

简阳市人民医院

新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目竣工环境保护验收监测报告表

中辐环验字[2023]第 RM0043 号

建设单位： 简阳市人民医院

编制单位： 成都中辐环境监测测控技术有限公司

二零二三年四月

建设单位法人代表： （签字）

编制单位法人代表： （签字）

项目 负责人：

填 表 人：

建设单位：简阳市人民医院（盖章）

电话：15196596453

邮箱：3088005300@qq.com

邮编：641400

地址：四川省成都市简阳市医院路 180 号

编制单位：成都中辐环境监测测控技术有限公司（盖章）

电话：028-85539370

传真：028-85539370

邮编：610000

地址：成都高新区九兴大道 6 号 B 幢 1 层 102 号、3 层 303 号（自编号）

目 录

表一	工程总体情况	1
表二	工程建设内容、原辅材料消耗及水平衡、主要工艺流程及产物环节	4
表三	主要污染源、污染物处理和排放	13
表四	建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	33
表五	验收监测质量保证及质量控制	39
表六	验收监测内容及环保措施落实情况调查等	44
表七	验收监测期间生产工况记录及监测结果	57
表八	验收监测结论	64

附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 简阳市人民医院总平面图

附图 3-1 简阳市人民医院门急诊医技大楼负一层改造前平面布局图

附图 3-2 简阳市人民医院门急诊医技大楼负一层改造后核医学科平面布局图

附图 3-3 简阳市人民医院门急诊医技大楼一层平面布局图

附图 3-4 简阳市人民医院核医学科平面布局图

附图 4-1 项目“两区”划分图

附图 4-2 项目核医学科人流及物流路径示意图

附图 4-3 项目通排风管道布置示意图

附件

附件一 工程竣工环境保护验收监测委托书

附件二 四川省生态环境厅关于达州市中心医院拟搬迁核医学科项目环境影响报告表的批复

附件三 三同时表

附件四 监测报告

附件五 放射性废水总 β 监测报告

附件六 放射性核素转让协议

附件七 核医学科辐射工作人员个人剂量检测报告

附件八 核医学科辐射工作人员辐射安全培训证书

附件九 医疗废物处理合同

附件十 辐射安全许可证

附件十一 辐射安全管理制度

附件十二 验收监测单位资质文件

表一 工程总体情况

建设项目名称	简阳市人民医院 新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目		
建设单位名称	简阳市人民医院		
建设项目性质	新建		
建设地点	四川省成都市简阳市医院路 180 号医院门急诊医技大楼负一层		
设计生产能力	<p>项目拟在成都市简阳市医院路 180 号简阳市人民医院内实施，主要建设内容为：医院门急诊医技大楼负一层将原西药库等区域改建为非密封放射性物质工作场所，总占地面积约 750m²，主要由注射室、分装室(含废物间和储源室)、PET/CT 候诊 1 室和 PET/CT 候诊 2 室、锝药注射后候诊、PET/CT 机房、SPECT 机房、留观、抢救室以及配套建设的候诊大厅、卫生通过间、问诊室、医生办公室等功能用房构成。PET/CT 机房内新增使用 1 台 PET/CT，属于 III 类射线装置；使用 1 枚 ²²Na 放射源，属于 V 类放射源；本次新增的非密封放射性物质工作场所使用非密封放射性物质 ¹⁸F(日等效最大操作量 4.14×10⁶Bq) 开展 PET/CT 显像诊断，使用 ^{99m}Tc(日等效最大操作量 2.22×10⁷Bq) 用于 SPECT 显像诊断，总日等效最大操作量为 2.634×10⁷Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。</p>		
实际生产能力	<p>项目在成都市简阳市医院路 180 号简阳市人民医院内实施，主要建设内容为：医院门急诊医技大楼负一层将原西药库等区域改建为非密封放射性物质工作场所，总占地面积约 750m²，主要由注射室、分装室(含废物间和储源室)、PET/CT 候诊 1 室和 PET/CT 候诊 2 室、锝药注射后候诊、PET/CT 机房、SPECT 机房、留观、抢救室以及配套建设的候诊大厅、卫生通过间、问诊室、医生办公室等功能用房构成。PET/CT 机房内新增使用 1 台 PET/CT，属于 III 类射线装置；使用 1 枚 ²²Na 放射源，属于 V 类放射源；本次新增的非密封放射性物质工作场所使用非密封放射性物质 ¹⁸F(日等效最大操作量 4.14×10⁶Bq) 开展 PET/CT 显像诊断，使用 ^{99m}Tc(日等效最大操作量 2.22×10⁷Bq) 用于 SPECT 显像诊断，总日等效最大操作量为 2.634×10⁷Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。(川环审批〔2021〕21 号)</p>		
建设项目环评时间	2020 年 12 月	开工建设时间	2021 年 2 月
调试时间	2022 年 10 月	验收现场监测时间	2023 年 2 月
环评报告表审批部门	四川省生态环境厅	环评报告表编制单位	南京瑞森辐射技术有限公司

环保设施设计单位	智慧城设计院有限公司	环保设施施工单位	四川中惠大地建设工程有限公司		
投资总概算	2900 万元	环保投资总概算	500 万元	比例	17.2%
实际总概算	2960 万元	实际环保投资	520 万元	比例	17.6%
验收相关法律、规章和制度	<p>建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度：</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003；</p> <p>(3) 中华人民共和国国务院令第 682 号《建设项目环境保护管理条例》；</p> <p>(4) 中华人民共和国国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》；</p> <p>(5) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》环境保护部；</p> <p>(6) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》生态环境保护部；</p> <p>(7) 《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》(环发〔2006〕145 号)；</p> <p>(8) 《四川省辐射污染防治条例》(2016 年 6 月 1 日起实施)；</p> <p>(9) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函〔2016〕1400 号)。</p>				
验收监测标准、技术规范	<p>建设项目竣工环境保护验收标准及技术规范：</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(2) 《核医学科辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(4) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)；</p> <p>(5) 《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》(GBZ/T180-2006)；</p> <p>(6) 《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ120-2006)；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(8) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p>				

	<p>(9) 《表面污染测定第一部分：β 发射体(Eβmax>0.15MeV) 和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008)；</p> <p>(10) 《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)；</p> <p>(11) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)；</p> <p>建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定：</p> <p>(1) 南京瑞森辐射技术有限公司：简阳市人民医院《新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》；</p> <p>(2) 四川省生态环境厅《关于简阳市人民医院新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表的批复》(川环审批〔2021〕21 号)。</p>															
<p>验收监测评价标准、标准、级别、限值</p>	<p>验收监测评价标准：</p> <p>《核医学科辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)；</p> <p>标准限值：</p> <p>《核医学科辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中规定的辐射工作人员接受的年剂量不超过 20mSv，公众接受的年剂量不超过 1mSv；核医学科工作场所控制区和监督区 β 表面污染不超过 40Bq/cm² 和 4Bq/cm² 的要求。按本项目环评批复(川环审批〔2021〕21 号)要求，并结合本项目实际情况，验收监测评价标准如表 1-1 至表 1-2。</p> <p style="text-align: center;">表 1-1 本项目验收监测剂量率评价标准</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">照射类别</th> <th style="width: 33%;">基本限值标准</th> <th style="width: 33%;">剂量约束值/评价标准</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>职业照射</td> <td>20 mSv/a</td> <td>5 mSv/a</td> </tr> <tr> <td>公众照射</td> <td>1 mSv/a</td> <td>0.1 mSv/a</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表 1-2 本项目验收监测放射性表面污染控制水平评价标准</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">表面类型</th> <th style="width: 50%;">β 放射性物质/评价标准</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>控制区</td> <td>40 Bq/cm²</td> </tr> <tr> <td>监督区</td> <td>4 Bq/cm²</td> </tr> </tbody> </table>	照射类别	基本限值标准	剂量约束值/评价标准	职业照射	20 mSv/a	5 mSv/a	公众照射	1 mSv/a	0.1 mSv/a	表面类型	β 放射性物质/评价标准	控制区	40 Bq/cm ²	监督区	4 Bq/cm ²
照射类别	基本限值标准	剂量约束值/评价标准														
职业照射	20 mSv/a	5 mSv/a														
公众照射	1 mSv/a	0.1 mSv/a														
表面类型	β 放射性物质/评价标准															
控制区	40 Bq/cm ²															
监督区	4 Bq/cm ²															

表二 工程建设内容、主要技术参数、主要工艺流程及产污环节

工程建设内容

简阳市人民医院拟在成都市简阳市医院路 180 号简阳市人民医院门急诊医技大楼负一层将原西药库等区域改建为非密封放射性物质工作场所，总占地面积约 750m²，包括注射室（5.56m²、四面墙为 370mm 实心砖、顶棚为 120mm 混凝土+4mmPb 钡板、防护门为 8mm 铅当量、注射 ^{99m}Tc 药物的注射窗为 5mm 铅当量、注射 ¹⁸F 药物的注射窗为 40mm 铅当量）、分装室（含废物间和储源室、19.5m²、四面墙为 370mm 实心砖、顶棚为 120mm 混凝土+4mmPb 钡板、防护门为 8mm 铅当量、暂存 ^{99m}Tc 药物的通风橱为 5mm 铅当量、暂存 ¹⁸F 药物的通风橱为 40mm 铅当量）、PET/CT 候诊 1 室（7.0m²）和 PET/CT 候诊 2 室（10.0m²）（东南、西南、西北侧均为 370mm 实心砖墙、东北侧为 370mm 实心砖墙+4mmPb 钡板、顶棚为 120mm 混凝土+4mmPb 钡板、防护门为 8mm 铅当量）、钨药注射后候诊室（17.4m²、东南、西南、西北侧为 240mm 实心砖墙、东北侧为 370mm 实心砖墙、顶棚为 120mm 混凝土+2mmPb 钡板、防护门为 5mm 铅当量）、PET/CT 机房（48.1m²、四周墙体为 370mm 实心砖、顶棚为 120mm 混凝土+4mmPb、西南侧防护门为 10mm 铅当量、东北侧防护门为 8mm 铅当量、观察窗为 10mmPb）、SPECT 机房（37.0m²、四周墙体为 370mm 实心砖、顶棚为 120mm 混凝土+2mmPb、防护门为 5mm 铅当量、观察窗为 5mmPb）、留观及抢救室（14.7m²、东南、西南、西北侧为 370mm 实心砖墙、东北侧为 370mm 实心砖墙+4mmPb 钡板、120mm 厚混凝土+2mm 钡板、防护门为 8mm 铅当量）等，同时配套建设候诊大厅、卫生通过间、问诊室、医生办公室等辅助用房。PET/CT 机房内新增使用 1 台 PET/CT，属于 III 类射线装置；使用 1 枚 ²²Na 放射源，属于 V 类放射源。

本次新增的非密封放射性物质工作场所使用非密封放射性物质 ¹⁸F（年最大使用量 3.7×10^{12} Bq、日最大使用量 1.48×10^{10} Bq、日等效最大操作量 4.14×10^6 Bq）开展 PET/CT 显像诊断，使用 ^{99m}Tc（年最大使用量 5.55×10^{12} Bq、日最大使用量 2.22×10^{10} Bq、日等效最大操作量 2.22×10^7 Bq）用于 SPECT 显像诊断，总日等效最大操作量为 2.634×10^7 Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

本次核医学诊断工作场所将配套建设 1 套衰变池系统，不与医院原有衰变池共用，该衰变池拟建于场所西北侧，拟设计 3 个并联小池，每个小池为 7m³，总容积为 21m³。

项目主要内容及可能产生的环境问题见表 2-1。

表 2-1 项目组成及主要环境问题

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题			
			施工期	运营期	服务期满后	
拆除工程	西药房东南侧等墙体拆除，以及地面装饰的拆除。					
主体工程	放射源	PET/CT 校准将使用 1 枚 ²² Na 放射源（棒源，活度为 $1.48 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属于 V 类放射源）		扬尘 噪声 废水 建筑弃渣 生活污水 生活垃圾	报废的医疗射线装置去功能化后由厂家回收	
	核素	^{99m} Tc	日等效最大操作量 $2.22 \times 10^7 \text{Bq}$ ，年最大用量 $5.55 \times 10^{12} \text{Bq}$			X 射线 β 射线 γ 射线 放射性废水 放射性固废 臭氧
		¹⁸ F	日等效最大操作量 $4.14 \times 10^6 \text{Bq}$ ，年最大用量 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$			
		合计	日等效最大操作量 $2.634 \times 10^7 \text{Bq}$ （乙级）			
	射线装置	1 台 PET/CT（型号：Vereos PET/CT；最大管电压：140kV，最大管电流 665mA，其中 CT 属于 III 类射线装置）				
非密封放射性物质工作场所	场所设有 1 间 PET/CT 机房及配套控制室、分装室、注射室、废物间、储源室、卫生通过间、PET/CT 候诊室、锝药注射后候诊室、留观及抢救室、放射性废水处理间等配套用房。					
环保工程	1、衰变池位于门急诊医技大楼核医学科西北侧，设计 3 个并联小池（ $7\text{m}^3+7\text{m}^3+7\text{m}^3$ ），总容积为 21m^3 ； 2、新增收集放射性废物铅桶 2 个； 3、核医学科工作场所通风橱排风系统 1 套（含活性炭过滤装置），场所内通排风系统 1 套（含活性炭过滤装置）。			放射性废水、放射性固废、放射性废气	/	
公用工程	依托医院给排水系统、供电、通风等配套设施。			/	/	
办公生活设施	候诊大厅、示教室、问诊室、护士站、医生办公室和资料室等。			生活污水 生活垃圾	/	
对比项目环评及批复，本项目实际建设内容和规模与环评及批复中一致。						

主要技术参数：

本项目涉及医用射线装置技术参数及非密封放射性物质参数如下表 2-2。

表 2-2 本项目涉及主要技术参数表

医用射线装置技术参数							
设备名称	型号	类别	数量	额定电压/电流	使用场所	备注	
正电子发射及 X 射线计算机断层成像系统	Vereos PET/CT	III 类	1 台	140kV/665mA	核医学科	/	
非密封放射性物质参数							
核素名称	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	场所等级	工作场所名称	用途	
钨-99m	2.22×10^{10}	2.22×10^{10}	5.55×10^{12}	乙级	核医学科	显影诊断	
氟-18	1.48×10^{10}	4.14×10^{10}	3.7×10^{12}			显影诊断	
放射源技术参数							
核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数		类别	来源	用途	使用场所	贮存方式与地点
²² N	$1.48 \times 10^7 \times 1$		V	北京树诚科技发展有限公司	校准源	PET/CT	储源室内

本项目主要原辅材料及能耗情况见表2-3。

表2-3 主要能耗情况表

类别	名称	年最大消耗量	来源	用途
主要原辅材料	钨-99m	5.55×10^{12} Bq	成都欣科药业有限公司	核素显影诊断
	氟-18	3.7×10^{12} Bq	四川原子高通药业有限公司	核素显影诊断
能源	电 (度)	5000Kw•h/a	市政电网	/
水	生活用水	1000m ³ /a	市政管网	/

主要工艺流程及产物环节：

一、施工期

(一) 装修改造施工阶段

本项目施工期主要在简阳市人民医院门急诊医技大楼负一楼内部进行装修改造，涉及非密封放射性物质工作场所及其辅助用房的建设，设备安装、管线敷设、防护门及其他辐射安全防护设施的安装，不涉及土建施工，施工期主要的环境影响表现为噪声及固体废渣等。

1、噪声

项目噪声主要来源于材料搬运和切割、运输车辆、设备安装等。由于项目施工产生的噪声会对周围环境造成一定影响，为减少项目施工噪声对环境的影响，要求：

- ①加强施工队伍的管理，禁止高声喧哗，避免不必要的噪声发生；
- ②合理统筹施工进度和安排；

③禁止夜间施工，如需夜间施工应该办理夜间施工许可。由于本项目施工期较短，加强施工管理后，施工噪声对周围环境的影响可控制至最低程度，影响随着施工期的结束而结束。由于施工范围小，施工噪声对周围环境的影响较小。

2、固体废物

项目施工期产生的固体废弃物为建筑弃渣、装修垃圾以及工人生活垃圾。本项目装修垃圾分类收集，可利用部分回收处理，不可利用部分如建筑弃渣应按照规定路线并及时清运至政府指定的建筑垃圾填埋场；施工人员约 10 人，生活垃圾排放量按 $0.5\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$ 计算，则生活垃圾产生量约 $5\text{kg}/\text{d}$ ，此类垃圾应经过垃圾桶收集后，由环卫部门统一处理。

3、废水

(1) 施工废水

本项目主要采用实心砖墙、PVC 橡胶地板及铅板进行辐射防护，施工期产生的施工废水很少。施工期施工单位采用容器拌合水泥砂浆，防止渗漏，严禁乱排乱倒。只要采取上述措施后，可以有效减少废水对周边环境的影响。

(2) 生活废水

施工期人员按 10 人计，每人生活用水量为 $0.06\text{m}^3/\text{d}$ ，则施工期总生活用水量 $0.6\text{m}^3/\text{d}$ ，生活废水排放系数取 0.80，则生活废水排放量为 $0.48\text{m}^3/\text{d}$ ，本项目施工期不设施工营地，产生的生活污水依托医院既有设施处理。

(二) 设备安装调试阶段

本项目涉及的射线装置的安装调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和治疗室门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近；在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在机房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用射线装置；人员离开时运输设备的车辆和治疗室上锁并派人看守。

由于本项目涉及的射线装置的安装和调试均在机机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

(三) 项目施工期工艺流程图

施工期工艺流程及产污环节示意图如图 2-1。

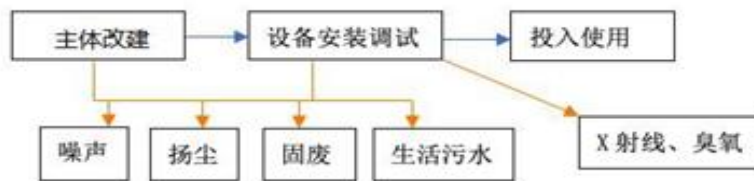


图 2-1 施工期工艺流程及产污环节示意图

二、营运期工艺分析

1、PET/CT 诊断项目

(1) 工作原理

核医学的体内诊断是将放射性核素及其标记物注射到人体内后，由于机体功能和代谢变化，因而可以通过放射性核素及其标记物在体内分布和代谢来反映人体内的病理或生理变化。放射性核素进入人体后，特定的放射性核素按照自身的规律发生衰变，在此过程中发射一定能量的 γ 射线，采用特殊的探测装置可以在人体外探测到体内放射性核素的分布，就能准确的观察到体内的病理或生理变化过程，为医学研究与临床诊断提供可靠信息。

PET 的成像技术是利用带正电子的放射性核素注入人体内产生的湮没辐射 γ 光子构成影像。正电子只能瞬态存在，很快与组织中的负电子结合湮没辐射产生两个能量相等、方向相反的 γ 光子。正电子放射性核素可构成人体各部位的任何影像，包括平面影像、动态影像、断层影像及全身影像。湮没辐射产生的 γ 光子互成 180° ，提供了很好的空间定位。正电子成

像一般不需要机械准直器而采用电子准直，大大提高了探测灵敏度，改善了空间分辨率。正电子断层显像主要用于心血管疾病、脑及神经疾病和肿瘤的诊断，对肿瘤的良、恶性鉴别诊断、分期、化疗和放疗后疗效观察及判断肿瘤病灶转移与复发均有重要价值。近年来，为获得清晰的成像，又发展了与 X 射线 CT 融合的 PET/CT、PET/MR 等设备。

PET/CT 是将 PET 与 CT 联合在一起，通过 PET 扫描和 CT 扫描重叠联合扫描，使两者的硬件和软件有机地结合在一起。这样就可以采用 CT 图像对 PET 功能图像进行解剖定位，同时又可以采用人体 X 射线衰变图的衰变系数对 γ 射线在人体内的衰减进行校正，它自身带有 1 部 CT 机，属于 III 类射线装置。

本项目核医学诊断场所使用放射性同位素 ^{18}F ，配合新增的 PET/CT 进行诊断治疗。当某种放射性核素或其标记物 (^{18}F) 通过注射等方式进入体内后，依其化学及生物学特性不同，随血流等进入某些特定的组织器官，参与或模仿某些生命物质在人体内的病理生理、引流代谢的过程。由于正常组织和病变组织在这个过程中的差异，使其聚集这种放射性核素或其标记物的能力发生了变化。利用 PET 来探测这种放射性核素发射的 γ 射线在体内的分布状态并还原成图像，其影像不仅可以显示脏器和病变的位置、形态、大小等解剖结构，更重要的是可以显示脏器的功能、代谢情况，提供有关脏器的血流、功能、代谢和引流等方面定性的和定量的信息。而血流、功能和代谢的异常，常是疾病的早期变化，出现在形态结构发生改变之前。因此，PET 放射性核素显像有助于疾病的早期诊断。

(2) 操作流程

PET/CT 诊断具体工作流程如下：

- ①接收患者，开具 PET/CT 诊断单并告知患者诊断过程存在辐射危害；
- ②医生根据病情确定使用核素的类别和剂量；
- ③病人通过注射将放射性药物摄入。在药品摄入过程中存在 γ 射线污染，同时会产生放射性废水、固废(注射器、棉球、药品盒)；
- ④病人注射药品后通过仪器进行器官显像和病情检查。此过程病人带有 γ 射线。

PET/CT 系统诊断工艺流程及产污位置图如图 2-2 所示。

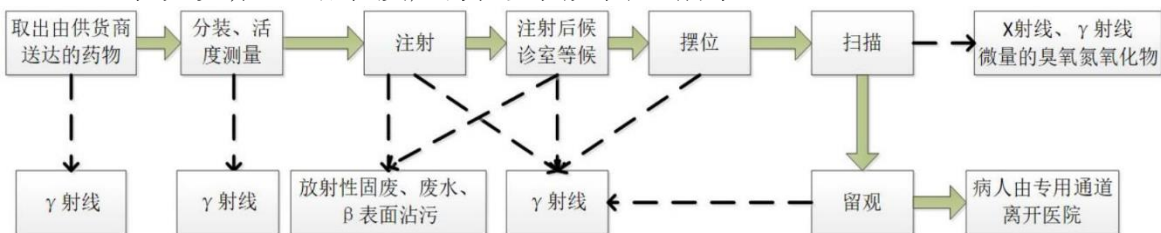


图 2-2 本项目核医学诊断流程及产污环节示意图

因此，用 ^{18}F 等核素标记 PET 显像主要环境影响为分装、注射对工作人员产生的外照射；分装、注射过程对工作台面、地面等造成的表面污染；操作过程产生的放射性固体废物，如使用放射性药物的注射器、注射针头、可能沾染放射性药物的试管、棉签、手套、口罩、污染擦拭或清洗物等放射性固体废物；操作过程产生的放射性废水，如洗涤废水、注射放射性药物患者的排泄物，PET/CT 扫描时产生的 X 射线。

2、SPECT 诊断项目

(1) SPECT 工作原理

SPECT 即单光子发射型显像 (Single Photon emission computed tomography, 简称 SPECT)。SPECT 显像，其原理是利用引入人体内的放射性核素发出的 γ 射线经碘化钠晶体产生闪光，闪烁光子再与光电倍增管的光阴极发生相互作用，产生光电效应。光电效应产生的光电子经光电倍增管，在荧光屏上形成闪烁影像。利用滤波反投影方法，借助计算机处理系统可以从一系列投影影像重建横向断层影像，由横向断层影像的三维信息再经影像重建组合获得矢状、冠状断层或任意斜位方向的断层影像。

SPECT 的基本结构分 3 部分，即旋转探头装置、电子线路、数据处理和图像重建的计算机系统。SPECT 除显示肿瘤病灶外，还可显示局部脏器功能的变化。

(2) 工作流程、产污环节及污染因子

简阳市人民医院本次新增的核医学科拟使用的放射性药物 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 购自有资质供货商，其操作流程如下：医院根据患者预约情况，确定当天所使用的药物剂量，向专业供应商订购，供应商根据医院预约的时间和用量定时（患者就诊前）将药物从抢救室再通过内廊送达核医学科的储源室内，医院指定专人负责药物的接收和登记，并当天用完。

SPECT 核素显像是将放射性核素及其标记物注射或通过口服进入到人体内。由于机体功能和代谢变化，因而可以通过放射性核素及其标记物在体内的分布和代谢来反映人体内的病理和生理变化。放射性药物进入人体后，特定的放射性药物按照自身的规律发生衰变，在此过程中可发射一定能量的 γ 射线，利用 SPECT 可以在人体外探测到体内放射性核素的分布，从而能准确的观察到体内的病理和生理变化过程，为临床诊断提供可靠信息。

患者在接到通知后先进行埋针操作再至注射室注射、服药窗口前注射药物。医护人员在铅通风橱内根据患者用药情况将药物分装至带铅套的注射器内或者容器内，测定活度，经校对无误后，在注射铅玻璃屏的屏蔽下为患者注射或者患者口服药物。注射完毕后的注射器及

患者服药后的一次性器皿放入专用废物铅桶内。每次分装过程中近距离接触 ^{99m}Tc 药物的时间保守按 2min、注射或口服过程按 1min 估算。

患者根据注入的 ^{99m}Tc 药物特性，在 SPECT 等候区内静坐或静躺片刻，待药物代谢至靶器官，再进入 SPECT 机房，经医护人员摆位后，接受 SPECT 的扫描，每次扫描约 10~20 分钟。扫描完成后，患者在留观及抢救室留观一段时间后，若无其他情况，从患者专用通道离开。SPECT 诊断项目工作流程及产污环节分析见图 2-3。

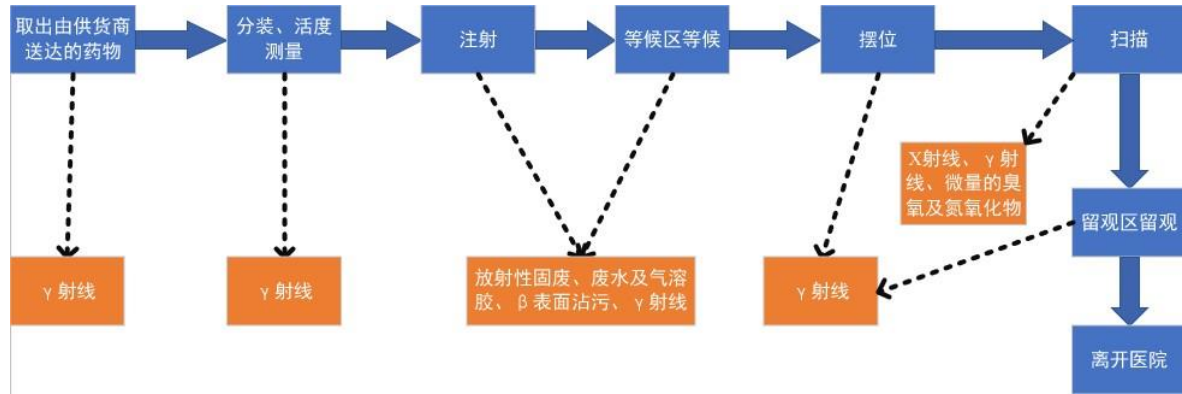


图 2-3 SPECT 诊断项目工作流程及产污环节分析示意图

因此，在 SPECT 核素显像检查过程中，主要环境影响为分装、给药对工作人员产生的外照射；分装、给药过程对工作台面、地面等造成的表面污染；操作过程产生的放射性固体废物，如使用放射性药物的注射器、注射针头、可能沾染放射性药物的试管、棉签、手套、口罩、污染擦拭或清洗物等放射性固体废物；操作过程产生的放射性废水，如洗涤废水、使用放射性药物患者的排泄物。

（三）项目人流和物流的路径规划

本项目非密封放射性物质工作场所位于门急诊医技大楼负一层，改造前为西药库等用房，其上方为阅片室及药房等，下方为土层。改造后的核医学东北侧为病人候诊区及扫描区域，西南侧为医生活动区域。结合本项目的工艺流程，本次新增的非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目人流、物流路径规划具体如下：

1、工作人员路径：

工作场所的护士由西南侧的卫生通过间通过防护门分装注射室，在储源室取出所需注射的放射性药物至分装注射室的通风橱内，在通风橱内完成分装活度测量等操作，最后在注射窗口给患者施药。该路径上卫生通过间内配置有表面污染监测设备，设置有感应式洗手池和淋浴设施，分装注射室内产生的固体废弃物暂存于废物桶内，随后转移至核医学科的废物间内。

2、患者路径：患者按预约日期首先到门诊医技大楼负一层护士站登记，登记后的患者通过东北侧带有门禁装置的防护门进入诊断区域，首先到达注射室，在注射室注射窗口注射相对应的放射性药物后，在注射后等候区休息等待，一般等待大约 20~30min，再进入 SPECT 机房或 PET/CT 机房进行显像检查，检查完毕后在留观及抢救室休息约 10min 后离开。该路径上，患者入口和患者出口处均设置为单向门禁，仅允许患者单向通行。该诊断区域内设有专用卫生间，患者在专用卫生间内如厕，不随意走动，诊断期间，各自根据叫号系统提示到相应的位置进行诊断检查。

3、工作场所拟使用的药物运送路径：本项目所使用的放射性药物会提前向有资质的供应商提前预定，供货单位会在病人就诊前将放射性药物通过核医学科西南侧的通道通过卫生通过间送至储源室暂存。本次新增的工作场所区域划分及病人、医护人员流动路线见图 2-3。新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目相关配套布局能够保证各项工作程序沿着相关房间单向开展，最大限度的减少了人员的流动性，有助于实施工作程序；医护人员与病患各自独立的通道，本次乙级非密封放射性物质工作场所布局满足《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）以及《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中关于临床核医学工作场所的要求。

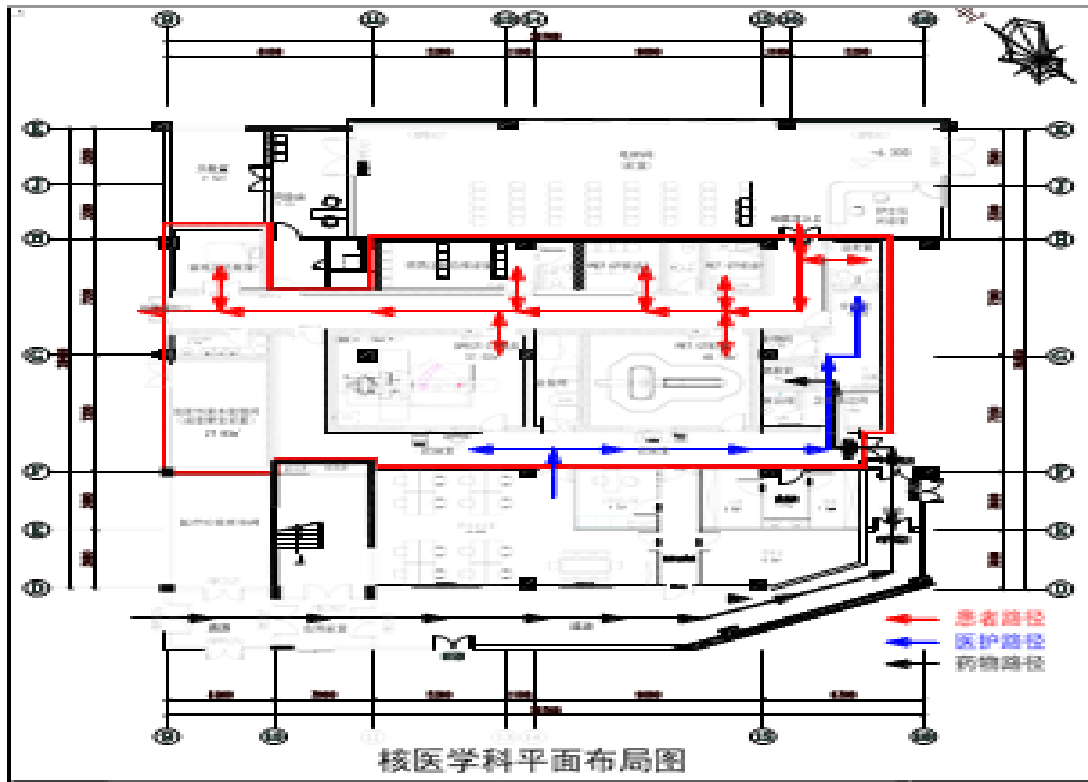


图 2-3 医护人员及病人流动路线图

表三 主要污染源、污染物处理和排放

<p>主要污染源</p> <p>一、建设施工期主要污染源项描述</p> <p>1、废水</p> <p>施工期少量废水主要来自以下几个方面： ①施工场地废水；②施工人员生活污水。</p> <p>2、扬尘</p> <p>施工期的大气污染物主要是地面扬尘污染，污染因子为 TSP，为无组织排放。施工产生的地面扬尘主要来自三个方面：一是墙体装修扬尘；二是来自建筑材料包括水泥、沙子等搬运扬尘；三是来自来往运输车辆引起的二次扬尘。</p> <p>3、固体废物</p> <p>施工期产生的固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾及废弃的各种建筑装饰材料建筑垃圾。</p> <p>4、噪声</p> <p>主要是使用施工机械和装修设备产生的噪声。</p> <p>二、运营期主要污染源项分析</p> <p>1、电离辐射</p> <p>PET/CT 扫描时产生的 X 射线、放射性药物在取药、分装、注射、注射后候诊、扫描等操作过程中产生的 γ 射线。以上射线会造成医务人员和公众的外照射。 ^{22}Na 校准源校准过程中释放 γ 射线，γ 射线对医护人员产生的外照射影响。</p> <p>2、β 放射性表面污染</p> <p>医生在对含有放射性同位 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 和 ^{18}F 的各种操作中，会引起工作台、工作服和手套等产生放射性沾污，造成小面积的 β 放射性表面污染。</p> <p>3、废气</p> <p>本项目使用的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$、^{18}F 在带有通风装置的通风橱内进行分装，产生少量的放射性气溶胶。</p>
--

在 CT 开机并曝光时，X 射线电离空气，会产生臭氧和氮氧化物。CT 曝光时间很短，臭氧和氮氧化物的产生量极少。

4、废水

体内含有放射性核素的病人排泄物；工作场所清洗废水等。

5、固体废物

放射性同位素操作过程中产生的如注射器、一次性手套、棉签、滤纸等带微量放射性同位素的医疗固体废弃物，污染途径为操作过程中及收集固废过程中和贮存衰变时对医务人员产生的外照射。退役或报废的 ^{22}Na 校准源放置于储源室内，退役或报废的密封源交还给北京树诚科技发展有限公司，详情见附件 6。

6、噪声

本项目噪声主要来源于空调系统的室外机以及屋面的通排风系统的风机，本项目所使用的通排风系统及室外机为低噪声节能排风机，噪声较小。

7、非放射性三废

本项目废气为电离辐射产生的 O_3 、 NO_x 等废气；本项目废水为工作人员产生少量的生活污水；本项目的固体废物，主要为工作人员产生的生活垃圾以及医疗废物；本项目噪声主要设备运行过程中产生的噪声以及排风系统风机产生的噪声。

8、射线装置的报废处置

根据《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。

污染物处理和排放

本项目在施工期可能产生的污染物主要为施工废水、扬尘、弃土、施工机械噪声、建筑垃圾以及施工人员产生的生活污水和生活垃圾，装修施工期间的污染物主要包括废气、废水、噪声及废弃的装修材料等。运行期间产生的非放射性污染物主要是臭氧、噪声、生活污水、生活垃圾和医疗固体废弃物；具体治理措施如下：

施工期：

(1) 施工设备的选择应考虑选择低噪音设备，并在施工中防止机械噪声的超标，合理安排施工时间；

(2) 施工中产生的废弃物（如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等）应妥善保管、及时回收处理；

(3) 建设施工中采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响；

(4) 在施工现场修建临时废水沉淀池，将施工废水的上清液循环使用或处理后达标排放，池内的泥浆定期挖出，送市镇规划的建筑废渣堆放场进行处理；

(5) 保持施工场地清洁卫生；

(6) 在符合建筑设计和辐射防护要求的前提下，装修施工应尽量节约材料，并优先采用环境友好型、资源节约型材料和涂料。

由此，只要工程施工期已做到以上基本要求，使其对环境的影响降至最小程度。施工期对环境的影响是短暂的，随着项目施工的结束，这些影响也随之消除。

运营期

一、工作区域布局管理

本项目运营期间主要污染途径为电离辐射造成的贯穿辐射外照射和非密封放射性药物引起的 β 表面污染，可能产生的主要污染物包括X射线、 γ 射线、 β 射线、电子束、感生放射性和臭氧、放射性废水、放射性废物。针对污染物，医院采取以下的辐射防护措施：

(一) 工作场所布局合理性

简阳市人民医院本次新增的核医学工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所，该场所位于门急诊医技大楼负一层。改建后的场所东南侧为过道及MRI，西南侧为核医学办公室，西北侧为医疗垃圾暂存间及120急救中心，东北侧为电梯间及候诊区。本次新增的工作场所包括以下主要房间：注射室、分装室、废物间、储源室、卫生通过间、PET/CT候诊室、钨药注射后候诊室、PET/CT机房、SPECT机房、设备间、留观及抢救室、控制室等。

本项目位于门急诊医技大楼负一层内，整个诊断工作场所相对独立建筑，与其他科室有明显的界限，新增的核医学诊断工作场所位于门急诊医技大楼负一层避开了医院的产科、儿科、食堂等部门，且新增的工作场所出入口避开了人流量较大的门诊大厅、收费处等人群稠密区域，避免了对公众不必要的照射。

本项目辐射工作场所根据工作要求且有利于辐射防护和环境保护进行布局，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人流活动区；在设计阶段，辐射工作场所进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性。

(二) 两区划分

1、分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

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

监督区：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。

2、控制区与监督区的划分

(1) 区域划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。医院拟将注射室、分装室、废物间、储源室、PET/CT 候诊室、锝药注射后候诊室、PET/CT 机房、SPECT 机房、留观及抢救室、淋浴间、放射性废水处理间和卫生通过间等划分为控制区，该区域涉及放射性同位素操作，是药物分装及带药病人的主要活动区域，设置有病人专用通道供带药病人行走，属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的控制区，进行了专门的屏蔽防护设计；其余房间如：控制室及医生办公室等属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义和监督区。控制区和监督区内病人及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，能够有效防止交叉污染，避免公众、工作人员受到不必要的外照射。

本项目控制区和监督区划分情况见表 3-1，并在图 3-1 上进行了标识。

表 3-1 项目“两区”划分一览表

工作场所	控制区	监督区
核医学科	注射室、分装室、废物间、PET/CT 候诊室、锝药注射候诊室、PET/CT 机房、SPECT 机房、留观及抢救室、淋浴间、放射性废水处理间和卫生通过间等	控制室和医生办公室等

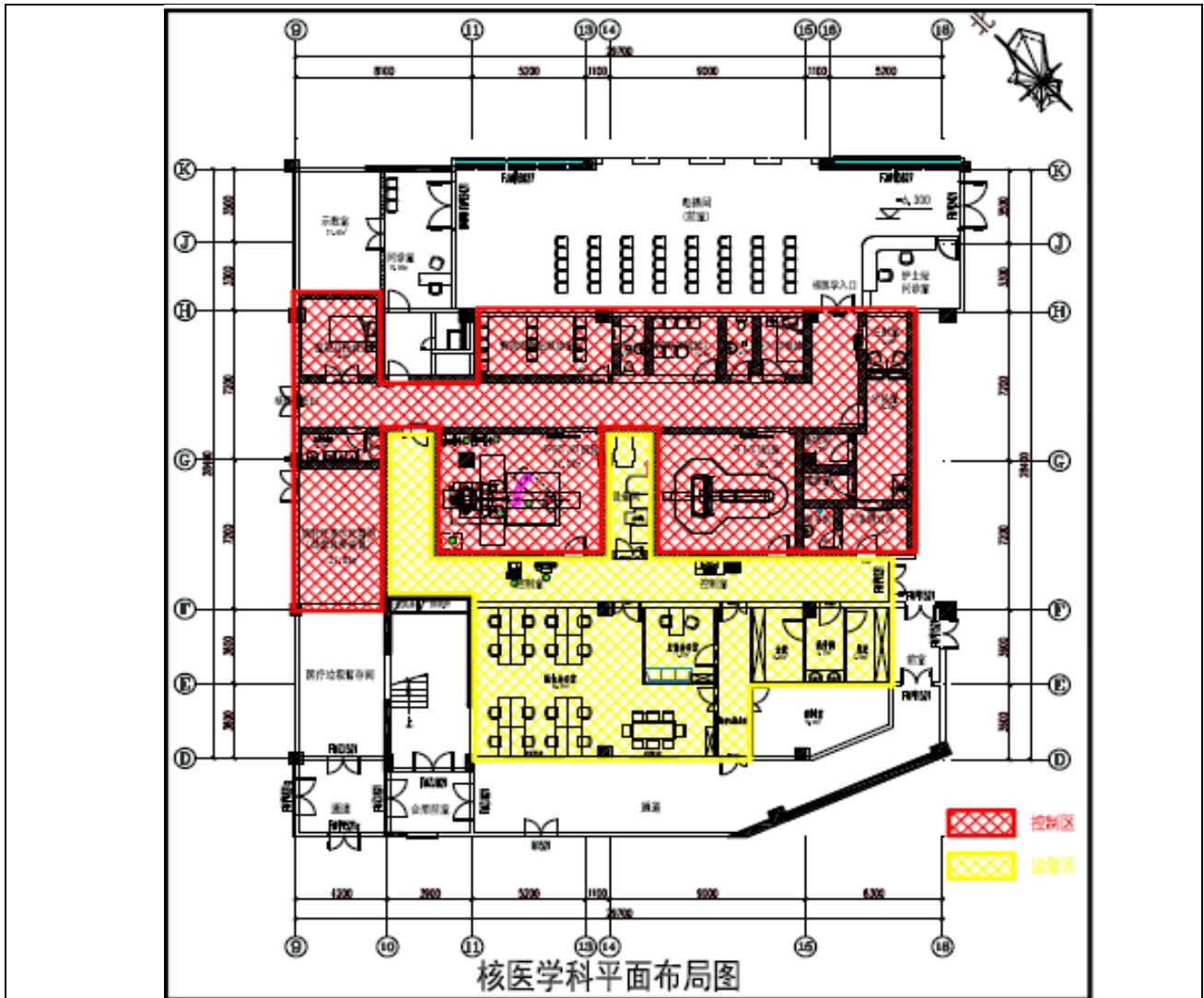


图 3-1 项目“两区”划分图

1) 控制区的防护手段与安全措施:

①控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志 (如图 3-2)。



a. 电离辐射标志



b. 当心电离辐射警告标志

图 3-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定辐射防护与安全管理措施, 包括适用于控制区的规则和程序;

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

④在淋浴/更衣室备有个人防护用品、工作服、污染监测仪和被污染防护衣具的贮存柜；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

2) 监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区的边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

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

(二)、辐射防护及防护措施

1、机房屏蔽措施

本项目新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目屏蔽设计见表 3-2。

表 3-2 核医学科防护屏蔽设计一览表

名称	屏蔽体	主要屏蔽材料及厚度
注射室	四面墙体	370mm 实心砖墙
	顶棚	120mm 厚混凝土+4mmPb 钡板
	防护门	防护门为8mmPb 铅防护门
	注射窗	5mmPb（ ^{99m} Tc 用）、40mmPb（ ¹⁸ F 用）
分装室 (含废物间、储源室)	四面墙体	370mm 实心砖墙
	顶棚	120mm 厚混凝土+4mmPb 钡板
	防护门	8mmPb 铅门
	通风橱	5mmPb（ ^{99m} Tc 用）、40mmPb（ ¹⁸ F 用）
PET/CT 候诊 1	四面墙体	东南、西南、西北侧为 370mm 实心砖墙；东北侧为 370mm 实心砖墙+4mmPb 钡板
	顶棚	120mm 厚混凝土+4mmPb 钡板
	防护门	8mmPb 铅门
PET/CT 候诊2	四面墙体	东南、西南、西北侧为 370mm 实心砖墙；东北侧为 370mm 实心砖墙+4mmPb 钡板
	顶棚	120mm 厚混凝土+4mmPb 钡板
	防护门	8mmPb 铅门
锝药注射后候诊室	四面墙体	东南、西南、西北侧为 240mm 实心砖墙；东北侧为 370mm 实心砖墙

	顶棚	120mm 厚混凝土+2mmPb 钡板
	防护门	5mmPb 铅门
PET/CT 机房	四面墙体	370mm 实心砖墙
	顶棚	120mm 厚混凝土+4mmPb 钡板
	防护门	西南侧10mmPb 铅门, 东北侧8mmPb 铅门
	观察窗	10mmPb 铅玻璃
	铅屏风	5mmPb
SPECT 机房	四面墙体	370mm 实心砖墙
	顶棚	120mm 厚混凝土+2mmPb 钡板
	防护门	5mmPb 铅门
	观察窗	5mmPb 铅玻璃
	铅屏风	1mmPb
留观及抢救室	四面墙体	东南、西南、西北侧为 370mm 实心砖墙; 东北侧为 370mm 实心砖墙+4mmPb 钡板
	顶棚	120mm 厚混凝土+2mmPb 钡板
	防护门	8mmPb 铅门
其他		核医学入口防护门为10mmPb
		核医学出口防护门为10mmPb
		通道顶部为120mm 厚混凝土+4mmPb 钡板
		废物间防护门为5mmPb
		储源室防护门为5mmPb
		工作人员走廊防护门8mmPb

注: 本项目拟使用的混凝土密度不低于2.35g/cm³, 铅板的密度不低于11.3g/cm³, 实心砖的密度不低于1.65 g/cm³。

2、新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目辐射安全措施

(1) 电离辐射警告标志

医院计划在核医学科控制区各房间防护门外设置明显的电离辐射警告标志, 警示人员注意安全。在 PET/CT 机房受检者防护门上方设置工作状态指示灯, 并与防护门联锁, 防护门关闭时指示灯为红色, 防护门打开时, 指示灯灭。

(2) 紧急止动装置及紧急开门按钮

在控制台上、治疗床上安装供紧急情况使用的强制终止照射的紧急止动按钮。一旦在检查过程中出现紧急情况, 工作人员按动紧急止动按钮即可令 PET/CT 和 SPECT 停止运行。在防护门入口处设置有紧急开门按钮, 一旦在检查过程中出现紧急情况, 工作人员按动紧急开门按钮即可打开防护门。

(3) 操作警示装置

PET/CT 和 SPECT 扫描时, 操纵台上的指示灯变亮, 警示装置发出警示声音。

(4) 视频监控和对讲装置

在工作场所范围内设置视频监控系统，便于观察受检者的情况、核医学科工作场所进出/口情况；PET/CT 机房和控制室之间，SPECT 机房和控制室之间拟安装对讲装置，便于工作人员通过对讲装置于机房内受检者联系。

(5) 门禁系统

在核医学科受检者各出入口处设置专用单向门禁系统，对受检者的出入进行控制。

(6) 注射后候诊室与留观室拟设置患者专用厕所，废水直接流向核医学科西北侧新建的衰变池系统内。

(7) 对控制区内带药病人的监督管理

医院应做好本项目控制区的监督管理工作，防止无关人员入内；加强对控制区内病人的监督管理，避免其给药后随意走动；同时应告知检查完成后病人离开路线，防止其对公众造成不必要照射。

(8) “两区”内安全防护措施规定

工作人员离开工作室前洗手和作表面污染监测，如其污染水平超过规定限值，采取去污措施。从控制区取出任何物件都应进行表面污染水平监测，以保证超过规定限值的物件不携出控制区。

(9) 放射源在线监管系统

本项目核医学涉及使用 1 枚 V 类 ^{22}Na 校准源，根据四川省相关法律规定，该放射源已安装监控系统，并能够随时监控管理。

(10) 储源室红外报警系统

本项目核医学科的储源室已设置双人双锁的保险柜，核医学科使用的放射性药物放置于铅罐中由供应单位派专人直接送至分装室通风橱中暂存，未用完的放射性药物及校准源放置在储源室双人双锁的保险柜内，日常期间由值班人员巡视检查，储源室出入口安装摄像头、红外报警系统。

3、放射性药物的存放安全措施

本项目所使用的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素药物从成都欣科医药有限公司购买、 ^{18}F 核素药物从四川原子高通药业有限公司购买，购买协议见附件 6；医院将通过向有相关资质的放射性核素供应单位购买。医院根据临床诊断所需药物的使用量，提前向放射性核素供应单位订购，供应单位在约定的时间负责将放射性药物运送至工作场所内，建设单位安排专人接收放射性核素，经确认无误完成相关交接手续。建设单位将自行对购买的放射性核素进行分装。建

设单位严禁无关人员进入工作场所所在区域，严禁辐射操作人员违规操作放射性核素。医院将在放射性核素交接结束后，开展进行放射诊断工作。

整个药液瓶被放置在铅罐内，能够满足当天病人的用药需求。建设单位根据所需的使用量，向有相关资质的放射性核素供应单位订购，并在放射性核素送达当天全部使用完，该工作场所正常情况下不会有放射性核素存放过夜。特殊情况下，由于病人未来就诊等原因，造成放射性核素未在当天使用完，少量放射性核素需在核医学科存放过夜时，医院将未使用的少量放射性核素在通风橱中存放。医院的工作场所外将设有视频监控系统和门禁系统，可以有效防止放射性核素的丢失隐患。

本项目 ^{18}F 放射药物外购时其自身带有屏蔽层，且转入医院前表面辐射剂量率水平满足《放射性物品安全运输规程》（GB11806-2019），货包表面任意一点的最高辐射水平为 $0.005\text{mSv/h} < H \leq 0.5\text{mSv/h}$ ，转入医院后 ^{18}F 放射性药物直接转入分装室的通风橱（ 40mmPb ）内，再进行分装操作，对于未使用完的放射性药物转入储源室的双人双锁保险柜中。注射室防护门拟设计为铅防护门，钥匙由专人负责保管；日常期间由值班人员巡视检查；出入口安装摄像头。建设单位必须配备专（兼）职人员负责放射性药物的管理并建立健全放射性物质的保管、领用、注销登记和定期检查制度。要求设置专门的台账（如交收账、库存帐、消耗账），加强对放射性药物的管理，严防丢失。放置放射性物质的容器，必须容易开启和关闭，容器外必须有明显的标签（注明：元素名称、理化状态、射线类型、活度水平、存放起止时间、存放负责人等）。

4、工作场所的气流组织

射线装置运行过程中，X 射线与空气作用会产生少量臭氧、氮氧化物等有害气体，机房拟设置动力排风装置，并保持良好的通风。

本项目使用的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 在带有通风装置的通风橱内进行分装，会产生少量放射性气溶胶。

本项目核医学科工作场所使用 1 台新风量为 $4000\text{m}^3/\text{h}$ 的风管机，排风机共 2 台，分别为风量为 $1770\text{m}^3/\text{h}$ 的柜式离心风机（用于连接通风橱）、风量为 $4140\text{m}^3/\text{h}$ 的柜式离心风机（用于连接各场所内房间），两台排风风机合计排风量为 $5910\text{m}^3/\text{h}$ ，保证了整个工作场所为负压工作场所。

5、表面污染控制措施

为保证非密封放射性物质工作场所的表面污染水平达到《电离辐射防护源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的标准，提出以下管理措施和要求：

- （1）放射性药物应当有良好的外包装，送入后要妥善储存及转移，防止意外撒漏；
- （2）操作放射性药物时，须在有负压的通风橱内进行，防止放射性物质撒漏；
- （3）放射性药物操作人员应当定期参加相关专业培训，具备相应的技能与防护知识，并配备有适当的防护用品；

（4）操作台、地面应当选用易于清污的材料或材质，并且每次操作完成后应当使用表面污染监测仪器对操作台、地面、个人防护用品等进行表面污染监测，并购买放射性表面去污用品和试剂进行去污，以满足《电离辐射防护源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的标准值。

6、人员防护措施

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者及本次评价范围内其他人员。

（1）辐射工作人员的防护在实际工作中，为了减少辐射工作人员所受到的照射剂量，普遍采用屏蔽防护、时间防护和距离防护。

屏蔽防护：将辐射源安置在专用、固定的工作场所内，通过场所的有效实体屏蔽辐射源产生的辐射危害；为核素操作人员配备铅防护手套、铅衣等个人防护用品，注射器配备注射防护套和注射器防护提盒。

时间防护：在满足工作质量的前提下，尽量减少工作时间，使照射时间最小化。

距离防护：在不影响工作质量的前提下，保持与辐射源尽可能大的距离，使距离最大化。

（2）其他人员防护屏蔽防护：辐射工作场所外围环境中的其他人员主要依托辐射场所墙体、顶棚、门、窗等实体进行屏蔽防护。

时间防护：设置明显的警示措施，提示其他人员尽可能减少在辐射工作场所周围的停留时间。

距离防护：设置必要的防护、隔离、警示措施，尽可能增大人员与辐射场所之间的防护距离。

7、操作过程中的防护措施

医生在进行放射性药品的分药操作时首先做好个人防护，包括穿铅衣，戴铅眼镜、铅手套、口罩、工作帽等，均具备 0.5mmPb 当量。分装时，手动将定量的药物移至注射器或

容器内，经测量核定药物活度后转移给病人注射或口服。分药时药品、铅罐均放置在垫有滤纸的瓷盘内进行，以防止放射性药液洒漏造成操作台污染。通风橱底部设有 10mmPb 废物铅桶，用于暂时收集放射性废物。

8、工作场所对注射或服药后病人防护措施

首先告知病人及家属辐射可能带来的危害性，病人要与陪护人员实行隔离，陪护人员不允许在等候区域内驻留，同时需要求病人在注射或口服后在等候内休息，禁止随意走动，呕吐物和排泄物要排入专用厕所，最终排入废水衰变池。

三、辐射安全防护设施对照分析

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号），将本项目的设施、措施进行对照分析，见表 3-3。

表 3-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	应具备条件	对应落实情况措施
工作场所设施	场所区分布局是否合理及有无相应措施/标识	区分合理
	墙体防护、观察窗、铅防护门	已建设
	场所外门电离辐射警示标志、通道标志	已配置
	独立的通风设施（流向）	已建设
	有负压和过滤的工作箱/通风柜（乙级以上场所）	已建设
	注射用屏蔽设施	已建设
	易去污的工作台面和防污染覆盖材料	已建设
	移动放射性液体时容器不易破裂或有不易破裂套	已配置
	病人专用卫生间	已建设
	放射性同位素暂存库或设施	已建设
	放射性固废收集容器和放射性标识	已配置
	安全保卫设施（贮存场所必须）	已配置
	操作位屏蔽防护措施	已配置
	放射性废液暂存设施	已建设
警示装置	工作状态指示灯	已配置
	场所门外电离辐射警示及禁止串门的标志	已配置
紧急设施	门机联锁、门灯联锁装置	已安装
	室内安装紧急止动装置	已安装
监测设备	便携式辐射监测仪（污染、辐射水平等）	已配置
	个人剂量计	已配置
	个人剂量报警仪	已配置

	放射性活度计	已配置
	便携式 X-γ 辐射监测仪	已配置
	β 表面沾污仪	已配置
	放射源监控系统	已安装
放射性废物和废液	放射性下水系统（衰变池）及标识	已配置
	放射性固体废物暂存间（设备）	已建设
	废物暂存间屏蔽措施	已配置
	废物暂存间通风系统	已配置
防护器材	门禁、监控系统	已配置
	个人防护用品	已配置
	放射性表面去污用品和试剂	已配置

四、三废的治理

本项目运行期产生的主要放射性三废为工作场所使用非密封性同位素过程中产生的含放射性固废、放射性废水和放射性废气，核医学诊断工作场所拟采取以下“三废”防治措施。

（一）放射性废气

本项目工作场所排风管道分为2支，其中1支单独连接分装注射室内设置的通风橱，放射性药物的各项操作均在通风橱内进行，通风橱由专业厂商提供，根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中“合成和操作放射性药物所用的通风橱，工作中应有足够风速（一般风速不小于 0.5m/s）”要求，医院购买的通风橱排风口处风速 不得低于 0.5m/s；第 2 支管连接各等候区、注射室、SPECT 机房、PET/CT 机房等。场所内的送风系统送风量为 4000m³/h，排风系统排风量为 5910m³/h，保证了非密封放射性物质工作为负压工作场所，通风管道布置如图 3-3 所示。

工作场所产生的废气经由 2 根排风管道排至门急诊医技大楼（高约 57m）楼顶，在核医学科工作场所负一层排风管道末端均配置高效排风过滤器+活性炭吸附装置二级处理设施（两根排风管各一套）。

工作场所各排风管道必须密封良好，不与门急诊医技大楼其他排风管道相通，过滤器及活性炭需定期更换（1~2 次/年），更换后的活性炭经贮存衰变 10 个半衰期后作为一般医疗废物处置。

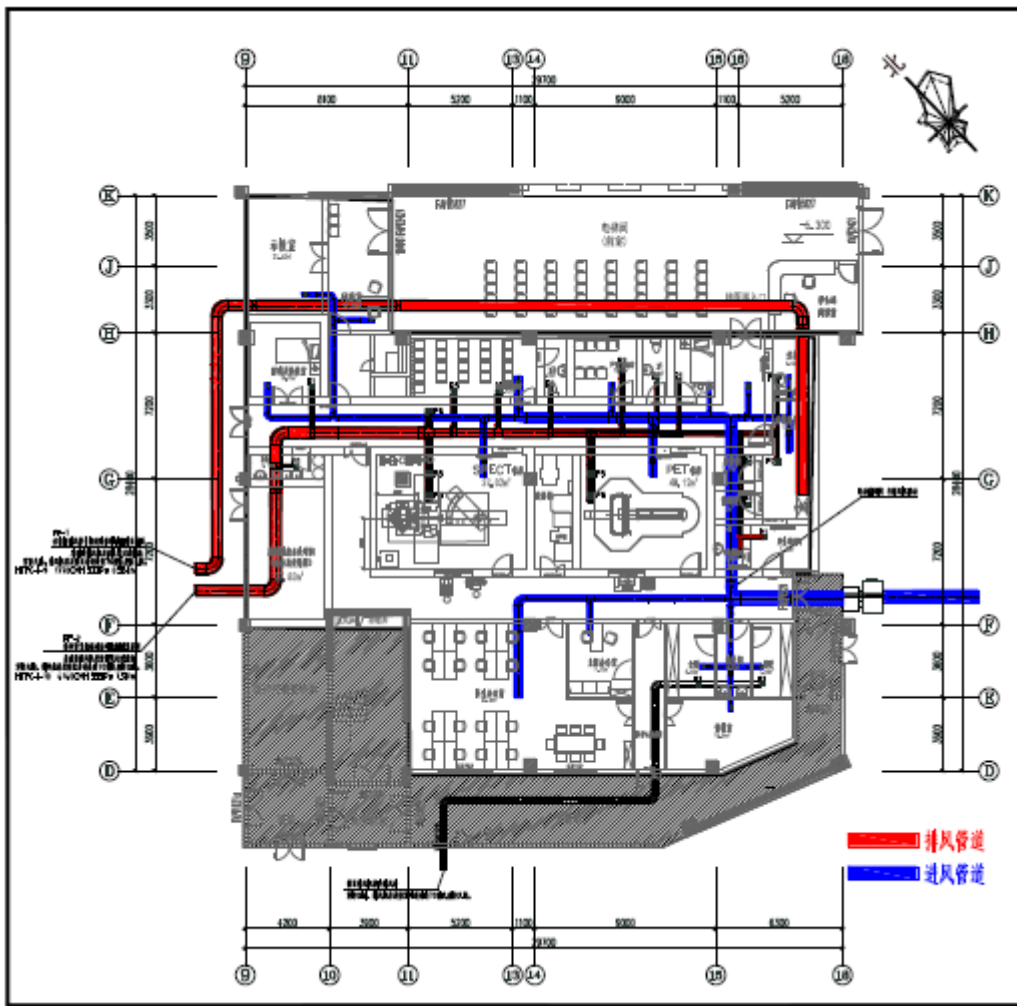


图 3-3 通排风管道布置示意图

（二）放射性废水

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

工作场所产生的放射性废水通过预埋好的管道排至医技楼北侧本次新建的衰变池系统内，放射性废水先排至沉淀池再通过污水提升泵排至放射性废水衰变系统（见图 3-4），待放射性废水达到清洁解控水平后通过管道排至医院污水处理站处理达标后排入市政管网。

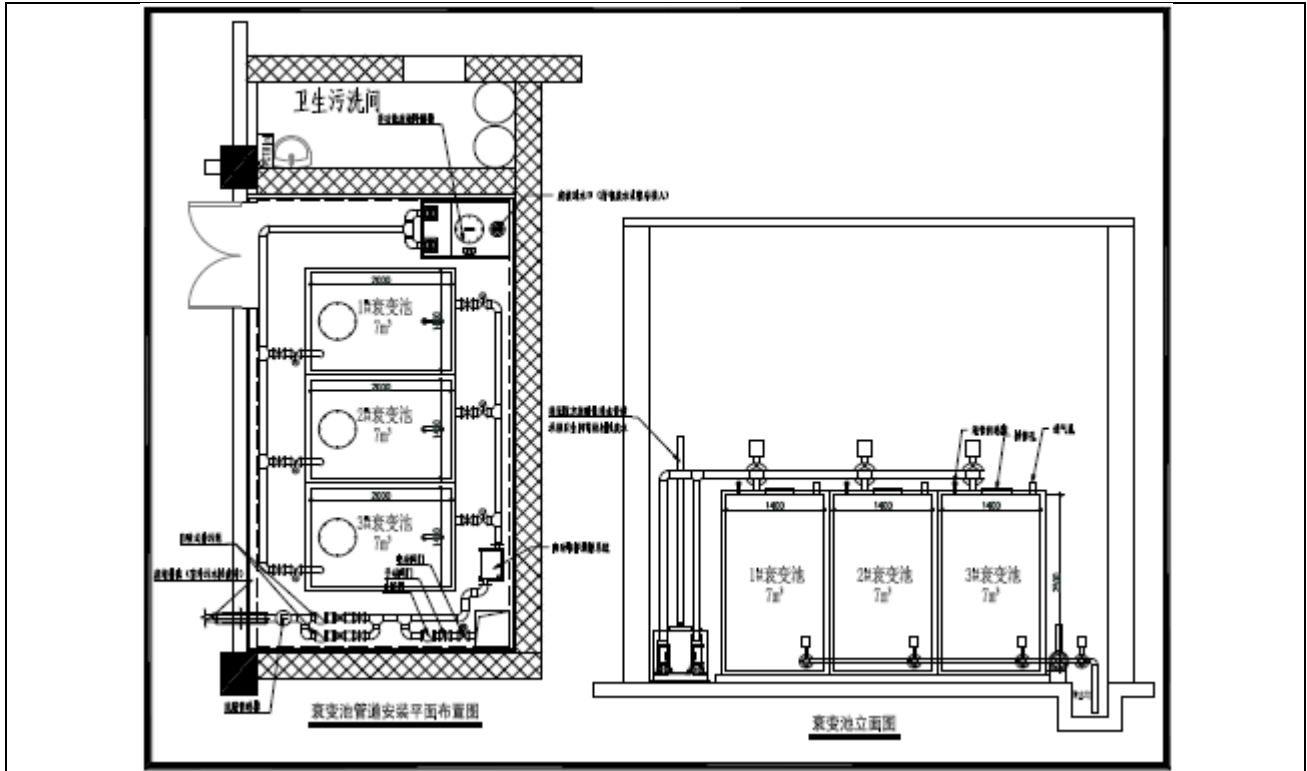


图 3-4 本项目使用的放射性废水衰变池系统

本项目新设置的放射性废水衰变系统通过专门管路收集放射性废水，采用间歇式衰变的处理方式设计。放射性废水衰变系统利用一台人机界面全面监控放射性废水的水量及阀门状态等信息，可掌控放射性废水的流向，避免出现放射性废水的意外排放以及不可追溯的事故。

1、处理措施

本项目工作场所放射性废水将排入建于场所西北新建的放射性废水处理间内，该衰变池系统共设 3 个相同体积的放射性废水衰变槽体，每个有效容积为 7m³，放射性废水衰变系统采用并联排放运行。

2、衰变池的运行原理

本项目本次新建的衰变池由一个沉淀池加三个容积均为 7m³ 的小池组成，核医学科产生的放射性废水先进入沉淀池进行初级沉淀后排入第一个衰变池中，待第一个衰变池的废水装满后关闭第一个衰变池的进水阀门，打开第二个衰变池的进水阀门，核医学的废水通过沉淀池会排入第二衰变池内，此时第一个衰变池不外排放射性废水，待第二个衰变池的废水装满后，关闭第二个衰变池的进水阀门，打开第三个衰变池的进水阀门，此时核医学科产生的放射性废水均进入第三个衰变池内，待第三个衰变池即将装满放射性废水时，此时打开第一个衰变池的排水阀门，将放射性废水排至医院污水处理站。三个衰变池以此往

复运行。

工作场所放射性废水主要来源是工作台面、地面去污时产生的放射性废水，工作人员操作过程中手部受到微量污染的清洁废水，患者冲洗排便废水。

本项目放射性废水由单独的排水系统排放至衰变池，需停留 19.7 个半衰期进行衰变，经监测达标（总 β 排放标准 10Bq/L）后通过抽水泵将废水排入医院污水管网最后通过医院污水处理站处理后达标排入市政污水管网。

根据医院制定的衰变池排水计划，待最后一个衰变池装满时，才排放第一个衰变池的废水。项目计划日产生放射性废水约 0.6m^3 ，两个衰变池的容积为 14m^3 ，即装满两个池子需要约 23.3d，且该场所仅使用两种放射性核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 和 ^{18}F ，取半衰期较长的核素进行估算（ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的半衰期为 6.02h），则两个池子装满时已经经过了 23d（92 个半衰期）远大于 4.94d（19.7 个半衰期），满足环评管理要求。

由于医院接收的病人相对较少，本项目实际日产生放射性废水约 0.4m^3 ，两个衰变池的容积为 14m^3 ，即装满两个池子需要约 35d，故本项目衰变池的容积可满足《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中规定废水处理的要求。

医院规定：

（1）规定患者诊疗期间使用专用厕所，不得使用其他厕所。

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

（三）放射性固废

本项目产生的放射性废物主要为：工作人员操作过程产生的一次性卫生用品、垫料、更换下的废高效过滤器滤芯及废活性炭等。工作场所拟将上述放射性固体废物采用专用塑料包装袋专门收集，包装袋要标明收贮时间、种类及数量等内容，按序封闭暂存于放射性衰变桶（10mm 铅当量）内，最后转移至废物间内，让放射性物质自行衰变，经检测符合排放标准后，按照医疗废物交由有资质单位进行处置。

医院应做到：

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

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

③放射性废物的收集、暂存和处置应满足《放射性废物安全管理条例》(国务院令第 612 号)的相关规定。

此外 PET/CT 涉及的密封型校准源置于铅罐中,暂存于储源库,定期由供源厂家回收。

(1)放射性废物应收集在具有防护外层和电离辐射标志的固体废物桶中,固体废物桶应避开辐射工作人员和经常走动的地方,装满后的废物袋应密封,不破漏,并及时转至放射性废物储存室内,并放入专用容器中贮存;

(2)在放射性废物储存室出入口设电离辐射标志,存放废物的容器必须安全可靠;并在废物桶的显著位置处标有废物类型、核素种类、比活度范围和存放的日期等说明;

(3)放射性废物的收集、暂存和处置应满足《放射性废物安全管理条例》(国务院令第 612 号)的相关规定。

(四)非放射性污染防治措施

本项目运行期间产生的非放射性污染物主要是噪声、生活污水、生活垃圾。具体治理措施如下:

1、生活污水和生活垃圾处理措施

本项目工作人员工作中会产生少量的生活污水、生活垃圾和办公垃圾,候诊病人候诊过程中产生少量的生活污水和生活垃圾,依托医院已有的污水处理系统和生活垃圾收集系统进行处理。

2、废气处理措施

本项目使用的 III 类射线装置在工作状态时,会使空气电离产生少量的臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x),少量臭氧和氮氧化物可通过动力排风装置排出,臭氧 50 分钟后自动分解为氧气,这部分废气对周围环境影响较小。

3、噪声治理措施

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机,各机房所使用的通排风系统均为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机,其噪声值一般较小,考虑到噪声的远距离衰减作用,各排风系统使用的风机均采用橡胶垫进行减震,噪声进一步减小,对周围环境影响可以忽略。

4、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》,“射线装置在报废处置时,使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。本项目使用的 PET/CT 在进行报废处理时,将射

线装置高压射线管进行拆卸并去功能化，同时将射线装置主机的电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

五、环保设施的配备情况

为了保证本项目安全持续开展，根据相关要求，医院将投入一定资金建设必要的环保设施，配备相应的监测仪器和防护用品，本项目环保投资估算见表 3-4

表 3-4 本项目采取的安全与防护措施汇总表

项目	设施（措施）	数量	设计内容	符合情况
工作场所	核医学科防护墙体及顶部改造	-	已设计	符合
	铅防护门	18 套	已配备	符合
	防护铅窗	2 套	已配备	符合
	易去污的工作台面和防污染覆盖材料	1 套	已配备	符合
	注射防护套	2 套	已设计	符合
	给药窗口	2 套	已配备	符合
	通风橱	2 套	已配备	符合
	核素暂存保险柜、防盗门	1 套	已配备	符合
	病人专用卫生间	2 间	已配备	符合
	对讲和视频监控系统	1 套	已配备	符合
	通道门禁	2 套	已配备	符合
	铅罐	2 个	已配备	符合
警示装置 紧急设施	工作状态指示灯	2 个	已配备	符合
	场所门外电离辐射警示及禁止串门的标志	18 个	已配备	符合
	门机连锁、门灯连锁装置	2 套	已安装	符合
	室内安装紧急止动装置	2 套	已安装	符合
监测 设备	活度计	1 套	已配备	符合
	个人剂量计	利旧	已配备	符合
	个人剂量报警仪	5 个	已配备	符合
	β 表面污染监测仪	1 个	已配备	符合
	X-γ 辐射监测仪	1 个	已配备	符合
	放射源在线监管系统	1 套	已配备	符合

放射性固废、废液和废气	放射性废水衰变池	1 套	已配备	符合
	通风系统（含活性炭吸附装置）	1 套	已设计	符合
	铅桶、废物桶、废物袋	2 套	已配备	符合
	放射性表面去污用品和试剂	若干	已配备	符合
	防护手套、口罩等防护用品	若干	已配备	符合

采取的安全与防护措施现场照片

<p>防护门电离辐射警示标志及门灯联锁装置</p>	<p>注射室固定式剂量报警仪探头</p>	<p>放射性废物垃圾桶</p>
<p>铅屏蔽注射台窗口</p>	<p>放射性核素铅屏蔽分装室</p>	<p>核医学科应急预案流程图</p>

		
<p>便携式辐射剂量仪及表面沾污仪</p>	<p>固定式剂量报警仪显示屏</p>	<p>放射性药物注射台</p>
		
<p>废水监测取样</p>	<p>铅衣、铅帽</p>	<p>活性室带通风效果的通风橱</p>
		
<p>储源柜</p>	<p>放射源存放铅罐</p>	<p>储源室在线监管系统摄像头</p>



从表 3-4 可见，本次配备的设备、工作场所及其人员采取的辐射安全措施符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关文件的要求。

本项目在正常运行工况下，产生的电离辐射经辐射工作场所的屏蔽实体以及辅助防护设施、个人防护用品屏蔽后，致使职业人员和公众照射剂量满足 GB18871-2002 基本标准要求和本次验收标准要求，说明各辐射工作场所使用的屏蔽材料和防护厚度是满足屏蔽防护要求的。

综上所述，本项目产生的废物，均能实现达标排放或实现清洁处理，是符合环境保护要求的。

本项目产生的污染物及污染物处理及排放与环评及批复一致。

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定：

一、建设项目环境影响报告表主要结论：

(一) 结论

1、项目概况

项目名称：简阳市人民医院新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目

建设单位：简阳市人民医院

建设地点：四川省成都市简阳市医院路 180 号

建设性质：新建

项目建设内容与建设规模：

本项目位于四川省成都市简阳市医院路 180 号简阳市人民医院院区内门急诊医技大楼负一层，拟对该区域进行装修改造，建设 1 处乙级非密封放射性物质工作场所，将原有核医学的 1 套 SPECT 系统（使用放射性同位素 ^{99m}Tc ）搬迁至新的工作场所用于开展显像诊断，同时使用 1 台 PET/CT（使用放射性同位素 ^{18}F ）用于开展显像诊断项目，PET/CT 校准将使用 1 枚 ^{22}Na 放射源（棒源，活度为 $1.48 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属于 V 类放射源）。医院在本次核医学科工作场所西北侧新建 1 座总容积为 21m^3 的放射性废液处理系统（三级间歇式，每个池子为 7m^3 ）。

本项目涉及医用射线装置技术参数及非密封放射性物质参数如下表 4-1。

表 4-1 本项目涉及主要技术参数表

医用射线装置技术参数						
设备名称	型号	类别	数量	额定电压/电流	使用场所	备注
PET/CT	Vereos PET/CT	III 类	1 台	140kV/665mA	核医学科	/
非密封放射性物质参数						
核素名称	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	场所等级	工作场所名称	用途
锝-99m	2.22×10^{10}	2.22×10^{10}	5.55×10^{12}	乙级	核医学科	显影诊断
氟-18	1.48×10^{10}	4.14×10^{10}	3.7×10^{12}			显影诊断
放射源技术参数						
核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	来源	用途	使用场所	贮存方式与地点
^{22}N	$1.48 \times 10^7 \times 1$	V	北京树诚科技发展有限公司	校准源	PET/CT	储源室内

2、项目产业政策符合性

本项目系核技术应用项目在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，属于鼓励类中第三十七项“卫生健康”的第 5 条“医疗卫生服务设施建设”，是目前国家鼓励发展的新技术应用项目。本项目的运营可为简阳市及周边病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全市医疗卫生水平和建设小康设备的重要内容，本项目具有放射实践的正当性，符合现行的国家产业政策。

3、实践正当性

简阳市人民医院新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目的目的是为了对病人进行医学诊断。在采取了相应的辐射防护措施后，项目所致的辐射危害可得到有效控制，项目实施的利益大于代价，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的辐射防护“实践的正当性”原则。

4、项目选址及平面布局合理性

简阳市人民医院本次新增的核医学工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所，该场所位于门急诊医技大楼负一层内，整个诊断工作场所相对独立建筑，与其他科室有明显的界限，且位于负一层避开了人流量较大的门诊区，避免了对公众不必要的照射。

本项目辐射工作场所根据工作要求且有利于辐射防护和环境保护进行布局，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人流活动区；在设计阶段，辐射工作场所进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性。

简阳市人民医院用地性质为医疗用地，医院已完成门急诊医技大楼的环评并取得原四川省环境保护厅的批复，批复文号为：川环审批〔2012〕733 号，医院选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目仅为医院内部重新装修改建，不新增用地，且拟建的辐射工作场所所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射通过采取相应的治理措施后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

5、区域环境质量现状

根据监测结果，本项目拟建位置周围环境辐射剂量当量率监测值在（134~159）nSv/h 之间，周围 γ 辐射剂量当量率与空气吸收剂量率数值基本相当，转换因子取 1，则拟建址现场及周边环境的空气吸收剂量率为（134~159）nGy/h。根据《2019 年四川省生态环境状况公报》数据显示，全省 γ 辐射空气吸收剂量率（含宇宙射线贡献值）为（76.8~163）nGy/h，

由此可知，本项目拟建址区域周围辐射环境监测值与四川省天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

6、代价利益分析

简阳市人民医院新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目符合区域医疗服务需要，能有效提高区域医疗服务水平，核技术在医学上的应用有利于提高疾病的诊断正确率和治疗效果，能有效减少患者疼痛和对患者损伤，总体上大大节省了医疗费用，争取了宝贵的治疗时间，该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

为保护该项目周边其他科室工作人员和公众，对新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目加强了防护，从剂量预测结果可知，项目致工作人员所受附加剂量小于 5mSv、公众年所受附加剂量小于 0.10mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”及本项目管理约束值的要求。因此，从代价利益分析看，该项目是正当可行的。

7、环境影响分析结论

(1) 施工期环境影响分析

本项目施工工程量比较小，施工时间较短，故施工期的环境影响是短暂的，施工结束后影响即可消除，对周围环境影响较小。

(2) 营运期正常工况下辐射环境影响

①、辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员年剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871 - 2002)的辐射剂量限值要求，同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求（职业照射 5mSv/a、公众照射 0.1mSv/a）。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

②、水环境影响分析

本项目核医学科工作人员操作过程手部受到微量污染或清扫工作台面、地坪的清洁工具清洗时可能会有带有微量放射性的废水以及患者冲洗排便用水。通过独立的废水管道收集来自核医学科工作场所的放射性废水，进入医院新建的废水衰变池，3 个并联衰变池（每个小池为 7m³，总容积为 21m³）进行衰变处理，衰变后的废水经监测合格后排入医疗废水处理站进一步处理后纳入市政污水管网。

③、固体废物影响分析

本项目产生的放射性废物主要为：工作人员操作过程产生的注射器、棉棒、一次性卫生用品、垫料和更换下的废活性炭。医院拟将上述放射性固体废物采用专用塑料包装袋专门分类收集，按序封闭暂存于废物间的放射性衰变桶内（每袋废物表面剂量率不超过 0.1mSv/h，重量不超过 20kg），让放射性物质自行衰变，经检测符合排放标准后作为普通医疗废物处理。在整个收集、储存、处理过程中，做好台账记录，台账内容应包括：标明收贮时间、种类及数量、储存时间（不少于 1 天）、废物最终处置去向等。

④、噪声

运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，工作场所使用的通排风系统为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机，其噪声值低于 60dB(A)，通风机组通过橡胶垫进行减震降噪，可降噪约 10~15 dB(A)，再加上医院场址内的距离衰减，噪声对周围环境影响较小。

⑤、大气环境影响分析

开机束期间产生的 X 射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧(O3)。臭氧经空调系统抽取后排放，由于治疗过程中每次曝光时间短，产生的臭氧量较少，且臭氧极不稳定，再经大气稀释自然扩散后，对周围大气环境影响轻微。

(3) 事故工况下环境影响

经分析，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故。环评认为，针对本项目可能发生的辐射事故，简阳市人民医院按相关规定和本环评要求对已制定的《放射事件应急预案》进行补充完善后，能够有效控制并消除事故影响。

8、非密封放射性物质工作场所及射线装置使用与安全管理的综合能力简阳市人民医院拥有专业的放射性医护人员和安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在补充《辐射安全管理规定》、《辐射工作设备操作规程》等相关管理制度并及时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对医用辐射设施的使用和安全管理能力。

9、项目环境可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作

人员和公众所受照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的剂量限值和本环评提出的剂量管理约束值。放射性“三废”及非辐射环境影响均可满足国家标准的要求。评价认为,从辐射安全与防护以及环境影响角度分析,本项目建设是可行的。

二、审批部门审批决定:

四川省生态环境厅于2021年2月22日对本项目进行了批复“川环审批(2021)21号”,批复要求具体内容如下:

(一)项目建设内容和总体要求

本项目拟在成都市简阳市医院路180号简阳市人民医院内实施,主要建设内容为:医院门急诊医技大楼负一层将原西药库等区域改建为非密封放射性物质工作场所,总占地面积约750m²,主要由注射室、分装室(含废物间和储源室)、PET/CT候诊1室和PET/CT候诊2室、铸药注射后候诊室、PET/CT机房、SPECT机房、留观、抢救室以及配套建设的候诊大厅、卫生通过间、问诊室、医生办公室等功能用房构成。拟在该非密封放射性物质工作场所使用非密封放射性核素氟-18,年最大使用量为 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ 、日最大使用量为 $14.8\times 10^{10}\text{Bq}$,日等效最大操作量为 $4.14\times 10^6\text{Bq}$,用于PET/CT显像诊断;使用非密封放射性核素^{99m}Tc,年最大使用量为 $5.55\times 10^{12}\text{Bq}$,日最大使用量为 $2.22\times 10^{10}\text{Bq}$,日等效最大操作量为 $2.22\times 10^7\text{Bq}$,用于SPECT显像诊断。该场所总日等效最大操作量为 $2.634\times 10^7\text{Bq}$,属于乙级非密封放射性物质工作场所。另外,拟在该场所使用1枚²²Na放射源,属于V类放射源;拟在场所PET/CT机房内拟安装使用1台PET/CT机,属于III类射线装置。本项目总投资2900万元,其中环保投资500万元。

你单位已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》(川环辐证[00225]),许可种类和范围为使用V类放射源,使用II、III类射线装置,使用非密封放射性物质,乙级非密封放射性物质工作场所。本次项目环评属于新增使用V类放射源、III类射线装置、非密封放射性物质,新增乙级非密封放射性物质工作场所为重新申领辐射安全许可证开展的环境影响评价。该项目系核技术在医疗领域内的具体应用,属《产业结构调整指导目录(2019年本)》中的鼓励类,符合国家产业政策,建设理由正当。该项目严格按照报告表中所列建设项目的性质、规模、工艺、地点和拟采取的环境保护措施建设和运行,使用放射性同位素和射线装置产生的电离辐射及其他污染物排放可以满足国家相关标准的要求,职业工作人员和公众照射剂量满足报告表提出的管理限值要求。因此,我厅同意报告表结论。你单

位应全面落实报告表提出的各项环境保护对策措施和本批复要求。

三、辐射安全许可审批情况：

本项目由南京瑞森辐射技术有限公司编写完成环境影响报告表，并于 2021 年 2 月 22 日取得四川省生态环境厅批复（川环审批〔2021〕21 号），同意本项目建设。环评批复包含：医院门急诊医技大楼负一层将原西药库等区域改建为非密封放射性物质工作场所，总占地面积约 750m²，主要由注射室、分装室(含废物间和储源室)、PET/CT 候诊 1 室和 PET/CT 候诊 2 室、铸药注射后候诊室、PET/CT 机房、SPECT 机房、留观、抢救室以及配套建设的候诊大厅、卫生通过间、问诊室、医生办公室等功能用房构成。

医院已取得四川省生态环境厅核发的辐射安全许可证（川环辐证[00225]），许可范围为：使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。包含环评批复的使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。在整个项目建设过程中未有环境投诉、违法和处罚记录。

表五 验收监测质量保证及质量控制

5.1 监测因子及监测频次

根据对本项目运行过程中污染源项进行调查，得出本次验收监测因子与监测频次如下：
X-γ 辐射剂量率（PET/CT 开关机状态下各监测一次），β 表面污染。

5.2 监测布点

根据现场实际情况，辐射剂量率监测点位包括核医学科的监督区及控制区；SPECT、PET/CT 机房的人员操作室、防护门等位置。监测布点能够反映核医学科周围的辐射水平及人员受照情况，点位布设符合技术规范要求。

5.3 监测单位、监测时间、监测环境条件等

本项目环境监测单位成都中辐环境监测测控技术有限公司通过了计量认证，具有从事 X-γ 辐射剂量率和 β 表面污染监测资质，并有相应计量认证号：172312050418。本次从事监测的人员均经过 X-γ 辐射环境监测内部培训和考核的专业授权人员，拥有丰富的辐射环境监测的经验，曾参与四川省多个地市州辐射环境监测项目，能保证监测的质量。

质量保证控制：验收监测单位建立了完善的保证体系，包含有相应的仪器校准、期间核查等质量保证程序，建立了完善的监测报告三级审核及质量保证体系管理文件。能保证验收监测报告的真实性、有效性。

本次监测选用的仪器，均经过检校准，监测仪器及环境条件见表 5-1

表 5-1 监测所使用的仪器情况及环境条件

监测项目	仪器名称	仪器参数	校准证书编号	校准有效期	校准单位
监测仪器 X-γ 辐射剂量率	X-γ 辐射检测仪 (型号：AT1123) (编号：55284) γ 射线校准部分	1) 能量响应范围： 15keV~10MeV 2) 测量范围： 50nSv/h~10Sv/h 3) 校准因子： CF=1.01 4) 不确定度： Urel=7%， (k=2)	校准字第 202206007045	2022-6-27 至 2023-6-26	中国测试 技术研究院

		X-γ 辐射检测仪 (型号: AT1123) (编号: 55284) X 射线校准部分	1) 能量响应范围: 15keV~10MeV 2) 测量范围: 50nSv/h~10Sv/h 3) 校准因子: CF=1.11 4) 不确定度: Urel=6%, (k=2)	校准字第 2022066009314	2022-6-30 至 2023-6-29	
	β 表面沾污	α、β 表面沾污仪 (型号: TCS-362) (编号: R00447)	1) β 表面发射率响应: R=0.29 2) β 相对固有误差: E (%) = -0.8 3) β 重复性: v (%) = 0.7	校准字第 202211008779	2022-11-15 至 2023-11-14	中国测试技术研究院
	温湿度	多功能气象仪 (型号: Kestrel 5500) (编号: 2330618) 温度监测部分	1) 测量范围: -29.0℃~70.0℃ 2) 不确定度: U=0.4℃, (k=2)	220401142	2022-4-1 至 2023-3-31	深圳市计量质量检测研究院
		多功能气象仪 (型号: Kestrel 5500) (编号: 2330618) 湿度监测部分	1) 测量范围: 0.0%~100.0% 2) 不确定度: U=1%, (k=2)			
	风速	多功能气象仪 (型号: Kestrel 5500) (编号: 2330618) 风速监测部分	1) 检出上限: 60.0m/s 2) 不确定度: U=0.6m/s, (k=2)			
监测环境	日期	天气	温度 (°C)	相对湿 (%)	风速 (m/s)	
	2023.2.6	多云	12.7~13.3	55.9~56.5	0.0	

E 00175157

NIMTT 中国测试技术研究院

National Institute of Measurement and Testing Technology



中国认可
国际互认
校准
CALIBRATION
CNAS L0893

校准证书

Calibration Certificate

证书编号: 校准字第 202206007045 号

Certificate No.

防伪码

42108a0a10109dec
a0130f09799a228d
26b3db791f109785
dc952fa33ed8dd3f

客户名称 成都中辐环境监测测控技术有限公司
Client Name

联络信息 /
Contact Information

器具名称 X-γ 辐射仪
InstrumentName

型号 / 规格 AT1123
Model

器具编号 55284
Serial No.

制造单位 Made in Belarus
Manufacturer

证书/报告编号



授权签字人 杨勇
Approved by

扫码验真
1003301420

签发日期 2022 年 06 月 27 日
Issue Date Year Month Day

地址: 中国·四川·成都玉双路 10 号
Address: No.10, Yushuang Road, Chengdu, Sichuan, China
邮编: 610021
Post Code
网址: www.nimtt.cn
Web

电话: 028-84404337
Telephone
传真: 028-84404149
Fax
邮箱: kfzx@nimtt.com
E-mail

第 1 页 共 3 页
Page of

图 5-1 仪器检定证书

E 00175158

NIMTT 中国测试技术研究院

National Institute of Measurement and Testing Technology



中国认可
国际互认
校准
CALIBRATION
CNAS L0893

校准证书

Calibration Certificate

证书编号: 校准字第 202206009314 号
Certificate No.

防伪码
d2fe4c599ae17e4d
622dbc6ae3fac930
ff1acal181e0bcd7
a3c0055532e17e94

客户名称 成都中辐环境监测测控技术有限公司
Client Name

联络信息 成都市
Contact Information

器具名称 ATOMTEX Dosimeter (X射线防护仪)
Instrument Name

型号 / 规格 AT1123
Model

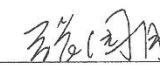
器具编号 55284
Serial No.

制造单位 Made in Belarus
Manufacturer

中国测试技术研究院
证书/报告编号



扫码验真
1003301419

授权签字人 
Approved by

签发日期 2022 年 06 月 30 日
Issue Date Year Month Day

地址: 中国·四川·成都玉双路 10 号
Address: No.10, Yushuang Road, Chengdu, Sichuan, China
邮编: 610021
Post Code
网址: www.nimtt.cn
Web

电话: 028-84404337
Telephone
传真: 028-84404149
Fax
邮箱: kfzx@nimtt.com
E-mail

第 1 页 共 3 页
Page of

图 5-2 仪器检定证书

E 00223269

NIMTT 中国测试技术研究院

National Institute of Measurement and Testing Technology



中国认可
国际互认
校准
CALIBRATION
CNAS L0893

校准证书

Calibration Certificate

证书编号: 校准字第 202211008779 号

Certificate No.

防伪码

3aed6d04c4e2c5cf
44eb9d0270f068cf
a8fa5bfdcc9e3e57
66cae3c0631e856b

客户名称 成都中辐环境监测测控技术有限公司
Client Name

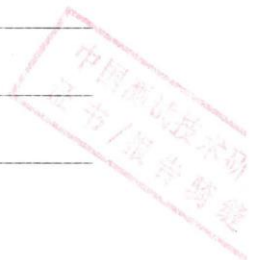
联络信息 成都市
Contact Information

器具名称 α 、 β 表面污染仪
InstrumentName

型号 / 规格 TCS-362
Model

器具编号 R00447
Serial No.

制造单位 ALOKA
Manufacturer



授权签字人 杨勇
Approved by

扫码验真
1003396817

签发日期 2022 年 11 月 15 日
Issue Date Year Month Day

地址: 中国·四川·成都玉双路 10 号
Address: No.10, Yushuang Road, Chengdu, Sichuan, China
邮编: 610021
Post Code
网址: www.nimtt.cn
Web

电话: 028-84404337
Telephone
传真: 028-84404149
Fax
邮箱: kfzx@nimtt.com
E-mail

第 1 页共 3 页
Page of

图 5-3 仪器检定证书

表六 验收监测内容及环保措施落实情况调查等

验收监测内容

6.1 监测内容

本次验收监测内容为核医学工作场所内 PET/CT、校准源及其放射性核素。

表 6-1 核医学科射线装置单

序号	设备名称	设备型号	类别	使用场所	额定工况	监测运行工况
1	正电子发射及 X 射线计算机断层成像系统	Vereos PET/CT	III 类	核医学科 PET/CT 机房	140kV 665mA	120kV 450mA

表 6-2 放射源清单

序号	核素名称	用途	贮存地点	出厂日期	出厂活度 (Bq)	监测时活度 (Bq)	源的编码
1	²² Na	校准源	储源室	2022.4.25	1.48×10 ⁷	1.20×10 ⁷	US22NA000195

表 6-3 放射性核素清单

序号	核素名称	监测时 日操作量(Bq)	监测时 日存放量(Bq)	使用场所	场所类型
1	¹⁸ F	1.11×10 ⁹	1.48×10 ⁹	核医学科	乙级非密封放射性物质工作场所

通过现场检查，本项目实际建设内容、建设地点、建设规模、放射性核素的种类和数量。射线装置的工作方式、工作时间、使用的地点以及生产工艺流程、污染物产生的种类、污染物排放量、采取的污染治理措施等与环评及批复（川环审批〔2021〕21 号）中一致。

6.2 监测点位

验收监测点位选取于验收调查范围内，主要包括核医学科的监督区及控制区；SPECT、PET/CT 机房人员操作室、防护门等位置。监测布点能够反映射线装置周围环境的辐射水平及人员受照情况，点位布设符合技术规范要求。

表 6-4 核医学科 PET/CT 机房、SPECT 机房及控制区监测点位名称表

测点编号	测量点位置简述	点位描述	监测因子	备注
1	PET/CT 机房操作位	/		
2	PET/CT 机房铅窗左缝	距缝 30cm		
3	PET/CT 机房铅窗右缝	距缝 30cm		

4	PET/CT 机房铅窗表面	距表面 30cm	X-γ 辐射剂量率	开机、关机状态下各监测一次	
5	PET/CT 机房联接门左缝	距缝 30cm			
6	PET/CT 机房联接门右缝	距缝 30cm			
7	PET/CT 机房联接门下缝	距缝 30cm			
8	淋浴间	距墙 30cm			
9	储源室	距墙 30cm			
10	废物间	距墙 30cm			
11	PET/CT 机房防护门左缝	距缝 30cm			
12	PET/CT 机房防护门右缝	距缝 30cm			
13	PET/CT 机房防护门下缝	距缝 30cm			
14	设备间东南墙	距墙 30cm			
15	设备间西北墙	距墙 30cm			
16	SPECT 机房操作位	/			
17	SPECT 机房铅窗左缝	距缝 30cm			
18	SPECT 机房铅窗右缝	距缝 30cm			
19	SPECT 机房铅窗表面	距表面 30cm			
20	SPECT 机房联接门左缝	距缝 30cm			
21	SPECT 机房联接门右缝	距缝 30cm			
22	SPECT 机房联接门下缝	距缝 30cm			
23	SPECT 机房西北墙	距墙 30cm			
24	SPECT 机房防护门左缝	距缝 30cm			
25	SPECT 机房防护门右缝	距缝 30cm			
26	SPECT 机房防护门下缝	距缝 30cm			
27	电梯间测点 1	距墙 30cm			控制区周围环境监测
28	电梯间测点 2	距墙 30cm			
29	电梯间测点 3	距墙 30cm			
30	电梯间测点 4	距墙 30cm			
31	停车场通道	距墙 30cm			
32	停车场	距墙 30cm			
33	MRI 磁共振检查室测点 1	距墙 30cm			
34	MRI 磁共振检查室测点 2	距墙 30cm			
35	楼上门诊大厅	距地面 100cm			

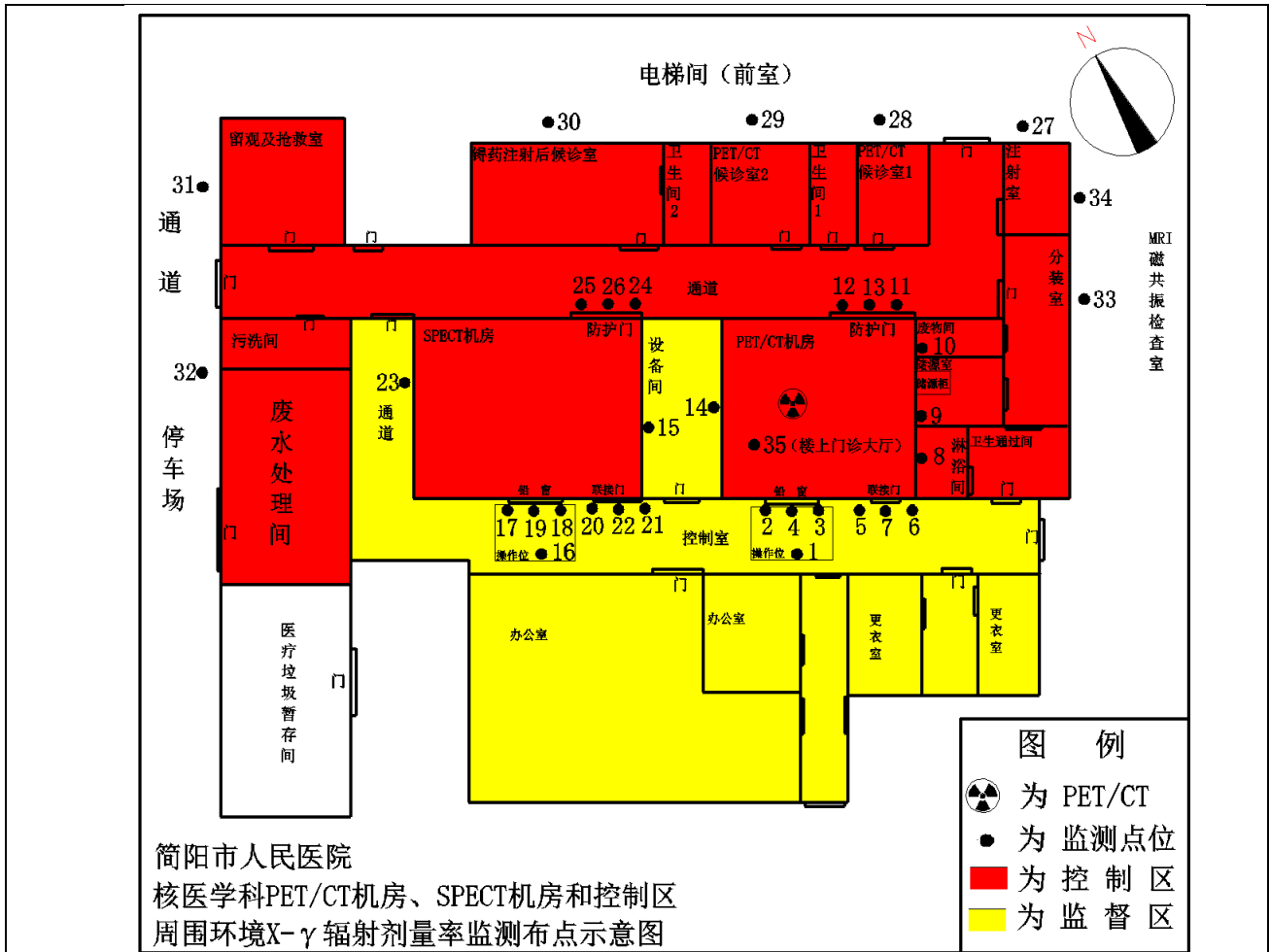


图 6-1 核医学科 PET/CT 机房、SPECT 机房及控制区周围环境 X-γ 辐射剂量率监测布点示意图

表 6-5 核医学科场所周围 β 表面污染监测点位名称表

测点编号	测量点位置简述	监测因子	备注
1	注射室门口地面	β 表面污染	/
2	注射室门把手		
3	注射室地面		
4	注射室墙面		
5	注射室垃圾桶表面		
6	注射室左侧病人注射窗口		
7	注射室右侧病人注射窗口		
8	分装室门把手		
9	分装室地面		
10	分装室墙面		
11	分装室左侧医生注射窗口		

12	分装室右侧医生注射窗口		
13	分装室垃圾桶表面		
14	分装柜侧表面		
15	分装柜正面（分装口）		
16	废物间门把手		
17	废物间地面		
18	废物间墙面		
19	废物间废物桶表面		
20	储源室门把手		
21	储源室地面		
22	储源柜上表面		
23	储源柜侧面		
24	储源柜正面		
25	卫生通过间门把手		
26	卫生通过间地面		
27	淋浴间门把手		
28	淋浴间地面		
29	通道垃圾桶表面		
30	PET/CT 机房门口地面		
31	PET/CT 候诊室 1 门把手		
32	PET/CT 候诊室 1 地面		
33	PET/CT 候诊室 1 床面		
34	PET/CT 候诊室 1 桌面		
35	卫生间门把手		
36	卫生间地面		
37	卫生间马桶表面		
38	PET/CT 候诊室 2 门把手		
39	PET/CT 候诊室 2 地面		
40	PET/CT 候诊室 2 椅面		
41	锝药注射后候诊室门把手		
42	锝药注射后候诊室地面		
43	锝药注射后候诊室椅面		
44	锝药注射后候诊室卫生间门把手		
45	锝药注射后候诊室卫生间地面		
46	锝药注射后候诊室卫生间马桶表面		
47	留观及抢救室门把手		
48	留观及抢救室地面		
49	留观及抢救室床面		
50	污洗间门把手		
51	污洗间地面		
52	污洗间水池表面		

53	放射性废水处理间地面		
54	1#废水箱表面		
55	2#废水箱表面		
56	3#废水箱表面		
57	控制室地面		
58	铅服表面		
59	设备间门把手		
60	设备间地面		
61	PET/CT 机房机床表面		
62	PET/CT 机房地面		
63	PET/CT 机房垃圾桶表面		
64	SPECT/CT 机房地面		
65	男更衣室门把手		
66	男更衣室地面		
67	男更衣室储物柜表面		
68	女更衣室门把手		
69	女更衣室地面		
70	女更衣室储物柜表面		
71	洗手间地面		
72	医护人员走道地面		
73	主任办公室地面		
74	主任办公室桌面		
75	医生办公室门把手		
76	医生办公室地面		
77	医生办公室桌面		

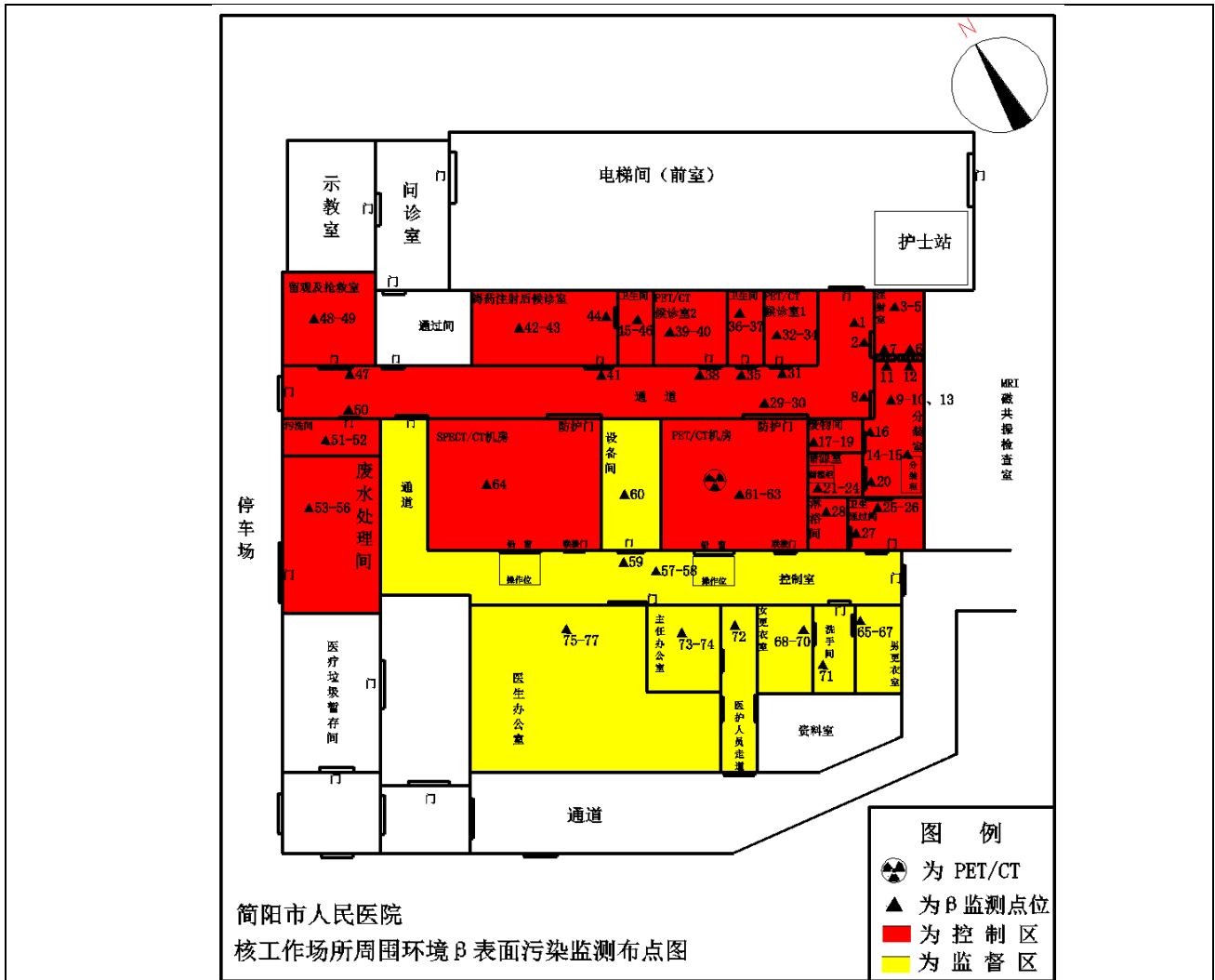


图 6-2 核医学工作场所周围环境β表面污染监测布点示意图

表 6-6 核医学工作场所周围环境监测点位名称表

测点编号	测量点位置简述	点位描述	监测因子	备注
1	环境背景值	/	γ 辐射剂量率	于核医学科外取点
2	注射室门口走廊	(距地面 100cm)		/
3	注射室门表面	(距表面 30cm)		
4	注射室	(距地面 100cm)		
5	注射室左侧病人注射窗口表面	(距表面 30cm)		
6	注射室右侧病人注射窗口表面	(距表面 30cm)		
7	分装室门表面	(距表面 30cm)		
8	分装室	(距地面 100cm)		
9	分装室左侧医生注射窗口表面	(距表面 30cm)		

10	分装室右侧医生注射窗口表面	(距表面 30cm)		
11	分装柜侧面	(距表面 30cm)		
12	分装柜正面	(距表面 30cm)		
13	废物间门表面	(距表面 30cm)		
14	废物间	(距地面 100cm)		
15	储源室门表面	(距表面 30cm)		
16	储源室	(距地面 100cm)		
17	储源柜上表面	(距表面 30cm)		
18	储源柜侧面	(距表面 30cm)		
19	储源柜正面	(距表面 30cm)		
20	卫生通过间	(距地面 100cm)		
21	淋浴间	(距地面 100cm)		
22	通道	(距地面 100cm)		
23	PET/CT 候诊室 1	(距地面 100cm)		
24	卫生间	(距地面 100cm)		
25	PET/CT 候诊室 2	(距地面 100cm)		
26	锝药注射后候诊室	(距地面 100cm)		
27	锝药注射后候诊室卫生间	(距地面 100cm)		
28	留观及抢救室	(距地面 100cm)		
29	污洗间	(距地面 100cm)		
30	放射性废水处理间	(距地面 100cm)		
31	控制室	(距地面 100cm)		
32	设备间	(距地面 100cm)		
33	PET/CT 机房	(距地面 100cm)		
34	SPECT/CT 机房	(距地面 100cm)		
35	男更衣室	(距地面 100cm)		
36	女更衣室	(距地面 100cm)		
37	洗手间	距地面 100cm)		
38	医护人员走道	(距地面 100cm)		
39	主任办公室	(距地面 100cm)		
40	医生办公室	(距地面 100cm)		

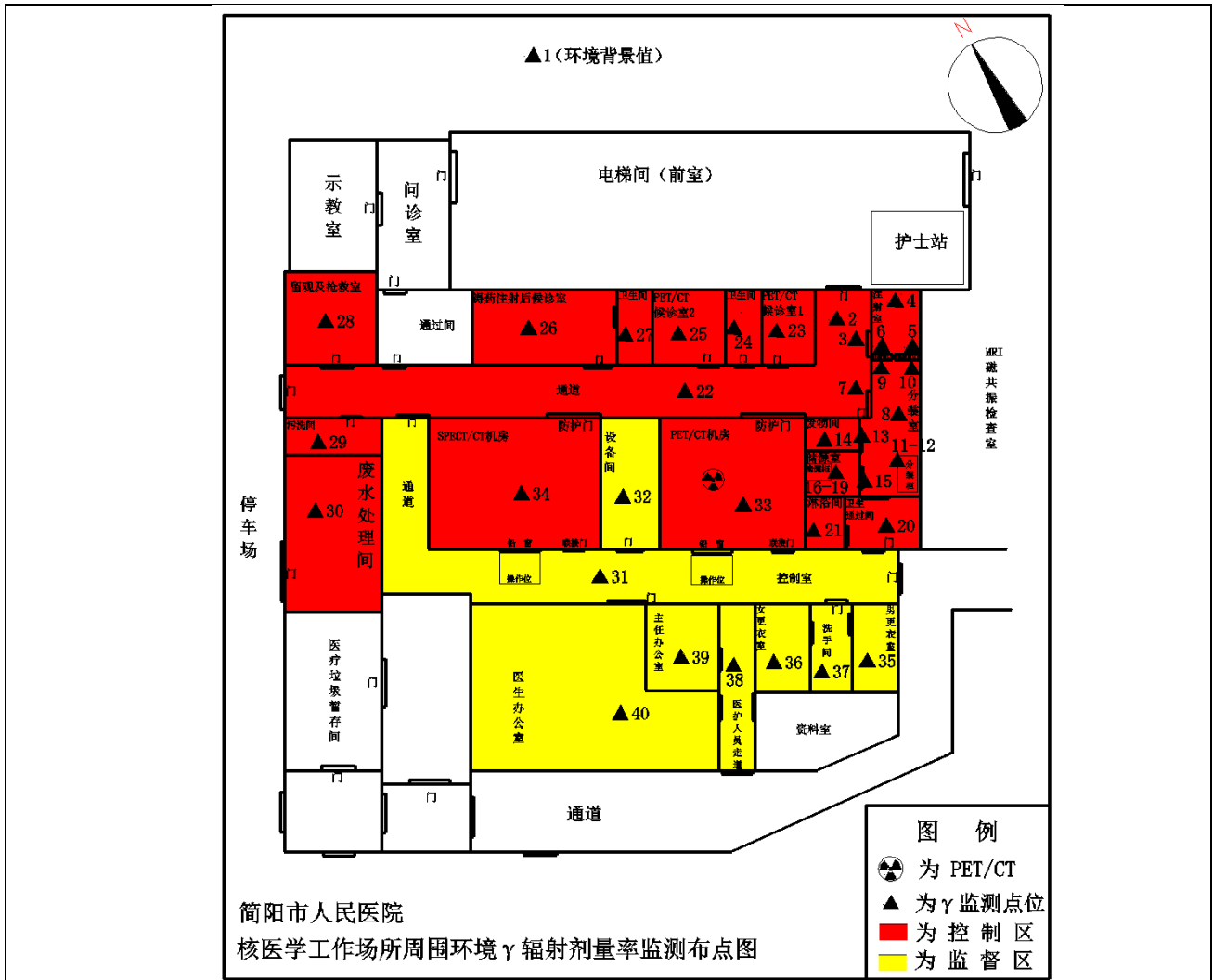


图 6-3 核医学工作场所周围环境 γ 辐射剂量率监测布点图

环保措施落实情况调查

环保设施落实情况一览表见表 6-7;

本项目辐射安全管理与防护评价要求与实际完成对照表见表 6-8;

建设单位辐射安全管理综合要求落实情况见表 6-9;

项目环境影响报告表批复要求与实际情况对照表见表 6-10;

表 6-7 环保设施(措施)落实情况一览表

项目	设施(措施)	数量	投资(万元)	实际完成情况
工作场所	核医学科防护墙体及顶部改造	-	397.0	已按设计完成施工
	铅防护门	18 套	22.0	已配备
	防护铅窗	2 套	4.0	已配备

	易去污的工作台面和防污染覆盖材料	1 套	2.0	已配备
	注射防护套	2 套	5.0	已配备
	给药窗口	2 套	5.0	已配备
	通风橱	2 套	20.0	已配备
	核素暂存保险柜、防盗门	1 套	2.0	已配备
	病人专用卫生间	2 间	4.0	已配备
	对讲和视频监控系统	1 套	1.0	已配备
	通道门禁	2 套	1.0	已配备
	铅罐	2 个	4.0	已配备
警示装置 紧急设施	工作状态指示灯	2 个	5.0	已配备
	场所门外电离辐射警示及禁止串门的标志	18 个	5.0	已配备
	门机连锁、门灯连锁装置	2 套	5.0	已安装
	室内安装紧急止动装置	2 套	5.0	已安装
监测 设备	活度计	1 套	1.0	已配备
	个人剂量计	利旧	/	已配备
	个人剂量报警仪	5 个	1.0	已配备
	β 表面污染监测仪	1 个	4.5	已配备
	X- γ 辐射监测仪	1 个		
	放射源监管系统	1 套	1.0	已配备
放射性固 废、废液 和废气	放射性废水衰变池	1 套	3.0	已配备
	通风系统（含活性炭吸附装置）	1 套	2.0	已按设计完 成施工
	铅桶、废物桶、废物袋	2 套	2.5	已配备
	放射性表面去污用品和试剂	若干	1.0	已配备
	防护手套、口罩等防护用品	若干	1.0	已配备
合计			520	/

表 6-8 辐射安全管理及防护评价要求与实际完成对照一览表

序号	项目	规定的制度	现场检测情况	备注
1	综合	辐射安全和防护管理规定 (综合性文件)	已制定相关辐射安全管理制度	/
2		放射性药物管理规定 (购买、领用、保管和盘存)	已制定放射性药物管理规定 (购买、领用、保管和盘存)	/
3		辐射工作场所安全保卫制度	已制定辐射工作场所安全保卫制度	/
4	场所 设施	场所分区管理规定 (含人流、物流路线图)	已制定场所分区管理规定 (含人流、物流路线图)	/
5		非密封放射性物质操作规程 (分操作核素或诊治类别进行)	已制定辐射工作人员岗位职责制度	/
6		去污操作规程	已制定去污操作规程	/
7		SPECT及PET/CT 操作规程	已制定SPECT和PET/CT操作规程	/
8		辐射安全和防护设施维护维修制度 (包括机构人员、维护维修内容与 频度)	已制定辐射设备维护维修管理制度	/
9		患者管理规定	已制定患者管理规定	/
10		放射性药物(体内)治疗病房管理 规定	已制定放射性药物(体内)治疗病房管理 规定	/
11	监测	监测方案	已制定辐射工作场所监测管理制度	/
12		监测仪表使用与校验管理制度	已制定监测仪表的使用与校验管理制度	/
13	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	辐射工作人员均已参加四川省环保厅辐射 安全与防护培训班,并取得了合格证书	/
14		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定辐射作业人员健康和个人剂量管理 制度,辐射工作人员已配置个人剂量计	/
15	应急	辐射事故/事件应急预案	已制定辐射事故应急预案	/
16	三废	放射性“三废”管理规定	已制定放射性“三废”管理规定	/
17	大纲	放射性治疗保证大纲及质量控制计 划	已制定放射性治疗保证大纲及质量控制计 划	/

表 6-9 建设单位辐射安全管理综合要求汇总对照一览表

编号	辐射安全要求	场检查情况	备注
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射 线装置的单位,应持有有效的辐射安全许 可证	单位已取得四川省生态环境厅核发的《辐 射安全许可证》(编号:川环辐证 [00225];使用V类放射源;使用II 类、III类射线装置;使用非密封放射性	/

		物质, 乙级非密封放射性物质工作场所。)	
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和 法规的培训并持证上岗	核医学科辐射工作人员均参加四川省生态环境厅组织的辐射安全与知识培训并取得培训合格证书。	/
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专(兼)职管理人员	已设有相应的辐射安全管理机构, 并成立了辐射应急小组。组织开展辐射安全与环境保护相关工作	/
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测, 监测记录应存档备查	已配置 10 个人剂量计、5 台个人剂量报警仪, 1 台 X-γ 辐射剂量率监测仪及 β 表面沾污仪, 1 台放射性活度计, 1 台药品储存室固定式剂量报警仪。并监测记录存档	/
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险, 制定相应辐射事故应急预案, 特别应做好 X 射线机的实体保卫及防护措施	已制定辐射事故应急救援预案及配置辐射防护相关实体设备	/
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	已制定相应的各项制度	/
7	辐射工作单位应作好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查, 建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	已制定辐射工作人员健康和剂量管理制度, 辐射工作人员以配置个人剂量计	/
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	已设置电离辐射警告标志、紧急止动装置、工作状态指示灯等安全措施	/
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	已委托有资质单位进行辐射环境监测并将监测结果纳入辐射安全和防护状态年度自查评估报告	/
10	辐射工作单位产生的放射性废水应经监测达标后方可排放	已制定放射性废水排放计划, 并已委托有资质的单位对衰变池内即将排放的废水进行监测, 经监测达标(总 β 排放标准 10Bq/L)后方可排放。	/

表 6-10 项目环境影响报告表批复要求与实际完成对照一览表

项目环境影响报告表批复要求	现场检查情况	整改完善要求
项目运行必须严格按照国家和省有关标准和规定实施。全院辐射工作人员的个人剂量约束值应严格控制为 5mSv/年。公众个人剂量约束值为 0.1 mSv/年。	经现场监测, 核医学科开展治疗时, 所致职业人员和公众的年有效剂量均低于个人剂量约束值应严格控制为 5mSv/年、公众个人剂量约束值为 0.1 mSv/年的限值要求。	/

<p>加强各辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护, 定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施, 确保实时有效、污染物稳定达标排放, 防止运行故障发生。</p>	<p>已制定相关辐射安全管理制度, 辐射事故应急预案, 建立健全相关档案管理。</p>	<p>/</p>
<p>严格按照报告表要求, 对各辐射工作场所实行合理的分区管理, 杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。加强放射性药品的实体保卫工作, 落实专人负责, 对放射性药品使用和贮存场所应采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施, 不得将放射性药品与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放。</p>	<p>核医学科已进行了分区管理, 分为控制区和监督区; 科室安装有烟气报警装置和消防栓, 本项目核医学科区域禁止储存易燃、易爆、腐蚀性等其他一切与本项目无关的物品; 同时人员易接触的地方均配备干粉式灭火器。整个核医学科地面均做了较好的防水设计, 项目区域不受地下水影响。 整个核医学科进行封闭管理, 并设有门禁系统, 非相关人员不能直接进入核医学科内。非密封放射性物质储存场所设置有保险柜并设置双人双锁, 非密封放射性物质的转入、转出均由专人进行台账管理。整个核医学科控制区设置严密的监控系统, 实行 24h 实施监控, 并将核医学科作为保安人员重点巡查范围。</p>	<p>/</p>
<p>放射性药品的购买应严格按照国家相关规定办理审批备案手续。</p>	<p>核医学科使用的放射性药品已按照国家相关规定办理审批备案手续。</p>	<p>/</p>
<p>严格按照报告表要求, 落实废气治理措施, 加强含放射性废水的收集和管理, 规范放射性固体废物的暂存, 确保各项废物达标排放和安全处置, 并做好相关记录。</p>	<p>SPECT/CT 检查室内通过采用机械通风的方式, 及时将室内的臭氧排出室外; 医院已建立衰变池排放台账, 衰变后的废水经监测达标(总β排放标准 10Bq/L)后排入医院污水处理站, 记录每次排放时间、排放量及监测结果情况并由专人负责管理记录。</p>	<p>/</p>
<p>按照制定的辐射环境监测计划, 定期开展自我监测, 并记录备查。每年应委托有资质单位开展辐射环境年度监测, 并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。</p>	<p>已制定《放射工作场所监测制度》, 已配置 1 台固定式剂量仪和 1 台便携式监测仪, 在进行自我监测记录的同时, 每年委托有资质的单位进行辐射环境监测。并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。</p>	<p>/</p>
<p>依法对辐射工作人员进行个人剂量监测, 建立辐射工作人员的个人剂量档案。个人剂量监测结果超过 1.25mSv/季的应核实, 必要时采取适当措施, 确保个人剂量安全; 发现个人剂量监测结果异常(>5mSv/年)应当立即组织调查并采取措施, 有关情况及时报告我厅。</p>	<p>辐射工作人员参加了由医院内部组织的核医学科注射操作与辐射防护知识的培训; 本项目配备 10 名辐射工作人员, 且都建立了个人剂量档案。</p>	<p>/</p>
<p>应按有关要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告, 并于次年 1 月 31 日前经由“全国核技术利用辐射安全申报系统”上报我厅。</p>	<p>医院已按相关要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告, 上报四川省生态环境厅。</p>	<p>/</p>
<p>做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作, 确保信息准确完整。</p>	<p>医院已安排了专职人员, 定期对“全国核技术利用辐射安全申报系统”进行信息维护。</p>	<p>/</p>
<p>你单位不再使用放射源时, 应当依法进行收贮; 不再使用有关非密封放射性物质工作场</p>	<p>当非密封放射性物质工作场达到退役时限时, 单位将委托有资质的单位对本场所进行</p>	<p>/</p>

所时，应当依法实施退役；对射线装置实施报废处置时，应当将其拆解和去功能化。

退役手续。

个人剂量档案管理检查

本项目配置 10 名辐射工作人员，为原有辐射工作人员；均已取得辐射安全与防护培训证书。核医学科辐射工作人员均已配备个人剂量片并建立个人剂量档案及辐射工作人员台账；并委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司对辐射工作人员的个人剂量计进行检测。医院提供最近四个季度的监测报告，监测结果具体如下表 6-11 所示：辐射工作人员个人剂量监测报告见附件 7。

表 6-11 本项目辐射工作人员四个季度个人剂量检测一览表（均已扣除本底辐射）

序号	姓名	工作类别	辐射安全培训证书	培训有效期	2022 年第一季度 (mSv)	2022 年第二季度 (mSv)	2022 年第三季度 (mSv)	2022 年第四季度 (mSv)	四个季度累计值 (mSv)	备注
1	倪剑	核医学科	FS21SC0300052	2026.3.18	0.05	0.08	0.05	0.04	0.220	职业人员年剂量约束值：5 mSv/a
2	付钦卿		FS21SC0300015	2026.3.18	0.03	0.05	0.04	0.04	0.160	
3	钟彝璞		FS21SC0300016	2026.3.18	0.08	0.08	0.07	0.01	0.240	
4	唐倩		FS21SC0300014	2026.3.18	0.08	0.45	0.04	0.08	0.650	
5	杨燕		FS21SC0300032	2026.4.6	0.59	0.48	0.21	0.31	1.590	
6	徐敏		FS21SC0300062	2027.6.16	0.07	0.03	0.005	0.05	0.155	
7	翁邵芳		FS21SC0300040	2026.4.6	0.005	0.01	0.005	0.005	0.025	
8	李洪		FS21SC0300056	2027.6.16	0.20	0.38	0.31	0.25	1.140	
9	杨夏欣		FS21SC0300013	2026.3.18	0.04	0.08	0.05	0.005	0.175	
10	陈雯		FS21SC0100549	2026.4.6	0.05	0.03	0.06	0.04	0.180	

项目三同时执行情况

本项目为新建项目，监测时项目已建成，通过现场检查，本项目环保工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运营，满足“三同时”要求。本项目基本落实了环境影响评价报告表与批复（川环审批〔2021〕21号）提出的各项污染防治措施。

表七 验收监测期间工况记录及监测结果

7.1 验收监测期间工况记录

2023年2月6日，成都中辐环境监测测控技术有限公司派出监测技术人员在建设单位相关负责人的陪同下，对成都简阳市人民医院内新增使用核医学工作场所周围环境及敏感区域进行辐射环境监测。监测时工况如表 7-1 至 7-3 所示。

表 7-1 监测射线装置列表

序号	设备名称	设备型号	类别	使用场所	额定工况	监测运行工况
1	正电子发射及 X 射线计算机断层成像系统	Vereos PET/CT	III 类	核医学科 PET/CT 机房	140kV 665mA	120kV 450mA

表 7-2 放射源清单

序号	核素名称	用途	贮存地点	出厂日期	出厂活度 (Bq)	监测时活度 (Bq)	源的编码
1	²² Na	校准源	储源室	2022.4.25	1.48×10 ⁷	1.20×10 ⁷	US22NA000195

表 7-3 放射性核素清单

序号	核素名称	监测时 日操作量(Bq)	监测时 日存放量(Bq)	使用场所	场所类型
1	¹⁸ F	1.11×10 ⁹	1.48×10 ⁹	核医学科	乙级非密封放射性物质工作场所

7.2、验收监测数据

表 7-4 核医学科 PET/CT 机房、SPECT 机房及控制区周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果表
单位: μSv/h

编号	监测位置	γ 辐射剂量率		X-γ 辐射剂量率		备注
		未开机		开机		
		平均值	标准差	平均值	标准差	
1	PET/CT 机房操作位	0.11	0.002	0.12	0.002	PET/CT 机房内仅正电子发射及 X 射线计算机断层成像系统 (Vereos PET/CT) 运行。
2	PET/CT 机房铅窗左缝 (距缝 30cm)	0.11	0.002	0.16	0.002	
3	PET/CT 机房铅窗右缝 (距缝 30cm)	0.11	0.003	0.18	0.001	
4	PET/CT 机房铅窗表面 (距表面 30cm)	0.10	0.002	0.17	0.002	
5	PET/CT 机房联接门左缝 (距缝 30cm)	0.11	0.002	0.13	0.002	治疗床上放置 ¹⁸ F 脱氧葡萄糖注射液
6	PET/CT 机房联接门右缝 (距缝 30cm)	0.11	0.003	0.13	0.002	
7	PET/CT 机房联接门下缝 (距缝 30cm)	0.11	0.002	0.13	0.002	

8	淋浴间 (距墙 30cm)	0.12	0.002	0.14	0.002	活度为 10mCi。	
9	储源室 (距墙 30cm)	0.54	0.010	0.65	0.020		
10	废物间 (距墙 30cm)	0.14	0.003	0.17	0.002		
11	PET/CT 机房防护门左缝 (距缝 30cm)	0.11	0.002	0.13	0.002		
12	PET/CT 机房防护门右缝 (距缝 30cm)	0.10	0.001	0.13	0.002		
13	PET/CT 机房防护门下缝 (距缝 30cm)	0.11	0.002	0.14	0.002		
14	设备间东南墙 (距墙 30cm)	0.10	0.003	0.14	0.002		
15	设备间西北墙 (距墙 30cm)	0.10	0.003	0.12	0.002		
16	SPECT 机房操作位	0.10	0.002	0.13	0.002		SPECT 机房治疗床上放置高锝酸钠注射液活度为 5mCi。
17	SPECT 机房铅窗左缝 (距缝 30cm)	0.11	0.002	0.14	0.003		
18	SPECT 机房铅窗右缝 (距缝 30cm)	0.10	0.002	0.14	0.002		
19	SPECT 机房铅窗表面 (距表面 30cm)	0.10	0.003	0.14	0.001		
20	SPECT 机房联接门左缝 (距缝 30cm)	0.10	0.003	0.16	0.002		
21	SPECT 机房联接门右缝 (距缝 30cm)	0.10	0.001	0.17	0.001		
22	SPECT 机房联接门下缝 (距缝 30cm)	0.10	0.003	0.16	0.002		
23	SPECT 机房西北墙 (距墙 30cm)	0.10	0.002	0.13	0.002		
24	SPECT 机房防护门左缝 (距缝 30cm)	0.11	0.002	0.17	0.002		
25	SPECT 机房防护门右缝 (距缝 30cm)	0.11	0.002	0.18	0.001		
26	SPECT 机房防护门下缝 (距缝 30cm)	0.11	0.003	0.17	0.001		
27	电梯间测点 1 (距墙 30cm)	0.11	0.002	0.12	0.001	控制区周围环境监测	
28	电梯间测点 2 (距墙 30cm)	0.11	0.002	0.11	0.002		
29	电梯间测点 3 (距墙 30cm)	0.10	0.001	0.11	0.001		
30	电梯间测点 4 (距墙 30cm)	0.11	0.002	0.12	0.002		
31	停车场通道 (距墙 30cm)	0.10	0.001	0.11	0.001		
32	停车场 (距墙 30cm)	0.10	0.003	0.11	0.002		
33	MRI 磁共振检查室测点 1 (距墙 30cm)	0.11	0.001	0.12	0.001		
34	MRI 磁共振检查室测点 2 (距墙 30cm)	0.11	0.002	0.12	0.002		
35	楼上门诊大厅 (距地面 100cm)	0.10	0.001	0.12	0.001		

注：1.以上数据均未扣除辐射环境背景值。

表 7-5		核医学科工作场所周围环境 β 表面污染监测结果		单位: Bq/cm ²
点位号	监测位置	β 表面污染		备注
		计算结果		
1	注射室门口地面	≤LLD		/
2	注射室门把手	≤LLD		
3	注射室地面	≤LLD		
4	注射室墙面	≤LLD		
5	注射室垃圾桶表面	1.25		
6	注射室左侧病人注射窗口	≤LLD		
7	注射室右侧病人注射窗口	1.38		
8	分装室门把手	≤LLD		
9	分装室地面	≤LLD		
10	分装室墙面	≤LLD		
11	分装室左侧医生注射窗口	≤LLD		
12	分装室右侧医生注射窗口	≤LLD		
13	分装室垃圾桶表面	1.56		
14	分装柜侧表面	0.79		分装柜内存放 ¹⁸ F 脱氧葡萄糖注射液活度约为 10mCi。
15	分装柜正面（分装口）	2.24		
16	废物间门把手	≤LLD		/
17	废物间地面	0.14		
18	废物间墙面	≤LLD		
19	废物间废物桶表面	1.41		
20	储源室门把手	0.32		
21	储源室地面	4.21		储源柜内存放 ²² Na 校准源活度为 1.20×10 ⁷ Bq。
22	储源柜上表面	5.26		
23	储源柜侧面	4.21		
24	储源柜正面	10.30		/
25	卫生通过间门把手	≤LLD		
26	卫生通过间地面	≤LLD		
27	淋浴间门把手	0.12		
28	淋浴间地面	0.24		
29	通道垃圾桶表面	≤LLD		

30	PET/CT 机房门口地面	≤LLD
31	PET/CT 候诊室 1 门把手	≤LLD
32	PET/CT 候诊室 1 地面	≤LLD
33	PET/CT 候诊室 1 床面	0.21
34	PET/CT 候诊室 1 桌面	≤LLD
35	卫生间门把手	0.15
36	卫生间地面	0.33
37	卫生间马桶表面	0.50
38	PET/CT 候诊室 2 门把手	≤LLD
39	PET/CT 候诊室 2 地面	≤LLD
40	PET/CT 候诊室 2 椅面	0.12
41	锝药注射后候诊室门把手	≤LLD
42	锝药注射后候诊室地面	≤LLD
43	锝药注射后候诊室椅面	0.13
44	锝药注射后候诊室卫生间门把手	≤LLD
45	锝药注射后候诊室卫生间地面	0.30
46	锝药注射后候诊室卫生间马桶表面	0.45
47	留观及抢救室门把手	≤LLD
48	留观及抢救室地面	≤LLD
49	留观及抢救室床面	0.13
50	污洗间门把手	0.16
51	污洗间地面	0.17
52	污洗间水池表面	0.33
53	放射性废水处理间地面	≤LLD
54	1#废水箱表面	≤LLD
55	2#废水箱表面	≤LLD
56	3#废水箱表面	0.18
57	控制室地面	0.12
58	铅服表面	0.55
59	设备间门把手	≤LLD
60	设备间地面	≤LLD
61	PET/CT 机房机床表面	≤LLD
62	PET/CT 机房地面	≤LLD

63	PET/CT 机房垃圾桶表面	≤LLD
64	SPECT/CT 机房地面	≤LLD
65	男更衣室门把手	≤LLD
66	男更衣室地面	≤LLD
67	男更衣室储物柜表面	≤LLD
68	女更衣室门把手	≤LLD
69	女更衣室地面	≤LLD
70	女更衣室储物柜表面	≤LLD
71	洗手间地面	0.10
72	医护人员走道地面	≤LLD
73	主任办公室地面	≤LLD
74	主任办公室桌面	≤LLD
75	医生办公室门把手	≤LLD
76	医生办公室地面	≤LLD
77	医生办公室桌面	≤LLD

注：1.LLD 为 0.09Bq/cm²；2.以上数据均已扣除环境背景值；3.各监测点均采用直接测量法监测。

表 7-6 核医学工作场所周围环境 γ 辐射剂量率监测结果 单位： $\mu\text{Sv/h}$

编号	监测位置	γ 辐射剂量率		备注
		平均值	标准差	
1	环境背景值	0.11	0.002	核医学科外取点
2	注射室门口走廊（距地面 100cm）	0.13	0.003	/
3	注射室门表面（距表面 30cm）	0.14	0.003	
4	注射室（距地面 100cm）	0.14	0.003	
5	注射室左侧病人注射窗口表面（距表面 30cm）	0.11	0.003	
6	注射室右侧病人注射窗口表面（距表面 30cm）	0.16	0.002	
7	分装室门表面（距表面 30cm）	0.15	0.002	
8	分装室（距地面 100cm）	0.14	0.003	
9	分装室左侧医生注射窗口表面（距表面 30cm）	0.14	0.002	
10	分装室右侧医生注射窗口表面（距表面 30cm）	0.18	0.002	
11	分装柜侧面（距表面 30cm）	0.20	0.002	
12	分装柜正面（距表面 30cm）	0.38	0.030	
13	废物间门表面（距表面 30cm）	0.18	0.002	

14	废物间 (距地面 100cm)	0.16	0.002	/
15	储源室门表面 (距表面 30cm)	0.22	0.002	
16	储源室 (距地面 100cm)	1.15	0.020	
17	储源柜上表面 (距表面 30cm)	1.33	0.010	储源柜内存放 ^{22}Na 校准源活度约为 $1.20 \times 10^7 \text{Bq}$ 。
18	储源柜侧面 (距表面 30cm)	1.14	0.020	
19	储源柜正面 (距表面 30cm)	1.77	0.020	
20	卫生通过间 (距地面 100cm)	0.19	0.002	/
21	淋浴间 (距地面 100cm)	0.14	0.002	
22	通道 (距地面 100cm)	0.14	0.002	
23	PET/CT 候诊室 1 (距地面 100cm)	0.11	0.002	
24	卫生间 (距地面 100cm)	0.22	0.001	
25	PET/CT 候诊室 2 (距地面 100cm)	0.13	0.002	
26	锝药注射后候诊室 (距地面 100cm)	0.17	0.002	
27	锝药注射后候诊室卫生间 (距地面 100cm)	0.23	0.002	
28	留观及抢救室 (距地面 100cm)	0.16	0.002	
29	污洗间 (距地面 100cm)	0.15	0.002	
30	放射性废水处理间 (距地面 100cm)	0.14	0.002	
31	控制室 (距地面 100cm)	0.13	0.003	
32	设备间 (距地面 100cm)	0.12	0.002	
33	PET/CT 机房 (距地面 100cm)	0.13	0.002	
34	SPECT/CT 机房 (距地面 100cm)	0.13	0.002	
35	男更衣室 (距地面 100cm)	0.13	0.002	
36	女更衣室 (距地面 100cm)	0.13	0.002	
37	洗手间 (距地面 100cm)	0.13	0.003	
38	医护人员走道 (距地面 100cm)	0.13	0.002	
39	主任办公室 (距地面 100cm)	0.13	0.002	
40	医生办公室 (距地面 100cm)	0.12	0.002	

注：1.以上数据均未扣除辐射环境背景值。

7.3、监测结果分析

根据表 7-4 监测结果显示：在现有监测条件下，核医学科 PET/CT 机房、SPECT 机房正常使用时，职业人员活动场所监测点位的 X- γ 辐射剂量率为 0.12~0.65 $\mu\text{Sv/h}$ ；其他公众活动场所监测点位的 X- γ 辐射剂量率为 0.11~0.12 $\mu\text{Sv/h}$ 。由委托单位提供数据并现场核

实，年工作按最大 120 小时计算，职业人员居留因子取 1，公众居留因子取 1/4，所致职业人员年有效剂量最大值为 0.078mSv，所致公众年有效剂量最大值为 0.0036mSv。

根据表 7-5 监测结果显示：在现有监测条件下，核医学工作场所周围环境控制区 β 表面污染最大值为 10.30Bq/cm²，监督区 β 表面污染最大值为 0.55Bq/cm²。

根据表 7-6 监测结果显示：在现有监测条件下，核医学工作场所周围职业人员活动场所监测点位的 γ 辐射剂量率为 0.11~1.77 μ Sv/h。由委托单位提供数据并现场核实，工作人员年工作时间按最大 1500 小时计算，职业人员居留因子取 1，所致职业人员年有效剂量最大值为 2.7mSv。

根据表 7-4 和表 7-6 监测结果显示：职业人员年有效剂量累计最大值为 2.778mSv，公众年有效剂量累计最大值为 0.004mSv。

以上结果均低于《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的职业人员 20mSv/a 和公众 1mSv/a 剂量限值，且均低于职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a 的剂量管理约束值； β 表面污染均低于《核医学科辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中关于工作场所控制区和监督区 β 表面污染不超过 40Bq/cm² 和 4Bq/cm² 的要求。

表八 验收监测结论

本次简阳市人民医院新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目建设内容为：医院门急诊医技大楼负一层将原西药库等区域改建为非密封放射性物质工作场所，总占地面积约 750m²，主要由注射室、分装室(含废物间和储源室)、PET/CT 候诊 1 室和 PET/CT 候诊 2 室、铸药注射后候诊室、PET/CT 机房、SPECT 机房、留观、抢救室以及配套建设的候诊大厅、卫生通过间、问诊室、医生办公室等功能用房构成。项目建设内容、建设地点、建设规模；非密封放射性药物的种类和数量；日等效最大操作量、使用时间、使用的地点以及生产工艺流程、污染物产生的种类、污染物排放量、采取的污染治理措施均与环评及批复中一致。

本项目的建设符合简阳市人民医院《新增非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》及其批复的要求，环保设施已落实，环保制度健全，经现场检查无《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第八条所列验收不合格情形存在。

表 8-1 建设项目环境保护设施与《暂行办法》中第八条情形对照一览表

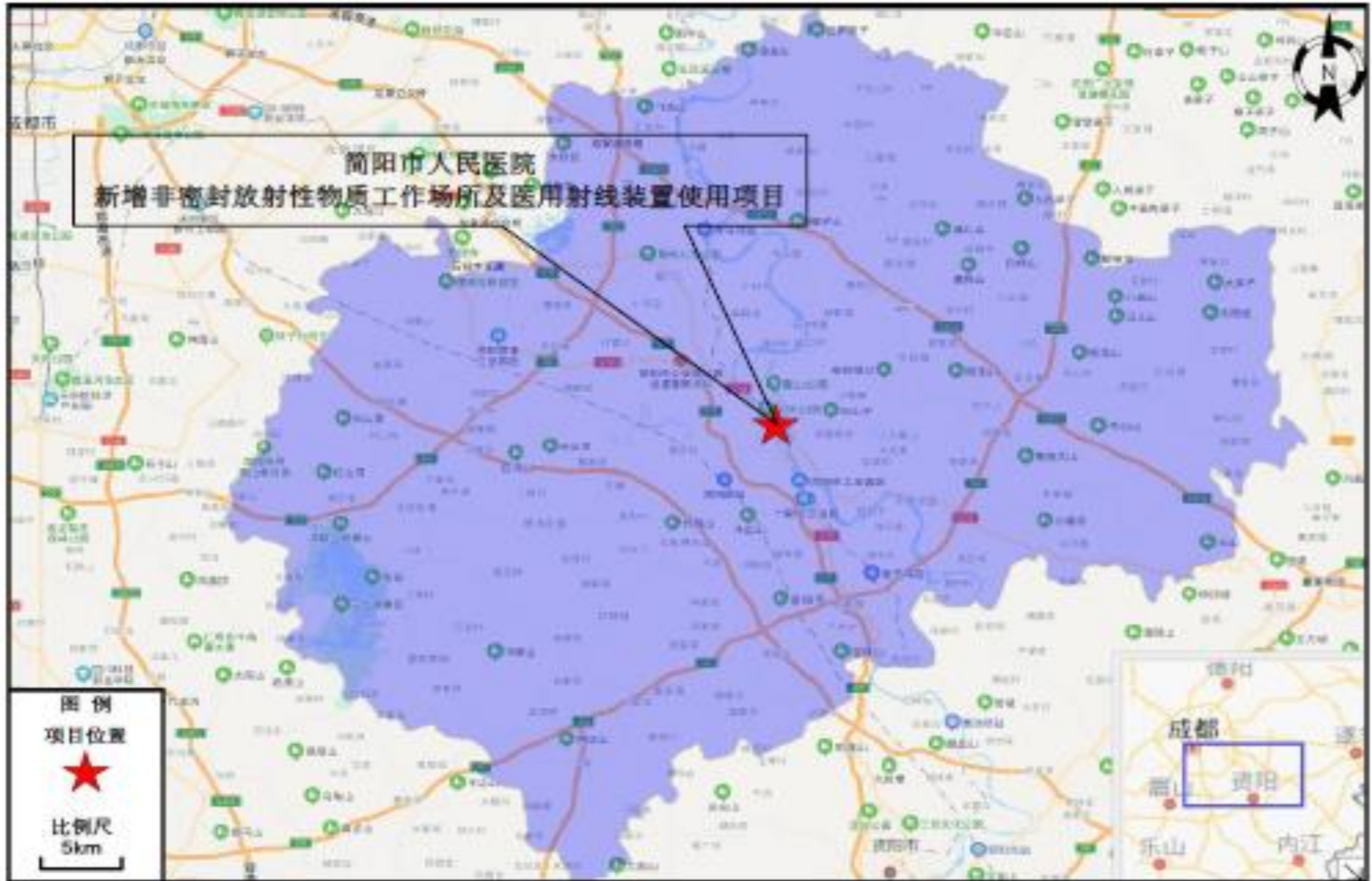
编号	不得提出验收合格意见的条例	现场检查情况	备注
1	未按环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定要求建成环境保护设施，或者环境保护设施不能与主体工程同时投产或者使用的。	无上述情况	/
2	污染物排放不符合国家和地方相关标准、环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定或者重点污染物排放总量控制指标要求的。	无上述情况	/
3	环境影响报告书（表）经批准后，该建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动，建设单位未重新报批环境影响报告书（表）或者环境影响报告书（表）未经批准的。	无上述情况	/
4	建设过程中造成重大环境污染未治理完成，或者造成重大生态破坏未恢复的。	无上述情况	/
5	纳入排污许可管理的建设项目，无证排污或者不按证排污的。	无上述情况	/
6	分期建设、分期投入生产或者使用依法应当分期验收的建设项目，其分期建设、分期投入生产或者使用的环境保护设施防治环境污染和生态破坏的能力不能满足其相应主体工程需要的。	无上述情况	/

7	建设单位因该建设项目违反国家和地方环境保护法律法规受到处罚，被责令改正，尚未改正完成的。	无上述情况	/
8	验收报告的基础资料数据明显不实，内容存在重大缺项、遗漏，或者验收结论不明确、不合理的。	无上述情况	/
9	其他环境保护法律法规规章等规定不得通过环境保护验收的。	无上述情况	/

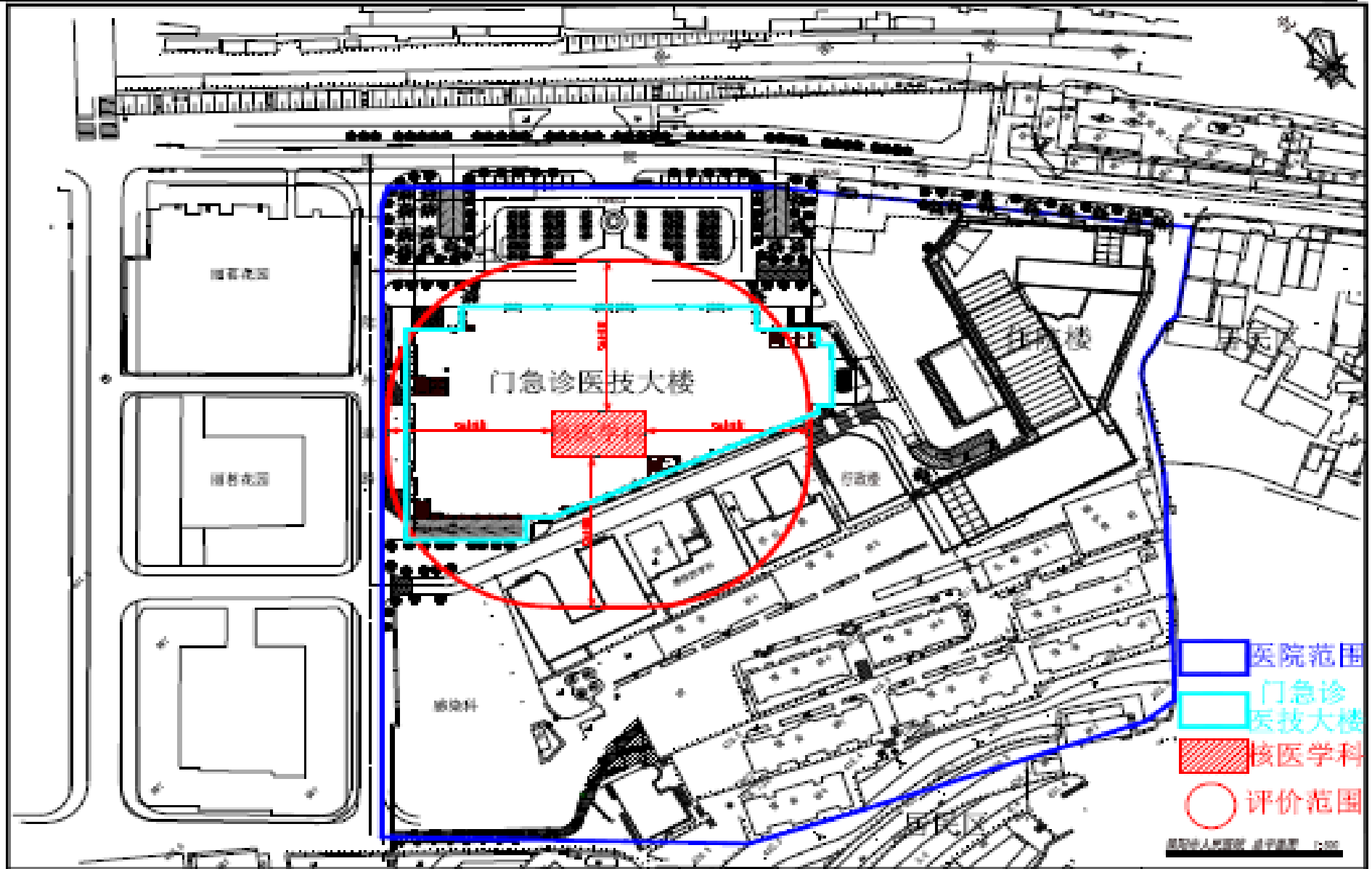
根据现场监测结果，目前核医学的射线装置和非密封放射性物质在在正常使用时对职业人员和公众的辐射照射符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）与管理限值的要求，本次验收监测数据合格。

本项目采取的辐射防护措施切实有效，落实了环评及批复文件的各项要求，满足建设项目环境保护竣工验收条件，可完成竣工环境保护验收。

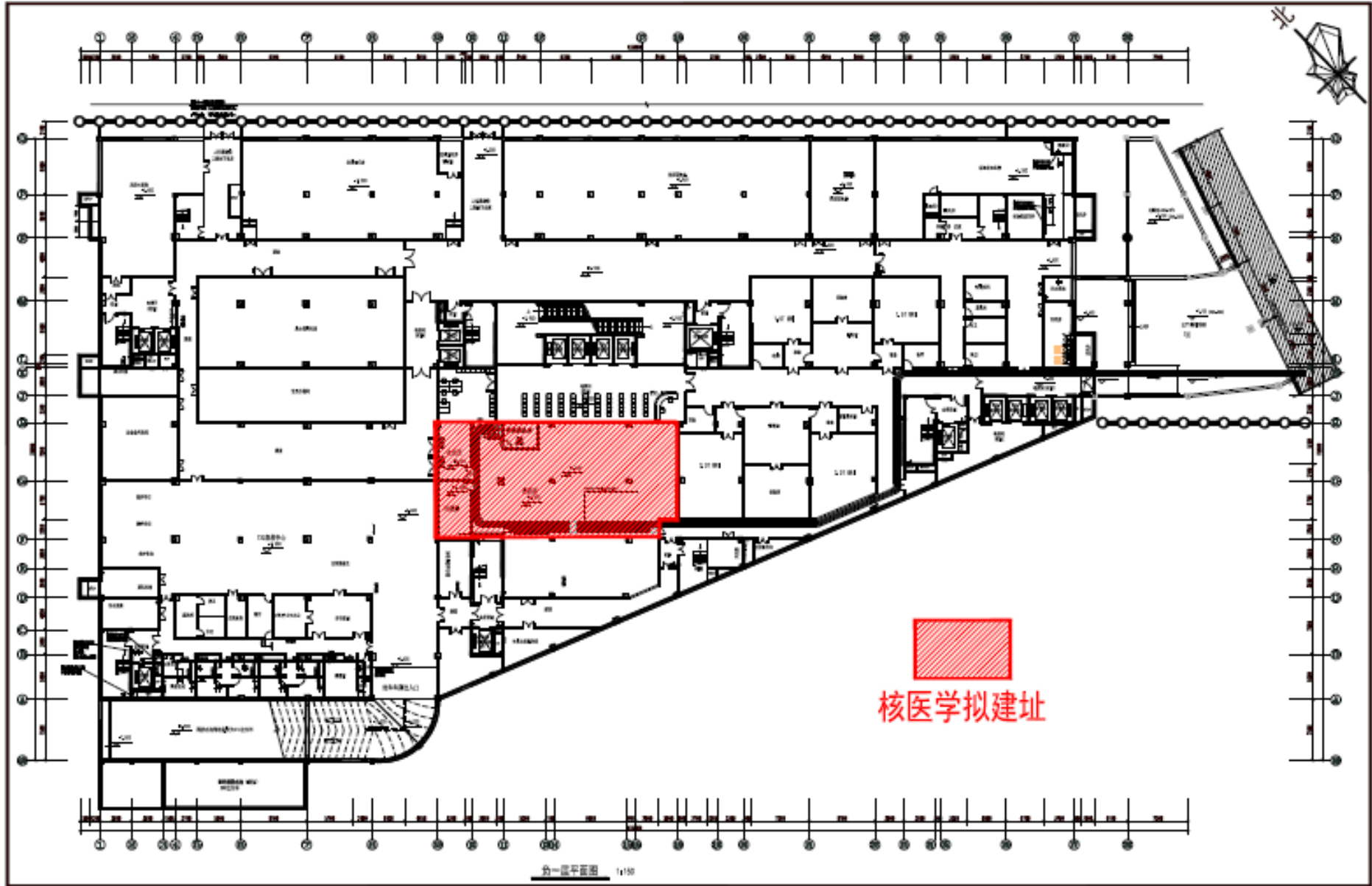
—————（正文结束）—————



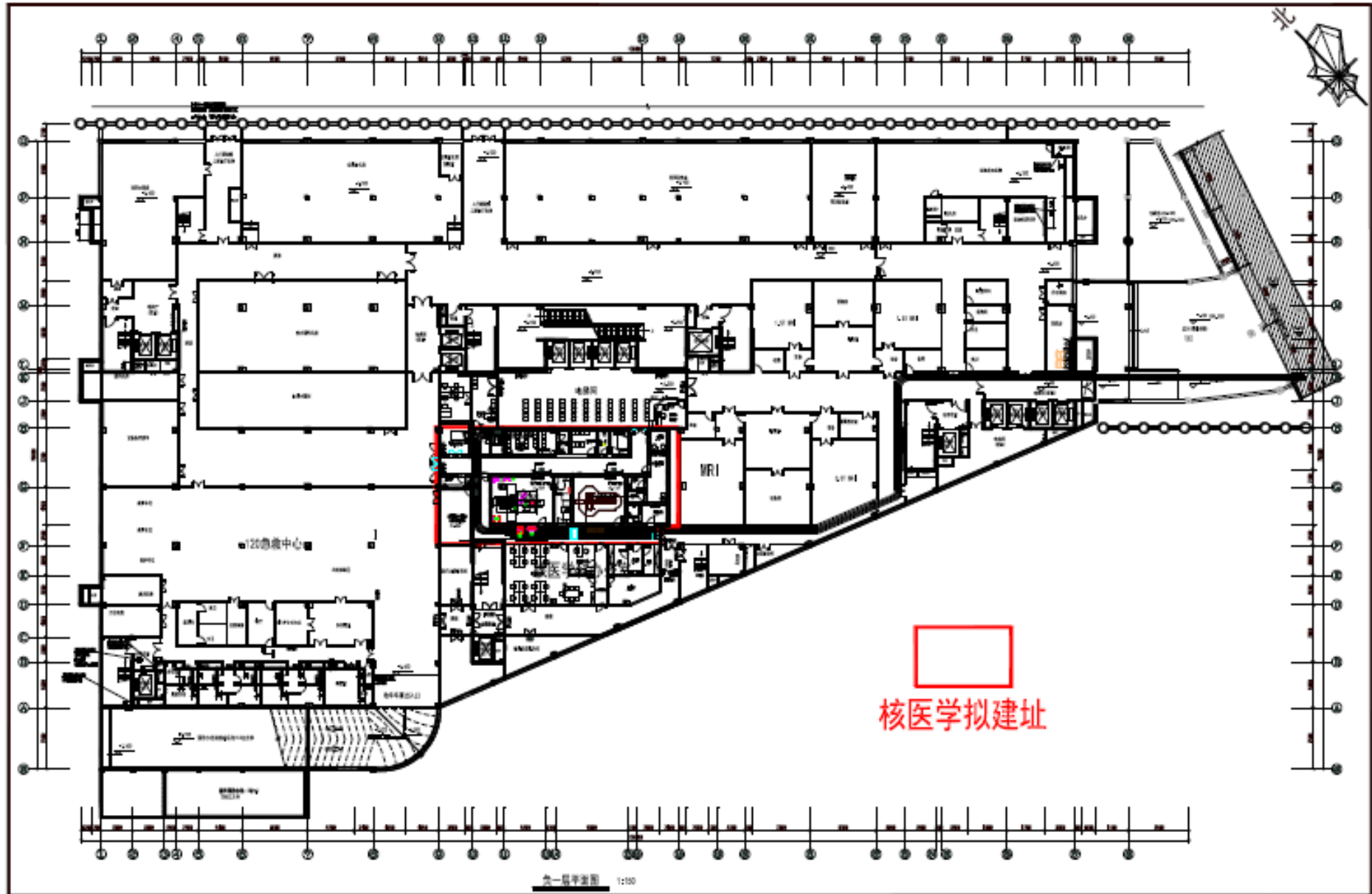
附图1 项目地理位置图



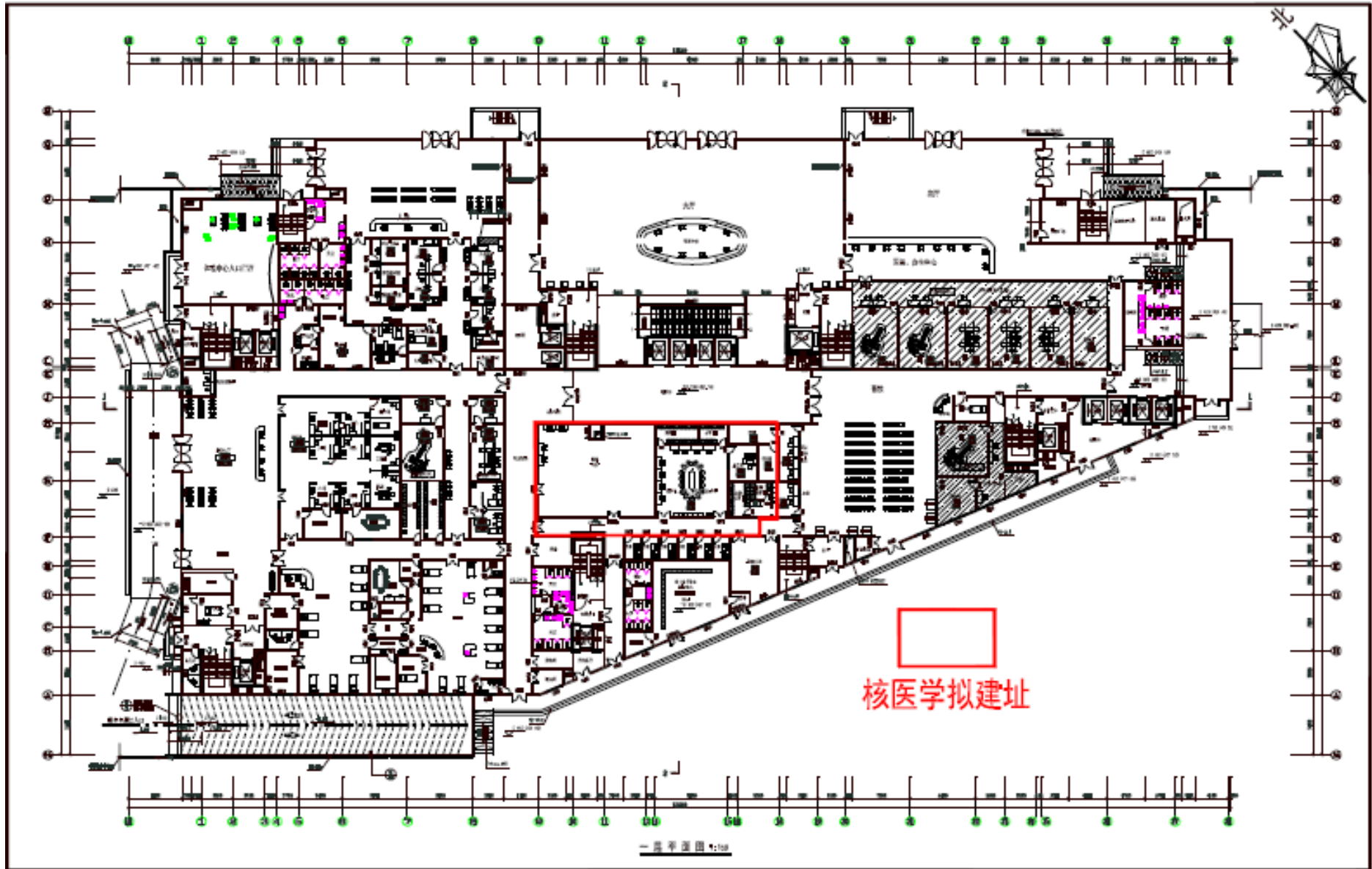
附图2 简阳市人民医院总平面图



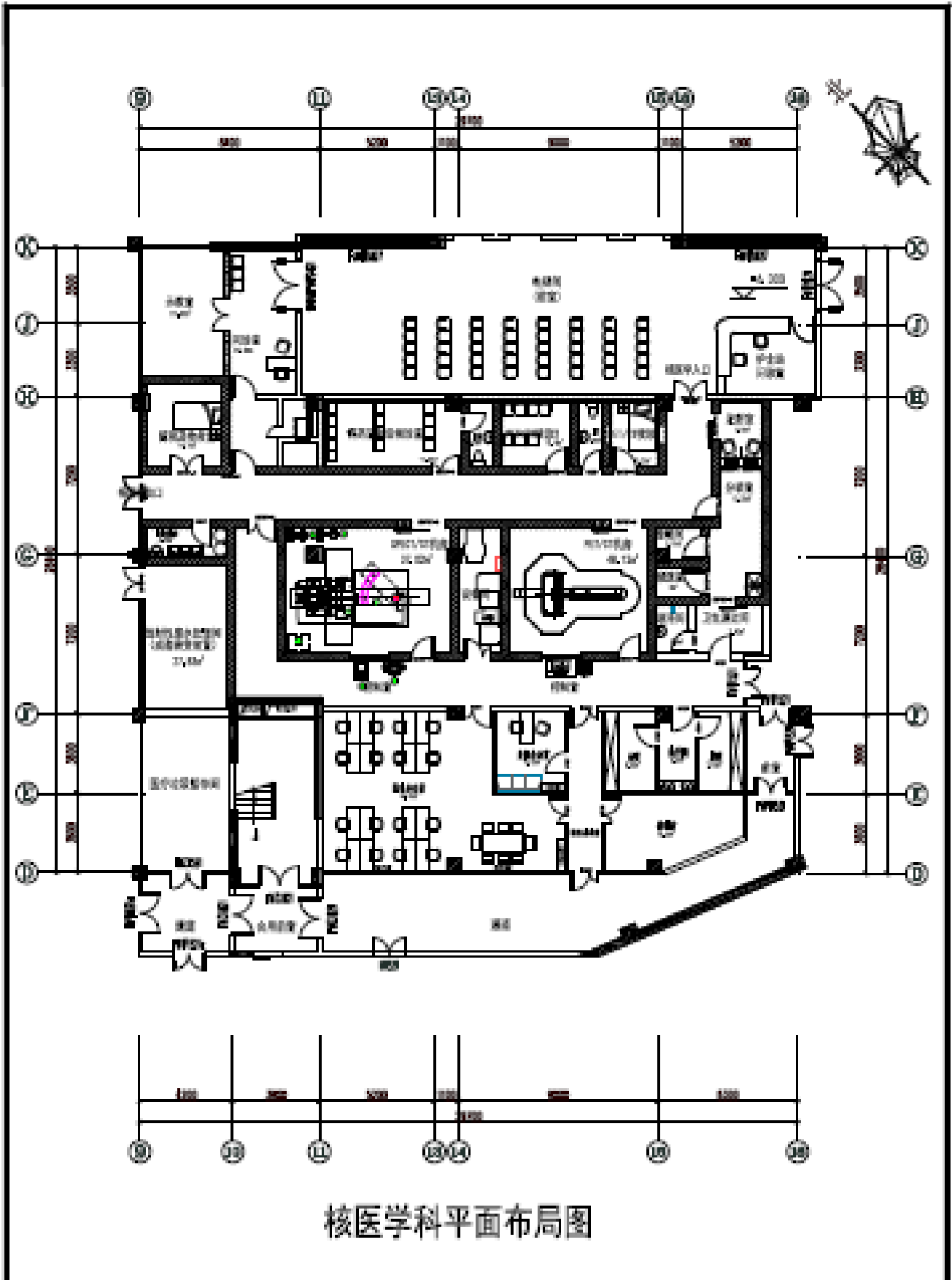
附图3-1 简阳市人民医院门急诊医技大楼负一层改造前平面布局图



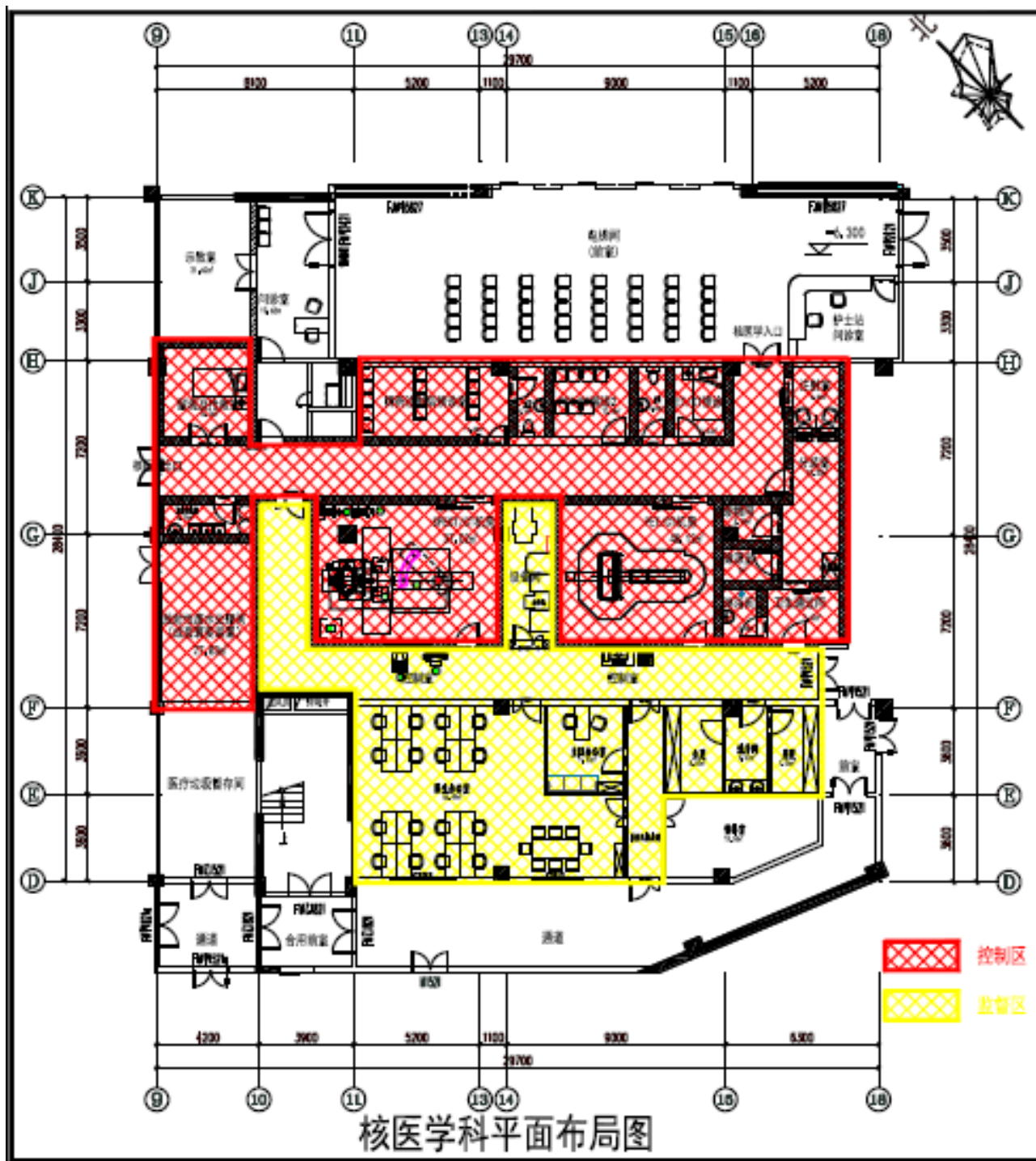
附图3-2 简阳市人民医院门急诊医技大楼负一层改造后核医学科平面布局图



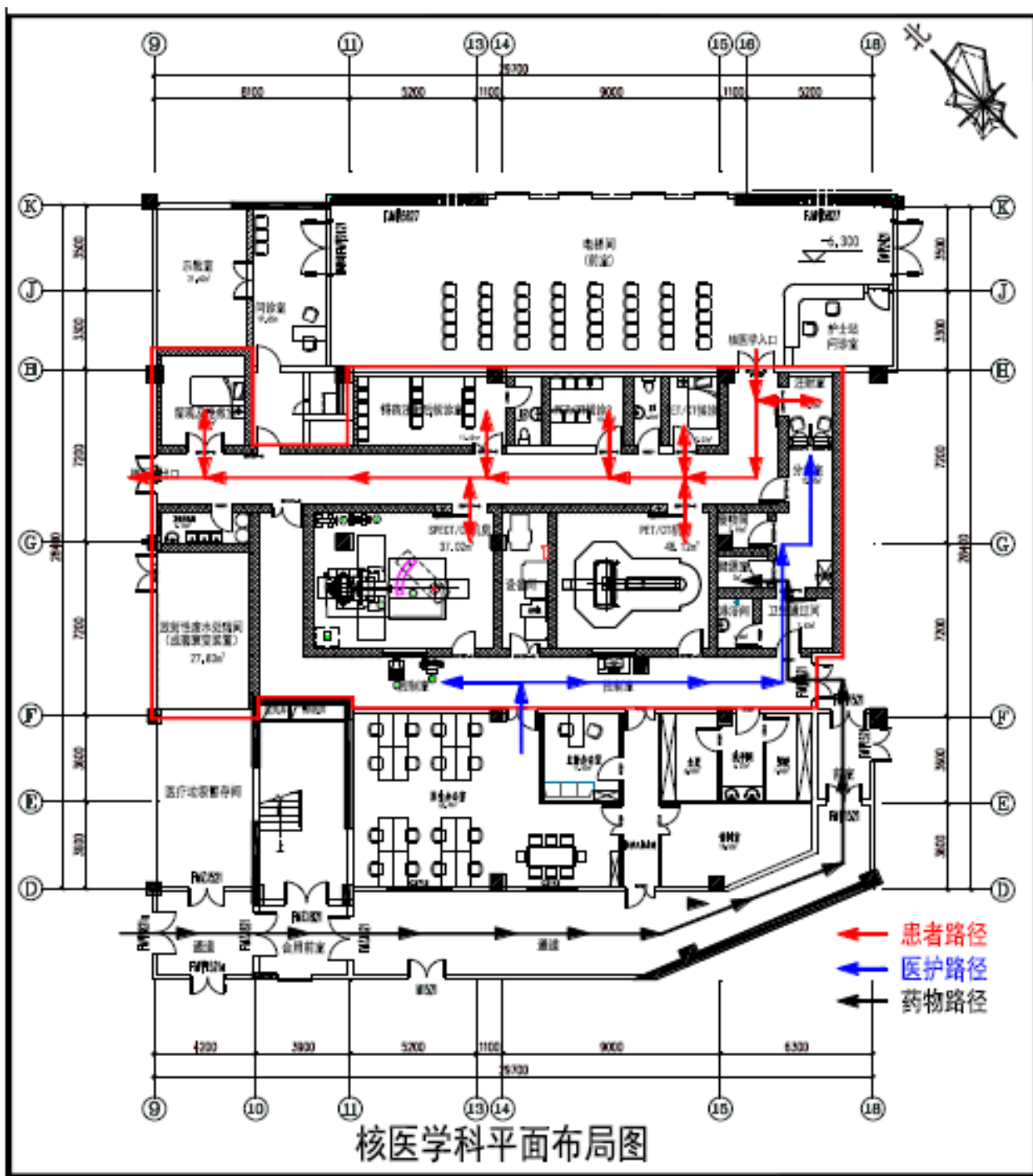
附图 3-3 简阳市人民医院门急诊医技大楼一层平面布局图



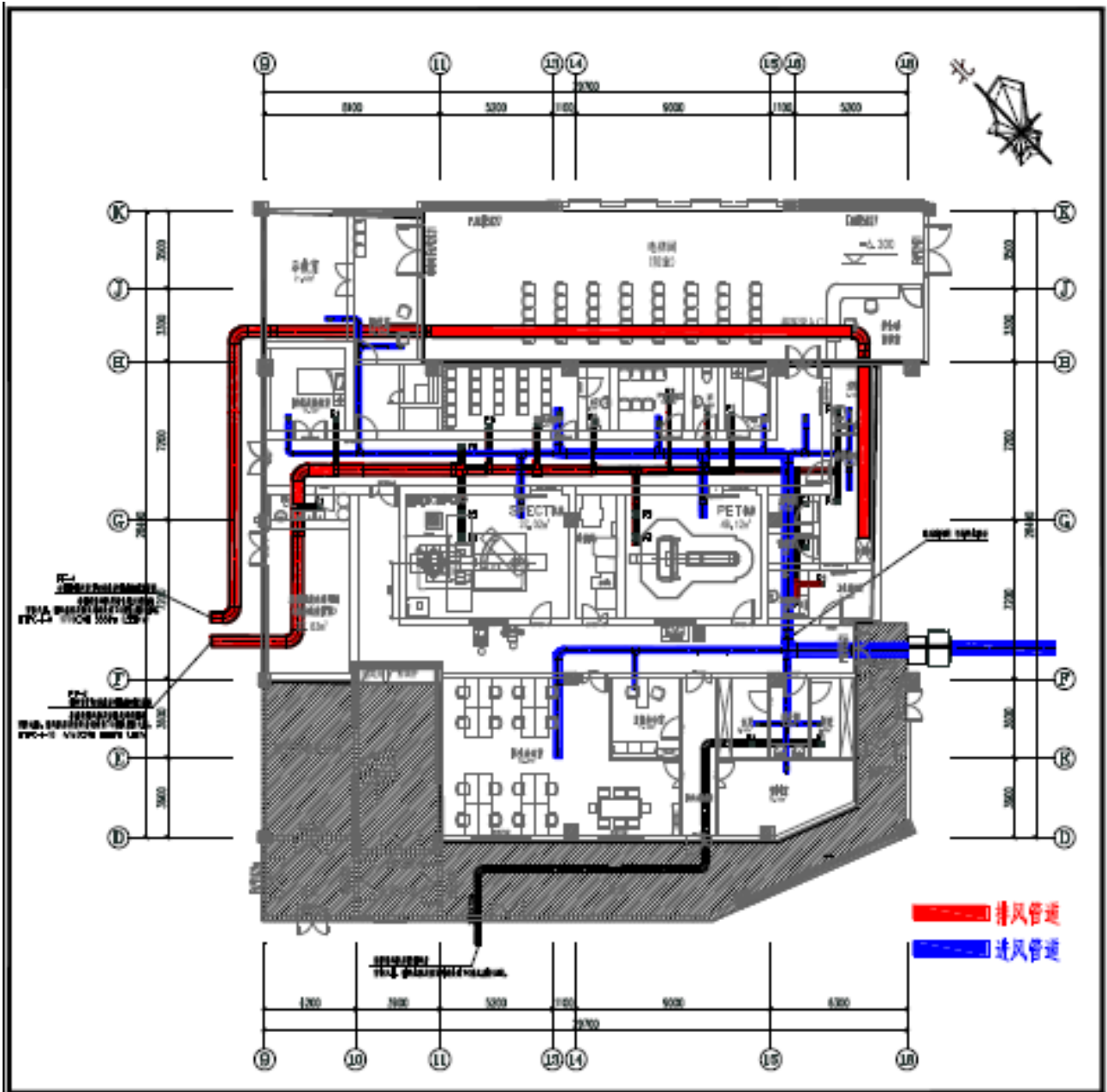
附图 3-4 简阳市人民医院核医学科平面布局图



附图 4-1 项目“两区”划分图



附图 4-2 项目核医学科人流及物流路径示意图



附图 4-3 项目通排风管道布置示意图