

核技术利用建设项目
新晃侗族自治县人民医院核医学科建设
项目环境影响报告表
(公示稿)

新晃侗族自治县人民医院
二〇二六年三月

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新晃侗族自治县人民医院核医学科建设项目			
建设单位		新晃侗族自治县人民医院			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		湖南省怀化市新晃侗族自治县新晃镇解放路 21 号			
项目建设地点		新晃侗族自治县人民医院新住院楼负一楼核医学科			
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 checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input 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 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" 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	/			

1.1 建设单位概况

新晃侗族自治县人民医院始建于 1935 年，2017 年评为二级甲等综合医院，2025 年 1 月被省卫健委确认为三级综合医院，2025 年 3 月晋升为三级丙等综合医院，是湖南医药学院教学医院。入选国家“千县工程”计划，2023 年 11 月获批成为湖南省边界类区域医疗中心建设单位和全省县级医院专科能力建设单位。编制床位 700 张，现有在职职工 719 人，其中卫生专业技术人员 634 人，高级职称 108 人（正高 16 人，副高 92 人），硕士学历 7 人。

医院共开设临床医技科室 35 个，独立专业病区 20 个，现有市级临床重点专科 4 个（心血管内科、神经内科、呼吸内科、消化内科），县级临床重点专科 7 个。心血管内科正积极申报纳入省级重点专科建设项目。医院在全市县级医院中率先开设病理科、重症医学科、介入科和血液透析室。年门急诊量 30 万余人次，出院患者 3 万余人次，开展

手术 6 千余台次。

1.2 项目由来

为拓展医院业务范围，完善科室配置，提高医院医疗服务水平，更好地满足人民群众的医疗服务需求，新晃侗族自治县人民医院拟在新住院楼负一楼核医学科建设核医学科，使用核素 I-131 进行甲亢治疗和甲状腺功能测定（以下简称“甲测”），使用核素 P-32 进行敷贴治疗，场所为一处乙级非密封放射性物质工作场所。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—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）”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。

为保护环境和保障公众健康，新晃侗族自治县人民医院委托湖南合润检测技术有限公司对该项目开展环境影响评价工作（见附件 1）。我公司接受委托后，成立了工作小组，工作组人员在充分收集了有关资料，完成现场调查、污染源分析等工作的基础上，依照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关要求编制完成了本项目的环境影响报告表。

1.3 项目建设内容及规模

1.3.1 新住院楼现状

本项目建设地点位于湖南省怀化市新晃侗族自治县新晃镇解放路 21 号新住院负一层，原为地下停车场与设备机房，北段设备机房保持不变，在原有南段车位基础上改造，地下停车场设计 19 个车位，南段北侧 9 个车位不变，南段南侧 10 个车位并按照临床核医学场所重新设计布局，南段负一层的地下排水沟拟往北侧平移 2m，长度约为 28.8m。现建筑主体核医学科工作场所各功能用房墙体处于设计阶段中，新晃侗族自治县人民医院新住院楼共十五层，地下室一层，拟建核医学科楼上为露天停车场、药房与大厅，楼下为土层。

新住院楼负一层面积约为 1989 平方米，东西长约 53m，南北宽约为 37m，地下室层高 4.8m，地上层高单层 3.6m，新晃侗族自治县人民医院核医学科工作场所各功能用房墙体已设计完成，场所暂未施工。

1.3.2 项目建设规模

医院拟投资 200 万元，将新住院楼负一楼东南段改造成核医学科，并新增一处核医学工作场所，拟使用核素 I-131 开展甲亢治疗及甲测，使用核素 P-32 开展敷贴治疗，场所为

一处乙级非密封放射性物质工作场所。

项目建设内容如下：

表 1-1 核医学科新增密封放射源应用情况

工程	类别	组成
主体工程	分装室及储存室、 固废室	分装室：1 间，内设一个分装柜 储源室：1 间，内设 1 个储源保险柜 固废室：1 间，内设 3 个铅废物桶
	服药间	1 间，用于 I-131 甲亢患者/甲测受检者服药
	污洗间	1 间，用于控制区卫生洁具的存放及清洗
	甲亢留观室及卫 生间	各 1 处，最多 1 名甲亢患者留观
	门诊敷贴室	1 间，用于甲测受检者测定
	卫生通过间、淋浴 间	1 间，内设淋浴和洗手设施
	衰变池室及控制间	1 间，用于收集放射性废液
辅助工程	辅助场所	护士站，医生办公室，候诊大厅，出入口电梯等
公用工程	给水、供电	均依托医院负一层现有设施
环保工程	放射性废气	分装柜废气经顶部的活性炭处理设施处理后，与核医学科工作场所其他废气一并经排风立管引至核医学科楼屋顶，并经活性炭处理设施处理后排放
	放射性废液	新建一间专门衰变间，衰变间内设置成本衰变池，设计三级槽式衰变池和一个沉淀池，每个衰变池为 8m ³ ，本项目放射性废水经衰变达到排放标准后，排入医院现有废水处理系统进行处理
	放射性固体废物	收集后集中存放于固废室铅废物桶内，存放达到清洁解控水平后，作为普通医疗废物（危险废物），送入医院现有医疗废物暂存间进行暂存，定期送有资质单位处理
	辐射防护	工作场所控制区边界及内部的四周墙体、顶板、防护门等均采用足够防护效能的屏蔽材料（如实心砖、混凝土、铅、硫酸钡）进行辐射屏蔽防护，保证屏蔽体外周围剂量率满足标准限值要求

本项目建设完成后，核医学科非密封放射性物质使用情况如下：

表 1-2 核医学科新增密封放射源应用情况

序号	核素名称	日等效最大操作 量 (Bq)	每天最多人 次 (人/d)	年最大使用天数 (d/a)	年最大诊断人 数 (人/a)
1	I-131 甲亢	3.70E+08Bq (10mCi)	10	38	380
2	I-131 甲测	3.70E+05Bq (0.01mCi)	10	38	380
3	P-32 敷贴	3.70E+07Bq (1mCi)	5	60	300

表 1-3 本项目核医学科操作量一览表

序号	核素名称	每人每次药量 (Bq)	日最大操作量 (Bq)	毒性因子	操作因子	日等效最大操作量 (Bq)	年操作天数 (天)	年最大用量 (Bq)
1	I-131 甲亢	3.70E+08	3.70E+09	0.1	1	3.70E+08	38	1.41E+11
2	I-131 甲测	3.70E+05	3.70E+06	0.1	1	3.70E+05	38	1.41E+08
3	P-32 敷贴	3.70E+07	1.02E+09	0.1	1	1.02E+08	60	1.23E+10
合计						4.72E+08	-	

1、I-131、P-32 为中毒，毒性修正因子为 0.1；
 2、医疗机构使用 I-131 为简单操作，本项目使用 P-32 视为简单操作；
 3、由于 P-32 供药周期为一月一次，为节约成本，医院计划 P-32 敷贴治疗仅在供药单位送药后当周，1 周开展 5 天，供药单位将当月供药量送至医院后，由医院根据患者情况进行分装，故日最大操作量按照月最大送药量计算。

I-131 为诊疗当天送药，半衰期为 8.02d，故环评不考虑该过程的暂存衰变。核素 P-32 每月送药 1 次，医院计划送药后当天及剩余几天安排进行 P-32 的敷贴工作。核素 P-32 单次（月）最大送药量如下：

表 1-4P-32 核素单次最大送药量（单位 Bq）

敷贴治疗工作开展时间	当日用药量	初始活度	单次（月）送药量
送药后当天	1.85E+08	1.85E+08	1.02E+09
送药后第 1 天	1.85E+08	1.94E+08	
送药后第 2 天	1.85E+08	2.04E+08	
送药后第 3 天	1.85E+08	2.14E+08	
送药后第 4 天	1.85E+08	2.25E+08	

由表 1-3 可知，本项目核医学科日等效最大操作量为 4.72E+08Bq，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目核医学科工作场级为乙级非密封放射性物质工作场所。

1.3.3 项目建设前后新住院楼负一层情况

本项目建设前后，新住院楼情况对比一览表

表 1-5 新住院楼前后对比

方位	建设前	建设后
负一楼北段	设备间	设备间
负一楼南段	停车场	医生办公室、候诊大厅、护士站、甲测室、门诊敷贴室、服药区、高活分装室、储源室、卫生通过间、淋浴间、污洗间、留观室及其卫生间、衰变间及其控制室
一层整层	露天停车场、大堂、药房与大厅	露天停车场、大堂、药房与大厅

1.3.4 运行时间及生产班制

本次环评按照年工作 50 周计算，P-32 的使用周与 I-131 的使用周错开，同时根据湖南地区核素生产情况结合怀化其他医院的实际情况，计划核素 P-32 药物每月送药一次，单次送药量为医院一个月的需求量，计划核素 I-131 用药当天送药，单次送药量为医院当天的需求量。

由于 P-32 为一月送药一次，考虑药物在暂存过程会衰变损失，计划在核素 P-32 送药当周及下周开展连续 2 周的 P-32 敷贴治疗，I-131 甲亢与甲测开展周与 P-32 开展周错开，即在其他周开展。

故综合而言，本项目年工作 50 周，其中 P-32 敷贴治疗 12 周，每周工作 5 天，总计 60 天；I-131 诊疗甲亢及甲测 38 周，每周工作 1 天，总计 38 天。核医学科预计年总工作 98 天。

1.4 项目选址及周边环境关系

1.4.1 核医学科选址

新晃侗族自治县人民医院位于湖南省怀化市新晃侗族自治县新晃镇解放路 21 号（地块中心坐标：东经 109°10'24.622",北纬 27°21'39.964"），拟建核医学科位于新住院楼负一层，地理位置位于医院东北侧位置，本项目地理位置图见图 1-1，整体布局及项目周边环境关系见图 1-2。项目地理位置如下图所示：



图 1-1 项目地理位置图

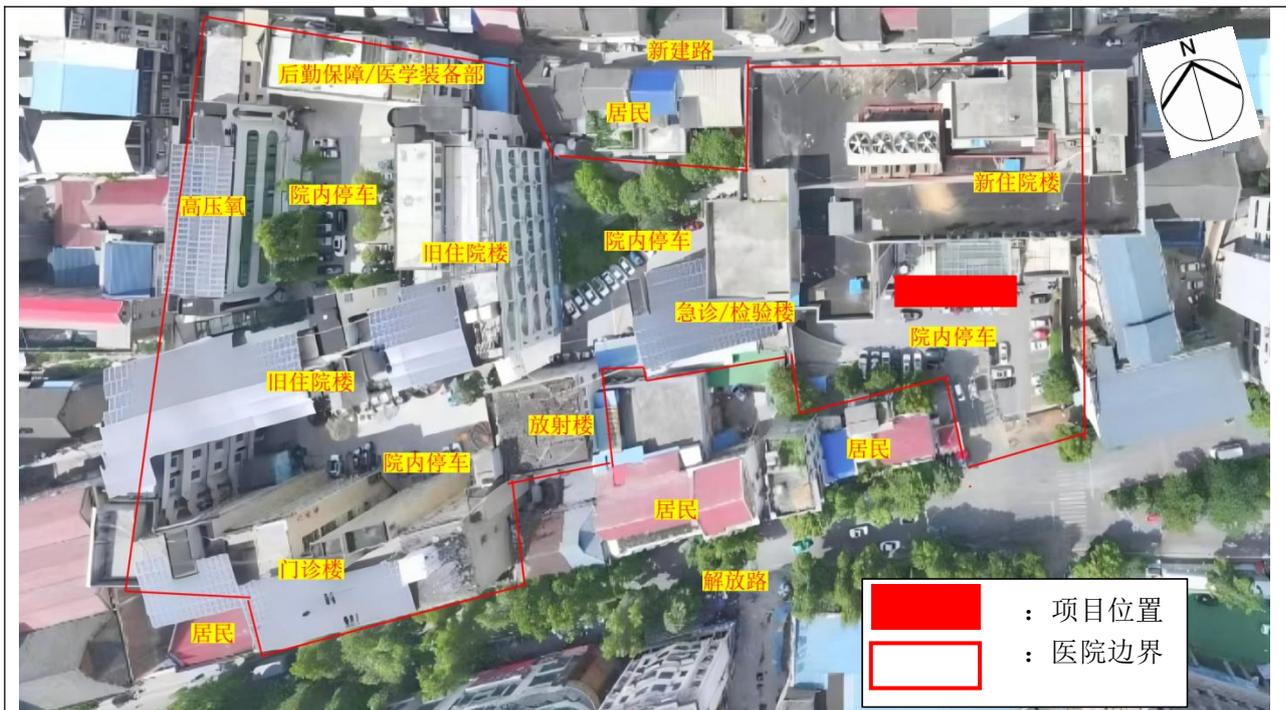


图 1-2 医院整体布局及项目周边环境

医院位于解放路以南，解放路以北，东西横向布局，从西向东依次为高压氧楼为最西侧建筑，后勤保障/医学装备部、旧住院楼与门诊楼南北并列布局，放射楼倚靠门诊楼，急诊/检验楼邻近新住院楼，中间有院内通道相隔，新住院楼位于东北侧角落，院内有三处地面停车场，新住院楼负一层有停车场。

新住院楼东侧约 1.5m 内为院内道路、1.5m 为医院外墙；1.5m-50m 内为民房旧楼建筑，南侧 20m 内为院内道露天停车场，37m 外为解放路，南侧 37m 为医院南侧大门，与南侧大门斜相对外 63m 处为新晃一中新校区大门，东南侧 20m-37m 内为居民区，西侧 5m-38m 为急诊/检验楼，其余部分为露天院内停车，西北侧 0-50m 为居民区，北侧与医院用地红线毗邻，5m-7m 内为新建路，7m-50m 内为居民区，食堂位于后勤保障/医学装备部一楼，与本项目建筑西侧相隔约 83m，医院人员密集区集中在西侧门诊楼，距离项目建筑 78m。

新住院楼负一层为地下停车场与设备间，一层为露天停车场、大堂、药房与大厅，二层为手术间，三层为儿科，四楼为产科与妇科。拟建核医学科直线距离距三楼儿科最近病房的约为 15m，中间相隔 3 层现浇 12cm 混凝土；拟建核医学科直线距离距四楼产科、妇科最近病房、诊所约为 23m，中间相隔 4 层现浇 12cm 混凝土。

1.4.2 选址合理性分析

按照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)第 5.1 关于“选址”规定：

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。

《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)中:

5.1 工作场所平面布局

5.1.1 在医疗机构内部区域选择核医学场址,应充分考虑周围场所的安全,不应邻接产科、儿科、食堂等部门,这些部门选址时也应避开核医学场所。尽可能做到相对独立布置或集中设置,宜有单独出、入口,出口不宜设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域。

本项目选址充分考虑了周围场所的安全,核医学科控制区东侧为护士站与医生办公室,北侧为地下停车场区域,南侧为实土层,西侧为设备机房与出口通道,楼下为实土层,楼上为露天停车场、药房与大厅。控制区与非放射性工作场所有明确的分界隔离,有单独的出、入口,出口通往新住院大楼负一楼停车场,远离了妇产科、儿科等敏感人群区域。符合《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)标准的选址和布局要求

综上所述,本次评价认为本项目各核技术利用场所选址及布局合理。

1.5 医院现有核技术利用项目基本情况

1.5.1 现有核技术利用项目许可情况

医院按照相关规定进行了环境影响评价工作,湖南省生态环境厅于2024年09月30日重新核发了辐射安全许可证(证书编号:湘环辐证[00354],见附件2),许可种类和范围包括:使用II类、III类射线装置。截至目前为止,医院现存各射线装置运行情况良好,无辐射安全事故发生。医院现有射线装置基本情况见表1-6。

表1-6 医院现有射线装置情况一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	使用场所	环评情况	验收情况
1	数字化移动式摄影X射线机					
2	X射线计算机体层摄影设备					
3	X射线计算机螺旋断层摄像设备					

4	医用诊断 X 射线机					
5	数字化医用 X 射线 摄像系统					
6	心血管成像系统					
7	高频移动式手术 X 射线机					

1.5.2 现有辐射工作人员情况

医院现有 35 名辐射工作人员，辐射工作人员个人剂量检测、职业健康体检、辐射安全与防护培训情况见下表：

表 1-4 医院现有辐射工作人员情况一览表

辐射工作人员	35 人
个人剂量监测情况	
职业健康检查	1.
辐射安全与防护培训	

1.5.3 医院辐射安全管理情况

新晃侗族自治县人民医院严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

①医院对现有射线装置使用严格按照生态环境部门下达的要求，制定了辐射事故应急预案、各射线装置操作规章制度、辐射防护和安全管理制度、设备检修维护制度、放射性同位素管理制度、辐射监测方案等，并严格按照规章制度执行。

②为加强对辐射安全和防护管理工作，医院成立了辐射安全与环境保护管理小组，明确辐射防护责任，并加强了对放射性工作场所的监督和管理，定期开展了内部监督检查、辐射应急演练等活动。

③医院射线装置使用场所按要求设置有电离辐射警示牌、报警装置、工作指示灯和

门-灯联锁装置，各机房通风良好。各机房屏蔽防护措施满足要求；设置铅玻璃观察窗或监控系统，能清楚观察到机房内情况；操作室和机房之间设置对讲装置，方便医务人员和受检者沟通；每个机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

④医院每年均委托有资质的单位对现有射线装置设备性能和工作场所空气比释动能率进行了监测，监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等相关标准规定的要求。

1.5.4 医院防护措施落实情况

医院在开展核技术项目过程中，基本落实了环评及批复的要求，制定了相关管理制度，采取了必要的防护措施，医院现有辐射防护措施主要有以下几点：

1) 屏蔽防护：各机房屏蔽防护措施满足要求，各机房周围外照射辐射水平符合相关标准规定的要求。

2) 警示标志：防护门上方有工作状态指示灯，防护门上粘贴有电离辐射警示标志等警示标识。

3) 机房内通风：各机房均按要求设有通风装置，通风良好。

4) 个人防护：医院严格按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）配置工作人员及患者的个人防护用品。

5) 分区防护：严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求将射线装置工作场所划分为控制区和监督区。

1.5.5 医院近年辐射安全事故调查及事故演练情况

1) 根据本次环评资料收集情况结合医院反馈，新晃侗族自治县人民医院近一年内未发生辐射安全事故，未收到生态环境行政主管部门、卫生行政主管部门、公安部门等关于辐射（放射）相关的行政处罚，未收到辐射（放射）环保投诉等。

2) 医院近一年介入科、影像科、口腔科等均开展了辐射事故演练，并对演练暴露出的问题进行了改进。

1.5.6 最近一期监督检查存在的问题及整改落实情况

2023年6月20日，湖南省辐射环境监督站对医院开展了监督检查，检查发现医院在核技术利用辐射安全防护管理方面存在部分问题，医院已对相关监督检查意见进行了整改，并在规定时间内提交了整改报告，具体如下：

1) 介入室辐射工作人员个人剂量计管理较为混乱。

整改情况：已及时按要求将工作人员个人剂量管理梳理，人员名单清晰明确。

2) 全国核技术利用辐射安全申报系统内人员信息未及时更新；

整改情况：已及时按要求在全国核技术利用辐射安全申报系统中进行更新。

3) 介入室内防护门无电离辐射警示标志。部分电离警示标志不规范。

整改情况：介入室已增加电离辐射标志，并规范使用张贴电离辐射标志。

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
以下空白								

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	备注
1	I-131	液态, 中毒, 半衰期 8.02d	使用	3.70E+09	3.70E+08	1.41E+11	甲亢治疗	简单操作	核医学科	核医学科楼负一层储源室	新购
			使用	3.70E+06	3.70E+05	1.41E+08	甲功测定	简单操作			新购
2	P-32	液态, 中毒半衰期 14.26d	使用	1.02E+09	1.02E+08	1.23E+10	敷贴治疗	简单操作		核医学科楼负一层储源室	新购
	以下空白										

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》(GB18871-2002)。

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
	以下空白									

(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
	以下空白								

(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	
	以下空白												

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
核医学科放射性废液	液态	I-131、P-32	较低	/	/	总β放射性 <10Bq/L I-131 活度浓度 ≤10Bq/L	核医学科衰变池	在衰变池暂存衰变达到排放标准后排入医院污水处理站作进一步处理，再排入城市污水管网
核医学科放射性固废	固态	沾染核素的 废西林瓶、服药 纸杯、针头、棉 球、吸水纸、手 套、废敷贴器等	较低	/	53kg	/	放射性废物间 暂存	贮存衰变满足 HJ1188-2021 相关要求后，按一般医疗废 物处理
		废活性炭等			80kg/批 次			
核医学科放射性废气	气态	I-131、P-32	/	/	微量	/	/	通风柜废气经活性炭吸附后经专用通风管道引至楼顶，与核医学科工作场所其他废气一并经活性炭处理装置处理后排放
	以下空白							

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

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

表 6 评价依据

<p>法律 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年修订，2015 年 01 月 01 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年修订，2018 年 12 月 29 日施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《放射性废物安全管理条例》，国务院令第 612 号，2012 年 3 月 1 日起实施；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日修订，2019 年 3 月 18 日施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号修改，2021 年 1 月 4 日发布；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》；</p> <p>(11) 《放射性废物分类》，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；</p> <p>(12) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日施行；</p> <p>(13) 《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；</p> <p>(14) 《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20 号）；</p> <p>(15) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号）；</p> <p>(16) 《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）；</p>
------------------	--

	<p>(17)《核应急管理导则—放射源和辐射技术应用应急准备与响应》，2003年2月21日，国防科工委、卫生部发布，科工二司[2003]147号；</p> <p>(18)《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》（环保总局公告[2006]第145号）；</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》（HJ2.1-2016）；</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》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(4)《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）；</p> <p>(5)《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；</p> <p>(6)《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）；</p> <p>(7)《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）；</p> <p>(8)《乙级非密封放射性物质操作场所监督检查技术程序》（NNSA/HQ-08-JD-IP-006）；</p> <p>(9)《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(10)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(11)《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；</p> <p>(12)《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(13)《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）；</p> <p>(14)《表面污染测定第1部分：β发射体（E_{βmax}>0.15MeV）和α发射体》（GB/T14056.1-2008）；</p> <p>(15)《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）；</p> <p>(16)《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1)环评委托书</p> <p>(2)《中国环境天然放射性水平》，《中国环境天然放射性水平》编辑委员会，中国原子能出版社，2015年7月；</p> <p>(3)辐射安全手册》（潘自强）；</p> <p>(4)建设单位提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围：

本项目为乙级非密封源工作场所，有实体边界，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》(HJ10.1-2016)的相关规定：“乙级非密封放射性物质工作场所项目的评价范围取半径 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”，本项目评价范围取核医学科边界外 50m,评价范围示意图见图 7-1。



7.2 保护目标：

本项目主要考虑核医学科产生的 γ 射线、 β 表面污染对周围环境产生的辐射影响，环境保护目标为本项目从事辐射工作的职业人员和评价范围内其他非辐射工作人员及周边公众人员。根据现场勘察的实际情况，距离本项目机房防护体 50m 评价范围内，有本项目核医学科辐射工作人员、核医学科附近其他科室工作人员、公众等环境保护目标。本项目主要环境保护目标一览表见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

场所名称	方位	保护目标	高度差 (m)	水平距离 (m)	受影响人群	影响人数
核医学科	核医学科内部	核医学科辐射工作人员	—	—	辐射工作人员	3 人
	东侧	换热机房	0	0-7.4	公众	约 3 人
		卫生间	4.8	0-7.4	公众	约 3 人
		露天停车场、院内过道	4.8	0-9.0	公众	若干
		居民区	4.8-16.8	9.0-50	公众	约 50 人
	南侧	院内露天停车区	4.8	0-37	公众	若干
		居民区、解放路	4.8-19.8	37-50	公众	约 50 人
	西侧	设备机房、地下停车场出入口	0-1.54	0-15.8	公众	约 20 人
		急诊/检验楼、露天停车区域	4.8-20	15.8-50	公众	约 100 人
	北侧	负一层设备间、水池、备用房	-3.2-0	0-23.8	公众	约 20 人
		大堂、ICU 病房	4.8	0-23.8	公众	约 100 人
		新建路	4.8-19.8	23.8-50	公众	若干
	核医学科楼上	大堂、中心药房、露天停车场	4.8	—	公众	约 30 人
	核医学科楼下	土层	—	—	—	—

7.3 评价标准:

7.3.1 剂量限值及管理目标值

执行《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）及建设单位管理目标要求，具体如下：

表 7-2 个人剂量限值及剂量约束值

序号	标准名称	标准内容
1	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）	<p>B1.1 职业照射</p> <p>B1.1.1.1 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：</p> <p>a) 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），20mSv；</p> <p>b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；</p> <p>c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；</p> <p>d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。</p> <p>B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不超过下述限值：</p> <p>a) 年有效剂量，1mSv；</p> <p>b) 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；</p>

2	《核医学辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021)	4.4.2.1 一般情况下, 职业照射的剂量约束值不超过5mSv/a; 4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。
3	建设单位管理目标要求	辐射工作人员: 5mSv/a; 公众: 0.1mSv/a

7.3.2 辐射工作场所分区

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)的标准要求, 具体如下:

表 7-3 工作场所分区

序号	标准名称	标准内容
1	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)	<p>6.4.1 控制区</p> <p>(1) 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防止污染扩散, 并预防潜在照射或限制潜在照射范围。</p> <p>(2) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合规定的电离辐射警告标志, 并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。</p> <p>(3) 制定职业防护与安全措施, 包括适用于控制区的规则与程序。</p> <p>(4) 运用行政管理程序和实体屏蔽限制进出控制区。</p> <p>(6) 定期审查控制区的实际状况, 以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。</p> <p>6.4.2 监督区</p> <p>(1) 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, 但需要经常对照职业照射条件进行监督和评价。</p> <p>(2) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。</p> <p>(3) 定期审查该区的条件, 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。</p>
2	《核医学辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021)	<p>4.3.1 应按照GB18871的要求将核医学工作场所划分出控制区和监督区, 并进行相应的管理。</p> <p>4.3.2 核医学工作场所的控制区主要包括回旋加速器机房、放射性药物合成和分装室、放射性药物贮存室、给药室、给药后候诊室、扫描室、核素治疗病房、给药后患者的专用卫生间、放射性废物暂存库、衰变池等区域。</p> <p>4.3.3 核医学工作场所的监督区主要包括回旋加速器和显像设备控制室、卫生通过间以及与控制区相连的其他场所或区域。</p>
3	《核医学放射防护要求》 (GBZ120-2020)	<p>5.1.4 核医学放射工作场所应划分为控制区和监督区。控制区一般包括使用非密封源核素的房间(放射性药物贮存室、分装及(或)药物准备室、给药室等)、扫描室、给药后候诊室、样品测量室、放射性废物储藏室、病房(使用非密封源治疗患者)、卫生通过间、保洁用品储存场所等。监督区一般包括控制室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间等。应根据GB18871的有关规定, 结合核医学科的具体情况, 对控制区和监督区采取相应管理措施。</p>

7.3.3 非密封源工作场所的分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中附录C规定的,

非密封源工作场所的分级，应按下表将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 7-4 工作场所分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	>4E+09
乙	2E+07~4E+09
丙	豁免活度值以上~2E+07

注：日等效最大操作量=（实际日操作量×毒性修正因子）/操作方式修正因子

表 7-5 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	放射源状态			
	表面污染水平较 低的固体	液体，溶液， 悬浮液	表面有污染的 固体	气体，蒸汽，粉末，压力 很高的液体，固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.0	0.001

7.3.4 工作场所周围剂量当量率控制水平

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20号）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）相关标准要求，具体如下：

表 7-6 工作场所周围剂量率控制水平

序号	标准名称	标准内容
1	《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）	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、分装柜、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。 6.1.7固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面30cm处的周围剂量当量率小于2.5μSv/h。
2	《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”的具体含义： 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10 μ Sv/h。
3	《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）	5.3.1在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于2.5 μ Sv/h，控制区内屏蔽体外表面0.3m处的周围剂量当量率控制目标值应不大于25 μ Sv/h，宜不大于2.5 μ Sv/h；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面5cm处的周围剂量当量率控制目标值应不大于25 μ Sv/h；同时在该场所及周围的公众和辐射工作人员应满足个人剂量限值要求。 12.3.3距离贮源箱表面5cm和100cm处因泄漏辐射所致的周围剂量当量率分别不应超过10 μ Sv/h和1 μ Sv/h。

7.3.5非密封放射性物质工作场所表面污染控制水平

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求，具体如下：

表 7-7 表面污染控制水平

表面类型		β 放射性物质（Bq/cm ² ）
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 （高污染子区除外）	40
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区监督区	4
手、皮肤、内衣、工作袜		0.4

7.3.6核医学科工作场所放射防护措施要求

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求，具体如下：

表 7-8 核医学科工作场所放射防护措施要求

标准名称	标准内容
《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）	5.2.4分装药物操作宜采用自动分装方式，I-131给药操作宜采用隔室或遥控给药方式。 5.2.5放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护设计。 5.2.6控制区的入口应设置电离辐射警告标志。 5.2.7核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。 5.2.8给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。
《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）	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

	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>6.2.5应为核医学工作场所内部放射性物质运送配备有足够屏蔽的贮存、转运等容器，容器表面应张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施。</p> <hr/> <p>7.3.1.3核医学工作场所的上水需配备洗消处理设备（包括洗消毒液）。控制区和卫生通过间内的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等应选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染。头、眼和面部宜采用向上冲淋的流动水。</p> <p>7.3.1.4放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液集聚，便于监测和维修。</p>
--	---

7.3.7放射性核素敷贴治疗放射防护要求

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求，具体如下：

表 7-9 放射性核素敷贴治疗放射防护要求

标准名	标准内容
《核医学放射防护要求》 (GBZ120-2020)	<p>12.1放射性核素敷贴治疗器的放射防护要求</p> <p>12.1.8废弃商品敷贴器应按放射性废源管理，自制敷贴器可根据核素的性质按放射性废物管理。</p> <p>12.2自制P-32敷贴器的特殊防护要求</p> <p>12.2.1P-32敷贴器的制作单位应配备活度计及β污染检查仪，并具有制作P-32敷贴器的专用工具。</p> <p>12.2.2P-32敷贴器的制作间，其墙壁、地面及工作台面应铺易去除污染的辅料。</p> <p>12.2.3P-32敷贴器制作时应在通风橱内操作，制作者应戴乳胶手套。</p> <p>12.2.4自制P-32敷贴器应保证不直接接触患者皮肤。</p> <p>12.2.5实施治疗时，应由医护人员操作，在不接触患者或受检者皮肤的一面用不小于3mm厚的橡皮覆盖屏蔽。</p> <p>12.2.6自制的P-32敷贴器，应对其数量、活度、使用情况进行登记。</p> <p>12.3敷贴器贮源箱的放射防护要求</p> <p>12.3.1贮源箱的外表面应标有放射性核素名称、最大容许装载放射性活度和牢固、醒目的电离辐射标志。</p> <p>12.3.2贮源箱的屏蔽层结构应分内外两层。内层为铝或有机玻璃等低原子序数材料，其厚度应大于β辐射在相应材料中的最大射程。外层为适当厚度的铅、铸铁等重金属材料，并具有防火、防盗的性能。</p> <p>12.3.3距离贮源箱表面5cm和100cm处因泄露辐射所致的周围剂量当量率分别不应超过10μSv/h和1μSv/h。</p> <p>12.4敷贴治疗设施的放射防护要求</p>

	<p>12.4.1敷贴治疗应设置专用治疗室，该治疗室应与诊断室、登记值班室和候诊室分开设置。治疗室内使用面积应满足治疗要求。</p> <p>12.4.2治疗室内高1.5m以下的墙面应有易去污的保护涂层。地面，尤其在治疗患者位置，应铺有可更换的质地较软又容易去污染的铺料。</p> <p>12.4.3治疗室内患者座位之间应保持1.2m的距离或设置适当材料与厚度的防护屏蔽。</p> <p>12.4.4治疗室内应制定敷贴治疗操作规程及卫生管理制度，并配有β污染检查仪等检测仪器。</p> <p>12.5敷贴治疗中的放射防护要求</p> <p>12.5.1实施敷贴治疗前，应详细登记治疗日期、使用敷贴源的编号、辐射类型、活度、照射部位与面积，并发给具有患者姓名、性别、年龄、住址、诊断和照射次数等项目的治疗卡。</p> <p>12.5.2每次治疗前，先收回患者的治疗卡，再给予实施敷贴治疗。治疗完毕，先如数收回敷贴器再发给治疗卡。由工作人员收回敷贴器放回贮源箱内保存。</p> <p>12.5.3实施敷贴治疗时不应将敷贴源带出治疗室外。</p> <p>12.5.4实施治疗时，应用不小于3mm厚的橡皮泥或橡胶板等屏蔽周围的正常组织。对颜面部部位的病变，屏蔽其周围正常皮肤；对其他部位的病变，则在病变周围露出正常皮肤不大于0.5cm。并在周围已屏蔽的皮肤上覆盖一张玻璃纸或塑料薄膜后，将敷贴器紧密贴在病变部位。</p> <p>12.5.5敷贴治疗时，照射时间长的可用胶布等固定，请患者或陪同人员协助按压敷贴器，照射时间短的可由治疗人员亲自按压固定敷贴器，有条件者可利用特制装置进行远距离操作。</p> <p>12.5.6敷贴器应定期进行衰变校正，以调整照射时间。每次治疗时应有专人使用能报警的计时器控制照射时间。治疗过程中应密切观察治疗反应和病变治疗情况，及时调整照射剂量，防止产生并发症。</p> <p>12.5.7敷贴治疗中，医务人员应采取有效的个人防护措施，如戴有机玻璃眼镜或面罩和尽量使用远距离操作工具。</p> <p>12.5.8敷贴器使用中应避免锐器损坏源窗面。不应将敷贴器浸入水、酒精等溶剂中，使用后应存放于干燥处。</p>
《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)	6.2.7敷贴器治疗场所应设置专门的治疗室，治疗时严禁将敷贴源带出治疗室外。敷贴治疗中，医务人员应采取有效的个人防护措施，对病人的正常组织应采用合适的屏蔽措施。敷贴器使用中应避免锐器损坏源窗面，不得将敷贴器浸入水、酒精等溶剂中，使用后应存放于干燥的贮源箱内。

7.3.8放射性固废

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的要求，具体如下：

表 7-10 放射性固体废物管理要求

标准名	标准内容
《核医学科辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)	<p>7.2.1固体放射性废物收集</p> <p>7.2.1.1固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。</p> <p>7.2.1.2含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。</p> <p>7.2.1.3放射性废物每袋重量不超过20kg。装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存。</p>

	<p>7.2.2 固体放射性废物贮存</p> <p>7.2.2.1 产生少量放射性废物和利用贮存衰变方式处理放射性废物的单位，经审管部门批准可以将废物暂存在许可的场所和专用容器中。暂存时间和总活度不能超过审管部门批准的限制要求。</p> <p>7.2.2.2 放射性废物贮存场所应安装通风换气装置，放射性废物中含有易挥发放射性核素的，通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。</p> <p>7.2.2.3 废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋（桶），不同类别废物应分开存放。容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记记录。</p> <p>7.2.2.5 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。</p> <p>7.2.3 固体放射性废物处理</p> <p>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$0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$、$\beta$表面污染小于$0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：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；</p> <p>7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。</p>
<p>《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）</p>	<p>8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置放置污物桶。</p> <p>8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。</p> <p>8.7 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。</p> <p>8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过$0.1\text{mSv}/\text{h}$，质量不超过20kg。</p> <p>8.9 储存场所应具有通风设施，出入口设电离辐射警告标志。</p> <p>8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。</p> <p>8.11 废物包装体外表面的污染控制水平：总$\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$。</p>

7.3.9 放射性废水

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20号）、《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）的标准要求，具体如下：

表 7-10 放射性废水管理要求

标准名	标准内容
<p>《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）</p>	<p>7.3.1 放射性废液收集</p> <p>7.3.1.1 核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变池或专用容器，收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生的放射性废液和事故应急时清洗产生的放射性废液。</p> <p>7.3.1.3 核医学工作场所的上水需配备洗消处理设备（包括洗消液）。控制区和卫生通过间内的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等应选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染。头、眼和面部宜采用向上冲淋的流动水。</p> <p>7.3.1.4 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽</p>

	<p>可能少的死区，下水道宜短，大水流管道应有标记，避免放射性废液积聚，便于检测和维修</p> <p>7.3.3放射性废液排放</p> <p>7.3.3.1对于槽式衰变池贮存方式：</p> <p>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GB18871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。</p> <p>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。</p>
根据《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20号）	<p>“一、关于槽式衰变池中含碘-131放射性废水排放”</p> <p>“含碘-131放射性废水可按照下列任意一种方式进行排放：</p> <p>（一）根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》第8.6.2条规定，经监管部门确认单次排入普通下水道的废水中碘-131活度不超过1ALlmin（9E+05贝可），每月排放的废水中碘-131总活度不超过10ALlmin（9E+06贝可）。</p> <p>（二）暂存180天后，衰变池废水可以直接排放。</p> <p>（三）暂存不满180天但监测结果表明碘-131活度已降至不高于10贝可/升水平，也可直接排放。</p> <p>医院应做好相关排放记录。”</p>
《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）	<p>总α放射性<1Bq/L。</p> <p>总β放射性<10Bq/L。</p>

7.3.10放射性废气（通风）

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）及《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20号）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）相关标准要求，具体如下：

表 7-12 放射性废气（通风）管理要求

标准名	标准内容
《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）	<p>6.3密闭和通风要求</p> <p>6.3.1核医学工作场所应保持有良好的通风，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。</p> <p>6.3.3碘-131治疗病房应设有单独的通风系统，病房的门窗应有封闭措施，保持治疗区域内的负压，治疗区域内的空气应经单独的排气管道有组织排放。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>7.4气态放射性废物的管理</p>

	<p>7.4.1产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。</p> <p>7.4.2应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。</p>
根据《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函[2023]20号）	<p>三、关于独立通风要求</p> <p>核医学标准第6.3.4节规定，手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统。单独的排风系统意为手套箱、通风橱等设备的排风管道在汇入“主排风管道前”的部分，应独立设置，防止发生气体回流和交叉污染。经过滤后的气体汇入到一个主管道中排放不违反标准要求。</p>
《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）	<p>5.2.3核医学工作场所的通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于0.5m/s。</p>

7.3.11患者出院要求

执行《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）相关标准要求。

表 7-13 患者出院要求

标准名	标准内容
《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）	<p>4.5.1为确保放射性核素治疗患者出院后，不至于使接触患者的家庭成员及公众超过相关的剂量约束或剂量限值，出院患者体内放射性核素活度应符合附录B的相关规定（I-131患者出院时体内放射性活度$\leq 400\text{MBq}$）。</p> <p>4.5.2接受碘-131治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至400MBq以下或距离患者体表1米处的周围剂量当量率不大于$25\mu\text{Sv/h}$方可出院。</p>
《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）	<p>7.2.1接受I-131治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至400MBq或距离患者体表1m处的周围剂量当量率不大于$25\mu\text{Sv/h}$方可出院，以控制该患者家庭与公众成员可能受到的照射。</p> <p>7.2.2对甲亢和甲状腺癌患者，出院时应按附录L中L.4给出接触同事和亲属及到公众场所的合理限制和有关防护措施（限制接触时间及距离等）的书面建议。</p>

7.3.12个人防护用品和应急去污用品

执行《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录K（标准的附录），本项目核医学科工作场所个人防护用品和应急去污用品的配置要求如下：

表7-14本项目核医学科个人防护用品和应急去污物品

场所类型	个人防护用品			应急去污物品
	工作人员		患者和受检者	
	必备	选备		
正电子放射性药物和	放射性污染防护服	—	—	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

I-131的场所				/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（水溶性油墨）、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。
敷贴治疗	宜使用远距离操作工具	有机玻璃眼镜或面罩	不小于3mm厚的橡皮泥或橡胶板等	
注：“—”表示不要求，宜使用非铅防护用品。				

7.3.13衰变池要求

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）相关标准要求。

表7-15衰变池要求

标准名	标准内容
《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）	<p>7.3.2.1经衰变池和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求。衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要：衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。</p> <p>7.3.2.2含碘-131治疗病房的核医学工作场所应设置槽式废液衰变池。槽式废液衰变池应由污泥池和槽式衰变池组成，衰变池本体设计为2组或以上槽式池体，交替贮存、衰变和排放废液。在废液池上预设取样口。有防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液衰变池超压的措施。</p> <p>7.3.2.3核医学诊断和门诊碘-131治疗场所，可设置推流式放射性废液衰变池。推流式衰变池应包括污泥池、衰变池和检测池。应采用有效措施确保放射性废液经污泥池过滤沉淀固形物，推流至衰变池，衰变池本体分为3-5级分隔连续式衰变池，池内设导流墙。污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。</p>
《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）	<p>5.2.5放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护设计。</p> <p>8.3放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防泄漏措施。</p>

综合上述标准，结合本项目拟使用的放射性同位素情况，确定本项目的年剂量管理目标值要求以及其他控制指标如下：

表 7-16 本项目的年剂量管理目标值要求以及其他控制指标

一、年剂量管理目标值				标准来源
项目	年平均有效剂量限值（mSv/a）	执行对象	本评价年剂量管理目标值（mSv/a）	
辐射工作人员	20	辐射工作人员	5 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量：500mSv	GB18871-2002 HJ1188-2021
公众人员	1	公众人员	0.1	
二、控制区辐射防护控制限值				

控制区周围 剂量当量率	①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 2.5 μ Sv/h。放射性药物通风柜、注射窗、服药窗口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 2.5 μ Sv/h,放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面 5cm 处的周围剂量当量率小于 25 μ Sv/h; ②固体放射性废物收集桶、暴露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h。		HJ1188-2021 GBZ120-2020
表面污染	表面类型		β 放射性物质 (Bq/cm ²)
	工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4 \times 10
		监督区	4
	工作服、手套、工作鞋	控制区、监督区	4
其他(手、皮肤、内衣、工作袜)		0.4	GB18871-2002 GBZ120-2020
放射性固体废物	每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h,质量不超过 20kg;废物包装盒外表面: β <0.4Bq/cm ² 放置经过标准时间暂存后经检测辐射剂量满足环境本底水平, β 表面污染小于 0.8Bq/cm ²		GBZ120-2020 HJ1188-2021
放射性废水	暂存时间 \geq 180 天可直接排放,或者不满 180 天排放前监测总 β 放射性<10Bq/L		HJ1188-2021 辐射函(2023) 20 号
三、通风			
核医学科场所	分装柜等密闭设备设计单独的排风系统,当通风柜打开一半时,开口截面的平均风速应不小于 0.5m/s,场所设置单独排风系统,最终排气口高于本建筑屋顶并安装专用过滤装置。		GBZ120-2020 HJ1188-2021

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置及场所位置

本项目位于湖南省怀化市新晃侗族自治县新晃镇解放路 21 号，新晃侗族自治县人民医院核医学科位于新住院楼负一楼。

8.2 环境现状评价对象、监测因子、监测点位和监测布点原则

8.2.1 环境现状评价对象

核医学科周围辐射环境本底水平。

8.2.2 监测因子

X- γ 辐射剂量率。

8.2.3 监测点位

为了解核医学科及其周围辐射环境背景水平，评价单位对拟建核医学科周围进行了辐射环境背景水平监测。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)和《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)等要求，共布设 30 个监测点位，其中 γ 点位 22 个，表面污染点位 8 个，布点情况见图 8-1。

8.2.4 监测布点原则

本项目主要污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。根据现场踏勘，本项目还未建设，评价范围内无其它电离辐射污染源。本次在核医学科拟建地对应位置及周围敏感点进行了监测布点。现场监测时，收集环境温度、环境湿度、天气状况等信息。

8.3 监测方案

- (1)监测单位：湖南昕胜辐射检测技术有限公司；
- (2)监测时间：2026 年 2 月 10 日；
- (3)监测方式：现场检测；
- (4)监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)和《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/T14056.1-2008）；

- (5)监测频次：依据 HJ1157-2021 和 HJ61-2021 标准予以确定；
- (6)监测工况：辐射环境本底；
- (7)天气环境条件：天气：阴天；温度：6°C;相对湿度：76%；
- (8)监测仪器校准因子 Cr:0.92；
- (9)监测仪器：见表 8-1。

表 8-1 监测仪器参数与检定校准情况

仪器名称	环境级 X γ 辐射剂量率仪	多功能辐射污染检测仪
仪器型号	Smart-N50	JC-FS3002
编号	N502408006	23092603
生产厂家	苏州核瑞仪器有限公司	青岛聚创环保集团有限公司
量程范围	1nSv/h~100mSv/h	0.01cps~99.99kcps, 0.01Bq~ 99.99kBq,0.01Bq/cm ² ~ 99.99kBq/cm ²
能量响应	40keV~3MeV	β/γ 探测下限: ≤ 10 cps
检定/校准单位	湖南省电离辐射计量站	湖南省电离辐射计量站
有效日期	2026 年 8 月 26 日	2026 年 12 月 18 日
证书编号	DLJL20250532-1807	DLJL20250762-2665

8.4 监测结果及评价

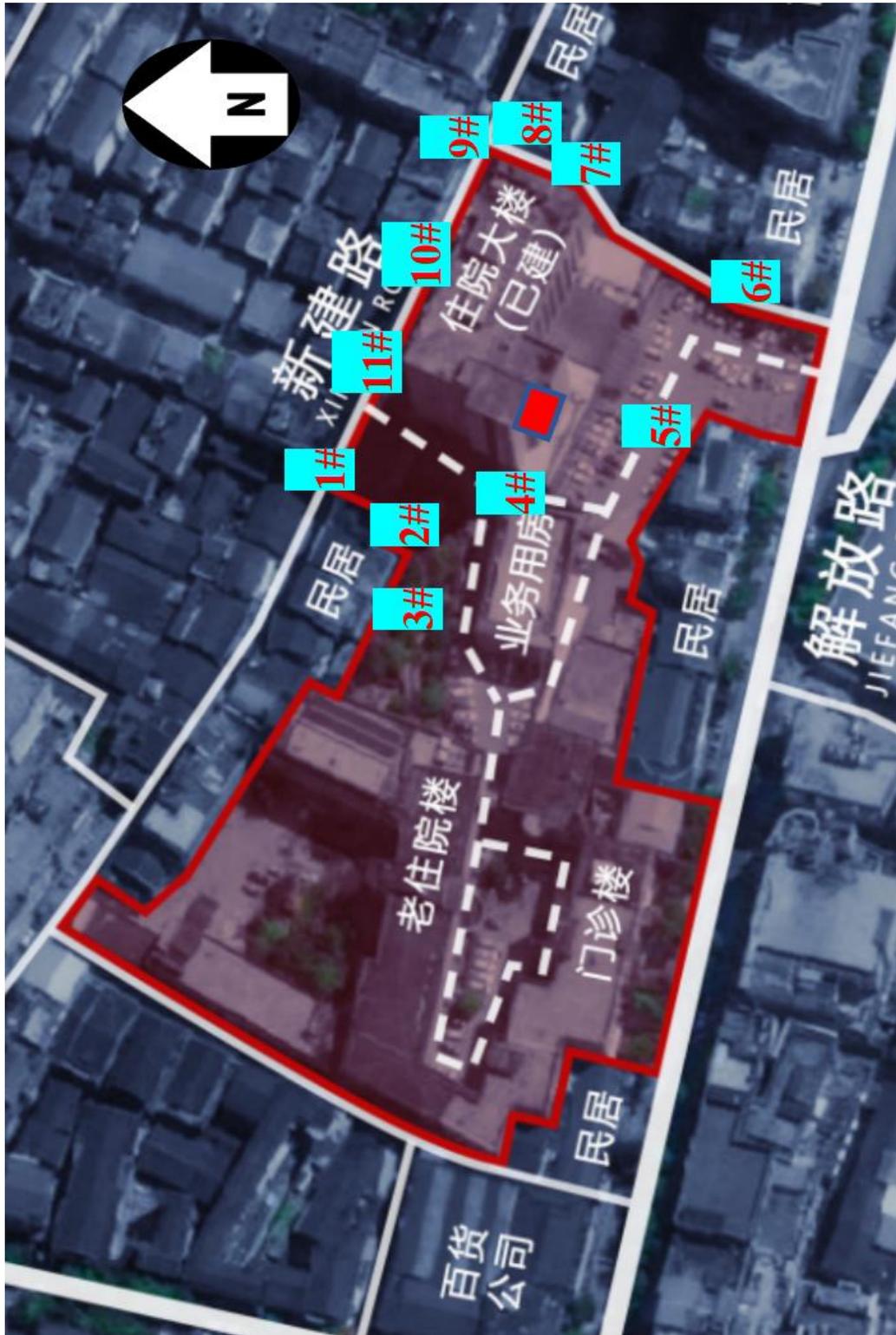


图 8-2 监测点位图 (γ 点位)

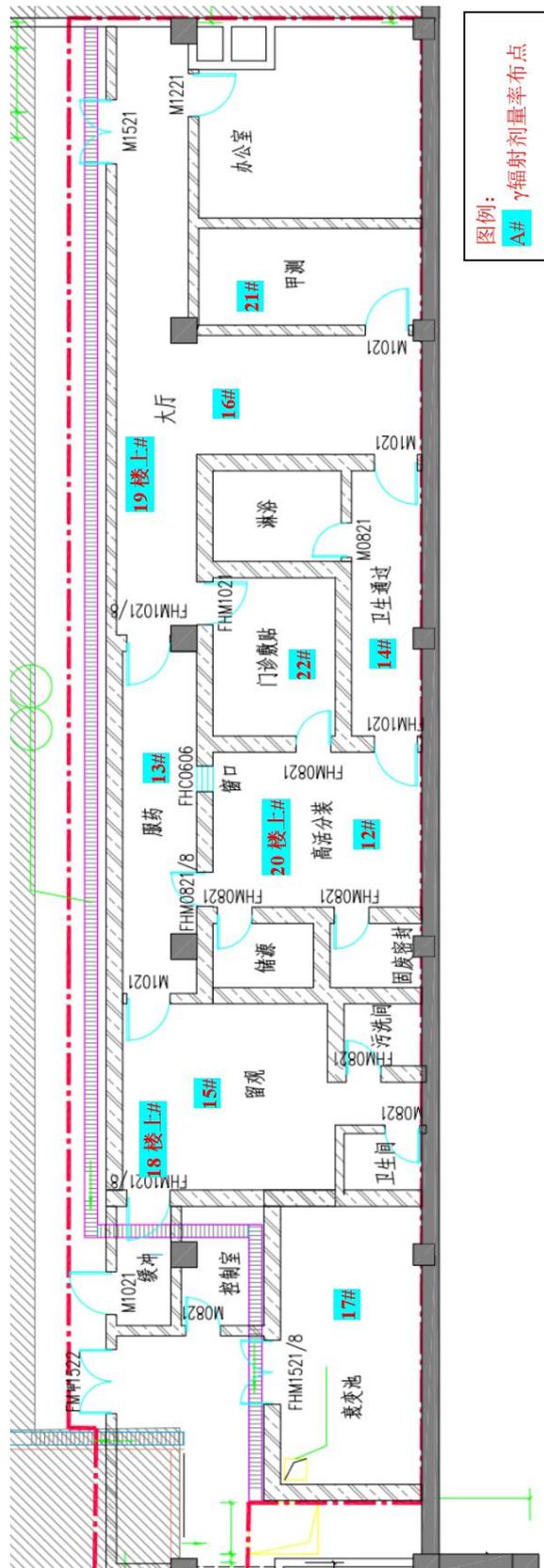


图 8-3 监测点位图 (γ 点位)

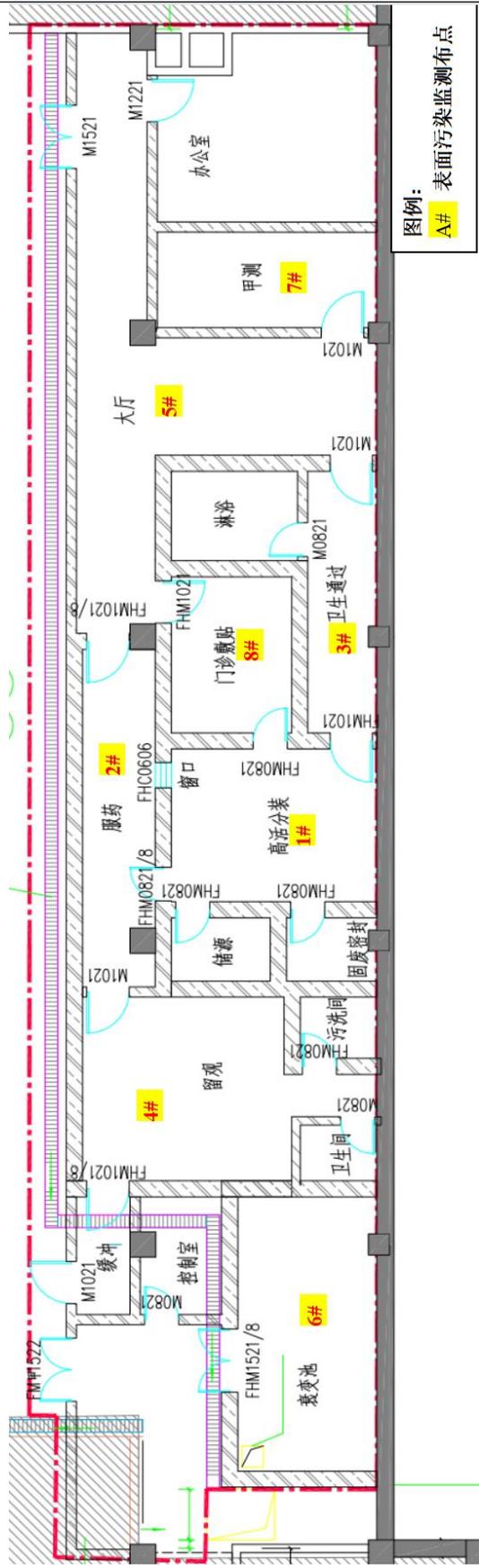


图 8-4 监测点位图 (表面污染点位)

监测数据详见下表8-2、8-3。

表 8-2 辐射环境现状检测结果一览表 (γ 点位)

序号	监测点位描述	监测结果 (nGy/h)	备注
1	住院大楼西北侧空地 1	77.0±1.07	室外
2	住院大楼西北侧空地 2	79.2±1.57	室外
3	住院大楼西北侧空地 3	75.7±1.18	室外
4	住院大楼西侧空地	66.7±2.18	室外
5	住院大楼西南侧空地	69.9±0.87	室外
6	住院大楼南侧空地	73.7±1.15	室外
7	住院大楼东侧空地 1	76.3±1.65	室外
8	住院大楼东侧空地 2	71.7±1.47	室外
9	住院大楼东侧空地 3	72.4±1.32	室外
10	住院大楼北侧空地 1	67.5±2.14	室外
11	住院大楼北侧空地 2	67.7±1.37	室外
12	拟建高活分装室 (现为地下车库)	122.6±1.67	室内
13	拟建服药室 (现为地下车库)	125.4±1.49	室内
14	拟建卫生通过室 (现为地下车库)	121.6±1.63	室内
15	拟建留观室 (现为地下车库)	119.9±1.36	室内
16	拟建大厅 (现为地下车库)	118.1±1.04	室内
17	拟建衰变池 (现为地下车库)	120.3±1.40	室内
18	拟建核医学科楼上药房	102.2±1.51	室内
19	拟建核医学科楼上大厅	103.6±1.62	室内
20	拟建核医学科楼上户外空地	77.7±1.23	室外
21	拟建核医学科甲测室	115.7±1.73	室内
22	拟建核医学科门诊敷贴室	120.9±1.32	室内

表 8-3 辐射环境现状检测结果一览表（表面污染点位）

检测点位编号	点位描述		检测结果 (Bq/cm ²)	备注
1	地下车库内（拟建高活分装室）	地面	≤MDL	室内
2	地下车库内（拟建服药室）	地面	≤MDL	室内
3	地下车库内（拟建卫生通过室）	地面	≤MDL	室内
4	地下车库内（拟建留观室）	地面	≤MDL	室内
5	地下车库内（拟建大厅）	地面	≤MDL	室内
6	地下车库内（拟建衰变池）	地面	≤MDL	室内
7	地下车库内（拟建甲测室）	地面	≤MDL	室内
8	地下车库内（拟建门诊敷贴室）	地面	≤MDL	室内
备注	1、项目中心区域经纬度为：E：109° 10' 13"，N：27° 21' 51"，仪器设备宇宙射线检测点经纬度为：E：113° 22' 19"，N：25° 51' 31"； 2、依据标准 HJ1157-2021 第 5.5 中公式： $D\gamma=k_1 \times k_2 \times R\gamma - k_3 \times Dc$ 本项目所用检测设备（检定证书编号：DLJL20250532-1807）使用 ¹³⁷ Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取值 1.20Sv/Gy，仪器校准因子（k ₁ ）为 0.92，仪器检验源效率因子（k ₂ ）取 1，宇宙射线屏蔽因子（k ₃ ）：楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1； 3、以上检测数据均已扣除宇宙射线响应值，仪器宇宙射线响应值为 15.40nGy/h（进行了经纬度、海拔高度修正），检测时周围无其他射线装置或放射源干扰； 4、以上检测数据均已扣除本底值。			

由表 8-2 可知，本项目核医学科及周围区域室内环境γ辐射剂量率范围为 77.7nGy/h~125.4nGy/h，室外道路环境γ辐射剂量率范围为 66.7nGy/h~79.2nGy/h。

根据《中国环境天然放射性水平》P493，湖南省怀化市原野、道路、室内γ辐射剂量率见下表。

表 8-4 湖南省怀化市γ辐射剂量率（单位：nGy/h）

监测项目	原野	道路	室内
γ辐射剂量率范围	32.1-128.6	39.6-119.4	45.3-143.5
备注：已扣除宇宙射线响应。			

根据以上对比可知，本项目核医学科室外的环境γ辐射剂量率处于怀化市室外道路天然本底涨落范围内；核医学科室内环境γ辐射剂量率处于怀化市内本底辐射范围。检测报告见附件 5。

项目所在地北侧	项目所在地东侧
项目所在地南侧	项目所在地西侧
核医学科拟建地	核医学科拟建地楼上区域

表 9 项目工程分析与源项

9.1.1.1核素特性

I-131的半衰期为8.02天，衰变方式为 β -衰变，发射 β 射线（99%）和 γ 射线（1%），其中 β 射线分支比最大的为89.2%，能量为606.3keV，还能释放出多条 γ 射线，其中分支比最大的为81.1%，能量为364.5keV， γ 射线能量最大的为722.89keV，占比1.8%。

9.1.1.2工作原理

甲亢治疗：甲状腺具有高度选择性摄取I-131的功能，功能亢进的甲状腺组织摄取量将更多。I-131在甲状腺内停留的时间较长，在甲亢患者甲状腺内的有效半衰期约3~5天。在患者服用I-131后，90%以上的I-131都会聚集到患者的甲状腺，其余的I-131随代谢排出体外。I-131衰变时主要发射 β -粒子，且射程短，仅约2~3mm，对周围正常组织一般无影响。因此，I-131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、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。由于本项目甲亢患者最大服药量活度为10mCi（370MBq）低于400MBq。因此，甲亢患者服药后无需住院，短暂留观后直接离开。

甲测：碘是甲状腺合成甲状腺激素的原料之一，放射性的I-131也能被摄取并参与甲状腺激素的合成，其被摄取量和速度与甲状腺功能密切相关。将I-131引入受检者体内，利用体外探测仪器测定甲状腺部位放射性计数的变化，可以了解I-131被甲状腺摄取的情况，从而判断甲状腺的功能。甲状腺功能测定单人次I-131给药量很小，本项目最大用量仅 $3.70E+05Bq$ （ $10\mu Ci$ ），低于GB18871规定的豁免水平（ $1.0E+06Bq$ ）。

9.1.1.3甲亢治疗工作流程

①患者适应性评估及预约登记：根据患者病情进行综合评估是否开具I-131治疗单，告知患者可能对辐射危害及注意事项，根据患者预约情况制定放射性药物订购计划。

②医院根据患者预约情况向供药方定药，当天给药前，供药方将甲亢、甲测所需I-131药物日最大所需量装在一支试剂瓶内，用铅屏蔽容器装载送至核医学科储源室的储源保险柜/箱内，核医学科工作人员核对药物信息无误后并签收。

③每日给药前，工作人员从储源室的储源保险柜/箱内取出装有I-131药物的铅屏蔽容器转移至分装柜内，使用全自动分装仪，使用前将铅罐安装在自动分药仪内，然

后操作人员在隔室操作界面上设定样品的分配活度、体积和计划使用时间，系统会自动完成将放射性药品液体样的定量分配、在线活度测量和样品体积配比的全部工作，测试合格的溶液可用于患者服用。

④甲亢患者根据现场叫号进入服药间，按照指示取药服用。

⑤甲亢患者服药后无异常，即在留观室短暂留观后（每名患者留观时长不超过30min，留观室最多1人同时留观），由专用通道离开。

9.1.1.4甲测工作流程

①受检者适应性评估及预约登记：根据受检者情况进行综合评估，告知受检者可能对辐射危害及注意事项，根据受检者预约情况制定放射性药物订购计划。

②甲状腺功能测定受检者用的I-131量较少，供药方将甲亢、甲测需I-131药物日最大所需量装在一支试剂瓶内，用铅屏蔽容器装载送至核医学科储源室的储源保险柜/箱内，核医学科工作人员核对药物信息无误后并签收。

③给药前，工作人员拟将甲亢患者给药后剩余药液手动分装（该过程主要包含分装、测活、稀释、滴加等操作，总计时长不超过2min）成单个甲测受检者所需剂量（最大不超过10 μ Ci，低于GB18871规定的豁免水平），分装完成的药物拟置于服药杯内，并置于垫有吸水纸的托盘内，放入服药窗口。

④受检者根据现场叫号依次进入服药间，按照指示取药服用。

⑤受检者服药后无异常，即可由留观室专用通道离开，无需留观。

⑥甲测受检者需分别于2h、4h、24h后回甲功测定室测摄碘率，每次检查60s。

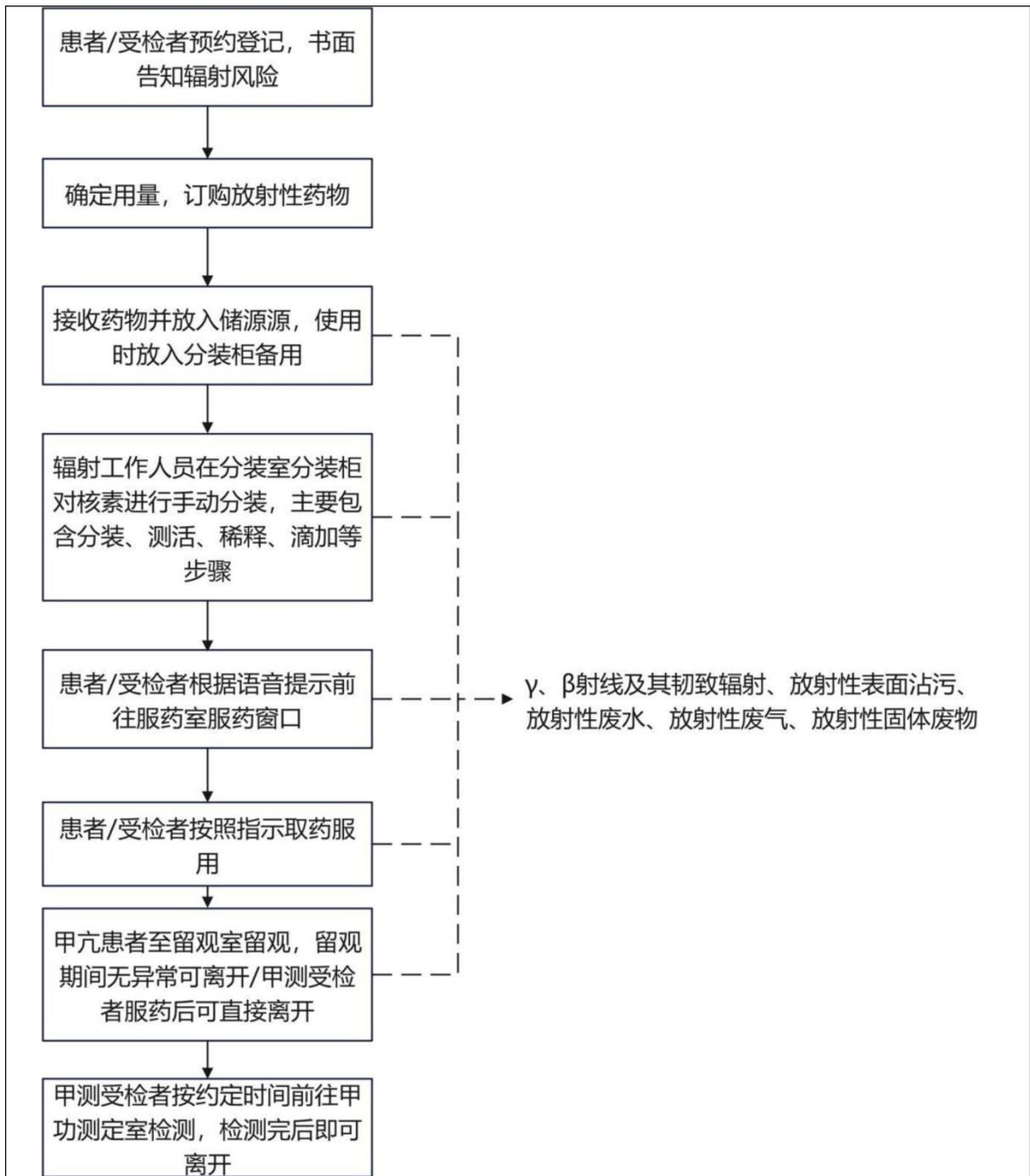


图9-11-131甲亢治疗、甲测工作流程及产污节点图

9.1.1.5工作负荷

根据医院确认的信息，本项目I-131诊疗甲亢甲测年工作38周，每周工作1天，年工作38天。每天最多10个甲亢治疗患者，年最大治疗人数为380人/年，每名患者I-131服药量为10mCi（3.70E+08Bq）。每天最多10名甲测受检者，年最大检查人数为380人/年，每名受检者I-131服药量为10 μ Ci（3.70E+05Bq）。

9.1.1.6产污分析

I-131衰变过程主要释放 γ 射线和 β 射线。药物分装、送药及患者/受检者服药过程，可能发生放射性表面污染。患者在服药期间会产生服药杯等固体废物。此外，I-131药物易挥发产生放射性气溶胶。

9.1.2P-32敷贴治疗

9.1.2.1核素特性

P-32半衰期14.28天，衰变方式为纯 β -衰变($\beta\%=100$)，衰变时放出的 β 射线最大能量为1.709MeV，平均能量为0.695MeV，释放的 β 射线在生物组织内射程短，组织穿透射程为3-4mm，在组织中最大射程8mm。

9.1.2.2工作原理

P-32敷贴治疗主要是利用核素放射 β 射线，使局部病灶产生辐射生物效应而达到治疗目的，使用前依据患者病变的形状、大小制成的敷贴器，将放射性核素P-32均匀地吸附在滤纸上制成的，让敷贴器充分贴近病变皮肤，利用P-32发出的 β 射线对病变组织进行辐射照射，从而对皮肤毛细血管瘤、血管痣、瘢痕疙瘩、慢性湿疹、牛皮癣及局限型神经性皮炎等起到治疗作用。这种敷贴器有利于克服常规敷贴放射源固定形状的限制性，达到完全覆盖病变组织使之真正得到靶向照射，使病变组织得到最大照射效应，并有效控制周围正常组织的吸收剂量而减少损伤。

9.1.2.3工作流程

1、P-32敷贴器制备流程

P-32敷贴器治疗采用优质滤纸作为P-32溶液的支持物，根据病变形状制成相应大小的敷贴器（纸片，每次制备不超过30min），按照患者年龄、瘢痕的面积、部位和质地计算一次的敷贴剂量及敷贴的时间。敷贴器制作拟在分装室分装柜内进行（核医学科错时开展核素治疗，P-32敷贴器制作时，分装柜内无I-131药物），先将P-32用适量蒸馏水或生理盐水稀释配制成一定放射性活度的液体，用加样器将稀释好的P-32溶液滴加在制作好的滤纸上，用红外线灯烤干或晾干滤纸，并用塑料膜将其密封待用。

2、P-32敷贴工作负荷及工作流程

(1) 核对患者信息：核对患者治疗卡信息，向患者说明治疗的目的、方法和注意

事项等，并详细登记治疗日期、使用敷贴源的编号、辐射类型、活度、照射部位与面积、治疗次数以及患者个人信息等。

(2) 使用P-32敷贴器时，敷贴器应保证不直接接触患者皮肤，应由医护人员操作，在不接触患者或受检者皮肤的一面用不小于3mm厚的橡皮覆盖屏蔽。实施治疗时，应用不小于3mm厚的橡皮泥或橡胶板等屏蔽周围的正常组织。对颜面部部位的病变，屏蔽其周围正常皮肤；对其他部位的病变，病变周围露出正常皮肤不大于0.5cm。在病变皮肤上覆盖一张玻璃纸或塑料薄膜后，将敷贴器紧密贴在病变部位。

(3) 敷贴治疗中，医护人员拟采取佩戴有机玻璃眼镜和使用远距离操作工具等有效的个人防护措施，用胶布或绷带将塑封的P-32敷贴器紧密贴在病变处，将敷贴器持续地放在患者病灶部位，记录敷贴时间。每次治疗时设置专人使用能报警的计时器控制照射时间，且在治疗过程中应密切观察治疗反应和病变治疗情况，及时调整照射剂量，防止产生并发症，达到预定治疗剂量时及时取掉。

(4) 敷贴治疗完毕后，工作人员回收废旧敷贴器作为放射性固体废物处理。

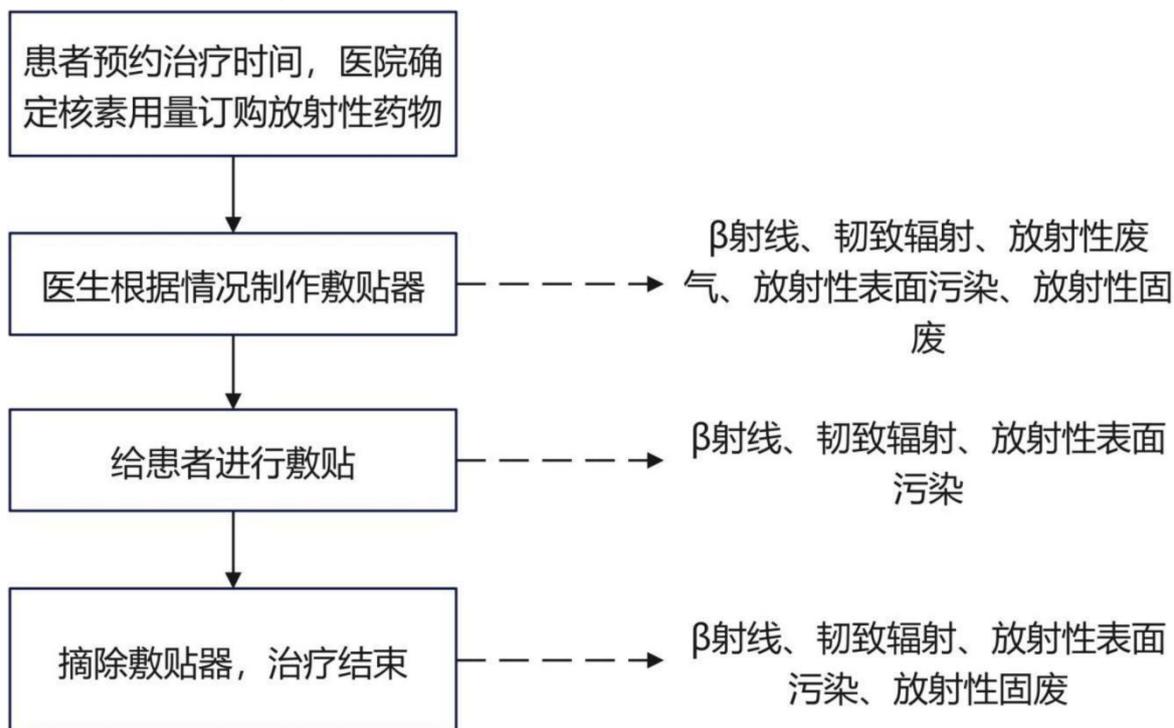


图9-2P-32治疗流程及产污环节图

9.1.2.4工作负荷

根据医院确认的信息，本项目P-32敷贴治疗每月工作1周，年工作12周，每周工

作5天，年工作60天。

本项目拟购买P-32溶液根据需求自主制作P-32敷贴片，P-32敷贴治疗每天最多治疗5名患者，年最大敷贴治疗患者数为300人/年，患者用药量最大为 $3.70\text{E}+07\text{Bq}$ （ 1mCi ）。每月购药1次，单次购药量为 $1.02\text{E}+09\text{Bq}$ ，年最大购药量为 $1.23\text{E}+10\text{Bq}$ 。

9.1.2.5产污分析

P-32为纯 β 衰变核素，其主要的污染源为在操作核素及敷贴器过程中 β 射线、韧致辐射等，制膜期间以及在使用期满后会产生废旧敷贴器、一次性防护用品等放射性固体废物，制膜时核素药液挥发产生的少量放射性废气。如若发生核素洒落等意外事故，还可能污染工作场所造成放射性表面沾污。

9.2工作负荷及人员计划

核医学科按照年工作50周计算，根据实际情况，将工作周划分为P-32诊疗周和I-131诊疗周，结合药企/供药方的送药情况，确定医院核医学科诊疗时间安排如下：

①P-32诊疗周和I-131诊疗周错开；

②由于P-32为每月送药1次，医院提前做好诊疗计划，将P-32送药当周定为P-32诊疗周，其他周定为I-131诊疗周；由此确保P-32和I-131不同时使用

③I-131甲亢患者和I-131甲亢受检者均安排在同一天，首先进行甲亢患者给药，甲亢患者给药后剩余药液手动分装成单个甲测受检者所需剂量，将甲亢服药安排在工作日上午，甲测服药安排在工作日下午，患者从时间上不交叉。

④由于本项目工作量较小，通过事先预约、叫号、护士导诊等制度，确保P-32门诊敷贴室最多只有1名患者在进行敷贴治疗，I-131甲亢留观室最多只有1名患者留观。

本项目核医学科初步拟配置医师、护士、技师各1名，医院后续医院将在满足《放射诊疗管理规定》及医院实际情况的前提下，视业务开展情况增减辐射工作人员。

9.3物流人流

9.3.1辐射工作人员

辐射工作人员从楼梯间进入，沿走廊至大厅，并经卫生通过间进入分装室（手动分装），自动分装在护士站完成，辐射工作人员不进入控制区，分装完成后，将I-131药物移至服药窗口处交由患者服下；或与P-32药物一起至门诊敷贴室，为患者进行敷

贴治疗。每日工作结束后，经表污监测合格，从卫生通过间离开，若表污监测不合格，则应进行去污直至合格为止。

9.3.2患者/受检者路线

①I-131甲亢患者：根据约定时间从楼梯间进入，沿地下停车场进入走廊至大厅登记，并在大厅等候区等待叫号，叫号后患者进入服药间进行服药，服药完成后进入留观室进行留观，留观约30min后，从出口通道离开。

②I-131甲测受检者：根据约定时间从楼梯间进入，沿地下停车场进入走廊至大厅登记，并在大厅等候区等待叫号，叫号后受检者进入服药间进行服药，服药完成后经出口通道离开（无需等待），然后按照约定时间至甲测室进行甲状腺吸碘率测定。

③P-32敷贴患者：根据约定时间从楼梯间进入，沿地下停车场进入走廊至大厅登记，并在大厅等候区等待叫号，叫号后患者进入门诊敷贴室进行敷贴，治疗结束后敷贴器归还，患者进行表面污染检测，满足标准要求后患者原路离开。

9.3.3放射性药物路线

核医学科使用的核素均为外购，放射性药物由生产厂家在医院接诊患者前送达，药物运输单位将运输车辆停在新住院楼大楼西侧地下停车场入口旁，人员绕至核医学科西侧患者通道出口门，由出口通道进入，并经留观室间进入高活分装室，药物验收合格后，根据科室要求将药物放置在储源室或分装室分装柜内，分装完成的I-131药品经服药窗口给患者/受检者服下，分装制作完成的P-32药品至门诊敷贴室进行敷贴治疗。

9.3.4放射性废物路线

核医学科场所内高活分装室、服药间、留观室、门诊敷贴室等房间均配备固废收集桶，当天所有工作结束后，及时将房间的固废转移至固废室内的铅固废桶内，大于24小时半衰期的放射性废物贮存10个半衰期（其中含I-131的废物贮存180天后），经监测包装外辐射剂量率满足所处环境本底水平、 β 表面污染小于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，可对废物清洁解控并作为普通医疗废物处理。

解控后的废物经分装室、服药间最后经出口通道运出，转运时选择人流较少时段进行，外运的固废必须整备包装完整，避免转运过程中沿途洒落。

图 9-3 本项目物流人流示意图

9.4 污染源项描述

9.4.1 建设阶段的污染源项

本项目建设阶段主要是项目的拆改工程、装饰装修工程、设备安装工程等，该过程会产生噪声、废气、固体废物等。

扬尘：主要为机械敲打、地面及墙体钻孔等产生的扬尘，装修过程产生的装修废气。

噪声：主要来自于施工机械设备及人员活动。

废水：主要为施工人员产生的少量生活污水及施工废水。

固体废物：主要为建筑拆除及建设过程中产生的建筑垃圾、装饰装修过程产生的建筑垃圾、设备拆包过程产生的建筑垃圾、施工人员的生活垃圾。

9.4.2 运营期的污染源项

9.4.2.1 射线及表面沾污

本项目使用的放射性同位素特征如下：

表9-1 本项目所用核素物理性质参数

核素	半衰期	毒性 分组	衰变 类型	能量 (MeV) ^[1]			
				E_{β}	$E_{\beta\max}$	E_{γ}	$E_{\gamma\max}$
P-32	14.3d	中毒	β^-	1.709	1.709	/	/
I-131	8.02d	中毒	β^- 、 γ	0.606	0.806	0.364	0.723

注：（1） $E_{\beta\max}$ 、 $E_{\gamma\max}$ 为最大分支比粒子能量， E_{β} 、 E_{γ} 为主要射线能量。

（2）空气中的I-131挥发量约为操作量的0.1%；

β 射线及其韧致辐射： β 粒子能被体外衣服消滅、阻挡或一张几毫米厚的铝箔完全阻挡。本项目辐射工作人员在操作时会佩戴医用手套，因此 β 射线对本项目辐射工作人员的影响较小。但 β 射线被放射源本身以及源周围的其他物质阻止时产生韧致辐射，韧致辐射会对周围环境产生辐射污染，本项目考虑韧致辐射影响。

γ 射线： γ 射线对细胞有杀伤力，医疗上用来治疗肿瘤。 γ 射线有很强的穿透力，本项目考虑 γ 射线辐射影响。

在使用放射性药物开展治疗过程中，因人员操作不慎或给药后患者发生呕吐等

情况，均会不可避免地会引起工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等产生放射性沾污，造成小面积的β放射性表面污染。此外，射线与空气相互作用时产生的少量的有害气体。

9.4.2.2放射性“三废”

1、放射性固体废物

(1) 放射性药物分装、给药、以及P-32敷贴器制作过程中产生的废西林瓶、一次性防护用品（口罩、鞋套、手套等）、服药口杯、吸水垫材、污染棉签等；参照同类型核医学工作场所运行经验，对于采取注射或口服给药且无需住院留观的患者，每人次产生的放射性固体废物量不超过50g/人次。本项目核医学科每年最多开展380次甲亢治疗，380次甲测，300次P-32敷贴治疗，则核医学科年最大放射性固体废物产生量为50g/人×1060人/年=53kg/年。

(2) 废气处理系统定期更换的废活性炭：建设单位拟定期更换核医学科通风系统的活性炭，废活性炭作为放射性固体废物处理，更换的活性炭的重量约80kg/批次，更换周期半年一次。

2、放射性废水

本项目主要产生的放射性废水主要是工作场所清洁废水、核素操作人员日常清洗废水以及病人在控制区产生的废水（核医学科P-32敷贴、I-131甲测患者诊疗完成后即可出院，I-131治疗甲亢患者在留观室留观，留观室设置卫生间，因此仅考虑I-131治疗甲亢患者的废水）。

废水产生情况如下所示：

表9-2放射性废水产生情况

来源	核素	单次产生量/L	产生次数	日最大产生量/L	年产生量/m ³
I-131甲亢患者留观	I-131	10	10次/d	100	3.8
控制区医务人员用水	I-131、P-32	80	2人/班	160	15.68
合计					19.48

注：

(1) 根据《建筑给水排水设计标准》(GB50015-2019)，门诊病人平均日用水量为6~12L，使用时间为8~12h、由于单个甲亢患者留观时间约30min，故保守按照单个甲亢患者用水量10L考虑；

(2) 根据《建筑给水排水设计规范》(GB50015-2019)，门诊医务人员每人每班平均日用水量为60~80L，使用时间为8h，本次环评保守按照80L/人班考虑(含场所清洁用水)；

(3) 本环评保守按照废水产生量等于用水量计算；

3、放射性废气

该场所内放射性废气主要来源于I-131药物分装及患者服药过程挥发的含I-131的废气，以及I-131诊疗患者呼出的含I-131废气。此外，由于操作失误，放射性物质泼洒在注射室工作台面或地面，可能有极小部分挥发在空气中所产生的放射性气溶胶。

9.4.3非正常运行状态下污染途径分析

(1) 由于管理不善，导致放射性药物被盗、丢失；

(2) 操作核素过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的意外泄漏，造成台面、地面放射污染及造成额外附加照射；

(3) 在药物分装施药过程发生意外或辐射工作人员操作失误将导致患者施药剂量不准确，如任何诊断用药物的施用量远大于处方值，或多次重复照射，或大大超过设定的指导水平，或误给药；

(4) 由于管理失误，致使尚未叫号的患者或其他公众进入控制区甚至是分装室等，由此造成人员受到不必要的照射或者是放射性表面污染。

(5) 防护用品或设施不能正常使用，或管理不善辐射工作人员未按要求穿戴个人防护用品和使用辅助防护设施，受到超剂量外照射；

(6) 由于风机故障等原因造成场所排风系统失效，使辐射工作人员造成额外附加照射；

(7) 衰变池雨水渗入或泵失效，导致放射性废水溢出造成放射性污染。

表 10 辐射安全与防护

10.1 工作场所布局分析及分区情况

辐射安全防护是为了使核医学科项目安全运行，控制人员受照剂量，减少因不合理照射引起的随机性效应发生的几率，防止确定性效应，并在发生辐射事故时，有应急的条件。医院拟从以下 4 个方面来进行辐射防护与人员安全保证。

①核医学科选址和工作场所布局上，本次核医学科项目选址在医院原新住院楼项目布局设计严格要标准参考进行设计，设有核医学科病区的专用入口、出口，设有单向门禁，根源性地避开了其他非参与核医学科就医的公众人员。

②整个核医学科场所功能用房均进行了防护屏蔽设计，有效地降低核医学工作人员和就诊患者受到辐射影响。

③核医学科采取了一系列的安全防护措施，起到事前预防和事后应急的保障。

④核医学科拟配备防护用品，加强对工作场所的辐射环境监督管理以及加强工作人员和公众的防护。

10.1.1 工作场所布局分析

(1)工作场所布局以及周围环境情况

核医学科北侧为负一层停车场、西侧为风机房与出入口通道、东侧为换热机房，南侧实土层；楼上为露天停车场、大堂与药房；楼下为土层。

本项目核医学工作场所布局设置有服药间、高活分装室、储源室、固废间、门诊敷贴室、甲测室、留观室及卫生间、衰变间等核医学诊疗相关功能室，以及医生办公室、护士站、淋浴室、卫生通过间、污洗间、衰变间控制室等辅助功能室，衰变池为三联槽式成品衰变池，位于衰变间内。

表 10-1 核医学工作场所相关功能用房及周边相邻位置分布概况表

工作场所	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
服药间	大厅	储源室、高活分装室、门诊敷贴室	留观室	地下停车场	大堂	实土层
高活分装室	卫生通过间、门诊敷贴室	实土层	储源室、固废间	服药间	露天停车场	实土层

储源室	高活分装室	固废间	留观室	服药间	露天停车场	实土层
固废间	高活分装室	实土层	污洗间	储源室	露天停车场	实土层
门诊敷贴室	淋浴间	卫生通过间	高活分装室	服药间、患者通道入口	露天停车场	实土层
甲测室	医生办公室	实土层	护士站, 大厅通道	大厅	露天停车场	实土层
留观室及卫生间	服药间、储源室	实土层、污洗间	出口缓冲间、衰变间控制室、衰变间	地下停车场	露天停车场、药房	实土层
衰变间	留观室及卫生间	实土层	集水井	衰变间控制室、维修通道	露天停车场	实土层

患者在核医学科东侧的护士站登记后,根据指示从核医学科东侧入口门禁进入核医学科,核医学科辐射工作场所布局遵循活性区和非活性区分开、人员路线独立的原则,相关配套功能房间较齐全,能够保证工作程序沿相关功能房间单向展开,能够满足医务人员及患者均具有独立的出入口和流动路线,能够有效防止交叉污染,避免公众、工作人员受到不必要的外照射。

核医学工作场所放射性废气通过专用排放管道排入排风井,放射性废液通过专用管道收集至衰变间的成品衰变箱内,放射性固废由专用的放射性废物间暂存,因此放射性三废不会流入其他场所。

核医学科工作场所布局遵循活性区和非活性区分开、人员路线独立的原则,相关配套功能房间齐全,能够保证工作程序沿相关功能房间单向展开,能够满足医务人员及病人都具有独立的出入口和流动路线,能够有效防止交叉污染,避免公众、工作人员受到不必要的外照射,布局基本满足《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)关于布局的要求,布局较为合理。

综上所述,本项目核医学工作场所布局合理。

10.1.2 辐射工作场所分区原则及区域划分情况

为便于辐射防护管理和职业照射控制,医院按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求,采取分区管理措施,把辐射工作场所分为

控制区和监督区，分区原则如下：

(1)控制区：需要专门防护手段或安全措施的区域划为控制区，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。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志。运用行政管理程序(如进入控制区的工作许可证)和实体屏障(包括门锁和联锁装置)限制进出控制区，放射性工作区应与非放射性工作区隔开。

(2)监督区：未被确定为控制区，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的区域。在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，划出监督区的边界，定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本项目核医学工作场所具体分区情况如下：

(1)控制区：服药间、储源室、固废间、高活分装室、留观室及卫生间、卫生通过间、淋浴间、污洗间（控制区）、门诊敷贴室、衰变间等区域划分为控制区，控制区入口设置电离辐射警告标志，严格限制人员进出。

(2)监督区：出口缓冲间、衰变间控制室、护士站、大厅、核医学科楼上等区域划分为监督区，监督区入口设置标明监督区的标志，定期检查监督区辐射剂量率水平。分区状况如图 10-1 所示。

图 10-1 核医学科分区图

10.1.3 射防护屏蔽设计

本项目核医学工作场所屏蔽设计方案如表 10-2 所示，本项目楼下为实土层。

表 10-2 核医学科辐射工作场所防护设计参数

场所	屏蔽设计方案	
服药间	规格（长宽高）	8.00m×1.72m×4.8m
	服药窗	20mmPb 铅板
	西侧墙	24cm 实心砖
	其他三侧侧墙	38cm 实心砖+6cm 硫酸钡水泥
	东侧、南侧防护门	8mmPb 铅板防护门
	西侧防护门	3mmPb 铅板防护门
	顶棚	30cm 混凝土

高活分装室	规格	4.83m×3.62m×4.8m
	分装柜	30mmPb
	西侧墙体	38cm 实心砖+3cm 硫酸钡水泥
	南侧墙体（实土层）	40cm 混凝土
	东侧、北侧墙体	38cm 实心砖+6cm 硫酸钡水泥
	西侧防护门（2扇）	3mmPb 铅板防护门
	北侧防护门（服药间共用）	8mmPb 铅板防护门
	东侧防护门（2扇）	3mmPb 铅板防护门
	顶棚	30cm 混凝土
储源室	规格	2.33m×1.50m×4.8m
	西侧、北侧墙体	38cm 实心砖+6cm 硫酸钡水泥
	东侧、南侧墙体	38cm 实心砖+3cm 硫酸钡水泥
	防护门（高活分装室共用）	3mmPb 铅板防护门
	顶棚	30cm 混凝土
固废间	规格	2.13m×1.50m×4.8m
	东侧、北侧墙体	38cm 实心砖+3cm 硫酸钡水泥
	西侧墙体	38cm 实心砖+6cm 硫酸钡水泥
	南侧墙体（实土层）	40cm 混凝土
	防护门（高活分装室共用）	3mmPb 铅板防护门
	顶棚	30cm 混凝土
门诊敷贴室	规格	3.70m×2.83m×4.8m
	西侧、北侧墙体	38cm 实心砖+6cm 硫酸钡水泥
	东侧、南侧墙体	38cm 实心砖+3cm 硫酸钡水泥
	北侧防护门	3mmPb 铅板防护门
	西侧防护门（高活分装室共用）	3mmPb 铅板防护门
	顶棚	30cm 混凝土
甲测室	规格	5.16m×2.27m×4.8m
	四周墙体	24cm 实心砖
	防护门	普通推拉门
	顶棚	30cm 混凝土
留观室及卫生间	规格	4.74m×4.33m×4.8m
	四周墙体	38cm 实心砖+6cm 硫酸钡水泥
	东侧防护门（服药间共用）	3mmPb 铅板防护门
	西侧防护门（出口通道）	8mmPb 铅板防护门
	顶棚	30cm 混凝土
衰变间	规格	6.50m×3.27m×4.8m
	南侧墙体（实土层）	40cm 混凝土
	其他三侧墙体	38cm 实心砖+6cm 硫酸钡水泥
	顶棚	30cm 混凝土
注：实心砖密度应不低于 1.65g/cm ³ ，混凝土密度应不低于 2.35g/cm ³ ，硫酸钡水泥密度应		

不低于 2.7g/cm³，铅板密度应不低于 11.3g/cm³。

10.1.4 辐射防护设施与防护用品

本项目拟配备的辐射防护设施与防护用品如表 10-3 所示。

表 10-3 项目辐射防护设施与防护用品配置一览表

序号	种类/名称	场所	数量	屏蔽防护规格 (铅当量 mmPb)
1	I-131 分装柜	分装室	1	30mmPb
2	P-32 分装柜	分装室	1	10mm 有机玻璃 +5mmPb 铅
3	铅转运罐	储源室	1	50mmPb
5	脚踏式废物衰变桶(铅衰变桶)	高活分装室、服药 间、固废间、卫生通 过间、留观室、甲测 室、门诊敷贴室	若干	10mmPb
6	铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜	卫生通过间、门诊敷 贴室	各 2 套	0.5mmPb
7	去污工具组	卫生通过间	1 套	/
9	长柄操作工具	高活分装室	1	/
10	一次性专用口罩、手套、帽子、 吸水滤纸、纱布	高活分装室	若干	/
11	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 and 硫代硫酸 酸钠的水);小刷子、一次性毛 巾或吸水纸、毡头标记笔(水 溶性油墨)、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	卫生通过间	1 套	/
12	活度计	高活分装室	1 台	/
13	α 、 β 表面污染仪	卫生通过间、门诊敷 贴室共用	1 台	/
14	个人剂量报警仪	核医学科工作场所 内	2 台	/
15	便携式 X- γ 剂量率仪	核医学科工作场所 内	1 台	/
16	辐射剂量监测报警仪	核医学科出入口、高 活分装室、卫生通过 间入口	各设置 1 个探头	/

17	电离辐射警告标志	核医学科各防护门	若干	/
----	----------	----------	----	---

10.1.5 辐射安全和防护措施

(1) 分区管理、警示标识和指示标识：辐射工作场所实行分区管理。拟在控制区各功能用房出入口醒目位置设置符合国家标准要求的电离辐射警示标识以及“禁止入内”、“禁止停留”等警示标识，以警示无关人员不要在此区域停留。此外，拟在控制区各功能用房出入口设置标明房间功能的标牌，在工作场所内张贴患者、医护人员和放射性物质运输等指示路线标识。在衰变池周围设置围栏和警示标志。

(2) 门禁控制系统：拟在核医学工作场所控制区出入口设置门禁，限制无关人员出入；在工作人员出入区域设置防护衣具、监测设备等，在监督区入口处设立标明监督区的标牌。核医学科工作场所设置辐射工作人员专用卫生通过间，洗手水龙头应为脚踏式或光电感应龙头。在核医学科第一道入口、控制区出入口门外张贴电离辐射警告标志，同时，防止无关人员借受检人员进出之际进入核医学科工作场所控制区，受到不必要的照射，本项目采取以下措施：

①走廊至服药间、走廊至门诊敷贴室、大厅至卫生通过间必须在工作人员刷卡后方可进入；

②走廊至服药间、服药间至出口通道、出口通道至外部为单向门（仅在单侧设置开门开关或刷卡）；

③门诊敷贴室设置双向门禁（两侧刷卡），门禁卡由护士保管，门诊敷贴室的人员进出均由护士负责刷卡出入，患者无法自行开门离开；

④留观室设置门禁系统，医护人员可远程关闭/开启该大门，避免受检者返回服药间；

⑤衰变间内衰变池检修口、各池体的顶盖日常上锁，避免无关人员进入。项目拟根据工作人员岗位给与对应区域进出权限，以限制无关人员入内。

(3) 监控系统：拟在核医学工作场所储源室、高活分装室、门诊敷贴室、服药间、出入口通道、留观室、甲测室、大厅等设置监控系统，监控视频录像存

储时间不小于 90 天，并拟在护士站设监控显示屏，由专人负责看守监控系统。

（4）对讲系统：拟在核医学工作场所控制区内设置对讲系统，服药窗口处拟设置双向对讲装置，以便医护人员与患者间保持良好沟通。

（5）放射性药物/放射源的管理：本项目核医学科各工作场所设置有独立的放射性药物暂存功能用房（储源室），安装双锁门、监控系统等，放射性核素存取实行“双人双锁”管理，确保符合安保要求，无关人员不得入内；放射性核素储存容器应具有相应辐射屏蔽能力，并定期开展辐射监测；放射性核素放置应合理有序、易于取放，建立完善放射性核素保管、领用和登记制度，相应的存、取、使用记录要详细、清晰。

（6）敷贴治疗：实施敷贴治疗前，应详细登记治疗日期、使用敷贴源的编号、辐射类型、活度、照射部位与面积，并发给具有患者姓名、性别、年龄、住址、诊断和照射次数等项目的治疗卡。每次敷贴治疗前，将先收回患者的治疗卡，再给予实施敷贴治疗。治疗完毕，先如数收回敷贴器再发给治疗卡。废敷贴器由工作人员收回做放射性固废处理。

（7）辐射工作人员防护措施：本项目拟为辐射工作人员配置个人防护用品、个人剂量计及辐射监测设备，可基本满足本项目辐射工作需求。本项目设置卫生通过间，工作人员的出入必须经过卫生通过间，卫生通过间内拟设置防护用品放置与穿戴、放射性污染监测以及紧急冲淋等空间。洗手水龙头应为长柄或光电感应龙头。

（8）放射性废物管理：设置放射性废物储存间（固废室），并在分装室、服药室、留观室、敷贴室等房间内配备贮存放射性废物的暂存桶；按放射性废物半衰期，对含 I-131、P-32 核素放射性废物进行分类收集和暂存，放射性废物收集后暂存于固废室铅固废桶内。专用衰变箱内，衰变后经检测合格按医疗废物处置。医院将做好产生、衰变时间、数量等相关的记录台账。本项目核医学工作场所设置了相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。其中放射性药物在当日核医学科接诊前送至分装室，避免与患者交叉；放射性废物在每日下班、患者全部离开核医学工作场所后再收集至固废室。

(9) 制度上墙：医院拟制定相应的核医学辐射事故应急预案、辐射安全防护规程及相应的操作程序等制度，并按要求在患者候诊区域设置相应放射防护注意事项告知栏；拟在工作人员分装室等放射性核素操作区域内张贴相应的辐射安全管理规章制度、操作规程和辐射事故应急预案等。

(10) 清洁卫生要求：本项目核医学控制区内卫生通过间、留观室卫生间等有水房间拟采用防滑地砖地面，地砖接缝拟做美缝并刷涂防水层；工作场所控制区其余各功能用房地面拟采用 PVC 卷材，墙面拟采用清洁冰火板，地面 PVC 卷材与墙壁的连接采用 PVC 踢脚线，并采用圆弧设计，以保证连接处无缝隙。本项目工作台面、注射台、分装柜、洗手池/盆、污洗池等表面拟采用瓷砖/不锈钢材质等易清洗、防水、不易渗漏材料，以便于清洁去污。

图 10-2 辐射安全和防护措施示意图

本项目本项目辐射安全防护措施对照表见表 10-4、表 10-5。

表 10-4 本项目辐射安全防护措施对照分析表

序号	《核医学辐射防护与安全要求》 (HJ1188-2021)	本项目情况	是否 符合要求
1	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。	通风橱、服碘窗的表面、工作台台面等拟采用不锈钢表面的一体产品，保证操作面平整光滑；室内地面铺设防渗塑胶地板、在墙面施工至离地至少50cm,能够保证地面与墙壁衔接处无接缝，易于清洗、去污。	符合
2	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。	本项目场所级别为乙级，拟配置通风橱用于操作放射性核素。拟为药物操作人员配备铅衣、铅眼镜等防护用品，并拟配备注射器防护套等防护用品。甲壳留观室内拟设置有足够屏蔽厚度的铅屏风，以减少对其他患者和医护人员的照射。	符合

3	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。	卫生通过间内拟设有洗涤去污设施和表面污染检测仪器，从控制区离开的人员和物品可以利用监测仪器进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，使用去污设施进行去污。	符合
4	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。	本项目核医学科设置了储源室，并拟配置专门的贮存保险箱用于贮存放射性物质，防护门设置门锁，防护门设置警告标志、警示语句，无关人员不会进入储源室。医院制定监测计划，计划每月进行一次辐射水平监测。医院拟安排专人管理，建立放射性物质台账，及时登记，确保账物相符。	符合
5	6.2.5应为核医学工作场所内部放射性物质运送配备有足够屏蔽的贮存、转运等容器，容器表面应张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施。	拟配备专用的药物转运铅罐、保险柜等贮存和转运容器，表面张贴规范的电离辐射标志，在转运时采取药箱盛装等固定措施，防止药物翻倒和跌落。	符合
6	6.2.7敷贴器治疗场所应设置专门的治疗室，治疗时严禁将敷贴源带出治疗室外。敷贴治疗中，医务人员应采取有效的个人防护措施，对病人的正常组织应采用合适的屏蔽措施。敷贴器使用中应避免锐器损坏源窗面，不得将敷贴器浸入水、酒精等溶剂中，使用后应存放于干燥的贮源箱内。	本项目核医学科设置门诊敷贴室，治疗时严禁将敷贴源带出治疗室外。敷贴治疗中，医务人员拟采取有效的个人防护措施，对病人的正常组织应采用合适的屏蔽措施。敷贴器使用中应避免锐器损坏源窗面，不得将敷贴器浸入水、酒精等溶剂中，使用后应存放于干燥的贮源箱内。	符合
7	6.3.1核医学工作场所应保持有良好的通风，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。	本项目核医学工作场所设置1套排风装置，保证良好的通风，使得工作场所的气流流向遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向，避免放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。	符合
8	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。	本项目挥发性放射性核素I-131的操作在通风橱中进行，通风橱设计有单独的排风系统，并安装活性炭过滤装置。	符合

9	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。	本项目通风橱通风速度大于0.5m/s,通风系统排气口高于本建筑物屋顶2m,远离邻近的高层建筑。	符合
10	7.2.1.1固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。	固体放射性废物收集于表面张贴电离辐射标志的专用铅废物桶，铅废物桶内放置专用塑料袋直接收纳废物。	符合
11	7.2.2.2放射性废物贮存场所应安装通风换气装置，放射性废物中含有易挥发放射性核素的，通风换气装置应有单独的通风管道。入口处应设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。	本项目放射性废物贮存场所固废间，安装有通风换气装置，有单独的通风管道。固废间入口处设置电离辐射警告标志，具有防火、防丢失、防射线泄漏等措施。	符合
12	7.3.1.2核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射后的残留液和含放射性核素的其他废液应收集在专用容器中。含长半衰期核素的放射性废液应单独收集存放。盛放放射性废液的容器表面应张贴电离辐射标志。	核医学工作场所放射性药物残留液和含放射性核素的其他废液收集于铅废物桶中，表面张贴电离辐射标志。含长半衰期核素的放射性废液单独收集存放于衰变池。	符合

表 10-5 本项目辐射安全防护措施对照分析表

序号	《核医学放射防护要求》 (GBZ120-2020)	本项目情况	是否 符合要求
1	5.1.2在核医学诊疗工作区域，控制区的入口和出口应设置门锁权限控制和单向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射。	核医学工作场所入口设置单向门禁，出口设置电磁门锁权限控制，设置有独立的患者通道和医务通道，总体工作场所布局合理，有利于患者就诊方便，能避免无关人员通过。	符合
2	5.1.3对于单一的治疗工作场所应设置放射性药物贮存室、分装及药物准备室、给药室、病房（使用非密封源治疗患者）或给药后留观区、给药后患者专用卫生间、值班室和放置急救设施的区域等功能用房；诊断工作场所和治疗工作场所都需要设置清洁用品储存场所、员工休息室、护士站、更衣室、卫生间、去污淋浴间、抢救室或抢救功能区等辅助用房；	核医学科控制区设置了储源室、分装室、固废室、留观/抢救室及专用卫生间、甲测室等功能用房；监督区设置了候诊区、医生办公室、处置室、护士站、污洗间等功能用房。核医学科整体设置的相关功能用房较完善。	符合

3	5.1.5核医学工作场所的布局应有助于开展工作，避免无关人员通过。	本项目根据核医学工作流程合理布置，患者通道和医务通道独立设置，核医学控制区出入口设置门禁，避免无关人员通过。	符合
4	5.1.6 通过设计合适的时间空间交通模式来控制辐射源(放射性药物、放射性废物、给药后患者或受检者)的活动，给药后患者或受检者与注射放射性药物前患者或受检者不交叉，给药后患者或受检者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉。合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理；便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展。	本项目给药后患者与工作人员有独立的通道，不交叉；从时间上将药物运输、废物处理、患者的活动路径错开及采取相应的管控措施，使其不会产生交叉；放射性物质的运输通道设置相对合理；核医学科病区在核素病房区设计有污洗间。	符合
5	5.2.3核医学工作场所的通风按表1要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。	核医学工作场所设有独立的通风系统，拟设置一套送风系统与一套排风系统(其中分装室通风橱单独设置排风)，保持场所的负压，防止气体交叉污染；分装柜设有专用的排风装置，风速设计不小于0.5m/s；废气经过高效排风过滤器+活性炭吸附二级处理设施处理后高空排放。	符合
6	5.2.4分装药物操作宜采用自动分装方式， ¹³¹ I给药操作宜采用隔室或遥控给药方式。 5.2.5放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护设计。 5.2.6控制区的入口应设置电离辐射警告标志。 5.2.7核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。 5.2.8给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。 5.2.9应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运等容器。容器表面应设置电离辐射标志。	核医学科分装柜拟安装设置自动分装柜；设计三级槽式衰变池；用于放射性废水的暂存衰变；污水管道于地下铺设；控制区出入口均设置电离辐射标志；在核医学场所中患者通过的区域地面、墙面等位置拟设置明确的患者或受检者导向标识或导向提示，保证患者按规划路线行走；核医学科设置监控装置，拟配备相应数量的铅废物桶及铅罐，表面设置电离辐射标志	符合

建设单位按照表 10-4、表 10-5 中提出的要求落实，本项目辐射安全和防护措施合理可行。

10.2 三废的治理

(1)放射性废气

本项目核医学诊疗过程中将产生气态放射性废物，主要来源于核医学科放射性药物 I-131 在使用过程中存在一定程度的挥发，用药后的受检者呼吸也会产生少量放射性废气。另外，电离辐射也可使空气电离而产生臭氧和氮氧化物等有毒有害气体。为防止或减轻气载放射性废物对工作人员和受检者、公众的辐射危害，本项目核医学工作场所拟设置一套送风系统与一套排风系统(其中高活分装室通风橱单独设置排风),通风系统如图 10-3、图 10-4 所示。

本项目通过合理设置送风与排风量，确保核医学工作场所形成负压通风，即气流由低活性区流向高活性区，避免污染。送风与排风管道与其他区域通风管道分离，引至新住院楼楼顶排放，排放口周围无其他高层建筑，排风机设置防雨措施，排放口配风帽加铁丝防虫网，排放口拟设置活性炭过滤装置。

图 10-3 核医学科新风示意图

图 10-4 核医学科排风示意图

(2)放射性废液

本项目拟在新住院楼负一楼核医学科西侧旁设置专用衰变间。衰变间内有衰变池与管道，衰变间北侧设置衰变池控制室，衰变池为三级槽式加一个沉淀池成品设计，沉淀池容积为 0.48m^3 ($1\text{m}\times 0.6\text{m}\times 0.8\text{m}$)，3 个容积为 8m^3 ($2\text{m}\times 2\text{m}\times 2\text{m}$) 的衰变池以及检修走廊构成，其中 3 个衰变池总容积 24m^3 ，衰变池工作采取并联槽式排放，污水经沉淀池后进入衰变池。

第一个池达到设计水位后，自动关闭进水阀门，开启第二个池子的进水阀门，污水进入第二个池子，当第二个池子达到设计水位后，自动关闭进水阀门，开启第三个池子，在第三个池子未达到设计水位前第一个池子达到排放标准开始排放(由池体底部吸水槽管道经提升泵抽出)，依次循环。每个衰变池有一进水口和出

水口，分别与进水管和排水管连接，衰变池都有进水电动阀门和排水电动阀门，侧壁上安装有液位传感器，槽体之间设置溢流孔防止传感器失灵出现溢流事故：电动阀门、液位传感器与现场控制器连接。每个池子配备 2 台自动搅匀排污泵，带切割装置，周期交替使用，防止污物淤积。

衰变池位于衰变间内，衰变池的成品衰变箱为 3cm 厚 304 不锈钢设计，具有坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，衰变间四周墙体为 38cm 实心砖加 6cm 硫酸钡水泥设计，楼顶为 30cm 混凝土。衰变池顶棚上方为地面停车场，一般情况下人员较少到达衰变池正上方。从辐射防护考虑，选址合理。

排水管道为埋地管道，裸露的部分用 3mmPb 做包裹处理，埋地深度不小于 0.3m，设计坡度大于 0.01，确保无废水残留在管道内部。本项目核医学科放射性废水排水管采用 PVC 材质，并采取防腐蚀措施；放射性废水排入场所三级槽式衰变池内衰变，由衰变池暂存衰变并达到排放要求后，进入医院污水处理设施进行处理。

衰变池外排废水总 β 应不大于 10Bq/L、1-131 的放射性活度浓度应不大于 10Bq/L。衰变池同时设置便利取样口，以便在废水排放前取样监测。

放射性废水在衰变池中暂存超过标准要求时间后，可直接排放。排水管道和衰变池见图 10-5、图 10-6。

图 10-5 核医学科放射废水管道示意图

图 10-8 核医学科衰变池设计示意图（平面图、剖面图）

(3)放射性固废

本项目放射性固体废物主要来源：

①放射性药物常规操作、分装、给药过程中产生一些带有微量放射物质的注射器、针头、试管、棉花、棉棒、纱布、一次性手套等，以及异常洒落时使用的吸水纸、抹布等；

②排风系统置换下来的废活性炭。

针对放射性固体废物，医院拟采取的处理措施如下：

1)根据该项目医学实践中产生固体废物中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等进行分类，按照废物的可燃与不可燃、可压实与不可压实、有无病原体毒性分开收集。

2)放射性固体废物先置于专用铅制放射性废物桶内，容器内拟放置塑料袋，当废物装满后，将袋封好并及时转存于废弃物暂存室，袋上贴上标签，注明废物重量、废物类型、核素种类、比活度水平及存放日期等说明。待放射性物质自行衰变后的比活度不大于 $7.4 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ 后，再按普通医疗废物处理。对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

3)核医学科排风系统所使用的排风过滤器拟定期更换，更换下来的过滤器按放射性固体废物进行处理。

4)配备专职(或兼职)人员负责管理废物的分类收集、存放和处理。废物管理人员应熟悉国家有关放射性废物管理法律法规，具备掌握放射防护和剂量监测专业技术的安全文化素养。

5)设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。医院拟采取的放射性固体废物治理方案符合要求。

10.3 环保设施投资估算

本项目环保投资估算详见表 10-5。

表 10-6 本项目环保投资估算一览表

序号	项目	金额(万元)
1	核医学科场所屏蔽及通风管道、下水管道、衰变池的建设	
2	辐射安全门禁系统、监控系统等	
3	辐射防护用品	
4	辐射警示标志、制度上墙等	
5	表面污染仪	
6	便携式X/γ剂量率检测仪	
7	个人剂量报警仪	
8	X/γ个人剂量计	
9	环境管理	
合计		



表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目辐射工作场所在建设阶段不产生放射性固废、放射性废水和放射性气体，产生的环境影响主要是改建机房施工时产生的噪声、扬尘、固体废物、废水等环境影响。

(1)噪声及防治措施

施工期噪声主要来自项目施工时的机械噪声、装修时的设备噪声。通过选取噪声低、振动小的设备等措施，可降低噪声对周围环境的影响。

(2)施工扬尘

本项目施工扬尘主要来自场所建设时产生的粉尘,为减小施工期间扬尘对外环境的影响，施工单位进行适当的加湿处理并加强施工现场的管理。

(3)固体废物及防治措施

施工期固体废物主要为建筑垃圾和装修垃圾。施工期产生的固体废物均妥善处理，无回收价值的废物统一收集后，由施工单位或承建单位运输至合法堆场堆放。

(4)废水及防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。生活污水依托医院的污水处理系统，经院内处理后进入市政管网。

医院应合理安排施工时间及施工场地的秩序，对施工场地进行适当的封闭，由于本项目辐射防护工程量较小，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目施工期对外界的影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目核医学科对外环境的影响主要是核医学科使用相关放射性核素产生的 γ 射线外照射。本次评价采用理论计算的方法，分析预测核医学科投入使用后的辐射环境影响。

11.2.1 工作场所辐射环境影响分析

本项目环境影响主要为核医学科 γ 辐射、 β 表面污染、敷贴治疗时 β 射线产生韧致辐射(X射线)。

本项目辐射工作人员在放射性药物操作区进行相关放射性药物的分装和给药，

在此过程中主要是放射性药物产生的 γ 射线引起的辐射照射。当患者口服放射性药物后，患者成为一个活动的辐射体，所在的工作场所需要考虑来自患者身体的辐射。

11.2.2 公式选取

(1)敷贴治疗 P-32 核素关注点辐射剂量率预测结果

本项目敷贴治疗使用的P-32为 β 放射性核素。根据《放射防护实用手册》(主编:赵兰才、张丹枫), β 射线在空气中的射程按公式1.2计算。

$$d = \frac{1}{2\rho} \cdot E_{MAX} \quad (1.1)$$

式中:

d — β 射线在介质中的射程, cm;

ρ —介质的密度, g/cm^3 ;空气密度为 $1.293 \times 10g/cm^3$, 铅密度为 $11.34g/cm^3$, 有机玻璃密度为 $1.18g/cm^3$,

E_{MAX} — β 射线的最大能量, MeV。

表 11-1P-32 核素 β 射线在屏蔽材料中理论最大射程

屏蔽材料 d	ρ 材料密度 (g/cm^3)	核素 P-32	核素 I-131
		$E_{\beta max}$ (MeV) 1.71	$E_{\beta max}$ (MeV) 0.602
防护厚度 (cm)			
空气	0.001293	661.253	232.792
皮肤	0.85—1.0	1.006—0.855	0.354—0.301
有机玻璃	1.18	0.725	0.255
实心砖	1.65	0.518	0.182
混凝土	2.35	0.364	0.128
硫酸钡水泥	3.2	0.267	0.094
铅	11.3	0.076	0.027

注: $E_{\beta max}$ 来源于《核医学放射防护要求》(GBZ120—2020)附录 H 表 H.1。

P-32 为纯 β 衰变, β 射线穿透能力很弱, 在组织内部辐射距离很短, 不会对周围环境产生明显影响, 主要考虑 β 射线与物质作用会产生韧致辐射。

根据《辐射防护导论》P132, 在实际屏蔽计算时, 可以假定韧致辐射的平均能量 E_b 是入射 β 粒子的最大能量的 1/3, 即 I-131 核素产生的韧致辐射平均能量为 $0.602MeV/3 \approx 0.201MeV$, 远低于 I-131 核素产生的主要 γ 射线能量 $0.365MeV$, 且 β 射线射程短、能量分散, 易被物质屏蔽, 产生的韧致辐射对远距离外照射的贡献非

常低，因此本报告不计算 I-131 核素的韧致辐射影响，主要考虑其产生的 γ 射线的影响。

将 P-32 简化成点源，其周围空气比释动能率可近似按照点源模式计算，采用方杰主编的《辐射防护导论》P133 公式 4.20 计算在无屏蔽时 β 射线产生的韧致辐射在关注点处空气中的吸收剂量率：

$$H_r = 4.58 \times 10^{-14} \cdot A \cdot Z_e \cdot \left(\frac{E_b}{r} \right)^2 \cdot \left(\frac{\mu_{en}}{\rho} \right) \cdot q \cdot \eta \quad (1.2)$$

式中：H—距离屏蔽层源 r 米处的辐射剂量率，Gy/h；

r —参考点与屏蔽层的距离，m；

A—放射源活度，Bq；

Z_e —屏蔽材料的有效原子序数，由《辐射防护导论》P129表4.4查得；本项目取有机玻璃的有效原子序数5.85，水的有效原子序数6.66；

E_b —韧致辐射的平均能量，根据《辐射防护导论》P122表4.1，P-32核素的 β 粒子的平均能量为0.695MeV；

μ_{en}/ρ —平均能量为 E_b 的韧致辐射在屏蔽材料中的质量能量吸收系数， m^2/kg ，根据《辐射防护导论》P302附表1，采用内插法计算出平均能量为0.695MeV的韧致辐射在空气中的质量能量吸收系数为 $2.92 \times 10^{-3} m^2/kg$ ，由插值法所得；

q —参考点所在区域相应的居留因子；

η —透射比，根据《辐射防护导论》(P133减弱倍数 $K=1/\eta$)P116公式3.64变形得出公式 $n=10^{-d/TVL}$ (其中TVL屏蔽层在粒子平均能量下的什值层厚度，由《辐射防护导论》P98查表3.5，采用内插法计算出平均能量为0.695MeV宽束X射线的TVL在铅和混凝土中分别取值：1.61cm、13.11cm，根据《放射卫生学》P141，砖属于低原子序数(<56)物质组成材料，可以采用密度比($d_{混凝土} \times \rho_{混凝土} = d_{材料} \times \rho_{材料}$)换算，即平均能量为0.695MeV宽束X射线的TVL在砖中取值为25.42cm。)

敷贴治疗屏蔽计算结果如表11-2所示。

表 11-2 敷贴治疗辐射屏蔽理论计算结果一览表

序号	位置描述	源活度 (Bq)	屏蔽物质有效 原子序数 Z	E _b (MeV)	距离 (m)	μ_{en}/ρ (m ² /kg)	q	η	屏蔽措施	等效厚度 (mm)	半值层 (mm)	辐射剂量 率(μSv/h)
1	P-32 分装柜外 5cm 处											
2	P-32 分装柜外 30cm 处											
3	P-32 分装柜外人员操 作位											
4	工作人员转移敷贴器											
5	东墙外 30cm 处(淋浴 间)											
6	南墙外 30cm 处(卫生 桶通过间)											
7	西墙外 30cm 处(高活 分装室)											
8	北墙外 30cm 处(服药 间)											
9	北墙外 30cm 处(患者 通道入口)											
10	楼上 30cm (露天停车 场)											
11	西侧防护门 (高活分 装室)											

12	北侧防护门（患者通道入口）											
----	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

注：1.分装柜内的吸收β粒子的屏蔽材料为有机玻璃，有效原子序数 Z_e 为 5.85，转移敷贴器、药物在分装室内及敷贴室治疗时，吸收β粒子的屏蔽材料为人体组织，参考水的有效原子序数 6.66，源室和固废室吸收β粒子的屏蔽材料为为有机玻璃，有效原子序数 Z_e 为 5.85。

由上表计算结果可知，由上表估算结果可知，放射性核素 P-32 产生的韧致辐射在通风橱外表面 5cm、30cm 处的最大周围剂量当量率分别为 3.02E+00μSv/h、7.54E-01μSv/h，分别小于 25μSv/h、2.5μSv/h 的控制水平，在核医学科场所控制区各屏蔽体外表面 30cm 处的最大周围剂量当量率为 5.93E-02μSv/h，小于 2.5μSv/h 的控制水平，屏蔽设计满足标准要求，对周围辐射环境影响较小。

(2)γ射线剂量率

可采用瞬时剂量率计算方法。根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)附录 I 中工作场所的屏蔽计算公式，转换后得出屏蔽后关注点处γ辐射剂量率，见式 (1.1):

本方案采用衰减倍数法进行屏蔽计算，计算公式如下:

$$X = TVL \times \lg\left(\frac{A \times \Gamma}{\dot{H}_p \times r^2}\right) \dots\dots\dots (1.3)$$

$$\text{公式变形: } \dot{H}_p = A \times \Gamma \div (r^2 \times 10^{X/TVL}) \dots\dots\dots (1.4)$$

式中:

X—屏蔽厚度, mm;

TVL—十分之一值层, mm;

A—放射源的预期最大放射性活度, MBq;

Γ—放射源 1 米处比释动能率常数, μSv·m²·h⁻¹·MBq⁻¹;

\dot{H}_p —参考点处剂量率控制目标值, μSv/h;

r—放射源至屏蔽关注点的距离, m。

(2)关注点的选取

本项目计算相关功能用房外关注点时,选择房间中点为辐射源点;关注点设置在药物操作位、控制区内部各相关功能室屏蔽墙外 30cm 处、防护门外 30cm 处、距顶棚上方 30cm 处,人体高度假定为 130cm (等中心)。楼板厚度 30cm,层高 480cm,一层有回填土 50cm 到地面,不考虑而外防护计算,只考虑距离,甲亢患者给药为自动分装仪给药,甲测分药为手动分药,药物距离按 20cm 计算。

(3)屏蔽计算参数

a) 保守估算，甲亢患者用药量按 370MBq (10mCi) /人实施，日最大人数 10 人，日最大操作量 3700MBq；

b) 给药后甲亢患者按照点源计算；服药间按 1 名患者计算，甲测室按 1 名患者最大 0.37MBq 计算，留观室容留 1 名服用 I-131 患者进行计算；

c) 固废间放射性废物源强按照日最大给药量 1‰计算。I-131 在 1m 处的剂量常数为 0.0595 μ Sv·m²/h·MBq (裸源)，患者或受检者体内单位放射性活度所致体外 1m 处的周围剂量当量率为 0.0583 μ Sv·m²/h·MBq。

周围剂量当量率常数等屏蔽计算参数如表 11-3 所示。

表 11-3 屏蔽计算参数一览表

屏蔽材料	混凝土 (2.35g/cm ³)	铅 (11.34g/cm ³)	实心砖 (1.65g/cm ³)	硫酸钡 (3.2g/cm ³)
¹³¹ I 的 TVL 值	170mm	11mm	240mm	125mm

注：1.本方案中的屏蔽材料密度要求不低于表格中的数值。

2.对混凝土、铅、实心砖的 TVL 值参照 GBZ120-2020 表 I.1，硫酸钡的什值层厚度根据《放射卫生学》P141，低原子序数 (<56) 物质组成材料，可以采用密度比 ($d_{\text{混凝土}} \times \rho_{\text{混凝土}} = d_{\text{材料}} \times \rho_{\text{材料}}$) 换算。

11.2.3 估算结果

(1)I-131 核素关注点辐射剂量率预测结果

本项目 I-131 核素关注点处辐射屏蔽影响预测结果见表 11-2。

表 11-4I-131 辐射屏蔽理论计算结果一览表

序号	位置描述		活度 (MBq)	剂量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{MBq}^{-1}$)	距离 (m)	屏蔽措施	等效厚度 (mm)	半值层 (mm)	计算结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	铅罐	外表面 5cm 处							
2		外表面 30cm 处							
3	分装柜	外表面 5cm 处							
4		外表面 30cm 处							
5	服药间	服药窗口外 30cm 处							
6		东墙外 30cm 处 (患者通道入口)							
7		南墙外 30cm 处 (门诊敷贴室)							
8		南墙外 30cm 处 (高活分装室)							
9		南墙外 30cm 处 (储源室)							
10		西墙外 30cm 处 (留观室)							
11		北墙外 30cm 处 (地下停车场)							
12		东侧防护门 (患者通道入口)							
13		南侧防护门 (高活分装室)							

14		西侧防护门（留观室）								
15		楼上 30cm（露天停车场）								
16	高活分装室	东墙外 30cm 处（门诊敷贴室）								
17		东墙外 30cm 处（卫生通过间）								
18		南墙外 30cm 处（土层）								
19		西墙外 30cm 处（储源室）								
20		西墙外 30cm 处（固废间）								
21		北墙外 30cm 处（服药间）								
22		楼上 30cm（露天停车场）								
23		东侧防护门（门诊敷贴室）								
24		东侧防护门（卫生通过间）								
25		西侧防护门（固废间）								
26		西侧防护门（储源室）								
27		北侧防护门（服药间）								
28		储源室	东墙外 30cm 处（高活分装室）							
29			南墙外 30cm 处（固废间）							
30	西墙外 30cm 处（留观室）									

31		北墙外 30cm 处（服药间）							
32		楼上 30cm（露天停车场）							
33		防护门（高活分装室间）							
34	固废间	东墙外 30cm 处（高活分装室）							
35		南墙外 30cm 处（土层）							
36		西墙外 30cm 处（污洗间）							
37		北墙外 30cm 处（储源室）							
38		楼上 30cm（露天停车场）							
39		防护门（高活分装室间）							
40	留观室	东墙外 30cm 处（服药间）							
41		东墙外 30cm 处（高活分装室）							
42		南墙外 30cm 处（土层）							
43		西墙外 30cm 处（缓冲间/患者通道出口）							
44		西墙外 30cm 处（衰变间控制室）							
45		北墙外 30cm 处（地下停车场）							
46		楼上 30cm（露天停车场）							
47		西侧防护门（缓冲间/患者通							

		道出口)							
48		东侧防护门 (服药间)							
49	甲测室	东墙外 30cm 处 (医生办公室)							
50		南墙外 30cm 处 (土层)							
51		西墙外 30cm 处 (大厅通道)							
52		北墙外 30cm 处 (大厅通道)							
53		楼上 30cm (露天停车场)							
54		防护门 (大厅通道)							

注：甲测室、高活分装室、留观室及固废间南侧墙体外为实土层，计算结果按正常计算，能满足标准要求。

由上表算结果可知，核医学科 I-131 分装柜体外表面 5cm、30cm 处的周围剂量当量率为 5.35E-01 μ Sv/h、1.34E-01 μ Sv/h，分别小于 25 μ Sv/h、2.5 μ Sv/h 的控制水平，控制区内人员偶尔居留的区域屏蔽体外表面 0.3m 最大周围剂量当量率为 2.32E+00 μ Sv/h，小于 10 μ Sv/h 的控制水平；控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的最大周围剂量当量率小于 2.5 μ Sv/h 的控制水平，满足标准要求。

11.2.5 工作人员及公众剂量估算

(1) 计算公式

根据《辐射防护导论》，本项目辐射工作人员及公众年有效剂量按下式计算：

$$H=D\times t\times T\times 10^{-3}(\text{mSv})$$

H:X- γ 射线外照射人均年有效剂量，mSv；

D:X- γ 辐射剂量率， μ Sv/h；

t:年受照时间，h；

T:人员居留因子，无量纲。

各关注点居留因子参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）进行取值，如下：

表 11-5 居留因子取值依据

场所	居留因子		HJ1198 典型示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、移动式电子加速器的相邻手术室与诊室、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2：与屏蔽室相邻的患者检查室 1/5：走廊、工作人员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8：各治疗机房房门外 30cm 处、相邻的（共用屏蔽墙）放射诊疗机房 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯

(2) 辐射工作人员受照剂量

本项目核医学科 I-131 药物由供药单位提前送至分装室分装柜中，项目采用自动分装给药，甲亢患者服药后短暂留观无异常即可离开，留观时间最长不超过 30min/人次，甲测受检者采用手动分装给药，服药后无需留观即可离开。甲亢治疗人数最多

不超过 10 人/d(38d/a, 380 人/a), 甲测治疗每人分装时间不超过 2min。

本项目 P-32 敷贴治疗治疗人数最多不超过 5 人/d(60d/a, 300 人/a), P-32 药物由供药单位提前送至分装室分装柜内, 治疗前由工作人员进一步制备成敷贴器后使用, 单个患者敷贴器采用一疗程一次制备, 单次制备(分装)用时约 30min, 敷贴器转移总用时约 1min/人次, 敷贴治疗(敷贴器发放、敷贴、回收)操作时间不超过 10min/人次。

表 11-6 本项目辐射工作人员受照射时间一览表

场所		日最大照射时间	年操作天数 d	年照射时间 h/a
核医学科	I-131 甲亢转移			
	I-131 甲测分装			
	P-32 敷贴器制备(分装)			
	P-32 敷贴器转移			
	P-32 敷贴治疗			

备注：1. 贴治疗包括敷贴器发放、敷贴、回收等环节；
2. 甲测患者药物分装后为豁免水平，不考虑其转移、服药时的辐射影响；
3. 甲测药物及敷贴药物分装时，剩余药液置于铅罐内，计算手部剂量时按单人最大药量考虑。

辐射工作人员受照剂量计算结果如表11-7所示。

表 11-7 放射工作人员各岗位受照剂量计算结果一览表

关注点位	计算参数			计算结果
	H(μ Sv/h)	t(h/a)	T	Hd(mSv/a)
手部	I-131 甲亢转移			
	I-131 甲测分装			
	P-32 敷贴器制备(分装)			
	P-32 敷贴器转移			
	P-32 敷贴治疗			
	合计			
2 名辐射工作人员轮流操作				
身体	I-131 甲亢转移			
	I-131 甲测分装			
	P-32 敷贴器制备(分装)			
	P-32 敷贴器转移			
	P-32 敷贴治疗			
	合计			
2 名辐射工作人员轮流操作				

核医学科拟配备3名辐射工作人员, 1名护士, 1名技师, 1名医师, 护士和技师负责核素分装、转移、注射/给药等工作, 医师负责诊疗。综上, 从事本项目核医学工作场所的辐射工作人员在本项目运行后, 所致工作人员手部附加有效剂量为 6.26E-01mSv/a, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)对职业

人员手部剂量限值(500mSv/a)的要求:所致身体处附加有效剂量为7.81E-02mSv/a, 满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)及医院管理目标(5mSv/a)要求。

(3)公众受照剂量与环境保护目标受照剂量

本项目保守取理论计算预测出的工作场所相应方位屏蔽体外的辐射剂量率最大值, 并考虑相应关注点人员居留情况来估算核医学工作场所外的公众受照剂量。计算结果见表11-8。

表 11-8 公众受照剂量计算结果一览表

位置	收照射情形	计算参数			计算结果
		H(μ Sv/h)	t(h/a)	T	Hd(mSv/a)
服药间东侧(患者通道入口)	单人剂量 I-131 转移 (服药间服药)				
	P-32 敷贴器制备(分装)				
	P-32 敷贴器转移				
	P-32 敷贴治疗				
	合计				
服药间北侧(地下停车场)	单人剂量 I-131 转移 (服药间服药)				
服药间楼上(大堂)	单人剂量 I-131 转移 (服药间服药)				
留观室北侧(地下停车场)	单人剂量 I-131 (留观室留观)				
留观室西侧(患者通道出口)	单人剂量 I-131 (留观室留观)				
留观室楼上(露天停车场)	单人剂量 I-131 (留观室留观)				
注: 留观室最大留观时间 30min/人次, 380 人次/a。					

由上表可知, 本项目所致公众年有效剂量最大值为9.69E-04mSv, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)关于公众照射剂量限值, 也满足公众剂量约束值不超过0.1mSv/a的要求。

根据距离平方反比和屏蔽衰减关系, 对于评价范围内的其它距离更远的环境保护

目标的公众人员受照剂量也能满足公众人员剂量限值和剂量约束值的要求，因此，本项目对公众的辐射影响能满足相关标准要求。

11.2.6 放射性废物影响分析

11.2.6.1 放射性固废

本项目放射性固体废物主要来源：

本项目放射性固体废物主要为：

- 1、放射性药物分装、给药、以及 P-32 敷贴器制作过程中产生的废西林瓶、一次性防护用品(口罩、鞋套、手套等)、服药口杯/一次性注射器、吸水垫材、污染棉签等；
- 2、废气处理系统定期更换的废活性炭；

本项目核医学科工作场所设计有放射性废物暂存间(固废间)，并拟在产生废物的场所内设置铅废物桶，桶内内衬专用放射性废物收集塑料袋，收集的放射性固体废物拟于工作结束后转入各产生对应固废室专用衰变箱内存放衰变，衰变箱外张贴警示标志，对于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，含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天，磷-32 核素的放射性固体废物暂存超过 10 倍半衰期 143 天，经过检测达到清洁解控水平后按一般医疗废物处置。

经检测满足清洁解控水平后作为非放射性废物(医疗废物)，暂存与医院现有医疗废物暂存间，定期交由有资质单位处置。

11.2.6.2 放射性废水

本项目核医学科产生的放射性废水主要为工作场所清洁废水、核素操作人员日常清洗废水、甲亢病人如厕废水等。甲测受检者服药后即可离开，故不考虑甲测受检者放射性废水产生情况。因此该场所按照废水中含有 I-131、P-32 考虑贮存衰变。

本项目拟建衰变池主体由1个容积为0.48m³的沉淀池，3个容积为8m³的衰变池构成，衰变池总容积24m³。

核医学科放射性废水产生量约为1.62m³/月（详见表9-2），单个衰变池可以容纳4.93个月（约148天）的放射性废水。根据衰变池工艺设计，放射性废水在衰变池内最长可存放148×2=296天（考虑单个衰变池停止进水起至下一次排水时最大可存放时间

)，实际废水处理系统还包含1个总容积0.48m³的沉淀池，衰变池最大可存放时间将进一步增加。

本项目放射性废水涉及核素有I-131半衰期8.02d；P-32半衰期14.26d，故本项目衰变池可以使得放射性废水的暂存时间满足《核医学科辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中的7.3.3.1条要求——对于槽式衰变池贮存方式：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)。放射性废液如果暂存时间不超过180天，应委托有资质的机构检测满足相关标准。

要求(总 $\alpha\leq 1\text{Bq/L}$ 、总 $\beta\leq 10\text{Bq/L}$ 、碘-131的放射性活度浓度 $\leq 10\text{Bq/L}$)后，排入医院污水处理站做进一步处理，最终排入城市污水管网。

11.2.6.3 放射性废气和有害气体

本项目核医学诊疗过程中将产生气态放射性废物，主要来源于核医学科放射性药物 I-131 在使用过程中存在一定程度的挥发，用药后的受检者呼吸也会产生少量放射性废气。另外，电离辐射也可使空气电离而产生臭氧和氮氧化物等有毒有害气体。为防止或减轻气载放射性废物对工作人员和受检者、公众的辐射危害，本项目核医学工作场所拟设置一套送风系统与一套排风系统(其中分装室通风橱单独设置排风)。

本项目通过合理设置送风与排风量，确保核医学工作场所形成负压通风，即气流由低活性区流向高活性区，避免污染。送风与排风管道与其他区域通风管道分离，引至新住院楼楼顶排放，排放口周围无其他高层建筑，排风机设置防雨措施，排放口配风帽加铁丝防虫网，排放口拟设置活性炭过滤装置。

I-131 位于通风橱中操作，通风橱通风速度大于 0.5m/s。

综上所述，本项目产生的放射性废气、放射性废水和放射性固体废物均可得到妥善处置，对环境的影响是可控的。

11.3 事故影响分析

11.3.1 核医学科可能的辐射事故

核医学科设备故障、人员失职、管理失误都将导致建设项目异常运行甚至出现事故状态。异常运行或事故状态可导致：①施药剂量不准确(诊断放射性药物实际用量偏离处方剂量50%以上的);②人员受超剂量照射(人员误照或误用放射性药物);③放射性

同位素丢失、被盗和污染；④设备故障和人为失误引起的其他放射事件。异常运行或事故状态下主要辐射源及强度同正常运行状态。

(1)放射性核素操作

1)在药物分装施药过程发生意外或放射工作人员操作失误将导致患者施药剂量不准确，如任何诊断用药物的施用量远远大于处方值，或多次重复照射，或大大超过设定的指导水平；任何设备故障、事故、错误或意外事件，使患者受到诊疗计划不一致的照射，或受到其他非正常发生的潜在照射；

2)核素操作防护设施等不能正常使用或管理不善造成工作人员超剂量照射；

3)施药后患者管理不善，工作人员与患者之间、患者与患者之间交叉照射，将可能导致人员的异常照射和环境污染；

4)运输及操作放射性药物时，液体洒落、泄漏挥发造成地面、工作台面、操作人员衣服、手套和空气等污染，工作人员的不良工作、生活习惯以及放射性废物管理不善(如不按规定处理、保存等),均可造成工作场所及周围环境污染，此类污染若未经有效的去污处理一方面成为外照射的辐射源，一方面通过皮肤渗透、呼吸、进食使放射性物质进入体内形成内照射，造成内照射损伤。损伤程度与放射性药物的活度、进入人体的途径及在人体内滞留位置有关。

用药后受检者失禁、呕吐等造成污染及应急手术等异常情况可引起外照射和表面污染。

(2)设备管理

门禁失效、警示标识损坏、监视对讲系统故障、管理失职、各项规章制度不能有效运行等原因，相关人员疏忽大意等原因，造成人员误入、误留控制区。

(3)放射源的管理

敷贴治疗源若保管不善，可能发生丢失事故，将会发生辐射事故，对社会和公众造成严重危害。

异常运行或事故状态下的辐射水平与异常运行或事故状态的产生方式和地点有关。此外，事故照射对放射工作人员和公众产生心理方面的影响以及由此而产生的社会不安定因素也不容忽视。

11.3.2 辐射事故应急处理及报告

(1)一旦发生重大辐射事故，立即启动辐射事故处理应急预案。发生重大辐射事故时，当事人应即刻报告辐射事故应急处理小组组长，组长随即通知辐射事故应急处理小组有关成员采取应急相应救助措施。

(2)发生重大辐射事故时，应急处理小组各成员应认真履行各职责，各相关部门应积极协调配合，以便能妥善处理所发生的辐射事故。

(3)各应急救助物资应准备充分、调配及时。

(4)发生事故后应在2小时内上报生态环境主管部门、卫生、公安等相关部门，减少和控制事故的危害影响，并配合、接受监督部门的处理。

11.3.3 辐射事故预防措施

(1)定期开展安全装置与设施检查，保证门机联锁装置有效。制定并落实操作规范，工作人员定期培训。

(2)做好设备保养维护工作，定期对设备开展维护维修。

(3)制定并落实核医学科辐射防护制度，设专人负责，做好核素与放射源的领取、使用登记工作，确保放射性药物的安全。应设置防盗门、防盗窗及报警装置等设施，做好防盗工作。

(4)制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，配备必要的防护用品，减少药物操作和运输过程中洒漏事故发生。

(5)加强工作人员自身防护安全意识，定期组织培训，使工作人员明确配备的防护用品(铅衣、铅手套、铅围裙、铅颈套、铅眼镜等)及存放位置。

(6)做好设备保养维护工作，定期对设备开展维护维修。

(7)加强对有药患者的管理，在不影响诊断的情况下，合理安排其服药量，并对出院的有药患者提供与他人接触时的辐射防护措施的书面指导，使患者明白并自觉做到短期内不到公共场所去活动，并避免与家人近距离密切接触。

(8)放射性固体废物衰变箱外应标注内含核素种类、封存时间。医院应加强放射性废液和固废排放处理管理，按照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)要求的衰变时间停留衰变，达到暂存时间后方可进行进一步处理。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日实施）第十六条第一款“使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证时，使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，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”。

新晃侗族自治县人民医院目前设立有放(辐)射防护管理委员会，负责医院辐射防护日常管理及事务（附件 2），可以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的要求。

放(辐)射防护管理委员会具体成员见下表：会

表 12-1 医院放（辐）射防护管理委员会现有具体成员

机构名称	放(辐)射防护管理委员
管理人员	姓名
组长	
副组长	
组员	

办公室主任由 xxx 同志兼任，负责辐射安全与防护工作的具体组织、协调、督查与指导。

放(辐)射防护管理委员会的主要职责如下：

- 1.负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度，并组织实施。
- 2.做好工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理以及辐射防护档案的建立与管理等工作。
- 3.组织实施本院放射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，建立个人健康监护档案，做到一人一档。
- 4.定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本院放射工作人员的技术操作情况，指导做好个人以及患者的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

从上表可知，新晃侗族自治县人民医院目前成立的放(辐)射防护管理委员会有

一定的管理能力，可以满足医院现有辐射安全管理的要求。本项目为医院核技术利用改建项目，医院目前暂未有开展放射治疗场所的经验，因此，为满足本项目辐射安全管理需求，医院在现有放(辐)射防护管理委员会基础上还应该增加直线加速器放射治疗场所的相关辐射防护管理成员及制定相关职责。

12.1.2 辐射工作人员配备及培训

(1) 本项目辐射工作人员配备

为满足医院本项目辐射工作和安全的需要，医院拟配备 3 名辐射工作人员,3 名辐射工作人员均为医院现有辐射工作人员，核医学建成后，专职核医学科，不从事其他辐射工作，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位辐射工作人员配备要求。按照医院规划，上述 3 名辐射工作人员目前均在为本项目核医学可进修培训中。

(2) 辐射工作人员培训要求

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日实施)第十六条第二款“从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核”。据调查，医院现有 35 名辐射工作人员均拥有辐射安全与防护培训考核证书，证书都在有效期内，成绩合格，25 人参与医院自行组织的培训并通过考核，10 人参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核。根据生态环境部《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》(2019 年，第 57 号)的相关要求，医院应在项目运行前组织本项目 3 名从事辐射工作的人员到生态环境部辐射安全与防护培训平台(<http://fushe.mee.gov.cn>)报名参加并通过考核。

根据《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》(环办辐射函〔2019〕853 号)的相关要求“《通知》实施前，已取得辐射安全培训单位出具的辐射安全培训合格证书在有效期内的将继续有效。自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射工作的人员以及原辐射安全培训合格证书到期的人员，应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核”；《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(中华人民共和国生态环境部公告 2021 年第 9 号)中“仅从事 III 类射线装置使

用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核”。

因此，本环评要求医院必须组织新从事辐射工作的人员按照上述要求报名参加并通过考核，考核合格后方可上岗，做到所有从事辐射工作的人员均持证上岗。同时，取得培训合格证的人员，按照要求在合格证到期前组织复训。

12.2 辐射安全管理规章制度

为保障本项目射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，医院在不断总结完善近年来核技术利用方面的经验，针对本项目辐射设备情况和预期工作情况初步制定了以下管理规章制度(详见附件 3)，基本能满足本项目需要。

本环评要求：①医院应对核技术利用装置的安全防护和维修要落实到个人；在执行各项制度时，要明确管理人员、操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。②在本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；辐射工作场所均必须有电离辐射警告标志，屏蔽门上方还必须要有工作状态指示灯机警示语句，同时各项规章制度、操作规程、标志的张贴必须规范。③医院在今后工作中，应不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实。在运行过程中，还应根据生态环境部门对辐射环境管理的要求及时修订。

12.3 辐射环境管理要求

按照《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求，为确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，尽可能的避免事故的发生，医院必须培植和保持良好的安全文化素养，减少因人为因素导致人员意外照射事故的发生。为此，提出如下辐射环境管理要求：

(1)依据《中华人民共和国放射性污染防治法》第二十八条和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》之规定，医院必须向生态环境主管部门重新申领辐射安全许可证等相关环保手续。

(2)明确辐射安全防护领导小组的职责：设立兼职或专职的安全负责人，负责整个医院的辐射防护与安全工作。建立辐射防护安全防护管理制度，履行放射防护职责，确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众成员的权益，尽可能避免事故的发生。

(3)医院辐射工作人员必须定期经过辐射工作安全防护培训，并且考核合格取得成绩单后方可上岗；操作人员必须遵守各项操作规程，检查仪器安全并做好当班记录，严格执行交接班制度，发现异常及时处理。

(4)各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；所有的放射工作场所均必须有电离辐射警告标志，射线装置机房屏蔽门上方还必须要有工作指示灯及中文标注放射防护注意事项。警告标志的张贴必须规范。

(5)每年应至少进行一次辐射环境监测，建立监测技术档案，医院辐射工作人员应持证上岗，定期进行辐射防护知识和法规知识的培训 and 安全教育，检查和评估工作人员的个人剂量，建立个人剂量档案。对个人剂量超过或接近管理目标值的辐射工作人员应暂离岗位，并在今后的工作中增加监测频率。对辐射工作人员每一至两年进行职业健康体检并形成制度。进入机房的工作人员佩戴个人剂量计，记录个人所受的射线剂量。

(6)制定事故状态下的应急处理计划，其内容包括事故的报告，事故区域的封闭，事故的调查和处理及工作人员的受照剂量估算和医学处理等。

(7)应当加强对本单位射线装置安全和防护状况的日常检查。发现安全隐患的，应当立即整改。

(8)对医院射线装置安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

(9)按照《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号)第十二条规定，建设项目的规模发生变化，或者建设项目环境影响报告书/表自批准之日起满 5 年，建设项目方开工建设的，其环境影响报告文件应重新编制，报批。

(10)安装、维修或者更换与 X 射线有关部件的设备，应当向有关部门申请，进行辐射防护验收检测，确定合格后方可启用，以杜绝放射事故的发生。

(11)项目竣工后，医院应依法进行竣工环境保护自主验收。

(12)医院在依法被撤销、依法解散、依法破产或者因其他原因终止前，应当确保环境辐射安全，妥善实施辐射工作场所或者设备的退役，并承担退役完成前所有的安全责任。

12.4 辐射监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)的要求，应建立必要的监测计划。辐射监测内容包括运行期放射治疗工作场所及周围环境监测、个人剂量监测及辐射工作人员职业健康检查等，要建立监测资料档案管理制度。

(1)工作场所及周围环境监测

监测项目：X- γ 空气吸收剂量率

监测频次：每年委托有资质的单位监测一次，平时每个月自主监测一次，应急状况随时监测。

监测点位：核医学科控制区与监督区。

监测项目：放射性废水监测

监测频次：每年委托有资质的单位监测一次，平时每个月自主监测一次，应急状况随时监测。

监测点位：衰变池采样口。

(2)个人剂量监测及职业健康管理

新晃侗族自治县人民医院需对辐射工作人员开展个人剂量监测，监测工作要委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担，个人剂量监测周期最长不应超过三个月，医院需配合委托单位及时收发个人剂量卡。个人剂量监测档案包括辐射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。加强对辐射工作人员个人剂量档案、个人职业健康档案的保管，要求终身保存，辐射工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人职业健康档案应随其转给调入单位。新晃侗族自治县人民医院还应关注辐射工作人员

每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终生保存个人剂量监测档案，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。

辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；项目运行后，新晃侗族自治县人民医院还应当组织辐射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时性检查。

表 12-2 监测计划要求一览表

监测对象	监测内容	监测点位	监测频次
辐射工作人员	配发放个人剂量计,个人剂量监测	/	三个月为一周期，一年监测四次
核医学工作场所	X-γ空气吸收剂量率	核医学科屏蔽体四周、防护门外	每年委托有资质的单位监测一次，平时每个月自主监测一次。
	α、β表面污染水平	工作台、工作人员外衣、皮肤	
	放射性废水总β	放射性废水	
	应急监测	核医学科	应急状况随时监测

12.5 辐射工作人员管理

(1)辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；项目运行后医院还应当组织辐射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，医院应当对其进行离岗前的职业健康检查。

(2)放射工作单位对职业健康检查中发现不宜继续从事放射工作的人员，应当及时调离放射工作岗位，并妥善安置；对需要复查和医学随访观察的辐射工作人员，应当及时予以安排。

(3)对参加应急处理或者受到事故照射的辐射工作人员，医院应当及时组织健康检查或者医疗救治，按照国家有关标准进行医学随访观察。

(4)辐射工作人员上岗前应当接受放射防护和有关法律知识培训，考核合格方可参加相应的工作。医院应当定期组织本单位的辐射工作人员接受放射防护和有关法律知识培训。医院应当建立并按照规定期限妥善保存培训档案。培训档案应当包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等资料。

(5)辐射工作人员进入辐射工作场所，应正确佩戴个人剂量计。

(6)医院不得安排怀孕的妇女参与应急处理和有可能造成职业性内照射的工作。哺乳期妇女在其哺乳期间应避免接受职业性内照射。

(7)加强对辐射工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保存放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。医院还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终生保存个人剂量监测档案，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。辐射工作人员有权查阅、复印本人的职业健康监护档案，辐射工作单位应当如实、无偿提供。

12.6 辐射事故应急预案

为建立健全辐射事故应急机制，及时处置突发辐射事故，提高应急处置能力，最大程度地减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失，医院已制定了《辐射事故应急预案》：

(1)医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《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》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处置。

(2)医院对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射事故应急计划或应急程序，并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案

(3)发生辐射事故时，医院将立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

(4)医院将切实执行并落实射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故(件)的发生。主要履行以下职责：

- ①全面负责本单位辐射环境和人员安全的管理；
- ②负责编制和修订本单位辐射突发环境事件应急预案；
- ③加强辐射应急队伍建设，购置必要的辐射应急装备器材；
- ④负责本单位辐射工作场所和环境的应急监测；
- ⑤负责本单位辐射突发环境事件的紧急处置和信息报告；
- ⑥对可能造成超剂量照射的人员送到指定医院进行救治；
- ⑦负责本单位辐射突发环境事件恢复重建工作，并承担相应的处置经费；
- ⑧积极配合行政主管部门的调查处理和定性定级工作；
- ⑨负责组织本单位辐射突发环境事件相关应急知识和应急预案的培训，在环境保护行政主管部门的指导下或自行组织演练。

(5)各类事故报警和联系方式

一般报告程序为：发现者报告给医院辐射事故应急工作小组成员，由其向市公安局、市生态环境局，并同时向省生态环境厅报告，设备被损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

湖南省生态环境厅：0731-85698110

怀化市生态环境局 24 小时热线：12345

怀化市公安局：110

怀化市卫健委 24 小时热线：0745-2231176

湖南省卫健委：0731-12320

医院应急电话：0745-6224086

12.7 环境保护竣工验收

本次评价项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号)对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，报告编制完成 5 个工作日内，建设单位应公开验收报告，公

示的期限不得少于 20 个工作日。建设单位在提出验收意见的过程中，可组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测(调查)报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。根据《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》(HJ1326-2023)的相关要求中的相关规定，本工程竣工环境保护验收一览表见表 12-3。

表 12-3 环境保护设施验收一览表

序号	项目内容	验收要求
1	环保文件	项目建设的环评评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告
2	环境管理	成立辐射防护管理机构，制定的辐射防护相关制度内容切实可行，具有可操作性。设备有操作规程。
3	辐射事故应急预案	本项目纳入辐射事故应急预案管理，并在调试阶段开展一期应急演练
4	放射工作人员管理	①本项目辐射工作人员应按要求配备到位，且需具备相应的岗位技能； ②医院应每季度对工作人员进行个人剂量监测，新增辐射工作人员应进行上岗前职业健康体检，在岗期间按照每 2 年进行 1 次放射人员健康体检，体检合格方可上岗，相关资料存档管理； ③辐射工作人员应参加辐射安全知识培训，考核专业应与辐射工作人员实际从事工作一致，考核合格后上岗，对于已取得辐射安全培训证书的应按要求再次参加培训和考核。
5	场所屏蔽、辐射安全防护措施	①机房屏蔽防护按环评报告表的要求落实到位，确保周边剂量当量率满足剂量率控制水平； ②辐射安全防护措施按照报告表要求落实到位，且安全连锁系统调试正常； ③场所内不得堆放无关杂物； ④设置明显的控制区、监督区划分标志及中文说明
6	辐射防护用品和辐射监测设备的配置	①每年委托有资质的单位对工作场所周围环境进行常规监测，并出具监测报告； ②配置相关辐射监测仪器； ③工作人员配备个人剂量计，个人剂量报警仪，个人剂量计按照要求定期监测； ④辐射监测仪器和个人剂量监测设备规整摆放⑤按照环评报告表要求配置辐射防护用品
7	年有效剂量管理	辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv； 公众成员个人年有效剂量为 0.1mSv

8	机房通风	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；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；产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化
---	------	---

表 13 结论与建议

13.1 结论:

13.1.1 项目概况

项目名称: 新晃侗族自治县人民医院核医学科建设项目;

建设单位: 新晃侗族自治县人民医院;

建设性质: 改建;

建设地点: 湖南省怀化市新晃侗族自治县新晃镇解放路 21 号新晃侗族自治县人民医院新住院楼负一楼核医学科;

建设内容: 核医学科高活分装室、服药间、储源室、固废室、留观室及卫生间、门诊敷贴室、甲测室、卫生通过间、淋浴间、衰变间等核医学诊疗功能室以及医生办公室、护士站、候诊区等辅助功能室组成。建筑面积约 260m², 投资总额约 200 万。

13.1.2 本项目产业政策符合性、实践正当性分析

(1) 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(2024 年 2 月 1 日起施行),本项目属于“鼓励类”第六项“核能”中第 4 款“核技术应用: 同位素、加速器及辐照应用技术开发, 辐射防护技术开发与监测设备制造”和第十三项“医药”中第 1 款“医药核心技术突破与应用: 膜分离、新型结晶、手性合成、酶促合成、连续反应等原料药先进制造和绿色低碳技术, 新型药物制剂技术、新型生物给药方式和递送技术, 大规模高效细胞培养和纯化、药用多肽和核酸合成技术, 抗体偶联、载体病毒制备等技术, 采用现代生物技术改造升级”,符合国家鼓励类产业政策。属于国家鼓励类产业, 符合国家产业政策, 符合国家现行产业发展政策。

(2) 实践正当性

本项目的建设目的是为改善医疗条件, 更好地服务于人民健康, 实践过程中采取了符合标准要求的安全防护措施, 在患者得到诊疗预期效果的同时, 对周围环境、工作人员、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求, 项目建设的社会和经济效益远大于建设项目的投入, 符合《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“实践正当性”的要求

13.1.3 本项目选址、平面布置合理性分析

本项目位于新晃侗族自治县人民医院内部，项目用地属于医疗用地，周围无环境制约因素。本项目位于医院西侧新住院楼负一楼，独立建筑结构，共 15 层，地上十五层，地下一层，本项目评价范围内不毗邻儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，核医学科选址综合上述需求，满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)规定的“集中在无人长期居留的建筑物的一端”和《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)中规定的“尽可能做到相对独立布置或集中设置”的要求。

核医学工作场所周围 50 米评价范围内无居民区等敏感目标，未涉及危险化学品存储场所。辐射工作场所设置了相应的物理隔离，设置相对独立的放射性药物送药路径、患者路径、医务人员路径，病人和医务人员分别设置单独的入口，便于对患者相对集中管理，也可避免无关人员通过。场所周围和楼上环境无毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并与非放射性工作场所有明确的分界隔离，满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)规定的“设置相应物理隔离，设有单独的人员、物流通道”选址要求。

本项目拟建核医学工作场所产生的废气经活性炭过滤后排放，废气排放口设置在高于楼顶 2 米处。废气排放口具体位置满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)“核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。”的要求。

综上所述，核医学科的设置满足辐射防护相关标准的要求，核医学科工作场所选址合理。

13.1.4 环境影响评价结论

(1)放射性固体废物

本项目核医学科废气排放系统产生的活性炭以及核医学科产生的其他受放射性污染的物品作为放射性固体废物，在放射性废物间存储，放射性固体废物暂存一定时间，经监测满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)要求后，作为医疗废物处理，不会对周围环境产生污染。

(2)放射性废液

拟建核医学科设置了放射性废液衰变池，核医学科产生的放射性废液，通过专

用排放管道排入放射性废液衰变池。衰变池的设计方案、废液储存时间和废液排放浓度能够满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)对液体放射性废物收集、贮存、衰变和排放的要求。因此,放射性废液经衰变符合标准要求后排放,不会对周围环境造成影响。

(3)放射性废气

拟建核医学科产生的放射性废气采取独立的排放管道引至楼顶,保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染,保证工作场所的空气质量;操作放射性药物所用的通风橱设置有单独的排风系统,并在通风橱的顶壁安装过滤装置;排气管出口高度高于所在建筑物屋顶,在排放前设有活性炭过滤装置。

辐射环境影响分析结论:本次核技术利用项目运行过程中,对周边环境及人员的辐射影响分析可知,在正常情况下,辐射工作场所周围辐射剂量率水平满足相关标准的要求,项目在运行过程中对周围环境中的辐射工作人员和公众的辐射影响满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求,并且能满足本报告提出的剂量约束值的要求:辐射工作人员照射的剂量约束值不超过 5mSv/a,公众照射剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

13.1.5 事故风险与防范

建设单位需按本报告提出的要求制定相关辐射防护应急和安全规章制度,应认真贯彻实施,以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.1.6 环保设施与保护目标

建设单位将按本报告环评要求配备齐全、效能良好的环保设施,确保保护目标所受的辐射剂量,保持在合理的、可达到尽可能低的水平。

13.1.7 辐射安全管理的综合能力

建设单位成立了辐射安全与防护管理领导小组,有领导分管、人员落实、责任明确,辐射工作人员配置合理,辐射事故预防措施及应急处理预案与安全规章制度合理可行。拟采用的环保设施和措施合理可行,可满足防护的实际需要,经一一落实后,建设单位可具备辐射安全管理的综合能力。

综上所述,新晃侗族自治县人民医院新建核医学科建设项目对周围环境产生的辐射影响满足相关标准的要求;辐射防护措施和事故应急措施可行;规章制度

基本健全；该项目对环境的辐射影响是可接受的。建设单位应加强管理，在工作过程中不断补充完善。从环境保护和辐射安全的角度来看，该项目是可行的。

13.2 建议和要求

1、医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、委托监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，确保周围环境的辐射安全和职工健康，加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查。

2、医院应加强内部管理，明确管理职责，杜绝各类辐射事故的发生。医院应根据实际情况修改完善各项制度，及时修订应急预案，要求具有可操作性，并认真落实，严格按照各项规章制度、操作规程执行。

3、应配备必要的防护用品，加强对工作人员的辐射防护。医院应加强管理，确保各防护用品能正常使用，并要求辐射工作人员应按照《职业性外照射个人监测规范》的要求正确佩戴个人剂量计。

4、医院应组织辐射工作人员到有资质的机构进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，定期开展个人剂量监测，接受辐射防护知识和法规培训，具备相应条件，取得辐射安全培训合格证后，方可从事辐射工作。建立辐射工作人员个人剂量档案、职业健康监护档案，并终生保存。辐射工作人员调动工作单位时，个人剂量、健康监护档案应随其转给调入单位。

5、本项目环评取得批复、项目建成且场所达到要求后，及时向相关部门重新申领《辐射安全许可证》。项目投入使用后，医院应按《建设项目竣工环境保护验收暂行办去》完成本项目环保竣工验收工作。

6、对医院射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

表 14 审批

生态环境部门预审意见：

公章

经办人

年月日

审批意见：

公章

经办人

年月日

