	受检者通道地面	0.18
9	受检者通道地面	0.18
10	候诊室地面	0.22
11	ECT 注射室地面	0.08
12	通风橱表面	0.12
13	注射台表面	0.10
14	注射等候室地面	<0.07
15	心脏负荷室地面	0.08
16	女卫生间地面	0.14
17	男卫生间地面	0.11
18	衰变池上方表面	<0.07
19	衰变池南侧表面	<0.07
20	衰变池东侧表面	<0.07
21	衰变池北侧表面	<0.07
22	衰变池西侧表面	<0.07

注：表面 $\beta$ 放射性污染水平探测下限（LLD）为 0.07Bq/cm<sup>2</sup>。

表 8-4 拟退役敷贴治疗场所周围 $\beta$ 表面污染水平

测点编号	测点描述	测量结果（Bq/cm <sup>2</sup> ）
1	患者走廊地面	<0.07
2	患者走廊地面	<0.07

3	患者走廊地面	<0.07
4	患者走廊地面	<0.07
5	患者走廊地面	<0.07
6	患者走廊地面	<0.07
7	骨密度室地面	<0.07
8	甲状腺摄碘室地面	0.17
9	时间分辨室地面	0.12
10	液态芯片室地面	0.32
11	敷贴治疗室 1 地面	0.14
12	敷贴治疗室 2 地面	0.15
13	放免测量室地面	0.17
14	放免室地面	0.16
15	女更衣室地面	0.18
16	男更衣室地面	0.19
17	化学发光室地面	0.18
18	放射性废物库地面	0.18

注：表面 $\beta$ 放射性污染水平探测下限（LLD）为 0.07Bq/cm<sup>2</sup>。

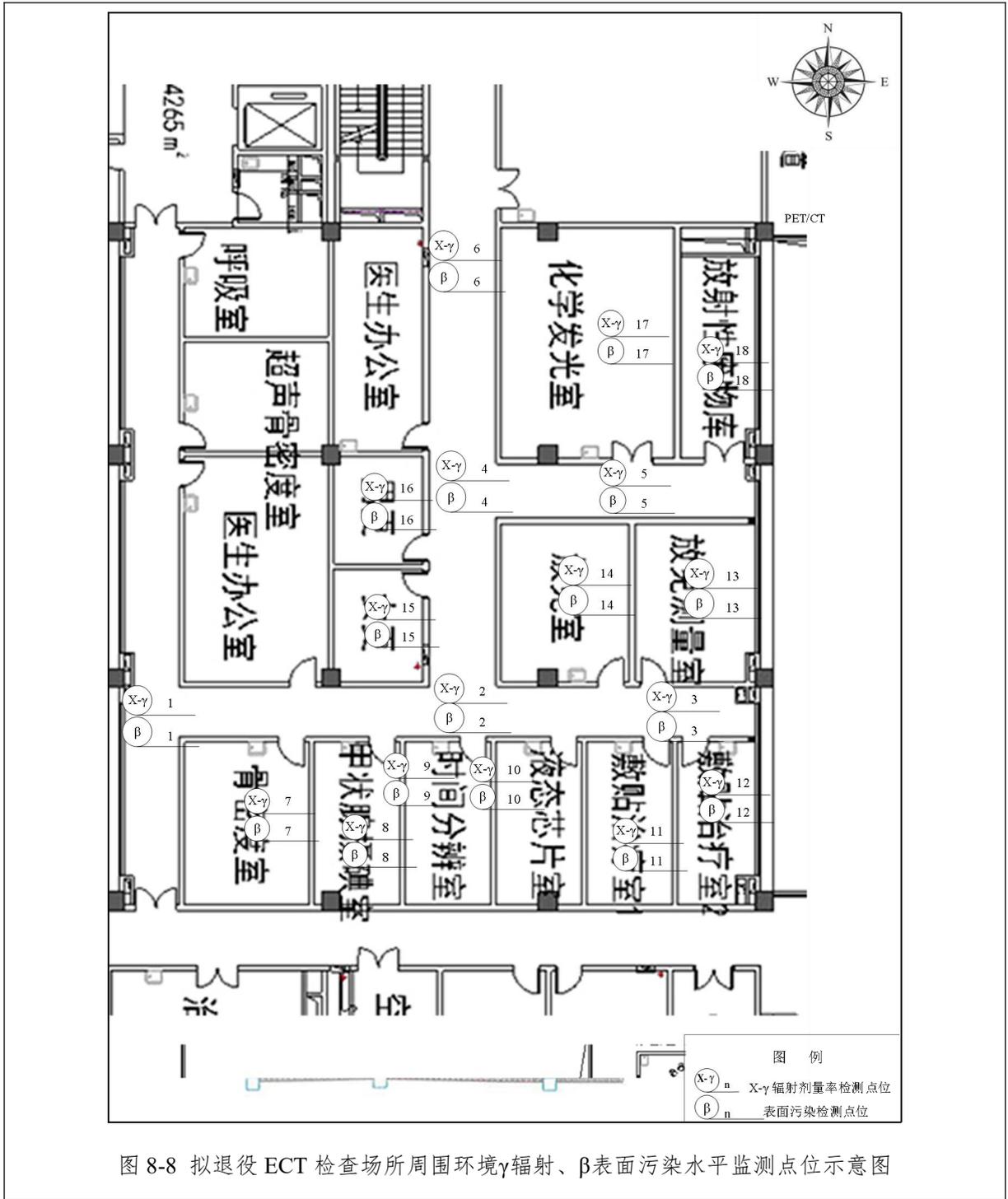


图 8-8 拟退役 ECT 检查场所周围环境 $\gamma$ 辐射、 $\beta$ 表面污染水平监测点位示意图

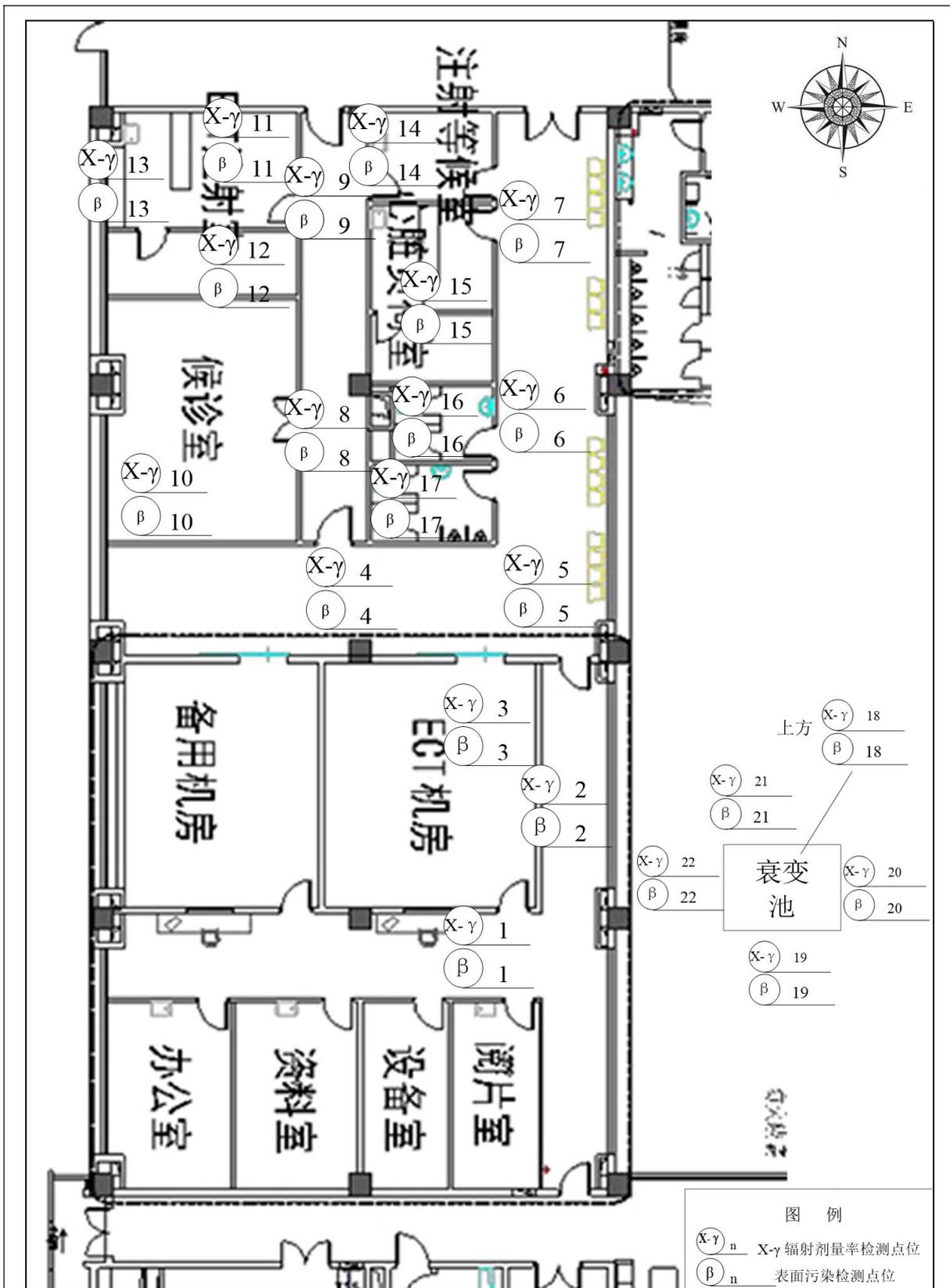


图 8-9 拟退役敷贴治疗场所周围环境 $\gamma$ 辐射、 $\beta$ 表面污染水平监测点位示意图

### 3、放射性废水总 $\alpha$ 、总 $\beta$

检测仪器：RJ41-2 型低本底 $\alpha$ 、 $\beta$ 测量仪（设备编号：NJRS-938，检定有效期：2023年6月21日~2025年6月20日，检定单位：上海市计量测试技术研究院，检定证书编号：2023H21-20-4661277002）

测量范围：通道一 $\alpha$ 探测效率为 83.2%， $\beta$ 探测效率为 52.8%；通道二 $\alpha$ 探测效率为 84.2%， $\beta$ 探测效率为 52.2%；通道一 $\alpha$ 本底 $\leq 0.0041$  计数  $\text{min}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ ， $\beta$ 本底 $\leq 0.15$  计数  $\text{min}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ ；通道二 $\alpha$ 本底 $\leq 0.0030$  计数  $\text{min}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ ， $\beta$ 本底 $\leq 0.18$  计数  $\text{min}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$

表 8-5 拟退役衰变池总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 的检测结果

采样地点/样品编号	总 $\alpha$ (Bq/L)	总 $\beta$ (Bq/L)
1 号衰变池/2301037	$0.055 \pm 0.017$	$0.692 \pm 0.039$
2 号衰变池/2301038	$< \text{LLD}(0.051)$	$0.680 \pm 0.042$
3 号衰变池/2301039	$< \text{LLD}(0.019)$	$1.55 \pm 0.021$

注：LLD 为本次检测时的探测下限。

由表 8-1 和表 8-2 监测结果可知，无锡市人民医院核医学科退役项目工作场所周围辐射环境 $\gamma$ 辐射剂量率为（118~144）nGy/h 之间，未见显著异常。

由表 8-3 和表 8-4 监测结果可知，核医学科退役项目工作场所周围 $\beta$ 表面污染水平为（ $<0.07\sim 0.32$ ）Bq/cm<sup>2</sup>，已达到清洁解控水平（ $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ）。

由表 8-5 监测结果可知，医院拟退役衰变池中放射性废水中总 $\alpha$ 放射性活度均小于 1Bq/L、总 $\beta$ 放射性活度浓度均小于 10Bq/L，满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中综合医疗机构和其他医疗机构水污染物总 $\alpha < 1\text{Bq/L}$ 、总 $\beta < 10\text{Bq/L}$ 的排放限值要求。本项目拟退役衰变池内废水暂存超过 180 天后可接入医院污水处理站最终排入市政排污管网，衰变池作解控处理。

综上所述，根据检测结果可知，无锡市人民医院拟退役的 ECT 诊断中心场所未对周围环境造成污染，无需进一步去污处理，经审管部门批准同意后，该场所可无限制开放。

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备与工艺分析

### 一、拟退役核医学科原开展项目情况回顾

医院拟退役核医学科位于 C 区 4 楼，为乙级非密封放射性物质工作场所，开展有  $^{99m}\text{Tc}$  ECT 检查、 $^{131}\text{I}$  甲状腺吸碘率测定、 $^{90}\text{Sr}$  敷贴治疗等项目。

### 二、核医学科退役项目工程分析

#### 1、退役范围

C 区医技楼四楼核医学科乙级非密封放射性物质工作场所（房间包括 ECT 扫描室、操作室、注射室、给药后患者候诊室、患者专用卫生间、放射性废物库、敷贴治疗室、甲状腺摄碘室、骨密度室等）及其配套的环保设施（通风橱、衰变池、放射性废水管道及通排风系统）。

拟退役场所现状

#### 2、拟退役场所现状

截至 2023 年 9 月 18 日现场踏勘，该 C 区核医学科内已无放射性同位素贮存，无放射性废气产生，有少量固体放射性废物贮存（放射性废物库内），无放射性废液贮存；场所内的门、窗、吊顶及排风系统等设施大部分未拆除，原有的办公桌椅、柜子及卫生洁具等物品大部分已处置；C 区负一层衰变池中仍有放射性废水存在。本项目拟退役核医学科场所设备及物品见表 9-1：

表 9-1 本项目拟退役场所设备及物品清单一览表

序号	设备及物品名称	数量	使用场所	处置情况
1	ECT 设备	1 台	ECT 扫描室	已搬运至 K 区负一层使用
2	吸碘率仪	1 台	甲状腺摄碘室	已搬运至 K 区一层使用
3	骨密度仪	1 台	骨密度室	已搬运至 K 区一层使用
4	放射性废物桶	5 个	放射性废物库	已搬运至 K 区负一层使用
5	通风橱	1 套	注射室	已搬运至 K 区负一层使用
6	铅玻璃观察窗	1 个	ECT 扫描室	拟报废
7	铅衣、铅帽、铅围裙	3 套	ECT 扫描室	已搬运至 K 区负一层使用
8	辐射巡检仪	1 台	核医学科工作场所	已搬运至 K 区负一层使用

9	表面污染仪	1 台	核医学科工作场所	已搬运至 K 区负一层使用
10	个人剂量报警仪	2 台	核医学科工作场所	已搬运至 K 区负一层使用
11	工作台、椅子	若干	注射等候室、候诊室、 敷贴治疗室、甲状腺摄 碘室、骨密度室	已/拟报废
12	办公桌椅	若干	医生办公室、资料室、 阅片室	拟报废
13	空调	若干	核医学科工作场所	拟报废

### 3、退役目标及标准

整个工作场所退役完成后，达到无限制开放的标准，该场所内的设备和物品等可以作为普通物品继续使用或处置。即核医学科厂址的 $\gamma$ 辐射空气比释动能率平均值不大于  $0.1\mu\text{Gy/h}$ 。工作台、设备、墙壁、地面的 $\beta$ 放射性表面放射性污染解控水平为  $0.8\text{Bq/cm}^2$ ，工作服、手套、工作鞋的 $\beta$ 放射性表面放射性污染解控水平为  $0.8\text{Bq/cm}^2$ ，工作人员手、皮肤、内衣、工作袜的 $\beta$ 放射性表面放射性污染解控水平为  $0.8\text{Bq/cm}^2$ 。

衰变池中放射性废液可作为医疗废水排入医院的污水处理系统。即满足暂存时间要求，监测结果经审管部门认可后，放射性废液总排放口总 $\alpha$ 不大于  $1\text{Bq/L}$ 、总 $\beta$ 不大于  $10\text{Bq/L}$ 、 $^{131}\text{I}$  的放射性活度浓度不大于  $10\text{Bq/L}$ 。

放射性固体废物暂存时间满足要求，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。即 $\alpha$ 表面污染小于  $0.08\text{Bq/cm}^2$ 、 $\beta$ 表面污染小于  $0.8\text{Bq/cm}^2$ 。

### 4、退役人员组成

本项目退役工作由医院辐射安全防护领导小组统一指挥，具体搬迁及退役工作由核医学科辐射工作人员实施，相关设备厂家协助完成。本次退役工作小组具体分为指挥组、监测组、清点组、后勤组，其中指挥组制定退役计划和方案并协调指挥退役实施，工作时间约  $24\text{h}$ ；监测组对拟退役工作场所进行摸底监测，监测内容包括 $\gamma$ 辐射剂量率及表面污染，工作时间约  $4\text{h}$ ；清点组对核医学科设备及物品的清点及台账记录，工作时间约  $24\text{h}$ ；后勤组负责退役过程中的后勤保证、拆除、打包并搬运设施和物品，工作时间约  $24\text{h}$ 。

### 5、退役工作流程

本项目核医学科退役主要分为三个阶段：退役准备阶段、退役实施阶段和退役验收阶段，各阶段具体的退役流程图见图 9-1，退役流程具体步骤如下：

1) 退役准备阶段, 时间约 1 个月。场所停用后, 退役前封存 1~2 周, 进行污染源调查, 对场所内部进行监测并做好记录, 发现超标的地方, 及时采取措施清除放射性污染, 并编制工作场所退役环境影响报告表报送主管部门审批。

2) 退役实施阶段。按照环评文件以及环评审批要求完善退役实施方案、开展退役工作。在退役搬迁拆除过程中, 工作人员佩戴个人剂量报警仪, 同时使用剂量仪实时检测, 做好记录, 如退役实施过程中发现存在放射性污染, 立即停止, 制定去污方案, 有计划进行场所清污, 使所有放射性工作场所、设备和用品等残留的放射性同位素达到清洁解控水平。

3) 退役验收阶段, 委托有资质单位进行工作场所退役终态验收监测, 办理退役竣工审批手续, 经审批主管部门同意后, 该场所达到无限制开放的要求。

本项目整个退役过程中的相关安全责任由医院辐射安全防护领导小组负责, 具体工作由核医学科辐射工作人员实施, 整个退役工作流程见图 9-1。

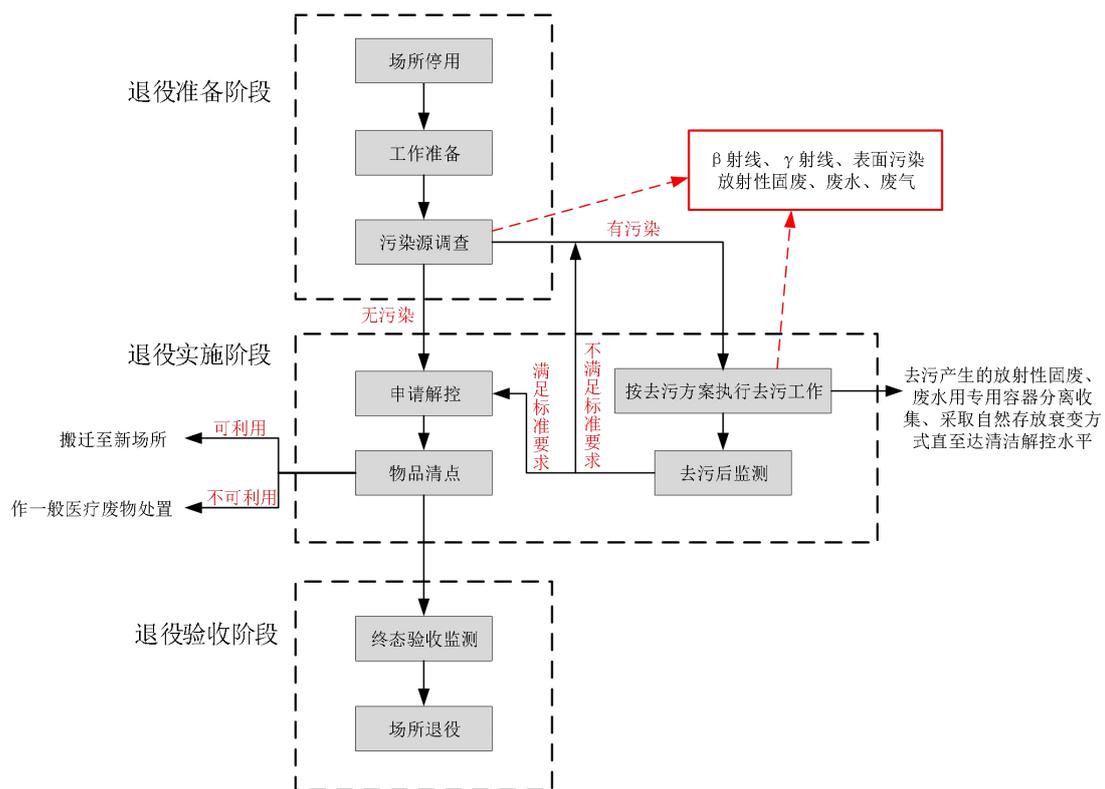


图 9-1 退役工作流程图

### 三、退役方案

#### 1、摸底监测方案

在开展退役前, 对非密封放射性物质工作场所内的设备、设施、物品及放射性固

体废物进行摸底监测，监测范围包含对非密封放射性物质工作场所内的所有设备、设施、物品、废弃物、衰变池等，监测内容为环境 $\gamma$ 辐射剂量率、 $\beta$ 表面污染水平和衰变池废水总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性活度浓度。

## 2、去污方案

退役开始时应首先清除核医学科工作场所、配套设施、设备和用品表面残留的松散污染，以降低工作人员照射，避免污染扩散。拆除前应进行必要的局部或整体去污，去除或降低内外表面附着的放射性污染。工作场所拆毁前应对放射性污染表面进行剥离去污，去除工作场所表面的放射性污染。受污染的物品，应对覆面以及配套的系统、设备和工器具的内外表面进行必要的去污。

选择去污方法时应考虑下列因素：工作人员的预期受照剂量、预期的放射性气溶胶产生情况、目标去污水平及其可测量性、已有技术实现目标去污水平的可能性、去污所需设备及其最终去向、利益-代价分析、去污对象的大小和形状，污染类型和源项、去污产生废物的数量、来源、种类和活度，以及与已有废物处理和贮存设施的兼容性、可能影响去污对象完整性的因素、非放射性危害，如溶剂的毒性等。

## 3、退役实施

### 1) 一般要求

①退役活动主要涉及核医学科工作场所、配套设施、设备和用品的去污、拆除和拆毁，以及退役产生放射性废物的管理和退役期间的辐射防护等。②退役活动可以分阶段实施，直至达到批准的退役终态目标。③退役期间应保留退役活动的关键记录，包括残留放射性核素的数量和类型、位置和分布以及产生的放射性废物、解除监管控制的材料、建（构）筑物和土地等方面的信息。④若退役实施期间，因特殊情况必须暂停退役活动，核技术利用设施退役责任单位应说明理由，给出退役活动重启的条件和保证措施，并证明核技术利用设施在退役活动暂停期间处于安全状态。

### 2) 拆除和拆毁

在根据退役终态目标拆毁被放射性污染的工作场所前，应确保受污染的建（构）筑物表面已去污至清洁解控水平。对于无法去污至清洁解控水平的建（构）筑物，应在拆毁时采取必要的防护措施，减轻对工作人员和环境的影响，避免污染扩散。

### 3) 辐射防护

①监测仪器配置：本项目退役期间，至少配备 1 台 X- $\gamma$  辐射剂量率监测仪、1 台

放射性表面污染监测仪。参与退役的每名辐射工作人员进入核医学科需佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪。

②辐射环境监测：退役前场所污染源项调查：主要检测核医学科工作场所、设备及物品表面 $\gamma$ 辐射剂量率及 $\beta$ 表面污染水平，并做好记录，发现超标的地方，及时采取措施清除放射性污染。退役过程中实时监测：在退役搬迁拆除过程中，工作人员使用X- $\gamma$ 辐射剂量率仪及表面污染仪实时检测，检测对象包括设备及物品表面、地面、墙面、人员体表，做好记录，如退役实施过程中发现存在放射性污染，立即停止，制定去污方案，有计划进行场所清污，以免放射性污染扩散，污染清洁场所。

#### 4) 废物管理方案

①退役期间应对各类放射性废物进行分类和管理，并妥善记录。记录应至少包括废物源项、废物包特性以及回收、再利用和清洁解控情况等。放射性废物经一定时间衰变后（含 $^{99m}\text{Tc}$ 核素超过30天，含 $^{131}\text{I}$ 核素超过180天）经表面污染监测合格后，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。②液体废物应分类收集、贮存或处理。液态流出物应分类收集，经检测合格后槽式排放。衰变池废水暂存满足规定时间（180天），可接入医院污水处理站最终排入市政排污管网。经表面污染检测合格后，衰变池及其至污水处理站的排水管道可拆除。如满足清洁解控要求，直接当做一般固体废物进行处理；如不满足清洁解控要求，拟待其自行衰变达到清洁解控水平后按一般固体废物处理，对周围环境影响小。③退役期间应采取去污、受控拆除、污染控制、废物隔离等废物最小化措施，降低放射性废物的产生量。

#### 4、退役完成

##### 1) 终态监测

退役活动实施完成后应开展终态监测，出具辐射环境终态监测文件。

##### 2) 退役总结与退役验收

退役活动完成后，应编制退役总结报告。验收应：

①确认批复的退役活动全部完成，且未对环境和公众产生不利影响；②核查 $\gamma$ 辐射剂量率及 $\beta$ 表面污染水平终态监测结果，确认满足相关标准要求，达到退役终态验收标准；③核查放射性废物处理、贮存和移交记录，确认具有可追溯性；④确认退役文件档案资料齐全，包括退役总结报告、辐射环境终态监测文件、其他退役相关的技术文件和记录以及批复文件等。

## 污染源项描述

### 一、退役期间正常情况下污染源分析

#### 1、非密封放射性物质

本项目核医学科使用放射性同位素  $^{99m}\text{Tc}$  的药物显像，开展  $^{131}\text{I}$  的甲状腺吸碘率测定、 $^{125}\text{I}$  放免分析及  $^{90}\text{Sr}$  敷贴治疗等项目，本项目退役场所使用的放射性核素辐射特性见表 9-2。

表 9-2 本项目所涉及的放射性核素辐射特性一览表

核素名称	半衰期	衰变模式	毒性分组	$\alpha/\beta$ 最大能量 (MeV)	光子能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 (裸源) ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ )	备注
$^{90}\text{Sr}$	28.1a	$\beta^-$	高毒	0.546	—	—	放射源
$^{99m}\text{Tc}$	6.02h	同质异能跃迁	低毒	—	0.140	0.0303	非密封放射性物质
$^{131}\text{I}$	8.02d	$\beta^-$	中毒	0.602	0.284, 0.365, 0.637	0.0595	
$^{125}\text{I}$	59.4d	EC	中毒	—	0.027, 0.028, 0.031, 0.036	0.0165	

注：表内数据来源于《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》及《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）。

本项目拟退役核医学科使用的以上核素衰变主要发出 $\gamma$ 和 $\beta$ 射线两种射线。

查找医院历年来放射性核素药品出入库记录表与许可证登记情况，医院核医学科核素的实际使用量均在批准的范围内，核医学科在运行过程中，对核素的使用进行严格管理，按需求订购同时对每种核素均进行出入库登记。

本项目已于 2023 年 9 月停止运行，工作场所内所有放射性药物已使用完毕，场所内无剩余的放射性药物贮存，5 枚  $^{90}\text{Sr}$  放射源及 ECT 设备已搬运至 K 区门诊配套楼负一层核医学科新工作场所。停止运行后，该场所内未使用任何放射性同位素，故场所内未残留放射性药物，未产生新的放射性废物。

#### 2、放射性固体废物

本项目放射性固废主要为核医学科停运前病人服药使用过的口杯、擦拭纸巾和空药瓶等、放射性药物注射过程中产生的一次性注射器、手套和药瓶及放免试管等。最后一次产生的放射性固体废物已移至核医学科新址，经衰变满足清洁解控水平后按医疗废物进行处理。停止运行期间，该场所内未使用任何放射性同位素，故未产生新的

固体放射性废物。

本项目退役实施阶段中需对对场所内的通风橱（含滤芯）、管道、衰变池等部分物品进行拆解。放射性废水下水管道、衰变池、滤芯应进行表面污染水平检测，若存在放射性污染，应采取去污措施，确保其达到清洁解控水平，作为普通物品继续使用或处置。

### 3、放射性废水

本项目放射性废水主要为清洗废水。放射性废水全部集中排放于衰变池，经衰变满足排放要求后，再排入医院污水处理站进行统一处理。

本项目已于 2023 年 9 月停止运行，现场踏勘时，3 座衰变池中的放射性废水均未排放，池中的废水量总共约 60m<sup>3</sup>。

### 4、放射性废气

本项目放射性废气主要来自药物分装操作时，挥发产生的气溶胶，产生的废气量很小。本项目已于 2023 年 9 月停止运行，停止运行后该场所内不再产生放射性废气。

综上所述，本次退役的核医学科的污染因子主要包括 $\gamma$ 、 $\beta$ 射线、 $\beta$ 表面污染，以及场所遗留或退役过程中产生的放射性废物、放射性废液。放射性废物处置过程中及场址清洁解控过程中，受放射性污染的物件或者固体废弃物中核素衰变释放的 $\gamma$ 、 $\beta$ 射线可对工作人员产生外照射，核素也可能被沾染在工作人员的皮肤和衣物上扩散到其他场所，污染周围环境，或通过食入或皮肤吸收进入人体内造成内照射危害。

医院应加强人员的宣教及管理，要求工作人员做好卫生防护措施（如穿戴好口罩、手套、工作服等个人防护用品），遵守规则制度及操作规程，离开场所时做好人员放射性表面污染监测工作，则核医学科退役对工作人员及附近公众产生的危害是可控制。

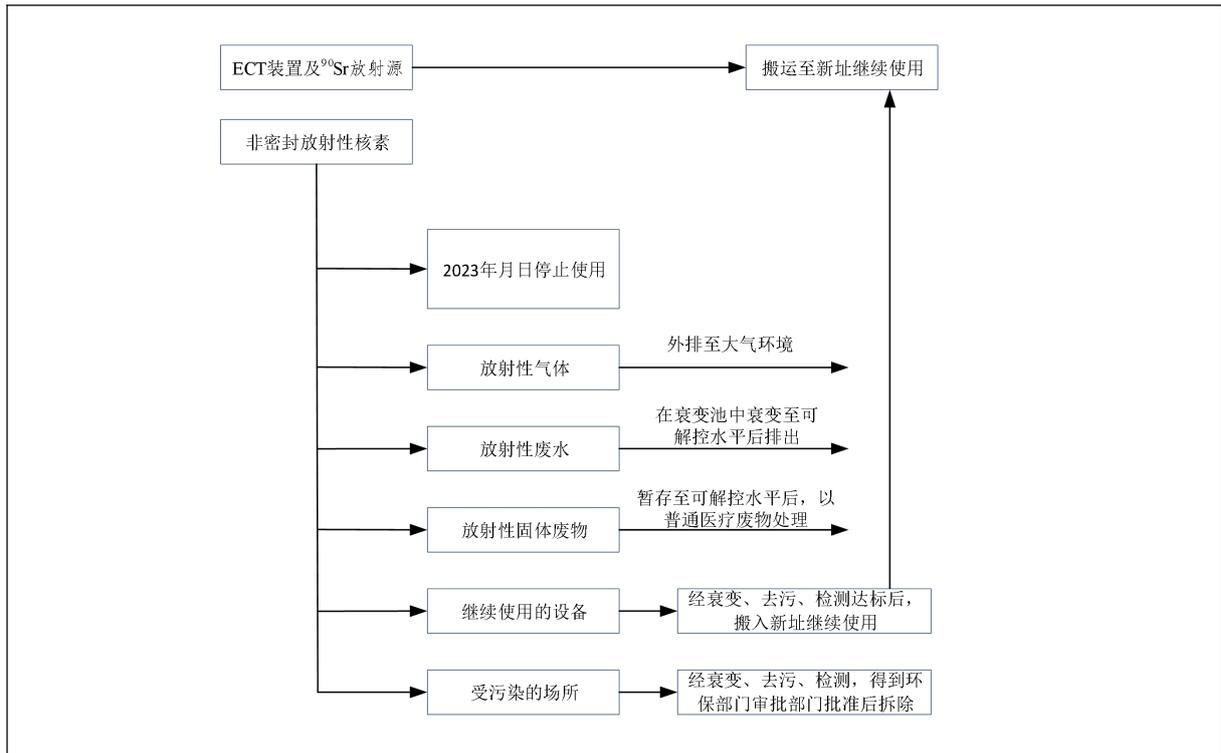


图 9-2 拟退役项目污染源流向图

## 二、退役期间事故工况污染途径分析

拟退役核医学科场所现场虽无放射性药物留存，但场所可能存在放射性污染，因此，退役过程中可能发生的放射性有关事故有：

1) 由于管理不善，导致高于解控水平的放射性废物、放射性污染用品被随意处置、丢失，污染周围环境。

2) 由于管理不善，外来人员肆意进出导致人员受到潜在的照射伤害，并可能发生放射性物品丢失、放射性污染扩散至周围环境。

3) 在现场监测、清污过程中由于工作人员违反规章制度在场所内进食、吸烟，或未按要求穿戴个人防护用品等造成额外附加照射剂量，严重时可导致放射性扩散污染周围环境。

表 10 辐射安全与防护

## 项目安全措施

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所退役，根据本项目特点，对本项目在退役时采取的辐射防护措施进行概述。

本项目退役工作由医院辐射安全防护领导小组统一指挥，原场所停用后，ECT 设备、铅通风橱等可利用设备及设施搬迁工作及废物处置工作由相关设备厂家协助全体核医学科工作人员共同完成。为了防治或减轻污染，该医院主要采取了以下辐射安全措施：

### 1、设立退役领导小组并明确责任分工

为了确保安全，防止事故发生，医院专门成立退役搬迁领导小组，由医院现有辐射防护安全管理委员会承担。在退役领导小组的管理下，负责退役过程中的组织协调、场地监测、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。

领导小组工作职责：①全面负责退役项目的实施，并确保工作圆满完成；②制定并控制项目的进度计划；③确定人员安排、分工与岗位职责；④对作业质量进行控制；⑤现场各种工作的统一指挥，现场管理，协调与环保主管部门的工作等。

监测组：对拟退役工作场所进行摸底监测，监测内容包括  $\gamma$  辐射剂量率及表面污染；清点组：对核医学科设备及物品的清点及台账记录；后勤组：负责退役过程中的后勤保证、拆除、打包并搬运设施和物品。

### 2、开展退役工作的教育及培训

贯彻“安全第一、预防为主”的原则，在退役治理过程中，要严格执行国家劳动安全卫生规定和标准，建立、健全并遵守劳动安全卫生制度，对岗位操作人员进行劳动安全卫生教育及辐射安全教育，防止操作过程中的各种事故，减少职业危害；操作人员需进行操作培训并严格遵守操作规程。

### 3、制定全过程监测计划

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监测，拟退役场址退役后对整个退役场址进行辐射监测。

### 4、退役场所工作区域管理

为加强拟退役核医学科场所工作区域的管理，确保辐射环境安全，根据场所监测报告可知，医院拟将退役核医学科原控制区划定为监督区（图 10-1 中浅蓝色区域），原监督区变更为非限制区。退役现场周围应布置警戒线，出入口设置围挡，严禁闲杂和无关人员进入，避免受到不必要的照射。本项目退役场址分区情况见图 10-1。

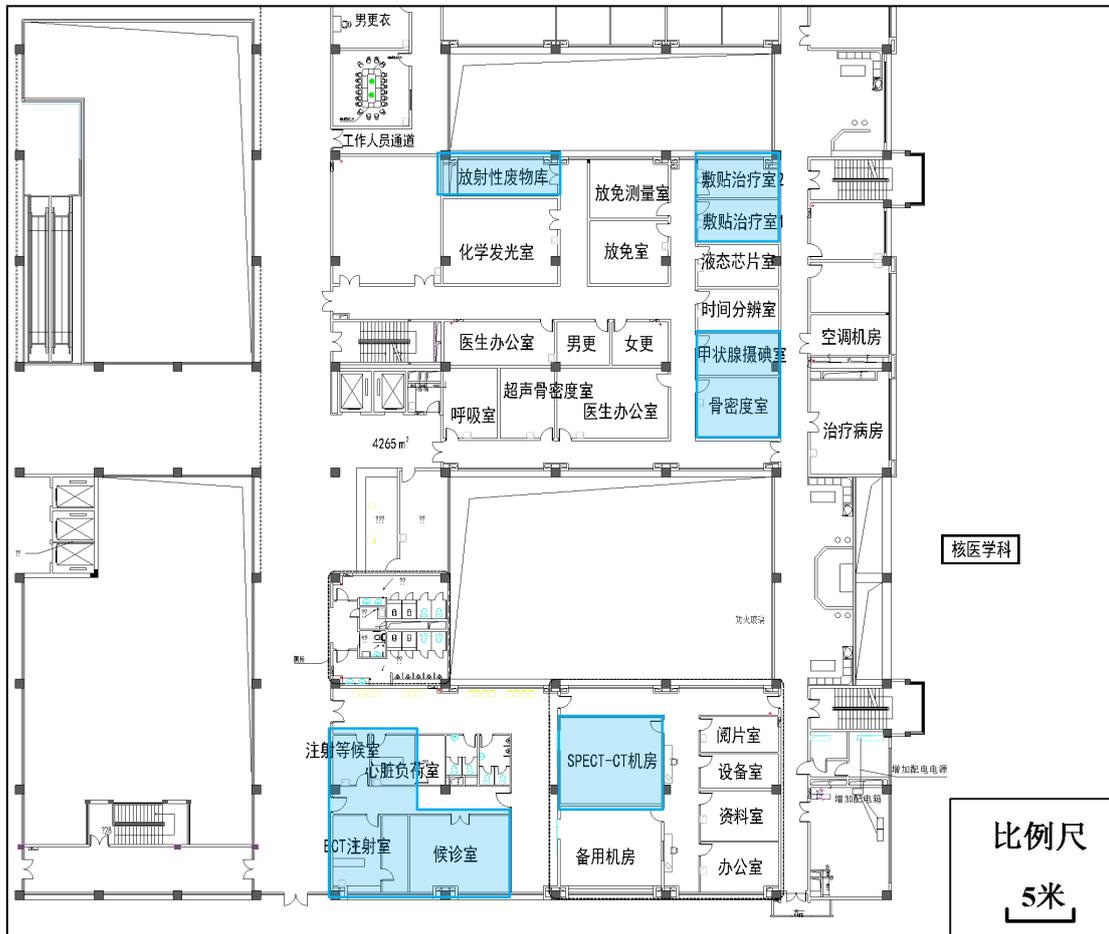


图 10-1 拟退役核医学科平面布置及分区情况示意图

## 5、人员防护措施

对参与本项目退役工作的人员进行辐射安全教育，告知辐射危害、可能的污染区域及污染水平、防护办法等；禁止无关公众进入现场，禁止任何人员在现场进食等；进入退役场所需配备适合的检测仪表、个人剂量报警仪及个人剂量监测仪，监测人员需执证上岗；所有操作人员配备适用的工具、防护用品和劳保用品等；本项目核医学科工作人员均已参加并通过了辐射安全与防护培训。2023 年 4 月~6 月核医学科辐射工作人员个人剂量报告见附件 5，经报告显示，核医学科辐射工作人员个人剂量在 0.05mSv~0.66mSv。

## 6、辐射防护用品

医院应严格规定相关辐射工作人员在辐射工作中做好个人的放射防护，并为其配备必要的防护用品、用具以达到辐射防护的目的，本项目防护用品的配备应满足表 10-1 要求。

表 10-1 本项目所涉及的放射性核素辐射特性一览表

防护用品或检测设备	数量
放射性污染防护服	若干
气溶胶防护口罩、防水手套、胶鞋/鞋套等	若干
辐射巡检仪	1 台
便携式个人剂量报警仪	2 台
放射性表面污染监测仪	1 台
个人剂量计	4 台
放射性废物桶	2 个
电离辐射标识、电离辐射警告标识	若干

### 三废处理

**放射性废水：**本次退役过程中产生的放射性废液排入衰变池中，衰变池内废水存放满 180 天，经检测达标后，可接入医院污水处理站最终排入市政排污管网，衰变池作解控处理。

**固体废物：**自核医学科停止运行之日起，核医学科内放射性固体废物已投入废物库贮存，退役期间沾染的一次性鞋套、手套及放射性污染的洁具等统一收集，待达到十个半衰期（2 年），经表面污染监测合格后作为医疗废物处理。

**放射性废气：**在核医学科封存和退役过程中，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

### 拟退役场址改造阶段对环境的影响

本次核医学科退役项目施工期主要评价场所拆除改造过程中的环境影响，主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

#### 1、扬尘及防治措施

主要为墙体拆除时等产生的粉尘，为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，在施工过程中，施工单位应加强施工现场管理，进行适当的加湿处理。

#### 2、废水及防治措施

施工期间产生的废水主要为施工人员的生活污水。生活污水依托医院的排水系统，进入市政污水网管。

#### 3、噪声及防治措施

施工期噪声主要来自于机械、设备运行等。通过选取噪声低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对外界的影响。

#### 4、固体废物及防治措施

施工期固体废物主要为建筑垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的建筑废料统一收集后，运输至合法堆场堆放。

本项目施工期环境影响随着施工期的结束而结束，施工期工程量小，施工期短，且均在院区内施工，对外界环境影响很小，不存在环保遗留问题。

### 拟退役场址退役过程对环境的影响

本项目为乙级非密封放射性物质工作场所的退役，本报告针对拟退役核医学科工作场所及场所内遗留的设备和设施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、拟退役核医学科 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率和 $\beta$ 表面污染水平评价

2023年9月18日，我公司对该处拟退役场所进行了现场勘查及周围辐射环境 $X\text{-}\gamma$ 辐射剂量率和 $\beta$ 表面污染水平检测（检测报告见附件4），由检测结果可知：拟退役工作场所周围辐射环境 $\gamma$ 辐射剂量率为（118~144）nGy/h之间，未见显著异常；拟退役工作场所周围 $\beta$ 表面污染水平为（<0.07~0.32）Bq/cm<sup>2</sup>，已达到清洁解控水平（ $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ），无需进行去污处理。经监管部门批准同意后，该场所可无限制开放。

## 2、放射性废物处理处置评价

截至 2023 年 9 月 18 日现场踏勘时，本项目拟退役的核医学科场所内无放射性药物；放射性固体废物已投入废物库贮存，在达到十个半衰期（含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天），经表面污染监测合格后可作为医疗废物处理。

## 3、放射性废水处理处置评价

对衰变池放射性废水水样进行了检测，检测结果显示 1 号衰变池放射性废水总  $\alpha$  放射性活度为  $(0.055 \pm 0.017)$  Bq/L，总  $\beta$  放射性活度为  $(0.692 \pm 0.039)$  Bq/L，2 号衰变池放射性废水总  $\alpha$  放射性活度为  $<LLD(0.051)$  Bq/L，总  $\beta$  放射性活度为  $(0.680 \pm 0.042)$  Bq/L，3 号衰变池放射性废水总  $\alpha$  放射性活度为  $<LLD(0.019)$  Bq/L，总  $\beta$  放射性活度为  $1.55 \pm 0.021$  Bq/L，均满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 中综合医疗机构和其他医疗机构水污染物总  $\alpha < 1$  Bq/L、总  $\beta < 10$  Bq/L 的排放限值要求。本项目核医学科衰变池内放射性废水最晚入池时间为 2023 年 9 月 4 日，主要为核医学科的清洗用水和给药后候诊室内患者专用卫生间下水。截至 2023 年 9 月 18 日现场踏勘时，该衰变池废水储存未超过 180 天，衰变池内废水存放满 180 天后可接入医院污水处理站最终排入市政排污管网，衰变池作解控处理。

## 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：

$$H = D_r \times T \times t \times K$$

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， $\mu$  Gy/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《用于光子外照射防护的剂量转换系数》(GBZ/T144-2002)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

在计算工作人员和公众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（综合考虑医院搬迁前后内部检测记录结果及委托检测结果，取最大值为  $0.22 \mu$  Sv/h），接触时间主要依据退役过程中搬迁、检测及去污过程总共花费的时间（根据医院提供的材料，约花 5 天时间进行搬迁、检测，每天按 8 个小时计算）。因此，本

项目退役实施过程中工作人员受照射剂量最大值约为  $0.22\mu\text{Sv/h} \times 1 \times 40\text{h}/1000=0.009\text{mSv}$ ，即该项目的退役过程中对工作人员的辐射影响是很小的。综合考虑现有及既往核技术利用项目的影响后，参与本项目退役的核医学科工作人员总年个人有效剂量为  $0.009+0.66=0.669\text{mSv}$ （0.66 为参与退役的核医学科工作人员 2023 年第 2 季度个人剂量检测结果最大值），低于职业人员年剂量约束值（ $5\text{mSv/a}$ ），也低于退役工作人员剂量约束值（ $1.0\text{mSv}$ ）

拟退役核医学科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  $0.1\text{mSv}$  的限值要求，能够满足本项目剂量管理限值要求。

综上所述，本项目拟退役工作场所及场所内遗留的设备和设施、衰变池中放射性废水的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。经审管部门批准同意后，本项目拟退役工作场所可无限制开放，场所内的物品可作为普通物品继续使用或处置，衰变池中放射性废水暂存满 180 天后可作为医疗废水排入医院的污水处理系统，对周围环境影响很小。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。随着对退役后核医学科场所的改造，退役后的核医学科由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。

## 事故影响分析

根据各源项的检测结果，拟退役核医学科工作场所  $\gamma$  辐射空气比释动能率平均值已达到厂址开放的水平，拟退役工作场所地面、墙壁及场所内遗留的设备和物品  $\beta$  表面沾污已达到清洁解控水平，因此本项目在退役过程中无辐射事故发生。

表 12 辐射安全管理

### 辐射安全与环境保护管理机构的设置

无锡市人民医院已成立了专门的辐射安全防护领导小组，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确了各成员管理职责。

本项目退役工作由医院辐射安全防护领导小组统一指挥，具体搬迁及退役工作由核医学科辐射工作人员实施。核医学科辐射工作人员均已参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训并已考核合格，满足辐射工作人员的岗位要求。

### 辐射安全管理规章制度

#### 一、退役过程中辐射安全管理制度

针对本项目特点，医院已制定了较完善的退役方案，退役方案中明确了退役过程与退役工作安排；明确了退役工作的领导小组和具体实施人员；明确了退役过程中辐射工作人员应采取的辐射安全措施；明确了退役过程中应遵守的辐射安全管理制度。

本项目退役方案中具体的辐射安全管理制度如下：

领导小组：退役工作由医院辐射安全防护领导小组统一领导，统一指挥；

退役实施人员：具体的退役工作由相关设备厂家协助核医学科辐射工作人员实施完成；

辐射安全措施：辐射工作人员进入核医学科佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

辐射安全管理措施：退役工作结束前严禁无关人员进入核医学科控制区内。

医院核医学科退役过程按照退役方案来实施，退役工作领导小组按照退役方案的要求进行管理，退役过程中辐射工作人员遵守退役方案中的管理规定。

### 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要的措施，通过辐射监测得到的数据，可以分析判断和估计辐射水平，防止人员受到超剂量的照射。

#### 1、本退役项目辐射监测方案

核医学科工作场所周围环境及场所内的  $\gamma$  辐射剂量率、 $\beta$  表面污染监测：包括退役前源项调查监测、退役过程中实时监测以及退役后的终态验收监测。退役前源项调查监测与退役后的终态验收监测医院拟委托有资质单位进行，退役过程实时监测为医

院自主监测。

## 2、个人剂量监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测。参与退役放射工作人员都需配备个人剂量计，用于监测退役期间的人员受照剂量。

## 3 退役监测仪器

本项目退役期间，至少配备 2 台个人剂量报警仪、1 台放射性表面污染检测仪、1 台辐射巡检仪。

## 4、现有辐射监测开展情况

### (1) 个人剂量及职业健康体检现状

医院为本项目退役核医学科配备了 4 名辐射工作人员，每人均配备个人剂量计，每 2 年为辐射工作人员进行职业健康体检，个人剂量报告及职业健康体检报告均进行归档留存。

### (2) 核医学科现有辐射工作场所监测情况

医院已配备辐射仪器用于场所的日常监测，根据医院内部监测记录，医院于搬迁前、后分别进行了拟退役工作场所内部监测，根据内部监测记录及委托检测结果显示，本项目拟退役核医学科各监测结果无异常。

## 5、终态验收监测

退役后，医院应委托有资质的单位对场址及周围环境进行验收监测，监测内容主要包括：

### 1) $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测

通过对核医学科工作场所及周围环境剂量率进行监测，检查  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率水平是否异常。

### 2) 表面污染监测

对核医学科工作场所及设备设施表面、工作台面污染水平进行监测。

### 3) 放射性废水总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 监测

对放射衰变池废水进行总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 监测。

## 6、退役项目管理要求

根据《关于发布放射源分类办法的公告》(国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号)，乙级非密封源工作场所的安全管理参照 II 类放射源，故根据《放射性同位素与

射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关管理要求，本项目应满足以下管理要求：

1) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第三十三条“使用 I、II、III类放射源的场所和生产放射性同位素的场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役”及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第四十条“生产放射性同位素的场所、产生放射性污染的放射性同位素销售和使用场所、产生放射性污染的射线装置及其场所，终结运行后应当依法实施退役。退役完成后，有关辐射工作单位方可申请办理许可证变更或注销手续。”本项目拟退役核医学科应在实施退役前编制环境影响报告表并报送江苏省生态环境厅审查批准，未经批准，不得实施退役。

2) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十五条“退役工作完成后六十日内，依法实施退役的生产、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当向原辐射安全许可证发证机关申请退役核技术利用项目终态验收，并提交退役项目辐射环境终态监测报告或者监测表。依法实施退役的生产、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当自终态验收合格之日起二十日内，到原发证机关办理辐射安全许可证变更或者注销手续。”本项目拟退役核医学科应在实施退役后委托有资质的单位对场址及周围环境进行验收监测依法进行终态验收，并向江苏省生态环境厅提交退役项目辐射环境终态监测报告或者监测表。自终态验收合格之日起二十日内，办理辐射安全许可证变更手续。

## 辐射事故应急

本项目非密封放射性物质工作场所退役时，由医院辐射安全防护领导小组统一指挥，具体退役工作由核医学科辐射工作人员实施，拟退役场所于 2023 年 9 月停用并封闭管理，有效防止无关人员误入拟退役的核医学科，确保退役工作的安全。

医院已制定了事故应急预案，预案中明确应急救援的领导、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。

本项目拟退役核医学科工作场所已全面停止运行，通过其工作场所监测结果可知，各项监测均已达到评价标准要求，该退役场所已满足清洁解控要求，已达到无限

制开放要求。因此，本项目在退役过程中不会发生辐射事故。

## 环境保护终态监测

表 12-1 本项目执行相关法律法规的要求对照表

序号	验收内容	验收要求	依据
1	手续文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具验收监测报告应齐全。	环境保护部令 第 31 号
2	环境管理制度、应急措施	成立专门的退役领导小组，制定相应的退役方案、事故应急预案及退役监测计划，且具有可操作性。	环境保护部令 第 31 号 环境保护部令 第 18 号
3	放射工作人员管理	①参与退役的工作人员满足辐射人员健康体检要求，退役期间需进行个人剂量监测，并将资料存档管理；②管理人员和辐射工作人员需取得有效期内的辐射安全知识培训合格证。	环境保护部令 第 31 号 环境保护部令 第 18 号
4	防护用品	防护监测设备和防护用品按表 10-2 配置到位	GB18871-2002
5	辐射监测	①场所内 $\gamma$ 辐射空气比释动能率平均值水平不大于厂址开放水平 $0.1 \mu\text{Gy/h}$ ； ②工作台、设备、墙壁、地面的 $\beta$ 放射性表面放射性污染解控水平为 $0.8\text{Bq/cm}^2$ ； ③工作服、手套、工作鞋的 $\beta$ 放射性表面放射性污染解控水平为 $0.8\text{Bq/cm}^2$ ； ④工作人员手、皮肤、内衣、工作袜的 $\beta$ 放射性表面放射性污染解控水平为 $0.8\text{Bq/cm}^2$ 。	GB18871-2002
6	退役过程中物品处置	①应具有完成、清晰的废物登记、处置台账； ②达到清洁解控水平后妥善处置。	GB18871-2002
7	剂量限值	①退役辐射工作人员年有效剂量不超过 $1\text{mSv}$ ； ②公众年有效剂量不超过 $0.1\text{mSv}$ 。	GB18871-2002 及环评批复

表 13 结论与建议

## 结论

### 一、项目概况

无锡市人民医院位于市梁溪区清扬路 299 号，本项目拟退役的核医学科位于 C 区医技楼 4 楼，衰变池位于 C 区医技楼负一层。医院拟退役核医学科工作场所包括 ECT 扫描室、操作室、注射室、给药后患者候诊室、患者专用卫生间、放射性废物库、敷贴治疗室、甲状腺摄碘室等。2023 年 8 月，医院将退役场所内的 5 枚  $^{90}\text{Sr}$  放射源、1 台 ECT 设备、铅通风橱等可利用设备及设施搬迁至 K 区门急诊配套楼负一层核医学科新工作场所继续使用；C 区核医学科放射性废水于 2023 年 9 月 4 日停止排放。截至 2023 年 9 月 18 日现场踏勘，该 C 区核医学科内已无放射性同位素贮存，无放射性废气产生，有少量固体放射性废物贮存（放射性废物库内），无放射性废液贮存；场所内的门、窗、吊顶及排风系统等设施大部分未拆除，原有的办公桌椅、柜子及卫生洁具等物品大部分已处置；C 区负一层衰变池中仍有放射性废水存在。

### 二、实践正当性评价

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。因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，故本项目实施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”原则与要求。

### 三、辐射安全与防护措施评价

本项目非密封放射性物质工作场所退役时，由医院辐射安全防护领导小组统一指挥，具体退役工作由核医学科辐射工作人员实施，拟退役场所于 2023 年 9 月停用并封闭管理，有效防止无关人员误入拟退役的核医学科，辐射工作人员进入核医学科佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，确保退役工作的安全。

### 四、辐射环境影响评价

由现场检测结果可知，该核医学科工作场所周围辐射环境 $\gamma$ 辐射剂量率为（118~144）nGy/h 之间，未见显著异常；核医学科退役项目工作场所周围 $\beta$ 表面污染水平为（<0.07~0.32）Bq/cm<sup>2</sup>，已达到清洁解控水平（ $\beta \leq 0.8\text{Bq/cm}^2$ ）；医院拟退役衰变池中

放射性废水中总 $\alpha$ 放射性活度均小于1Bq/L、总 $\beta$ 放射性活度浓度均小于10Bq/L，满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中综合医疗机构和其他医疗机构水污染物总 $\alpha < 1\text{Bq/L}$ 、总 $\beta < 10\text{Bq/L}$ 的排放限值要求。本项目拟退役衰变池内废水暂存超过180天后可接入医院污水处理站最终排入市政排污管网，衰变池作解控处理。

综上所述，无锡市人民医院计划对C区医技楼4楼核医学科工作场所进行退役，本项目开展所带来的利益大于所付出的代价，符合辐射防护“实践的正当性”原则，根据源项调查和检测结果，拟退役工作场所满足相关环境保护要求，本项目退役过程中对环境和公众的辐射环境影响符合国家标准要求，场所可以达到无限制开放的退役标准，该场所的放射性废物、废水已得到妥善处理，因此本项目的开展从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

## 建议和承诺

1、项目在退役过程中，将严格按照退役实施方案执行，指派专人进行管理，做好退役过程中的辐射防护措施和辐射监测。

2、应配备必要的防护用品，加强工作人员的辐射防护意识。医院应加强管理，确保各防护用品能正常使用，并要求参与退役的放射工作人员应按照《职业性外照射个人监测规范》的要求正确佩戴个人剂量计，个人剂量检测结果建档保存。

3、妥善处理放射性物品、放射性固体废物，放射性废液，经监测合格后方可妥善处置，建立并保存完整、详细的登记、处置台账。

4、环评取得批复、退役工作完成后，医院应按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》完成环保竣工验收工作，并及时向相关部门申请《辐射安全许可证》变更工作。

5、本项目工作场所经竣工环境保护终态验收后方可对开展拆除工作。

6、接受生态环境行政主管部门的监督检查。

## 辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	医院专门成立退役搬迁领导小组，由医院现有辐射防护安全管理委员会承担	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	<p>①制定全过程监测计划对退役前、退役过程中的现场辐射水平及个人受照剂量进行监测，拟退役场址退役后对整个退役场址进行辐射监测。</p> <p>②分区管理拟退役辐射工作场所实行分区管理，控制区出入口设置门禁，限制无关人员出入，同时设置电离辐射警告标志，在退役工作人员出入控制区区域设置防护衣具、监测设备等。</p>	<p>①核医学科工作场所<math>\gamma</math>辐射空气比释动能率平均值不大于厂址开放限值<math>0.1\mu\text{Gy/h}</math>。工作台、设备、墙壁、地面的<math>\beta</math>放射性表面放射性污染低于解控水平<math>0.8\text{Bq/cm}^2</math>，工作服、手套、工作鞋的<math>\beta</math>放射性表面放射性污染低于解控水平<math>0.8\text{Bq/cm}^2</math>，工作人员手、皮肤、内衣、工作袜的<math>\beta</math>放射性表面放射性污染低于解控水平<math>0.08\text{Bq/cm}^2</math>；</p> <p>②参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本项目管理目标限值要求。</p>	
“三废”治理措施	<p>放射性废水：放射性废液均排到衰变池，衰变池内废水存放满180天后，经检测合格可作为医疗废水接入医院污水处理站最终排入市政排污管网，衰变池作解控处理。</p> <p>放射性固体：核医学科放射性固体废物已投入废物井贮存，在达到十个半衰期，经表面污染监测合格后可作为医疗废物处理。</p> <p>放射性废气：在核医学科封存和退役过程中，无放射性药物使用，不涉及放射性废气排放。</p>	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中关于放射性废液、放射性固体废物管理及处置排放要求。	
人员配备	<p>辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗。</p> <p>辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检(两次监测的时间间隔不应超过3个月)，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。</p>	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。	/

	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立放射工作人员职业健康档案。		
监测仪器和防护用品	已配备辐射巡测仪1台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	/
	已配备表面沾污仪1台。		
	已配备个人剂量报警仪2台。		
辐射安全管理制度	医院根据相关标准要求，已制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度，并拟针对本项目情况制定了退役方案	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关要求。	/
总计	/	/	

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章  
年 月 日

审批意见

经办人

公章  
年 月 日