

核技术利用建设项目

龙山县人民医院核医学科建设项目
环境影响报告表

龙山县人民医院
2026年6月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

龙山县人民医院核医学科建设项目
环境影响报告表

建设单位名称：龙山县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：湘西土家族苗族自治州龙山县华塘街道岳麓大道 50
号

邮政编码：416800

联系人：胡晓军

电子邮箱：

联系电话：18867225188

打印编号: 1777258540000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	In2exf		
建设项目名称	龙山县人民医院核医学科建设项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	龙山县人民医院 		
统一社会信用代码	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>		
法定代表人 (签章)			
主要负责人 (签字)			
直接负责的主管人员 (签字)			
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	湖南振澜环保有限公司 		
统一社会信用代码	91430104MA7LR92X31		
三、编制人员情况			
1 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 20px;"></div>			
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px;"></div>	非密封放射性物质、辐射安全管理、结论与建议	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div>
	项目基本情况、放射源、射线装置、废弃物 (重点是放射性废物)、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、审批		

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位 湖南振澜环保有限公司（统一社会信用代码 91430104MA7LR92X31）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 龙山县人民医院核医学科建设项目 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人 环境影响评价工程师职业资格证书管理号 信用编号 ），主要编制人员包括 （信用编号 ）、（信用编号 ）（依次全部列出）等 2 人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章):



年 月 日



中华人民共和国
专业技术人员
职业资格证书

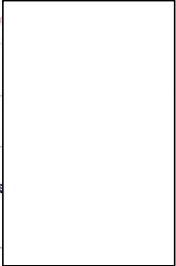
本证书查询验证网址: www.cpta.com.cn

不评资质使用 他用无效

257



姓名:
Full Name
性别:
Sex
出生年月:
Date of Birth
专业类别:
Professional Type
批准日期:
Approval Date



签发单位盖章:
Issued by



签发日期:
Issued on

2007年12月27日

管理号: 07353343507330237
File No.:

个人参保信息（实缴明细）

当前单位名称	湖南振澜环保有限公司	当前单位编号	4320000000001661836					
姓名	张时	身份证号码						
性别	男	有效期至	2026-08-14 15:20					
		<p>1.本证明系参保对象自主打印，使用者须通过以下2种途径验证真实性：</p> <p style="text-align: center;">（1）登陆单位网厅公共服务平台</p> <p style="text-align: center;">（2）下载安装“智慧人社”APP，使用参保证明验证功能扫描本证明的二维码</p> <p>2.本证明的在线验证码的有效期为3个月</p> <p>3.本证明涉及参保对象的权益信息，请妥善保管，依法使用</p> <p>4.对权益记录有争议的，请咨询争议期间参保缴费经办机构</p>						
用途	环评资质							
参保关系								
统一社会信用代码	单位名称	险种	起止时间					
91430104MA7LR92X31	湖南振澜环保有限公司	企业职工基本养老保险	202603-202604					
		工伤保险	202603-202604					
		失业保险	202603-202604					
劳务派遣关系								
统一社会信用代码	单位名称	用工形式	实际用工单位	起止时间				
缴费明细								
费款所属期	险种类型	缴费基数	单位应缴	个人应缴	缴费标志	到账日期	缴费类型	经办机构
202604	企业职工基本养老保险	4072	651.52	325.76	正常	20260428	正常应缴	长沙市岳麓区
	工伤保险	4072	48.86	0	正常	20260428	正常应缴	长沙市岳麓区
	失业保险	4072	28.5	12.22	正常	20260428	正常应缴	长沙市岳麓区
202603	企业职工基本养老保险	4072	651.52	325.76	正常	20260310	正常应缴	长沙市岳麓区

说明:本信息由参保地社保经办机构负责解释,参保人如有疑问,请与参保地社保经办机构联系

个人姓名:

202603	工伤保险	4072	48.86	0	正常	20260310	正常应缴	长沙市岳麓区
	失业保险	4072	28.5	10.2	正常	20260310	正常应缴	长沙市岳麓区



说明:本信息由参保地社保经办机构负责解释,参保人如有疑问,请与参保地社保经办机构联系



个人姓名:

第2页,共2页

个人编号: 43120000000003100088

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	17
表 3 非密封放射性物质	18
表 4 射线装置	19
表 5 废弃物（重点是放射性废物）	20
表 6 评价依据	21
表 7 保护目标与评价标准	24
表 8 环境质量和辐射现状	34
表 9 项目工程分析与源项	38
表 10 辐射安全与防护	49
表 11 环境影响分析	61
表 12 辐射安全管理	78
表 13 结论与建议	86
表 14 审批	88
附图 1：项目地理位置图	89
附图 2：医院平面布置图	90
附图 3：核医学科大楼一层平面布置图	92
附图 4：核医学科大楼二层平面布置图	93
附图 5：核医学科排风布置图	94
附图 6：核医学科衰变池设计图	96
附图 7：核医学科给排水布置图	98
附件 1：环评委托书	99
附件 2：环境质量现状检测报告	100
附件 3：辐射安全许可证	104
附件 4：放射防护管理组织机构文件	110
附件 5：辐射防护相关制度（部分）	112
附件 6：辐射事故应急预案	122
附件 7：关于剂量管理目标值的确定文件	123
附件 8：核医学科非密封放射性物质工作量计划	124
附件 9：监督整改佐证材料	125
附件 10：环评批复	127

表 1 项目基本情况

建设项目名称		龙山县人民医院核医学科建设项目			
建设单位		龙山县人民医院			
法人代表		彭涌	联系人	胡晓军	联系电话
注册地址		龙山县华塘街道办事处岳麓大道 50 号			
项目建设地点		湘西土家族苗族自治州龙山县华塘街道岳麓大道 50 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		388	项目环保 投资(万 元)	155.8	投资比例(环保 投资/总投资)
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m ²)	268.7
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

龙山县人民医院位于湘西土家族苗族自治州龙山县华塘街道岳麓大道 50 号，始建于年 1953 年，是一所集医疗、教学、康复、急救为一体的县级综合性医院。医院占地面积 46739 平方米（70 亩），医疗建筑面积 28946 平方米。全院共有 34 个科室部门。其中临床科室 19 个，即急诊科(含县 120 中心)、普通外科、肝胆胸外科、泌尿/五官科、骨科、神经科、妇科、产科、感染内科、儿科、新生儿科、心血管内分泌科、消化肾病科、呼吸内科、重症医学科、麻醉科(手术室)、门诊部和体检科等；医技科室 7 个，即超声、放射、检验、病理科、血库和核磁共振室等；后勤、财务、行政等 8 个部门。现有在职职工 697 人，其中卫生技术人员 540 人，行管后及其他人员共计 157 人；年工作 268 天，每天 3 班 8 小时制，并 24 小时随时加班制。医院核定编制床位 1200 张，实际开放床位 920 张。年门急诊 30 万余人次，年出院病人 3 万余人次，日均病人量在 600 余人次、年住院手术 6000 余台次。

龙山县人民医院于 2024 年 7 月 25 日重新申领《辐射安全许可证》，证书编号：湘环辐证[02826]，有效期至 2029 年 7 月 24 日，许可种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置。

1.2 项目由来

随着医疗服务对象的扩大及人民群众对医疗服务质量要求的提高，龙山县人民医院拟在院区西北侧新建一栋核医学科大楼，并建设一个核医学场所，使用非密封放射性物质 I-131 用于治疗甲亢和甲状腺功能测定，使用非密封放射性物质 P-32 进行敷贴治疗，该场所为乙级非密封放射性工作场所。根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令)、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）等国家辐射环境管理相关法律法规的规定，本项目属于 172 核技术利用建设项目类别中的使用乙级非密封放射性工作场所项目，环境影响评价文件类别为环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，严格执行《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规，龙山县人民医院委托湖南振澜环保有限公司对“龙山县人民医院核医学科建设项目”进行环境影响评价（委托书见附件 1）。评价单位

在进行现场踏勘及收集有关资料的基础之上，并按照《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）的要求，编制完成了《龙山县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目环境影响报告表》，现报请审查。

1.3 项目概况

1.3.1 建设项目基本信息

(1) 项目名称：龙山县人民医院核医学科建设项目

(2) 建设地点：湘西土家族苗族自治州龙山县华塘街道岳麓大道 50 号

(3) 建设性质：新建

(4) 建设单位：龙山县人民医院

(5) 投资：核技术总投资 388 万元，其中环保投 155.8 万元，占总投资的 40.15%

(6) 建设规模：本次扩建后的核医学科场所主要使用非密封放射性物质 I-131 用于甲亢治疗及甲状腺功能测定、P-32 敷贴治疗，日等效最大操作量为 $4.07 \times 10^8 \text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所。

本项目核医学科拟使用非密封放射性物质为 I-131、P-32，依据医院提供的工作量估算：

1、甲亢治疗：医院采取预约制，每天最大治疗人数 10 人，每周工作 1 天，每周一接诊，全年工作 50 周，全年治疗人数 500 人，每人最大用药量 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ （10mCi）。

2、甲状腺功能测定：医院采取预约制，每天最大检测人数 10 人，每周工作 1 天，每周一接诊，年工作 50 周，全年检测人数 500 人，每人最大用药量 $3.7 \times 10^5 \text{Bq}$ （0.01mCi）。

3、敷贴治疗：医院采取预约制，每天最多治疗人数 5 人，每周工作 2 天，每周二、周三接诊，年工作 12 周，全年治疗人数 120 人，每人最大用药量 $3.7 \times 10^7 \text{Bq}$ （1mCi）。

4、I-131 药物每周送药一次，于诊疗日当天工作开展前送药，当日用完。医院根据患者数量和服药剂量预订非密封放射性物质；P-32 药物供药频次为 1 次/月，即年送药次数为 12 次，医院计划 P-32 敷贴治疗在供药单位送药后

当天和第二天开展，即 P-32 最大使用频次为 2d/月，24d/年。每次送药 I-131 不超过 100.1mCi，P-32 不超过 10mCi。

本项目拟使用放射性同位素使用情况见下表 1-1。

表 1-1 本项目放射性同位素使用情况一览表

非密封放射性物质	单人次药量	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)
I-131 甲亢	3.70E+08Bq(10mCi)	10	50	500
I-131 甲测	3.70E+05Bq(0.01mCi)	10	50	500
P-32	3.70E+07Bq(1mCi)	5	24	120

本次评价将核医学科作为一个非密封源工作场所，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（18871-2002）附录 C 非密封源工作场所的分级规定，放射性非密封放射性物质的日等效操作量等于放射性非密封放射性物质的实际日操作量（Bq）与该非密封放射性物质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。

$$\text{日等效最大操作量} = \frac{\text{实际日操作量} * \text{毒性组别修正因子}}{\text{操作方式修正因子}}$$

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）附录 A，I-131、P-32 均属于中毒毒性组别，修正因子为 0.1，医疗机构使用 I-131 相关活动视为“简单操作”操作方式有关的修正因子为 1。本项目拟使用的 P-32 药液仅进行暂存、分装、转移、给药、储存等操作，参照《辐射防护手册第三分册 辐射安全》表 5.5，分装、转移、给药应按“简单操作”考虑，暂存、储存应按“非常简单”考虑。

表 1-2 新建核医学科使用非密封放射性非密封放射性物质日等效最大操作量

序号	非密封放射性物质	实际日操作量(Bq)	毒性组别修正因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量(Bq)	储存/使用地点
1	I-131	3.7E+09	中毒 0.1	简单 1	3.70E+08	分装室
2	I-131	3.7E+06	中毒 0.1	简单 1	3.70E+05	
3	P-32	3.7E+08	中毒 0.1	简单 1	3.70E+07	
合计					4.07E+08	/

注：P-32 药物每周第一次操作量是从 10mCi 母液中分离 5mCi（人次用药量），故 P-32 药物实际日操作量按 10mCi 进行保守计算。

经计算，新建核医学科使用非密封放射性物质日等效最大操作量为：4.07×10⁸Bq；依据 GB18871-2002 附录 C 中规定乙级非密封源工作场所：2.0×10⁷

4.0×10⁹Bq，因此本项目新建核医学科为乙级非密封放射性物质工作场所。

1.3.2 本项目劳动定员及工作制度

本项目拟配备辐射工作人员共 3 人，包含核医学医师 2 名、护士 1 名。其中 2 名核医学医师为外聘人员，均具备中级及以上专业技术任职资格；1 名护士由本院现有在岗人员抽调，人员配置满足《放射诊疗管理规定》相关要求。

本项目指定专人担任辐射安全负责人，所有辐射工作人员（含外聘人员）统一纳入本院辐射工作人员台账、职业健康及个人剂量全流程管理，专职从事本项目核医学辐射作业，不兼任院内其他放射诊疗工作。全体人员上岗前均完成放射防护专项培训并考核合格，持证上岗，按要求定期参加复训；作业期间规范佩戴个人剂量计，按时送检，建立一人一档个人剂量档案与职业健康监护档案，并落实人员合理轮休制度。

项目科室全年正常运营 365 天，非密封放射性物质实际年度操作天数不超过 100 天，单日辐射相关作业时长控制在 4 小时以内。

1.3.3 项目主要工程基本情况及依托情况

根据项目特点，本项目主要由主体工程、公用工程、辅助工程、环保工程四部分组成。项目组成见下表 1-2。

表 1-2 本项目主要工程建设内容一览表

主体功能用房		建设内容及规模	备注
主体工程	分装质控室	1 间，内设 2 个分装柜，分别为 I-131 分装柜和 P-32 分装柜，I-131 分装柜与西侧甲亢服药室连通，分装柜内部有药物传递窗；P-32 分装柜兼作 P-32 敷贴器制作的操作台，分装柜内应保持负压。	新建
	甲亢服药室	1 间，用于 I-131 甲亢患者/甲测受检者服药，通过分装柜与东侧分装质控室连通，分装柜内部有药物传递窗。	新建
	甲亢留观室	1 间，最多 1 名甲亢患者同时留观，内设卫生间（兼污洗间）	新建
	敷贴治疗室	1 间，用于 P-32 敷贴治疗	新建
	甲测室	1 间，用于甲测受检者测定	新建
	储源室	1 间，用于非密封放射性物质储存	新建
	废物暂存间	1 间，用于放射性废物暂存衰变	新建
	卫生通过间	1 间，内设淋浴和洗手池	新建

	卫生间	1 间，兼污洗间，内设污洗池	新建
辅助工程	办公区	位于龙山县人民医院东南侧拟建核医学科大楼二层，建设会议室、医生办公室等功能用房。	新建
公用工程	供电	由市政电网供电，依托医院供配电系统。	依托
	供水	由城市供水管网提供，依托院内现有供水系统。	依托
	排水	产生的生活污水依托医院的污水管网收集至污水处理系统处理后接入市政污水管网，本项目核医学科产生的放射性废水经衰变池处理达标后排入市政污水管网。	依托
环保工程	放射性废水	项目在核医学科大楼东侧绿化带下方新建 1 套地埋式混凝土结构槽式废水衰变处理设施（用于暂存含 I-131、P32 放射性废水），核医学科产生的放射性废水由专门的放射性废水管网进入衰变池；衰变池前端设计有 1 个污泥池（配备 2 台铰刀切割式水泵，交替使用，防止污物淤积），单个衰变池有效体积为 9m ³ ，共 3 个池体，为槽式工艺，共 27m ³ ；放射性废水排入衰变池处理设施衰变达标后再排入院内污水管网。	新建
	放射性固废	核医学科控制区设置独立的排风系统，排气口高于本建筑物屋顶，排放前由过滤净化装置处理。	新建
	放射性废气	放射性固体废物按非密封放射性物质种类分别收集后，存放于核医学科废物暂存间衰变箱内，存放达到清洁解控水平后，作为普通医疗废物处理。	新建
	电离辐射	本项目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。	新建

1.4 产业政策符合性与实践正当性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目使用非密封放射性物质属于第一类“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”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

本项目按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，可以将该项目危害产生的影响降至尽可能小。本项目的实施给职业人员、公众及社会带来的利益远大于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》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

1.5 选址合理性及平面布局合理性分析

1.5.1 选址合理性分析

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中：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。



图 1-1 项目所在位置周围环境概况图

(1) 四周环境

本项目核医学科场所位于核医学大楼一楼，核医学科大楼位于医院东南侧，核医学大楼四周均为院区道路，为地上 2 层建筑，占地 268.7 平方米，建筑高度 10.9 米。核医学大楼东侧为绿化，南侧为院内道路及院墙，北侧为院内道路及锅炉房，西侧为院内道路、高压氧舱、第一住院楼，楼上为办公区、休息区、会议室等，楼下为夯实土层。核医学科区域四周均设置了实体墙体及防护门进行物理隔离，未毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，场所相对独立且集中布置在东南侧一角，设置有单独的出口、入口，且出入口均未设置在人群稠密区域，衰变池位于核医学科大楼东侧绿化带地下，衰变池西侧为与核医学科大楼之间为排水沟盖板及道路，东侧、南侧及北侧为绿

化带，上方为覆土层+绿化带，建设单位拟在衰变池上方设置围栏，张贴电离辐射警示标识。

核医学科场所与其他区域分开，远离医院内及周围环境敏感点，有利于辐射防护。同时，项目营运期产生的电离辐射经过实体墙体屏蔽；放射性废水单独的管道引至衰变池进行衰变；放射性固废按照要求在废物暂存间暂存达到标准要求时间后按照医疗固废进行处置；放射性废气沿墙体向上延伸本栋建筑楼顶排放，在排气口前端设置活性炭吸收装置后排放，达标排放后对环境影响小。

(2) 北侧锅炉房影响分析及应对措施

1) 锅炉房对核医学科的不利影响

项目核医学大楼北侧毗邻医院天然气锅炉房，天然气锅炉房长期运行会产生噪声、设备振动、余热湿气，且存在燃气泄漏、燃烧回火等安全风险，对核医学科存在一定潜在影响。一是设备振动与噪声干扰，锅炉配套风机、水泵等设备持续运行产生的振动，可通过地面、墙体传递，长期易造成核医学科屏蔽墙体、防护结构产生细微裂隙，降低辐射屏蔽效能，同时会干扰活度计、辐射剂量监测仪等精密检测设备，影响测量数据准确性；二是温湿度与环境侵蚀影响，锅炉房散热及设备运行产生的湿气会提升周边区域温湿度，易造成核医学科防护铅材氧化、防护门密封部件老化失效，同时影响放射性药物储存稳定性及科室精密仪器正常运行；三是安全风险叠加，天然气锅炉房属于易燃易爆重点防控区域，存在天然气泄漏、遇明火引发爆燃、火灾的风险，若发生安全事故，可能破坏核医学科建筑结构，进而引发放射性物质泄漏、扩散等次生辐射安全隐患。

2) 核医学科对锅炉房及作业人员的不利影响

本项目核医学科使用 I-131、P-32 非密封放射性物质，诊疗过程中存在微量外照射辐射及放射性废气、废水管控风险。若科室辐射屏蔽措施不到位， γ 射线可能穿透北侧墙体，对锅炉房长期作业人员造成额外累积辐射照射；同时，非正常工况下未完全处理的微量放射性废气扩散、放射性废水防渗失效渗漏，可能影响锅炉房周边区域环境，存在极小概率的辐射环境风险。

3) 针对性防控措施

为彻底消除双方不利影响，项目落实多重隔离与防护措施：①物理隔离与减振降噪，核医学科与锅炉房之间保留院内道路缓冲带，北侧建筑墙体采用加厚钢筋混凝土结构，配套完善防火隔声构造。②环境管控，核医学科设置独立恒温恒湿空调系统，与锅炉房通风系统完全独立，北侧外墙做保温防水防渗处理，规避高温湿气侵蚀，定期开展防护结构完整性检测。③安全联动防控，核医学科北侧墙体按防火墙标准建设，配套甲级防火门窗，科室与锅炉房接入统一火灾报警联动系统，突发险情时可立即停止放射性作业、封闭辐射操作区域。④核医学科控制区域防护设施满足核医学辐射屏蔽规范要求，墙外公众区域辐射剂量率严格控制在标准限值内，保障锅炉房作业人员辐射安全。

(3) 西侧高压氧舱影响分析及应对措施

1) 高压氧舱对核医学科的不利影响

项目核医学科控制区与西侧高压氧舱直线距离约 14m，间距充足。高压氧舱电控、加压设备产生的低频电磁场随距离呈快速指数衰减，其有效电磁干扰范围仅局限于设备周边数米范围内，14m 间距下电磁强度已衰减至环境本底水平，不会对核医学科活度计、剂量监测仪等精密检测设备造成干扰，无数据偏差、设备受影响等问题。同时，高压氧舱反复加压、泄压产生的压力波传播距离极短，14m 远距离可基本规避结构振动影响，不会造成核医学科墙体、屏蔽结构松动开裂。仅需常态化落实常规消防安全管控，规避火灾事故蔓延风险即可。

2) 核医学科对高压氧舱的不利影响

高压氧舱为人员密集诊疗区域，涵盖患者及医护人员。若核医学科辐射屏蔽不达标、放射性废气处理失效，外照射辐射及微量放射性污染物扩散，会对高压氧舱内就医患者、在岗医护人员造成额外辐射影响；同时，放射性废水、固废若管控不当，存在环境次生污染风险，影响西侧区域环境安全。

3) 针对性防控措施

依托项目 14m 的安全间隔距离，高压氧舱电磁、压力波动影响可基本消除，项目仅需落实基础防控措施即可保障区域安全：①消防安全管控，高压氧舱与核医学科消防系统联动，核医学科全域严禁存放易燃易爆物品，电气

设备满足防爆要求，高压氧舱常态化管控氧浓度、消除静电隐患，杜绝火情蔓延风险。②辐射风险防控，核医学科控制区按照核医学屏蔽标准施工，放射性废气经活性炭吸附装置处理后高空达标排放，有效规避废气扩散风险，保障高压氧舱区域人员辐射安全。

(4) 总体选址合理性结论

项目核医学科大楼与北侧天然气锅炉房、西侧高压氧舱间距合理、分区清晰、相对独立，各区域之间通过院内道路、充足安全距离及实体墙体形成有效物理隔离。西侧高压氧舱与核医学控制区间距达 14m，可基本消除电磁干扰、压力波动等不利影响；北侧天然气锅炉房通过缓冲隔离、防火防爆、减振降噪、独立通风等措施，彻底规避燃气安全、振动湿气、结构损坏等风险。同时项目通过强化辐射屏蔽、落实废气废水固废闭环管控，有效控制核医学科辐射活动对周边区域人员及环境的辐射风险，区域相互干扰风险完全可控。项目远离产科、儿科、食堂等敏感区域及人员密集区，配套辐射防护、污染治理设施完善，辐射环境影响满足《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）相关限值要求，选址科学、合理、可行。

1.5.2 平面布局合理性分析

核医学科场所整个区域按照由东南侧向四周发散设置，高活性区（储源室及分装质控室）位于区域东南侧位置依次向外到低活性区，患者由北至南单向流动再由单独通道进入西侧出口后离开核医学科，周围一般无公众长时间停留；场所分区明显，单向路径；衰变池位于核医学科大楼东侧绿化带下方，距离核医学科较近，放射性废水管网相对来说较短。

综上所述，核医学科布局有利于辐射防护与安全，满足《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）等相关标准要求。因此，从辐射防护与环境保护角度，项目的平面布局可行。

1.6 医院现有核技术利用项目情况

1.6.1 现有射线装置使用情况

医院现有 1 台 II 类射线装置（DSA），13 台 III 类射线装置，上述射线装置均按要求办理了相关环评、验收手续，龙山县人民医院于 2024 年 7 月 25 日

重新申领《辐射安全许可证》，证书编号：湘环辐证[02826]，有效期至 2029 年 7 月 24 日。医院现有射线装置情况见下表。

表 1-5 医院现有射线装置情况表

序号	辐射活动场所名称	装置名称	规格型号	类别	装置状态	数量	单位	环评手续	验收手续
1	CT 室	X 射线计算机体层摄影设备	Optima CT 670	III 类	在用	1	台	已备案	
2		全身 X 射线计算机体层螺旋扫描装置	SOMAT OMEmotion			1		已备案	
3	DR 室	数字化医用 X 射线摄影系统	FUJIFILM DR CALNEO	III 类	在用	1	台	已备案	
4		数字化 X 射线摄影机	Essenta DR Compact			1		已备案	
5		数字化医用 X 射线摄影系统	Definium 6000 型			1		已备案	
6	DSA 室	医用血管造影 X 射线机	Optima IGS 330	II 类	在用	1	台	湘环评辐表[2017]21 号	已验收
7	传染病综合楼一楼 CT 室	X 射线计算机体层摄影设备	Revolution ACTs	III 类	在用	1	台	已备案	
8	骨科	移动式 C 臂影像系统	OPESCO PE ACTENO	III 类	在用	1	台	已备案	
9	急诊科	X 射线计算机体层摄影设备	SOMAT OM go.Fit	III 类	在用	1	台	已备案	
10		移动式数字摄影 X 射线系统	Mux-200 D	III 类	在用	1	台	已备案	
11		移动式 C 形臂 X 射线机	Cios Select S1	III 类	在用	1	台	已备案	
12	乳腺摄	乳腺 X 射线	RH-SEIT	III	在用	1	台	已备案	

	影室	摄影设备	LB	类				
13	数字胃肠室	数字化多功能 X 射线透视摄影系统	D-VISION PLUS 50	III 类	在用	1	台	已备案
14	牙片室	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	SS-X901 0DPro-3 DE	III 类	在用	1	台	已备案

医院上述射线装置运行至今，情况良好，无辐射安全事故发生。

1.6.2 医院现有辐射工作人员情况

根据“全国核技术利用辐射安全申报系统”信息，医院现有辐射工作人员 55 名（名单详见下表 1-6），上述辐射工作人员均已取得核技术利用成绩报告单或进行自主考核合格，为持证上岗，2024 年 8 月至 2025 年 8 月近一年度个人剂量监测报告结果未超过医院管理目标值和标准限值。55 人参加了职业健康体检，体检结论均为“可继续原放射工作”。

表 1-6 现有放射工作人员情况一览表

序号	姓名	性别	培训方式	近一年度个人剂量监测值 (mSv)	体检结论	体检时间
1	唐婕	女	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
2	田阳	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
3	李良顺	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
4	李宏涛	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
5	晏中午	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
6	石宝	男	FS24CQ0101414	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
7	罗晓君	女	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
8	李露	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
9	陈敏	女	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02

10	向小豪	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
11	吴泽龙	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
12	黄美琳	女	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
13	杨德江	男	FS25HN0100848	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
14	戴金	男	FS25HN0100851	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
15	旷东青	女	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.04.03
16	贾昕霖	男	FS21HN0101779	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
17	田旭东	男	FS21HN0101783	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
18	符洋	男	FS21HN0101789	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
19	唐宇林	男	FS25HN0100936	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
20	彭敏	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
21	莫宁	女	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
22	詹振华	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
23	王华	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
24	彭敏	男	FS25HN0100850	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
25	魏玮	女	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
26	王定兵	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
27	黎婷	女	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
28	张洪坤	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
29	朱麟	男	FS21HN0101814	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
30	余志栋	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
31	田宏建	男	自主考核	0.02	可继续原	2025.07.02

					放射工作	
32	蒋进勇	男	FS25HN0100847	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
33	丁祥恩	男	FS25HN0100849	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
34	张明辉	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
35	向金玲	女	FS26HN0300031	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
36	刘腾飞	男	FS21HN0101775	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
37	田山	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
38	田正义	男	FS21HN0101790	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
39	彭月	女	FS21HN0200400	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
40	晏友列	男	FS25HN0100937	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
41	向魁华	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
42	刘建	男	FS26HN0300034	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
43	彭程	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
44	张波	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
45	田为	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
46	胡庆	男	FS21HN0102518	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
47	陈炯	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
48	彭安波	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
49	符家安	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
50	郑翔	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
51	吴运祥	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
52	向海英	女	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02

53	张明生	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
54	易宣龙	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02
55	唐大文	男	自主考核	0.02	可继续原放射工作	2025.07.02

1.6.3 现有辐射安全管理情况

1) 医院成立了辐射防护管理委员会，制定了一系列的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案。现有管理制度内容较为全面，基本能满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

2) 医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警示牌、警示标志和工作状态指示灯等。根据不同项目实际情况划分控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效地管控。

3) 医院每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所进行年度监测，各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，医院采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展核技术利用项目的辐射安全防护要求。

4) 医院每年编制《辐射安全和防护状况年度评估报告》，对现有核技术利用工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、放射性同位素和射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况、监测仪器情况进行年度总结和评估，并在每年1月31日前提提交至核技术利用申报系统。

1.6.4 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。

1.6.5 医院现存问题及整改建议

根据查阅“全国核技术利用辐射安全申报系统”，医院最近一次监督检查为2025年8月31日。建设单位已在规定时间内完成了整改并上传了整改报告。

具体内容如下：

表 1-8 最近一次监督检查及整改情况

序号	整改问题	整改情况	备注
1	唐宇林、彭敏、晏友列、戴金、蒋进勇 5 位从事介入工作医生尚未参加技术利用辐射安全与防护考核	已经组织相关人员培训考核，考试合格，完成整改	均已整改完成，并在规定时间内上传了整改报告（详见附件 9）
2	DSA 未开展自主检测	自主检测增加了 DSA 的检测，完成整改	
3	移动式数字摄影 X 射线系统，规格型号 Mux-200D，产品序列号 62E531，现场未见 2024 年场所检测报告	已补充，完成整改	

表 2 放射源

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
本项目不涉及										

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	非密封放射性物质名称	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	液体, 中毒, 半衰期 8.02d	使用	3.7×10^9	3.7×10^8	1.85×10^{11}	甲亢治疗	简单操作	核医学科大楼一层分装质控室	核医学科大楼一层核医学科储源室	
2	I-131	液体, 中毒, 半衰期 8.02d	使用	3.7×10^6	3.7×10^5	1.85×10^8	甲状腺功能测定	简单操作	核医学科大楼一层分装质控室	核医学科大楼一层核医学科储源室	/
3	P-32	液体, 中毒, 半衰期 14.26d	使用	3.7×10^8	3.7×10^7	4.44×10^9	敷贴治疗	简单操作	核医学科大楼一层分装质控室	核医学科大楼一层核医学科储源室	/
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
本项目不涉及										

(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
本项目不涉及									

(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	
本项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
放射性固体废物(包括沾染非密封放射性物质的废西林瓶、服药纸杯、棉球、棉签、吸水纸、手套等)	固态	I-131、P-32	较低	/	56kg	/	存放于废物暂存间专用衰变箱内	存放达到清洁解控水平后，作为医疗废物处理
通风系统定期更换的废活性炭滤芯	固态	I-131、P-32	较低	/	/	/	存放于废物暂存间专用衰变箱内	存放达到清洁解控水平后，作为危废处理
放射性废水(包含患者在控制区内治疗、留观期间的排泄和冲洗废水，以及控制区工作场所清洁、工作人员冲淋等废水)	液态	I-131、P-32	较低	0.894m ³	10.728m ³	/	排放至核医学科衰变池内存放衰变	在衰变池存放衰变达到排放标准后排入医院污水管网，最终排入市政污水管网
放射性废气	气态	I-131、P-32	较低	/	微量	/	不暂存	高效活性炭装置吸附后经专用管道引至楼顶排放

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

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>1、《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正，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》（2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日起实施）；</p> <p>5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修订实施）；</p> <p>6、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2021 年 1 月 1 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》（2021 年 1 月 4 日修改）；</p> <p>8、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 5 月 1 日施行）；</p> <p>9、《生态环境部辐射源安全监管司关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20 号）；</p> <p>10、《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〕145 号）；</p> <p>11、《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日，国家发展改革委令第 7 号令发布，2024 年 2 月 1 日起施行）；</p> <p>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）；</p> <p>13、《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 日起施行）；</p> <p>14、《关于发布〈放射性废物分类〉的公告》（环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告 2017 年第 65 号）；</p> <p>15、《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>16、《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，2021 年 3 月 15 日起实施）；</p> <p>17、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行）。</p>
技术 标准	<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、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>5、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>6、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>7、《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）；</p> <p>8、《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）；</p> <p>9、《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）；</p> <p>10、《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）；</p> <p>11、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；</p> <p>12、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）；</p> <p>13、《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）；</p> <p>14、《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019）。</p> <p>15、《生态环境部辐射源安全监管司关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20 号）。</p>
其他	<p>1、环境影响评价委托书（见附件 1）；</p> <p>2、李德平、潘自强主编《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》、《辐射防护手册 第三分册 辐射安全》，原子能出版社，1987 年；</p> <p>3、湖南省环境监测中心站《湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护，第 11 卷第 2 期，1991 年 3 月）；</p> <p>4、《放射防护实用手册》，济南出版社，2009 年；</p> <p>5、《辐射防护导论》，原子能出版社，1991 年；</p>

	6、医院提供的其他资料。
--	--------------

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目属于医院核技术利用项目，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》（HJ10.1—2016）中“第 1.5 评价范围和保护目标”的要求，本项目非密封放射性物质工作场所等级为乙级，因此本项目以核医学科辐射工作场所实体屏蔽边界外的 50m 为评价范围。评价范围示意图见图 7-1。



图 7-1 项目评价范围示意图

保护目标

本次辐射环境影响评价的环境保护目标为：本项目从事辐射工作的人员以及评价范围内相邻区域的公众。根据本项目核技术利用场所布局及外环境特征，确定本项目环境保护目标见表 7-1 所示。

表 7-1 环境保护目标一览表

污染源	机房位置	方位/距离	环境敏感点名称	环境保护人群	影响人数
核医学科	核医学科大楼	内环境	核医学科	场所内	辐射工作人员 3人

一层	西	0-14m	核医学科走廊、候诊大厅、缓冲间、卫生间	公众成员	约 10 人	
		楼上		办公中心	公众成员	约 4 人
	外环境	北	0-50m	院内道路、锅炉房、停车场	公众成员	约 25 人
		南	0-30m	院内道路	公众成员	约 6 人
			30m-50m	院外绿化、院外道路	公众成员	若干
		西	4m-50m	院内道路、高压氧舱、停车场	公众成员	约 20 人
		东	0-25m	院内绿化、院内道路	公众成员	约 2 人
			25-50m	院外绿化、院外道路	公众成员	若干

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）（节选）：
本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全性。

（1）剂量限值

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：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 作为职业照射剂量限值。

根据预估工作量，医院将辐射工作人员的剂量管理目标值设为 5.0mSv/a。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

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应超过下述限值：

- a) 年有效剂量：1mSv；
- 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；
- c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。

结合医院实际情况, 核技术利用工作场所周围公众的剂量管理目标值设为0.1mSv/a。

(2) 工作场所分区

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。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 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或防止污染扩散, 并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.1.2 确定控制区的边界时, 应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小, 以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

6.4.1.3 对于范围比较大的控制区, 如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大, 需要实施不同的专门防护手段或安全措施, 则可根据需要再划分出不同的子区, 以方便管理。

6.4.1.4 注册者、许可证持有者应:

a) 采用实体边界划定控制区; 采用实体边界不现实时也可以采用其他适当的手段;

b) 在源的运行或开启只是间歇性的或仅是把源从一处移至另一处的情况下, 采用与主导情况相适应的方法划定控制区, 并对照射时间加以规定;

c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F (标准的附录) 规定的警告标志, 并给出相应的辐射水平和污染水平的指示;

d) 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;

e) 运用行政管理程序 (如进入控制区的工作许可证制度) 和实体屏障 (包括门锁和联锁装置) 限制进出控制区; 限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应;

f) 按需要在控制区的入口处提供防护衣具、监测设备和个人衣物贮存柜;

g) 按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜;

h) 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。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 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，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

6.4.2.2 注册者和许可证持有者应：

- a) 采用适当的手段划出监督区的边界；
- b) 在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌；
- c) 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。

6.4.3 非密封源工作场所的分级

非密封源工作场所的分级应按附录 C（标准的附录）的规定进行。

表 7-2 非密封源工作场所分级

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

2、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）（节选）

5.1 工作场所平面布局和分区

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。

5.1.2 核医学工作场所平面布局设计应遵循如下原则：

- a) 使工作场所的外照射水平和污染发生的概率达到尽可能小；
- c) 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；

d) 在分装和给药室的出口处应设计卫生通过间，进行污染检测。

5.1.3 核医学工作场所从功能设置可分为诊断工作场所和治疗工作场所。其功能设置要求如下：

b) 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；

c) 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；

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，结合核医学学科的具体情况，对控制区和监督区采取相应管理措施。

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。治疗区域和诊断区域应相对分开布置。根据使用放射性药物的种类、形态、特性和活度，确定核医学治疗区（病房）的位置及其放射防护要求，给药室应靠近病房，尽量减少放射性药物和给药后患者或受检者通过非放射性区域。

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。

5.2 放射防护措施要求

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。

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。回旋加速器机房内应装备应急对外通讯设施。

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。

5.3 工作场所的防护水平要求

5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、能量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，在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 $25\mu\text{Sv/h}$ ，宜不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；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 $25\mu\text{Sv/h}$ ；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。

5.3.2 应根据使用核素的特点、操作方式以及潜在照射的可能性和严重程度，做好工作场所监测，包括场所周围剂量当量率水平、表面污染水平或空气中放射性核素浓度等内容，工作场所放射防护检测方法见附录 J。开展核医学工作的医疗机构应定期对放射性药物操作后剂量率水平和表面污染水平进行自主监测，每年应委托有相应资质的技术服务机构进行检测。核医学工作场所的放射性表面污染控制水平见表 7-6。

表 7-6 核医学科工作场所放射性表面污染控制水平（节选）

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

附录 K，个人防护用品和应急去污用品

K.1 个人防护用品

个人防护用品见表 K.1（本报告中表 7-7）。

表 7-7 个人防护用品（节选）

场所类型	工作人员		患者或受检者
	必备	选备	
普通核医学和 SPECT 场所	铅橡胶衣、铅橡胶围裙和放射性污染防护服、铅橡胶围脖	铅橡胶帽、铅玻璃眼镜	/
正电子放射性药物和 I-131 的场所	放射性污染防护服	/	/
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

K.2 应急及去污用品：主要包括下列物品：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（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。

3、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）（节选）

4 总则

4.4.2 剂量约束值

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。

6 工作场所的辐射安全与防护

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 2.5 μ Sv/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 10 μ Sv/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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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 $25\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.7 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。

7 放射性废物的管理

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：

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。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h ，表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 4Bq/cm^2 、其他 α 发射体应小于 0.4Bq/cm^2 。

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。

7.3 液态放射性废物的管理

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

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 。

7.4 气态放射性废物的管理

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。

7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，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。

4、《生态环境部辐射源安全监管司关于核医学标准相关条款咨询的复函》

一、关于槽式衰变池中含 I-131 放射性废水排放含 I-131 放射性废水可按照下列任意一种方式进行排放：

(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 I-131 活度不超过 1ALmin(9E+5 贝可)，每月排放的废水中 I-131 总活度不超过 10ALlmin(9E+6 贝可)。

(二)暂存 180 天后，衰变池废水可以直接排放。

(三)暂存不满 180 天但监测结果表明 I-131 活度浓度已降至不高于 10 贝可/升水平，也可直接排放。

医院应做好相关排放记录。

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 7-8 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		
项目	GB18871-2002 中年平均有效剂量限值(mSv/a)	本项目年有效剂量管理目标值(mSv/a)
职业人员	20	5
公众人员	1	0.1
二、通风设计		
核医学科	保持场所良好通风，气流流向合理，保持场所负压和各区压差；通风橱/分装柜设置单独通风系统，顶壁安装活性炭或其他过滤装置；设有通风橱等场所的通风系统排气口高于本建筑物屋顶，排放口有专用废气过滤净化装置。	
三、周围剂量当量率控制水平		

核医学科	<p>人员可达处控制区外屏蔽体外表面 30cm 处周围剂量当量率$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$；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 $2.5\mu\text{Sv/h}$；</p> <p>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$<1/2$，周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv/h}$；</p> <p>分装柜等设备、放射性储源及废物暂存容器外表面 5cm 处周围剂量当量率$\leq 25\mu\text{Sv/h}$；</p> <p>分装柜等设备、放射性储源及废物暂存容器外表面 30cm 处周围剂量当量率$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$。</p>
四、表面污染控制水平	
核医学科(β 放射性物质)	控制区表面污染控制水平取 40Bq/cm^2 ，监督区表面污染控制水平取 4Bq/cm^2 。
五、放射性废水衰变池设计及废水处置要求	
含 I-131、P-32 放射性废水	废水暂存时间大于 180d，可排入医院污水管网，最终排入市政污水管网。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 辐射环境质量现状调查

1、项目环境辐射监测

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），本评价委托湖南宝宜工程技术有限公司于 2026 年 4 月 1 日对本项目所在地进行了 γ 辐射剂量率现状监测工作。检测仪器情况见表 8-1， γ 辐射剂量率监测布点示意图见图 8-1、图 8-2。

2、监测方案及质量保证

（1）监测目的

该环境辐射现状监测的目的主要是为了了解项目拟建地辐射水平背景值，为辐射工作场所建成运行后对环境的辐射影响提供依据。

（2）监测依据

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）；

（3）检测因子：环境 γ 辐射剂量率，nGy/h。

（4）监测布点

根据现场情况及拟建场所位置情况，本项目监测布点示意图见图 8-1、图 8-2。

（5）质量保证

1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；

3) 每次测量前后均检查仪器的工作状态是否正常，是否在检定有效期内；

4) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

5) 监测报告严格落实三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人签发。

质量控制：本次检测的数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。本次检测工况见表 8-1，检测所使用的仪器情况见表 8-2。

表 8-1 检测工况

检测日期	天气	相对湿度%	气温℃
2026.4.1	晴	59.6~64.3	19.8~25.7

表 8-2 检测所使用的仪器情况

检测类别	检测项目	检测方法	主要检测仪器
电离辐射	X、 γ 辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021、 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021	仪器名称及型号：多功能辐射剂量率仪/RJ32-3602 仪器编号：BYGC/YQ-14 校准单位：上海市计量测试技术研究院校准证书编号：2025H21-20-6069169001 校准有效期：2025.8.21~2026.8.20

备注：检测仪器主要技术参数：测量范围 10nSv/h~1.5mSv/h；能量响应范围 20keV~3.0MeV，相对固有误差 $\leq\pm 15\%$ （相对于 ^{137}Cs ）

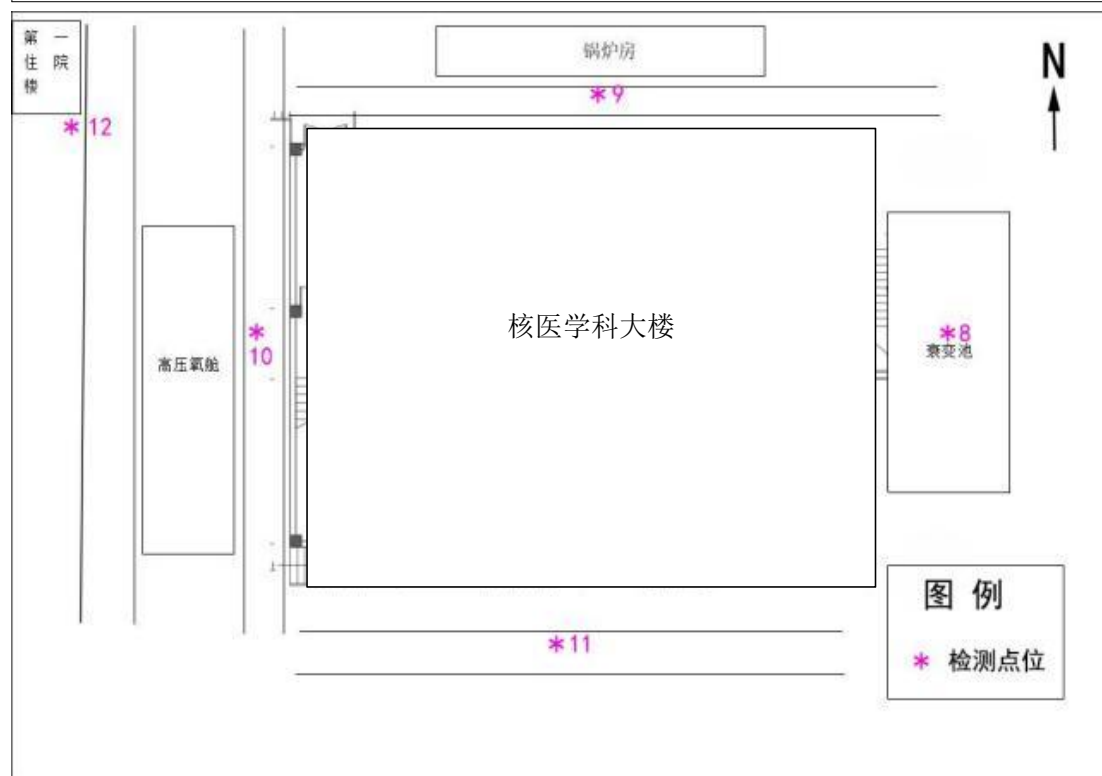


图 8-1 核医学科周边院内布点图

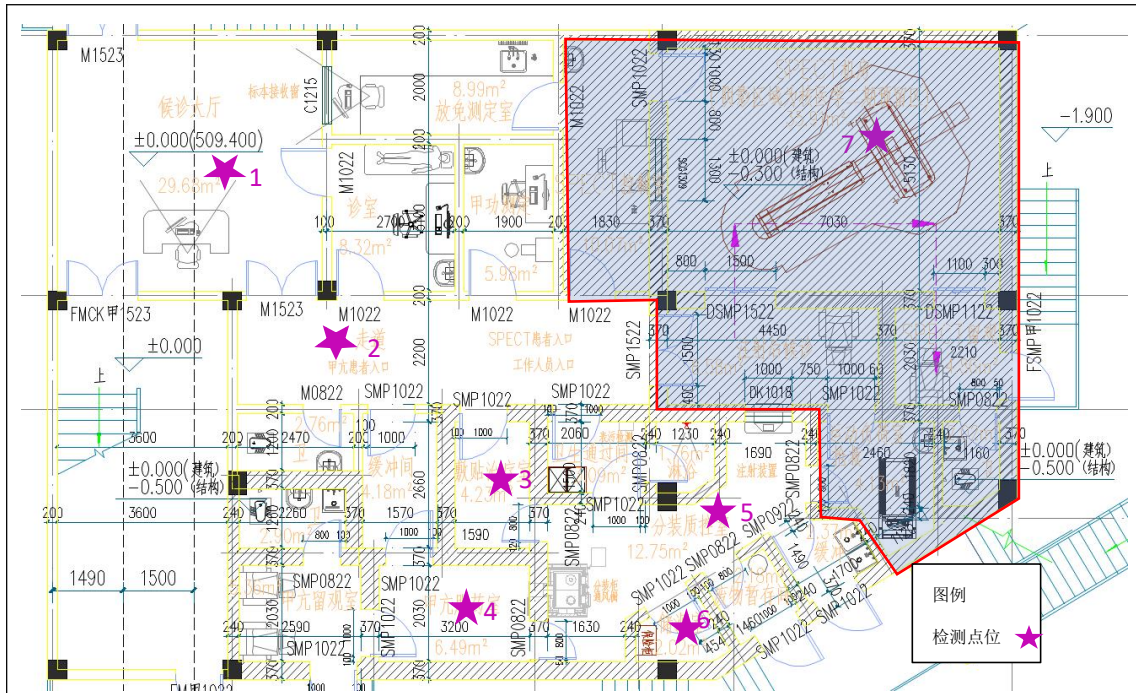


图 8-2 拟建核医学科大楼内布点图



图 8-3 院外布点图

3、监测结果及评价

监测数据详见下表及监测报告（附件 2）。

表 8-3 项目拟建场所本底监测结果

检测点位编号	检测点位名称	检测结果(nGy/h)
1	候诊大厅（拟建）	54.0±4.5
2	过道中心（拟建）	52.6±4.5
3	敷贴治疗室（拟建）	56.8±4.5
4	甲亢服药室（拟建）	57.5±4.9
5	分装质控室（拟建）	55.9±3.9
6	储源室（拟建）	53.9±4.4
7	二期预留 SPECT 机房（拟建）	54.0±4.9
8	衰变池上方（拟建）	58.5±4.0
9	核医学科大楼（拟建）北侧道路	61.5±3.8
10	核医学科大楼（拟建）西侧道路	60.2±2.2
11	核医学科大楼（拟建）南侧道路	59.4±2.3
12	第一住院楼外	55.8±4.8
13	院外南侧人行道路	52.7±3.4

根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年7月）P493，湖南省湘西自治州原野、道路、室内 γ 辐射剂量率见下表：

表 8-4 湖南省湘西自治州原野、道路、建筑物室内 γ 辐射剂量率

序号	测点位置	γ 辐射剂量率范围（nGy/h）
1	原野	21.0~144.7
2	道路	58.8~123.0
3	室内	37.1~162.2

项目拟建址现状为空地，环境 γ 辐射剂量率在 52.6~58.5nGy/h 之间，道路的环境 γ 辐射剂量率在 52.7~61.5nGy/h 之间，与湖南省湘西自治州原野、道路 γ 辐射剂量率相比，项目所在地辐射环境质量现状在正常浮动范围内，未见有较大的异常。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 项目工程概况

本项目拟在院区东南侧新建一栋核医学科大楼，核医学大楼为 2 层建筑，一层为核医学科工作场所，拟使用核素 I-131 开展甲亢治疗和甲状腺功能测定，使用核素 P-32 开展核素敷贴治疗，场所为一处乙级非密封放射性物质工作场所，二层为医生办公区、休息区，在拟建核医学科大楼东侧新建 1 套三级槽式衰变池系统，用于收集核医学科放射性废水。

9.1.2 施工期工程分析及污染源项

本项目用房为新建，施工期主要为墙体新建、装修（如装饰吊顶等），监控、门禁及相关设施设备的安装等工作。施工期污染因子主要包括：（1）扬尘：墙体建设及装修时产生的扬尘和装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘；（2）噪声：主要来自项目建设时产生的噪声、装修时施工机械等产生的噪声；（3）废水：施工人员产生的少量生活污水；（4）固废：主要为墙体新建和装修过程中产生的建筑垃圾、装修垃圾，以及施工人员产生的生活垃圾。本项目设计单位为中机国际工程设计研究院有限公司，施工拟委托有资质的单位负责。

9.1.3 运行期工程分析及污染源项

9.1.3.1 工作流程及污染源项分析

本项目核医学科每周拟安排进行 1 批次 I-131 患者/受检者给药，先进行甲亢患者给药，再进行甲测受检者给药（与甲亢患者为不同批患者），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，甲测服药安排在服药日下午，患者从时间上不交叉。I-131 药物根据患者预约情况按需采购，当日用完。P-32 每月送药 1 次，医院提前做好诊疗计划，拟将 P-32 送药当天及第二天定为诊疗日，确保 P-32 敷贴治疗安排在与 I-131 诊疗不同工作日开展。同一时间段内，敷贴室最多同时进行 1 位患者的敷贴操作。

（一）I-131 治疗/甲测的工作原理及工作流程

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%。

2、工作原理

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。甲状腺功能测定：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，本项目单人次最大用量仅 3.70E+05Bq (10 μ Ci)，低于 GB18871 规定的豁免水平 (1.0E+06Bq)。

3、工作流程

(1) 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，告知患者可能受到的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订药，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，放于用铅屏蔽容器送至核医学科储源室内，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，工作人员从储源室内取出装有 I-131 药物的铅屏蔽容器转移至分装柜内，前往分装柜操作位，按治疗方案手动分装所需 I-131 药物（总计时长不超过 2min），并置于垫有吸水纸的托盘内，放入分装柜内部传递窗中，通

过语音指示甲亢患者取药服用。

④甲亢患者根据现场叫号经过缓冲走廊进入服药室，按照指示取药服用。

⑤甲亢患者服药后无异常，即可进入留观室短暂留观（每名患者留观时长不超过 10min，留观室最多 1 人同时留观），无异常后由留观室北侧专用通道离开。

（2）甲状腺功能测定工作流程

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，告知受检者可能受到的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、甲所需 I-131 药物日最大所需量装在一支试剂瓶内，放于用铅屏蔽容器送至核医学科储源室内，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（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）。稀释的药物拟置于服药杯内，并置于垫有吸水纸的托盘内，放入分装柜内部传递窗中，通过语音指示甲状腺功能测定受检者取药服用。

④受检者根据现场叫号依次通过缓冲走廊进入服药室，按照指示取药服用。

⑤受检者服药后无异常，即可由留观室北侧专用通道离开，无需留观。

⑥甲测受检者需分别于 2 小时、24 小时后回甲测室测摄碘率，每次检查 30s。

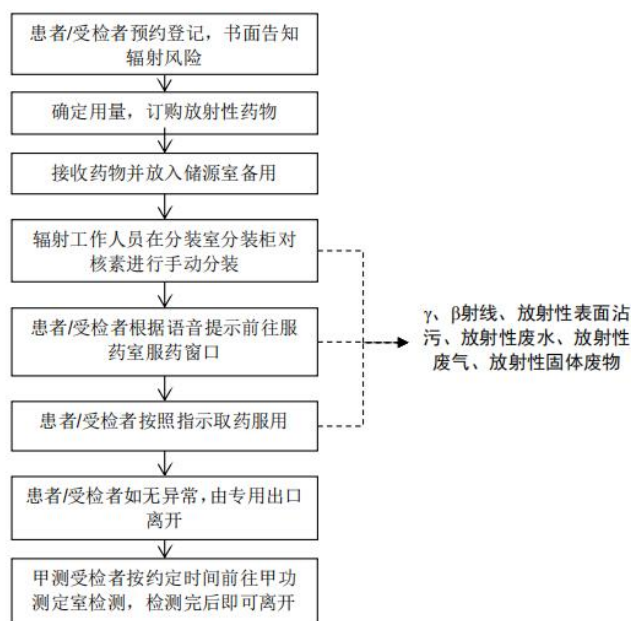


图 9-1 甲亢治疗、甲测工作流程及产污示意图

4、工作负荷

根据医院提供的资料，本项目甲亢治疗每天最多治疗 10 个患者，年工作时间 50 天（1 批次/周），年最大治疗人数为 500 人/年，每名患者 I-131 服药量最大为 10mCi（ $3.70 \times 10^8 \text{Bq}$ ）。

本项目甲测每天最多检查 10 名受检者，年工作 50 天（1 批次/周），年最大检查人数为 500 人/年，每名受检者 I-131 服药量最大为 10 μ Ci（ $3.70 \times 10^5 \text{Bq}$ ）。

5、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，产生内照射影响，通过工作场所及分装柜专用排风系统引至楼顶排放，排放口前端及分装柜顶壁拟安装活性炭过滤装置，废气经活性炭过滤装置吸附过滤后对环境影响较小。

（二）P-32 敷贴治疗

1、核素特性

P-32 半衰期 14.28 天，衰变方式为纯 β -衰变（ $\beta\%=100$ ），衰变释放出的 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。

2、工作原理

P-32 敷贴治疗主要是利用核素产生 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。

3、工作流程

（1）P-32 敷贴器制备流程

P-32 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），每次制备不超过 30min，具体流程如下：

1) 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（敷贴器最大活度不超过 1mCi）及敷贴的时间；

2) 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；

3) 从原装瓶中准确吸取计算好的 P-32 溶液体积，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性的液体；

4) 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。对面部位的病变，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（平均约 0.5h）。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。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，先收回敷贴器再发给治疗卡。患者进行表面污染检测，满足标准要求后方可离开敷贴室。

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置。

敷贴治疗流程及产污详见图 9-2。

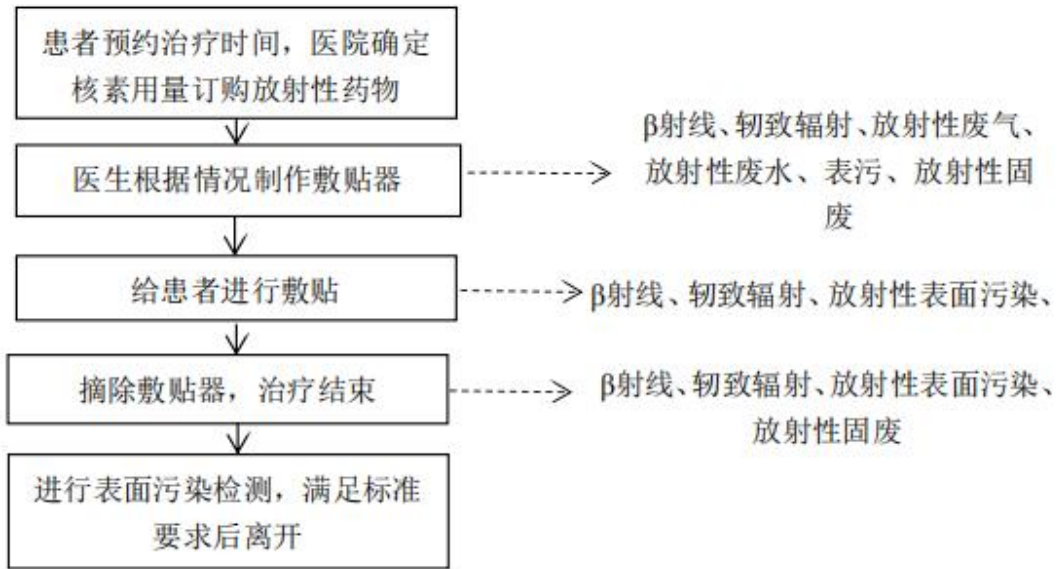


图 9-2 敷贴治疗流程及产污示意图

4、工作负荷

根据医院提供的资料，本项目 P-32 敷贴器拟购买 P-32 溶液，医院根据需求自主制作 P-32 敷贴片，P-32 敷贴治疗每天最多治疗 5 名患者，2d/月，每年工作 24 天，单名患者最大用药量为 1mCi (3.70E+07Bq)。P-32 药物单次购药量不超过 10mCi (3.7E+08Bq)，每月最多购药 1 批次。

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。

9.3 人流、物流组织

本项目核医学科人流、物流组织见图 9-3，具体如下：

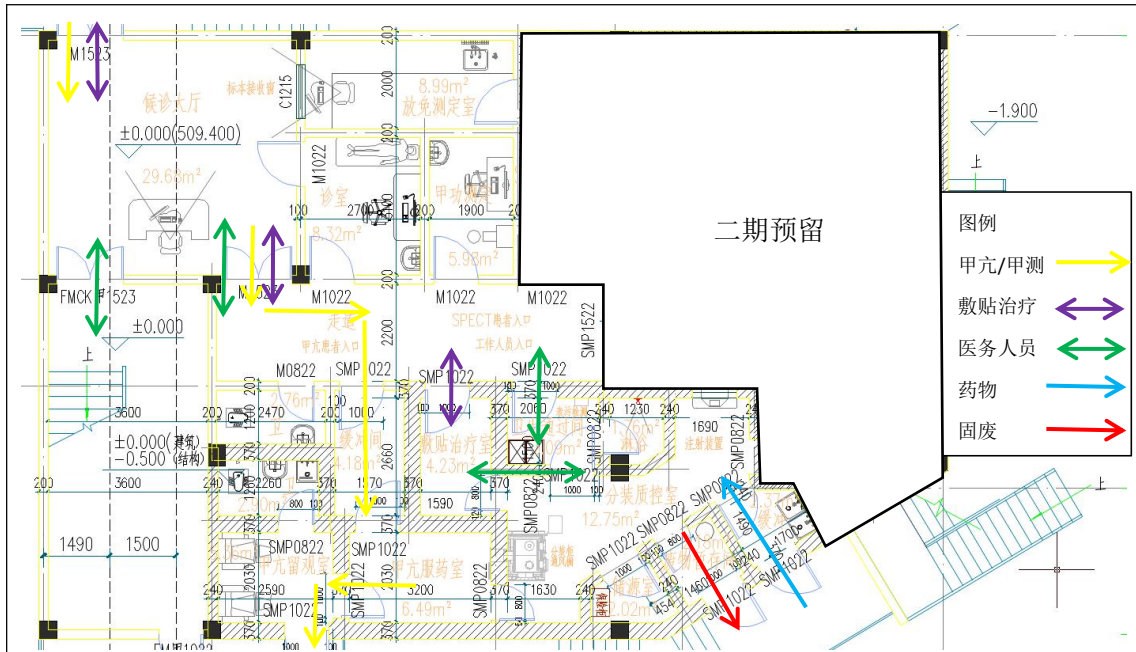


图 9-3 人员、物流路径图

1、辐射工作人员路线

辐射工作人员从场所西侧进入核医学科区域，经卫生通过间进入分装质控室。工作人员开展 I-131 治疗时，在分装质控室分装柜内进行核素分装、转移、给药等操作。开展 P-32 敷贴治疗时，在分装质控室分装柜内制备好 P-32 敷贴器，敷贴辐射工作人员通过分装质控室西侧门进入敷贴治疗室，为患者进行敷贴治疗。工作结束后在卫生通过间经检测去污满足要求后原路离开。

2、患者/受检者路线

根据预约时间从北侧进入核医学科然后在导诊区域进行预约登记，并等待叫号。I-131 甲亢治疗患者和甲测受检者向南经缓冲间进入甲亢服药室，在服药窗进行服药，甲亢治疗患者服药后在留观室短暂留观后方可由南侧出口离开，甲测受检者服药后直接从南侧出口直接离开，并按照约定时间至甲测室进行甲状腺吸碘率测定；敷贴患者进入敷贴室进行敷贴治疗，治疗结束需表面污染监测达标并由工作人员回收敷贴器后，才能离开敷贴室。

给药后患者/受检者路线相对独立，并在核医学科地面设置清晰的导向箭头，引导患者按指定路径通行，各区域设置视频监控能够清晰观察患者情况，敷贴室设置门禁严格控制人员出入，且本项目拟开展错时诊疗，因此本项目核医学科通过空间、时间管理能够使给药后患者交叉接触及集聚的风险较小。

3、放射性药物路线

核医学科使用的核素均通过外购，医院根据患者情况提前向厂家预约。放射性药物由生产厂家在接诊患者前进行送货，从东南侧出入口经缓冲走廊进入分装质控室，医护人员与送药厂家核对放射性药物清单无误后，再经分装质控室南侧门进入储源室，将药物放置在储源室内暂存，使用时取出。I-131 在分装柜内进行手动分装，通过分装柜背后的传递窗传递至服药室；P-32 溶液在分装柜内制备成 P-32 敷贴器后为患者进行敷贴治疗。

4、放射性废物路线

核医学科场所内分装室、服药室、留观室等房间均配备有铅屏蔽废物桶，当天所有工作结束后，及时转移至场所内的固废室内，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 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。解控后从废物暂存间南侧门运出。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。

9.4 核医学核素的管理

医院拟根据患者治疗计划采购放射性药物，供应单位应在约定的时间负责将放射性药物运送至核医学工作场所指定接收区域，由核医学工作场所派专人验收放射性药物，医院验收时拟检查产品外包装是否损坏，并进行开包检查，应检查货运单据与产品是否一致，并使用便携式辐射剂量率仪器测量铅罐表面剂量率，铅罐表面设定的剂量率在双方约定的范围内，则验收合格，经确认无误完成相关交接手续后转入指定位置贮存，工作人员应根据医院放射性核素的管理制度，做好核素的使用的登记工作。给药前，工作人员应仔细核对患者及药物信息，确认无误后，方可进行给药。医院拟制定放射性核素的管理制度，做好核素的领取、使用登记工作，实行双人双锁，并且在各出入口设置监控系统和门禁系统，严禁无关人员进入储源、分装等场所，确保放射性药物的安全，严禁辐射操作人员违规操作放射性核素。

污染源项描述

（一）运行期间正常工况下污染源分析

（1）正常工况

1、污染因子

本项目正常运行期间的主要污染源项为核医学工作场所开展放射性核素治

疗、诊断过程核素产生的 γ 射线、韧致辐射、 β 射线。本项目使用的放射性同位素主要参数见表 9-1。

表 9-1 本项目所用核素物理性质参数

核医学科	核素	半衰期 $T_{1/2}$	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	0.201	0.602	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%。

（1） β 射线： 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不会直接接触放射性核素，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。

（2） 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。

（3）放射性表面污染：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。

2、放射性“三废”

（1）放射性固体废物

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。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 500 次甲亢治疗，500 次甲测，120 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 $50g \times (500+500+120) = 56kg$ 。建设单位拟定期检查本项目核医学科通风系统中，更换通风系统活性炭，更换下来的废活性炭作

为放射性固体废物及时进行处理，更换的活性炭的重量拟依据实际情况确定。

(2) 放射性废水

本项目主要为核素门诊治疗，I-131 甲亢患者在留观室内短暂留观，留观室内设卫生间。因此场所内产生的放射性废水主要为 I-131 甲亢患者产生的废水、工作场所清洁废水和核素操作人员日常清洗废水等。核医学科 I-131 甲测患者服药后、P-32 患者敷贴后即可出院，不考虑其排泄废水。本次评价放射性废水产生量计算依据为：根据《建筑给水排水设计标准》（GB50015-2019），门诊病人平均用水量为 6~12L/d、医务人员平均用水量为 60~80L/人·班，废水产生量按用水量 90%计，门诊病人平均产生废水量为 5.4~10.8L/d、医务人员平均产生废水量为 54~72L/人·班，本项目废水产生量按照最大产生系数计算，患者废水产生量取 10.8L/d·人、医务人员废水产生量取 72.0L/人·班（含场所清洁废水）。

综上，本项目核医学科放射性废水主要来自 I-131 甲亢患者产生的废水、核素操作人员清洗废水及场地清洁废水，每周最大废水量为 0.324m³，全年放射性废水量为 10.728m³，如表 9-2 所示。废水经场所内专用放射性废水管道送至室外地理三级槽式衰变池贮存，衰变至少 180 天后经院内污水管网排至市政污水管网。

表 9-2 放射性废水产生情况表

场所	用水类别	产生量	人数	排入废水	均排入废水
核医学科	服药病人排泄	10.8L/人	10 人	108L/周	324L/周 (180L/周)
	医护人员及场所清洁	72L/人	1 人	216L/周(72L/周)	

注：1、甲亢患者按照每天接诊 10 人，每周接诊 1 次；
2、医护人员每周最多接诊 3 天，最少接诊 1 天，非密封放射性物质操作医务人员按 1 人次/d 计算，全年有 12 周接诊 3 天，38 周接诊 1 天；
3、核医学科所有的医护人员用水归入 I-131 衰变池中，医护人员冲淋时沾染的 P-32 药物随废水进入衰变池。

(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、以及甲亢治疗患者呼出的含 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。

(二) 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附加照射；

(3)在药物分装施药过程中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)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。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

10.1 辐射工作场所选址及平面布局

本项目拟新建一栋 2 层核医学科大楼，核医学工作场所位于核医学大楼一层，核医学科大楼北侧为锅炉房，西侧为高压氧舱，南侧为院墙，东侧为绿化带，楼下为夯实土层。核医学科场所包括留观室、缓冲走廊、储源室、卫生间、服药室、分装质控室、敷贴治疗室、废物暂存间、甲测室、卫生通过间及配套宣教室、医生办公室等区域。同时，衰变池拟设置在核医学大楼东侧绿化带下，安装 1 套三级槽式衰变池系统，用于收集核医学科放射性废水。

本项目核医学科从功能分区来看，工作人员办公区域、放射性操作场所划分明确，各区域均设有相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物通道，患者/受检者出口设置在所在建筑物南侧，出口外即为医院内部道路，远离门诊大厅、收费处等人群稠密区域，可避免公众和医护人员受到不必要照射。

综上，本项目工作场所不邻接产科、儿科、食堂等部门，设有单独出、入口，邻近区域无敏感区域及人群稠密区域，工作场所选址及布局规划合理，符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）和《核医学放射防护要求》

（GBZ120-2020）要求。

10.2 辐射工作场所分区管理

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，医院拟将辐射工作场所分为控制区和监督区，便于辐射防护管理和职业照射控制。本项目工作场所的分区见图 10-1 和表 10-1。

（1）控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。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，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操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，通常不需要采取专门防护手段或安全措施，但是需要经常对其职业照射状况进行监督和评价的区域。在监督区入口处的

合适位置张贴辐射危险警示标记；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。

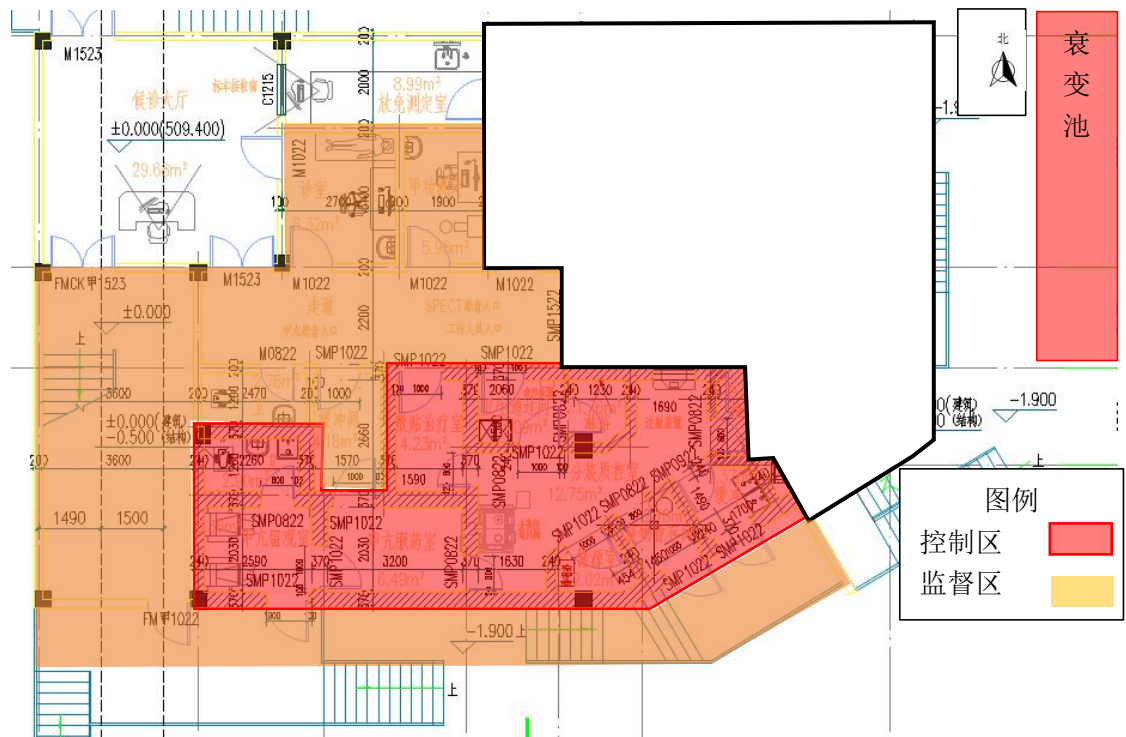


图 10-1 核医学科平面布置及分区图

表 10-1 本项目核医学科工作场所分区表

场所	控制区	监督区
核医学科	分装质控室、储源室、废物暂存间、缓冲走廊、卫生间、污洗区、淋浴室、敷贴治疗室、甲亢服药室、甲亢留观室、衰变池	走廊、诊室、甲功测定、缓冲间、卫生间、院内道路、楼上办公中心

管理要求：控制区需要最优化的辐射屏蔽和安全防护措施，入口设置明显的电离辐射警告标志，标志图形、颜色、字体等均按照 GB18871-2002 规定要求设置，预防潜在照射及事故照射的发生。本项目非密封放射性物质工作场所监督区、控制区划分明确、独立，设置合理，满足辐射防护管理和职业照射控制要求。

10.3 核医学科工作场所屏蔽设计

本项目核医学科工作场所辐射防护屏蔽设计参数表见表 10-2。

表 10-2 核医学科辐射防护设计一览表

房间	顶面	墙体	门
缓冲走廊	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡料	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡料	10mmPb
甲亢服药室	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡料	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡涂	10mmPb

	钡料	料	
分装质控室	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡料	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡涂料	10mmPb
储源室	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡料	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡涂料	10mmPb
废物暂存间	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡料	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡涂料	10mmPb
甲亢留观室	200mm 混凝土	370mm 实心砖（西侧为 240mm 实心砖）	10mmPb
卫生间	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡料	370mm 实心砖	10mmPb
卫生通过间	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡料	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡涂料	10mmPb
敷贴治疗室	200mm 混凝土	370mm 实心砖	3 mmPb
甲测室	200mm 混凝土	370mm 实心砖	/
其他屏蔽防护措施	（1）分装室 I-131 分装柜：30mmPb；P-32 分装柜：六面均为 10mm 有机玻璃+5mmPb 铅皮； （2）衰变池盖板：7mmPb；		
注：（1）本项目屏蔽体采用的实心砖密度不小于 1.65g/cm ³ ，混凝土密度不小于 2.35g/cm ³ ，铅密度不小于 11.3g/cm ³ （纯度 99%），硫酸钡水泥密度为 4.2g/cm ³ 。 （2）涉及相邻区域共用墙体两侧设计厚度不一致时，按屏蔽厚度较厚的一侧施工。			

10.4 辐射安全和防护设施

（1）**分区管理、警示标识和指示标识：**辐射工作场所拟实行分区管理。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。在衰变间入口设置警示标志。

（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医生专用卫生通过间，洗手水龙头拟为脚踏或光电感应龙头。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离开之际进入核医学科工作场所控制区，受到不必要的照射，本项目控制区患者入口、出口门均为单向门控制（入口双向刷卡，出口按钮），在卫生通过间入口、分装室等工作人员出入通道设置单向门禁（采用刷卡进门、出门按钮出门方式），拟根据工作人员岗位给予对应区域进出权限，以限制无关人员入内。敷贴室入口门设置双向门禁系统（两侧

刷卡)，门禁卡由护士保管，敷贴室的人员均由护士负责刷卡出入，患者无法自行开门离开。门禁系统拟设置自动闭门功能，以确保防护门打开时间不超过预定时间。

(3) **监控系统：**拟在核医学工作场所控制区内设置无死角 24 小时监控系统（分装室、留观室、服药室、敷贴室），监控视频录像存储时间不小于 90 天，并拟在医生办公室设置监控显示屏，方便工作人员观察患者状态及动向，保障非密封放射性物质的安全。

(4) **对讲系统：**拟在核医学工作场所控制区内设置对讲系统，如患者分装室与服药窗口之间拟设置双向对讲装置，敷贴治疗室和留观室内拟设置对讲装置或呼叫装置，以便医护人员与患者间保持良好沟通。

(5) **放射性药物的管理：**本项目核医学科各工作场所拟设置独立的放射性药物暂存功能用房（储源间），安装防盗门、监控系统等，放射性核素存取拟实行“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具有相应辐射屏蔽能力，并定期开展辐射监测；拟建立完善放射性核素保管、领用和登记制度，放射性核素放置合理有序、易于取放，并要求相应的存、取、使用记录详细、清晰。

(6) **敷贴治疗：**实施敷贴治疗前，应详细登记治疗日期、数量、活度、照射部位与面积等，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。实施敷贴治疗时不得将敷贴源带出治疗室外。患者结束敷贴治疗离开场所前均需要进行 β 表面污染监测，满足 GB18871-2002 的要求后方可离开。为防止患者将敷贴器带离场所，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。由工作

人员收回敷贴器放回贮源箱内保存或作为放射性固体废物处理。

(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（详见表 10-3），可基本满足本项目辐射工作需求。拟在核医学工作场所出入控制区域设置卫生通过间，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。洗手水龙头拟设置脚踏或光电感应龙头。

(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放废间专用衰变箱内，衰变后经检测合格按医疗废物处置。实行联单管理制度，跟踪固废的处理方式和最终去向，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拟设置相对独立的工作人员、患者/受检者、放射性药物和放射性废物路径。其中放射性药物在开展治疗前、患者/受检者到达前送至分装室，避免与患者/受检者交叉；放射性废物在每日下班后、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。

综上，本项目核医学工作场所拟采取的辐射安全与防护措施可满足《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)中相关要求。

10.5 核医学科安全操作及辐射防护管理要求

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

2) 核素的开封、转移等操作须在分装柜内进行，工作人员需按要求穿戴好个人防护用品并正确佩戴个人剂量计；

3) 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，操作液体放射性物质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) 工作场所应配备表面污染监测仪，放射性操作之后拟对工作台、设备、地面及个人防护用品等进行表面污染检查，如表面污染水平超过 GB18871-2002 中规定的控制水平，医院应封闭工作场所，控制人员走动，经去污、监测符合标准后方可重新开展业务，如辐射工作人员出现手、皮肤、内衣、工作袜等出现污染情况，应立即暂停放射性物质操作，并及时进行去污，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），工作人员在表污检测有污染后应进行淋浴；

5) 做好就诊患者的管理，特别是已服药和注射放射性药品的患者管理工作，避免患者聚集，严格划定好控制区和监督区，禁止无关人员随处走动。医院合理安排就诊时间，保证患者从时间上不交叉，严格按诊疗计划和流程开展工作。

6) 实施治疗前，工作人员需仔细核对人员身份信息及治疗处方信息，确认无误后方可实施治疗。

10.7 辐射防护用品及检测仪器

医院应严格规定相关辐射工作人员在辐射工作中做好个人的放射防护，并配备铅围脖、防护巾和防护服等防护用品、用具以达到辐射防护的目的，本项目医院拟配备的防护用品见下表。

表 10-3 本项目拟配备辐射防护用品及检测仪器一览表

序号	防护用品名称	数量	铅当量 (mmPb)	备注
1	铅橡胶衣	3件	0.5mmPb	/
2	铅橡胶围裙	3件	0.5mmPb	/
3	铅橡胶颈套	3件	0.5mmPb	/
4	铅橡胶帽子	3顶	0.25mmPb	/
5	有机玻璃眼镜或面罩	2件	/	/
6	橡皮泥或橡胶板(≥3mm)	若干	/	
7	远距离操作工具	若干	/	/
8	放射线废物收集桶	5个	5mmPb	/
9	放射性污染防护服	按需配备	/	/
10	便携式X/γ剂量率监测仪	1台	/	/
11	便携式表面污染监测仪	1台	/	/
12	个人剂量报警仪	3台	/	/
13	X/γ个人剂量计	1个/人	/	/
14	I-131分装柜	1套	六面均为30mmPb	/
15	P-32分装柜	1套	六面均为10mm有机玻璃+5mmPb铅皮	/
16	活度计	1台	/	/
17	放射性废物衰变桶/箱	1套	30mmPb+内衬5mm有机玻璃	/
18	储源保险柜	1个	/	/
19	辐射警示标识	若干	/	/

10.8 环保投资

本项目环保投资 155.8 万元，占总投资 388 万元的 40.15%，具体见下表：

表 10-4 环保投资一览表

序号	项目	费用（万元）
1	防护用品、设施	100
2	个人剂量报警仪	10
3	表面污染仪	8
4	辐射工作人员防护铅橡胶衣、铅橡胶围裙、铅帽、铅橡胶围脖、铅眼镜、放射性污染防护服、注射器防护套等	1
5	辐射警示标识	4
6	放射性废物收集桶	2
7	储源保险柜/箱	0.6
8	放射性固体废物衰变箱/桶	0.2
9	远距离操作工具	15
10	有机玻璃眼镜/面罩	5
11	分装柜	10
合计		155.8

三废的治理

(一) 放射性废水

核医学科 1F 各功能用房的放射性废水通过重力自流经管网收集后，接入衰变处理系统的沉淀池内。产生放射性废水的房间主要为淋浴室、甲亢留观室卫生间，排水点主要为便池、洗手盆、地漏处，二期预留区废水后期单独设置一套废水处理系统，本期不考虑，核医学科给排水设计见图 10-2。

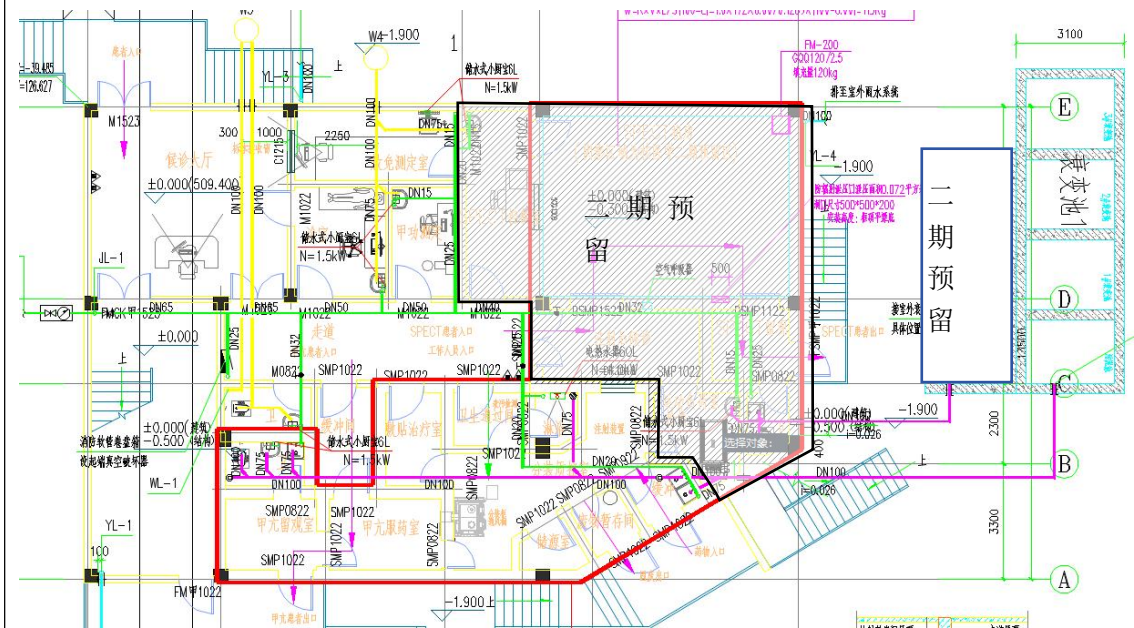


图 10-2 核医学科给排水平面图

核医学科大楼东侧地下拟设置 1 套槽式放射性废水衰变处理系统，衰变池整体长 9.3m，宽 3.1m，深度 3.1m，包括 1 个污泥池(6.0m³/个)和 3 个衰变池(9m³/池，单个衰变池 2m(长)×2.5m(宽)×1.8m(有效水深高度)，三级衰变池总有效容积 27m³。衰变池工作采取并联槽式排放，污水经污泥池后进入衰变池，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，开启第三个池子，3 级衰变池依次进行上述操作，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。本项目场所放射性废水排水示意图见图 10-2，衰变池设计图见图 10-3、图 10-4。

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，检修/取样口位于衰变池体顶部；电动阀门、液位传感器与现场控制器连接，能实时反馈存储槽的废水量。每个衰变池及污泥池均配备 2 台铰刀切割式水泵（一用一备），带切割装置，周期交替使用，防止污物淤积。衰变池池体内部，拟做防水、防腐处理，耐腐蚀、无渗透性、内壁光滑且具有可靠的防泄漏措施，衰变池顶部盖板设计为 7mmPb，排水管道从核医学科大楼西南侧出与衰变池污泥池连通，裸露的部分用 5mmPb 做包裹处理，排水管设计坡度大于 0.01，确保无废水残留在管道内部，同时避免水流过快导致管道冲刷，管道均拟采用耐腐蚀、抗老化、耐久性能好的管材，并做防腐处理。

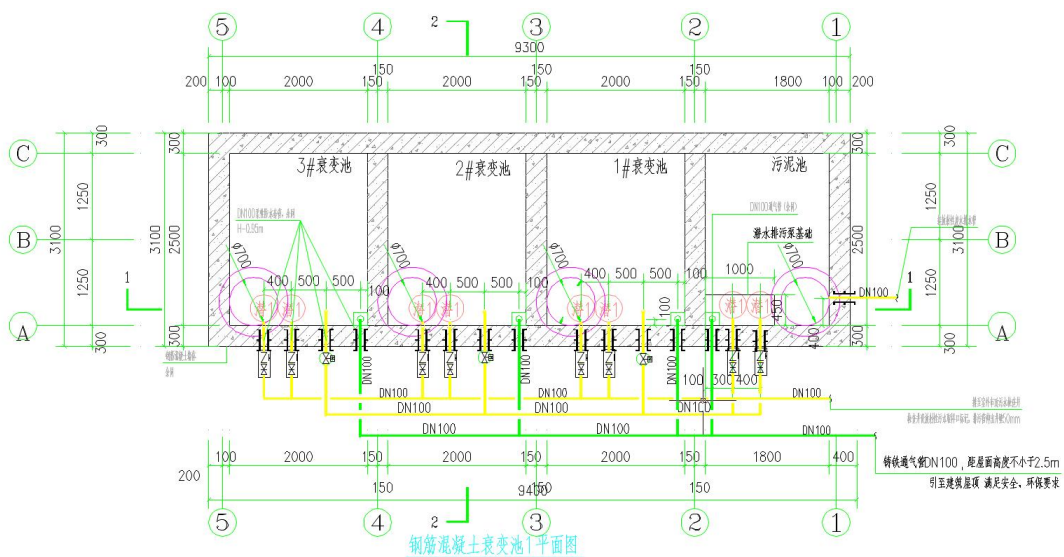


图 10-3 衰变池平面图

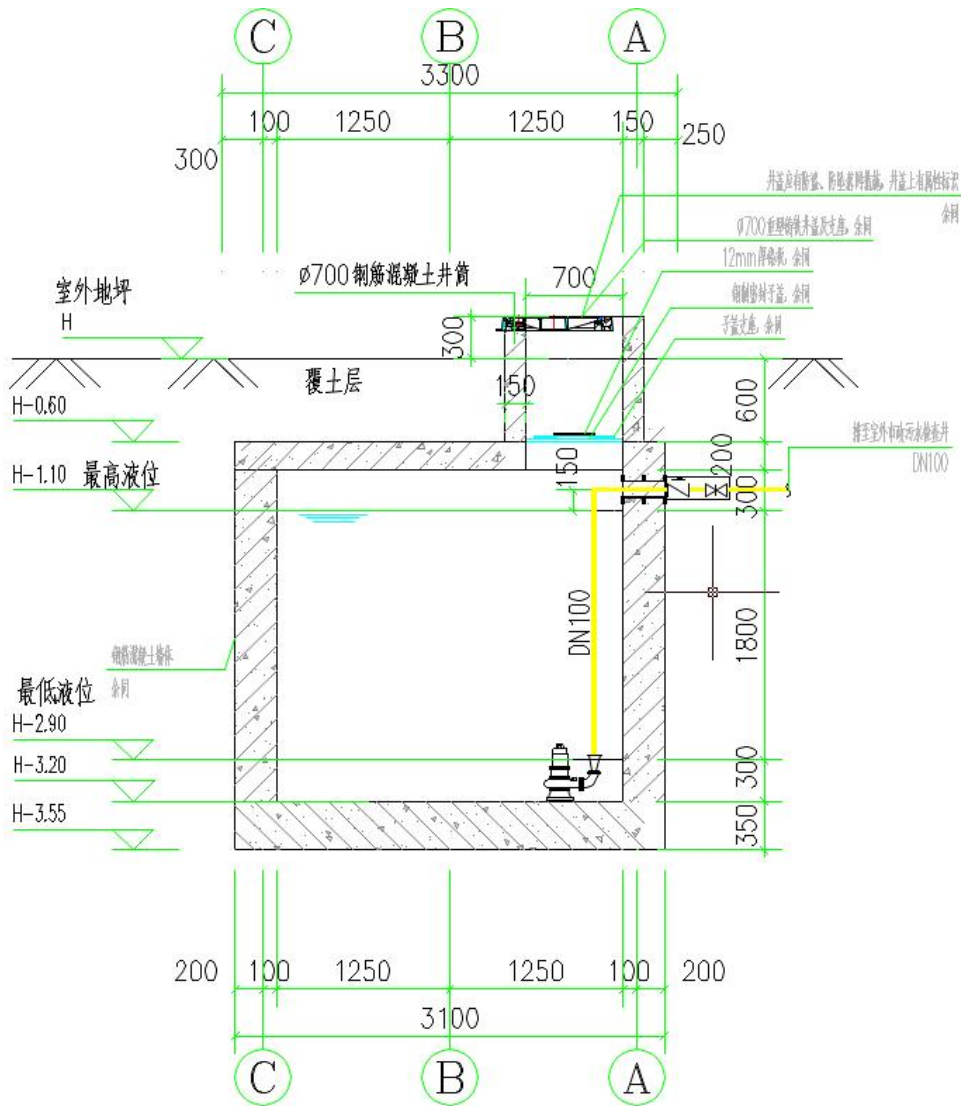


图 10-4 衰变池剖面图

放射性废水由衰变池停留达到排放标准后，进入医院污水管网，最终进入市政污水管网。衰变池总排污口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、I-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。衰变池设置便利取样口，以便在废水排放前取样监测。

(二) 放射性固体废物

本项目核医学科产生的放射性固体废物主要有污染物的手套、棉签、纱布、滤纸、破碎杯皿、擦拭污染物地面的物品以及其他可能受放射性污染的物品等。在分装室、敷贴室、留观室等场所设置专用脚踏式废物桶，容器内放置塑料袋；对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，先装入硬纸盒或其他包装

材料中，然后再装入塑料袋内。每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，重量不超过 20kg。根据房间功能，按非密封放射性物质种类分别收集放射性废物，放射性废物包装表面注明所含非密封放射性物质的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记记录。本项目核医学科产生的放射性废物暂存于废物暂存间的衰变箱内。

核医学科产生的废气在排放前经活性炭过滤器过滤后排放，医院将根据供货厂家建议和实际情况确定活性炭更换周期，建议医院在运行前期每季度对活性炭过滤装置处理前后废气放射性活度浓度进行一次取样检测，以进一步了解和验证活性炭的处理效率及更换频率，防止过滤装置失效，造成放射性污染事故。更换的活性炭应作为放射性固体废物暂存于废物暂存间内。

项目运行过程中，应从源头上减少放射性固体废物的产生量，保证 I-131 放射性固废暂存超过 180 天，P-32 放射性固废暂存超过 143 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， β 表面污染小于 0.8Bq/cm² 对废物清洁解控作为医疗废物处理。综上所述，本项目产生的放射性固体废物收集和贮存措施基本满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关要求。

（三）放射性废气

本项目核医学科放射工作场所会有少量放射性气体产生，本项目核医学工作场所通风系统独立设置，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，含放射性核素场所保持负压以防止放射性气体交叉污染。

操作放射性药物所用的分装柜有专用的排风装置，风速不小于 0.5m/s。排气口均高于本建筑物屋顶并安装专用活性炭过滤装置。

通风设计：本项目核医学科拟设置 2 套独立排风系统和 1 套新风系统，具体如下：

①分装柜、储源室排风：分装柜、储源室设置 1 套独立排风系统。分装柜为自带屏蔽防护通风柜，分装柜安装有轴流风机（风速不小于 0.5m/s），顶端为排气口，能保持柜内负压。在分装柜的顶端设置高效活性炭过滤废气，为防止污风倒流，管道内部设置止回阀。排风管裸露横穿核医学科的区域用 3mmPb 做包裹处理，废气经核医学科东南侧管道爬升至本建筑屋顶高于屋面处通过 PF-WD-2 排风口排放，排放口前端设置活性炭过滤装置。

②控制区排风：分装质控室、废物暂存间、甲亢留观室、甲亢服药室、敷贴治疗室等区域设置 1 套独立排风系统，气流走向遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，含放射性核素场所区域均保持负压，避免气流串通，排风管裸露横穿核医学科的区域用 3mmPb 做包裹处理。为防止污风倒流，管道内部设置止回阀。废气经核医学科东南侧管道爬升至本建筑屋顶高于屋面处通过 PF-WD-3 排风口排放，排风口前端设置活性炭过滤装置。

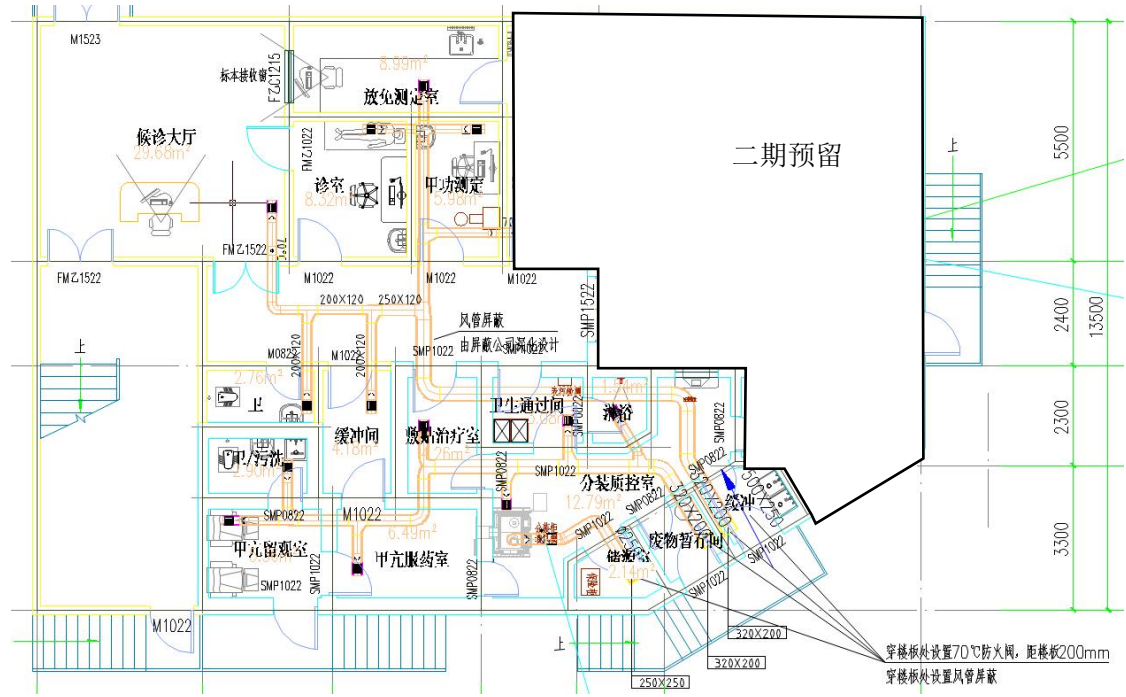


图 10-5 核医学科大楼一层通风设计图

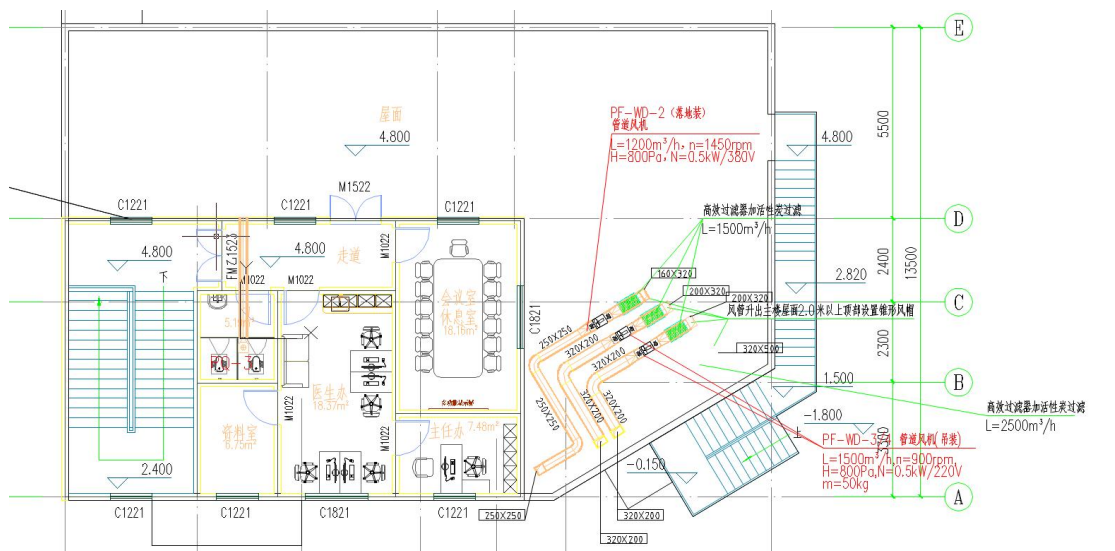


图 10-6 核医学科大楼二层通风设计图

表 11 环境影响分析

施工期环境影响分析

根据前文工程分析介绍,本项目施工期主要是对核医学科拟建场址各功能用房及辅助设施进行建设与装修。施工期主要的污染因子有:噪声、扬尘、废水、固体废物。

(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后,可降低噪声对周围环境的影响。

(2) 施工扬尘

主要为项目建设、装修过程中机械敲打、钻洞墙体等产生的粉尘以及装修材料中释放的有机废气。为减少施工期间扬尘对外界环境的影响,在施工过程中,施工单位应加强施工现场管理,进行适当的加湿处理。在装修施工中,通过选用合格的、通过国家质量检验的低污染建材,可有效减少有机废气的产生,所产生的少量有机废气经大气扩散后,对当地大气环境质量无明显影响。

(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。

运行期环境影响分析

本项目主要辐射影响为非密封放射性物质 I-131、P-32 使用过程中产生的 β 、 γ 射线以及韧致辐射。本项目甲状腺功能测定患者在甲测室内进行甲状腺功能测定,由于单人次最大服药量不超过 10 μ Ci, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基

本标准》(GB18871-2002)表 A1 中 I-131 豁免活度 $1\text{E}+6\text{Bq}$ ，测定过程中，韧致辐射所致房间外部剂量率很低，可忽略不计。因此，本项目主要考虑甲亢治疗过程的 β 、 γ 射线，敷贴治疗过程的 β 射线及韧致辐射对环境的辐射影响。

(一) 评价原则

(1) 基本原则：对于符合正当化的放射工作实践，以防护最优化为原则，使各类人员的受照当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到可以合理做到的尽可能低的辐射水平。这一考虑包括正常运行、维修、退役以及应急状态，也包括了具有一定概率地导致重大照射的潜在照射情况。

(2) 剂量约束值：辐射工作人员 5mSv/a ，公众 0.1mSv/a ；

(3) 关注点选取原则：

①取工作场所各屏蔽体（墙体、顶板、地板、门等）及辐射屏蔽容器（储源柜等）外表面 30cm 等人员可达位置，分装柜/通风柜等柜体外表面 5cm 和 30cm 处，以及其他人员可能受照剂量大的位置。

②屏蔽体外关注点距离取值按源到屏蔽体外表面 $+0.3\text{m}$ ，一层层高 4.8m ，源距地面高度为 1m 。

(3) 辐射源原点位置说明：

①分装柜：源距分装外表面距离取 0.25m ，则分装柜外表面 5cm 和 30cm 处距离取值分别为 0.3m 和 0.55m ；

②分装质控室：I-131 在分装柜内操作直接通过传递窗递给患者服用，不存在分装室内转移的情况；分装室各屏蔽体仅考虑操作 P-32 转移的情况，按源位于房间中心点考虑；

③甲亢服药室：按源位于患者服药位置考虑；

④甲亢留观室：保守按服药后患者座椅设置位置考虑；

⑤敷贴治疗室：按敷贴患者位于房间中心点考虑。

(二) 辐射防护评价

本项目主要污染因子为非密封放射性物质 I-131、P-32 使用过程中产生的 β 、 γ 射线以及产生的放射性表面污染。

1、 β 射线的辐射防护评价

(1) β 射线辐射环境影响分析

β射线的穿透性能较差，根据《辐射防护手册 第三分册》（原子能出版社），β射线在不同材料中的射程可按公式 11-1 进行估算，主要参数及结果见表 11-1。

$$d = \frac{1}{2\rho} \cdot E_{\beta\max} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

d——防护厚度，cm；

ρ——材料的密度，g/cm³，空气、有机玻璃的密度取自《辐射防护手册 第三分册》（原子能出版社）P23 表 2.8，实心砖、混凝土、硫酸钡水泥、铅的密度取自建设单位提供的屏蔽设计证明材料；

E_{βmax}——β射线的最大能量，MeV。

表 11-1 P-32、I-131 非密封放射性物质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)	非密封放射性物质 P-32	非密封放射性物质 I-131
		E _{βmax} (MeV) 1.71	E _{βmax} (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	4.2	0.204	0.072
铅	11.3	0.076	0.027

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

根据上表可知，本项目使用的非密封放射性物质 I-131、P-32 衰变过程释放的β射线射程较短，易被放射性药液/放射源本身、盛放放射性核素的玻璃器皿/外部金属包壳屏蔽吸收，且放射性核素仅在控制区特定区域使用，不可随意带出控制区，且项目辐射工作人员在屏蔽防护设备内操作放射性核素，整个过程中拟穿戴铅防护服等个人防护用品，并使用远距离操作工具，严格控制接触时间，因此β射线对职业人员辐射影响是很小的。

(2) β射线所致韧致辐射影响分析

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 $0.602\text{MeV}/3 \approx 0.201\text{MeV}$ ，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。

①无屏蔽时，韧致辐射在空气中的吸收剂量率计算公式

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：

$$\dot{D} = 4.58 \times 10^{-14} A Z_e \left(\frac{E_b}{r} \right)^2 \cdot \left(\frac{u_{en}}{\rho} \right)$$

式中： \dot{D} ——距离韧致辐射源 r 米处的空气吸收剂量率，Gy/h；

A ——放射源活度，Bq；

Z_e ——吸收 β 粒子的屏蔽材料（或靶核）的有效原子序数，由《辐射防护导论》P129 表 4.4 查得；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 —— β 粒子的平均能量，MeV；根据《辐射防护导论》P122 表 4.1，P-32 的 β 粒子的平均能量为 0.695MeV ；

r ——参考点与屏蔽层的距离，m；

u_{en}/ρ ——平均能量为 E_b 的韧致辐射在空气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 $2.919 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{kg}$ 。

表 11-2 无屏蔽时韧致辐射所致的辐射剂量率

核素	单次最大操作活度 Bq	β 射线平均能量 (MeV)	Z_e	u_{en}/ρ	1m 处辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
P-32	3.70E+08 (单次送药量)	0.695	5.85	2.919E-03	1.40E-07
	3.70E+07 (单人次用量)				1.40E-08

②有屏蔽时，随距离变化的空气吸收剂量率计算公式：

$$\dot{D} = 4.58 \times 10^{-14} A Z_e \left(\frac{E_b}{r} \right)^2 \cdot \left(\frac{u_{en}}{\rho} \right) \cdot \eta$$

式中： \dot{D} ——距离铀致辐射源 r 米处的空气吸收剂量率，Gy/h；

A ——放射源活度，Bq；

Z_e ——吸收 β 粒子的屏蔽材料（或靶核）的有效原子序数，由《辐射防护导论》P129 表 4.4 查得；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 —— β 粒子的平均能量，MeV；根据《辐射防护导论》P122 表 4.1，P-32 的 β 粒子的平均能量为 0.695MeV；

r ——参考点与屏蔽层的距离，m；

u_{en}/ρ ——平均能量为 E_b 的铀致辐射在空气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 的铀致辐射在空气中的质量能量吸收系数为 $2.919 \times 10^{-3} m^2/kg$ ；

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 $\eta=10^{-d/TVL}$ （其中 d ：屏蔽层厚度，cm；TVL：屏蔽材料对射线 1/10 值层（什值层）厚度，cm；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）

表 11-3 TVL 取值表

核素	铅 cm	混凝土 cm	实心砖 cm	硫酸钡 cm
	(11.3g/cm ³)	(2.35g/cm ³)	(1.65g/cm ³)	(4.2g/cm ³)
P-32	1.61	13.11	18.67	7.34

注（1）：根据《放射卫生学》P141，硫酸钡、实心砖属于低原子序数（<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。

屏蔽后铀致辐射所致各关注点 γ 空气吸收剂量率如表 11-4 所示。

表 11-4 β 射线所致铀致辐射计算参数及结果

序号	关注点位置	放射源活度 (Bq)	有效原子序数 Z_e	β 粒子的平均能量 E_b (MeV)	距离 r (m)	质量能量吸收系数 u_{en}/ρ	屏蔽材料及厚度	透射比 η	辐射剂量率 ($\mu Sv/h$)
1	铅罐外 5cm 处	3.70E+08	5.85	0.695	0.2	2.92E-03	30mmPb	0.0137	4.78808E-08
2	铅罐外 30cm 处	3.70E+08	5.85	0.695	0.45	2.92E-03	30mmPb	0.0137	9.45794E-09
3	P-32 分装柜外 5cm 处	3.70E+08	5.85	0.695	0.3	2.92E-03	5mmPb	0.4891	7.59931E-07

4	P-32 分装柜外 30cm 处	3.70E+08	5.85	0.695	0.55	2.92E-03	5mmPb 铅	0.4891	2.26095E-07
5	分装室东墙外 30cm 处 (二期预留区)	3.70E+07	6.66	0.695	1.62	2.92E-03	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡水泥	0.0056	3.3775E-11
6	分装室西墙外 30cm 处 (甲亢服药室)	3.70E+07	6.66	0.695	3.8	2.92E-03	370mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	0.0030	3.27777E-12
7	分装室南墙外 30cm 处 (储源室、废物暂存间)	3.70E+07	6.66	0.695	0.95	2.92E-03	370mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	0.0030	5.24443E-11
8	分装室北墙外 30cm 处 (卫生通过间、二期预留)	3.70E+07	6.66	0.695	0.95	2.92E-03	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡水泥	0.0056	9.82151E-11
9	分装室防护门外 30cm 处 (废物暂存间)	3.70E+07	6.66	0.695	1	2.92E-03	10mmPb	0.2393	3.80869E-09
10	分装室顶棚外 30cm 处 (办公中心)	3.70E+07	6.66	0.695	4.1	2.92E-03	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥	0.0159	1.50763E-11
11	敷贴室东墙外 30cm 处 (卫生通过间)	3.70E+07	6.66	0.695	1.1	2.92E-03	370mm 实心砖	0.0104	1.37189E-10
12	敷贴室西墙外 30cm 处 (缓冲间)	3.70E+07	6.66	0.695	1.1	2.92E-03	370mm 实心砖	0.0104	1.37189E-10
13	敷贴室南墙外 30cm 处 (甲亢服药室)	3.70E+07	6.66	0.695	1.7	2.92E-03	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡水泥	0.0056	3.0671E-11

14	敷贴室北 墙外 30cm 处（走廊）	3.70E+07	6.66	0.695	1.7	2.92E-03	370mm 实心 砖	0.0104	5.7439E-11
15	敷贴室防 护门外 30cm 处	3.70E+07	6.66	0.695	1.3	2.92E-03	3mmPb	0.6511	6.13298E-09
16	敷贴室顶 棚外 30cm 处	3.70E+07	6.66	0.695	4.1	2.92E-03	200mm 混 凝 土	0.0298	2.8234E-11
17	工作人员 转移敷贴 器	3.70E+07	6.66	0.695	0.5	2.92E-03	0.5mmPb 铅衣	0.9310	5.92786E-08
18	敷贴治疗 操作位	3.70E+07	6.66	0.695	0.5	2.92E-03	0.5mmPb 铅衣	0.9310	5.92786E-08
19	手部剂量 （敷贴器 制备、转 移）	3.70E+07	6.66	0.695	0.3	2.92E-03	/	1	1.76869E-07
20	手部剂量 （敷贴治 疗）	3.70E+07	6.66	0.695	0.3	2.92E-03	/	1	1.76869E-07

注：1）P-32 在铅罐、分装柜、分装室处考虑单次最大购药量，其余场所为单人最大用量。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。

2）核素 P-32 铅罐外表面 30cm 处韧致辐射剂量率最大为 4.72897E-09 μ Sv/h，经距离及墙体屏蔽后，所致储源室房间外部剂量率很低，可忽略不计。

3）敷贴治疗时辐射工作人员使用远距离操作工具。

4）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，储源室和废物暂存间吸收 β 粒子的屏蔽材料为有机玻璃，有效原子序数 Z_e 为 5.85。

由上表估算结果可知，P-32 产生的韧致辐射在分装柜外表面 5cm、30cm 处的最大周围剂量当量率分别为 7.59931E-07 μ Sv/h、2.26095E-07 μ Sv/h，分别小于 25 μ Sv/h、2.5 μ Sv/h 的控制水平，控制区外人员可达处小于 2.5 μ Sv/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 射线辐射影响分析

核医学科在使用 I-131 的过程中会产生 γ 射线的辐射影响（由于本项目使用的 P-32 为纯 β 核素，不考虑 γ 射线影响）。

（1）计算公式

本项目 γ 射线剂量率评价公式采用《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）

附录 I 中公式变形得来，具体如下：

$$H_p = A \times f \times R^{-2} \times 10^{-x/TVL}$$

式中：

H_p ——经屏蔽后，关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

A ——放射源的预期最大放射性活度， MBq ；

f ——剂量率常数， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{MBq}^{-1}$ ；

根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 H 表 H.1，I-131 周围剂量当量率常数（裸源）：0.0595，附录 L 表 L.1，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：0.0583；

R ——关注点距辐射源的距离， m ；

x ——屏蔽层厚度， mm ；

TVL —— γ 射线在相应屏蔽材料中的什值层厚度， mm 。详见表 11-3。

(2) 计算参数

①放射源的预期最大放射性活度（A）， MBq

根据本项目核医学工作场所核素使用情况，预期最大放射性活度（A， MBq ）取值如下：

表 11-5 放射源的预期最大放射性活度取值一览表

场所	核素	说明	A (MBq)
核医学科	铅罐	I-131 日最大操作量 $3.70\text{E}+09\text{Bq}$	3700
	分装柜	I-131 日最大操作量 $3.70\text{E}+09\text{Bq}$	3700
	服药室	I-131 最多 1 人，单个患者最大给药量 $3.70\text{E}+08\text{Bq}(10\text{mCi})$	370
	甲亢留观室	I-131 最多 1 人，单个患者最大给药量 $3.70\text{E}+08\text{Bq}(10\text{mCi})$	370

②剂量率常数（f）， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{MBq}^{-1}$

根据 GBZ120-2020 附录 H 和附录 L，剂量率常数取值见下表：

表 11-6 放射性核素剂量率常数一览表

核素名称	日最大操作量 (Bq)	剂量率常数($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{MBq}^{-1}$)	
		注射前（裸源）	注射后（患者体内）
I-131	$3.70\text{E}+09$	0.0595	0.0583

③TVL—— γ 射线在相应屏蔽材料中的什值层厚度， mm

根据 GBZ120-2020 附录 I，本项目屏蔽材料 TVL 见下表：

表 11-7 TVL 取值表

核素	TVL (mm)			
	铅 (11.3g/cm ³)	混凝土 (2.35g/cm ³)	砖 (1.65g/cm ³)	硫酸钡水泥 (4.2g/cm ³)
I-131	11	170	240	95

注：I-131 屏蔽材料（铅、砖、混凝土）的什值层厚度依据《核医学放射防护要求》GBZ120-2020 附录I 取值，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。

(3) 计算结果

本项目甲状腺功能测定患者在甲测室内进行甲状腺功能测定，由于单人次最大服药量不超过 10 μ Ci，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)表 A1 中 I-131 豁免活度 1E+6Bq，测定过程中，所致房间外部剂量率很低，可忽略不计。

核医学科周边 γ 辐射剂量率计算参数及结果如表 11-8 所示。

表 11-8 核医学科周边 γ 辐射剂量率计算参数及结果一览表

关注点	计算参数					计算结果	
	活度 A	剂量率常数 f	距离 R	设计屏蔽材料及厚度 x	TVL (mm)	Hp(μ Sv/h)	
	(MBq)	μ Sv·m ² /(h·MBq)	(m)	/			
铅罐	5cm	3700	0.0595	0.2	30mmPb	11	10.31
	外表面 30cm	3700	0.0595	0.45	30mmPb	11	2.04
分装柜	5cm	3700	0.0595	0.3	30mmPb	11	4.58
	外表面 30cm	3700	0.0595	0.55	30mmPb	11	1.36
甲亢服药室	顶部外 30cm (办公中心)	370	0.0583	4.1	200mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥	170/95	0.05
	东墙外 30cm (分装质控室)	370	0.0583	1.9	370mm 实心砖+40mm 硫酸钡水泥	240/95	0.07
	西墙外 30cm (甲亢)	370	0.0583	1.9	370mm 实心砖+20mm 硫酸钡水泥	240/95	0.11

	留观室)						
	南墙外 30cm (院内 道路)	370	0.0583	1.315	370mm 实心 砖+20mm 硫 酸钡水泥	240/95	0.22
	北墙外 30cm (敷贴 治疗 室)	370	0.0583	1.315	370mm 实心 砖+20mm 硫 酸钡水泥	240/95	0.22
	防护门 外 30cm (缓冲 间)	370	0.0583	1.3	10mmPb	11	1.57
甲 亢 留 观 室	西墙外 30cm 处 (楼梯 间)	370	0.0583	1.1	240mm 实心 砖	240	1.78
	东墙外 30cm 处 (甲亢 服药 室)	370	0.0583	2.09	370mm 实心 砖+20mm 硫 酸钡水泥	240/95	0.09
	南墙外 30cm 处 (院内 道路)	370	0.0583	0.7	370mm 实心 砖	240	1.26
	北墙外 30cm 处 (卫生 间)	370	0.0583	0.7	370mm 实心 砖	240	1.26
	顶部外 30cm (办公 中心)	370	0.0583	4.1	200mm 混凝 土	170	0.09
	防护门 外 30cm (院内 道路)	370	0.0583	1.3	10mmPb	11	1.57
	手部 剂	I-131 甲 亢分装	370	0.0595	0.3	/	/
	I-131 甲	0.37	0.0595	0.3	/	/	0.24

量率	测分装						
----	-----	--	--	--	--	--	--

注：1) I-131 分装时采用配备远距离操作工具、防护手套；
 2) 分装柜内 I-131 最大活度为单次最大购药量（3.70E+09Bq），辐射工作人员在进行分装等操作时，剩余药液置于铅罐内，辐射影响较小，计算手部剂量按甲亢单人次最大药量（3.70E+08Bq）考虑。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，因此甲测分装时，分装柜内 I-131 最大活度保守按单人次甲亢治疗用量（3.70E+08Bq）考虑，计算手部剂量时，剩余药液置于铅罐内，辐射影响较小，按甲测单人次最大药量（3.70E+05Bq）考虑；
 3) 核素 I-131 铅罐外表面 30cm 处 γ 辐射剂量率最大为 2.04 μ Sv/h，经距离及墙体屏蔽后，所致储源室房间外部剂量率很低，可忽略不计。

由上表计算结果可知，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 4.58 μ Sv/h、1.36 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。

3、个人剂量估算

(1) 估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A，X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$H_e = D_r \times t \times T \times 10^{-3}$$

式中：

H_e ——X、 γ 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

D_r ——X、 γ 射线吸收剂量率， μ Sv/h；

t ——X、 γ 射线照射时间，h/a；

T ——居留因子，参考 HJ1198-2021 附录 A。

(2) 参数选取

本项目受影响人员主要包括辐射工作人员以及周边公众，根据本项目特点，辐射工作人员主要考虑药物分装、转移时造成的影响。关注点处剂量率根据表 11-2 和表 11-4 估算结果进行取值。

核医学科辐射工作人员及公众可达处受照时间详见表 11-9。

表 11-9 核医学科辐射工作人员及公众受照时间一览表

场所		每次照射时长	全年工作量	年照射时间
辐射工作人员	P-32 敷贴器制备（分装）	30min/人次	5 人/d, 120 人/a	60h
	P-32 敷贴器转移	1min/人次	5 人/d, 120 人/a	2h
	P-32 敷贴治疗	10min/人次	5 人/d, 120 人/a	20h
	I-131 甲亢分装	2min/人次	10 人/d, 500 人次/a	16.7h
	I-131 甲测分装	2min/人次	10 人/d, 500 人次/a	16.7h
公众	P-32 敷贴室（治疗）	1h/人次	5 人/d, 120 人/a	120h
	甲亢服药区（服药）	1min/人次	10 人/d, 500 人/a	8.3h
	甲亢留观室（留观）	15min/人次	10 人/d, 500 人/a	125h

注：本项目核素（P-32 和 I-131）在分装室内正常状态下均贮存在分装柜内，主要考虑本项目对服药室、留观室、敷贴室外公众人员的辐射影响。

3、估算结果

本项目核医学科辐射工作人员及公众可达处个人剂量估算详见表 11-10。

表 11-10 辐射工作人员及公众关注点剂量估算一览表

点位描述		剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年受照时间 (h/a)	居留因子	估算结果 mSv/a	
辐射工作人员	手部	P-32 敷贴器制备(分装)	1.76869E-07	60	1	1.06E-08
		P-32 敷贴器转移	1.76869E-07	2	1	3.54E-10
		P-32 敷贴治疗	1.76869E-07	20	1	3.54E-09
		I-131 甲亢分装	244.61	16.7	1	4.08E+00
		I-131 甲测分装	0.24	16.7	1	4.01E-03
	总年有效剂量					4.09E+00
	身体	P-32 敷贴器制备(分装)	7.59931E-07	60	1	4.56E-08
		P-32 敷贴器转移	5.92786E-08	2	1	1.19E-10
		P-32 敷贴治疗	5.92786E-08	20	1	1.19E-09
		I-131 甲亢分装	1.36	16.7	1	2.27E-02
		I-131 甲测分装	0.14	16.7	1	2.34E-03
总年有效剂量					0.025	
公众 (考虑 人员可 达处)	敷 贴 室	北墙外 30cm 处（走廊）	5.7439E-11	120	1/5	1.38E-12
		西墙外 30cm 处（缓冲 间）	1.37189E-10	120	1/5	3.29E-12
		北侧防护门外 30cm 处 （走廊）	6.13298E-09	120	1/5	1.47E-10
		上方 30cm 处（办公中 心）	2.8234E-11	120	1	3.39E-12
	甲	西墙外 30cm 处（楼梯	1.78	125	1/8	2.78E-02

亢 留 观 室	间)				
	南墙外 30cm 处 (院内道路)	1.26	125	1/8	1.97E-02
	南侧防护门外 30cm 处 (院内道路)	1.57	125	1/8	2.45E-02
	上方 30cm 处 (办公中心)	0.09	125	1	1.13E-02
甲 亢 服 药 室	南墙外 30cm 处 (院内道路)	0.22	8.3	1/8	2.28E-04
	北侧防护门外 30cm 处 (缓冲间)	1.57	8.3	1/5	2.61E-03
	上方 30cm 处 (办公中心)	0.05	8.3	1	4.15E-04

注：1) 楼上办公区居留因子保守取全居留 1；
2) 甲测分装，分装柜内 I-131 最大活度保守按单人次甲亢治疗用量 (3.70E+08Bq) 考虑，分装柜外表面 30cm 处剂量率为 0.14 μ Sv/h。

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，保守考虑仅 1 名辐射工作人员负责核素分装、转移、注射/给药等工作。综上，从事本项目核医学工作的辐射工作人员在本项目运行后，所致手部附加有效剂量为 4.09E+00mSv/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 0.025mSv/a，满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 及本项目职业照射剂量约束值 5mSv/a 的要求。公众可达处最大年有效剂量为 2.78E-02mSv，低于医院提出的 0.1mSv/a 的管理目标值。

(四) 放射性废物影响分析

1、放射废气和有害气体

根据源项分析可知，本项目场所内放射性废气主要来源于 I-131 药物分装及患者服药、P-32 敷贴器的制作过程，以及甲亢治疗患者呼出的含 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。

本项目核医学科分区设置独立通风系统，控制区设置 2 套排风系统，监督区单独布设通风管路，系统间互不连通、严禁混排；二期预留 SPECT 机房后续单独配套排风设施，与现有系统物理分隔。

①分装柜、储源室排风：分装柜、储源室设置 1 套独立排风系统。分装柜为

自带屏蔽防护通风柜，分装柜安装有轴流风机（风速不小于 0.5m/s），顶端为排气口，能保持柜内负压。在分装柜的顶端设置高效活性炭过滤废气，为防止污风倒流，管道内部设置止回阀。排风管裸露横穿核医学科的区域用 3mmPb 做包裹处理，废气经核医学科东南侧管道爬升至本建筑屋顶高于屋面处通过 PF-WD-2 排风口排放，排放口前端设置活性炭过滤装置。

②分装室、废物暂存间、甲亢留观室、甲亢服药室、敷贴治疗室等区域设置 1 套独立排风系统，气流走向遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，含放射性核素场所区域均保持负压，避免气流串通，排风管裸露横穿核医学科的区域用 3mmPb 做包裹处理。为防止污风倒流，管道内部设置止回阀。废气经核医学科东南侧管道爬升至本建筑屋顶高于屋面处通过 PF-WD-3 排风口排放，排放口前端设置活性炭过滤装置。

本项目核医学科废气经排风系统收集过滤后排放，对周围环境影响很小。医院拟定期检查通风系统活性炭过滤装置的性能，根据实际情况及时更换活性炭，更换下来的废活性炭作为放射性固体废物进行处理。

参考《密封箱室密封性分级及其检验方法》（EJ/T1096-1999），本项目分装柜小时泄漏率不大于 $10^{-2}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{h}$ ，另外考虑工作人员佩戴高效过滤口罩过滤效率大于 95%，因此对辐射工作人员的内照射影响较小。本项目排风设置符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）“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、I-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。”的要求，且建设单位拟定期检查本项目核医学科通风系统，并定期更换过滤装置，确保场所外排的放射性气溶胶尽可能低。

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和核素操作人员日常清洗废水等，核医学科场所按照废水中含有 I-131、P-32 两种核素考虑贮存衰变。本项目拟建衰变池由 1 个有效容积为 6m^3 的污泥池，以及 3 个有效容积为 9m^3 的衰变池构成，三级衰变池总有效容积 27m^3 。核医学科放射性废水产生量为 $0.894\text{m}^3/\text{月}$ 、 $10.728\text{m}^3/\text{年}$ ，单个衰变池可以容纳 $9\text{m}^3\div 0.894=10.067$ 个月（约 302 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 $302 \times 2 = 604$ 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)。

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 I-131 核素的暂存超过 180 天）。本次环评要求废水外排前进行监测，监测合格后，经审管部门认可，并按照 GB18871 中 8.6.2 规定的方式排入医院污水管网。

3、放射性固废

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（固废室），并拟在产生废物的场所内设置铅污物桶，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，对于含 I-131 的放射性固体废物拟暂存不少于 180d，经检测满足清洁控制水平后作为医疗废物暂存于医院现有医疗废物暂存间，定期交由有资质单位处置。

建设单位拟定期检查本项目核医学科通风系统，更换通风系统活性炭，更换下来的废活性炭作为放射性固体废物及时进行处理，更换的活性炭的重量拟依据实际情况确定。

综上，本项目放射性废物均可得到妥善处置，不会对外环境造成影响。

辐射事故（事件）影响分析

本项目可能发生的事故主要是放射性药品丢失被盗事故、放射性表面污染事故、人员误入控制区事故等。

1、核医学科在运行中可能发生的辐射事故

本项目使用非密封放射性物质在正常营运情况下对于公众和周围环境是安全的。但如果操作管理不善或发生异常情况时，可能对公众和环境造成辐射危害，

可能出现的情况有：

①由于管理不善，导致非密封放射性物质保管不善而丢失、被盗等，可能对公众和周围环境造成辐射污染。

②工作人员未认真核对姓名、药物名称、种类、给药途径、用量等，致使他人用药错误或过量而造成误照射。

③放射性固体废物未经足够长时间的暂存衰变，擅自处置，可能对环境造成污染和对公众造成危害。

④由于工作人员操作不熟练或者其他原因造成工作时非密封放射性物质洒漏，或者病人服药过程中纸杯洒漏，可能污染工作台、地面、墙壁、设备等，造成手和皮肤污染，还可能产生放射性废水和处理产生放射性固废。

⑤违反核医学管理规定在核医学科工作场所吸烟、进食，可能吸入和食入放射性物质造成人员内照射。

⑥手部有伤仍从事放射性物质操作，也可能造成内照射。

⑦工作人员存在不良工作习惯，对自身的防护不重视，注射用棉签，一次性手套未妥善收集和处置，致使室内受到污染，辐射水平增高。

⑧控制区出入口门禁系统突然失效，导致无关人员误入控制区，受到意外照射。

⑨放射性废水衰变处理设施故障导致废水排放不正常对环境产生影响，放射性废气排放系统故障导致废气排放不正常对环境产生影响。

2、事故预防措施

发生在非密封放射性物质工作场所的放射事故主要是污染事故，导致人员的照射方式主要是外照射和放射性沾染。针对本项目辐射潜在事故类型，主要的风险防范措施如下：

①加强核医学科管理，严格按《放射性药品管理办法》制订“放射性药品的保管制度”。每日工作开始前、结束后检查保险柜、防护门、门禁、门锁等，保证其能正常工作。

②严格执行核医学科的预约制，尽量通过时间将各种非密封放射性物质诊疗病人分开，杜绝用错药的情况；核医学科拟设置视频监控和语音对讲系统，在每位病人用药前，认真核对病人姓名、性别等基本信息，确认后再行用药。

③放射性固废在每天工作结束后由专人处置后放到放废物暂存间暂存衰变，每个废物袋表明非密封放射性物质名称、数量、暂存时间等，严格按照要求暂存足够时间后，对每个废物包装进行监测，合格后再行处置。制定放射性废物管理制度，建立废物进出台账，责任落实到人，定期清查。

④放射工作人员加强操作练习，严格执行操作规程，轻拿轻放，避免药物洒漏和破损；提前警示病人自取服药口杯并拿稳口杯，减少病人洒漏药物的概率。

⑤在核医学科明显位置张贴警示标语，禁止任何人在核医学科内吸烟、进食。加强放射工作人员管理和提前与病人宣贯必要的防护知识。

⑥加强放射工作人员管理，禁止手部有伤仍从事放射性物质操作。

⑦加强放射工作人员管理，严格区分放射性废物和非放射性废物，放射性废物产生后立即全部进入放射废物桶内。

⑧经常检查门禁系统、机房门灯联锁系统等，保证其处于正常工作状态，杜绝无关人员进入控制区内。

⑨加强衰变处理设施及废气处理设置的日常检查，防止废水溢出或倒灌以及放射性废气溢出。

3、应急方案的启动

(1) 一旦发生辐射事故，即时启动《辐射事故处理应急预案》。发生辐射事故时，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) 各应急救助物质应准备充分、调配及时。

(4) 发生事故后应在 2 小时内报告生态环境部门、卫生行政部门。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1 辐射安全防护管理委员会

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条，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。龙山县人民医院目前设立有放射防护管理组织机构，且机构下设办公室，负责机构日常管理及事务，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。本项目建成后，医院应结合本项目特点及核医学科相关要求，更新和完善已有的辐射安全管理小组，医院现有辐射安全管理小组成员如下：

组长：彭涌

副组长：曾庆平

成员：贾建平、鲁成轶、田琳、毛辉、张明生

下设放射防护管理工作小组，毛辉兼任组长。

放射防护管理组织机构职责如下：

(1) 负责医院放射诊疗工作的监督管理，保证放射防护、安全与放射诊疗质量符合有关规定和规范的要求。按照相关法规要求建立辐射安全和防护工作管理体系及相应管理制度，落实安全责任，并接受放射卫生行政主管部门、环境保护行政主管部门及其他相关部门的监管。

(2) 依法办理环境影响审批、验收等环境保护与放射卫生相关的放射诊疗许可证、辐射安全许可证。严格按照放射诊疗许可证辐射安全许可证规定许可种类、范围和许可证条件从事放射卫生与辐射安全工作。

(3) 建立、健全医院辐射安全管理体系、岗位职责、操作规程辐射防护措施（含防护用品和监测仪器）、管理制度、培训计划、监测方案、个人剂量监测和健康管理制、辐射应急预案，并做好落实工作。履行辐射工作场所检测结果和个人剂量监测结果的告知义务。

(4) 定期组织开展放射诊疗工作场所、设备和人员的放射防护检测、监测和检查的工作。

(5) 组织放射诊疗工作人员参加专业技术、放射防护知识及相关法规的培训并按规定进行健康检查。

(6) 定期开展辐射应急培训，组织应急演练，有效应对辐射事故。依法对医院射线装置工作的安全和防护状况进行年度评估，并编制年度评估报告。

(7) 根据有关规定和主管部门要求，结合实际情况和经验反馈及时修订规章制度及应急预案。

12.2 辐射工作人员

1、辐射工作人员的配置

本项目拟配备 3 名辐射工作人员（2 名医师、1 名护士），其中 2 名核医学医师为外聘人员，均具备中级及以上专业技术任职资格；1 名护士由本院现有在岗人员抽调目前具体人员名单未定。本项目运行后，3 名辐射工作人员仅从事核医学科工作。本项目核医学科为医院新增项目，配置的人员需取得相应专业类别的辐射安全与防护考核合格成绩单，且需经放射工作人员职业健康体检合格后方可安排上岗，在岗期间建设单位应为全体辐射工作人员配置个人剂量计，并按要求正确佩戴、定期送检。

2、辐射工作人员管理

按照《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和防护管理办法》等要求，医院单位还应做好以下工作：

(1) 按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测；发现结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

(2) 本项目辐射工作人员上岗前应进行职业健康检查，检查结果符合辐射工作人员健康标准，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。

(3) 建设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。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 辐射工作人员进入辐射工作场所，应正确佩戴个人剂量计。

(7) 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。哺乳期妇女在哺乳期间应避免接受职业性内照射。

(9) 应安排专人负责辐射工作人员职业健康监护和个人剂量监测管理，建立并终生保存辐射工作人员职业健康监护档案和个人剂量档案。职业健康监护档案应当包括个人基本信息、职业史、既往病史、职业照射接触史、历次职业健康体检结论等材料；个人剂量档案应当包括个人基本信息、个人剂量监测结果等材料。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，辐射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和复制本人的职业健康监护档案和个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供职业健康监护档案和个人剂量档案的复印件并盖章。

根据本项目核医学科工作量及工作流程，项目配置 3 名辐射工作人员及辐射工作人员管理能够满足要求。

辐射安全管理规章制度

建立、健全和严格执行辐射安全管理的规章制度是防止潜在照射发生的重要措施。为保障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，龙山县人民医院制定了相关辐射安全管理规章制度，为保证放射工作人员和周围公众人员的健康，龙山县人民医院必须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技术利用项目的日常管理：

(1) 根据龙山县人民医院的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点

是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) 明确操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，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，避免事故发生。

(3) 加强对辐射工作场所的安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业，安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

(4) 为确保放射防护可靠性，维护放射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，避免事故的发生，耒阳市人民医院应培植和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，耒阳市人民医院应对本项目的辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，并每年向发证机关提交上一年度的评估报告。

(5) 医院应在今后工作中，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。应根据环境保护管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容进行补充和修改。如，针对本项目新增非密封放射性物质，应增加专项操作规程等制度。

在本项目投入运营前，还将根据项目各工作场所的内容制定相应操作规程，确保项目运行时各项规章制度、操作规程齐全并张贴上墙，警示标志和辐射安全防护设施配置到位。建设单位在执行各项制度时，要明确各岗位人员职责，并在工作中不断总结经验，根据有关管理部门及实际情况对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度切实可行。

辐射监测

为了及时掌握项目周围的辐射水平，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）、《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，包括设备运行期及个人剂量监测计划，要建立监测资料档案。

(1) 工作场所和周围环境监测

监测项目：X- γ 空气吸收剂量率、放射性表面污染、放射性废水活度浓度。

监测频次：见表 12-1。

监测点位：①X-γ空气吸收剂量率：核医学科工作场所屏蔽体外 30cm 处、以及人员经常驻留的位置，放射性废物暂存容器外 30cm 处，分装柜外表面 5cm 和 30cm 处，储源箱 5cm 处和 100cm 处等；②放射性表面污染：核医学工作场所放射性核素操作台面、设备表面、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。③衰变池放射性废水每年拟委托有资质的单位检测，应急状况随时监测。

(2) 个人监测

建设单位需对辐射工作人员开展个人剂量监测，委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担，常规个人剂量监测的周期应综合考虑工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素，常规监测周期最长不得超过 3 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、每周受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。

表 12-1 监测计划一览表

监测项目	监测点位	监测频次	说明
X-γ空气吸收剂量率	核医学科工作场所屏蔽体外 30cm 处、以及人员经常驻留的位置，放射性废物暂存容器外 30cm 处，分装柜外表面 5cm 和 30cm 处，储源箱 5cm 处和 100cm 处等	每季度 1 次	自行监测
		每年 1 次	委托监测
放射性表面污染	工作人员体表、工作场所地面、墙面及各设备、物品表面	每次工作结束后	自行监测
		每年 1 次	委托监测
放射性废水活度浓度（总β、I-131）	衰变池排放口取样装置处	每年 1 次	委托监测
		废水排放前	自行监测
个人剂量监测	/	3 个月/次	委托监测
放射性固废	放射性固体废物包装外表面	处置前	自行监测

辐射事故应急

1、辐射事故应急响应机构的设置

医院辐射事故应急处理领导小组由医务部、护理部、医学装备部、药学部、后勤保障部、招标采购部、保卫科及临床有关科室组成，应急处理领导小组负责对辐射事件应急处理的统一领导、统一指挥，组织、开展放射事件的应急处理救

援工作，组长由法人代表彭涌担任。

2、辐射事故应急预案

医院制定的辐射事故应急预案见附件 6，应急预案包含了辐射事故分级、应急处理机构与职责、应急处理程序、事故报告及善后、应急准备等方面的内容。本项目建成后，医院应根据各使用科室的实际情况修订辐射事故应急预案。

3、事故应急培训演习计划

(1) 事故应急演练：完善的预案、周到的准备和准确的事事故处理必须依靠定期的应急演练来加以巩固和提高，从而真正发生时能够做到沉着应对、科学处置。医院的辐射事故应急预案及时修订，并定期组织应急演练，应急演练时注意以下几个方面：

①制定周密的演练方案：明确演练内容、目的、时间、地点、参演人员等。

②进行合理的人员分工：成立演练领导组、工作组、保障组等机构，进行角色分工，明确人员职责。

③做好充分的演练准备：维护仪器设备，配齐物资器材，找好演练场地。

④开展实战演练：按照事先预定的方案和程序，有条不紊地进行，演练过程中除非发生特殊情况，否则尽量不要随意中断。若出现问题，演练完毕后再进行总结。

⑤做好总结归纳：演练完毕要及时进行归纳总结，对于演练过程中出现的问题要认真分析，并加以改正，成功的经验要继续保持。

(2) 应急响应准备：包括建立辐射事故应急值班制度、开展人员培训、配备必要的应急物资和器材。

①辐射事故应急处理领导小组应建立完善的辐射事故应急预警机制，及时收集、分析辐射事故相关信息，协调下设小组人员开展辐射事故应急准备工作，定期开展事故应急演练，提高应急处置能力。

②定期就辐射安全理论，辐射事故应急预案、程序和处置措施，以及应急监测技术等内容组织学习，必要时进行考核，以达到培训效果。

③根据医院核技术利用情况，可能发生的事故级别，做好事故应急装备的准备工作。主要包括交通、通讯、污染控制和安全防护等方面的物资和器材。

4、辐射事故报告和处置

(1) 事故报告程序和电话

辐射事故一旦发生，应立即启动应急预案。应急响应程序如下：发生辐射事故的科室必须于 2 小时内报告医院应急领导小组。放射性同位素丢失、被盗的辐射事故由保卫科向公安机关报告，造成环境放射性污染的，还应当同时报告当地生态环境部门；人体受到超剂量照射的辐射事故由医务部向卫健部门报告。

各部门联系方式如下：

医院应急处理电话：120

省生态环境厅：0731-85698110

环保热线：12345

省卫健委：0731-82213058

公安局：110

(2) 核医学科辐射事故应急措施

①非密封放射性物质丢失、被盗事故

发生非密封放射性物质丢失、被盗事件后，应第一时间向医院辐射环境管理机构报告，由其及时向市生态环境局、县生态环境局、公安部门、卫生部门报告，按要求进行追查处置。

②服错药或超剂量事故、在核医学科吸烟进食的、手部有伤可能受到内照射的，发生该类事故后，应及时向医院辐射环境管理机构报告，由其根据具体情况酌情向卫生行政部门报告，按要求进行处置。

③发生放射性固废暂存不到位即处理的、放射性废物未全部收集暂存的，发现后应及时追查并纠正处置。

④药物洒漏事故

发生药物洒漏后，应立即报告辐射环境管理机构，禁止无关人员进入事故区域，禁止事故区域人员随意走动。现场处置：立即用吸水纸、纱布等自外而内螺旋形吸水，换用吸水纸或纱布自外而内擦干，在此基础上用温水仔细清洗污染处，用表面污染监测仪测量污染区，如果 β 表面污染大于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，表明该污染区未达到控制标准，这时应继续使用药棉或纸巾擦拭，直到该污染区 β 表面污染小于 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 为止。处理过程中使用过的吸水纸、纱布、药棉、纸巾等均视为放射性废物。当发生人员身体、衣物受到表面污染时，受沾污人员应及时去污，防止

污染扩散。体表沾污应用温水加肥皂或者洗涤剂冲洗，配合软毛刷或棉签刷洗。注意操作要轻柔，防止皮肤损伤，去污后经表面污染监测仪测量合格后方可离开。

去污后医院应根据人员受照剂量，判定事故类型和级别，提出控制措施及救治方案，迅速安排受照人员接受医学检查、救治和医学监护。具体处理方法按《辐射损伤医学处理规范》（卫法监发〔2002〕133号）进行。发生照射事故时，人员接受医学检查或在指定的医疗机构救治，并在2小时内向市生态环境局和卫生主管部门报告。

⑤患者服药后呕吐物事故

发现患者服药后出现呕吐前兆时立即在控制区内专用容器内呕吐，现场应急处置严格按以下步骤执行：一是立即隔离疏散，引导无关人员离开呕吐现场，划定临时污染警戒区，操作人员穿戴一次性防护服、双层手套、鞋套、口罩/面罩，严禁徒手接触污染物；二是覆盖吸附，用吸水垫、纸巾等由外向内覆盖呕吐物，严禁擦拭、涂抹导致污染扩散，充分吸附液体以减少气溶胶产生；三是收集封装，用长柄工具将污染吸水材料及呕吐物一并收集，放入双层加厚医用垃圾袋，扎紧袋口并外贴放射性废物标识，注明非密封放射性物质种类（I-131/P-32）、处置日期及污染部位，放入专用带盖放射性废物桶，严禁与生活垃圾、普通医疗废物混放；四是表面去污与监测，用专用去污剂或稀释消毒液对污染地面、墙面、家具等由外围向中心擦拭，擦拭布按放射性废物收集，处置后用放射性表面污染监测仪复测，直至污染水平低于管理控制限值；五是患者及操作人员处理，协助患者清洁口周、更换污染衣物（污染衣物按放射性废物收集），继续在控制区留观并监测生命体征，操作人员处置完毕后按规范脱卸防护用品（全部作为放射性废物收集），经洗手、淋浴及体表放射性监测无异常后方可离开控制区。

⑥发生放射性废水衰变处理设施故障或者通风系统故障的情况，及时启动备用泵、联系设备厂家及时维修。

表 13 结论与建议

结论

13.1 项目概况

龙山县人民医院拟在核医学大楼设置 1 处乙级非密封放射性物质工作场所，核医学科拟使用非密封放射性物质 I-131 开展甲亢治疗和甲状腺功能测定，使用 P-32 开展非密封放射性物质敷贴治疗。

13.2 实践正当性分析

本项目的建设对保障健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目运营以后提高了医院救治患者的效率，医院在保障患者健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的实施给职业人员、公众及社会带来的利益远大于其可能引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

13.3 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目使用的非密封放射性物质属于第一类“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”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

13.4 选址可行性分析

本项目核技术利用场所不邻接妇产科、儿科等特殊人群及人员密集区域，环境本底属于调查范围内，项目选址可行。

13.5 环境影响分析结论

（1）本项目涉源场所四周墙壁、天花板、防护门均采取了相应的辐射屏蔽措施，能满足国家相关标准要求。

（2）根据估算可知：本项目满足医院提出的辐射工作人员年有效剂量管理目标值 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ ，公众年有效剂量管理目标值 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 。

（3）医院拟按要求配备防护用品及检测仪器，防护用品的规格及数量可以满足医院放射工作的开展。

（4）医院成立了辐射安全防护管理领导小组，制定了相关辐射安全管理制度及辐射事故应急预案。在项目运行前，医院拟根据实际情况和 workflows 制定非

密封放射性物质的接收、分装制度、去污制度、各岗位具体职责、操作规程等相关制度并修订辐射事故应急预案。

(5) 医院拟组织新增辐射工作人员进行辐射安全和防护知识培训、职业健康监护检查、个人剂量监测，并建立相应的档案。

综上所述，龙山县人民医院新增核医学科核技术利用建设项目实施符合相关法律法规和标准要求，医院认真贯彻落实本报告表中提到的环保措施后，从环境保护和辐射防护角度考虑，该项目的开展是可行的。

建议和承诺

(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等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，并配备相应的辐射检测设备进行自检，确保周围环境的辐射安全和职工健康。

(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，应结合实际情况和监管部门要求制定各项辐射安全管理制度，完善辐射应急预案，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) 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，接受辐射安全防护知识和法规培训，具备相应条件，体检合格且取得辐射安全培训合格成绩单后，方可从事放射工作。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。

(4) 在取得本次环评报告批复文件且工作场所达到使用标准后，医院应当按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定的许可证申请程序，重新申请领取《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法》完成环保竣工验收工作。

(5) 定期对工作场所及其周围环境进行辐射监测，据此对核技术利用项目的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前将上一年度的评估报告上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”中。

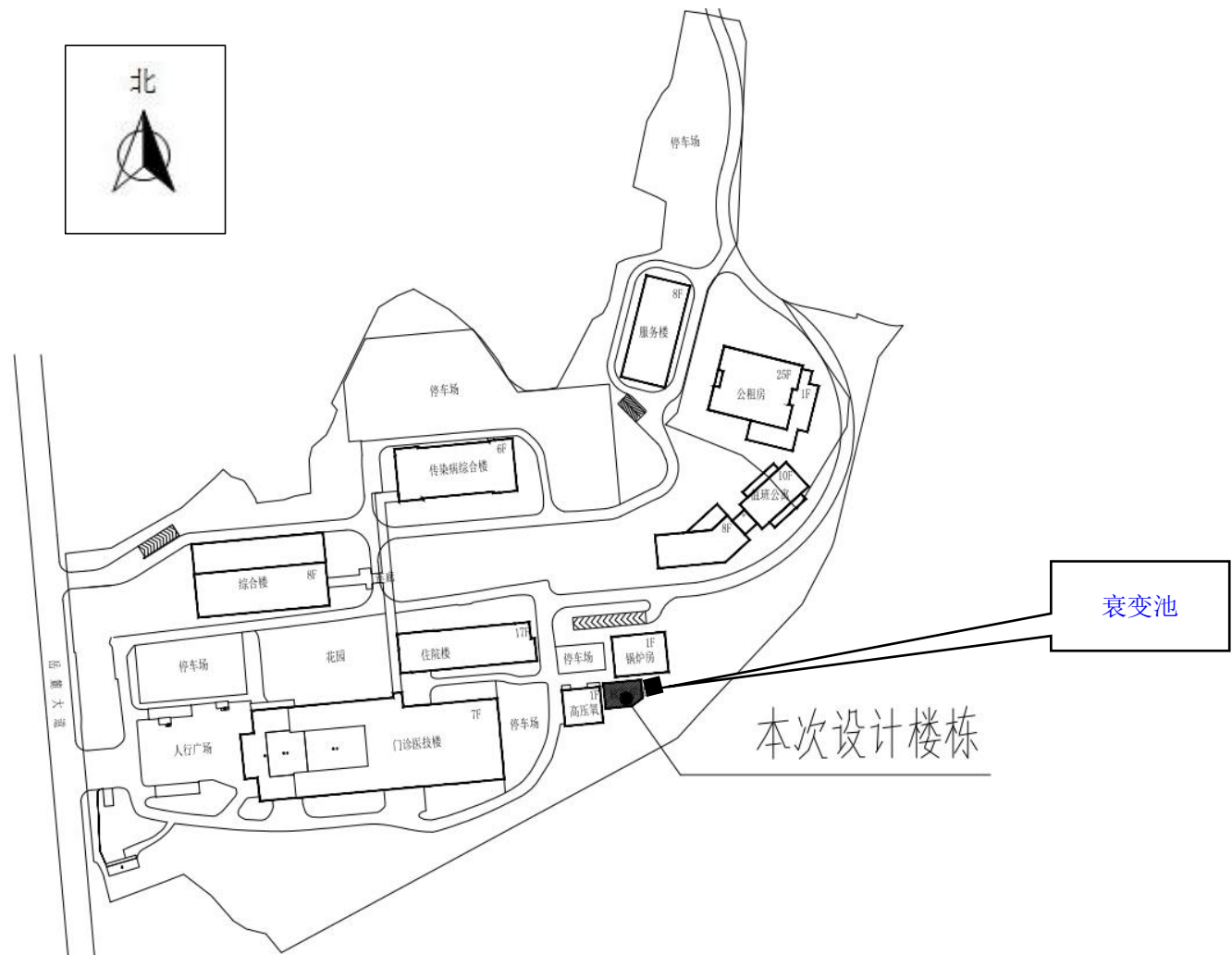
表 14 审批

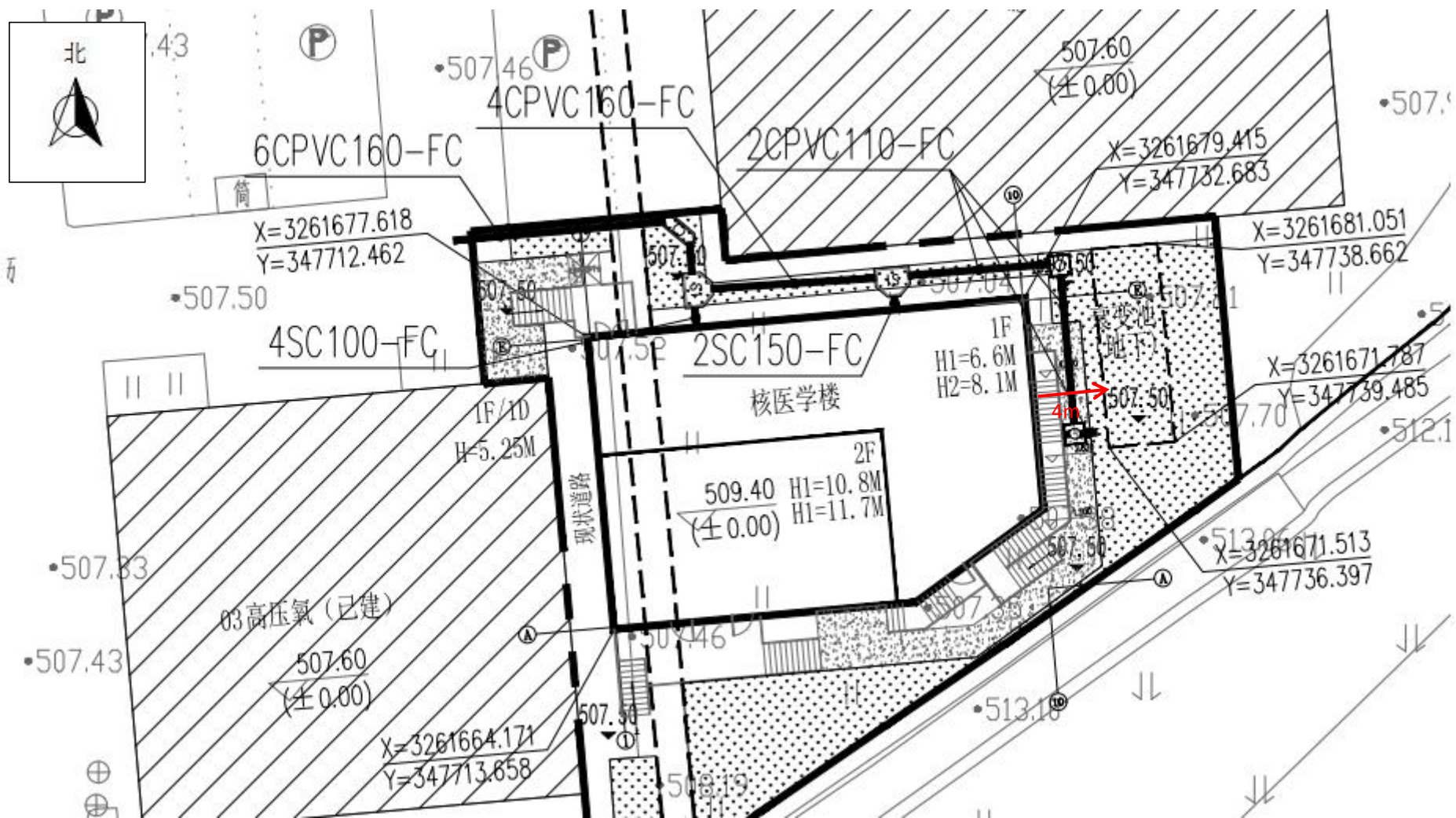
下一级环保部门预审意见：		
公章		
经办人	年	月 日
审批意见：		
公章		
经办人	年	月 日

附图 1：项目地理位置图

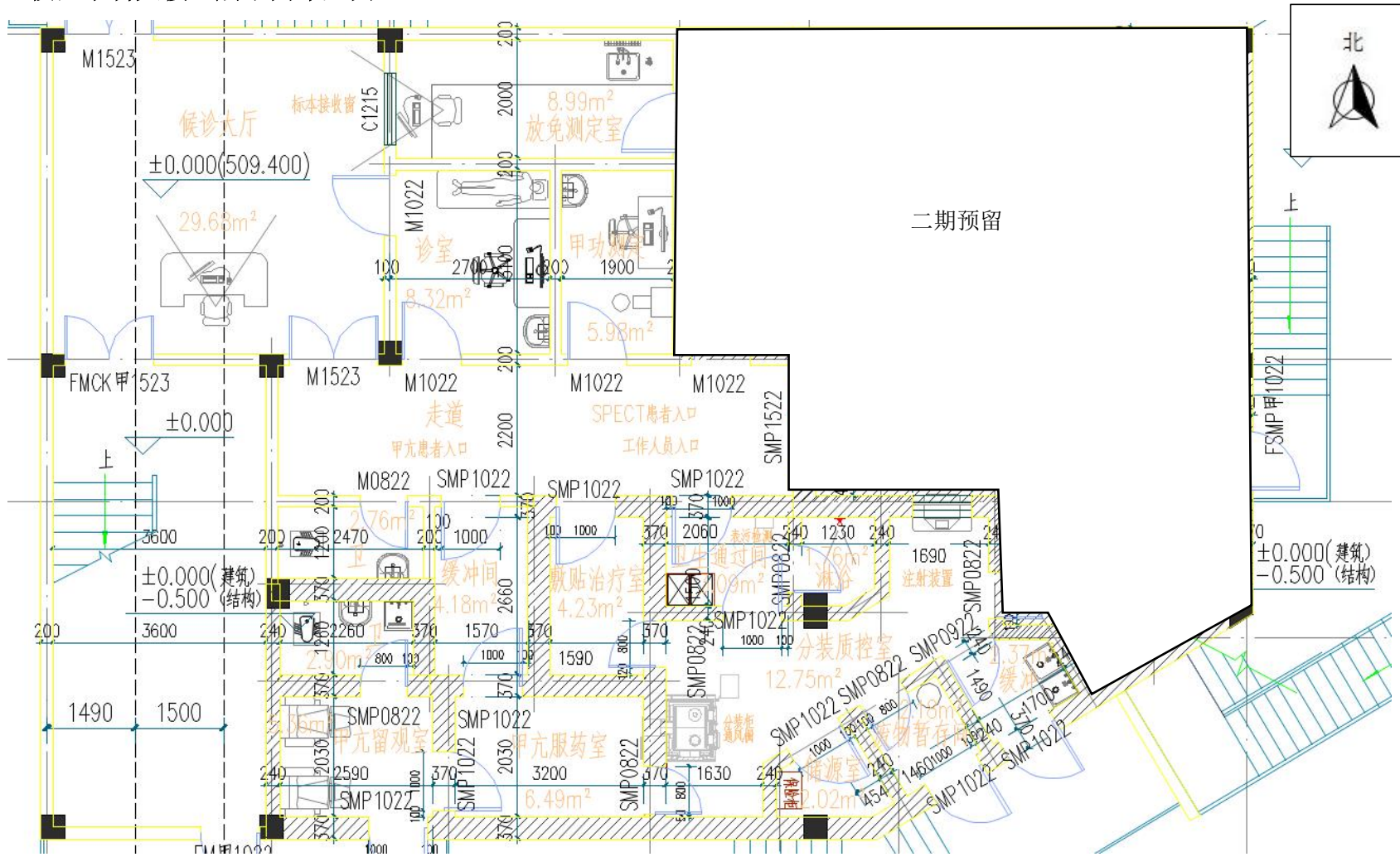


附图 2：医院平面布置图

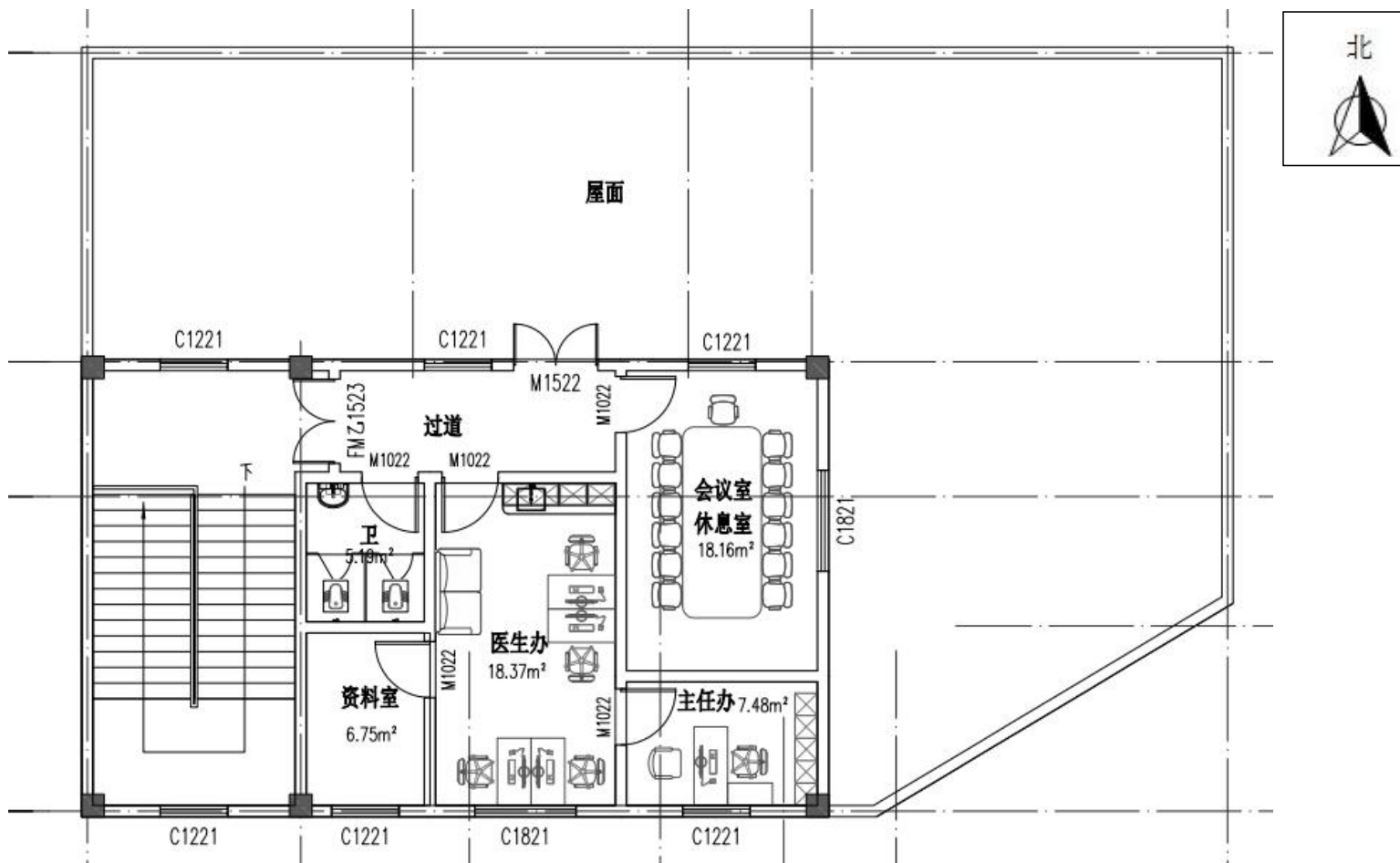




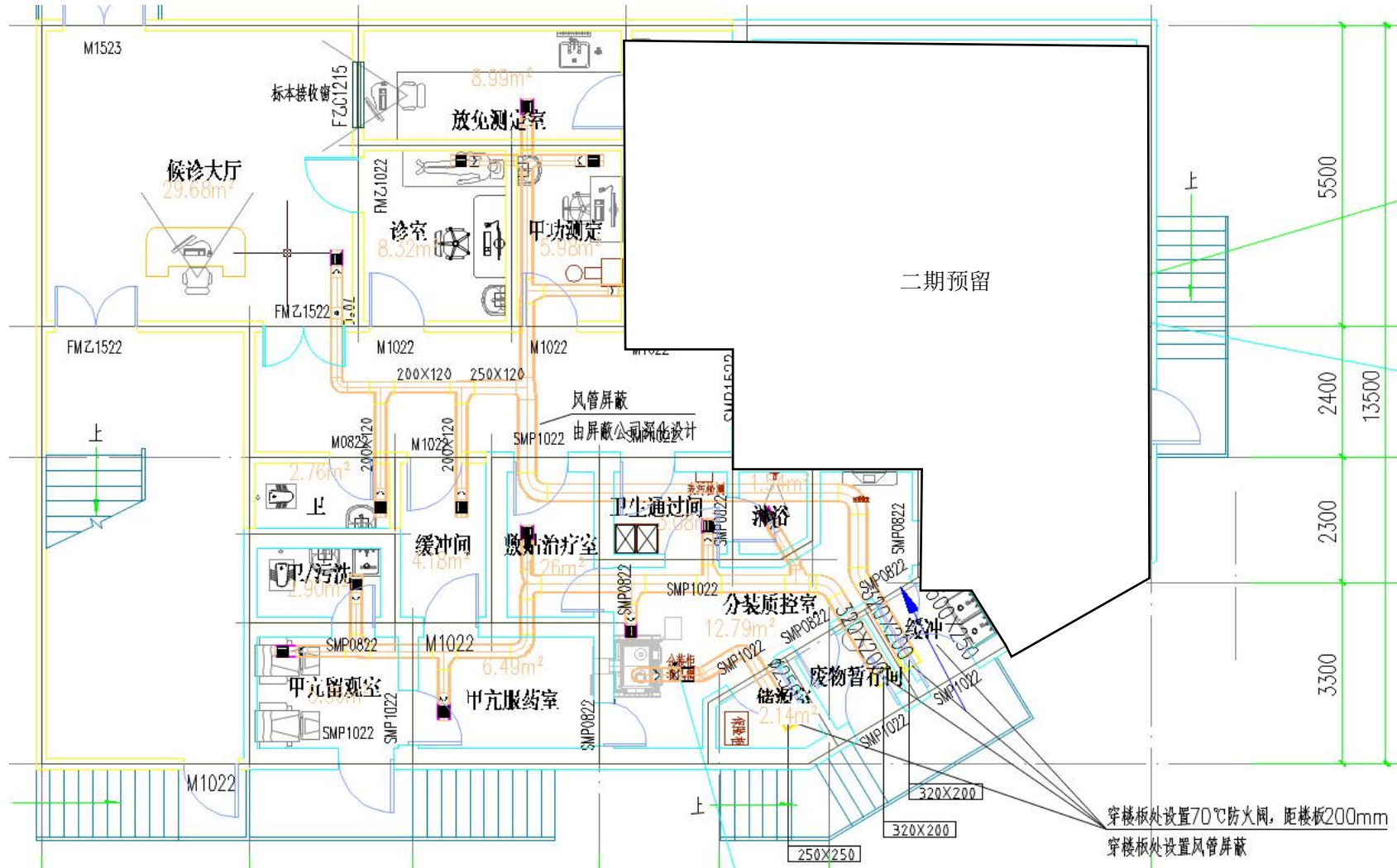
附图 3：核医学科大楼一层平面布置图

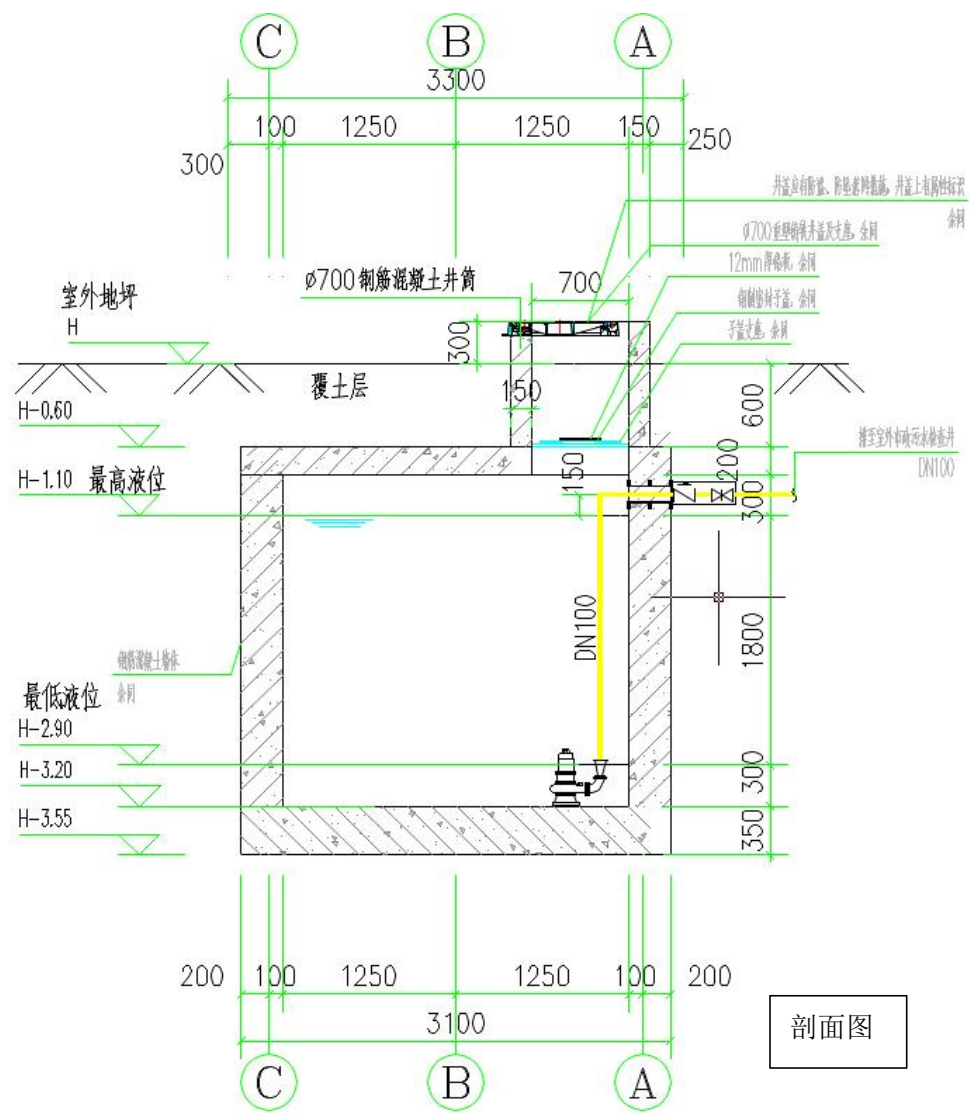


附图 4：核医学科大楼二层平面布置图

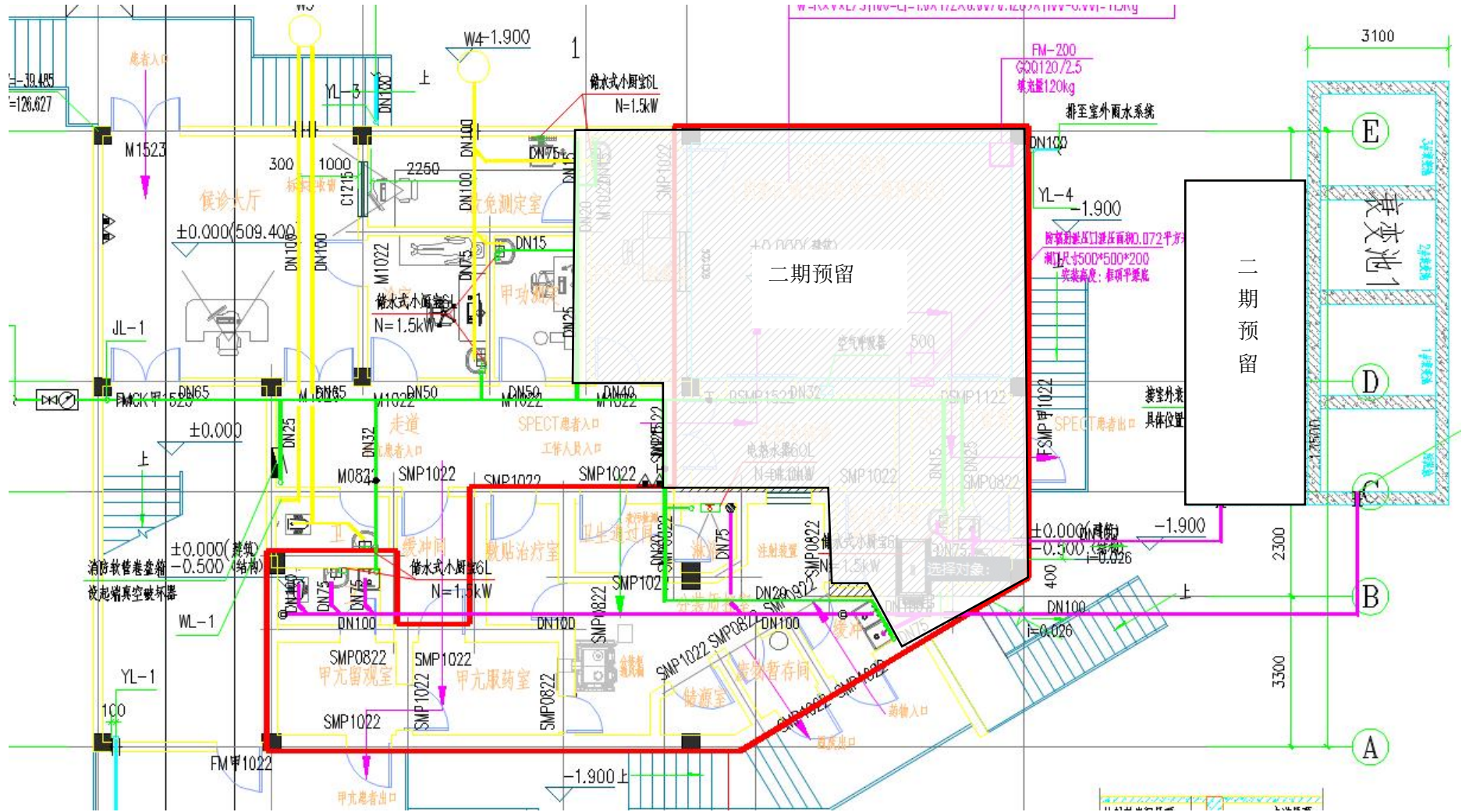


附图 5: 核医学科排风布置图





附图 7: 核医学科给排水布置图




附件 1：环评委托书

附件 2：环境质量现状检测报告

报告编号: BYGC2603003

第 2 页 共 6 页

说 明

- 1、报告无本公司  章、检测专用章、骑缝章无效。
- 2、复制报告未重新加盖检测专用章或公章无效。
- 3、报告无编制、审核、签发人签章无效。
- 4、报告涂改、增删无效。
- 5、对不可复现的检测项目，结果仅对检测所代表的时间和空间负责。
- 6、本报告未经同意，不得用于广告宣传。
- 7、对检测报告如有异议，请于收到报告之日起十五日内以书面形式向本公司提出，逾期不予受理。
- 8.未经本公司批准，不得复制（全文复制除外）本报告。

单位名称：湖南宝宜工程技术有限公司

单位地址：长沙市雨花区环保中路 188 号 14、15 栋 406 号

电 话：0731-85797599

邮政编码：410000

一、基本信息

表 1 基本信息

检测日期	2026.4.1	检测人员	黄海成、龙美艳
备注	1. 检测结果的不确定度: 评定 2. 其他: 无		

二、检测内容及项目

表 2 检测内容

检测类别	检测点位编号	检测点位名称	检测项目	检测频次
电离辐射	1	候诊大厅(拟建)	X、 γ 辐射剂量率	检测1次
	2	过道中心(拟建)		
	3	敷贴治疗室(拟建)		
	4	甲亢服药室(拟建)		
	5	分装质控室(拟建)		
	6	储源室(拟建)		
	7	SPECT 机房(拟建)		
	8	衰变池上方(拟建)		
	9	核医学科大楼(拟建)北侧道路		
	10	核医学科大楼(拟建)西侧道路		
	11	核医学科大楼(拟建)南侧道路		
	12	第一住院楼外		
	13	院外南侧人行道路		

三、检测方法 & 仪器

表 3 检测方法 & 主要仪器

检测类别	检测项目	检测方法	主要检测仪器
电离辐射	X、 γ 辐射剂量率	《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	仪器名称及型号: 多功能辐射剂量率仪 / RJ32-3602 仪器编号: BYGC/YQ-14 校准单位: 上海市计量测试技术研究院 校准证书编号: 2025H21-20-6069169001 校准有效期: 2025.8.21~2026.8.20

备注: 检测仪器主要技术参数: 测量范围 10nSv/h~1.5mSv/h; 能量响应范围 20keV~3.0MeV, 相对固有误差 $\leq \pm 15\%$ (相对于 ^{137}Cs)。

四、环境条件

表 4 检测期间气象参数

检测日期	天气	相对湿度%	气温°C
2026.4.1	晴	59.6-64.3	19.8-25.7

五、检测结果

表 5 X、γ 辐射剂量率检测结果

检测点位编号	检测点位名称	检测结果 (nGy/h)
1	候诊大厅 (拟建)	54.0±4.5
2	过道中心 (拟建)	52.6±4.5
3	敷贴治疗室 (拟建)	56.8±4.5
4	甲亢服药室 (拟建)	57.5±4.9
5	分装质控室 (拟建)	55.9±3.9
6	储源室 (拟建)	53.9±4.4
7	SPECT 机房 (拟建)	54.0±4.9
8	衰变池上方 (拟建)	58.5±4.0
9	核医学科大楼 (拟建) 北侧道路	61.5±3.8
10	核医学科大楼 (拟建) 西侧道路	60.2±2.2
11	核医学科大楼 (拟建) 南侧道路	59.4±2.3
12	第一住院楼外	55.8±4.8
13	院外南侧人行道路	52.7±3.4

备注: ①根据《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021), 湖南宝宜工程技术有限公司在湖南郴州东江湖 (E113.37884188°, N25.86028555°, 海拔高度 263m, 水深大于 3m, 距岸边大于 1km) 使用该多功能辐射剂量率仪进行了宇宙射线响应检测, 水面上仪器 100 次读数的平均值经校准后为 13.4nGy/h。本项目所在地为龙山县人民医院 (经纬度: E109.430081°, N29.463593°, 海拔高度 481m), 按照 HJ61 附录 D 宇宙射线响应值修正方法对 D_c 进行修正, 计算出项目所在地仪器对宇宙射线的响应值 D_c 为 14.0nGy/h。

②根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021), 环境 γ 辐射剂量率测量结果按照以下公式进行计算: 检测结果 $D_\gamma = k_1 \cdot k_2 \cdot R_\gamma - k_3 \cdot D_c$, 仪器校准因子 $k_1=0.89$; 检验源效率因子 $k_2=1$; R_γ 仪器测量读数均值 (空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG 393, 使用 ^{137}Cs 作为校准参考辐射源时, 换算系数取 1.20 Sv/Gy); k_3 为建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子, 本次检测点位于室外或道路, 取 1。

(本页以下内容空白)

附图 1 检测点位示意图 (院内)



1. 检测点位示意图

附件 3：辐射安全许可证



辐射安全许可证



中华人民共和国生态环境部监制



根据《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》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	龙山县人民医院			
统一社会信用代码	124331304487252882			
地 址	湖南省湘西土家族苗族自治州龙山县民安镇			
法定代表人	姓 名	彭涌	联系方式	13637434000
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	DSA室	湖南省湘西土家族苗族自治州龙山县岳麓大道50号		刘腾飞
	急诊科	湖南省湘西土家族苗族自治州龙山县岳麓大道50号		张明生
	数字胃肠室	湖南省湘西土家族苗族自治州龙山县岳麓大道50号		张明生
	传染病综合楼一楼CT室	湖南省湘西土家族苗族自治州龙山县岳麓大道50号		张明生
	乳腺摄影室	湖南省湘西土家族苗族自治州龙山县岳麓大道50号		张明生
	骨科	湖南省湘西土家族苗族自治州龙山县岳麓大道50号		张明生
	牙片室	湖南省湘西土家族苗族自治州龙山县岳麓大道50号		张明生
	CT室	湖南省湘西土家族苗族自治州龙山县岳麓大道50号		张明生
	DR室	湖南省湘西土家族苗族自治州龙山县岳麓大道50号		张明生
证书编号	湘环辐证[02826]			
有效期至	2029年07月24日			
发证机关	湖南省生态环境厅		(盖章)	
发证日期	2024年07月25日			



(一) 放射源

证书编号：湘环辐证[02826]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可) × 枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
此页无内容													

2/9



(二) 非密封放射性物质

证书编号：湘环辐证[02826]

序号	活动种类和范围									备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量(贝可)	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量(贝可)	申请单位	监管部门
此页无内容											

3/9



(三) 射线装置

证书编号: 湘环辐证[02826]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	CT室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	2	X射线计算机体层摄影设备	Optima CT 670	CA4GT1900 237HM	管电压 140 kV 管电流 600 mA	航卫通用电气医疗系统有限公司		
						全身X射线计算机体层螺旋扫描装置	SOMATO M Emotion	19045	管电压 130 kV 管电流 240 mA	上海西门子医疗器械有限公司		
2	DR室	医用诊断X射线装置	III类	使用	3	数字化X射线摄影机	Essenta DR Compact	11000056	管电压 150 kV 管电流 500 mA	飞利浦		
						数字化医用X射线摄影系统	Definium 6000型	P3SS2000095	管电压 150 kV 管电流 630 mA	北京通用电气华伦医疗设备有限公司		
						数字化医用X射线摄影系统	FUJIFILM DR CALNEO	16135121	管电压 150 kV 管电流 630 mA	苏州富士胶片映像机器有限公司		
3	DSA室	血管造影用X射线装置	II类	使用	1	医用血管造影X射线机	Optima IGS 330	DV5SS21000 27HL	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	美国通用电气公司		

4/9



(三) 射线装置

证书编号: 湘环辐证[02826]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
4	传染病综合楼一楼CT室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	X射线计算机体层摄影设备	Revolution ACTs	E6ZG200009 9HM	管电压 140 kV 管电流 200 mA	航卫通用电气医疗系统有限公司		
5	骨科	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动式C臂影像系统	OPESCO PE ACTENO	MPD6D8485 001	管电压 110 kV 管电流 13.5 mA	株式会社岛津制作所		
6	急诊科	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动式数字摄影X射线系统	Mux-200D	62E531	管电压 133 kV 管电流 400 mA	北京高津医疗器械有限公司		
7		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动式C形臂X射线机	Cios Select S1	13325	管电压 110 kV 管电流 24 mA	上海西门子医疗器械有限公司		
8	乳腺摄影室	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	X射线计算机体层摄影设备	SOMATO M go.Fit	154699	管电压 140 kV 管电流 625 mA	西门子医疗系统有限公司		
9		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	乳腺X射线摄影设备	RH-SEILB	RH2166001	管电压 39 kV 管电流	北京中研海康科技有限		

5/9



(三) 射线装置

证书编号：湘环辐证[02826]

序号	活动种类和范围					使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
10	数字胃肠室	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	数字化多功能X射线透视摄影系统	D-VISION PLUS 50	64S17203	10 mA 管电压 150 kV 管电流 630 mA	公司 北京高津医疗器械有限公司		
11	牙片室	口腔(牙科)X射线装置	III类	使用	1	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	SS-X9010DPro-3DE	6110300503766	管电压 90 kV 管电流 50 mA	合肥奕亚光电技术股份有限公司		

6/9



(四) 许可证条件

证书编号：湘环辐证[02826]

此页无内容

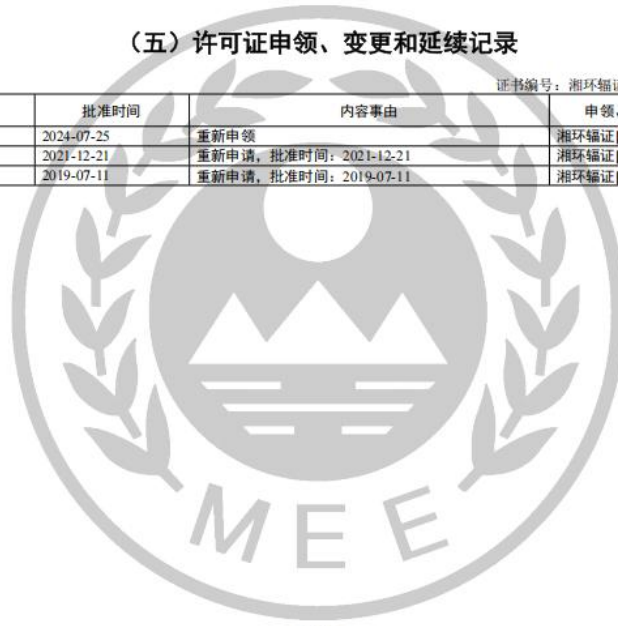
7/9



(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：湘环辐证[02826]

序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	重新申请	2024-07-25	重新申领	湘环辐证[02826]
2	重新申请	2021-12-21	重新申请，批准时间：2021-12-21	湘环辐证[U6013]
3	重新申请	2019-07-11	重新申请，批准时间：2019-07-11	湘环辐证[U6013]



8/9



(六) 附件和附图

证书编号：湘环辐证[02826]



9/9

附件 4：放射防护管理组织机构文件

副组长：曾庆平（职务：副院长）

组 员：贾建平 鲁成轶 田 琳 毛 辉 张明生

2、工作职责

- （1）决定放射防护管理工作小组成员；
- （2）制定放射防护管理的相关规定；
- （3）制定放射防护管理相关年度预算；
- （4）审核放射防护管理相关费用支出；
- （5）监督放射防护管理工作小组工作；
- （6）管理并监督放射诊疗项目的开展；
- （7）定期召开（每季度一次）工作例会。

二、射防护管理工作小组

成立放射防护管理工作小组，在领导小组领导下全面执行本院的放射诊疗安全防护和质量保证工作。

1、人员组成

组 长：毛 辉（职务：医务部主任）

副组长：贾碧蓉（专职人员）张明生 符家安

组 员：彭安波 张介琴 贺英姿 向 杰 高绍红
叶明荣 刘腾飞 向魁华 张洪坤 朱 麟
胡 庆 贾昕霖 王 华 向 博 余素菊

2、工作职责

- （1）制修订相关制度：
 - 1）制修订本院放射防护管理制度；
 - 2）制修订放射诊疗质量保证方案；
 - 3）制修订大型医用设备（含放射设备）管理制度。
- （2）许可管理：

- 1) 办理《放射诊疗许可证》及变更、校验和注销;
- 2) 办理《辐射安全许可证》及变更、校验和注销;
- 3) 办理放射诊疗新技术项目的审批工作;
- 4) 负责许可证书的保管工作。

(3) 建设项目管理: 委托具有省级以上卫生行政部门资质认可的放射卫生技术服务机构进行放射诊疗建设项目(新建、改建、扩建)评价(职业病危害放射防护预评价、职业病危害放射防护控制效果评价), 办理放射诊疗建设项目预防性审查和竣工验收。

(4) 放射工作人员管理:

- 1) 为放射工作人员办理《放射工作人员证》;
- 2) 组织放射工作人员职业健康检查;
- 3) 组织放射工作人员个人剂量监测;
- 4) 组织放射工作人员参加卫生、环保部门组织的培训;
- 5) 开展放射工作人员内部培训;
- 6) 建立放射工作人员职业健康监护档案。

(5) 放射卫生档案管理:

- 1) 建立放射诊疗管理工作档案并及时更新;
- 2) 完成卫生行政部门规定的计算机信息系统录入工作。

(6) 放射诊疗设备管理:

- 1) 开展放射诊疗设备的日常使用管理;
- 2) 开展放射诊疗设备的维护维修管理;
- 3) 联系检测机构对放射诊疗设备进行性能检测及防护检测;
- 4) 联系计量检定机构对放射防护检测仪器和质控设备进行计量检定或校准。

(7) 日常管理:

附件 5：辐射防护相关制度（部分）

设备检修维护制度

第一条 建立健全射线装置台账，对各种射线装置编号登记，并由专人负责。

第二条 新购进或更换射线装置时，及时通报医务部办理审批、验收手续，办理许可登记手续后再行使用。

第三条 安装后须经生态环境、卫生健康等主管部门验收合格后，方可投入使用。

第四条 操作人员必须经过生态环境部门组织的核技术利用辐射安全与防护考核和卫生行政部门组织的放射防护考核，必须严格遵守操作规程。

第五条 日常检查要求：每次开机前，放射工作人员必须仔细巡视设备及安全连锁、放射性警示标志等配套设施有无异常情况，发现异常及时检修，在问题没有得到解决之前不得开机使用。做好检修维护保养记录备查。

第六条 定期检修维护：由医务部组织每年定期对射线装置进行检修。检修包括日常检查的内容，以及各种安全防护设施设备生产厂家规定的检查维护项目，并做好检查维修记录备查。

第七条 每年对射线装置的使用场所进行辐射剂量监测及安全检测，发现问题及时解决。

第八条 各业务科室在使用中发现机器有异常现象及故障应及时向医务部报告。

核医学科工作制度

一、工作制度

1. 给药护士应具备一定临床护理工作经验，有一定的专科理论知识和临床实践技能，并经过相关专业知识和技能培训，具有执业护士资格及放射工作人员执业上岗证。

2. 熟悉各类放射性核素的性质、药品名、作用、用量、操作及辐射防护方式，药剂一般随到随用，如需贮存，应按日期顺序摆放，并登记信息。

3. 严格遵照医嘱（预约单）执行各类放射性核素的使用，做好“三查七对”工作。

4. 工作人员操作放射性药品时必须佩戴个人剂量计，并按要求穿戴防护服、防护口罩、帽子及一次性橡胶手套和铅手套等。

5. 药物合成、分装、质检等操作应在通风橱/分装柜/合成柜等密封设备内进行操作，橱内须保证通风。所有操作器械和放射性药品放于专用托盘中，盘中覆盖吸水纸。尽量避免抽吸时药液外溢。

6. 为患者实施放射性核素治疗前必须注意核对患者姓名、性别、年龄、诊断、放射性药物的名称、放射性活度、放射性强度、给药方式、方法及剂量等。

7. 患者给药前准备是否已执行，如：药物、饮食等。如使用静脉途径给药，还应确认输液是否通畅，确保针头在血管内，位置准确。杜绝发生药液外漏现象。

8. 发放放射性口服药品时，应送药到手，看服到口，确认无呕吐、外溢

现象方可离开。

9.发放放射性药品后，应立即登记药物名称、生产厂家、发药剂量、给药方式、给药时间、执行人并签名。

10.废弃注射器及其他器械应置于放射性废物桶内（铅桶内），待衰变后按医疗废物处理。

11.保持准备间设备完好，通风橱保持整齐清洁，每天操作完毕后进行场所清污并进行消毒处理。

12.从准备间等高污染区域离开时，需对人员体表的辐射水平进行检测，检测结果处于正常水平，方可离开。

二、操作规程

1.开展放射性操作前，事先应做好周密的计划和充分的准备，预先熟悉所要进行的工作，对不熟悉的操作可预先进行“冷试验”。事先准备好操作所需的非放射性物品，如：标记药盒、注射器、生理盐水等。开展放射性操作时应熟练、迅速。

2.工作人员应根据需要应穿戴工作服、帽子、手套、铅围裙及防护眼镜等个人防护措施，工作结束后应合理处置放射性废物，并保持工作场所清洁卫生，标记/分装静脉注射用药物的通风橱/分装柜/合成柜等密封设备内应定期进行灭菌消毒。

3.尽可能利用配置对防护设施对放射性同位素进行屏蔽，不要直接接触放射性同位素，利用镊子、长柄钳等取用和分装放射性同位素，尽可能增加与放射性同位素之间的距离，减少工作人员外照射。

4.工作结束避免在放射性工作场所的不必要停留，放射性同位素不用时

核医学科岗位职责

一、科主任职责

1.在院长领导下，实行科主任负责制，全面负责科室的医疗、教学、科研及行政管理工作。

2.制定本科室工作计划，组织实施，经常督促检查，按期总结汇报。

3.领导和组织科内医务人员进行诊断、治疗工作，研究分析疑难病例，提高诊断水平，积极开展同位素新技术、新项目。

4.负责组织本科医务人员的业务学习和技术考核，提出升、调、奖、惩的意见。

5.组织领导本科有关人员进行仪器设备的安装、检修及保养工作，审签订购、报销。

6.督促检查本科有关人员执行放射性同位素操作规程，做好辐射安全防护工作，严防差错事故。

7.审定放射性同位素的订货计划，督促检查同位素的存放安全工作，组织本科医务人员轮流做好同位素开瓶、分装、送服、注射等工作。

8.组织并担任临床教学，安排进修、住培及实习人员的培训，定期组织核医学诊疗研讨会。

二、正、副主任医师职责

1.在科主任的领导下，负责本科医疗、教学、科研及技术培训等工作，并积极协助科主任做好本科行政管理工作。

2.参与并指导读片会，审签诊断报告，负责解决疑难重症的诊疗问题；

定期参与医疗岗点日常工作，解决本科室业务上复杂疑难问题，参加院内外会诊及病例讨论。

3.督促下级医师认真执行各项规章制度和技术操作规程，检查下级医师在各医疗岗点的诊疗质量。

4.负责介绍并率先引进，应用国内外先进经验和先进技术，提高影像诊疗质量。

5.主持科内各项教学任务，参加拟订教学大纲和培训计划，并负责实施。

6.协助科主任完成科内下级医师的继续教育及培训工作，定期对下级医师理论水平、业务能力、工作实绩做出评定。

7.积极开展科学研究，按期完成本身承担的科研项目，负责指导并带领下级医师开展科研工作。

8.仪表端庄、态度和蔼，不索要、接受患者红包、物品和其他有价证券，不索要、接受各种名义回扣和开单提成。

三、主治医师职责

1.在科主任领导下进行工作。

2.参加并指导本科室医师和技术人员，进行诊断、治疗和各种技术操作。

3.负责本科室危重患者的抢救工作，参与门诊、会诊及出诊。

4.检查并带头执行规章制度和技术操作规程，做好防护，严防差错事故。

5.参加并指导临床教学工作。

6.开展科研工作，学习国内外先进诊疗技术，开展新业务、新技术和科学研究，做好资料积累及时总结经验，撰写学术论文。

四、医师职责

1.在科主任领导和上级医师指导下进行工作。

2.参加各医疗岗位检查和诊疗工作,认真书写诊断报告,按时完成本职工作。遇有疑难问题,及时请示上级医师。

3.随同上级医师参加会诊,临床病例讨论和专业学术活动。

4.经科主任批准,承担一定的科研和教学任务;协助上级医师做好进修、实习医师的教学工作。

5.熟知科内各医疗岗点医疗设备的性能,并能独立使用,严格遵守技术操作规程,掌握各仪器技术操作及后台处理,做好防护工作,严防差错事故。

6.协助上级医师进行科研和技术革新,在上级医师指导下开展新项目,不断提高诊疗质量。

7.仪表端庄、态度和蔼,不索要、接受患者红包、物品和其他有价证券,不索要、接受各种名义回扣和开单提成。

五、护师(护士)职责

1.在科主任和主管护师的领导下,依法执业,维护患者合法权益。

2.按规定着装,工作态度严谨,认真、负责,主动热情接待患者。

3.严格执行各项规章制度、职业道德规范和技术操作规程,加强护理安全管理。

4.合理利用医疗资源,加强仪器、设备、药品等物品的管理,减少易耗材料的浪费。

5.保持诊室整洁,管理患者及陪检人员。

6.对护理安全(不良)事件进行分析、鉴定,并提出防范措施。

核医学科工作人员专业能力培训制度

第一条 制定目的

为规范核医学科放射工作人员培训管理，强化放射防护意识，提升专业操作技能和应急处置能力，明确培训标准、周期及考核要求，防范放射安全风险，保障工作人员自身健康、患者安全及公共环境安全，依据相关法律法规及行业规范，结合科室实际工作，制定本制度。

第二条 适用范围

本制度适用于核医学科所有从事放射相关工作人员。

第三条 管理要求

培训工作实行常态化管理，纳入科室日常工作重点，定期召开培训工作会议，总结培训情况，解决培训中存在的问题。建立健全培训档案，对每一位工作人员的培训时长、培训内容、考核成绩、复训情况进行详细记录，档案留存期限不少于工作人员在岗期间及离岗后5年，确保可追溯。培训经费纳入科室年度预算，保障培训教材、师资、场地、设备等相关需求，确保培训工作顺利开展。

第四条 专业能力培训

根据《湖南省核医学科建设与专业能力培训指南》，从事核医学专业临床工作的医技护工作人员(中级及以下)，须参加相应诊疗项目的培训。已在省内外三级甲等医院核医学科进修半年以上的工作人员，可凭进修证明只参加理论培训和考核。培训频次：非医学影像与放射治疗专业执业医师按要求培训2年。医学影像与放射治疗专业执业医师培训6个月，技师培

辐射工作人员剂量监测制度

一、组织管理

(一) 医院辐射安全与防护委员会指定辐射安全监督员一名负责全院个人剂量监测工作。

(二) 科室辐射安全监督员负责科室个人剂量监测工作。

(三) 医院个人剂量检测由具有资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

二、接受监测的放射工作人员范围

(一) 使用放射性同位素、射线装置工作人员。

(二) 从事放射职业活动中受到电离辐射照射的工作人员。

(三) 参与放射职业活动中的受训医师。

(四) 放射诊疗服务科室保洁人员，导医等员工。

三、个人剂量评价一般原则

(一) 年受照剂量小于 5mSv 时，只需记录个人监测的剂量结果。

(二) 年受照剂量达到并超过 5mSv 时，除应记录个人监测结果外，还应进一步进行调查。

(三) 每季度个人剂量有效剂量超过 1.25mSv 时应及时查明原因，同时建议及时观察血常规检查结果，特别是白细胞计数是否在正常范围。

(四) 年受照剂量大于年限值 20mSv 时，除应记录个人监测结果外，估算人员的有效剂量，以进行安全评价，并查明原因，改进防护措施。

四、个人剂量计佩戴要求

(一) 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前。

(二) 对于工作中穿带铅围裙的场所（如放射科、介入治疗中心、核

医学科等），通常应佩戴在围裙里面左胸前。

五、职业照射剂量限值

本制度的剂量限值适用于放射工作人员的诊疗实践所引起的照射，不适用于医疗照射，也不适用于无任何主要责任方负责的天然源的照射。

（一）任何一年中的有效剂量不得超过 50mSv。

（二）连续五年的年平均有效剂量不得超过 20mSv。

（三）剂量平均期延长到 10 个连续年，任何工作人员所接受的年平均有效剂量不应超过 20mSv。

六、个人剂量计管理

（一）放射工作人员的个人剂量计由个人保管，所在科室建立个人剂量计领取、佩戴、收回记录资料。

（二）个人剂量计丢失、损毁，及时向医务科申请，统一配置。

（三）个人剂量计更换周期为不超过 90 天 1 次。

七、检测质量控制

（一）医院组织对接受外照射人员进行正确使用个人剂量计等知识的宣传教育。

（二）严格遵守剂量计发放、佩戴、回收和保存等环节的操作规程。

（三）个人剂量计在非工作期间应避免收到任何人工辐射的照射。

（四）因个人剂量计保管不善或其他非工作因素导致监测结果异常增高时，工作人员本人须及时向医院说明具体原因。

八、个人剂量记录、分析及上报

（一）一般要求

1、记录应有利于操作管理，有利于放射卫生防护主管部门监管，有利于放射防护和医学监护使用，有利于工作人员查询。

2、记录应包括监测计划、个人监测结果等内容。

辐射工作人员职业健康管理制度

一、放射人员从业条件

(一) 年满 18 周岁。

(二) 遵守放射防护法规和规章制度，接受职业健康监护和个人剂量监测管理。

(三) 具备《放射工作人员证》。

(四) 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。

(五) 医院建立培训档案。

二、个人剂量监测管理

见《辐射工作人员剂量监测制度》。

三、职业健康管理

(一) 放射工作人员上岗前，应当进行职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。

(二) 医院组织上岗后的放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两年。

(三) 放射工作人员参加由省级卫生行政部门指定的单位承担的放射防护及有关法律知识培训，培训单位会同医院共同制订培训计划，并按照培训计划实施和考核。两隔不应超过两年，培训时间不少于 1 天。

(四) 对参加应急处理或者收到事故照射的放射工作人员，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。

(五) 收到职业健康检查报告的 7 日内，如实告知放射工作人员。对职业健康检查中发现不宜继续从事放射工作的人员，应当及时调离放射岗位，并妥善安置；对需要复检查和医学随访观察的放射工作人员，应当及

附件 6：辐射事故应急预案

龙山县人民医院辐射事故应急预案

为加强我院辐射安全管理，有效预防和规范各类辐射事故的应急处置工作，提高应对辐射事故的能力，减轻事故造成的危害，保护公众和工作人员的安全，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 449 号令）、《核事故与辐射事故应急响应方案》、《突发公共卫生事件应急条例》等文件精神，制定本方案。

一、本预案适应范围凡单位内发生的人员超剂量照射所致辐射事故均适用本应急预案

二、辐射事故的预防辐射事故多数是人为因素造成的责任事故，严格放射防护管理；做好预防工作，是防止辐射事故发生的关键环节。

（一）健全放射防护管理体制和规章制度，放射装置的使用和保管落实到人，纪律要严肃，奖惩要分明。

（二）组织放射防护知识培训，不准无证上岗，严格操作规程。

（三）定期检查放射防护设施，发现问题，及时检修。

三、组织机构及职能

1、放射性事故应急处理领导小组

组长：彭涌

副组长：曾庆平

成员：贾建平、鲁成轶、田琳、毛辉、张明生

2、应急处理领导小组职责

（1）组织制定医院放射事故应急处理预案；

（2）负责组织协调放射事故应急处理工作。

3、放射事故应急办公室设在医务部，工作职责：

（1）按照放射事故应急处理预案要求，落实应急处理的日常工作；

（2）组织放射事故应急人员的培训；

（3）负责与卫生行政主管部门、环保、公安等相关部门的联络、报告应急处理工作；

（4）负责放射事故应急处理期间的后勤保障工作；

（5）完成放射性事故应急处理领导小组交办的其他工作。

附件 7：关于剂量管理目标值的确定文件

附件 8：核医学科非密封放射性物质工作量计划

附件 9：监督整改佐证材料
辐射安全与防护考核
DSA 自主检测

龙山县人民医院射线装置辐射测量表

装置名称	所在场所	辐射剂量
X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	第二住院楼一楼 CT 检查室	0.08mSv
X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	门诊楼三楼放射科 CT 检查室	0.12mSv
数字医用诊断 X 射线透视摄影系统 (胃肠机)	门诊楼三楼放射科数字胃肠室	0.09mSv
口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备 (口腔 CT)	门诊楼五楼牙片室	0.07mSv
乳腺 X 射线摄影设备 (乳腺机)	门诊楼六楼体检中心 DR 检查室	0.07mSv
移动式数字摄影 X 射线系统 (移动 DR)	门诊楼一楼急诊放射科 DR 检查室	0.06mSv
数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)	门诊楼一楼急诊放射科 DR 检查室	0.05mSv
数字化医用 X 射线摄影系统 (富士)	门诊楼三楼影像中心 DR 检查室	0.07mSv
医用血管造影 X 射线机 (DSA)	门诊楼三楼介入手术室	0.09mSv
X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	门诊楼一楼急诊放射科 CT 检查室	0.08mSv

时间：2025.9.10

龙山县人民医院射线装置辐射测量表

装置名称	所在场所	辐射剂量
X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	第二住院楼一楼 CT 检查室	0.07mSv
X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	门诊楼三楼放射科 CT 检查室	0.07mSv
数字医用诊断 X 射线透视摄影系统 (胃肠机)	门诊楼三楼放射科数字胃肠室	0.08mSv
口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备 (口腔 CT)	门诊楼五楼牙片室	0.07mSv
乳腺 X 射线摄影设备 (乳腺机)	门诊楼六楼体检中心 DR 检查室	0.06mSv
移动式数字摄影 X 射线系统 (移动 DR)	门诊楼一楼急诊放射科 DR 检查室	0.07mSv
数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)	门诊楼一楼急诊放射科 DR 检查室	0.06mSv
数字化医用 X 射线摄影系统 (富士)	门诊楼三楼影像中心 DR 检查室	0.06mSv
医用血管造影 X 射线机 (DSA)	门诊楼三楼介入手术室	0.09mSv
X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	门诊楼一楼急诊放射科 CT 检查室	0.08mSv

时间：2025.11.2

移动式数字摄影 X 射线系统检测报告

十二、移动 DR (样品编号: 25FWJC0903X-12)

1、射线装置信息

设备名称	移动式数字摄影 X 线系统	所在场所	/
设备型号	Mux-200D	生产厂家	北京岛津医疗器械有限公司
设备编号	62E531	生产日期	2020 年 12 月 15 日
最大管电压	133 kV	最大管电流	400mA

2、设备质量控制检测结果—通用检测项目

序号	检测指标	检测结果	判定标准	单项结论	
1	管电压 指示的偏差	60 kV	-0.7 kV	±5.0%或±5.0kV 内, 以较大者控制	合格
		80 kV	-0.5 kV		
2	辐射输出量重复性	0.6%	≤10.0%	合格	
3	有用线束半值层 (80kV)	3.7 mmAl	≥2.3 mmAl	合格	
4	AEC 重复性	/	≤10.0%	/	
5	AEC 响应	/	±20.0%内	/	
6	AEC 电离室之间一致性	/	±15.0%内	/	
7	有用线束垂直度偏差	<1.5°	≤3.0°	合格	
8	光野与照射野 a ₁ 边的偏差	0.0 cm	±1.0 cm 内	合格	
	光野与照射野 a ₂ 边的偏差	0.1 cm		合格	
	光野与照射野 b ₁ 边的偏差	0.4 cm		合格	
	光野与照射野 b ₂ 边的偏差	-0.3 cm		合格	

注: 该设备无 AEC 功能, 故未检测 AEC 重复性、AEC 响应和 AEC 电离室之间的一致性。

附件 10：环评批复
湘环评辐表（2017）21 号

州环评（龙山）（2024）2 号

州环评（龙山）（2016）18 号