核技术利用建设项目

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心迁建项目（辐射专项）环境影响报告表

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心

2024 年 7 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心迁建项目（辐射专项）

环境影响报告表

建设单位名称：常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：常州市天宁区劳动东路 626 号

[redacted]

[redacted]

目　录

表 1　项目基本情况 ..... - 1 -
表 2　放射源 ..... - 5 -
表 3　非密封放射性物质 ..... - 5 -
表 4　射线装置 ..... - 5 -
表 5　废弃物（重点是放射性废弃物） ..... - 7 -
表 6　评价依据 ..... - 8 -
表 7　保护目标与评价标准 ..... - 12 -
表 8　环境质量和辐射现状 ..... - 20 -
表 9　项目工程分析与源项 ..... - 25 -
表 10　辐射安全与防护 ..... - 33 -
表 11　环境影响分析 ..... - 44 -
表 12　辐射安全管理 ..... - 56 -
表 13　结论与建议 ..... - 62 -
表 14　审批 ..... - 69 -

表 1　项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="7">常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心迁建项目（辐射专项）</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心
（统一社会信用代码：12320402467286495R）</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>[redacted]</td><td>[redacted]</td><td>[redacted]</td><td>[redacted]</td><td colspan="2">[redacted]</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="7">常州市天宁区劳动东路 626 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">常州市天宁区劳动东路以南、优胜路以西（凤凰世纪广场）3 号楼 1 楼</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">常州市天宁区发展和改革局</td><td>项目编码</td><td colspan="3">2306-320402-04-05-686018</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>[redacted]</td><td>项目环保总投资（万元）</td><td>[redacted]</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td>[redacted]</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☐新建 ☐改建 ☐扩建 ☑ 其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>☐销售</td><td colspan="5">☐Ⅰ类 ☐Ⅱ类 ☐Ⅲ类 ☐Ⅳ类 ☐Ⅴ类</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="5">☐Ⅰ类（医疗使用）☐Ⅱ类 ☐Ⅲ类 ☐Ⅳ类 ☐Ⅴ类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>☑ 使用</td><td colspan="5">☑ 乙　☐丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐Ⅱ类 ☐Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">☐Ⅱ类 ☐Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="5">☐Ⅱ类 ☐Ⅲ类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

项目概述：

一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来

雕庄街道社区卫生服务中心（以下简称“医院”）位于常州市劳动东路 626 号（医院原有院区平面布局图见附图 2-2），于 2004 年由原雕庄乡卫生院转型。常州市天宁区雕庄街道办事处租用劳动东路以南、优胜路以西（DN040315）地块（凤凰世纪广场）3 号楼东侧 1-9 层，以及地下负 1、负 2 层，将其改造为雕庄街道社区卫生服务中

心。

本项目新建院区已于2023年8月23日取得常州市天宁区发展和改革局的《常州市天宁区发展和改革局关于雕庄街道社区卫生服务中心改造工程初步设计的批复》，项目编码：2306-320402-04-05-686018；于2024年5月28日取得常州市生态环境局《市生态环境局关于常州市天宁区雕庄街道办事处雕庄街道社区卫生服务中心改造工程环境影响报告表的批复》，批复文号：常天环审〔2024〕23号（见附件7）。

为了适应医院发展要求，服务患者，医院拟将原有院区计免楼（2号楼）3楼同位素室项目搬迁至劳动东路以南、优胜路以西处的新建院区（凤凰世纪广场3号楼）1楼新建核医学科内（该核医学科主要包含甲状腺^{131}I吸碘率测定、甲亢治疗两个功能）。本项目原有^{131}I治疗场所已履行环保手续（见附件7）。原有治疗场所许可的核素^{131}I的日等效最大操作量为2.22×10^{8}Bq，年用量为4.44×10^{10}Bq，迁建后核素^{131}I的日等效最大操作量、年用量不变，为乙级非密封放射性物质工作场所。在新建院内（凤凰世纪广场3号楼）1楼2间DR室新增2台DR（型号未定，最大管电压150kV，最大管电流1000mA）、1间CT室新增1台CT（型号未定，最大管电压140kV，最大管电流1000mA）；2楼1间口腔CBCT室新增1台口腔CBCT（型号未定，最大管电压120kV，最大管电流30mA）、1间牙片机室新增1台牙片机（型号未定，最大管电压80kV，最大管电流10mA）；3楼1间DR室新增1台DR（型号未定，最大管电压150kV，最大管电流1000mA）。原有院区3号楼1楼1台DR、1台全景机、1台牙片机报废，医院需按照相关要求履行报废手续。

医院为核医学科、射线装置项目各配备3名辐射工作人员，年工作250天。

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、法规和部门规章的规定，该项目需进行环境影响评价工作。受常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心的委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该单位迁建项目（辐射专项）的环境影响评价工作。依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部部令第16号），本次迁建项目（辐射专项）中^{131}I治疗项目属于“172 核技术利用建设项目”中的“乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）的”项目，确定为编制环境影响报告表；其余6台射线装置属于“172 核技术利用建设项目”中的“生产、销售、使用Ⅲ类射线装置的”，确定为

登记表。南京瑞森辐射技术有限公司通过资料调研、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，6 台Ⅲ类射线装置作为本次迁建项目（辐射专项）整体内容也一并登记。该医院迁建项目（辐射专项）情况见下表：

表 1-1 常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心迁建项目（辐射专项）情况一览表

非密封放射性物质								
序号	工作场所等级	核素名称	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	工作场所名称	使用情况	环评及审批情况	备注
1	乙级	^{131}I	8.88×10^{4}	1.776×10^{7}	3 号楼（凤凰世纪广场）1 楼新建核医学科	搬迁	本次环评	吸碘率
2		^{131}I	2.22×10^{8}	4.44×10^{10}			本次环评	甲亢治疗

射线装置								
序号	名称	型号	数量	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	射线装置类别	工作场所名称	使用情况
1	DR	未定	2	150	1000	Ⅲ类	凤凰世纪广场 3 号楼 1 楼	拟购
2	CT		1	140	1000	Ⅲ类		
3	口腔 CBCT		1	120	30	Ⅲ类	凤凰世纪广场 3 号楼 2 楼	
4	牙片机		1	80	10	Ⅲ类		
5	DR		1	150	1000	Ⅲ类	凤凰世纪广场 3 号楼 3 楼	

二、项目选址情况

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心租用常州市天宁区劳动东路以南、优胜路以西（凤凰世纪广场）3 号楼东侧部分改造为雕庄街道社区卫生服务中心，由于建设单位院区建筑非正南北方向布局，为简化描述，报告中涉及方位均以劳动东路为正东西走向进行描述，3 号楼（凤凰世纪广场）东侧部分为地上 9 层、地下 2 层建筑，3 号楼（凤凰世纪广场）东侧为优胜路，南侧为市区河道，西侧为 2 号楼（酒店办公楼），北侧为劳动东路。本项目地理位置示意见附图 1，常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心平面布置和周围环境示意图见附图 2-1。

本项目核医学科位于新建院区 1 楼，其东侧、北侧为室外，南侧为拟建等候区、护士站，西侧为楼梯，上方为针灸室，下方为电信机房、配电间、补风机房。

本项目射线机房的周围环境情况见表 1-2。

表 1-2 射线装置机房周围情况一览表

机房名称	机房东侧	机房南侧	机房西侧	机房北侧	机房上方	机房下方

CT 室	候诊区	DR1 室	控制廊	DR2 室	专家诊室、走道	停车场
DR1 室	候诊区	MRI 室	控制廊	CT 室	采光天井	停车场
DR2 室	候诊区	CT 室	控制廊	办公室	专家诊室	柴油发电机房
DR3 室	候诊区	控制室	过道	过道	临空	观察室
口腔 CBCT 室	室外临空	控制室	牙片室和候诊区	准备间	屋面	抢救室
牙片室	口腔 CBCT 室	控制室	候诊区	口腔 CBCT 室	屋面	抢救室

本项目核医学工作场周围 50m 评价范围除东侧至优胜路、南侧至劳动东路外，其余方向均位于医院内部。项目运行后的环境保护目标主要为核医学辐射工作人员、评价范围内其他医务人员、病患及其陪同家属和优胜路、劳动东路部分行人等。

三、原有核技术利用项目许可情况

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心现持有常州市生态环境局颁发的辐射安全许可证（见附件 5），证书编号：苏环辐证〔D0031〕，有效期至 2026 年 10 月 7 日，许可种类和范围为：使用Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。医院原有核技术利用项目均已履行环保手续见附件 4。

四、实践正当性分析

本项目的运行，可为病人提供多种治疗服务，并可提高当地医疗卫生水平，具有良好的社会效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”原则。

五、“三线一单”相符性分析

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《关于加强生态保护红线管理的通知》（自然资发〔2022〕142 号）、《生态环境分区管控管理暂行规定》（环环评〔2024〕41 号）和《江苏省关于加强生态红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880 号）要求，经向江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于江苏常州天宁经济开发区重点管控单元（编码：ZH32040223005）内，不在常州市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。本项目为核技术利用项目满足重点管控单元管控要求（详见附件 8，江苏省生态环境分区管控综合查询报告书）。

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
1	^{131}I	液态/中毒	使用	8.88×10^{5}	8.88×10^{4}	1.776×10^{7}	吸碘率	简单操作	3 号楼（凤凰世纪广场）1 楼新建核医学科	按需订购，不贮存，当天使用
2	^{131}I	液态/中毒	使用	2.22×10^{9}	2.22×10^{8}	4.44×10^{10}	甲亢治疗	简单操作		
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
1	DR	Ⅲ类	2	未定	150	1000	放射诊断	3 号楼（凤凰世纪广场）1 楼	/
2	CT	Ⅲ类	1	未定	140	1000			/
3	口腔 CBCT	Ⅲ类	1	未定	120	30		3 号楼（凤凰世纪广场）2 楼	/
4	牙片机	Ⅲ类	1	未定	80	10			/
5	DR	Ⅲ类	1	未定	150	1000		3 号楼（凤凰世纪广场）3 楼	/

（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	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
含放射性核素的放射性废水	液体	^{131}I	/	约 1.1m^3	约 13m^3	/	流入衰变池中	在衰变池中暂存超过 180 天后，进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网
含有液态放射性药物操作时挥发的微量气溶胶	气体	^{131}I	/	微量	微量	微量	不暂存	在手套箱中操作，经手套箱管道内及屋顶排放口活性炭装置过滤后排放
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	/	微量	微量	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧在常温条件下约 50 分钟可自然分解为氧气
废活性炭	固体	^{131}I	/	少量	少量	/	更换后暂存在废物库	暂存时间超过 180 天，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^2、β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的，作为医疗废物统一交由有资质的单位处理
西林瓶、擦拭废纸及患者使用的一次性杯子等放射性固废	固体	^{131}I	/	约 0.2kg	约 2.4kg	/	暂存在废物库	

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^3；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^3）和活度（Bq）。

表 6　评价依据

法规文件	（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； （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； （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； （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； （5）《建设项目环境保护管理条例》（2017年修订版），中华人民共和国国务院令第682号，2017年10月1日发布施行； （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； （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； （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； （9）《放射性废物安全管理条例》，中华人民共和国国务院令 第612号，2012年3月1日起施行； （10）《关于发布〈放射性废物分类〉的公告》，环境保护部、工业和信息化部、国防科工局公告 2017年公告第65号公布，自2018年1月1日起施行； （11）《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第2号公告，2018年5月1日起实施； （12）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环办辐射函[2016]430号，2016年3月7日起施行； （13）《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部公告 2019年 第38号，2019年10月25日发布； （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25日发布； （15）《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； （16）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部部令 第9号，2019年11月1日起施行； （17）《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日发布； （18）《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142号，2022年8月16日发布； （19）《江苏省关于加强生态红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880号），2023年10月10日发布； （20）《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； （21）《产业结构调整指导目录（2024年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第7号，2024年2月1日起施行； （22）《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； （23）《江苏省国土空间规划（2021—2035年）》，国函〔2023〕69号，2023年7月25日； （24）《关于核医学标准相关条款咨询的复函》，辐射函[2023]20号，2023年9月13日发布； （25）《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日起施行。 （26）《生态环境分区管控管理暂行规定》，环环评〔2024〕41号，生态环境部2024年7月8日发布，自公布之日起施行。
技术标准	（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （2）《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）； （3）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021） （4）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

	（5）《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）； （6）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （7）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （8）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）； （9）《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）； （10）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； （11）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）。
其他	**附图：** （1）常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心迁建项目（辐射专项）地理位置示意图； （2）常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心平面布置和周围环境示意图； （3）常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心 3 号楼（凤凰世纪广场）1 楼平面布局示意图； （4）常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心 3 号楼（凤凰世纪广场）负 1 楼平面布局示意图； （5）常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心 3 号楼（凤凰世纪广场）2 楼平面布局示意图； （6）常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心 3 号楼（凤凰世纪广场）3 楼平面布局示意图； （7）常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心 3 号楼（凤凰世纪广场）4 楼平面布局示意图； （8）本项目核医学科通风管道布设示意图； （9）本项目核医学科放射性废水管道布设示意图。 **附件：** （1）项目委托书； （2）非密封放射性物质、射线装置使用承诺书； （3）本项目硫酸钡施工做法； （4）医院现有核技术利用项目情况一览表；

	（5）辐射安全许可证及副本复印件； （6）辐射环境现状监测报告与检测机构资质认定证书； （7）原有核素的环评、批复、验收及一般项目立项、批复文件； （8）江苏省生态环境分区管控综合查询报告书。

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为本次迁建项目（辐射专项）工作场所实体屏蔽墙体边界外周围 50m 范围内区域，本项目核医学科评价范围详见附图 2。

保护目标

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《关于加强生态保护红线管理的通知》（自然资发〔2022〕142 号）、《生态环境分区管控管理暂行规定》（环环评〔2024〕41 号）和《江苏省关于加强生态红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880 号）要求，经向江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于江苏常州天宁经济开发区重点管控单元（编码：ZH32040223005）内，不在常州市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。本项目为核技术利用项目满足重点管控单元管控要求。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。

本项目主要考虑核医学科运行时可能对周围环境产生的辐射影响。项目周围 50m 评价范围东侧至优胜路（约 10m），北侧至劳动东路（约 10m），其余方向均位于医院内部。项目运行后的环境保护目标主要为核医学辐射工作人员、评价范围内其他医务人员、病患及其陪同家属和优胜路、劳动东路部分行人等。详见表 7-1。

表 7-1 常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心迁建项目（辐射专项）保护目标一览表

保护对象类型	场所	方位/位置	距本项目最近距离	人员规模	环境保护要求
辐射工作人员	核医学科	内部	/	3 人	5mSv/a

评价范围内公众	3 号楼（凤凰世纪广场）	四周、楼上及楼下	0~50m	约 500 人	0.1mSv/a
	优胜路	东侧	约 10m	流动人员	
	劳动东路	北侧	约 10m	流动人员	

评价标准

一、《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，lmSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 lmSv，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～0.3 mSv/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	$>4\times10^9$
乙	2×10^7～4×10^9
丙	豁免活度值以上～2×10^7

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。

表 B11 工作场所放射性表面污染控制水平　单位：Bq/cm^2

表面类型	α 放射性物质（Bq/cm^2）	β 放射性物质

		极毒性	其他	（Bq/cm^2）
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4	4×10	4×10
	监督区	4×10^{-1}	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}

二、《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）：

三、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）：

5.1 选址

5.1.1 核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中于无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。

5.1.2 核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。

5.1.3 核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。

5.2 布局

5.2.1 核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局，控制区应相对集中，高活室集中在一端，防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围，限制给药后患者的活动空间。

5.2.2 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。

5.2.3 核医学工作场所宜采取合适的措施，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲区，为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间。

6.1 屏蔽要求

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10μSv/h。

6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25μSv/h。

6.2 场所安全措施要求

6.2.1 核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。

6.2.2 操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其他患者和医护人员的照射。

6.2.3 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。

6.2.4 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。

6.3 密闭和通风要求

6.3.1 核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。

6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。

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^2、β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 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。

7.3.3.2 对于推流式衰变池贮存方式，所含核素半衰期大于 24 小时的，每年应对衰变池中的放射性废液进行监测，碘-131 和最长半衰期核素的放射性活度浓度应满足 GB 18871 附录 A 表 A1 的要求。

7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

8.2 工作场所监测

8.2.2 核医学工作场所辐射监测点位、内容和频次应包括但不限于表 1 的内容。

表 1 核医学工作场所辐射监测关注点位

监测内容	监测点位	监测频次
辐射水平	控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位和存有放射性物质的装置/设备的表面	不少于 1 次/月
表面放射性污染	放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面，给药后患者候诊室，核素治疗场所的设施、墙壁和地面等，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。	每次工作结束（出现放射性药物洒落应及时进行监测）

四、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）

五、《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20 号）：

二、关于控制区剂量率

《核医学辐射防护与安全要求》(H1188-2021）第 6.1.5 节规定，距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10μSv/h。本条规定的具体含义为：

1.控制区内工作人员经常性停留的场所(人员居留因子≥1/2），周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h。

2.控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所(人员居留因子<1/2)，如给药/注射室防护门外、给药后患者候诊室防护门外、核素治疗住院病房防护门外以及核医学科患者走廊等位置，周围剂量当量率应小于 10μSv/h。

六、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

6.1.4 移动式 X 射线机（不含床旁摄影机和急救车配备设备）在使用时，机房应满足相应布局要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机房类型	机房内最小有效使用面积 [d] m^2	机房内最小单边长度 [e] m
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
单管头 X 射线设备 [b]（含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5
牙科全景机、局部骨密度仪、口腔 CBCT 坐位扫描/站位扫描	3	2.0
口内牙片机	3	1.5

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
标称 125kV 以上的摄影机房	3.0	2.0
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0
口腔 CBCT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2.0	1.0
透视机房、骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房（无头颅摄影）、碎石机房、模拟定位机房、乳腺摄影机房、乳腺 CBCT 机房	1.0	1.0
CT 机房（不含头颅移动 CT）CT 模拟定位机房	2.5	

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a）具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

b）CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；

c）具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv；

d）车载式诊断 X 射线设备工作时，应在车辆周围 3m 设立临时控制区，控制区边界的周围剂量当量率应符合 6.3.1 中 a）～c）的要求。

6.4 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.4.11 车载式诊断 X 射线设备工作场所的选择应充分考虑周围人员的驻留条件，X 射线有用线束应避开人员停留和流动的路线。

6.4.12 车载式诊断 X 射线设备的临时控制区边界上应设立清晰可见的警告标志牌（例如：“禁止进入 X 射线区”）和电离辐射警告标志。临时控制区内不应有无关人员驻留。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.2 车载式诊断 X 射线设备机房个人防护用品和辅助防护设施配置要求按照其安装的设备类型参照表 4 执行。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

6.5.6 对于移动式 X 射线设备使用频繁的场所（如：重症监护、危重病人救治、骨科复位等场所），应配备足够数量的移动铅防护屏风。

七、辐射环境评价标准

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20 号）的标准要求及本项目实际情况确定：

（一）剂量约束值

职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a，公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a；

（二）辐射剂量率控制水平

核医学科工作场所控制区内工作人员经常性停留的场所(人员居留因子≥1/2)，周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h。控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所(人员居留因子<1/2)，如服药室、分装室防护门外以及核医学科患者走廊等位置，周围剂量当量率应小于 10μSv/h；放射性药物分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25μSv/h。

（三）放射性废水排放要求

对于推流式衰变池贮存方式，所含核素半衰期大于 24 小时的，每年应对衰变池中的放射性废液进行监测，含碘-131 放射性废水放射性活度浓度应满足 1E+02Bq/g 的要求。

八、参考资料：

（一）《辐射防护导论》，方杰主编。

（二）《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。

江苏省环境天然γ辐射（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	原野剂量率	道路剂量率	室内剂量率
测值范围	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

注：*测量值已扣除宇宙射线响应值，评价时采用“测值范围”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

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心租用常州市天宁区劳动东路以南、优胜路以西（凤凰世纪广场）3 号楼东侧部分改造为雕庄街道社区卫生服务中心，3 号楼（凤凰世纪广场）东侧部分为地上 9 层、地下 2 层建筑，3 号楼（凤凰世纪广场）东侧为优胜路，南侧为市区河道，西侧为 2 号楼（酒店办公楼），北侧为劳动东路。

本项目核医学科位于新建院区 1 楼，其东侧、北侧为室外，南侧为拟建等候区、护士站，西侧为楼梯，上方为针灸室，下方为电信机房、配电间、补风机房。

本项目射线机房的周围环境情况见表 8-1。

表 8-1 射线装置机房周围情况一览表

机房名称	机房东侧	机房南侧	机房西侧	机房北侧	机房上方	机房下方
CT 室	候诊区	DR1 室	控制廊	DR2 室	专家诊室、走道	停车场
DR1 室	候诊区	MRI 室	控制廊	CT 室	采光天井	停车场
DR2 室	候诊区	CT 室	控制廊	办公室	专家诊室	柴油发电机房
DR3 室	候诊区	控制室	过道	过道	临空	观察室
口腔 CBCT 室	室外临空	控制室	牙片室和候诊区	准备间	屋面	抢救室
牙片室	口腔 CBCT 室	控制室	候诊区	口腔 CBCT 室	屋面	抢救室

本项目核医学工作场周围 50m 评价范围除东侧至优胜路、南侧至劳动东路外，其余方向均位于医院内部。项目运行后的环境保护目标主要为核医学辐射工作人员、评价范围内其他医务人员、病患及其陪同家属和优胜路、劳动东路部分行人等。

本项目核医学工作场所周围环境见图 8-1~图 8-6。



图 8-1 核医学场所拟建址东侧（室外）



图 8-2 本项目核医学场所拟建址

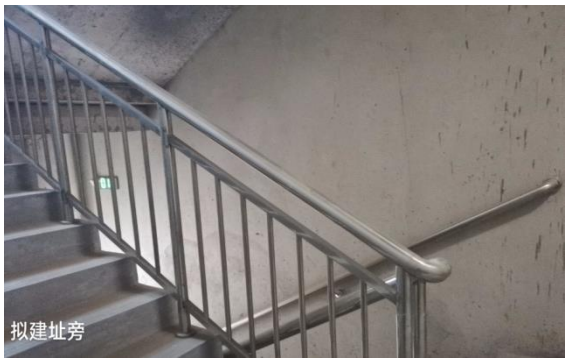


图 8-3 核医学场所拟建址西侧（楼梯）



图 8-4 核医学场所拟建址北侧（室外）



图 8-5 核医学场所拟建址楼上（拟建诊室）



图 8-6 核医学场所拟建址楼下（拟建设备机房）

二、辐射环境现状调查

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《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（$E_{\beta max}$＞0.15MeV）和 α 发射体》（GB 14056.1-2008）相关方法和要求，在进行环境现场调查时，于医院迁建项目（辐射专项）拟建址周围进行布点，测量辐射现状剂量率，监测结果见表 8-2~表 8-3，监测点位示意图见图 8-7。

监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2024 年 2 月 27 日

监测因子：γ 辐射剂量率、β 表面污染水平

天气：阴

温度：8℃

湿度：48%RH

监测布点：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《表面污染测定 第 1 部分：β 发射体（$E_{\beta max}$＞0.15MeV）和 α 发射体》（GB 14056.1-2008）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检验检测机构资质认定（证书编号：221020340350，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）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。γ 辐射剂量率检测时，保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20Sv/Gy。β 表面污染检测时，探测器窗距被测表面约 10mm，每个点位读取 6 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。

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校准或检验，监测报告实行三级审核。

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

（一）γ 辐射剂量率

检测仪器：6150 AD 6/H+6150 AD-b/H 型 X-γ 辐射监测仪（设备编号：NJRS-126，检定有效期：2023 年 10 月 30 日～2024 年 10 月 29 日，检定单位：江苏省计量科学研究院，检定证书编号：Y2023-0173796）

能量响应：20keV～7MeV

测量范围：1nSv/h～99.9μSv/h

表 8-2 本项目拟建址周围现状辐射剂量率

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]		[redacted]
[redacted]		[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

注：测量数据已扣宇宙射线响应值（30 nGy/h）。环境γ辐射剂量率测量测量结果按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中公式$D_y = k_1 \times k_2 \times R_y - k_3 \times D_c$计算，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；$k_3$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。

由表 8-1 监测结果可知，常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心迁建项目（辐射专项）拟建址及其周围室内（1#~3#、5#~6#、8#~9#）环境γ辐射剂量率在 61nGy/h～74nGy/h 之间，属江苏省建筑物室内γ辐射（空气吸收）剂量率本底水平 50.7nGy/h～129.4nGy/h；室外道路（4#、7#、10#~12#）环境天然γ辐射剂量率在 50nGy/h～98nGy/h 之间，属江苏省道路γ辐射（空气吸收）剂量率本底水平 18.1nGy/h～102.3nGy/h，均在江苏省室内及室外γ辐射（空气吸收）剂量率水平范围内。

（二）β表面污染水平

检测仪器：CoMo 170 型 α、β 表面污染测量仪（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 本项目拟建址周围 β 表面污染水平

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]		[redacted]
[redacted]		[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

注：β 表面放射性污染水平仪器探测下限（LLD）为 0.06Bq/cm^2。

由表 8-2 监测结果可知，常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心迁建项目（辐射专项）拟建址及其周围环境 β 表面污染水平均小于仪器探测下限。

图 8-7 本项目核医学科拟建址周围 γ 辐射剂量率及 β 表面污染水平监测点位示意图

表 9　项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

• 核医学科项目

一、工程设备

医院拟将原有院区计免楼 3 楼同位素室项目搬迁至劳动东路以南、优胜路以西处的新建院区（凤凰世纪广场 3 号楼）1 楼新建核医学科内（该核医学科主要包含甲状腺 ^{131}I 吸碘率测定、甲亢治疗两个功能），为乙级非密封放射性物质工作场所。

本项目核医学科使用放射性同位素情况见表 9-1。

表 9-1 本项目核素用量情况一览表

非密封放射性物质			
^{131}I	日最大用量	单次使用最大量 4μCi×日最高峰 6 人=8.88×10^{5}Bq	吸碘率
	年总用量	单次使用最大量 4μCi×年最大门诊量 120 人=1.776×10^{7}Bq	
^{131}I	日最大用量	单次使用最大量 10mCi×日最高峰 6 人=2.22×10^{9}Bq	甲亢治疗
	年总用量	单次使用最大量 10mCi×年最大门诊量 120 人=4.44×10^{10}Bq	

根据医院提供的预估工况分别核算其放射性核素日最大操作量和年总用量。根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“表 A.1 核医学常用放射性核素毒性组别修正因子”和“表 A.2 核医学常见放射性核素状态与操作放射修正因子”，根据核素的日最大操作量，经过毒性组别及操作方式的双重修正，得到新增非密封放射性物质工作场所的日等效操作量，并判断其工作场所等级。

表 A.1 核医学常用放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	常用核素名称	毒性组别修正因子
高毒	^{90}Sr	1
中毒	^{22}Na、^{32}P、^{63}Ni、^{67}Ga、^{90}Y、^{99}Mo、^{111}In、^{125}I、^{131}I、^{153}Sm	0.1
低毒	^{3}H、^{11}C、^{11}CO、$^{11}CO_2$、^{14}CO、$^{14}CO_2$、^{18}F、^{51}Cr、^{99m}Tc、^{111m}In、^{123}I、^{133}Xe、^{201}Tl	0.01

表 A.2 核医学常见放射性核素状态与操作放射修正因子

活动类型	核素及状态	操作方式界定	操作方式修正因子
发生器淋洗	母体（液态）	贮存	100

	子体（液态）	简单操作	1
医疗机构使用	^{18}F、^{99m}Tc（液态）	很简单操作	10
	^{125}I 籽源（固态）	很简单操作	100
放射性药品生产	分装、标记（液态）	简单操作	1
	分装、标记（固体）	简单操作	10
核素治疗	^{131}I（液态）	简单操作	1

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心核医学科所使用的放射性核素日等效最大操作量核算见表 9-2。

表 9-2 本项目核医学科使用的放射性核素日等效最大操作量核算

核素	物理状态/毒性组别	操作方式	日等效最大操作量（Bq）
^{131}I（吸碘率）	液态/中毒	简单操作	日最大操作量（8.88×10^{5}Bq）×0.1（中毒）/1（液态/简单操作）=8.88×10^{4}Bq
^{131}I（甲亢）	液态/中毒	简单操作	日最大操作量（2.22×10^{9}Bq）×0.1（中毒）/1（液态/简单操作）=2.22×10^{8}Bq
合计			2.22×10^{8}Bq

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）非密封源工作场所的分级原则，结合表 9-2 计算结果可知本项目核医学工作场所日等效最大操作量为 2.22×10^{8}Bq，属于“2×10^{7}～4×10^{9}”Bq，确定本次迁建的工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所。

二、工作原理及工作流程

（一）工作原理

1、甲状腺 ^{131}I 吸碘率

甲状腺吸 ^{131}I 功能试验是了解甲状腺碘代谢的常用方法。甲状腺具有摄取和浓聚碘的能力，碘参与甲状腺激素合成、分泌的全过程。在空腹条件下，口服放射性 ^{131}I 后，经胃肠吸收并随血流进入甲状腺，并迅速被甲状腺滤泡上皮细胞摄取，其摄取的量与速度与甲状腺的功能密切相关。因此，利用甲状腺功能测定仪获得不同时间的甲状腺摄碘率，以此来评价甲状腺的功能状态。

2、甲亢治疗

甲状腺具有高度选择性摄取 ^{131}I 的能力，功能亢进的甲状腺组织摄取量将更多，

可高达血浆的几百倍，且在甲状腺内停留的时间较长，生物半衰期可达 3.5~5.5 天。在患者服用 ^{131}I 后，90%以上的 ^{131}I 都会聚集到患者的甲状腺，其余的 ^{131}I 随代谢排出体外。^{131}I 衰变为 ^{131}Xe 时放射出 95%的 β 射线，该射线能量低，在甲状腺内的平均射程仅有 0.5mm，一般不会造成甲状腺周围组织例如甲状旁腺、喉返神经等的辐射损伤。因此，^{131}I 治疗可使部分甲状腺组织受到 β 射线的集中照射，使部分甲状腺细胞发炎症、萎缩、直至功能丧失，从而减少甲状腺激素的分泌，使亢进的功能恢复正常，达到治疗的目的。

（二）工作流程及产污环节

1、甲状腺 ^{131}I 吸碘率

医院根据与病人预约情况提前向药物供货商订购放射性同位素 ^{131}I，由药物供货商负责将药物运输至分装室，医生通知患者到甲测室，将药物按照病人所需量分装后直接给每个病人口服。该院预计甲状腺吸碘功能测定病例每天最多 6 例，预计每名患者所使用 ^{131}I 的活度不超过 $1.48\times10^{5}Bq$（4μCi），患者用药后进行一定时间的观察，如无异常情况，即可离开医院。吸碘率工作流程及产污环节分析见图 9-1。

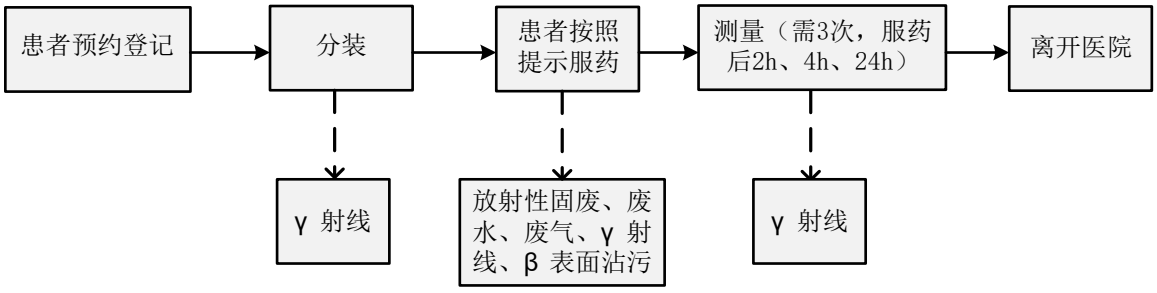


图 9-1 甲状腺 ^{131}I 吸碘率测定流程图

2、甲亢治疗

医生通知患者到服药室，将药物按照病人所需量分装后直接给每个病人口服。甲亢治疗病人单次使用的 ^{131}I 给药量最大为 10mCi。本项目甲亢治疗患者日就诊量最大为 6 人，年就诊量最大为 120 人。病人服药后在留观室进行留观（每次最多 3 人留观），若无不良反应，即可离开医院。治疗期间由于患者相对集中，医院必须采取分批预约、分批服药的方式，严格按要求控制服药室及留观室内患者的数量，减少对患者与对外环境的辐射影响。甲亢治疗项目工作流程及产污环节分析见图 9-2。

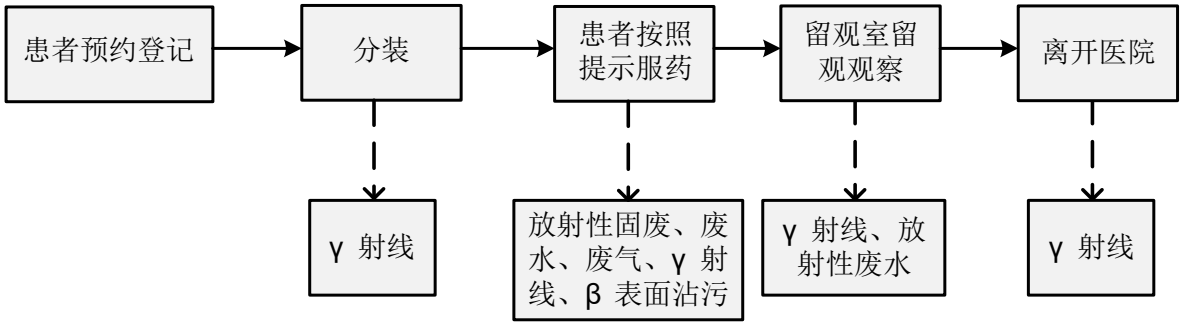


图 9-2 甲亢治疗项目工作流程及产污环节分析示意图

（三）工作场所路线规划

本次迁建核医学科工作场所控制区和监督区内患者及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，能够有效防止交叉污染，避免工作人员、公众受到不必要的外照射。核医学科工作场所区域划分及患者、医护人员流动路线见图 9-3。

图 9-3 本项目核医学场所人流、物流路线图

医护人员路径：核医学科核素操作人员从核医学场所南侧入口进入核医学科，通过缓冲区向北进入分装室，工作完成后原路返回。

患者路径：患者从3号楼（凤凰世纪广场）南侧候诊区进入核医学科，吸碘率患者通过核医学患者通道进入甲测室，检查完从甲测室南侧门离开，甲亢患者通过核医学患者通道进入服药室，留观室留观，辐射工作人员对患者监测表面污染，合格后为患者刷门禁后从北侧出口离开核医学科场所。

放射性药物路径：^{131}I 放射性药物由厂商在患者受检前，从核医学场所北侧出入口，向南通过留观室到达核医学科分装室内，铅罐原路返回。

废物路径：每日核医学科项目患者离开后，产生的放射性废物从各房间收集后集中到废物库中，在废物库中的铅桶内自然衰变180天后，从核医学场所北侧出入口送出（错峰送出）。

按照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中相关要求：核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。服用放射性药物后患者与服用放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷；核医学工作场所宜采取合适的措施，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲区，为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间；操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测。

本次核医学科项目相关配套布局能够保证各项工作程序沿着相关房间开展，减少了人员的流动性，有助于实施工作程序；医护人员与患者有各自独立的通道；分装室与服药室、甲测室分开，核医学场所内设置有患者专用卫生间。医院拟采取向患者发放告知单及叫号等措施，避免患者在核医学科工作场所内的随意走动，减少患者间的交叉而受到额外的辐射影响。工作人员离开工作室前洗手和做表面污染监测，如其污染水平超过规定限值，应采取去污措施。从控制区取出任何物件都应进行表面污染水平监测，以保证超过规定限值的物件不携出控制区。本项目乙级非密封放射性物质工作场所布局满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全

要求》（HJ 1188-2021）中关于临床核医学工作场所的要求。

• DR、CT、口腔 CBCT、牙片机项目

一、工程设备

医院拟在 3 号楼（凤凰世纪广场）1 楼 2 间 DR 室新增 2 台 DR（型号未定，最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA）、1 间 CT 室新增 1 台 CT（型号未定，最大管电压 140kV，最大管电流 1000mA）、2 楼 1 间口腔 CBCT 室新增 1 台口腔 CBCT（型号未定，最大管电压 120kV，最大管电流 30mA）、1 间牙片机室新增 1 台牙片机（型号未定，最大管电压 80kV，最大管电流 10mA）；3 楼 1 间 DR 室新增 1 台 DR（型号未定，最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA）。

二、工作原理及工作流程

（一）工作原理

医用 X 射线诊断设备主要由 X 射线发生装置、X 射线成像装置和附属装置组成。X 射线发生装置将电子加速到很高的速度并轰击靶极从而产生 X 射线，由于人体身体各部分组成物质的不同，X 射线在人体身体各部分的穿透能力也有差别，因此在 X 射线成像装置上呈现出不同的影像，医生凭借 X 射线影像作出相应的诊断。

（二）工作流程及产污环节

操作人员根据受检者临床症状需要，确定受检者所需放射影像摄片或扫描的部位和范围。设备操作人员按照医师的要求结合受检者具体情况选择放射诊断时的机器条件，帮受检者摆好体位，利用定位标志，确定受照部位为所需诊断部位，布置好受检者防护用品，核对放射诊断申请单，按照临床要求对受检者进行放射影像摄片。

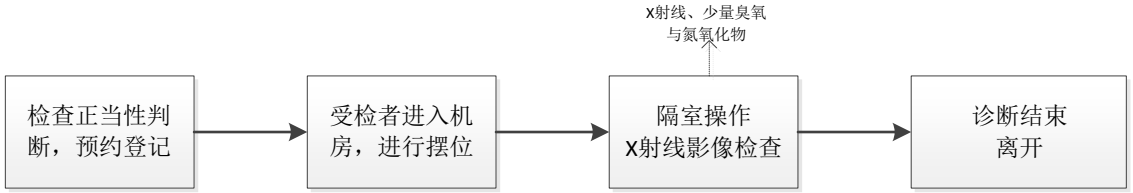


图 9-4 工作流程图

污染源项描述

一、放射性污染

（一）辐射

^{131}I 衰变一共分为两步，第一步是 β^-衰变，释放 606.3keV 的 β 射线，生成 ^{131}Xe

中间状态，第二步是γ衰变，释放364.489keV的γ射线最终转变成稳定的^{131}Xe。在应用过程中产生的辐射主要来自于放射性药物在衰变过程中产生的β射线和γ射线。在放射性药物质控和分装等操作中，辐射工作人员、患者会处于该辐射场中，受到来自放射性药物的内照射及外照射。

口服^{131}I放射性药物后的患者，其身体就成为了辐射源。此外患者的分泌物、呕吐物、排泄物等均具有放射性，会对其周围的辐射工作人员、相关公众及周围环境造成辐射危害。

本项目核医学科拟使用的放射性核素种类及其特性见表9-3。

表9-3 放射性核素特性一览表

核素名称	半衰期	衰变模式	α/β最大能量（MeV）	光子能量（MeV）	周围剂量率当量率常数（裸源）①（μSv·m²/MBq h）
^{131}I	8.02d	β^-	0.602	0.284、0.365、0.637	0.0595

注：①该数据来源于《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）。

（二）放射性废气

^{131}I放射性核素在操作过程中，由于空气的流动而“挥发”出的微量放射性废气，被医务人员或公众吸入体内造成的内照射影响。本项目核素操作均在手套箱中进行，手套箱内保持负压且设有排风系统(通风速率不少于0.5m/s,排放口高于本建筑屋脊)，开放液面挥发散逸的放射性同位素经通风系统内活性炭过滤后，从手套箱的通风管道直接抽出，由屋顶排放；整个核医学科工作场所拟设置新风系统，保证工作场所内空气循环。

（三）放射性废水

体内含有放射性核素的患者排泄物等和工作场所清洗废水等。本次开展^{131}I治疗项目每天至多6人，放射性废水产生量按8L/人次计算，工作场所每天的清洗废水约为100L，则放射性废水排放量为148L/d（8L/人×6人/d+100L/d）。

（四）放射性固体废物

^{131}I放射性核素操作过程中产生的如西林瓶、滤纸及患者使用的一次性杯子等带微量放射性核素的医疗固体废弃物，通风管道内更换下来的废活性炭，污染途径为操作过程中及收集固废过程中和贮存衰变时对医务人员产生的外照射。^{131}I项目日接诊量最大为6人次，放射性固体废物产生量按0.02kg/人次计算，则放射性固体废物产生量为0.12kg/年（0.02kg/人×6人/d）。

二、非放射性污染

（一）废气

核医学场所内的空气在γ射线作用下，DR、CT、口腔CBCT、牙片机在X射线作用下，分解产生少量的臭氧、氮氧化物等气体。

（二）废水

主要是工作人员产生的生活污水。

（三）固体废物

主要是工作人员产生的生活垃圾。

表 10　辐射安全与防护

项目安全措施

• 核医学科

一、工作场所布局及分区

（一）工作场所布局合理性

本项目核医学工作场所东侧、北侧为室外，南侧为拟建等候区、护士站，西侧为楼梯，上方为诊室，下方为电信机房、配电间、补风机房。

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心本次迁建项目（辐射专项）拟将分装室、废物库、留观室、服药室、核医学患者通道北段部分及衰变池等作为辐射防护控制区，将甲测室、缓冲区、核医学患者通道南段部分作为辐射防护监督区。本项目核医学科平面布局及辐射防护分区见图 10-1 与图 10-4 的衰变池平面图。

图 10-1 本项目核医学场所辐射分区示意图

本项目核医学工作场所位于3号楼（凤凰世纪广场）1楼，整个工作场所相对独立，与其他科室有明显的界限。拟迁建的核医学科项目人流及物流具有相对的独立通道，且出入口避开了人流量较大的区域，避免了对公众不必要的照射。

本项目辐射工作场所符合工作要求且有利于辐射防护和环境保护进行布局，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人流活动区；在设计阶段，辐射工作场所进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性，从辐射安全和防护角度分析，其总平面布局合理，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的标准要求。

关于控制区与监督区的防护手段与安全措施，建设单位应做到：

1、控制区的防护手段与安全措施：

（1）核医学工作场所进、出口防护门外、服药室、留观室、分装室、废物库防护门外及其他适当位置处设立醒目的“当心电离辐射”警告标志。“当心电离辐射”警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录F要求，如图10-2所示。



a.电离辐射标志　　b.电离辐射警告标志

图10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

（2）制定辐射防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

（3）运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；

（4）在缓冲区备有个人防护用品、工作服、污染监测仪和被污染防护衣具的贮存柜；

（5）定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安

全措施或该区的边界。

2、监督区防护手段与安全措施

（1）以黄线警示监督区的边界；

（2）在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

（3）定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

（二）场所安全措施要求

根据 HJ1188-2021 的要求，本项目核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽。

二、辐射防护屏蔽设计

根据医院提供的迁建项目设计资料，该核医学科工作场所屏蔽设计如表 10-1：

表 10-1 本项目工作场所屏蔽设计一览表

[redacted]	[redacted]			
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]			
[redacted]	[redacted]			

注：1、铅密度为 11.3g/cm^3，混凝土密度为 2.35g/cm^3。

2、硫酸钡施工做法见附件 3，本项目控制区顶面的硫酸钡铺设于医院 2 楼相应房间的地板上。

三、辐射安全措施

（一）电离辐射警告标志

医院拟将本项目核医学科工作场所划分为控制区和监督区，在控制区入口处拟设置有符合规范的电离辐射警告标志，监督区入口处拟设置标明监督区的标志。

（三）对控制区内带药患者的监督管理

医院拟做好本项目控制区的监督管理工作，防止无关人员入内；拟在控制区出入口设置单向门禁系统，实现“入口只进不出，出口只出不进”的单向路线；加强对控制区内服药患者的监督管理，避免其给药后随意走动；同时应告知检查完成后患者离开路线，防止其对公众造成不必要照射。

（四）核医学科工作场所安全防护措施管理规定

医院拟将分装室、废物库、留观室、服药室、核医学患者通道北段部分及衰变池等作为辐射防护控制区，将甲测室、缓冲区、核医学患者通道南段部分作为辐射防护监督区。

医院拟在缓冲区内配备表面污染监测仪和去污洗消设施，以便及时监测离开分装室的人员表面污染和及时进行去污洗消；工作人员离开控制区前洗手和做表面污染监测，如其污染水平超过规定限值，应采取去污措施。从控制区取出任何物件都应进行表面污染水平监测，以保证超过规定限值的物件不携出控制区。满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的相关要求。

（五）工作人员防护用品

医院拟为本项目工作人员配备的辐射防护装置及个人防护用品主要有放射性污染防护服、剂量报警仪、个人剂量计等。

（六）监视

医院拟在本项目核医学科的控制区内安装监控，通过监控对控制区内用药后患者进行有序管理，使患者有序进入核医学用药就诊。医院计划在地面设置指示箭头以及指示牌指示患者进行有序服药，通过加强管理的方式减少患者的直接交叉辐射影响。

本项目辐射安全设施布设示意图见图 10-3。

图 10-3 本项目核医学场所内辐射安全设施布设示意图

四、监测仪器和防护用品

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，开展放射诊疗的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心已配备 1 台辐射巡测仪，1 台表面沾污仪、2 台个人剂量报警仪和 1 台放射性活度计。放射性测量仪器均属于强制检定设备，医院应按照国家法律要求定期到计量标准实验室进行检定，防护监测仪器检定周期为 1 年，放射性活度计按照医院实际开展的核素种类进行检定，确保治疗剂量准确，检定周期不超过 24 个月。辐射工作人员工作时将佩带个人剂量计，以监测累积受照情况。医院拟定期组织辐射工作人员进行健康体检，并将按相关要求建立辐射工作人员

个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

表 10-2 个人防护用品和辅助防护设置配置符合性

场所类型	分项		《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）要求	本项目拟采取措施
^{131}I 的场所	工作人员	必备	放射性污染防护服	放射性污染防护服、一次性手套、一次性口罩若干。
		选备	/	
	患者或受检者		/	/
应急及去污用品			一次性防水手套、气溶胶防护口罩、安全眼镜、防水工作服、胶鞋、去污剂和/或喷雾（至少为加入清洗洗涤剂和硫代硫酸钠的水）；小刷子、一次性毛巾或吸水纸、毡头标记笔、不同大小的塑料袋、酒精湿巾、电离辐射警告标志、胶带、标签、不透水的塑料布、一次性镊子若干。	

• DR、CT、口腔 CBCT、牙片机项目

一、工作场所布局及分区

本项目射线装置机房周围情况见表 10-3。医院拟将 DR、CT、口腔 CBCT、牙片机机房等作为辐射防护控制区，将与机房配备的控制室作为辐射防护监督区。本项目核医学科平面布局及辐射防护分区见附图 3、附图 5、附图 6。

表 10-3 射线装置机房周围情况一览表

机房名称	机房东侧	机房南侧	机房西侧	机房北侧	机房上方	机房下方
CT 室	候诊区	DR1 室	控制廊	DR2 室	专家诊室、走道	停车场
DR1 室	候诊区	MRI 室	控制廊	CT 室	采光天井	停车场
DR2 室	候诊区	CT 室	控制廊	办公室	专家诊室	柴油发电机房
DR3 室	候诊区	控制室	过道	过道	临空	观察室
口腔 CBCT 室	室外临空	控制室	牙片室和候诊区	准备间	屋面	抢救室
牙片室	口腔 CBCT 室	控制室	候诊区	口腔 CBCT 室	屋面	抢救室

二、辐射防护屏蔽设计

根据医院提供的迁建项目设计资料，本项目射线装置工作场所屏蔽设计如表 10-4：

表 10-4 射线机房屏蔽设计一览表

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]

注：铅密度为 11.3g/cm^3，混凝土密度为 2.35g/cm^3。

三、辐射安全措施

（一）电离辐射警告标志

射线装置机房入口处拟设置有“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。

（二）工作状态指示灯

射线装置机房患者入口防护门上方拟设置工作状态指示灯，灯箱上拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，并与机房防护门有效关联。

（三）闭门装置

平开机房门拟设有自动闭门装置，推拉式机房门拟设有曝光时关闭机房门的管理措施，防护门关闭的情况下，设备才能出束照射。

（四）急停按钮

在射线装置机房控制室及设备上均设置有急停按钮，在出现紧急情况下，按下急停按钮，即可停止 X 射线系统出束。

（五）观察窗

射线装置机房控制室墙体上设置有观察窗，可有效观察到患者和受检者状态。

（六）防护用品

医院拟为患者配备的个人防护用品主要有铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套等，防护用品防护能力均不低于 0.5mm 铅当量。

三废治理

一、放射性三废

本项目运行期产生的主要放射性三废为核医学工作场所使用非密封性同位素过程中产生的含放射性固废、放射性废水和含放射性核素气溶胶，核医学工作场所拟采取以下“三废”防治措施。

（一）含放射性核素气溶胶

核医学科分装室内的手套箱有独立排风管道，放射性药物的各项操作均在手套箱内进行，手套箱由专业厂商提供，根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“合成和操作放射性药物所用的手套箱，工作中应有足够风速（一般风速不小于 0.5m/s）”要求，医院购买的手套箱排风口处风速不得低于 0.5m/s；核医学科甲测室、服药室、分装室、留观室等均有排风管道连接，要确保非密封放射性物质工作为负压工作场所，工作场所各排风管道须密封良好，不与其他排风管道相通，通风管道布设如附图 8 所示。

医院拟在排风管道前端处配置高效排风过滤器+活性炭吸附装置二级处理设施，为保证过滤效率的有效性，建设单位需根据设备特性定期进行过滤器维护和校准，过滤器及活性炭需定期更换（1～2 次/年），更换后的废活性炭经贮存自然衰变 180 天后

作为医疗废物处置。

本项目核医学科产生的废气将通过排风管引至3号楼（凤凰世纪广场）楼顶排放，排风口高于楼顶，排口不朝向周围高层建筑及周围环境保护目标，同时为防止公众进入楼顶，建设单位应将3号楼（凤凰世纪广场）楼顶划为管控区域，并进行管理。

（二）放射性废水

本项目核医学科产生的含放射性废水包括：工作人员操作过程手部受到微量污染的清洗废水，清扫工作台面、地坪的清洁工具清洗时可能会有带有微量放射性的废水，以及患者冲洗排便用水。

本项目核医学科设置有独立的病人专用卫生间，卫生间内设有洗消池，且设置有独立的排水系统，并与本项目新建的衰变池相连，该衰变池位于3号楼（凤凰世纪广场）东北侧地面下，避开了人群集中活动区域。卫生间与洗消池产生的放射性废水通过预埋好的管道排至衰变池系统内，本项目衰变池室外管道约15m，上覆0.6m厚土层，无裸露部分，尽量减小对公众的辐射影响。

本项目衰变池为采用推流式衰变池，包括1个缓冲池和3个衰变池，池内设导流墙，衰变池为混凝土一体浇筑，池壁、池顶为350mm混凝土，池底为300mm混凝土，衰变池四周及下方均为土层，上方为地面。衰变池单个尺寸均为2.5m×2.5m×1.8m，容积均为11.25m^3，单个有效运行容积约为10m^3，总运行有效容积约为30m^3（衰变池平面、剖面示意图见图10-4）。

放射性废水主要有沾有放射性核素的医疗器械、器皿的洗涤用水，辐射工作人员的洗涤用水以及服用药物病人的排泄物及冲洗水等。本项目核医学科工作场所中，每日放射性废水排放量为148L/d。衰变池总有效运行容积约为30m^3，可存放放射性废水202天，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中“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）”的标准要求。

为进一步保证衰变池的长效可靠运行及人员安全，医院应切实做好以下工作：

1、应建立衰变池排放台账，记录每次排放时间、排放量及监测结果情况并由专人负责管理；

2、衰变池周围需设立明显的“电离辐射警告标志”，同时衰变池四周应设立拦挡隔离，防止无关人员靠近；

3、专用厕所应具备使病人排泄物迅速全部冲洗入池的条件，而且随时保持便池周围清洁。

图 10-4 本项目衰变池平面、剖面示意图

（三）放射性固废

核医学科产生的放射性固体废物主要有西林瓶、擦拭废纸及患者使用的一次性杯子等放射性固废。核医学科分装室拟设置 1 个放射性废物桶（防护厚度应不低于10mmPb），另外，医院在核医学科设有 1 个废物库，面积约为 3.4m^2，容积约为 20.4m^3，有效使用体积保守按照 40%进行估算，约为 8.16m^3，核医学科各房间放射性废物桶内的废弃物在下班后统一集中到废物库内暂存超过 180 天，满足《核医学辐射防护与安

全要求》（HJ 1188-2021）的要求，同时放射性废物包装袋还应满足“放射性废物每袋不超过 20kg”的标准要求。

手套箱通风管道内更换下来的废活性炭，连同其他放射性固体废物在废物库暂存时间超过 180 天，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^2、β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 的，作为医疗废物进行处理。

为进一步保证放射性废物的科学管理及人员安全，医院应切实做好以下工作：

1、放射性废物应收集在具有防护外层和电离辐射标志的固体废物桶中，固体废物桶应避开辐射工作人员和经常走动的地方，装满后的废物袋应密封，不破漏；

2、存放废物的容器必须安全可靠，并在铅废物桶的显著位置处标有废物类型、核素种类、比活度范围和存放的日期等说明；

3、放射性废物的收集、暂存和处置应满足《放射性废物安全管理条例》的相关规定。

4、建立放射性废物收集、暂存、转运、回收台账，确保放射性固废不乱丢、不乱弃；

5、放射性固废进行收集，达到清洁解控水平后，按照医疗废物执行转移联单制度，由有资质单位统一回收处理。

二、非放射性三废

（一）废气：核素操作过程中、射线装置开机操作时，空气因电离产生的少量臭氧和氮氧化物可通过工作场所拟设置的排风系统排至室外，常温下臭氧约 50 分钟可自动分解为氧气。

（二）废水：工作人员产生的医疗废水和生活污水，将进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网。

（三）固体废物：产生的医疗废物集中收集后交资质单位处置；生活垃圾经分类收集后，交由市政环卫部门处理。

表 11　环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本次迁建项目建设时主要工作为建筑施工、墙体隔断与内饰装潢，将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，建设施工时对环境会产生如下影响：

一、大气：本项目在建设施工期需进行的墙体隔断等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，设立围挡，并保持施工场地一定的湿度。

二、噪声：整个建筑施工阶段，如墙体拆除、墙体连接等施工中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准，尽量采用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

三、固体废物：项目施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托由有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

四、废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

医院在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在医院院区内部，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

本项目主要污染因子为 ^{131}I 放射性核素在取药、服药、留观等操作过程中产生的β、γ 射线；射线装置开机时产生的 X 射线。

（一）β 射线辐射影响分析

β 射线的穿透性能较差，根据《辐射防护手册（第三分册）》，β 射线在不同物质中与最大射程对应的防护厚度为：

$$d = \frac{1}{2\rho} E_{\rho\max}$$

公式 11-1

式中：$E_{\beta max}$—β 射线的能量，MeV；

ρ—物质的密度，g/cm^3。

d—与最大射程对应的防护厚度，cm。

主要计算参数及结果见表 11-1。

表 11-1 与最大射程对应的防护厚度计算参数及结果

核素	β 射线最大能量（MeV）	屏蔽材料	材料密度（g/cm^3）	对应的防护厚度（cm）
^{131}I	0.602	玻璃	2.4	0.125
		铅	11.3	0.03

本项目 ^{131}I 放射性核素装在 1.5mm 玻璃瓶，再装在 40mm 铅罐中，β 射线在上述屏蔽材料中射程均极短。

综上所述，本项目涉及使用的 ^{131}I 放射性核素在整个过程中均采取了有效的屏蔽措施屏蔽 β 射线，且周围公众与放射性核素之前还采取了距离隔离措施，因此 β 射线对辐射工作人员和周围公众辐射影响很小。

（二）β 放射性表面污染影响分析

β 放射性表面沾污的影响主要来源于辐射工作人员操作时，放射性物质逸出或飞散在操作台、地板、墙壁、个人防护用品等表面，对辐射工作人员和周围公众造成辐射影响，因此，为了使本项目核医学科的 β 放射性表面污染水平达到 GB 18871-2002 规定的要求，建设方应做到以下防护措施：

1、使用、操作放射性同位素的人员应经过专业学习并持证上岗，具备相应的技能与防护知识；

2、本项目放射性核素操作在手套箱中进行；

3、操作 ^{131}I 放射性核素应在易去除污染的工作台上放置的搪瓷盘内进行，并铺以吸水性好的材料；

4、不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件操作；

5、放射性操作之后应对工作台、设备、地面及个人防护用品等进行表面污染检查、清洗、去污；

6、做好就诊患者的管理，特别是服用放射性药品的患者管理工作，严格划定好控制区和监督区，禁止无关人员随处走动；

7、如 β 放射性表面污染水平超过 GB 18871-2002 规定值，医院应暂停开展核医

学科的相关业务，去污染经监测符合标准后方可重新开展业务，同时辐射工作人员出现手、皮肤、内衣、工作袜等出现污染情况需及时进行去污操作并暂停放射性物质操作评估其受照射剂量，并根据评估结果采取下一步措施（调整工作或接受治疗等）。

综上所述，本项目核医学科在做好上述措施后，可减少β放射性表面污染的影响。

（三）γ射线辐射影响分析

参考《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）附录I中第1.2款，核素（^{131}I）工作场所的屏蔽，可采用瞬时剂量率计算方法。

$$x = TVL \times \lg(\frac{A \cdot \Gamma}{H_p \times r^2}) \qquad (I.1)$$

式中：x—屏蔽厚度，mm；

TVL—γ射线的十分之一值层厚度，mm；

A—单个患者或者受检者所用放射源的最大活度，MBq；

Γ—距源1m处的周围剂量当量率常数，μSv·m^2/MBq·h；

H_p—屏蔽体外关注点剂量率，μSv/h；

R—放射源到考察点的距离，m。

由公式I.1推导可得：

$$H_p = \frac{A \cdot \Gamma}{r^2} 10^{(-\frac{x}{TVL})} \qquad 公式\ 11\text{-}2$$

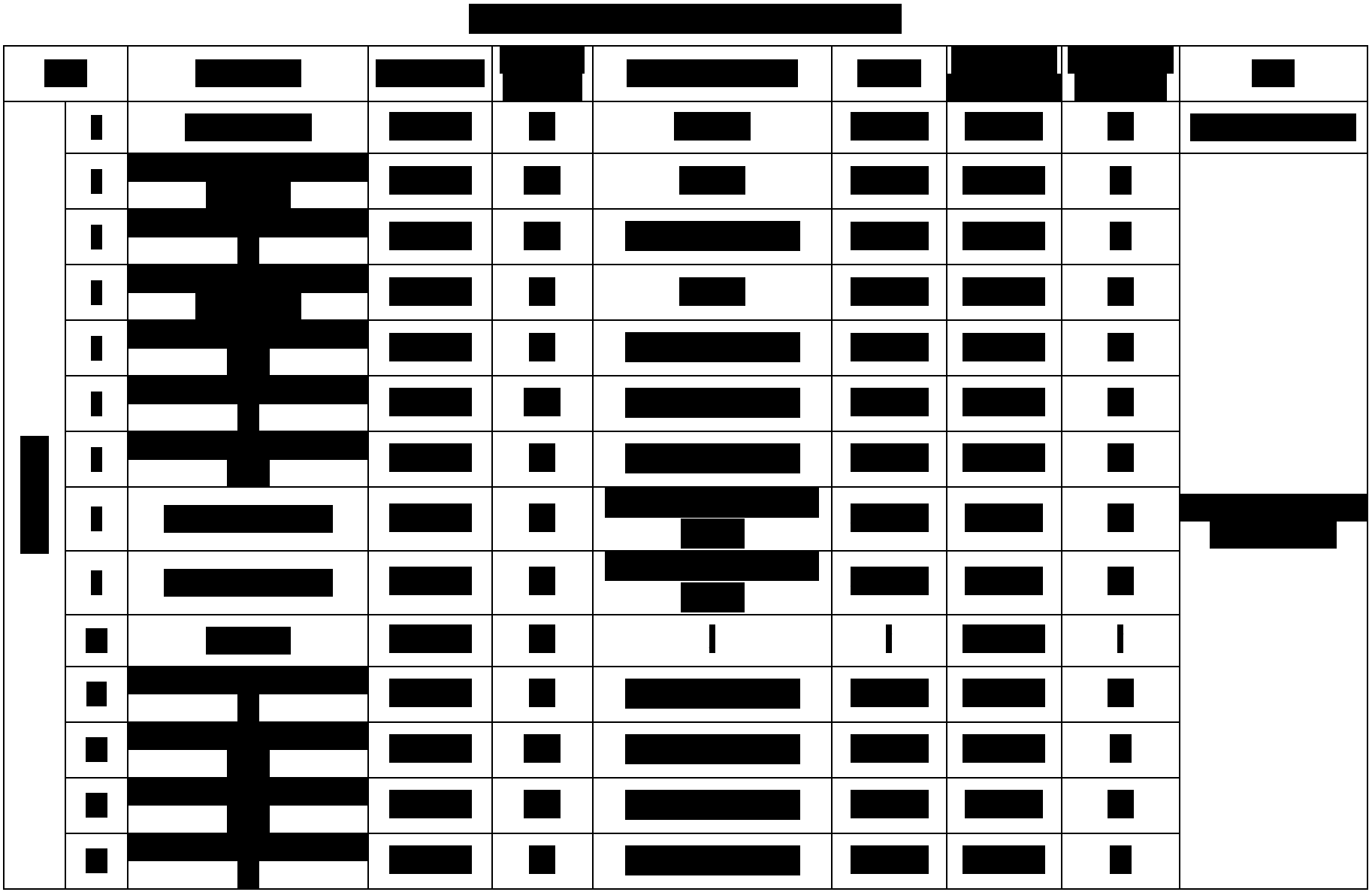
由《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）查出铅对^{131}I什值层见表11-2。

表11-2 常用核素屏蔽材料十分之一值层厚度（*TVL*）

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

根据工程分析可知，核医学科项目辐射影响主要包括药物活度测量过程、服药、留观等过程，主要对核医学科工作人员及室外公众产生外照射辐射影响，根据公式11-2可估算出核医学科项目周围各参考点处的辐射水平，各参考点位置见图11-1，预测结果见表11-3，本项目辐射影响主要为甲亢治疗过程，吸碘率用量较小，对周围环境的辐射影响较小。

图 11-1 本项目核医学计算参考点位





注：1、本项目透射比是根据核素对不同材料的什值层厚度计算得出，铅密度为 11.3g/cm^3，混凝土密度为 2.35g/cm^3；

2、核医学科甲亢治疗项目核素服药阶段，周围剂量当量率常数（裸源）取 0.0595μSv·m^2/MBq ħ，带药患者观察阶段，患者体内单位放射性活度所致体外 1m 处的周围剂量当量率保守按裸源取 0.0595μSv·m^2/MBq ħ；

3、核医学科手套箱内药物最多 6 人甲亢用量（2.22×10^{9}Bq）；

4、本项目未考虑房间四周墙壁的气砖的防护；

5、本项目所在 3 号楼 1 楼、负 1 楼层高均为 6m，由于核素所在房间下方 30cm 处无人员居留，核素所在房间下方参考点取距楼下地面 1.7m 处，上方参考点取距楼上地面 30cm 处；

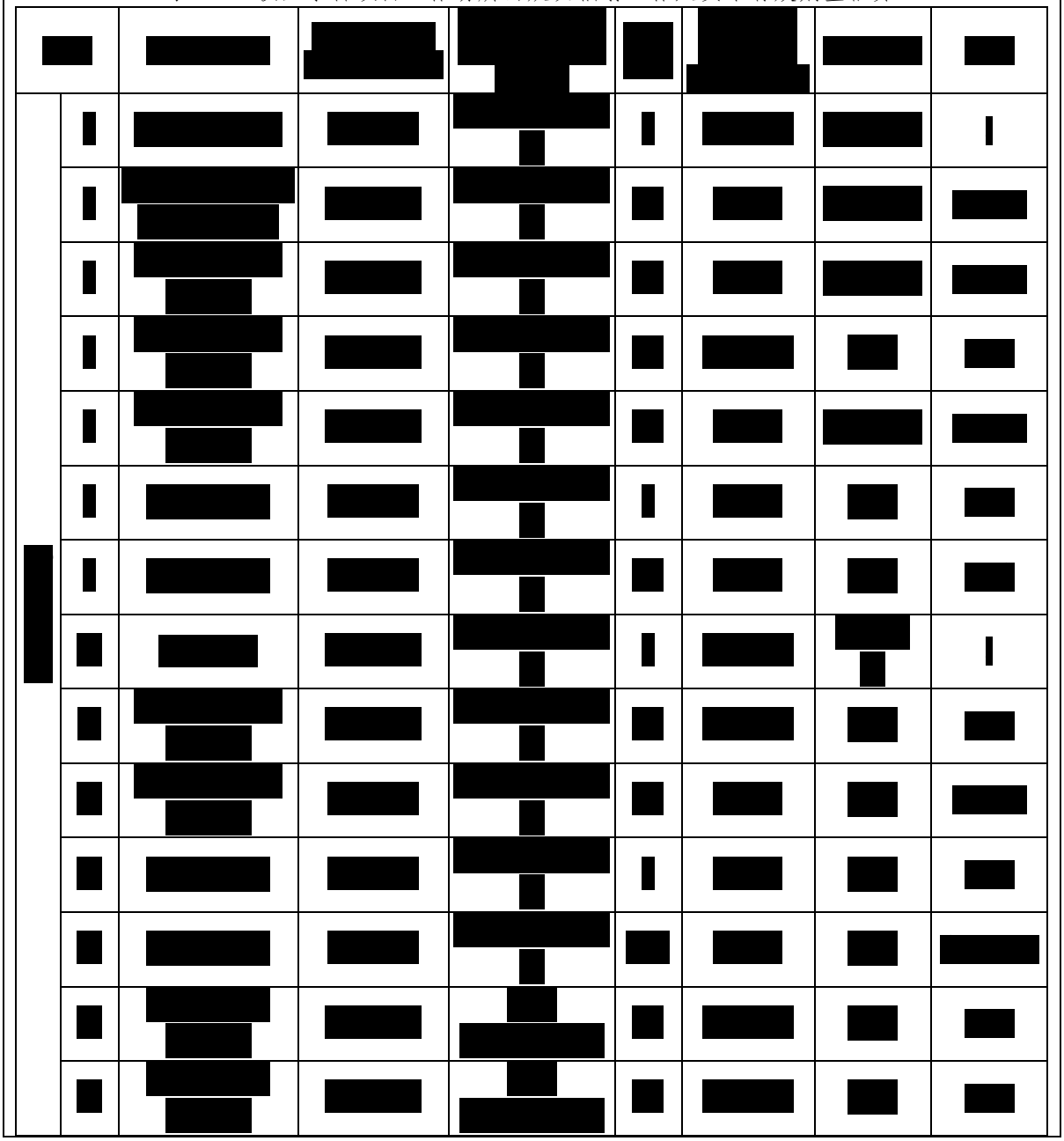
6、留观室内最多可留观 3 人。

由表 11-3 的理论估算结果可以看出，由于有 30mmPb 手套箱屏蔽，^{131}I 药物取药过程中对操作人员的躯干辐射影响较小，但由于需要用手操作，手部剂量较高。^{131}I 药物在操作过程中对分装室、服药室及留观室外的环境影响较小，分装室、服药室及留观室的防护设计均能够满足 ^{131}I 核素的辐射防护要求。

（四）保护目标的有效剂量估算

根据表 11-3 的各关注点处辐射剂量率，结合工作时间，辐射工作人员和公众停留概率，即可得到各关注点处公众及辐射工作人员的年受照剂量，见表 11-4。

表 11-4 核医学科项目工作场所公众及辐射工作人员年有效剂量估算



核医学科项目过程中，工作人员主要受照射环节为分装、服药过程。一般情况下取药过程约 1 分钟，服药过程约 2 分钟。根据表 11-4 估算结果，分装、服药过程中，工作人员受到的年有效剂量最大为 0.352mSv。医院为核医学科项目安排 3 名医师，能够满足职业人员年有效剂量不超过 5mSv 的剂量约束值要求。

根据表 11-4 估算结果，核医学科项目工作过程中，周围公众（控制区、监督区外）年有效剂量最大 0.017mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）对公众受照剂量限值要求以及本项目剂量约束值要求（公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

二、放射性“三废”影响分析

（一）放射性废气

在进行液态放射性药物活度操作过程中，若放射性药物液面处于开放状态，空气中可能挥发微量放射性同位素，污染途径为放射性药物在空气中挥发散逸造成人员吸入的内照射。本项目核医学科分装室设有 1 个防护铅当量为 30mmPb 的专用手套箱，本项目核素操作均在手套箱中进行，手套箱内保持负压且设有排风系统（设计通风速率不少于 0.5m/s，排放口高于本建筑屋顶），满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“排气口应高于本建筑物屋顶”的要求，能够有效防止放射性废气对周围环境产生的影响，符合放射性工作场所相关要求。同时医院拟在手套箱管道内设置活性炭过滤吸附装置，对放射性气溶胶进行吸附，降低放射性气溶胶外排浓度，吸附材料应定期更换（一年更换 1～2 次）并作为放射性固体废物处理。整个核医学科工作场所拟设置新风系统及独立的排风系统。

（二）放射性废水

来自核医学科患者卫生间的高活区的放射性废水，含有 ^{131}I 放射性核素，由独立下水管道统一集中到 3 号楼（凤凰世纪广场）东北侧地面下的衰变池中暂存衰变 180 天。

本项目衰变池为推流式衰变池，内设导流墙，采用混凝土一体浇筑，池壁、池顶为 350mm 混凝土，池底为 300mm 混凝土。核医学科的衰变池系统由 1 个缓冲池和 3 个衰变池组成，衰变池单个尺寸均为 2.5m×2.5m×1.8m，容积均为 11.25m^3，运行容积均约为 10m^3，总运行有效容积约为 30m^3。

本项目核医学科工作场所中，日接诊量最大为 6 人次，放射性废水产生量按 8L/人次计算，工作场所每天的清洗废水约为 100L，则放射性废水排放量为 148L/d。

根据放射性废水衰变系统运行情况，^{131}I 治疗产生的放射性废水可在该衰变系统内衰变约 202d，本项目衰变系统能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中相关要求。

核医学科放射性废水经专用管道流入衰变系统，室外管道长约 15m，上覆 0.6m 厚土层进行辐射防护，无裸露段，避免含放射性废水流动时造成管道穿行区域的辐射泄漏。

核医学科废水（^{131}I）中将专用管道中的放射性废水看作线源，其对周围环境产生的辐射影响参照《辐射防护导论》（方杰主编）中相关公式进行计算：

$$K = \frac{2A\Gamma_K}{Lr} tg^{-1}\frac{L}{2r} \qquad \text{公式 11-3}$$

式中：K—比释动能率，Sv s^{-1}；

A—总活度，Bq；

Γ_k—距源 1m 处的周围剂量当量率常数，Sv m^2 Bq^{-1} h^{-1}；

L—线源长度，m；

r—线源到考察点的距离，m。

表 11-5 核医学中心专用管道外剂量估算结果

[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]

注：1、单次核医学科项目患者排放 ^{131}I 核素活度为 10mCi/次；

2、距源 1m 处的周围剂量当量率常数取自《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）附录 H 表 H.1；

3、本项目核医学科位于 3 号楼（凤凰世纪广场）1 楼，放射性室外废水管道位于地下 0.6m，故考察点设置于一层地面 30cm 处，线源到考察点的距离取 0.90m；

4、管道上覆土层密度约为 1.1g/cm^3，保守按密度折算成混凝土（密度为 2.35g/cm^3），60cm 土层约为 28cm 混凝土。

由表 11-5 可知，放射性废水专用管道外上覆 0.6m 厚土层进行辐射防护，其对周围公众产生的辐射影响较小。

放射性废水经专用下水管道集中到 3 号楼（凤凰世纪广场）地面下的衰变池中，衰变池下方及四周均为土层，上方为地面。

将衰变池内放射性废水看作点源，参照公式 11-2 计算衰变池内废水对地面处产生的辐射影响，其预测计算结果见表 11-6。

表 11-6 核医学科衰变池上方辐射水平估算结果

[redacted]						
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

注：*本项目产生的放射性废水可在该衰变系统内衰变约 202d，患者排放 ^{131}I 核素总活度保守按 120 名服药患者的排泄物进入衰变系统进行辐射计算（未考虑废水、土层对核素的屏蔽及核素自然衰变）。

由表 11-6 可知，核医学科衰变池采用现有屏蔽设计进行辐射防护，其对周围环境及公众产生的辐射影响较小。

（三）放射性固体废物

核医学科产生的放射性固体废物主要有西林瓶、擦拭废纸及患者使用的一次性杯子等放射性固废。核医学科设有废物库，分装室等房间均拟设置 1～2 个放射性废物桶（防护厚度应不低于 10mmPb）。

根据医院对本项目规划的工作量估算每年产生放射性固体废物量，^{131}I 治疗项目日接诊量最大为 6 人次，放射性固体废物产生量按 0.02kg/人次计算，则放射性固体

废物产生量为0.12kg/d，核医学科各房间内放射性废物桶放置点应避开工作人员与其它人员经常走动的地方，并设置有电离辐射警告标志。

核医学科各房间收集的含放射性废物应分别标记、分开贮存（标记主要核素类型、收集时间等）后集中到废物库内暂存超过180天，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^2、β表面污染小于0.8Bq/cm^{2}的，作为医疗废物进行处理。

手套箱通风管道内更换下来的废活性炭，在废物库内暂存时间超过180天，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^2、β表面污染小于0.8Bq/cm^{2}的，作为医疗废物进行处理。

本项目核医学科的废物库面积约为3.4m^2，容积约为20.4m^3，有效贮存容积约为8.16m^2，该废物库容积能够满足^{131}I放射性固体废物贮存180天的要求。

三、非放射性“三废”影响分析

（一）废气

本项目工作场所在γ射线、X射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气，臭氧常温下约50分钟可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

（二）废水

工作人员和部分患者产生的医疗废水和生活污水，由院内污水处理站统一处理，对周围环境影响较小。

（三）固体废物

工作人员和病人产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

事故影响分析

本项目迁建核医学科工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所、新增III类射线装置。医院在开展辐射工作过程中，如果安全管理或防护不当，可能对人员产生误照射。因此本项目主要事故风险为：

一、操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射。

二、核医学科药物分装、服药时，医护人员或者患者操作失误，造成放射性药物泼洒或者散逸挥发，产生γ辐射，操作台面或地面受到放射性污染。

三、服药患者未按要求停留于控制区，导致公众遭受较大剂量照射。

四、由于保管或管理工作不到位，导致 ^{131}I 放射性核素的丢失、被盗，使公众受到误照射。

五、放射性废水专用管道长期使用老化破裂，或衰变池渗漏，造成核医学科地面受到放射性污染。

六、射线装置工作状态下，未按工作流程进行清场，人员误留、误入机房内，导致发生误照射。

七、射线装置检修时，误开机，维修人员受到意外的照射伤害。

针对本项目可能发生的辐射事故，可采取以下的预防措施：

一、发生非密封放射性物质污染，封闭工作场所，控制人员走动，以避免放射性污染扩散，并进行场所和人员的去污。

二、服药前，告知患者注意事项，使之了解放射性药物对他人的危害，并加强对带药患者的监督管理。

三、医院应定期对核医学科、射线装置工作场所辐射安全措施检查，进行检查、维护，发现问题及时维修；每次工作前均应检查相应辐射安全装置的有效性，定期对工作场所进行检测。医院还应在平时工作中加强工作人员的辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。

四、发生误照射（人员误留、误入机房内；操作人员违反操作规程或误操作；机房门-机联锁装置失效，导致防护门无法自动关闭），应立即按下急停开关，确保射线装置停止工作。

五、对发生事故的射线装置，请有关供货单位或相关检测部门进行检测或维修，分析事故发生的原因，并提出改进意见。

六、事故发生后，积极配合生态环境等管理部门做好事故调查和善后处理工作。

医院应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告；对于可能受到大剂量照射的人员，迅速安排医学检查和救治，积极配合政府管理部门做好事故调查和善后工作。

表 12　辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心医院拟将计免楼 3 楼的甲亢治疗项目搬迁至劳动东路以南、优胜路以西处新建的医院 3 号楼（凤凰世纪广场）1 楼核医学科内。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用乙级非密封放射性物质工作场所的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的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。

根据上述要求，常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。医院应根据本次迁建项目（辐射专项）修订相关文件，明确医院相关辐射项目的管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入全院的辐射安全管理工作中。医院已为本项目配备 6 名辐射工作人员，为医院原有辐射工作人员。本项目辐射安全管理人员与辐射工作人员须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，辐射安全管理人员应参加“辐射安全管理”辐射防护上岗考核。核医学科的辐射工作人员“核医学”辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗；同时如有辐射培训证书到期人员还应及时参加生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，考核合格的人员，每 5 年接受一次再培训考核。

辐射安全管理规章制度

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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用乙级非密封放射性场所、射线装置的单位要“有健全操作规程、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、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。目前常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心已制定相关辐射安全与防护管理制度，包括《放射工作人员培训制度》《个人剂量监测管理》《放射工作

场所防护管理》《放射事件应急预案》《放射诊疗防护安全管理制度》《放射诊疗工作人员职责》《关于设立中心辐射安全与环境保护管理小组的通知》及不同设备相应的《操作规程》等。医院现有管理制度内容较为全面，基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求，拟根据本次迁建项目（辐射专项）的特点及以下内容修改并完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

一、操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤。重点是：

（一）提高辐射工作人员对放射性药物操作的熟练程度，尽量减少辐射工作人员与放射性药物的近距离接触时间；

（二）确保开展辐射工作时所有辐射屏蔽措施均已到位，严格按照规定操作流程操作，防止发生辐射事故；

（三）从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；

（四）在工作场所严禁吸烟、进食；

（五）放射性“三废”的处理需严格按照操作规程执行。

二、岗位职责：明确放射性药品使用工作人员、射线装置工作人员、台帐管理人员及辐射安全管理人员的岗位责任，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

三、辐射防护和安全保卫制度：根据放射性药物操作、射线装置的具体情况制定相应的辐射防护和安全保卫制度。重点是：

（一）医院应定期对放射工作场所辐射安全措施检查，进行检查、维护，发现问题及时维修；确保个人剂量报警仪、环境辐射剂量监测仪和表面沾污仪保持良好工作状态；

（二）工作人员定期开展个人剂量检测和职业健康监护；

（三）服药患者应严格限制在控制区内。

四、设备维修制度：明确射线装置、辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保安全措施、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

五、放射性同位素使用登记制度：建立放射性同位素台帐，重点是：放射性药物的使用、贮存情况等由专人负责登记、专人形成台帐、每月核对，确保帐物相符。

六、人员培训计划和健康管理制度：医院需加强内训，明确培训对象、内容和要求、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《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》，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通过考核。医院应组织新进辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

七、监测方案：明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。为了确保非密封放射性物质工作场所、Ⅲ类射线装置的辐射安全，该单位应制定监测方案，重点是：

（一）明确监测项目和频次；

（二）辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理；

（三）对发生放射性药物泼洒的事故处理进行全程监测；

（四）医院应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测，发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告；

（五）委托有资质监测单位对本单位的放射性同位素的安全和防护状况进行年度检测，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

辐射监测

根据辐射管理要求，常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心已配备辐射巡测仪 1 台、表面污染仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台，用于辐射防护监测和报警，同时结合本项目实际情况，拟制定如下监测计划，见表 12-1：

表 12-1 本项目拟制定监测计划

监测内容		监测方式	监测点位	监测频次	备注
工作场所监测	辐射水平	自检	控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位和存有放射性物质的装置/设备表面	不少于 1 次/月	保留自检记录
		委托有资质单位	项目周围环境	1～2 次/年	出据检测报告
	表面放射性污染	自检	放射性核素操作台、墙面和地面，核素治疗场所的设施、墙面和地面等，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。	每次工作结束后对核医学工作场所进行表面放射性污染检测	保留自检记录
个人剂量		委托有资质单位	辐射工作人员配备的个人剂量计	不少于 1 次/季	建立个人剂量档案
职业健康体检		委托有资质单位	辐射工作人员	不少于 1 次/2 年	建立个人职业健康档案

当出现外照射事故，立即采取应急措施，并在 1 小时之内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心已根据上述监测计划，明确监测项目，定期（不少于 1 次/季）使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录，每年委托有资质的单位定期对项目周围环境 X-γ 辐射剂量率进行监测。

对接受内照射个人监测的人员，医院已为辐射工作人员配备个人剂量计，组织辐射工作人员进行个人剂量监测（1 次/季）和职业健康体检（1 次/2 年）。

本项目辐射工作人员为现有人员，医院已委托有资质单位为辐射工作人员开展个人剂量监测，并建立个人剂量档案；医院已安排辐射工作人员进行职业健康体检，体检结果合格，并建立了职业健康档案。

落实以上措施后，本项目管理措施能够满足辐射安全的要求。

医院每年编写放射性同位素、射线装置安全和防护状况年度评估报告，包括射线装置、放射性同位素台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

辐射事故应急

一、**应急预案制定要求**

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

（一）应急机构和职责分工；

（二）应急的具体人员和联系电话；

（三）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

（四）辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；

（五）辐射事故调查、报告和处理程序。

对于在医院定期监测或委托监测时发现异常情况的，医院应根据《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》(原国家环保总局,环发[2006]145号）和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后1小时内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告；并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。

二、现有应急预案执行情况及合理性分析

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心已经制定了《辐射事故应急预案》，该预案已包括成立辐射事故应急处理领导小组、应急预案领导小组的职责、放射性事故应急处理的责任划分、放射性事故应急处理程序和放射性事故的调查等内容。由辐射事故应急处理领导小组组织各相关科室，定期（1 次/年）开展应急培训演练，在物资、通讯、技术、人员、经费等准备方面均加以落实。医院开展核技术利用项目至今，未发生过辐射事故。事故应急小组处于正常运行状态。医院每年定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对辐射事件应急处理预案进行完善和修订。因此，医院现有辐射事故应急预案基本合理可行。

三、**本项目应急预案要求**

本项目投入运行后，医院应做好以下工作：

（一）医院应根据本次迁建后辐射活动变化的情况，调整现有的辐射事故应急预案，完善本项目核医学科、射线装置工作场所辐射风险内容和应急措施，并补充相关部门的相关负责人及当地生态环境部门、卫生部门和公安部门等联系方式，以满足项

目变化后的相关要求。

（二）医院应制定辐射事故应急培训计划方案，每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，以验证该预案的有效性。演练内容包括辐射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，演习报告存盘。可提出将每年用于辐射应急工作的（包括应急装备、应急技术支持、培训及演习等）支出，纳入部门预算。

（三）根据辐射事故的分级和应急响应程序，结合医院的具体情况，分别制定不同级别辐射事故应急预案。内容应包括：紧急出动、现场应急、善后处理、事故总结、信息发布等过程，落实每一步骤的具体参加人员、负责人，明确各自职责以及时限要求等，其内容应当全面具体，具有可操作性。

（四）为了防止出现放射性药物丢失、被盗、泼洒、放射性废水管道老化破裂等辐射事故，医院应加强管理，一旦发生辐射安全事故后，应马上采取应急措施，启动应急预案。立即停止治疗作业，将受照人员送去医疗，并将事故情况上报环境主管部门、卫生行政部门。事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。医院必须加强管理，杜绝辐射事故的发生；

（五）医院应根据实际情况定期组织修订辐射事故应急预案，使其不断完善健全。

在保障防护设施和措施完整有效的前提下，医院需切实做好应急预案，同时要做好可能出现的舆情应对措施，包括使用放射性核素理化性质、健康影响的科普资料。

表 13　结论与建议

结论

一、项目概况

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心拟将原有院区计免楼 3 楼同位素室项目搬迁至劳动东路以南、优胜路以西处的新建院区（凤凰世纪广场 3 号楼）1 楼新建核医学科内（该核医学科主要包含甲状腺 ^{131}I 吸碘率测定、甲亢治疗两个功能）。本项目原有 ^{131}I 治疗场所已履行环保手续（见附件 7）。原有治疗场所许可的核素 ^{131}I 的日等效最大操作量为 2.22×10^{8}Bq，年用量为 4.44×10^{10}Bq，迁建后核素 ^{131}I 的日等效最大操作量、年用量不变，为乙级非密封放射性物质工作场所。在新建院内（凤凰世纪广场 3 号楼）1 楼 2 间 DR 室新增 2 台 DR（型号未定，最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA）、1 间 CT 室新增 1 台 CT（型号未定，最大管电压 140kV，最大管电流 1000mA）；2 楼 1 间口腔 CBCT 室新增 1 台口腔 CBCT（型号未定，最大管电压 120kV，最大管电流 30mA）、1 间牙片机室新增 1 台牙片机（型号未定，最大管电压 80kV，最大管电流 10mA）；3 楼 1 间 DR 室新增 1 台 DR（型号未定，最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA），6 台射线装置均属于Ⅲ类射线装置。

二、产业政策符合性及实践正当性

本项目的建设与运行，可为医院提供多种治疗手段，有着重要临床应用价值，可为患者提供放射治疗服务，并可提高当地医疗卫生水平，具有良好的社会效益和经济效益，经落实辐射防护屏蔽设计和安全管理措施后，本项目的建设和运行对受照个人和社会公众所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家现行的产业政策。

三、选址合理性

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心租用常州市天宁区劳动东路以南、优胜路以西（凤凰世纪广场）3 号楼东侧部分改造为雕庄街道社区卫生服务中心，3 号楼东侧为优胜路，南侧隔市区河道为德美复宁思（凤凰）幼儿园，西侧为 2 号楼（酒店办公楼），北侧为劳动东路。

本项目核医学工作场所东侧、北侧为室外，南侧为拟建等候区、护士站，西侧为楼梯，上方为诊室，下方为电信机房、配电间、补风机房。

本项目射线机房的周围环境情况见表 13-1。

表 13-1 射线装置机房周围情况一览表

机房名称	机房东侧	机房南侧	机房西侧	机房北侧	机房上方	机房下方
CT 室	候诊区	DR1 室	控制廊	DR2 室	专家诊室、走道	停车场
DR1 室	候诊区	MRI 室	控制廊	CT 室	采光天井	停车场
DR2 室	候诊区	CT 室	控制廊	办公室	专家诊室	柴油发电机房
DR3 室	候诊区	控制室	过道	过道	临空	观察室
口腔 CBCT 室	室外临空	控制室	牙片室和候诊区	准备间	屋面	抢救室
牙片室	口腔 CBCT 室	控制室	候诊区	口腔 CBCT 室	屋面	抢救室

本项目核医学工作场周围 50m 评价范围除东侧至优胜路、南侧至劳动东路外，其余方向均位于医院内部。项目运行后的环境保护目标主要为核医学辐射工作人员、评价范围内其他医务人员、病患及其陪同家属和优胜路、劳动东路部分行人等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。根据《关于加强生态保护红线管理的通知》（自然资发〔2022〕142 号）、《生态环境分区管控管理暂行规定》（环环评〔2024〕41 号）和《江苏省关于加强生态红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕880 号）要求，经向江苏省生态环境厅江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目所在地块位于江苏常州天宁经济开发区重点管控单元（编码：ZH32040223005）内，不在常州市生态保护红线内，评价范围内也不涉及优先保护单元和一般管控单元。本项目为核技术利用项目满足重点管控单元管控要求。

本项目核医学科划分了控制区及监督区，其中核医学科工作场所控制区和监督区内患者及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，相关配套布局能够保证工作程序沿着相关房间单向开展，能够有效防止交叉污染，核医学科工作场所控制区内设置有患者专用卫生间，避免公众、工作人员受到不必要的外照射，布局合理。

四、辐射环境现状评价

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心本次迁建项目（辐射专项）拟建址周围本底辐射剂量率在 50nGy/h～98nGy/h 之间，与江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果相比较，未见异常；拟建址周围 β 表面污染水平< LLD。

五、环境影响评价

根据预测估算结果，常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心本次迁建项目（辐射专项）在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，项目投入运行后：

辐射防护影响预测：本项目核医学科控制区内房间防护门、手套箱、墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率均符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20 号）的相关要求。

剂量约束值：本项目辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对本项目职业人员和公众剂量约束值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

六、“三废”的处理处置

核医学科核素操作均在手套箱中进行，手套箱内保持负压且设有排风系统（通风速率不少于 0.5m/s，排放口高于本建筑屋脊），管道内及外排放口处设置活性炭过滤吸附装置，能够有效防止放射性废气对周围环境产生的影响；来自核医学科患者卫生间的高活区的放射性废水，含有 ^{131}I 放射性核素，由独立下水管道统一集中到 3 号楼（凤凰世纪广场）东北侧地面下新建的衰变池中暂存衰变 180 天满足排放标准后或监测结果表明 ^{131}I 活度浓度已降至不高于 10Bq/L 水平后，流入医院污水处理系统作为医疗废水处理；核医学科产生的放射性固体废物集中到废物库中的放射性废物桶中暂存，在废物库内衰变 180 天后，作为医疗废物进行处理。符合辐射环境保护管理要求。

核医学场所内的空气在 γ 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气，臭氧常温下约 50 分钟可自行分解为氧气；工作人员和部分患者产生的生活污水，由院内污水处理站统一处理；工作人员和病人产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

七、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心迁建项目（辐射专项），根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ

1188-2021），确定核医学科工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所。

核医学科 ^{131}I 放射性核素在取药、服药、留观等操作过程中产生的γ射线，以上射线会造成医务人员和公众的外照射。本项目核医学科工作场所控制区出入口拟设置“当心电离辐射”警告标志，场所内设置监控装置，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中的安全管理要求。

八、辐射安全管理评价

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心已设立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院拟制定辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《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》，建立符合本院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心已为本项目配备辐射巡测仪 1 台、表面沾污仪 1 台及个人剂量报警仪 2 台。此外，医院应根据相关标准要求，为核医学科项目工作人员和受检者配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

综上所述，常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心迁建项目（辐射专项）在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

一、该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

二、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

三、医院取得本项目环评批复后，应及时重新申领辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期 限一般不超过 3 个月，最长不超过 12 个月。

四、及时在建设项目环境影响登记表备案系统办理III类射线装置备案登记。

五、本项目投入运行后，医院若结束现有同位素室（位于常州市天宁区劳动东路626号常州市天宁区雕庄街道社区卫生服务中心计免楼3楼）项目的运行，按相关法律法规要求，应履行相关的退役手续。

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	[redacted]
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。医院已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。		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。	[redacted]
辐射安全和防护措施	防护措施	屏蔽措施：本项目工作场所四侧墙体采用硫酸钡、顶面混凝土加硫酸钡采用进行辐射防护，各防护门均采用铅防护门进行辐射防护。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求。	[redacted]
	安全措施	核医学科控制区入口处、放射性废物桶表面设置电离辐射警告标志，核医学科控制区出入口设置单向门禁系统、场所内设置监控装置。	满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的相关要求。	
	放射性“三废”处理措施： 本项目核素操作均在手套箱中进行，手套箱内保持负压且设有排风系统（通风速率不少于 0.5m/s，排放口高于本建筑屋脊），管道内设置活性炭过滤吸附装置，符合非密封放射性物质工作场所相关要求。 本项目产生的放射性废水由专用下水管道统一集中到 3 号楼（凤凰世纪广场）东北侧地面下的衰变池中暂存 180 天或监测结果表明 ^{131}I 活度浓度已降至不高于 10Bq/L 水平后作为医疗废水处理。 核医学科产生的放射性固体废物集中到废物库中暂存，在废物库内自然衰变 180 天后，作为医疗废物进行处理。符合辐射环境保护管理要求。		满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的相关要求。	[redacted]
人员配备	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。		满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。	[redacted]
	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。			
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立辐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。		
	核医学科配备 1 个手套箱，放射性核素、射线装置操作人员配备相应的个人防护用品。	满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的相关要求。	
辐射安全管理制度	制定操作规程、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、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	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	/	/	

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

表 14　审批

下一级环保部门预审意见：   公 章 经办人：　　年　月　日
审批意见：   公 章 经办人：　　年　月　日