

内江市第一人民医院
改扩建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
(阶段验收)

报告编号：瑞迪森（验）字（2021）第 018 号

建设单位： 内江市第一人民医院

编制单位： 四川瑞迪森检测技术有限公司

二〇二二年五月

项目名称：内江市第一人民医院改扩建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

建设单位：内江市第一人民医院

法人代表：申恒春

编制单位：四川瑞迪森检测技术有限公司

法人代表：熊伟

主要编制人员情况			
姓 名	职称/职务	职 责	签名
郑 茜	/	编 写	
刘亚飞	高 工	校 核	
刘君艳	高 工	审 核	
熊 伟	法人代表	签 发	

建设单位：内江市第一人民医院

联系人：耿俊

电话：158885

地址：四川省内江市市中区交通路沱中
巷 31 号

编制单位：四川瑞迪森检测技术有限公司

联系人：刘亚飞

电话：028-85580233

地址：成都市武侯区星狮路 818 号 4 栋 3
单元 10 层 1010 号

1.项目概况

1.1 建设单位基本情况

内江市第一人民医院（统一社会信用代码：125109004513657891，以下简称“医院”）位于沱江之畔，成渝之心——甜城内江。始建于 1939 年，前身为抗日战争时期设立在成渝公路沿线的内江公路卫生站。曾更名为内江县卫生院、川南人民行政公署内江区专员公署中心卫生院、内江专区医院、内江地区第一人民医院等，1985 年更为现名。2001 年挂牌重庆医科大学非直管附属医院，2011 年挂牌泸州医学院附属内江第一医院（2016 年更名为西南医科大学非直管附属医院）。医院总占地面积 336 亩，建筑面积 19.7 万平方米，设有两个院区，分别为四川省内江市市中区沱中路 31 号（城南病区）和四川省内江市市中区汉安大道西段 1866 号（新区），业务用房 16 万平方，开放床位 1600 张。临床、医技科室 40 个，拥有四川省医学重点专科 10 个、市级重点学科 14 个。职工 1936 人，其中省、市各类人才 19 人、硕士研究生导师 24 人、高级职称 291 人、博士和硕士学位 270 余人。是内江最大的集医疗、教学、科研、急救、预防保健和康复为一体的综合性临床教学医院，是国家三级甲等综合医院、国家爱婴医院、国际紧急救援中心网络医院、星级数字化医院、全国综合医院示范中医药单位、国家临床药物试验中心、国家第一批住院医师规范化培训基地、四川省专科医师规范化培训基地和四川省护士规范化培训基地。

内江市第一人民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[00215]），许可种类和范围为：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、丙级非密封放射性物质工作场所），有效期至 2024 年 01 月 22 日。

1.2 验收工作由来

内江市第一人民医院现有核素诊断与治疗工作场所位于城南院区综合大楼二层，占地面积约 800 平方，经过多年的努力，核医学专业得到迅速发展，已成为集体外检测、脏器显像、核素治疗为一体的功能齐全的综合科室，可开展 SPECT/CT 显像诊断、 ^{131}I 治疗甲亢、 ^{131}I 甲状腺吸碘率测定、 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴

治疗、 ^{89}Sr 骨转移治疗和体外分析等项目。

核素诊断与治疗工作场所建立后，年均门诊病人逐渐增加，位于城南院区的核素诊断与治疗工作场所所使用的设备及科室使用面积已经严重制约了科室的发展。故内江市第一人民医院综合考虑选址医院新区的全科医生临床培养基地负一层区域，拟对该区域进行装修改造，建设 2 处乙级非密封放射性物质工作场所，用于开展核素诊断与治疗项目，待新区核素诊断与治疗工作场所建成后，城南院区的核素诊断与治疗工作场所将实施退役，城南院区不再开展核素诊断与治疗工作场所，退役环评情况说明见附件 5。

医院已委托南京瑞森辐射技术有限公司于 2021 年 4 月编制完成了《内江市第一人民医院改扩建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》（见附件 2），并于 2021 年 5 月 7 日取得了四川省生态环境厅关于该项目的环评批复文件（川环审批[2021]52 号），详见附件 3。

医院于 2021 年 7 月 29 日向四川省生态环境厅申请了放射性药品及其原料转让审批，并取得了审批意见：同意医院从重庆原子高科医药有限公司转入本项目需使用的放射性药品 ^{18}F ；于 2021 年 4 月 13 日向四川省生态环境厅申请了放射性药品及其原料转让审批，并取得了审批意见：同意医院从成都欣科医药有限公司转入本项目需使用的放射性药品 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ；同意医院从原子高科股份有限公司转入本项目需使用的放射性药品 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ；于 2021 年 1 月 18 日向四川省生态环境厅申请了放射性药品及其原料转让审批，并取得了审批意见：同意医院从成都中核高通同位素股份有限公司转入本项目需使用的放射性药品 ^{89}Sr 及 ^{131}I 。本项目放射性药品及其原料转让审批表批准文详见附件 4。

目前，内江市第一人民医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目中核素诊断与治疗工作场所（东区）已建成，配套的环保设施和主体工程均已同时建成，具备竣工环境保护验收条件。甲癌治疗工作场所（西区）未建成，不在本次验收范围内，阶段验收情况说明见附件 6。

根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，内江市第一人民医院委托四川瑞迪森检测技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作（项目委托书见附件 1）。

四川瑞迪森检测技术有限公司接受委托后，于 2021 年 8 月编制了《内江市第一人民医院改扩建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方案》。并于 2021 年 8 月 4~5 日开展了现场监测及核查，根据现场监测和核查情况，编制本项目验收监测报告。

1.3 验收内容

本次核素诊断与治疗工作场所（东区）验收的主体内容包括：

（1）射线装置及放射源

医院将原有核素诊断与治疗工作场所的 1 台 SPECT/CT 搬迁至本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所的 SPECT/CT 机房内，本次搬迁的 SPECT/CT 其型号为 Discovery NM/CT670，最大管电压 140kV，最大管电流 380mA，其中 CT 部分属于Ⅲ类射线装置；PET/CT 机房内新增使用 1 台 PET/CT，其型号为 uMI780，最大管电压 140kV，最大管电流 833mA，其中 CT 部分属于Ⅲ类射线装置。

敷贴室内使用 1 枚 ^{90}Sr - ^{90}Y 放射源，活度为 $7.4\times 10^8\text{Bq}$ ，属于 V 类放射源。

（2）非密封放射性物质

本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所（东区）使用非密封放射性物质 ^{18}F （年最大使用量 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ，日最大使用量 $1.48\times 10^{10}\text{Bq}$ ，日等效最大操作量 $4.14\times 10^6\text{Bq}$ ）开展 PET/CT 显像诊断；使用非密封放射性物质 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ （年最大使用量 $5.55\times 10^{12}\text{Bq}$ ，日最大使用量 $2.22\times 10^{10}\text{Bq}$ ，日等效最大操作量 $2.22\times 10^7\text{Bq}$ ）用于 SPECT/CT 显像诊断；使用非密封放射性物质 ^{131}I （年最大使用量 $1.85\times 10^{11}\text{Bq}$ ，日最大使用量 $3.70\times 10^9\text{Bq}$ ，日等效最大操作量 $3.70\times 10^8\text{Bq}$ ）开展甲状腺吸碘率测定和甲亢治疗；使用非密封放射性物质 ^{89}Sr （年最大使用量 $7.4\times 10^9\text{Bq}$ ，日最大使用量 $2.96\times 10^8\text{Bq}$ ，日等效最大操作量 $2.96\times 10^7\text{Bq}$ ）开展骨转移治疗。

核素诊断与治疗工作场所（东区）总日等效最大操作量为 $4.26\times 10^8\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

本次核素诊断与治疗工作场所（东区）配套建设 1 套衰变池系统，该衰变

池建于场所南侧绿化带内，设计 3 个并联小池，每个小池为 12m^3 ，总容积为 36m^3 。

本次验收涉及核技术利用项目详见表 1-1。

表 1-1 本次验收情况一览表

射线装置								
序号	射线装置名称、型号		数量	技术参数	工作场所	类别	环评批复时间	
1	PET/CT（型号：uMI780）		1	140kV 833mA	PET/CT 机房	III	2021.5.7	
2	SPECT/CT （型号：DiscoveryNM/CT670）		1	140kV 380mA	SPECT/CT 机房	III		
非密封放射性物质								
序号	核素名称	日最大操作量 （Bq）	日等效最大操作量 （Bq）	年最大操作量 （Bq）	工作场所	场所等级	环评批复时间	
1	^{99m} Tc	2.22×10 ¹⁰	2.22×10 ⁷	5.55×10 ¹²	核素诊断 与治疗工 作场所 （东区）	乙级	2021.5.7	
2	¹⁸ F	1.48×10 ¹⁰	4.14×10 ⁶	3.70×10 ¹²				
3	⁸⁹ Sr	2.96×10 ⁸	2.96×10 ⁷	7.40×10 ⁹				
4	¹³¹ I	3.70×10 ⁹	3.70×10 ⁸	1.85×10 ¹¹				
放射源								
序号	放射源名称	放射源编码	出厂日期	出厂活度 （Bq）	枚数	类别	贮存方式与地点/使用场所	环评批复时间
1	⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y	RU17SR000515	2017.7.4	7.4×10 ⁸	1 枚	V	敷贴治疗室	2021.5.7

（3）衰变池

本次核素诊断与治疗工作场所（东区）配套建设 1 套衰变池系统，该衰变池建于场所南侧绿化带内，设计为 3 个并联小池，每个小池为 12m^3 ，总容积为 36m^3 。

（4）通排风系统

本次核素诊断与治疗工作场所（东区）配备的排风管道分为 2 支，其中 1 支单独连接分装室内设置的通风橱，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；第 2 支管连接各等候区、注射室、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房等。场所内的送风系统送风量为 $5000\text{m}^3/\text{h}$ ，排风系统排风量为 $13200\text{m}^3/\text{h}$ ，保证了非密封放射性物质工作为负压工作场所。

(5) 辐射安全设备

个人防护用品、表面污染监测仪、对讲和视频监控系统、个人剂量报警仪、辐射监测仪等防护设备及安全装置的配备情况。

(6) 人员配置情况

医院已为本项目所配备 10 名辐射工作人员，该 10 名辐射工作人员的辐射安全与防护培训合格证书的取证情况及职业健康体检和个人剂量检测落实情况。

1.4 项目建设情况

1.4.1 项目基本信息

本项目基本情况见表 1-2。

表 1-2 项目基本信息

项目名称	内江市第一人民医院改扩建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（阶段验收）		
建设单位	内江市第一人民医院		
法人代表	申恒春	项目联系人	耿俊
联系电话	15884878885		
通讯地址	四川省内江市市中区交通路沱中巷 31 号		
项目地点	四川省内江市市中区汉安大道西段 1866 号（新区）		
建设性质	改、扩建		
环评单位	南京瑞森辐射技术有限公司		
环评报告名称	《内江市第一人民医院改扩建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》		
环评审批部门	四川省生态环境厅	批复时间	2021 年 5 月 7 日
批准文号	川环审批[2021]52 号		
辐射安全许可证编号	川环辐证[00215] 许可种类和范围为：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、丙级非密封放射性物质工作场所）。有效期至 2024 年 01 月 22 日。		
开工时间	2021 年 5 月	竣工时间	2021 年 7 月
竣工验收单位	四川瑞迪森检测技术有限公司	委托时间	2021 年 8 月 2 日
总投资（万元）	/		
核技术项目投资（万元）	1600（环评阶段）	核技术项目环保投资（万元）	400（环评阶段）
核技术项目实际投资（万元）	561 核素诊断与治疗工作场所（东区）	核技术项目实际环保投资（万元）	300.42 核素诊断与治疗工作场所（东区）

1.4.2 环评审批及实际建设情况

内江市第一人民医院本次验收项目环评审批及实际建设情况见表1-3。

表 1-3 本次验收项目环评审批及实际建设情况一览表

环评报告表名称	环评审批情况及批复时间	实际建设情况	备注
《内江市第一人民医院改扩建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》	1、建设地点：四川省内江市市中区汉安大道西段 1866 号（新区） 2、项目内容：内江市第一人民医院拟将位于四川省内江市市中区汉安大道西段 1866 号（新区）的全科医生临床培养基地负一层的医生培训基地改建为 2 处非密封放射性物质工作场所，总占地面积约 1260m²，分别为“核素诊断与治疗工作场所（东区）”和“甲癌治疗工作场所（西区）”。 （1）核素诊断与治疗工作场所（东区） 核素诊断与治疗工作场所位于改建区域东部，包括敷贴室（13m²，四周墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 3mm 铅当量）；分装室（含废物间和储源室，共 44.7 m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 5mm 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 48mm 铅当量）；注射室（15m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 5mm 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，¹³¹I 自动分装仪为 20mm 铅当量）；甲吸室（13m²，四面墙为 370mm 实心砖、顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 3mm 铅当量）；甲亢留观室（32.6m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 5mm 铅当量）；运动负荷室（16.2m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 200mm 混凝土，防护门为 5mm 铅当量）；抢救室（27.5m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 200mm 混凝土，防护门为	1、建设地点：四川省内江市市中区汉安大道西段 1866 号（新区） 2、项目内容：内江市第一人民医院将位于四川省内江市市中区汉安大道西段 1866 号（新区）的全科医生临床培养基地负一层的医生培训基地改建为 2 处非密封放射性物质工作场所，总占地面积约 1260m²，核素诊断与治疗工作场所（东区）已建成，甲癌治疗工作场所（西区）未建成不在本次验收范围内。 核素诊断与治疗工作场所（东区）： 核素诊断与治疗工作场所位于改建区域东部，包括敷贴室（13m²，四周墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 3mm 铅当量）；分装室（含废物间和储源室，共 44.7 m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 5mm 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 48mm 铅当量）；注射室（15m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 5mm 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，¹³¹I 自动分装仪为 20mm 铅当量）；甲吸室（13m²，四面墙为 370mm 实心砖、顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 3mm 铅当量）；甲亢留观室（32.6m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 5mm 铅当量）；运动负荷室（16.2m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 200mm 混凝土，防护门为 5mm 铅当量）；抢救室（27.5m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 200mm 混凝土，防护门为 10mm 铅当量）；注射后等候室 1（32.7m²，四面墙	实际建设技术参数与环评及其批复一致。

10mm 铅当量); 注射后等候室 1 (32.7m², 四面墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 200mm 混凝土, 防护门为 5mm 铅当量); 注射后等候室 2 (24m², 四面墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 200mm 混凝土, 防护门为 5mm 铅当量); 注射后等候室 3、4 (24m², 四面墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 200mm 混凝土, 防护门, 10mm 铅当量); SPECT/CT 机房 (42m², 四周墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 300mm 混凝土, 防护门为 5mm 铅当量, 观察窗为 5mm 铅当量); PET/CT 机房 (43.8m², 四周墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 300mm 混凝土, 防护门为 10mm 铅当量, 观察窗为 10mm 铅当量); 留观室 (25m²、四周墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 300mm 混凝土, 防护门为 10mm 铅当量) 等房间, 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。 敷贴室内拟使用 1 枚 ⁹⁰Sr-⁹⁰Y 放射源, 属于 V 类放射源, 医院拟将原有核素诊断与治疗工作场所的 1 台 SPECT/CT 搬迁至本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所的 SPECT/CT 机房内, 本次搬迁的 SPECT/CT 属于 III 类射线装置, PET/CT 机房内拟新增使用 1 台 PET/CT, 属于 III 类射线装置。 本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所 (东区) 拟使用非密封放射性物质 ¹⁸F (年最大使用量 3.7×10¹²Bq, 日最大使用量 1.48×10¹⁰Bq, 日等效最大操作量 4.14×10⁶Bq) 开展 PET/CT 显像诊断; 使用非密封放射性物质 ^{99m}Tc (年最大使用量 5.55×10¹²Bq, 日最大使用量 2.22×10¹⁰Bq, 日等效最大操作量 2.22×10⁷Bq) 用于 SPECT/CT 显像诊断; 使用非密封放射性物质 ¹³¹I (年最大使用量 1.85×10¹¹Bq, 日最大使用量 3.70×10⁹Bq, 日等效最大操作量 3.70×10⁸Bq) 开展甲状腺吸碘率测定和甲亢治疗; 使用非密封放射性物质 ⁸⁹Sr (年最大使用量 7.4×10⁹Bq, 日最大使用量 2.96×10⁸Bq, 日等效最大操作量 2.96×10⁷Bq) 开展骨转移治疗, 总日等效最大操作量为 4.26×10⁸Bq, 属于乙级非密封放射性物质工作场所。 本次核素诊断与治疗工作场所 (东区) 将配套建设 1 套衰变	为 370mm 实心砖, 顶棚为 200mm 混凝土, 防护门为 5mm 铅当量); 注射后等候室 2 (24m², 四面墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 200mm 混凝土, 防护门为 5mm 铅当量); 注射后等候室 3、4 (24m², 四面墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 200mm 混凝土, 防护门, 10mm 铅当量); SPECT/CT 机房 (42m², 四周墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 300mm 混凝土, 防护门为 5mm 铅当量, 观察窗为 5mm 铅当量); PET/CT 机房 (43.8m², 四周墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 300mm 混凝土, 防护门为 10mm 铅当量, 观察窗为 10mm 铅当量); 留观室 (25m²、四周墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 300mm 混凝土, 防护门为 10mm 铅当量) 等房间, 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。 敷贴室内使用 1 枚 ⁹⁰Sr-⁹⁰Y 放射源, 属于 V 类放射源, 医院将原有核素诊断与治疗工作场所的 1 台 SPECT/CT 搬迁至本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所的 SPECT/CT 机房内, 本次搬迁的 SPECT/CT 属于 III 类射线装置, PET/CT 机房内新增使用 1 台 PET/CT, 属于 III 类射线装置。 本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所 (东区) 使用非密封放射性物质 ¹⁸F (年最大使用量 3.7×10¹²Bq, 日最大使用量 1.48×10¹⁰Bq, 日等效最大操作量 4.14×10⁶Bq) 开展 PET/CT 显像诊断; 使用非密封放射性物质 ^{99m}Tc (年最大使用量 5.55×10¹²Bq, 日最大使用量 2.22×10¹⁰Bq, 日等效最大操作量 2.22×10⁷Bq) 用于 SPECT/CT 显像诊断; 使用非密封放射性物质 ¹³¹I (年最大使用量 1.85×10¹¹Bq, 日最大使用量 3.70×10⁹Bq, 日等效最大操作量 3.70×10⁸Bq) 开展甲状腺吸碘率测定和甲亢治疗; 使用非密封放射性物质 ⁸⁹Sr (年最大使用量 7.4×10⁹Bq, 日最大使用量 2.96×10⁸Bq, 日等效最大操作量 2.96×10⁷Bq) 开展骨转移治疗, 总日等效最大操作量为 4.26×10⁸Bq, 属于乙级非密封放射性物质工作场所。 本次核素诊断与治疗工作场所 (东区) 将配套建设 1 套衰变池系统, 该衰变池建于场所南侧绿化带内, 设计为 3 个并联小	
---	---	--

池系统，该衰变池拟建于场所南侧绿化带内，拟设计 3 个并联小池，每个小池为 12m³，总容积为 36m³。 (2) 甲癌治疗工作场所（西区） 甲癌治疗工作场所位于改建区域西部，包括分装室（含废物间和储源室，共 15.8m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 200mm 混凝土，防护门为 10mm 铅当量，¹³¹I 自动分装仪为 40mm 铅当量）； 服药室（7.4m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 200mm 混凝土，防护门为 10mm 铅当量）； 抢救室（27.8m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 10mm 铅当量）； 病房 1、2、3、4、5、6（20.8 m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 10mm 铅当量）等，同时配套建设卫生通过间、医生办公室等辅助用房。 本次改扩建的甲癌治疗工作场所（西区）拟使用非密封放射性物质 ¹³¹I（年最大使用量 1.94×10¹²Bq、日最大使用量 3.89×10¹⁰Bq、日等效最大操作量 3.89×10⁹Bq）开展甲癌治疗，总日等效最大操作量为 3.89×10⁹Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。 本次甲癌治疗工作场所（西区）将配套建设 1 套衰变池系统，该衰变池拟建于场所南侧绿化带内，拟设计 3 个并联小池，每个小池为 65m³，总容积为 195m³。 本核技术应用项目总投资 1600 万元，环保投资 400 万元，占总投资的 25%。 3、批复时间：2021 年 5 月 7 日 4、批准文号：（川环审批[2021]52 号）	池，每个小池为 12m³，总容积为 36m³。 本核技术应用项目核素诊断与治疗工作场所（东区）已建成，甲癌治疗工作场所（西区）未建成，不在本次验收范围内。 核素诊断与治疗工作场所（东区）总投资 561 万元，环保投资 300.42 万元，占总投资的 53.55%。	
---	---	--

2.验收依据

2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989 年 12 月 26 日实施，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起实施；
- 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日起施行；
- 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人大常务委员会，2003 年 10 月 1 日起施行；
- 4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；
- 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；
- 6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年修改，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；
- 7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；
- 8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，（2021 版），生态环境部第 16 号令，自 2021 年 1 月 1 日起施行；
- 9) 《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》，国家环境保护总局文件，环发〔2006〕145 号文；
- 10) 《放射源分类办法》，国家环保总局公告 2005 年第 62 号，2015 年 12 月 23 日起施行；
- 11) 《关于发布<射线装置分类>办法的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；
- 12) 《放射性废物安全管理条例》（国务院令第 612 号，2012 年），自 2012 年 3 月 1 日起施行；

13) 《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, 2017 年), 自 2018 年 1 月 1 日起施行;

14) 《关于印发<建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)>的通知》, 环办〔2013〕103 号, 2014 年 1 月 1 日起施行;

15) 《四川省辐射污染防治条例》, 2016 年修改, 2016 年 6 月 1 日起实施;

16) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》, 川环函[2016]400 号, 2016 年 9 月 22 日印发;

17) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》, 国环规环评〔2017〕4 号, 2017 年 11 月 22 日起施行;

18) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》生态环境部公告〔2018〕第 9 号, 2018 年 5 月 15 日印发;

19) 《放射工作人员职业健康管理辦法》, 中华人民共和国卫生部令第 55 号, 2007 年 11 月 1 日起施行;

20) 《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。

2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范

- 1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);
- 2) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);
- 3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021);
- 4) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(HJ 1157-2021);
- 5) 《环境空气质量标准》(GB 3095-2012);
- 6) 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020);
- 7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);
- 8) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);
- 9) 《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009);
- 10) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GBZ11930-2010)。

2.3 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定

2.3.1 建设项目环境影响报告表

《内江市第一人民医院改扩建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》，南京瑞森辐射技术有限公司，2021年4月。见附件2；

2.3.2 审批部门审批决定

《四川省生态环境厅江市第一人民医院改扩建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]52号），四川省生态环境厅，2021年5月7日）。见附件3。

3.项目建设情况

3.1 建设地点及外环境关系

项目名称：内江市第一人民医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目。

建设地点：内江市第一人民医院新区（四川省内江市市中区汉安大道西段1866号）全科医生临床培养基地负一层，地理位置见图 3-1。



图 3-1 改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目地理位置示意图

(1) 医院总平面图及外环境关系

全科医生临床培养基地为地上 5 层，地下一层建筑，总高度为 24 米。全科医生临床培养基地位于医院新区西南角，其东侧为门诊楼及儿科综合楼；南侧为院内道路及绿化；西侧为绿化及院内地面停车场；北侧现为停车场及院内道路，将来为拟建科研教学会议综合楼。

本项目核素诊断与治疗工作场所边界外 50m 范围内均位于医院内，50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点。医院平面布置图及外环境示意图示意图如图 3-2 所示。

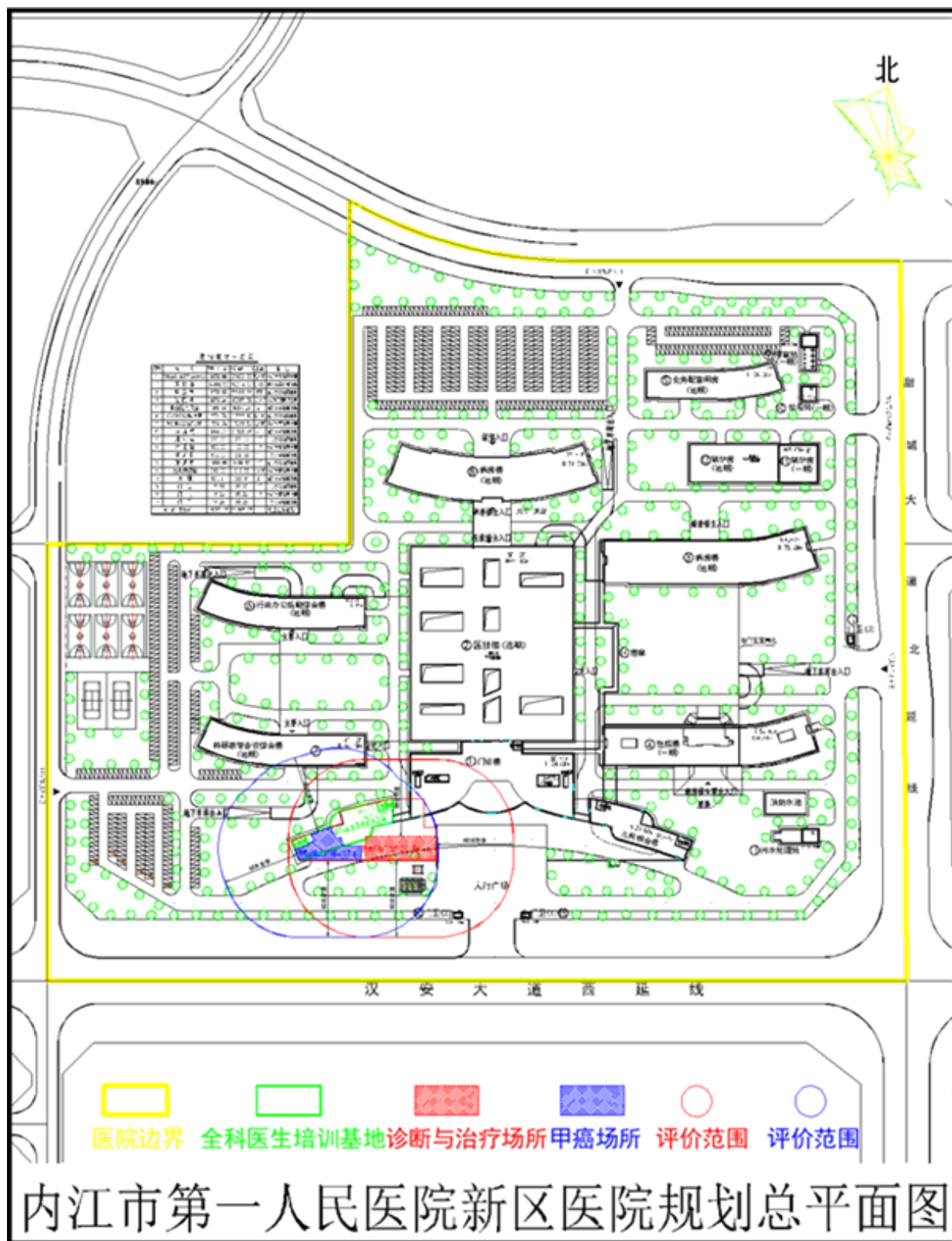


图 3-2 内江市第一人民医院新区总平面图及评价范围

(2) 全科医生临床培养基地外环境关系

本项目非密封放射性物质工作场所位于全科医生临床培养基地负一层，改造前为培训教学等用房，改造后的核素诊断与治疗工作场所（东区）东侧为行人广场，南侧为土层，西侧为甲癌治疗工作场所（西区），北侧为医生办公室、候诊区等，上方为室外道路，下方为土层；甲癌治疗工作场所（西区）东侧为核素诊断与治疗工作场所（东区），南侧为土层，西侧为土层，北侧为电梯间及土层，上方为室外道路及全科医生临床培养基地一层培训基地等，下方为土层。

本项目非密封放射性物质工作场所平面布置图如图 3-3 所示。

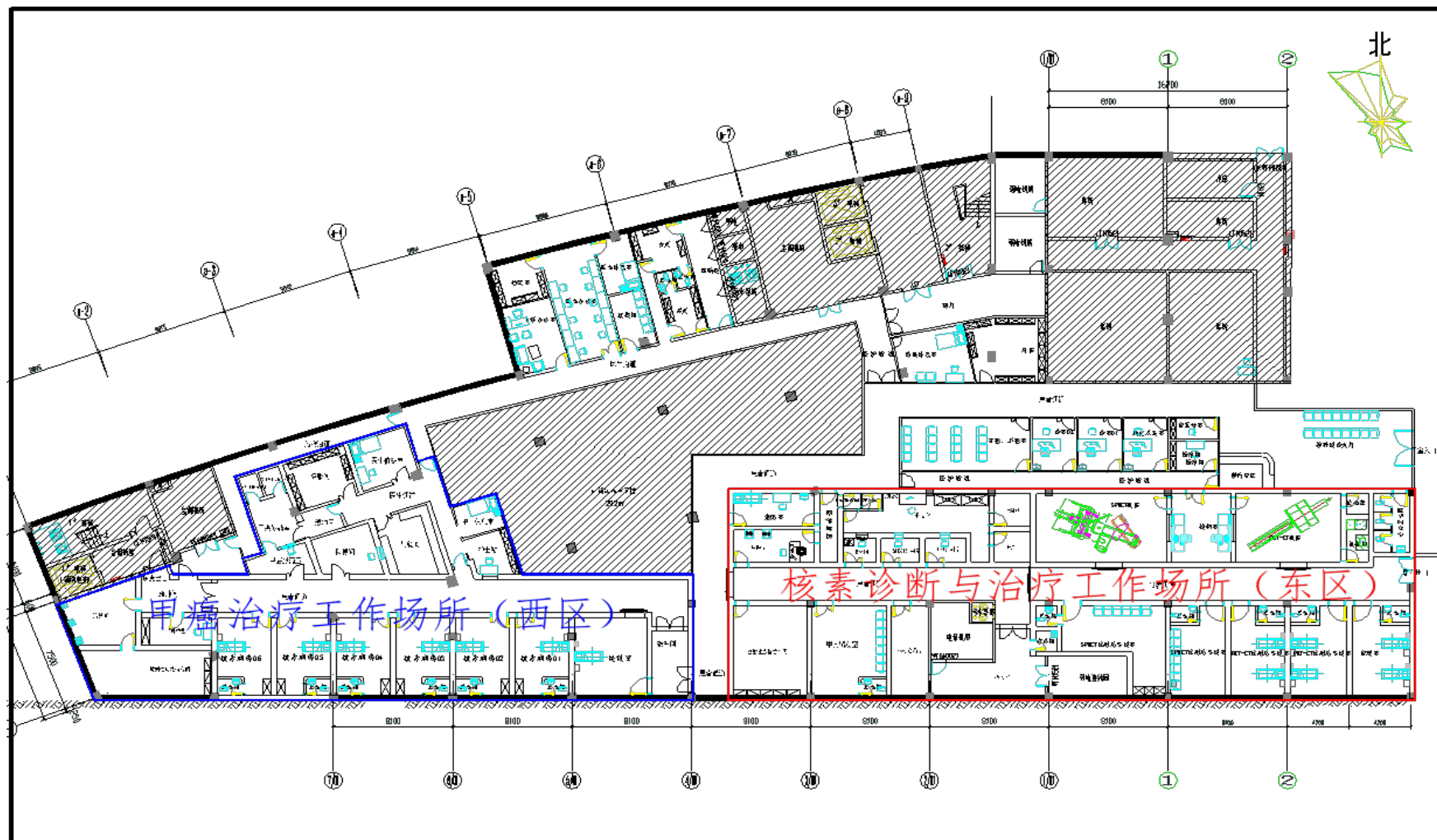


图 3-3 本项目非密封放射性物质工作场所平面布置图（负一层，改造后）

综上，项目建设地点与环评一致，未发生变动。

3.2 环境保护目标

根据本项目的特点，本项目的验收范围及保护目标范围确定为各辐射工作场所实体屏蔽物边界外 50m 区域。

根据本项目工作场所的平面布局和周围的外环境关系确定本项目主要环境保护目标为医院内部医务人员、就诊人员、陪护人员、医院家属区内居民等，与环评相较，本项目周围外环境无变化，本次验收环境保护目标与环评一致。本项目保护目标情况详见表 3-1。

表 3-1 本项目保护目标情况一览表

保护目标名称		方位	主要保护目标及距离	最近保护目标规模
核素诊断与治疗工作场所	辐射工作人员	核素诊断与治疗工作场所内	核素诊断与治疗工作场所内辐射工作人员	10 人
	医护人员、患者、患者家属、四周公众	核医学四周	医护人员、患者、患者家属（约 5m）	约 30 人
		场所东侧	门诊楼（10m~50m）	约 50 人
		场所上方	全科医生临床培养基地（紧邻）	约 20 人

3.3 建设内容

3.3.1 设备参数

医院将原有核医学科的 1 台 SPECT/CT 搬迁至本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所的 SPECT/CT 机房内，本次搬迁的 SPECT/CT 属于Ⅲ类射线装置，PET/CT 机房内新增使用 1 台 PET/CT，属于Ⅲ类射线装置。敷贴室内使用 1 枚 ^{90}Sr - ^{90}Y 放射源，活度为 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ ，属于 V 类放射源。

本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所（东区）使用非密封放射性物质 ^{18}F （年最大使用量 $3.7 \times 10^{12} \text{Bq}$ ，日最大使用量 $1.48 \times 10^{10} \text{Bq}$ ，日等效最大操作量 $4.14 \times 10^6 \text{Bq}$ ）开展 PET/CT 显像诊断；使用非密封放射性物质 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ （年最大使用量 $5.55 \times 10^{12} \text{Bq}$ ，日最大使用量 $2.22 \times 10^{10} \text{Bq}$ ，日等效最大操作量 $2.22 \times 10^7 \text{Bq}$ ）用于 SPECT/CT 显像诊断；使用非密封放射性物质 ^{131}I （年最大使用量 $1.85 \times 10^{11} \text{Bq}$ ，日最大使用量 $3.70 \times 10^9 \text{Bq}$ ，日等效最大操作量

3.70×10⁸Bq)开展甲状腺吸碘率测定和甲亢治疗;使用非密封放射性物质 ⁸⁹Sr (年最大使用量 7.4×10⁹Bq,日最大使用量 2.96×10⁸Bq,日等效最大操作量 2.96×10⁷Bq)开展骨转移治疗。

核素诊断与治疗工作场所(东区)总日等效最大操作量为 4.26×10⁸Bq,属于乙级非密封放射性物质工作场所。

本次验收项目环评建设规模主要技术参数见表 3-2,本次验收项目实际建设主要技术参数见表 3-3,废弃物排放情况见表 3-4。

表 3-2 内江市第一人民医院本次验收项目环评文件及其批复主要技术参数

放射源									
序号	名称	类别	总活度（Bq）/活度（Bq）× 枚数		出场日期及编码	活动种类	用途	使用场所	贮存方式 与地点
1	⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y	V	7.4×10 ⁸ ×1		2017.07.04 RU17SR000515	使用	敷贴治疗	敷贴治疗室	敷贴治疗室
非密封放射性核素（核素诊断与治疗工作场所东区）									
序号	核素 名称	理化 性质	实际日最大操 作量（Bq）	日等效最大操 作量（Bq）	最大年用量 （Bq）	来源	用途	操作方式	工作场所
1	^{99m} Tc	液态	2.22×10 ¹⁰	2.22×10 ⁷	5.55×10 ¹²	有资质单位	核素显像	注射，很简单操作	核素诊断与治疗工作场所
2	¹⁸ F	液态	1.48×10 ¹⁰	4.14×10 ⁶	3.70×10 ¹²	有资质单位	核素显像	注射 很简单操作/源的贮存	核素诊断与治疗工作场所
3	⁸⁹ Sr	液态	2.96×10 ⁸	2.96×10 ⁷	7.40×10 ⁹	有资质单位	骨转移治疗	注射，简单操作	核素诊断与治疗工作场所
4	¹³¹ I	液态	3.70×10 ⁹	3.70×10 ⁸	1.85×10 ¹¹		甲功测定/甲 亢治疗	口服，简单操作	核素诊断与治疗工作场所
非密封放射性核素（核素诊断与治疗工作场所西区）									
序号	核素 名称	理化 性质	实际日最大操作 量（Bq）	日等效最大操 作量（Bq）	最大年用量 （Bq）	来源	用途	操作方式	工作场所
1	¹³¹ I	液态	3.89×10 ¹⁰	3.89×10 ⁹	1.94×10 ¹²	有资质单位	甲癌治疗	口服，简单操作	核素诊断与治疗工作场所
射线装置									
序号	名称	类别	数量	型号	技术参数	用途	工作场所		备注
1	PET/CT	III	1 台	未定	最大管电压≤140kV 最大管电流≤800mA	诊断治疗	改、扩建核素诊断与治疗工作场所内 PET/CT 机房		拟购
1	SPECT/CT	III	1 台	DiscoveryNM/CT670	最大管电压 140kV 最大管电流 380mA	诊断治疗	改、扩建核素诊断与治疗工作场所内 SPECT/CT 机房		搬迁

表 3-3 内江市第一人民医院本次验收项目实际主要技术参数

放射源									
序号	名称	类别	总活度（Bq）/活度（Bq） ×枚数		出场日期及编码	活动种类	用途	使用场所	贮存方式 与地点
1	⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y	V	7.4×10 ⁸ ×1		2017.07.04 RU17SR000515	使用	敷贴治疗	敷贴治疗室	敷贴治疗室
非密封放射性核素（核素诊断与治疗工作场所东区）									
序号	核素 名称	理化性 质	实际日最大操作 量（Bq）	日等效最大操 作量（Bq）	最大年用量 （Bq）	来源	用途	操作方式	工作场所
1	^{99m} Tc	液态	2.22×10 ¹⁰	2.22×10 ⁷	5.55×10 ¹²	成都欣科医药有限 公司、原子高科股 份有限公司	核素显像	注射，很简单操作	核素诊断与治疗工 作场所
2	¹⁸ F	液态	1.48×10 ¹⁰	4.14×10 ⁶	3.70×10 ¹²	重庆原子高科医药 有限公司	核素显像	注射 很简单操作/源的贮存	核素诊断与治疗工 作场所
3	⁸⁹ Sr	液态	2.96×108	2.96×10 ⁷	7.40×10 ⁹	成都中核高通同位 素股份有限公司	骨转移治疗	注射，简单操作	核素诊断与治疗工 作场所
4	¹³¹ I	液态	3.70×10 ⁹	3.70×10 ⁸	1.85×10 ¹¹		甲功测定/甲 亢治疗	口服，简单操作	核素诊断与治疗工 作场所
射线装置									
序号	名称	类别	数量	型号	技术参数		用途	工作场所	备注
1	PET/CT	III	1 台	uMI780	最大管电压 140kV，最大管电流 833mA		诊断治疗	核素诊断与治疗工作场所内 PET/CT 机房	已购
1	SPECT/CT	III	1 台	DiscoveryNM/CT670	最大管电压 140kV，最大管电流 380mA		诊断治疗	核素诊断与治疗工作场所内 SPECT/CT 机房	搬迁

表 3-4 内江市第一人民医院本次验收项目废弃物排放情况

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
沾有放射性核素的注射器、手套、擦拭废纸等	固体	^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I	/			小于清洁解控水平	暂存于分装注射室内铅废物桶内，随后转移至废物间	存放十个半衰期，达到清洁解控水平后，由医院统一作为普通医疗废物处理
含放射性核素的卫生间下水及清洗废水	液体	^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I	/	约 9.2m ³	约 110.4m ³	总 β <10 Bq/L	暂存于衰变池内	达到排放标准后，排至医院污水处理站
含有液态放射性药物分装时挥发的微量气溶胶	气体	^{18}F 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{131}I	/	微量	微量	微量	不暂存	在通风橱内操作，经通风橱管道内及屋顶排放口活性炭装置过滤后排放
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	/	微量	微量	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧在常温条件下可自动分解为氧气
更换后的活性炭	固体	/	/	/	/	小于清洁解控水平	更换后暂存在废物间内	存放十个半衰期，达到清洁解控水平后，由医院统一作为一般废物处理
退役敷贴源	固体	^{90}Sr - ^{90}Y	/	/	/	/	存放于储源室	厂家回收

3.3.2 辐射防护屏蔽

本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）屏蔽防护设计及落实情况详见表 3-5。

表 3-5 本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）屏蔽防护设计及落实情况

名称	屏蔽体	主要屏蔽材料及厚度	落实情况
敷贴室	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	300mm 厚混凝土	300mm 厚混凝土
	防护门	防护门为 3mm 铅当量	防护门为 3mm 铅当量
甲吸室	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	300mm 厚混凝土	300mm 厚混凝土
	防护门	防护门为 3mm 铅当量	防护门为 3mm 铅当量
分装室（废物间、储源室）	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	300mm 厚混凝土	300mm 厚混凝土
	防护门	防护门为 5mm 铅当量	防护门为 5mm 铅当量
	通风橱	5mmPb（ ^{99m} Tc 用）、48mmPb（ ¹⁸ F 用）	5mmPb（ ^{99m} Tc 用）、48mmPb（ ¹⁸ F 用）
注射室	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	300mm 厚混凝土	300mm 厚混凝土
	防护门	防护门为 5mm 铅当量	防护门为 5mm 铅当量
	注射窗	5mmPb（ ^{99m} Tc 用）、40mmPb（ ¹⁸ F 用）、20mmPb（ ¹³¹ I 用，自动分装仪）	5mmPb（ ^{99m} Tc 用）、40mmPb（ ¹⁸ F 用）、20mmPb（ ¹³¹ I 用，自动分装仪）
废物间	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	300mm 厚混凝土	300mm 厚混凝土
	防护门	防护门为 5mm 铅当量	防护门为 5mm 铅当量
甲亢留观室	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	300mm 厚混凝土	300mm 厚混凝土
	防护门	防护门为 5mm 铅当量	防护门为 5mm 铅当量
运动负荷室	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	200mm 厚混凝土	200mm 厚混凝土
	防护门	防护门为 5mm 铅当量	防护门为 5mm 铅当量
抢救室	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	200mm 厚混凝土	200mm 厚混凝土
	防护门	防护门为 10mm 铅当量	防护门为 10mm 铅当量

注射后等候室 1、2	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	200mm 厚混凝土	200mm 厚混凝土
	防护门	防护门为 5mm 铅当量	防护门为 5mm 铅当量
注射后等候室 3、4	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	200mm 厚混凝土	200mm 厚混凝土
	防护门	防护门为 10mm 铅当量	防护门为 10mm 铅当量
SPECT/CT 机房	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	300mm 厚混凝土	300mm 厚混凝土
	防护门	5mm 铅当量	5mm 铅当量
	观察窗	5mm 铅当量	5mm 铅当量
	铅屏风	1mmPb	1mmPb
PET/CT 机房	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	300mm 厚混凝土	300mm 厚混凝土
	防护门	10mm 铅当量	10mm 铅当量
	观察窗	10mm 铅当量	10mm 铅当量
	铅屏风	5mm 铅当量	5mm 铅当量
留观室	四面墙体	370mm 实心砖	370mm 实心砖
	顶棚	200mm 厚混凝土	200mm 厚混凝土
	防护门	10mm 铅当量	10mm 铅当量
其他		核医学入口防护门为 10mm 铅当量	核医学入口防护门为 10mm 铅当量
		核医学出口防护门为 15mm 铅当量	核医学出口防护门为 15mm 铅当量
		通道顶部为 300mm 厚混凝土	通道顶部为 300mm 厚混凝土

本项目核素诊断与治疗工作场所实际建设技术参数与环评及其批复一致。

3.3.3 其他

(1) 衰变池

衰变池位于场所南侧绿化带内南侧。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 12m^3 ，总容积为 36m^3 ，放射性废水衰变系统采用并联排放运行。

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。

放射性废水衰变系统采用并联排放运行，工作场所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，此时核素诊断与治疗工作场所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进一步处理后纳入市政污水管网。三个衰变池以此往复运行。

放射性废水衰变池系统已建成，本项目衰变池首次排放前已按照环保要求对放射性废水进行取样监测（检测报告见附件 10），监测结果符合排放标准后排放，排入医院废水处理系统作为一般废水进行处理，并加强对衰变池的日常管理和维护并做好相关记录。

(2) 通排风系统

本项目核素诊断与治疗工作场所的排风管道分为 2 支，其中 1 支单独连接分装室内设置的通风橱，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/CT 机房、PET/CT 机房等。场所内的送风系统送风量为

5000m³/h，排风系统排风量为13200m³/h，保证了非密封放射性物质工作为负压工作场所。

排风管均在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，所使用的排风过滤器需定期更换，更换下来的过滤器应按放射性固体废物进行处理。排风口不朝向医院的其他建筑，全科医生临床培养基地周边邻近的现有建筑为东侧的门诊楼，门诊楼总高度也为24m，本项目的排风管均高于屋面3m，即高于周边邻近建筑，周边空气流通顺畅，故本项目的排风管道设置合理。

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。

3.4 工作原理及工艺流程

3.4.1 PET/CT 诊断项目

(1) PET/CT 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。

本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）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）工作流程、产污环节及污染因子

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 3-4 所示。

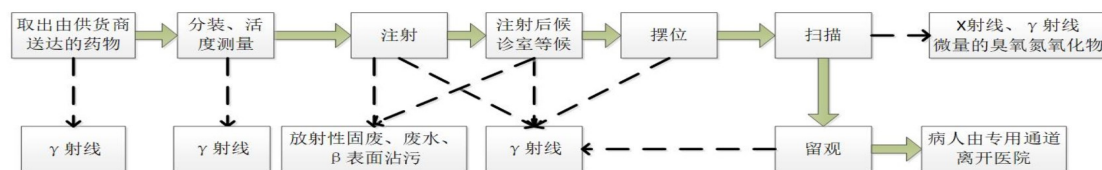


图 3-4 PET/CT 诊断项目工作流程及产污环节分析示意图

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。

3.4.2 SPECT/CT 诊断项目

(1) SPECT/CT 工作原理

SPECT 即单光子发射计算机断层成像术 (Single-Photon Emission Computed Tomography)，本项目 SPECT 利用发射单光子的核素药物 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 进行检查。SPECT 的基本结构分三部分，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，尚可显示局部脏器功能的变化，如：化疗后左心功能、肾功能的改变等。本项目 SPECT 使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 放射性核素，将放射性药物 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 引入人体，经代谢后在脏器内外或病变部位和正常组织之间形成放射性浓度差异，通过计算机处理再成像。SPECT 的基本成像原理是 γ 照相机探头的每个灵敏点探测沿一条投影线进来的 γ 光子，其测量值代表人体在该投影线上的放射性之和。

SPECT/CT 的工作原理是把 SPECT 和 CT 放在一起，利用体外的 X 射线穿透人体而获得三位解剖图像的断层成像技术，通过 SPECT 扫描和 CT 扫描重边，联合扫描，使两者的硬件和软件有机地结合在一起。工作时，其 CT 球管发射 X 线穿透人体组织，其探测器获得的数据不仅用于重建 CT 图像，同时提供给 SPECT 作为衰减校正的参数，在此基础上再进行 SPECT 图像的重建。所显示的图像为两者图像的融合的结果，即细胞的代谢显像和所处的解剖位置。SPECT/CT 的工作原理是把 SPECT 和 CT 放在一起，利用体外的 X 射线穿透人体而获得三位解剖图像的断层成像技术，通过 SPECT 扫描和 CT 扫描重边，联合扫描，使两者的硬件和软件有机地结合在一起。工作时，其 CT 球管发射 X 线穿透人体组织，其探测器获得的数据不仅用于重建 CT 图像，同时提供给 PET 作为衰减校正的参数，在此基础上再进行 SPECT 图像的重建。所显示的图像为两者图像的融合的结果，即细胞的代谢显像和所处的解剖位置。

(2) 工作流程、产污环节及污染因子

内江市第一人民医院本次改扩建的工作场所使用的放射性药物 ^{99m}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）将药物从候诊大厅再通过内廊送达核素诊断与治疗工作场所（东区）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/CT 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/CT 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 SPECT/CT 注射室注射放射性药物。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/CT 注射后等候室内静坐或静躺片刻，待药物代谢至靶器官，再进入 SPECT/CT 机房，经医护人员摆位后，接受 SPECT/CT 的扫描，每次扫描约 10~20 分钟。扫描完成后，患者在留观室留观一段时间后，若无其他情况，从患者专用通道离开。

SPECT/CT 诊断项目工作流程及产污环节分析见图 3-5。

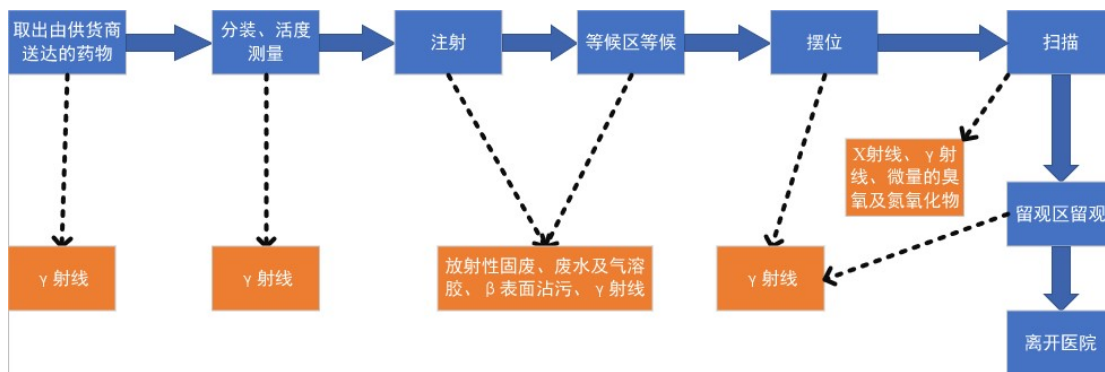


图 3-5 SPECT/CT 诊断项目工作流程及产污环节分析示意图

因此，在 SPECT/CT 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。

3.4.3 ^{89}Sr 治疗骨转移项目

(1) 工作原理

常见的恶性肿瘤中乳腺癌、肺癌和前列腺癌等常发生骨转移。它们发生骨转移时，肿瘤细胞释放破骨细胞激活因子，后者刺激破骨细胞对骨质的吸收，导致骨溶解破坏的发生。同时，肿瘤细胞能分泌一些致病介质，如前列腺素、乳酸等，导致顽固性疼痛。

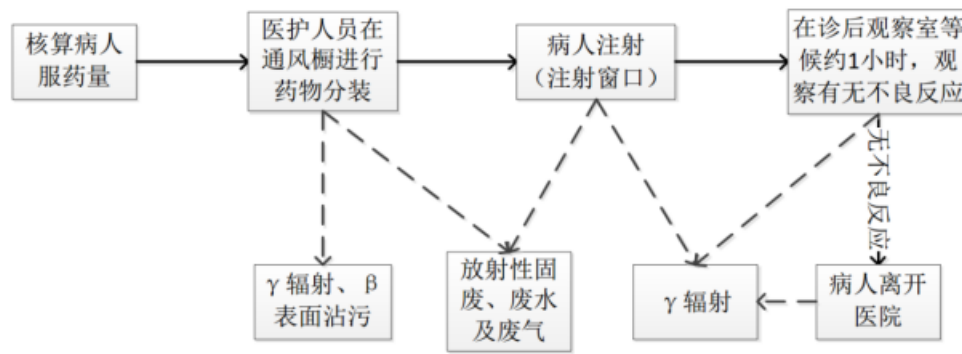
目前骨转移癌引起的疼痛一般利用放射性药物治疗，如 $^{89}\text{SrCl}_2$ 注射液。 ^{89}Sr 是一种亲骨性放射性核素，进入体内后同钙一样参加骨矿物质的代谢过程，静脉给药后，恶性肿瘤骨转移病灶内的摄取率大于正常骨组织的 2~25 倍，并滞留在癌灶中，发射平均能量为 1.49MeV 的 β 射线，半衰期为 50.5 天，利用其辐射效应杀伤癌细胞，缩小病灶，起到良好的镇痛作用。

(2) 工作流程、产污环节及污染因子

医院根据与病人预约情况提前向药物供货商订 ^{89}Sr 注射液，由药物供货商负责药物运输至分装室的储源室内，患者先在护士站登记并提前如厕，然后医生通知患者进入注射室，按配送的药物直接给每个病人注射，不用稀释分装。 ^{89}Sr 注射液按需订购暂存通风柜中。

该院预计使用 ^{89}Sr 病例每天最多 2 例，预计每名患者所使用 ^{89}Sr 的活度不超过 $1.48 \times 10^8 \text{Bq}$ (4mCi)，患者用药后进行一定时间的观察，如无异常情况，患者随即就可以离开医院。

^{89}Sr 治疗流程及产污环节见图 3-6。

图 3-6 ^{89}Sr 治疗骨转移项目工作流程及产污环节分析示意图

3.4.3 ^{131}I 甲状腺吸碘功能测定（甲功测定）

（1）工作原理

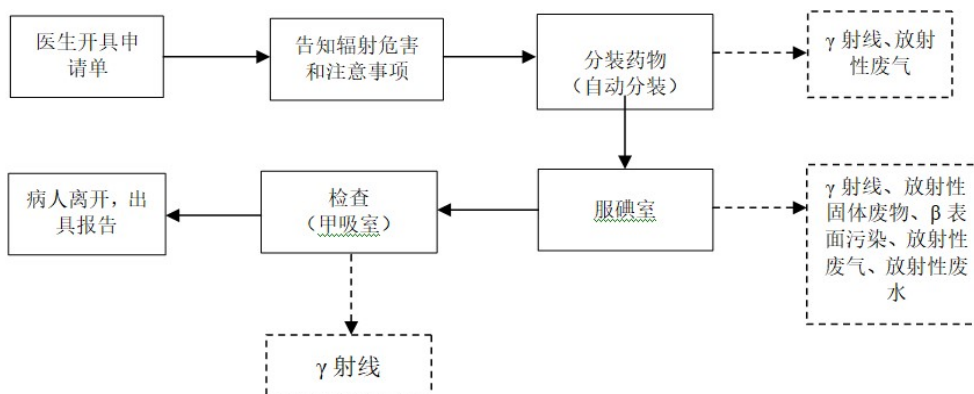
甲状腺吸 ^{131}I 功能试验是了解甲状腺碘代谢的常用方法。甲状腺具有摄取和浓聚碘的能力，碘参与甲状腺激素合成、分泌的全过程。在空腹条件下，口服放射性 ^{131}I 后，经胃肠吸收并随血流进入甲状腺，并迅速被甲状腺滤泡上皮细胞摄取，其摄取的量与速度与甲状腺的功能密切相关。因此，利用甲状腺功能测定仪获得不同时间的甲状腺摄碘率，以此来评价甲状腺的功能状态。

（2）工作流程、产污环节及污染因子

医院根据与病人预约情况提前向药物供货商订购放射性同位素 ^{131}I ，由药物供货商负责药物运输至源库，医生通知患者进入服药室，按配送的药物直接给每个病人口服。

该院预计甲状腺吸碘功能测定病例每天最多 5 例，预计每名患者所使用 ^{131}I 的活度不超过 $3.7 \times 10^5 \text{Bq}$ ($10\mu\text{Ci}$)，患者用药后进行一定时间的观察，如无异常情况，患者当天就可以离开医院。

甲状腺吸碘功能测定流程及产污环节见图 3-7。

图 3-7 ^{131}I 甲状腺吸碘功能测定项目工作流程及产污环节分析示意图

3.4.4 ^{131}I 甲亢治疗

(1) 工作原理

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

(2) 工作流程、产污环节及污染因子

甲亢治疗项目流程及产污环节见图 3-8。

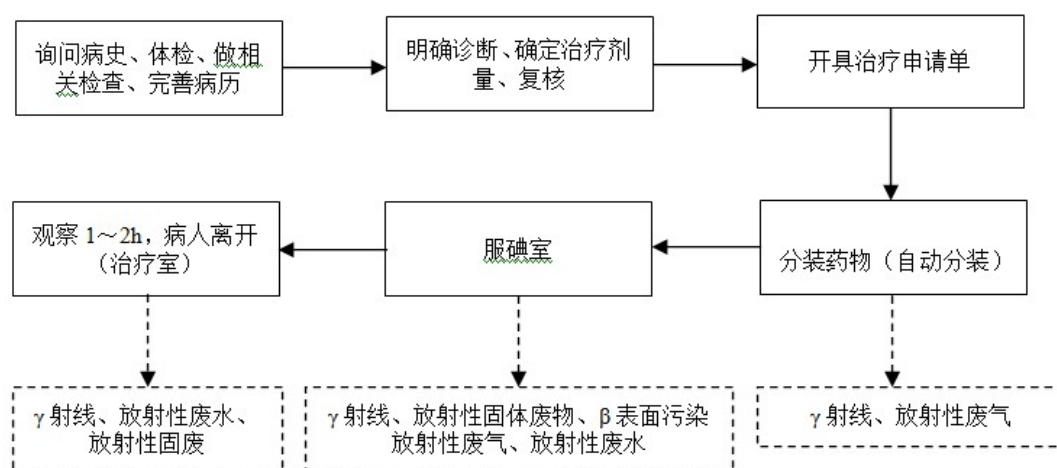


图 3-8 ^{131}I 甲亢治疗项目工作流程及产污环节分析示意图

3.4.5 敷贴治疗

(1) 工作原理

放射性核素敷贴治疗是使用放射性核素（一般选用 β 射线发射体），如 ^{32}P 、 ^{90}Sr - ^{90}Y ，将其均匀地吸附于滤纸或银箔上，按病变形状和大小制成专用的敷贴器，把敷贴器紧贴于病变的表面，对表浅病变进行外照射治疗。某些病变对 β 射线比较敏感，经电离辐射作用，微血管发生萎缩、闭塞等退行性改变，某些症状经照射后引起局部血管渗透性改变、白细胞增加和吞噬作用增强而获得治愈；增生性病变经辐照后细胞分裂速度变慢得以控制，从而可达到治疗目的的一种治疗方法。

(2) 工作流程、产污环节及污染因子

^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器保存在敷贴治疗室的储源室的保险柜的铅罐内。患者由候诊大厅到达诊断室进行诊断随后经患者通道进入敷贴治疗室。医生根据患者病变的大小、厚度及部位的情况，选择不同的剂量及疗程，确定每次照射时间；治疗时，医生打开铅罐，持手柄取出敷贴器放在患处，治疗完毕，医生将放射源放回铅罐，并将铅罐转移至储源室的保险柜内。

^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器使用一段时间后，其活度会降低至不适宜用于治疗，届时建设单位将对不能使用的 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器进行密封退役处理，退役的放射源由厂家进行回收。

3.5 核素诊断与治疗工作场（东区）所人流、物流的路径规划

(1) 辐射工作人员路径：

工作场所的护士由医护通道经过卫生通过间再通过防护门进入分装室，在储源室取出所需的放射性药物至分装室的通风橱内，在通风橱内完成分装活度测量等操作，最后在注射窗口或服药窗口给患者施药。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，分装室内产生的固体废弃物暂存于废物桶内，随后转移至废物间内。

(2) 患者路径：

患者按预约日期首先到负一层护士站登记，登记后的患者再进入留置针室安置留置针随后通过患者通道到达核素诊断与治疗工作场所入口处进入西侧带有门禁装置的防护门进入诊断区域，首先到达注射室或服药室，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/CT 机房或 PET/CT 机房进行显像检查，检查完毕后在留观室休息约 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。

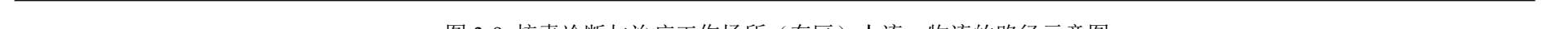
(3) 放射性药物路径：

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北侧的通道通过卫生通过间送至储源室暂

存。

新增的核素诊断与治疗工作场所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；医护人员与病患有各自独立的通道，本次乙级非密封放射性物质工作场所布局满足《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。

核素诊断与治疗工作场所（东区）人流、物流的路径示意图详见图 3-9。



3.6 项目变动情况

3.5.1 外环境关系及环境保护目标

与环评相较，本项目周围外环境无变化，本次验收环境保护目标与环评一致。

3.5.2 建设内容

(1) 设备参数变动情况

本次验收设备参数实际建设技术参数与环评相较：

医院将原有核医学科的 1 台 SPECT/CT 搬迁至本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所的 SPECT/CT 机房内，本次搬迁的 SPECT/CT 型号为 Discovery NM/CT670，最大管电压 140kV，最大管电流 380mA，属于Ⅲ类射线装置；PET/CT 机房内新增使用 1 台 PET/CT，型号为 uMI780，最大管电压 140kV，最大管电流 833mA，属于Ⅲ类射线装置。敷贴室内使用 1 枚 ^{90}Sr - ^{90}Y 放射源，活度为 $7.4\times 10^8\text{Bq}$ ，属于 V 类放射源。

本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所（东区）使用非密封放射性物质 ^{18}F （年最大使用量 $3.7\times 10^{12}\text{Bq}$ ，日最大使用量 $1.48\times 10^{10}\text{Bq}$ ，日等效最大操作量 $4.14\times 10^6\text{Bq}$ ）开展 PET/CT 显像诊断；使用非密封放射性物质 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ （年最大使用量 $5.55\times 10^{12}\text{Bq}$ ，日最大使用量 $2.22\times 10^{10}\text{Bq}$ ，日等效最大操作量 $2.22\times 10^7\text{Bq}$ ）用于 SPECT/CT 显像诊断；使用非密封放射性物质 ^{131}I （年最大使用量 $1.85\times 10^{11}\text{Bq}$ ，日最大使用量 $3.70\times 10^9\text{Bq}$ ，日等效最大操作量 $3.70\times 10^8\text{Bq}$ ）开展甲状腺吸碘率测定和甲亢治疗；使用非密封放射性物质 ^{89}Sr （年最大使用量 $7.4\times 10^9\text{Bq}$ ，日最大使用量 $2.96\times 10^8\text{Bq}$ ，日等效最大操作量 $2.96\times 10^7\text{Bq}$ ）开展骨转移治疗，总日等效最大操作量为 $4.26\times 10^8\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

甲癌治疗工作场所（西区）未建设不在本次验收范围内。

(2) 辐射防护屏蔽变动情况

本次验收核素诊断与治疗工作场所（东区）各辐射工作场所的辐射防护屏蔽实际建设内容与环评及其批复一致。甲癌治疗工作场所（西区）未建设，不在本次验收范围内。

(3) 汇总

本次验收核素诊断与治疗工作场所（东区）实际建设内容与环评及其批复保持一致，未发生重大变动。甲癌治疗工作场所（西区）未建设，不在本次验收范围内。

4. 辐射安全与防护环境保护措施

4.1 污染源项分析

4.1.1 辐射源项分析

(1) 电离辐射

PET/CT 和 SPECT/CT 扫描时产生的 X 射线, 以及放射性药物在取药, 分装和注射, 带药患者在注射后候诊, 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。

^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴治疗时和 ^{89}Sr 治疗骨转移时产生的 β 射线对医护人员产生的外照射影响。

(2) β 放射性表面污染

医生在对含有放射性同位素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 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。

(3) 含放射性核素气溶胶

本项目使用的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 和 ^{18}F 在带有通风装置的通风橱或自动分装仪内进行分装, 产生少量的放射性气溶胶。

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) 放射性废水

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) 放射性固体废物

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、垫料及更换下的高效过滤器滤芯、活性炭。污染途径为操作过程中及收集固废过程中和贮存衰变时对医务人员产生的外照射。

退役的 ^{90}Sr - ^{90}Y 放射源暂存于储源室内, 退役的密封源交还给生产厂家。

(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为低噪声节能排风机, 其噪声值低于 60dB(A), 噪

声较小；空调系统的室外机其噪声值低于 60dB(A)，噪声较小。

4.1.2 非放射性污染源项分析

(1) 废水

本项目运行后产生的生活污水，依托医院已有的污水处理系统进行处理。

(2) 废气

本项目 PET/CT 及 SPECT/CT 开机运行时，产生的 X 射线与空气相互作用可产生少量的臭氧。为确保受检者、医护人员的安全，各辐射工作场所内均设置有通排风系统，将室内的附加臭氧排出室外。

(3) 噪声

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，其噪声值一般低于 400dB(A)，噪声较小，无需采用专门的降噪措施。

(4) 固体废物

本项目运行后产生的非放射性固体废物主要是生活垃圾，依托医院环保设施处理；医疗废物委托有资质单位进行收集、处置。

4.2 辐射防护分区

4.2.1 分区原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范和管理工作，项目应当按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

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，要求有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（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区。放射性工作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标识；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条

件，或是否需要更改监督区的边界。

4.2.2 “两区”划分

医院已将甲吸室、卫生通过间、分装室、废物间、源库、服药间、注射室、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、甲亢留观室、运动负荷室、抢救室、注射后等候室和留观室等作为本项目的辐射防护控制区边界；将控制室及医生办公室等作为辐射防护监督区。控制区入口处已设置符合规范的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，防止无关人员逗留和误入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）辐射防护分区与环评一致，其辐射防护分区如图 4-1 所示。

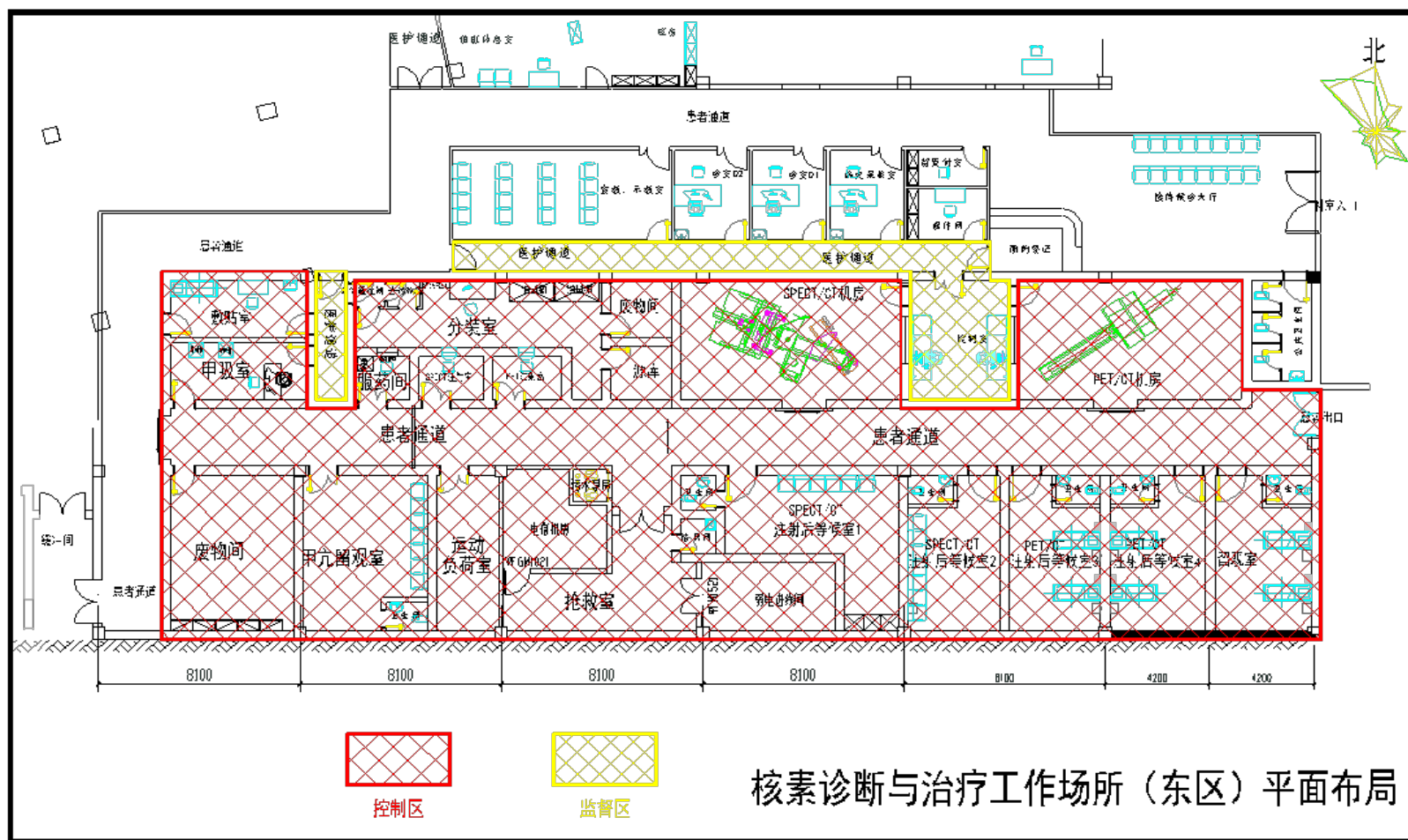


图 4-1 本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）辐射防护分区示意图

4.3 辐射安全措施

(1) 警示标志和工作状态指示灯

医院已在 SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房、SPECT/CT 注射室及 PET/CT 注射室、注射后等候室、留观室及出入口的防护门上设置了当心电离辐射警告标志并在地面设置警戒标识，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规范的电离辐射警告标志的要求。同时在 SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房防护门上方设置工作状态指示灯警示装置，指示灯与防护门联动。经现场核查有效。

本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）电离辐射警示标志和工作状态指示灯等如图 4-2 及图 4-3 所示。诊断工作场所内地面指示标志如图 4-4 所示。



(a) SPECT/CT 机房工作状态指示灯及电离辐射警告标志



(b) SPECT/CT 注射后等候室电离辐射警告标志

图 4-2 本项目当心电离辐射警示标志及工作状态指示灯（部分区域）1



(c) PET/CT 机房工作状态指示灯及电离辐射警告标志

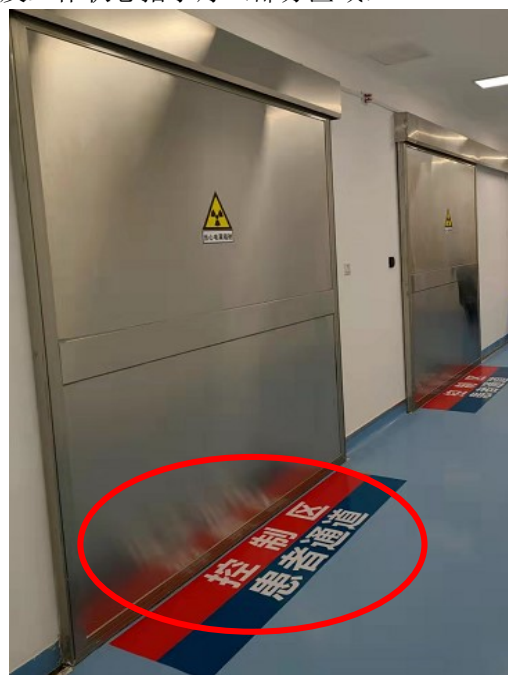


(d) PET/CT 注射后等候室当心电离辐射警告标志

图 4-3 本项目当心电离辐射警示标志及工作状态指示灯（部分区域）2



(a) 本项目“监督区”警戒标识



(b) 本项目“控制区”警戒标识

图 4-4 本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）地面警戒标识（部分区域）

(2) 人员配置

医院已根据实际工作量为本次验收的核素诊断与治疗工作场所（东区）配备 10 名辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护培训并取得辐射安全与防护培训合格证书且均在有效期内并持证上岗，辐射工作人员培训证书见附件 8。（人员名单详见表 4-1）。

表 4-1 本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）配备辐射工作人员名单

序号	姓名	性别	培训合格证书编号	工作场所
1	陈冬琼	女	FS21SC0300145	核素诊断与治疗工作场所（东区）
2	廖梓宏	女	FS21SC0300141	
3	廖珍燕	女	FS21SC0300205	
4	蒋志军	男	FS21SC0300116	
5	范贤东	男	FS21SC0300114	
6	王安波	男	FS21SC0300209	
7	董华清	女	FS22SC0300019	
8	邹文	女	FS21SC0300140	
9	刘晓	女	FS21SC0300203	
10	周利英	女	FS21SC0300138	

根据《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），医院应安排新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员报名参加“核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习及考核，考核合格后上岗。辐射安全培训合格证书到期的人员仍需通过生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”进行再学习考核。本项目辐射工作人员均配备有个人剂量计，医院已对辐射工作人员开展个人职业健康体检及个人剂量监测，并建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案，详见附件 8 及附件 9。

（3）监测仪器及个人防护用品

医院已为本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）已配备有数字射线检测仪 1 台、表面污染测量仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台及活度计 2 台，经现场核查有效，新购置的 1 台 X- γ 辐射监测仪、1 台表面污染检测仪及 2 台个人剂量报警仪正在采购中。

辐射检测仪和个人剂量报警仪等配置情况见表 4-2。实物图见图 4-5。

表 4-2 本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）所配备的监测仪器清单

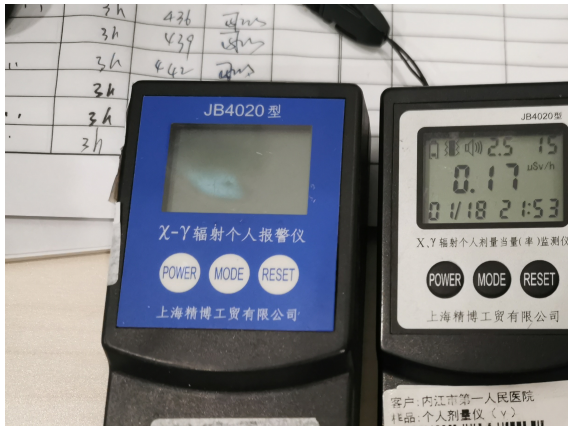
设备名称	设备型号	购买日期	数量	使用场所
表面污染监测仪	JB4040	2015.10.29	1	核素诊断与治疗工作场所（东区）
多功能数字射线检测仪	R1410301	2015.03.30	1	
放射性活度计	CRC-55tR	2021.09	2	
个人剂量报警仪	JB4020	2015.3.30	2	



(a) 表面污染仪



(b) 数字射线检测仪



(c) 个人剂量报警仪



(d) 活度计

图 4-5 本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）配备监测仪器（部分）

医院已配备有防护铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅手套等防护用品，辐射工作人员在进行注射和进行摆位时，穿戴铅衣、铅帽和铅眼镜等防护用品；注射时，注射器外套有铅防护套，以减少放射性药物对工作人员的照射；医院已配备有通风橱用于放射性药品的存放；已配备铅废物桶用于放射性废物的存放；已配备注射器防护套、注射器防护提盒、药物转运防护罐及给药防护车等。经现场核查有效。

本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）配备的防护用品清单见表 4-3。部分防护用品见图 4-6。

表 4-3 本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）配备的个人防护用品清单

防护用品	数量	防护参数	生产日期
铅防护衣	6	0.5mmpb	2020.10
铅橡胶颈套	1	0.5mmpb	2016.08
铅橡胶颈套	3	0.5mmpb	2020.10
铅橡胶帽子	2	0.5mmpb	2015.01

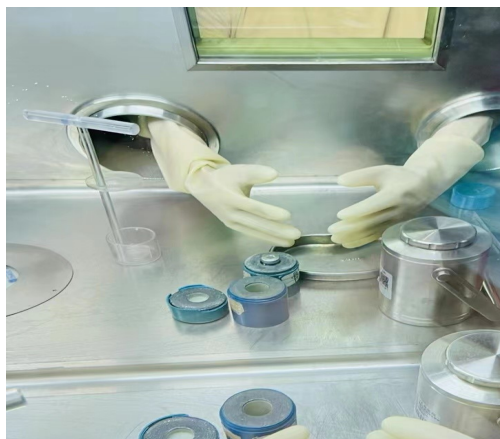
防护用品	数量	防护参数	生产日期
铅防护围裙	1	0.5mmpb	2015.03
铅防护眼镜	2	0.03mmpb	2020.12
铅围脖	2	0.5mmpb	2020.12
铅围脖	2	0.5mmpb	2020.10
铅防护臂	1	0.5mmpb	2017.06
铅帽	3	0.5mmpb	2020.10
铅帽	2	0.5mmpb	2017.06
铅护目镜	2	0.5mmpb	2020.12
铅防护面罩	2	0.1mmpb	2020.10
移动铅屏风	3	5mmpb	2020.09
双联铅屏风	1	5mmpb	2015.12
铅废物桶	2	10mmpb	2021.09
通风橱 (^{18}F)	1	48 mmpb	2021.09
通风橱 ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)	1	5mmpb	2021.09
放射性药物铅针筒防护筒	4	10 mmpb	2021.09



(a) 部分防护用品铅衣等



(b) 注射窗



(c) 通风橱



(d) 铅废物桶

图 4-6 本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）部分个人防护用品

(4) 视频监控及对讲系统

为了防止工作人员和公众误入造成不必要的照射，避免人身受到潜在照射损害，医院已在注射间、注射后休息大厅、留观室、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、患者通道等处设置视频监控系统，便于观察受检者、工作场所进出/口情况，避免受检者注射药物后随意走动或无关人员进入放射工作场所。医院已在 SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房和控制室之间安装对讲装置及观察窗，便于工作人员通过对讲装置与扫描间内受检者联系。经现场核查有效。

本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）视频监控系统见图 4-7；观察窗及对讲装置见图 4-8。

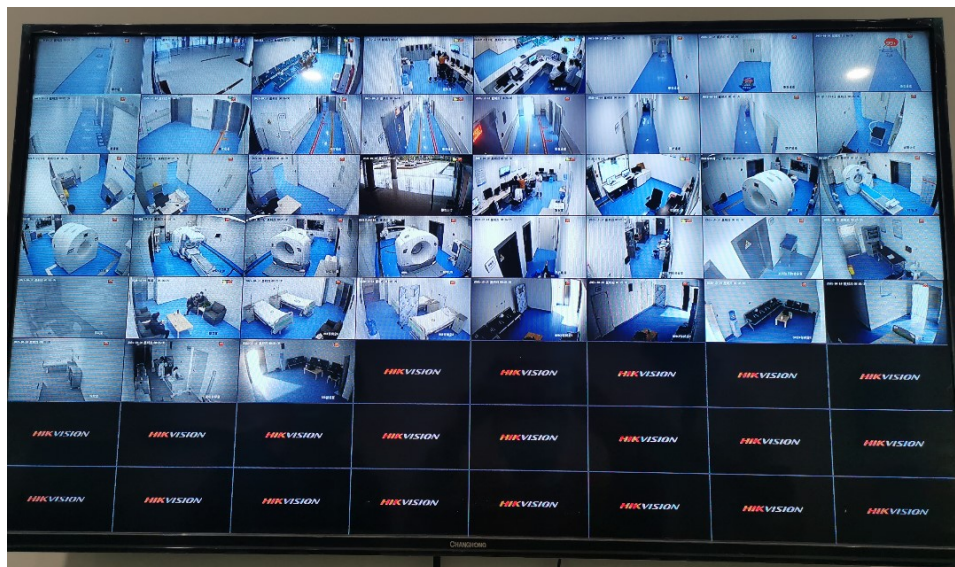


图 4-7 本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）视频监控系统



图 4-8 SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房观察窗及对讲装置

(5) 急停按钮

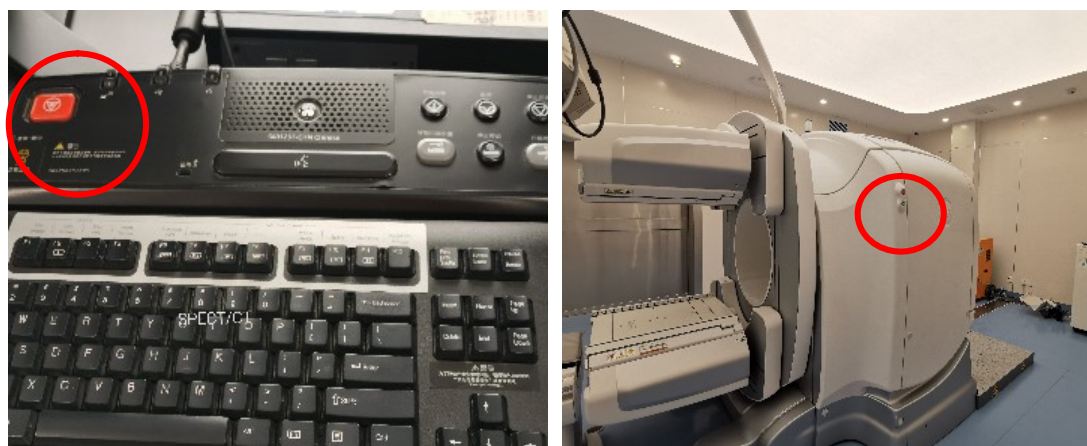
本项目新增的SPECT/CT机房及PET/CT机房内及控制台上的操作台、机房内治疗床上均设有急停按钮，当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备，经现场核查有效。急停装置见图4-9及图4-10。



(a) 操作台急停按钮

(b) PET/CT 设备急停按钮

图 4-9 PET/CT 机房内及控制台上急停按钮



(a) 操作台急停按钮

(b) SPECT/CT 设备急停按钮

图 4-10 SPECT/CT 机房内及控制台上急停按钮

(6) 闭门装置

SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房防护门设有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门有效联动，避免射线装置开机时防护门未关闭造成门外人员受照，现场检查门灯联锁装置运行正常。经现场核查有效。

(7) 对控制区内带放射性药物病人的监督管理

医院已做好控制区的监督管理工作，防止无关人员入内；加强对控制区内注射了放射性药物病人的监督管理，避免其给药后随意走动；告知检查病人离开路线，防止其对公众造成不必要照射。

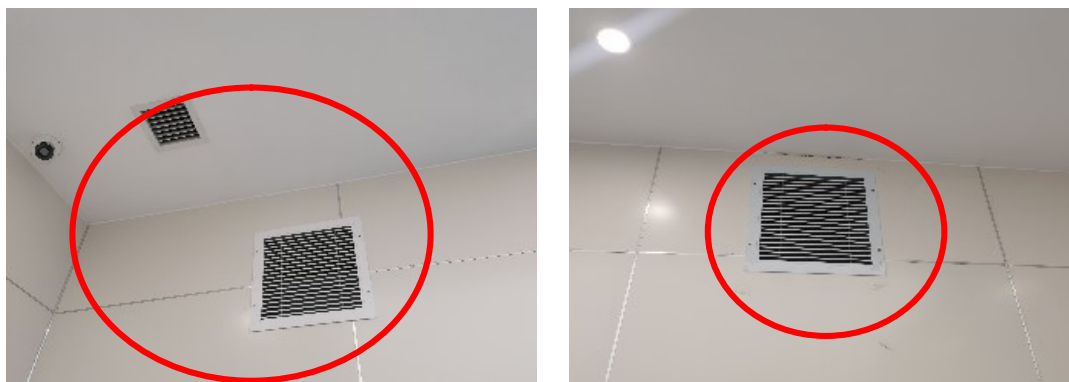
本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）受检者各出口处的防护门设计为带密码电磁锁门禁系统的单向门，保证了控制区内患者的单向流动，避免无关人员进入控制区。经现场核查有效。本项目门禁如图 4-11 所示。



图 4-11 本项目医院核素诊断与治疗工作场所（东区）医务人员及患者通道门禁系统

(8) 通风装置

本项目 SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧等有害气体，机房内已设置通排风装置，臭氧通过通排风装置排入大气后常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。经现场核查有效。



(a) PET/CT 机房通风装置

(b) SPECT/CT 机房通风装置

图 4-12 本项目 PET/CT 机房及 SPECT/CT 机房内通风装置

(9) 工作场所表面污染防护

该工作场所属于非密封源辐射工作场所，整个工作流程从放射性药品进入，放置通风橱内分装、取药、注射等，均需按照严格操作程序进行；在分装、取药、注射过程中均使用一次性器皿，以防止放射污染。为了防范意外事

故发生而造成表面污染，医院对核医学工作场所的设备表面、墙壁、工作台等处的表面放射性污染采取了以下控制措施：

①除注射给药外，其余涉及放射性药物的所有操作均在密闭通风橱内进行，通风橱操作台面为不锈钢材料，光滑平整易于清洗去污；

②涉及放射性药物操作的工作场所均采取防止放射性污染的措施：SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房、SPECT/CT 及 PET/CT 注射室、注射后等候室、留观室、抢救室、走廊等铺设橡胶地面；墙面平整、光滑，墙面与地面处为抹脚易于清洗去污；工作台面光滑、平整、易于清洗；所有涉及放射性药物的操作应在铺有塑料或不锈钢等易去除污染的工作台面上或搪瓷盘内进行。

4.4 放射性“三废”处置

4.4.1 放射性废水

本项目医院核素诊断与治疗工作场所（东区）产生的放射性废水包括：注射室内产生的含放射性核素的清洗废水；SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房、控制室内可能产生的含放射性核素的清洗废水；注射后等候室及留观室患者专用卫生间排放的含有放射性同位素的卫生间下水等。核素诊断与治疗工作场所内布置了独立排水管道将含有放射性同位素的废水统一集中到衰变池进行衰变。

衰变池位于场所南侧绿化带内南侧，地下设置。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 12m^3 ，总容积为 36m^3 ，放射性废水衰变系统采用并联排放运行。

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。

放射性废水衰变系统采用并联排放运行，工作场所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，此时核素诊断与治疗工作场所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进一步处理后纳入市政污水管网。三个衰变池以此往复运行。

放射性废水衰变池系统已建成，已做好防雨防渗措施，已设置警示标示。本项目衰变池首次排放前应按照环保要求对放射性废水进行取样监测，医院已进行了首次排放的废水监测，检测报告见附件 10，监测结果符合排放标准后排放，排入医院废水处理系统作为一般废水进行处理，并加强对衰变池的日常管理和维护并做好相关记录。

本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）废水衰变池系统图、放射性废水衰变池现场示意图及放射性废水管线示意图见图 4-13、图 4-14 及图 4-15。

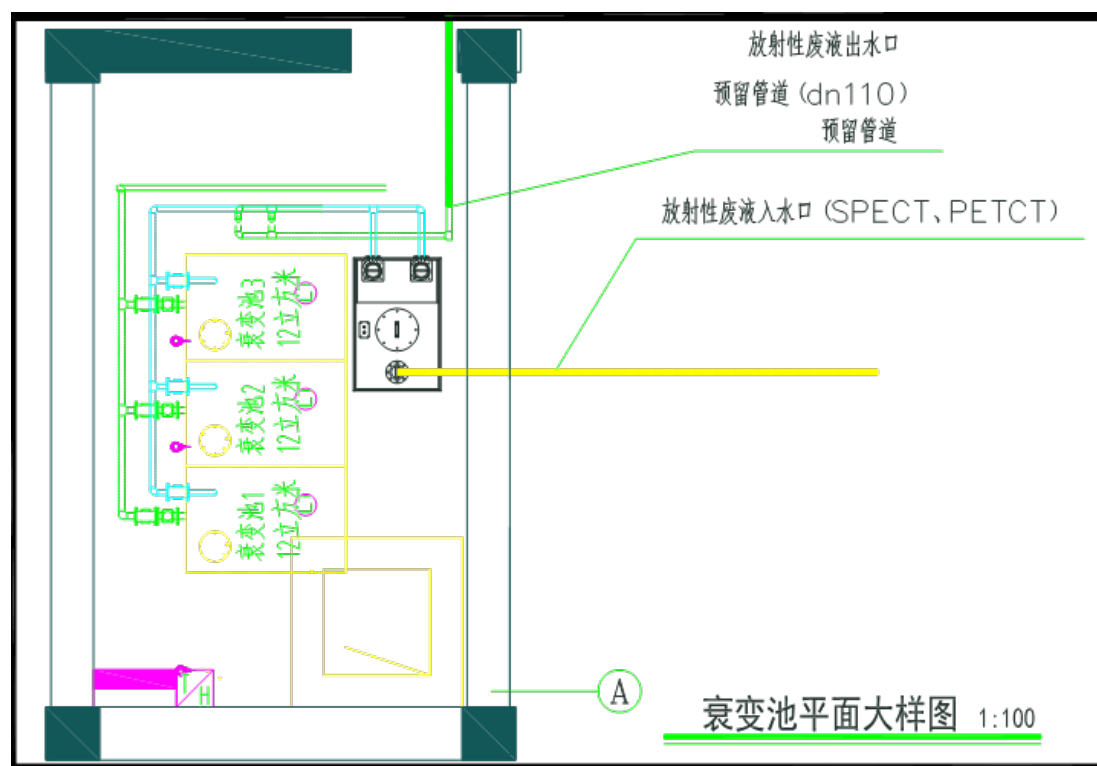


图 4-13 医院核素诊断与治疗工作场所（东区）放射性废水衰变池系统图



图 4-14 医院核素诊断与治疗工作场所（东区）放射性废水衰变池现场示意图

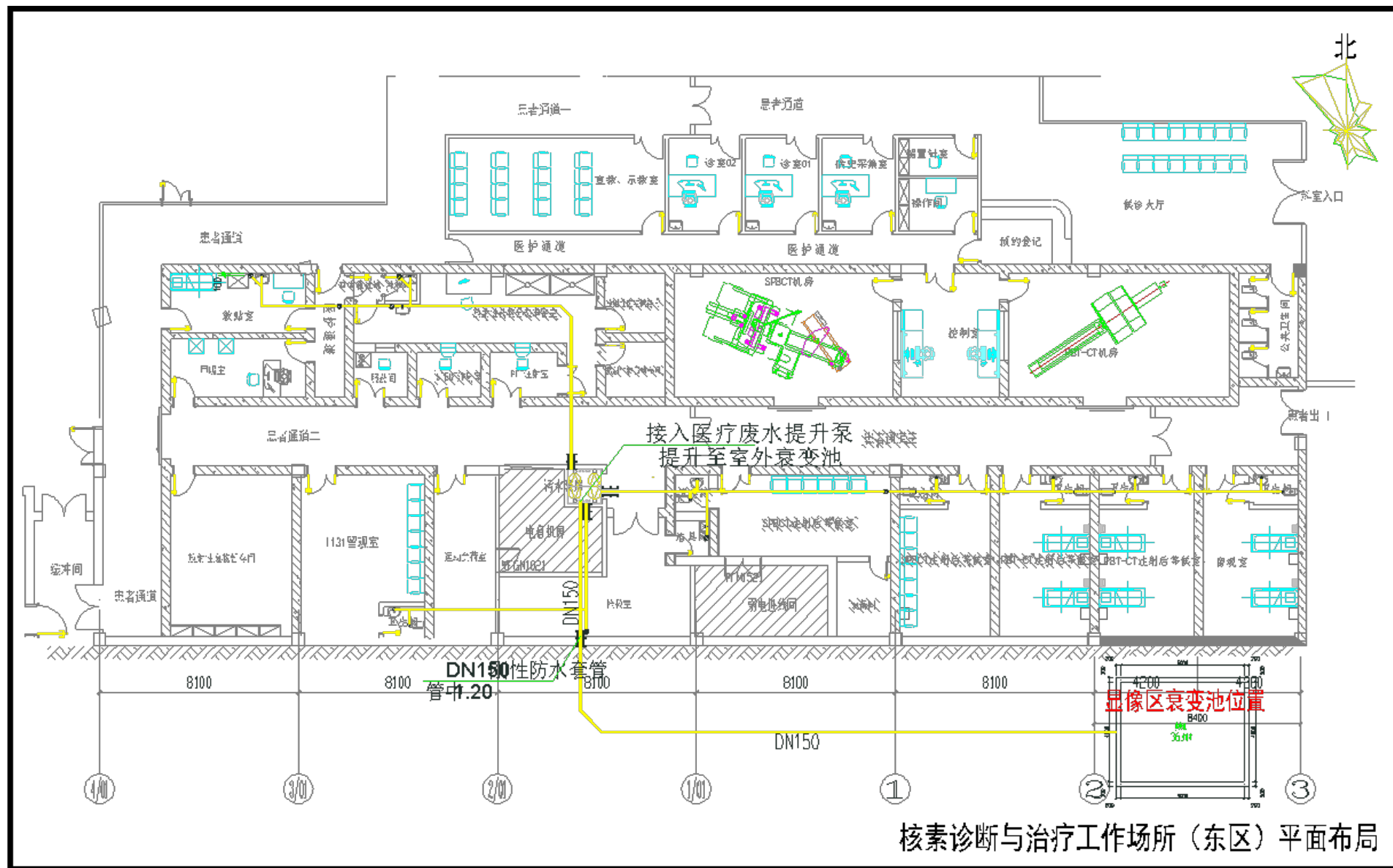


图 4-15 医院核素诊断与治疗工作场所（东区）放射性废水管线示意图

4.4.2 含放射性的固体废物

本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）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、更换下的高效过滤器滤芯及活性炭等。医院在注射间设有放射性废物衰变桶，注射过程中产生的放射性固废放置于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内，最后转移至废物间内，工作场所将上述放射性固体废物采用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。

本项目放射性废物衰变桶及放射性废物暂存间如图 4-16 所示。



图 4-16 本项目放射性废物铅桶及放射性废物暂存间

4.4.3 放射性废气处理措施

本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）的排风管道分为 2 支，其中 1 支单独连接分装室内设置的通风橱，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低于 0.5m/s；第 2 支管连接各等候区、注射室、SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房等。场所内的送风系统送风量为 5000m³/h，排风系统排风量为 13200m³/h，各排风管内安装防回流装置保证了非密封放射性物质工作为负压工作场所。

内江市第一人民医院新院区改扩建的非密封放射性物质工作场所（东区）产生的废气经由 2 根排风管道排至全科医生临床培养基地（高约 24m）楼顶，

并高出屋顶 3m。排风管均在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，经现场核查有效。满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）相关要求。过滤器及活性炭定期更换（1~2 次/年）并建立台账，更换后的活性炭作为含放射性的固体废物贮存至放射性废物桶，经贮存衰变达到清洁解控水平后，作为一般废物处置。

排风口不朝向医院的其他建筑，全科医生临床培养基地周边邻近的现有建筑为东侧的门诊楼，门诊楼总高度也为 24m，本项目的排风管均高于屋面 3m，即高于周边邻近建筑，周边空气流通顺畅，故本项目的排风管道设置合理。如图 4-17 及图 4-18 所示。



图 4-17 本项目通排风系统屋顶排风口



图 4-18 本项目通风橱通风管道

4.5 非放污染防治措施

（1）废水

医院生活污水依托医院生活污水处理系统处理。

（2）废气

本项目 SPECT/CT 及 PET/CT 设备开机运行时，产生的 X 射线与空气相互作用可产生少量的臭氧。为确保受检者、医护人员的安全，各辐射工作场所内均设置有通排风系统，将室内的附加臭氧排出室外。

（3）噪声

本项目噪声源为各辐射工作场所内通排风系统机组，均采用低噪设备，经建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减后，噪声较小。

（4）固体废物

本项目运行后产生的非放固体废物主要是生活垃圾和医疗废物。生活垃圾依托院区生活垃圾点集中暂存，由市政环卫部门统一收集、清运至区域生活垃圾处理厂处置；医疗废物统一收集转移至医院废物暂存间，委托有资质单位清运处理。

4.6 辐射安全防护与环保设施及其投资落实情况

本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）辐射安全防护与环保设施及其投资落实情况见表 4-4。

表 4-4 本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）辐射安全防护与环保设施及其投资落实情况一览表

类别	环保设施名称	环评拟配备数量	环保拟投资（万元）	投资落实情况（万元）	辐射安全防护与环保设施落实情况
工作场所	防护墙体及顶部改造	/	215	105	/
	铅防护门	45 套	100	51.0	25 套
	防护铅窗	3 套		10.5	2 套
	易去污的工作台面和防污染覆盖材料	1 套	2.0	2.0	1 套
	注射防护套	2 套	2.0	2.0	2 套
	给药窗口	4 套	5.0	8.7	3 套
	通风橱	3 套	20	20.0	1 套
	核素暂存保险柜、防盗门	2 套	1.0	1.0	2 套
	病人专用卫生间	12 间	10.0	5.0	6 间
	对讲和视频监控系统	2 套	1.0	8.5	1 套
	通道门禁	2 套	1.0	1.5	1 套
	铅罐	4 个	4.0	4.0	6 个
警示装置 紧急设施	工作状态指示灯	2 套	1.0	1.0	2 套（SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房）
	场所门外电离辐射警示及禁止串门的标志	45 个	1.0	0.02	50 个
	门灯连锁装置	2 套	1.0	1.0	2 套（SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房）
	室内安装紧急止动装置	2 套	1.0	1.0	2 套（SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房）
监测仪器	活度计	3 套	2.0	2.0	2 套
	个人剂量计	利旧	/	/	30 套（利旧）
	个人剂量报警仪	5 台	2.0	1.0	2 台利旧、2 台采购中
	β 表面污染监测仪	2 台	1.0	0.5	1 台利旧、1 台采购中
	X- γ 辐射监测仪	1 台	1.0	1.0	1 台采购中 （已有 1 台多功能数字射线监测仪为利旧）
放射性固废、废液	放射性废水衰变池	2 套	20.0	32.7	1 套
	通风系统（含活性炭吸附装置）	4 套	5.0	35.0	2 套

和废气	铅桶、废物桶、废物袋	4 套	2.0	2.0	6 套
	放射性表面去污用品和试剂	若干	1.0	1.0	若干
	防护手套、口罩等防护用品	若干	1.0	1.0	铅防护衣 6 套、铅橡胶颈套 4 套、铅橡胶帽子 2 套、铅防护围裙 1 套、铅防护眼镜 2 套、铅围脖 4 套、铅防护臂 1 套、铅帽 5 套、铅护目镜 2 套、铅防护面罩 2 套等均为利旧；放射性药物转运防护筒及铅针筒防护筒各 4 个、放射性药物防护注射车 2 台均为新购。
其他环保投资（人员培训、应急物资等）		/	/	2.0	预留
合计			400	300.42	/

本次验收实际环保投资 300.42 万元，低于环保拟投资金额，因本次验收仅包括核素诊断与治疗工作场所（东区），甲癌治疗工作场所（西区）未建成，不在本次验收范围内。医院已预留其他环保投资，其中包括辐射工作人员培训、个人剂量监测及职业健康体检费用等，满足相关辐射防护安全要求。

由表 4-4 内容可知，本项目辐射安全与防护措施落实情况均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关要求。

4.7 辐射安全管理制度

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，针对所开展的放射性诊疗活动制定了相应的辐射安全与防护管理制度，清单如下：

- (1) 辐射工作场所安全管理要求
- (2) 辐射工作人员健康管理制度
- (3) 辐射工作人员个人剂量档案管理制度
- (4) 辐射安全和防护设施维护维修制度
- (5) 辐射事故应急预案
- (6) 辐射监测仪表使用与检测管理制度
- (7) 放射源和射线装置台账管理制度
- (8) 辐射工作人员培训制度
- (9) PET/CT 操作流程及检查过程操作规范
- (10) SPECT/CT 操作流程及显像操作程序
- (11) 密封放射源安全管理制度
- (12) 放射性药物使用管理制度
- (13) 辐射安全督查制度
- (14) 核医学工作场所辐射监测内容和方法
- (15) 治疗用放射性药物订制、接收、登记、贮存制度

以上辐射安全与防护管理制度能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

辐射安全规章管理机构及制度详见附件 11。

医院已将《PET/CT 操作流程及检查过程操作规范》《SPECT/CT 操作流程及显像操作程序》《辐射事故应急预案》和《辐射工作场所安全管理要求》等相关制度悬挂于 PET/CT 及 SPECT/CT 机房控制室内，如图 4-19 所示。

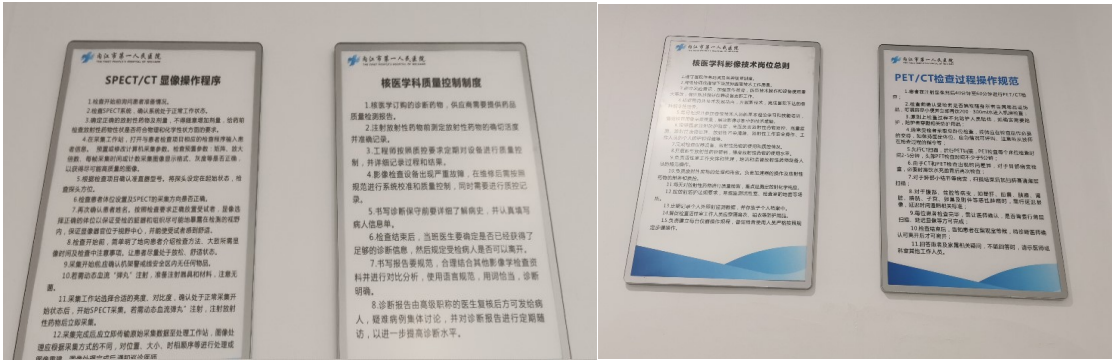
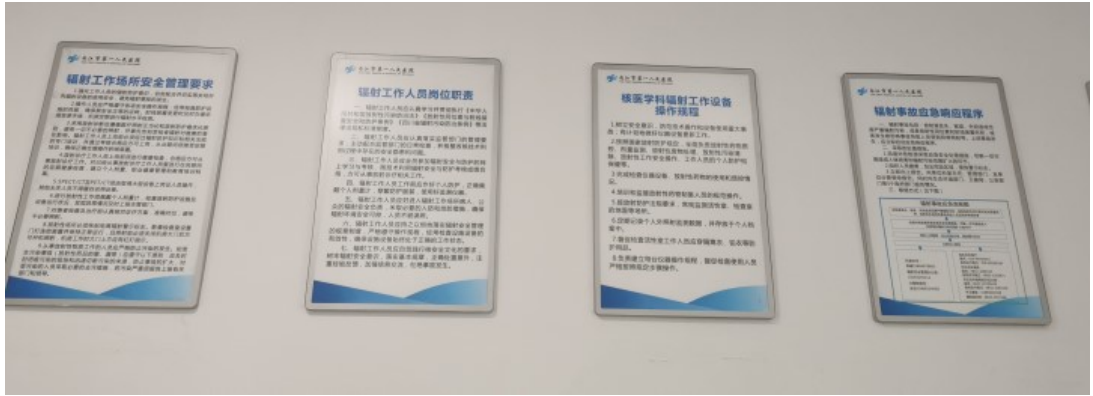


图 4-19 部分制度上墙

4.8 辐射安全应急措施

内江市第一人民医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的相关规定，已建立相应的放射安全事故应急预案，对医院辐射事故应急处理小组的职责、事故应急处理方案、事故调查以及应急保障等方面进行了规定，满足放射安全事故应急要求。

5.环境影响报告书（表）主要结论与建议及其审批部门审批决定

5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议

5.1.1 《内江市第一人民医院改扩建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》主要结论（摘录）

“1、项目概况

项目名称：内江市第一人民医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目

设计单位：核工业西南勘察设计研究院有限公司

建设单位：内江市第一人民医院

建设地点：四川省内江市市中区汉安大道西段 1866 号（新区）

1、建设内容：内江市第一人民医院拟将位于四川省内江市市中区汉安大道西段 1866 号（新区）的全科医生临床培养基地负一层的医生培训基地改建为 2 处非密封放射性物质工作场所，总占地面积约 1260m²，分别为“核素诊断与治疗工作场所（东区）”和“甲癌治疗工作场所（西区）”。

（1）核素诊断与治疗工作场所（东区）

核素诊断与治疗工作场所位于改建区域东部，包括敷贴室（13m²，四周墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 3mm 铅当量）；

分装室（含废物间和储源室，共 44.7m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 5mm 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 48mm 铅当量）；

注射室（15 m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 5mm 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，¹³¹I 自动分装仪为 20mm 铅当量）；

甲吸室（13m²，四面墙为 370mm 实心砖、顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 3mm 铅当量）；

甲亢留观室（32.6m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 5mm 铅当量）；

运动负荷室（16.2m²，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 200mm 混凝土，

防护门为 5mm 铅当量);

抢救室 (27.5m², 四面墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 200mm 混凝土, 防护门为 10mm 铅当量);

注射后等候室 1 (32.7m², 四面墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 200mm 混凝土, 防护门为 5mm 铅当量);

注射后等候室 2 (24m², 四面墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 200mm 混凝土, 防护门为 5mm 铅当量);

注射后等候室 3、4 (24m², 四面墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 200mm 混凝土, 防护门, 10mm 铅当量);

SPECT/CT 机房 (42m², 四周墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 300mm 混凝土, 防护门为 5mm 铅当量, 观察窗为 5mm 铅当量);

PET/CT 机房 (43.8m², 四周墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 300mm 混凝土, 防护门为 10mm 铅当量, 观察窗为 10mm 铅当量);

留观室 (25m²、四周墙为 370mm 实心砖, 顶棚为 300mm 混凝土, 防护门为 10mm 铅当量) 等房间, 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。敷贴室内拟使用 1 枚 ⁹⁰Sr-⁹⁰Y 放射源, 属于 V 类放射源, 医院拟将原有核医学科的 1 台 SPECT/CT 搬迁至本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所的 SPECT/CT 机房内, 本次搬迁的 SPECT/CT 属于 III 类射线装置, PET/CT 机房内拟新增使用 1 台 PET/CT, 属于 III 类射线装置。

本次改扩建的核素诊断与治疗工作场所 (东区) 拟使用非密封放射性物质 ¹⁸F (年最大使用量 3.7×10¹²Bq, 日最大使用量 1.48×10¹⁰Bq, 日等效最大操作量 4.14×10⁶Bq) 开展 PET/CT 显像诊断; 使用非密封放射性物质 ^{99m}Tc (年最大使用量 5.55×10¹²Bq, 日最大使用量 2.22×10¹⁰Bq, 日等效最大操作量 2.22×10⁷Bq) 用于 SPECT/CT 显像诊断; 使用非密封放射性物质 ¹³¹I (年最大使用量 1.85×10¹¹Bq, 日最大使用量 3.70×10⁹Bq, 日等效最大操作量 3.70×10⁸Bq) 开展甲状腺吸碘率测定和甲亢治疗; 使用非密封放射性物质 ⁸⁹Sr (年最大使用量 7.4×10⁹Bq, 日最大使用量 2.96×10⁸Bq, 日等效最大操作量 2.96×10⁷Bq) 开展骨转移治疗, 总日等效最大操作量为 4.26×10⁸Bq, 属于乙级

非密封放射性物质工作场所。

本次核素诊断与治疗工作场所（东区）将配套建设 1 套衰变池系统，该衰变池拟建于场所南侧绿化带内，拟设计 3 个并联小池，每个小池为 12m^3 ，总容积为 36m^3 。

（2）甲癌治疗工作场所（西区）

甲癌治疗工作场所位于改建区域西部，包括分装室（含废物间和储源室，共 15.8 m^2 ，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 200mm 混凝土，防护门为 10mm 铅当量， ^{131}I 自动分装仪为 40mm 铅当量）；

服药室（ 7.4 m^2 ，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 200mm 混凝土，防护门为 10mm 铅当量）；

抢救室（ 27.8 m^2 ，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 10mm 铅当量）；

病房 1、2、3、4、5、6（ 20.8 m^2 ，四面墙为 370mm 实心砖，顶棚为 300mm 混凝土，防护门为 10mm 铅当量）等，同时配套建设卫生通过间、医生办公室等辅助用房。

本次改扩建的甲癌治疗工作场所（西区）拟使用非密封放射性物质 ^{131}I （年最大使用量 $1.94\times 10^{12}\text{Bq}$ 、日最大使用量 $3.89\times 10^{10}\text{Bq}$ 、日等效最大操作量 $3.89\times 10^9\text{Bq}$ ）开展甲癌治疗，总日等效最大操作量为 $3.89\times 10^9\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

本次甲癌治疗工作场所（西区）将配套建设 1 套衰变池系统，该衰变池拟建于场所南侧绿化带内，拟设计 3 个并联小池，每个小池为 65m^3 ，总容积为 195m^3 。

2、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。本项目的运营可为内江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。

为保护该项目周边其他科室工作人员和公众，对改扩建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。

3、实践正当性

内江市第一人民医院改扩建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和放射治疗。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、项目选址与平面布局的合理性

内江市第一人民医院本次改扩建的 2 处工作场所均为乙级非密封放射性物质工作场所，项目位于全科医生临床培养基地负一层内，2 个工作场所相对独立建筑，与其他科室有明显的界限，改扩建的工作场所位于全科医生临床培养基地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。

内江市第一人民医院已完成《儿科综合楼和全科医生临床培养基地建设项目环境影响报告书》项目的环评并取得原内江市环境保护局的批复，批复文号为：内市环审批〔2014〕09 号（见附件 2），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、区域辐射环境质量现状

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（84~108）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（84~108）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

内江市第一人民医院改扩建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。

7、环境影响评价结论

（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 2 套废水衰变池进行衰变处理，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 $10\sim 15\text{ dB(A)}$ ，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

开机出束期间产生的 X 射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧 (O_3)。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

建设单位将按本报告提出的要求制订辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

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综合能力

内江市第一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的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。

11、建议与承诺

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度。

2、医院应加强管理，安排辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全和防护知识并进行考试，以取得辐射安全培训合格证，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再培训，详见国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）。

3、医院应于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传。医院应按照《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）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在“全国核技术利用辐射安全

申报系统” (网址 <http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申报登记。延续、变更许可证, 新增放射性同位素、射线装置或单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

4、经常检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志, 工作状态指示灯, 若出现松动、脱落或损坏, 应及时修复或更换。

5、医院须重视控制区和监督区的管理。

6、现有射线装置在报废处置时, 应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。

7、医院今后在更换辐射安全许可证之前, 需登录全国核技术利用辐射安全申报系统 (网址 <http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>), 对相关信息进行修改。

8、本次环评放射性同位素及射线装置工作场所, 日后如有变化, 应另作环境影响评价。

9、根据原环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评(2017) 4号) 规定:

(1) 建设单位可登陆环境保护部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范 (<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other>)。

(2) 项目竣工后, 建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况, 编制验收(调查) 报告。

(3) 本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后, 方可投入使用, 未经验收或者验收不合格的, 不得投入生产或者使用。

(4) 除按照国家需要保密的情形外, 建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式, 向社会公开下列信息:

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后, 公开竣工日期;

②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前, 公开调试的起止日期;

③验收报告编制完成后 5 个工作日内, 公开验收报告, 公示的期限不得少于 20 个工作日。

建设单位公开上述信息的同时, 应当在建设项目环境影响评价信息平台

(<http://114.251.10.205>) 中备案, 同时应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息, 并接受监督检查。

5.2 审批部门审批决定 (摘录)

5.2.1 《内江市第一人民医院改扩建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》审批部门审批决定 (摘录)

“你单位《改扩建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》(以下简称报告表) 收悉。根据国家相关法律法规和四川省辐射环境管理监测中心站技术评估意见 (川辐评 [2021] 34 号), 经研究, 批复如下:

一、项目建设内容和总体要求

本项目拟在内江市市中区汉安大道西段 1866 号内江市第一人民医院新区内实施, 主要建设内容为: 拟将新区全科医生临床培养基地负一层医生培训基地改建为两个非密封放射性物质工作场所, 总占地面积约 1260m²。1. 拟在改建区域东部建设核素诊断与治疗工作场所 (东区), 主要由敷贴室、分装室、注射室、甲吸室、甲亢留观室、运动负荷室、抢救室、注射后等候室 1、注射后等候室 2、注射后等候室 3、4、SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、留观室等构成, 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。该工作场所拟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, 使用非密封放射性物质 ^{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/CT 显像诊断, 使用非密封放射性物质 ¹³¹I (年最大使用量 1.85×10^{11} Bq、日最大使用量 3.70×10^9 Bq、日等效最大操作量 3.70×10^8 Bq) 开展甲状腺吸碘率测定和甲亢治疗, 使用非密封放射性物质 ⁸⁹Sr (年最大使用量 7.4×10^9 Bq、日最大使用量 2.96×10^8 Bq、日等效最大操作量 2.96×10^7 Bq) 开展骨转移治疗, 总日等效最大操作量为 4.26×10^8 Bq, 属于乙级非密封放射性物质工作场所。同时, 拟在 SPECT/CT 机房和 PET/CT 机房内分别使用 SPECT/CT 和 PET/CT 各 1 台, 均属于 III 类射线装置, 拟在敷贴治疗室使用 1 枚 ⁹⁰Sr-⁹⁰Y 放射源, 属于 V 类放射

源；2.拟在改建区域东部建设甲癌治疗工作场所（西区），主要由分装室、服药室、抢救室以及病房 1、2、3、4、5、6 等，同时配套建设卫生通过间、医生办公室等辅助用房。该工作场所拟使用非密封放射性物质 ^{131}I ，年最大使用量为 $1.94\times 10^{12}\text{Bq}$ ，日最大使用量为 $3.89\times 10^{10}\text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $3.89\times 10^9\text{Bq}$ ，用于开展甲癌治疗，属于乙级非密封放射性物质工作场所。本项目总投资 1600 万元，其中环保投资 400 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[00215]），许可种类和范围为使用 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、丙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。

二、项目建设中应重点做好以下工作

（一）严格按照报告表中的内容、地点进行建设，未经批准，不得擅自更改项目建设内容及规模。该项目若存在建设内容、地点、产污情况与报告表不符，必须立即向生态环境主管部门报告。

（二）项目建设过程中，必须认真落实报告表中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，落实环保措施及投资，确保环保设施与主体工程同步建设，各辐射工作场所射线屏蔽能力满足防护要求，各项辐射防护与安全措施满足相关规定。

（三）落实项目施工期各项环境保护措施，严格按国家关于有效控制城市扬尘污染的要求，控制和减小施工扬尘污染；合理安排施工时间、控制施工

噪声，确保噪声不扰民；施工弃渣及时清运到指定场地堆存，严禁随意倾倒。

（四）应完善单位核与辐射安全管理各项规章制度，制订有针对性和可操作性的辐射事故应急预案，将新增项目内容纳入本单位辐射环境安全管理中，及时更新放射性同位素和射线装置台帐等各项档案资料。

（五）应配备相应的辐射监测设备和辐射防护用品，并制定辐射工作场所的辐射环境监测计划。

（六）新增辐射从业人员应当按照有关要求，登录国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>），参加并通过辐射安全与防护考核。

三、申请许可证工作

项目辐射工作场所及相应的辐射安全与防护设施（设备）建成且满足辐射安全许可证申报条件后，你单位应在项目正式投入运行前向我厅重新申请领取《辐射安全许可证》。办理前还应登陆全国核技术利用辐射安全申报系统（<http://rr.mee.gov.cn>）提交相关资料。

四、项目竣工环境保护验收工作

项目建设必须依法严格执行环境保护“三同时”制度。项目竣工后，应严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》开展竣工环境保护验收，并向我厅报送相关信息。

五、项目运行中应重点做好以下工作

（一）项目运行必须严格按照国家和省有关标准和规定实施。

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。

（二）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。

（三）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。加强放射性同位素的实体保卫工作，落实专人负责，对放射性同位素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，不得将放射性同位素与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放。

（四）放射性同位素的购买应严格按照国家相关规定办理审批备案手续。

（五）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。

（六）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。

（七）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 ($>5\text{mSv/年}$) 应当立即组织调查并采取措施，有关情况及时报告我厅。

（八）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。

（九）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。

（十）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。

我厅委托内江市生态环境局开展该项目的“三同时”监督检查和日常环境保护监督检查工作。你单位应在收到本批复后 7 个工作日内，将批准后的报告表送内江市生态环境局备案，并按规定接受各级生态环境主管部门的监督检查。

另外，你单位必须依法完备项目建设其他行政许可相关手续。

5.3 批复落实情况

本项目批复落实情况见表 5-1。

表 5-1 本项目批复落实情况一览表

环评批复（（川环审批[2021]52 号））		核素诊断与治疗工作场所（东区）落实情况
项目建 设中应 重点做 好以下 工作	项目必须严格落实报告中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，强化运营过程中的环境管理，确保辐射工作场所墙体、门窗和屋顶屏蔽能力满足防护要求，各项辐射防护与安全措施满足相关规定。	已落实报告中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求；各辐射工作场所墙体、门窗和屋顶屏蔽能力满足防护要求；各项辐射防护与安全措施满足相关规定。详见表 3-5 内容。
	进一步完善核与辐射相关管理制度，将新增项目内容纳入医院辐射环境安全管理中，及时更新台账等档案资料。	已完善核与辐射安全管理制度。将新增项目纳入辐射环境安全日常管理，及时更新射线装置的台帐等各项档案资料。
	应配备相应的辐射监测设备和辐射防护用品，并制定新增辐射工作场所的监测计划。	已配有：10 名辐射工作人员均配备有个人剂量计、数字射线检测仪 1 台、表面污染测量仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台及活度计 2 台，医院新购置的 1 台 X-γ 辐射监测仪、1 台表面污染检测仪及 2 台个人剂量报警仪正在采购中；铅防护衣 6 套、铅橡胶颈套 4 套、铅橡胶帽子 2 套、铅防护围裙 1 套、铅防护眼镜 2 套、铅围脖 4 套、铅防护臂 1 套、铅帽 5 套、铅护目镜 2 套、铅防护面罩 2 套等；放射性药物转运防护筒及铅针筒防护筒各 4 个、放射性药物防护注射车 2 台。已制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》。
	新增辐射从业人员应按有关规定参加辐射安全和防护知识培训及考核，确保全员持证上岗。	医院已根据实际工作需求为本项目配备 10 名辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护培训并取得辐射安全与防护培训合格证书且持证上岗，合格证均在有效期内。
项目竣 工环境 保护验 收工作 项目运 行中应 重点做 好以下	项目建设必须依法严格执行环境保护“三同时”制度。项目竣工后，你单位应依法依规在规定期限内对项目配套建设的环境保护设施进行验收，公开验收信息，并登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台填报相关信息。验收报告及其它档案资料应存档备查。项目验收合格后，方可投入使用。	内江市第一人民医院已委托四川瑞迪森检测技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作。

工作		
项目运行中应重点做好以下工作	项目运行必须严格按照国家和省有关标准和规定实施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 0.1mSv/年。	医院已制定《放射性工作人员个人剂量计管理制度》，确保个人所受照射的剂量不应超过规定的限值，并已开展个人剂量监测。
	严格落实原四川省环境保护厅《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函〔2016〕1400 号）中的各项规定。	医院应严格落实《四川省环境保护厅关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函〔2016〕1400 号）中的各项规定。
	加强辐射工作场所的管理，定期检查各项安全和辐射防护措施，防止运行故障的发生，确保实时有效。杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。	医院已制定《辐射安全管理规定》等相关制度，并严格依照有关规定加强对辐射工作场所的管理。
	加强放射性药品实体保卫工作，对放射性物品贮存场所应当采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施。	本项目放射性物品储存于注射间通风橱内。
	加强放射性药品的贮存、领取、使用、回收的台账管理，放射性物质应当单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放，并指定专人负责保管。放射性物质购买应严格按照国家相关规定办理审批备案手续。	已制定放射性药品管理台账，并加强放射性药品的台账管理；本项目放射性药品储存于通风橱内，放射性废物暂存在废物桶内，周围无易燃、易爆、腐蚀性物品等。
	加强对注射 ¹⁸ F 放射性药物患者在院和离院期间的管理，采取有效措施，并做好有关宣传解释工作，减少对患者家属和公众的不良影响。	医院已制定《放射性药品安全使用管理办法》，并同时加强管理与宣传，减少对患者家属和公众的不良影响。
	加强放射性废水的收集和管理。落实衰变池的日常管理和维护，放射性废水首排前应储存 10 个半衰期并经有资质单位取样监测达标后，排入医院废水处理系统作为一般废水进行处理，之后产生的放射性废水储存 10 个半衰期后即可排放，并做好相关记录。	放射性废水衰变池系统已建，放射性废水衰变池系统已建成，本项目衰变池首次排放前已按照环保要求对放射性废水进行取样监测，监测结果符合排放标准后排放，排入医院废水处理系统作为一般废水进行处理，并加强对衰变池的日常管理和维护并做好相关记录。
	严格放射性固体废物的管理。放射性固体废物应暂存于放射性废物暂存间内设置的放射性固体废物收集容器内，并标明核素收集日期，待存放至 10 个半衰期后，作为一般医疗废物交有资质的单位进行处理，并做好相关记录。	医院已制定《放射性废物管理和处置管理办法》，加强对放射性固体废物的管理；本项目放射性固体废物暂存于废物铅桶内，待达到清洁解控水平后，作为医疗废物交有资质单位处理。
	按照制定的监测计划，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。	医院已制定《辐射工作场所和环境辐射水平检测方案》定期开展自我监测，并记录备查；每年委托有资质单位开展辐射环境监测，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。

	严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）和原四川省环境保护厅办公室《关于印发〈放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告格式（试行）〉的通知》（川环办发〔2016〕152 号）的要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，于次年 1 月 31 日前上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”。	医院应按要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，于次年 1 月 31 日前上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”。
	严格落实《四川省辐射污染防治条例》有关规定，对射线装置实施报废处置时，应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。	医院对射线装置实施报废处置时，应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。

6.验收执行标准

6.1 人员年受照剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定，本项目辐射工作人员及公众的年剂量限值见表 6-1。所列剂量限值适用于实践（如本项目）所引起的照射，而不适用于对病患者的医疗照射和无任何主要责任方负责的天然辐射源的照射。

表 6-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类别	要求
职业照射 剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众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： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

6.2 人员年受照剂量管理目标值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“剂量约束值通常应在公众照射剂量值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内”的规定，遵循辐射防护最优化原则，制定的本项目剂量管理目标见表 6-2。

表 6-2 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值

项目名称	适用范围	管理目标值
改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目	职业照射有效剂量	5mSv/a
	公众有效剂量	0.1mSv/a

6.3 辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，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。

1) 控制区

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域

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值潜在照射的范围。

2) 监督区

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

6.4 射线设备机房布局与防护措施的技术要求

(1) 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)：

引至“第5款 工作场所的放射防护要求”内容，如下：

第5.1款 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、收费处等人员稠密区域。

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；
- b) 保持影像设备工作场所内较低辐射水平以避免对影像质量的干扰；
- 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：

a) 对于单一的诊断工作场所应设置给药前患者或受检者候诊区、放射性药物贮存室、分装给药室（可含质控室）、给药后患者或受检者候诊室（根据放射性核素防护特性分别设置）、质控（样品测量）室、控制室、机房、给药后患者或受检者卫生间和放射性废物储藏室等功能用房；

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

息站、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）、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，结合核素诊断与治疗工作场所的具体情况，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设置。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。

5.1.7 应通过工作场所平面布局的设计和屏蔽手段，避免附近的辐射源（核医学周边场所内的辐射装置、给药后患者或受检者）对诊断区设备成像、功能检测的影响。

第 5.2 款 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。

5.2.5 放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护设计。

5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。

5.2.7 核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。

5.2.8 给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。

5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。

第 5.3 款 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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 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。屏蔽计算中所涉及的常用放射性药物物理特性见附件 H。PET 相关房间的辐射屏蔽计算方法和示例参见附录 I。

5.3.2 应根据使用核素的特点、操作方式以及潜在的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件 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。

(2)《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020):

引自“第 6 款 X 射线设备机房防护设施的技术要求”内容，如下：

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

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

6.1.3 每台固定使用 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；

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

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机房类型	机房内最小有效使用面积，m ²	机房内最小单边长度，m
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5

6.2 X 射线设备机房屏蔽

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

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4～表 C.7。

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
CT 机房（不含头颅移动 CT） CT 模拟定位机房	2.5	

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

6.4 X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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

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

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查 类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描（隔室）	-	-	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	-
注：“—”表示不要求。				

6.5 工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 C 规定的非密封源工作场所的分级，应按表 2-3 将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 6-3 非密封源工作场所的分级

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

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表 6-4 和表 6-5。

表 6-4 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子
极毒	10
高毒	1
中毒	0.1
低毒	0.01

表 6-5 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	修正因子			
	表面污染水平 较低的固体	液体，溶液， 悬浮液	表面有污染的 固体	气体，蒸汽，粉 末，压力很高的 液体，固体
源的贮存	1600	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

6.6 辐射工作场所表面污染控制水平及解控要求

表面污染控制水平：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中表 11 的规定，对于工作场所的放射性表面污染，应满足表 6-6 的控制水平。

表 6-6 工作场所放射性表面污染控制水平（单位：Bq/cm²）

表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	40	40
	监督区	0.4	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	0.4	0.4	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04	0.4
1) 该区内的高污染子区除外				

表面污染解控： 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B2 表面污染控制水平：“工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低到表 B11 中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时（即 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ），经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。”

6.7 辐射工作场所内外控制剂量率

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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值不大于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，宜不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜柜体外表面 5cm 的周围剂量当量率控制目标值不大于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.8 放射性废水排放活度浓度限值

根据《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）的要求，本项目污水排放放射性，在衰变池排放口执行“总 $\alpha \leq 1\text{Bq}/\text{L}$ ，总 $\beta \leq 10\text{Bq}/\text{L}$ ”的要求。

6.9 放射性固废暂存及清洁解控的要求

根据《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ 133-2009）的规定，本项目放射性固废在放射性固废贮存设施中暂存衰变，在满足表 6-7 的条件下，方能作为医疗废物处理。

表 6-7 以核素活度浓度表示的清洁解控水平推荐值

解控水平（ Bq/g ）	核素
1×10^1	^{18}F
1×10^2	^{15}O 、 ^{90}Sr 、 ^{99}Mo 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{113}In 、 ^{131}I 、 ^{198}Au 、 ^{203}Hg 、 ^{201}Tl
1×10^3	^{32}P 、 ^{151}Cr 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Y 、 ^{113}Sn 、 ^{125}I 、 ^{133}Xe
注 1：上述解控水平推荐值原则上只适用于在组织良好、人员训练有素的工作场所对产生小量放射性固体废物的医学应用或实验室。 注 2：严禁为申报清洁解控而采用人工稀释等方法来降低核素活度浓度。 注 3：本表数值取自 GB 18871-2002 附录 A，并与 GBZ167-2005 附录 B 的取值相一致。	

6.10 安全管理及环评要求

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环评报告、环评批复中的相关要求。

7.验收监测

7.1 监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（HJ1157-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《表面污染测定 第一部分 β 发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行监测。

7.2 监测因子

根据项目污染源特征，本次改、扩建核医学工作场所竣工验收监测因子为 X、 γ 辐射剂量率、表面污染水平和通风橱通风速率。

7.3 监测工况

2021年08月04~05日，四川瑞迪森检测技术有限公司对内江市第一人民医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目（核素诊断与治疗工作场所（东区））进行验收监测，根据本项目环评文件及常用工况，选取验收工况如下：

表 7-1 内江市第一人民医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目（核素诊断与治疗工作场所（东区））验收工况

被检设备（场所）信息					
项目名称型号	技术参数	验收监测工况			使用场所
SPECT/CT （Discovery NM/CT670）	140kV/420mA	机房诊断床上放置药量为 7.4×10 ⁸ Bq 的 ^{99m} Tc 核素的检测模体 CT 工况：120kV/240mA			SPECT/CT 检查室
PET/CT （uMI 780）	140kV/833mA	机房诊断床上放置药量为 6.4×10 ⁸ Bq 的 ¹⁸ F 核素的检测模体			PET/CT 机房
被检设备（场所）信息					
场所名称		监测工况			使用场所
甲亢工作场所		服药间和甲亢留观室内放置药量为 3.7×10 ⁸ Bq 的 ¹³¹ I 核素			甲亢 留观室
被检设备（场所）信息					
核素	源编码	出厂活度	出厂日期	检测时活度	使用场所
Sr-90	RU17SR000515	7.7E+08Bq	2017.07.04	6.7E+08Bq	敷贴室

7.4 监测内容

对改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目工作场所（核素诊断与治疗工作场所（东区））周围环境布设监测点，特别关注控制区、监督区边界、防护门及屏蔽体外 30cm 处。

8.质量保证和质量控制

8.1 本次验收监测质量保证和质量控制

8.1.1 监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（172312050082），见附件 12。

8.1.2 检测方法及监测仪器

本次监测使用仪器符合四川瑞迪森检测技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

检测方法及其评价依据见表 8-1，监测仪器见表 8-2。

表 8-1 监测项目、分析方法及来源

监测项目	检测方法	评价依据
X-γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）
X-γ 辐射剂量率及 β 表面污染	1.《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 2.《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020） 3.《表面污染测定 第 1 部分 β 发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008） 4.《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）	1.《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 2.《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020） 3.《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）

表 8-2 检测使用仪器

仪器名称/型号	仪器编号	仪器检定有效期
辐射检测仪 AT1123	SCRDS-035	X: 2021.7.28~2022.7.27 γ: 2021.7.21~2022.7.20
表面污染仪 COMO170	SCRDS-007	2020.11.5~2021.11.4
数字风速仪 MS6252B	SCRDS-018	2021.03.9-2022.03.8

8.1.3 质量保证措施

人员培训：监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度：监测仪器定期经计量部门检定，监测期间在有效期内。

自检：每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

监测记录：现场监测过程，专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

数据处理与复核：监测报告实行三级审核制度，经校对审核，最后由授权签字人审定签发。

9.验收监测结果

9.1 辐射防护监测结果

本次验收监测结果详见附件 12。

9.1.1 改、扩建核医学工作场所（核素诊断与治疗工作场所（东区））辐射防护监测结果

9.1.1.1 SPECT/CT:

（1）SPECT/CT 扫描间周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

本项目 SPECT/CT 扫描间周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 9-1，监测点位见图 9-1。

表 9-1 SPECT/CT 扫描间周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	操作位	0.10	关机
2	操作位	0.12	开机
3	观察窗外 30cm 处	0.11	开机
4	观察窗外 30cm 处	0.12	开机
5	东门外 30cm 处左	0.15	开机
6	东门外 30cm 处中	0.16	开机
7	东门外 30cm 处右	0.12	开机
8	东墙外 30cm 处	0.12	开机
9	南门外 30cm 处左	0.16	开机
10	南门外 30cm 处中	0.11	开机
11	南门外 30cm 处右	0.12	开机
12	南墙外 30cm 处	0.17	开机
13	西墙外 30cm 处	0.14	开机
14	西墙外 30cm 处	0.13	开机
15	北墙外 30cm 处	0.14	开机
16	北墙外 30cm 处	0.13	开机
17	楼上距地面 1m 处	0.16	开机
18	楼上距地面 1m 处	0.15	开机
19	电缆沟	0.16	开机

注：1.测量结果未扣除本底值；
2.检测点位见图 9-1；
3.机房楼下为泥土层。人员不可达。

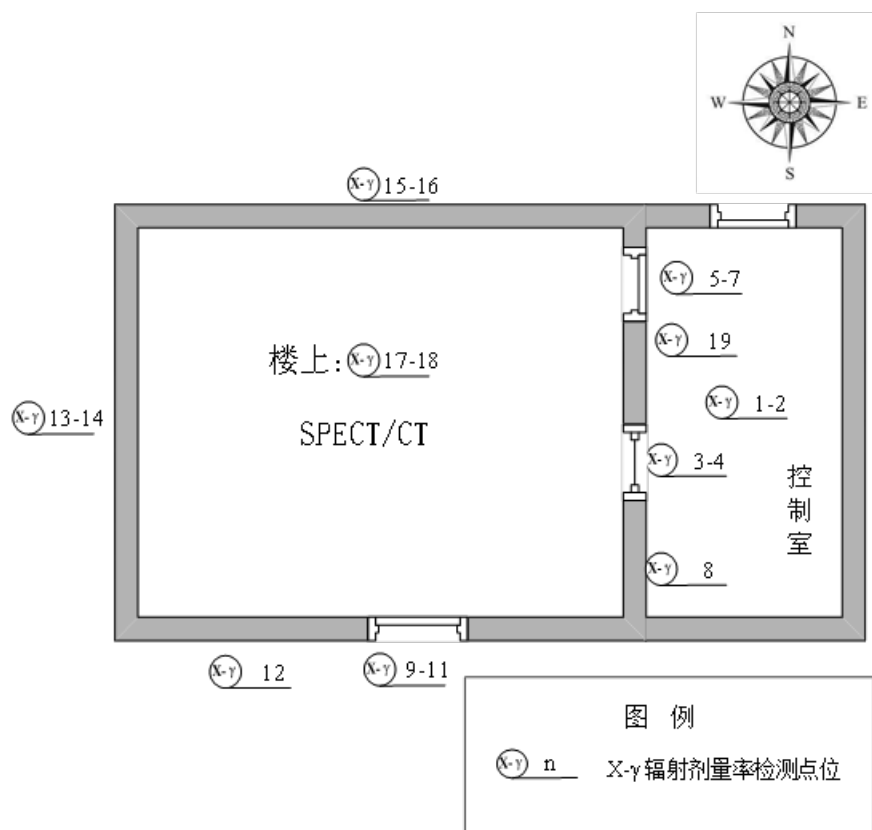


图 9-1 SPECT/CT 扫描间周围监测点位示意图

结论:

本次检测，当此 SPECT/CT（型号：Discovery NM/CT670）工作时（检测工况：120kV/240mA，机房诊断床上放置药量为 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 核素的检测模体）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为 $(0.11 \sim 0.17) \mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

（2）运行时，核医学工作场所周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

本项目运行时，核医学工作场所周围 X-γ 辐射剂量率检测结果见表 9-2，监测点位见图 9-2。

表 9-2 核医学工作场所周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果(μSv/h)	备注
1	SPECT 注射室观察窗外 30cm 处	2.11	检测时间: 14:35 ^{99m} Tc 药物活度: 7.4×10 ⁸ Bq
2	^{99m} Tc 通风橱左操作口 (打开)	102	
3	^{99m} Tc 通风橱左操作口 (关闭)	0.25	
4	^{99m} Tc 通风橱右操作口 (打开)	315	
5	^{99m} Tc 通风橱右操作口 (关闭)	0.54	
6	^{99m} Tc 通风橱观察窗外 30cm 处	0.14	
7	工作人员摆位时	12.1	
8	分装室北墙外 30cm 处	0.19	检测时间: 14:45 ^{99m} Tc 药物活度: 7.4×10 ⁸ Bq
9	分装室西墙外 30cm 处	0.16	
10	分装室南墙外 30cm 处	0.19	
11	分装室东墙外 30cm 处	0.21	
12	分装室楼上距地面 30cm 处	0.16	
13	SPECT 注射室北墙外 30cm 处	0.14	
14	SPECT 注射室西墙外 30cm 处	0.20	
15	SPECT 注射室南墙外 30cm 处	0.14	
16	SPECT 注射室东墙外 30cm 处	0.20	
17	SPECT 注射室楼上距地面 30cm 处	0.13	
18	SPECT/CT 注射后等候室 1 东墙外 30cm 处	0.37	检测时间: 14:55 ^{99m} Tc 药物活度: 7.4×10 ⁸ Bq
19	SPECT/CT 注射后等候室 1 南墙外 30cm 处	0.13	
20	SPECT/CT 注射后等候室 1 西墙外 30cm 处	0.27	
21	SPECT/CT 注射后等候室 1 北墙外 30cm 处	0.25	
22	SPECT/CT 注射后等候室 1 北门外 30cm 处	1.12	
23	SPECT/CT 注射后等候室 1 楼上距地面 30cm 处	0.14	
24	SPECT/CT 注射后等候室 2 东墙外 30cm 处	0.23	检测时间: 15:05 ^{99m} Tc 药物活度: 7.4×10 ⁸ Bq
25	SPECT/CT 注射后等候室 2 南墙外 30cm 处	0.16	
26	SPECT/CT 注射后等候室 2 西墙外 30cm 处	0.41	
27	SPECT/CT 注射后等候室 2 北墙外 30cm 处	0.28	
28	SPECT/CT 注射后等候室 2 北门外 30cm 处	1.20	
29	SPECT/CT 注射后等候室 2 楼上距地面 30cm 处	0.16	
30	留观室东墙外 30cm 处	0.25	检测时间: 15:15

测点编号	检测点位描述	测量结果(μSv/h)	备注
31	留观室南墙外 30cm 处	0.17	^{99m} Tc 药物活度： 7.4×10 ⁸ Bq
32	留观室西墙外 30cm 处	0.31	
33	留观室北墙外 30cm 处	0.17	
34	留观室北门外 30cm 处	1.25	
35	留观室楼上距地面 30cm 处	0.17	
36	患者出口大门外 30cm 处	0.18	

注：1.测量结果未扣除宇宙射线响应值；
2.检测点位见图 9-2；

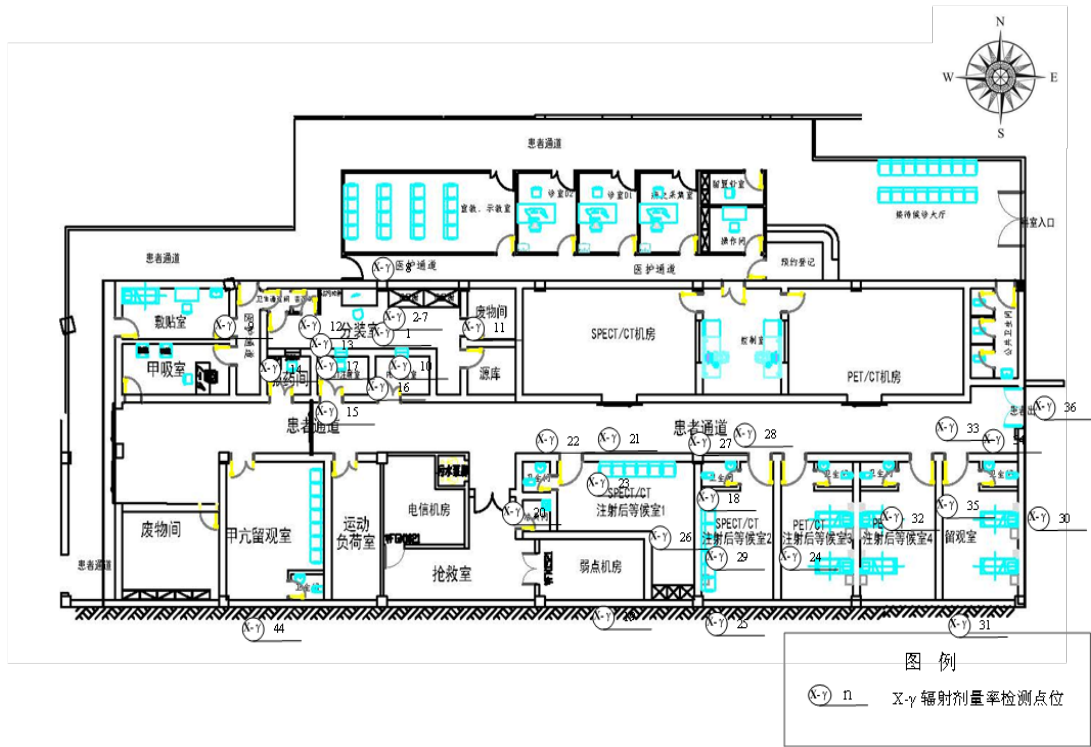


图 9-2 核医学工作场所周围监测点位示意图

结论：

本次检测，该院核医学工作场所周围（分装室、SPECT/CT 注射室、SPECT/CT 注射后等候室 1、SPECT/CT 注射后等候室 2）的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.13~1.25）μSv/h，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

（3）通风监测结果

本项目 SPECT/CT 工作场所通风橱风速检测结果见表 9-4，监测点位见图 9-3。

表 9-4 SPECT/CT 工作场所通风橱风速检测结果

点位描述	测量结果（m/s）	
^{99m} Tc 通风橱	左侧操作口①	1.46
	右侧操作口②	1.42

注：检测点位见附图 9-3。

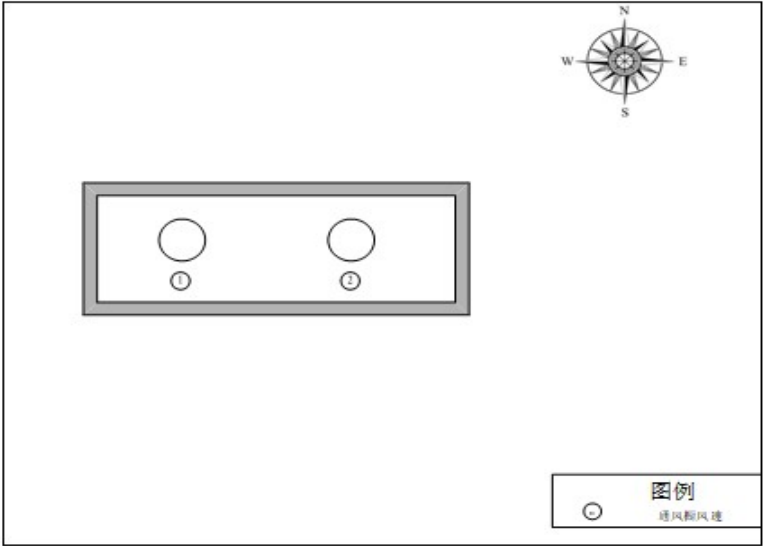


图 9-3 SPECT/CT 工作场所内通风橱风速监测点位示意图

结论：

本次检测，该院核医学工作场所 ^{99m}Tc 通风橱左侧操作口风速为 1.46m/s，右侧操作口风速为 1.42m/s，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求。

（4）核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果

模拟测试结束，放射性药品已回收后，本项目核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果见表 9-4，监测点位见图 9-4。

表 9-4 核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果

测点编号	检测点位描述	表面 β 放射性污染测量结果 (Bq/cm ²)	备注
1	SPECT/CT 机房地面	<0.02	/
2	SPECT/CT 机房地面	0.04	/
3	SPECT/CT 机房控制室地面	<0.02	/
4	SPECT/CT 机房控制室桌面	<0.02	/
5	病人通道地面	<0.02	/
6	SPECT/CT 注射后等候室 1	<0.02	/
7	地面	<0.02	/
8	SPECT/CT 注射后等候室 1	<0.02	/

量当量率检测结果见表 9-5，监测点位见图 9-5。

表 9-5 核医学工作场所 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果(μSv/h)	备注
1	SPECT/CT 机房地面	0.12	/
2	SPECT/CT 机房地面	0.12	/
3	SPECT/CT 机房控制室地面	0.12	/
4	SPECT/CT 机房控制室桌面	0.15	/
5	病人通道地面	0.13	/
6	SPECT/CT 注射后等候室 1	0.13	/
7	地面	0.14	/
8	SPECT/CT 注射后等候室 1	0.13	/
9	床面	0.13	/
10	SPECT/CT 注射后等候室 1	0.14	/
11	厕所地面	0.13	/
12	SPECT/CT 注射后等候室 2	0.12	/
13	地面	0.14	/
14	SPECT/CT 注射后等候室 2	0.13	/
15	床面	0.13	/
16	SPECT/CT 注射后等候室 2	0.12	/
17	厕所地面	0.13	/

注：1.测量结果未扣除本底值；
2.检测点位见图 9-5。

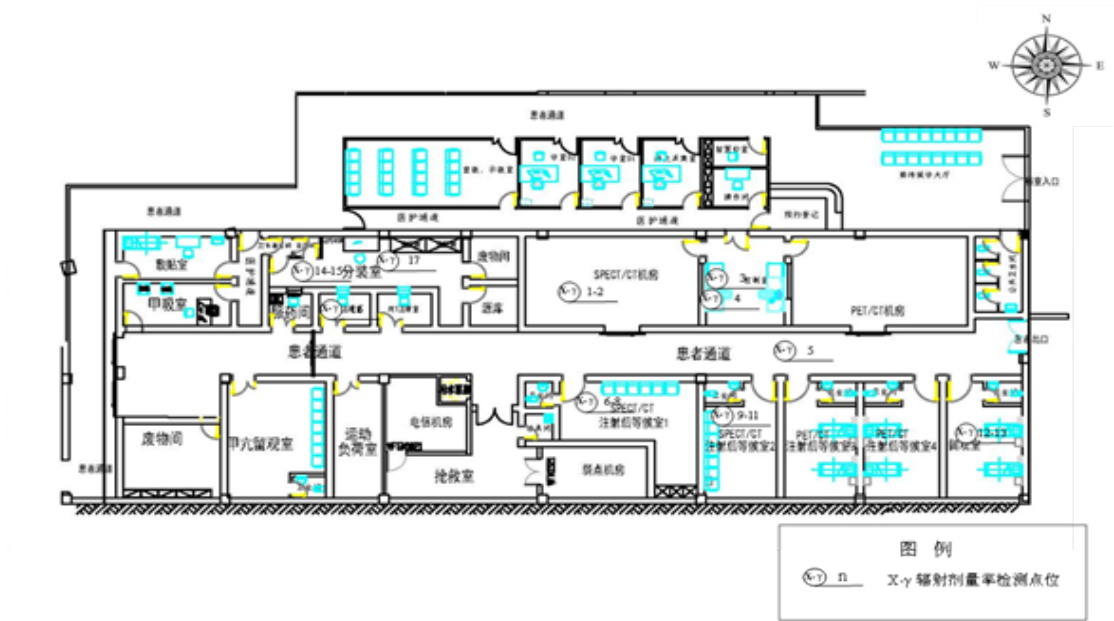


图 9-5 核医学工作场所周围监测点位示意图

结论:

本次检测（模拟测试结束，放射性药品已回收），该院核医学工作场所的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.12~0.15） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

9.1.1.2 PET/CT:**(1) PET/CT 机房周围 X- γ 辐射剂量率检测结果**

本项目 PET/CT 机房周围环境 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 9-6，监测点位见图 9-6。

表 9-6 PET/CT 机房周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	操作位	0.10	关机
2	操作位	0.12	开机
3	观察窗外 30cm 处	0.12	开机
4	观察窗外 30cm 处	0.13	开机
5	西门外 30cm 处左	0.14	开机
6	西门外 30cm 处中	0.15	开机
7	西门外 30cm 处右	0.13	开机
8	西墙外 30cm 处	0.13	开机
9	南门外 30cm 处左	0.16	开机
10	南门外 30cm 处中	0.13	开机
11	南门外 30cm 处右	0.12	开机
12	南墙外 30cm 处	0.15	开机
13	东墙外 30cm 处	0.14	开机
14	东墙外 30cm 处	0.12	开机
15	北墙外 30cm 处	0.14	开机
16	北墙外 30cm 处	0.14	开机
17	楼上距地面 1m 处	0.15	开机
18	楼上距地面 1m 处	0.14	开机
19	电缆沟	0.15	开机

注：1.测量结果未扣除本底值；
2.检测点位见图 9-6；
3.机房楼下为泥土层。人员不可达。

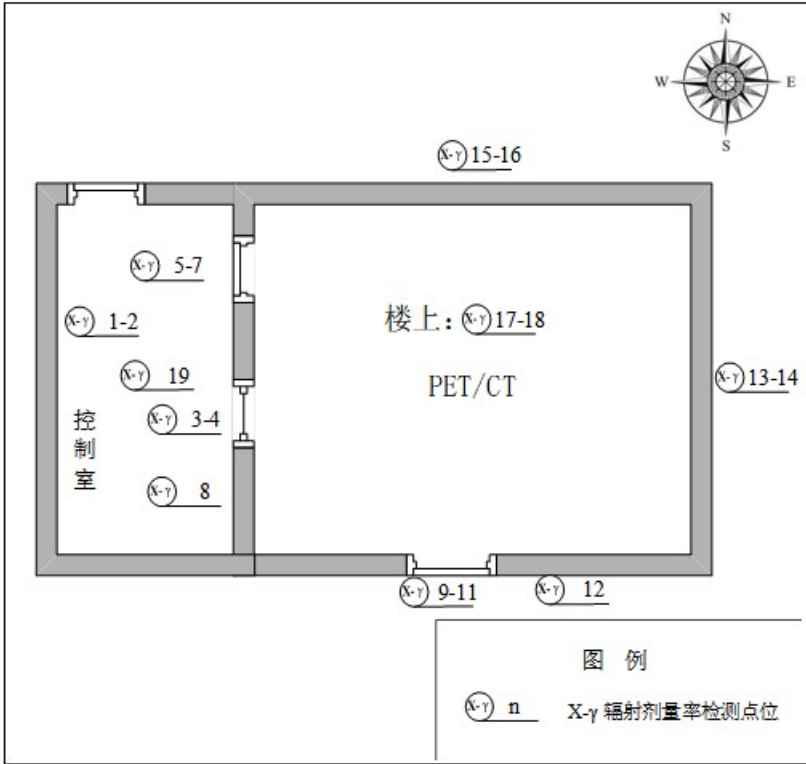


图 9-6 PET/CT 机房周围监测点位示意图

结论:

本次检测，当此 PET/CT（型号：uMI 780）工作时（检测工况：120kV/240mA，机房诊断床上放置药量为 $6.4 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 ^{18}F 核素的检测模体）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量当量率为 $(0.12 \sim 0.16) \mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

（2）运行时，核医学工作场所周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

本项目运行时，核医学工作场所周围 X-γ 辐射剂量率检测结果见表 9-7，监测点位见图 9-7。

表 9-7 核医学工作场所周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	PET 注射室观察窗外 30cm 处	3.1	检测时间：09:05 ^{18}F 药物活度： $6.4 \times 10^8 \text{Bq}$
2	^{18}F 通风橱左操作口（打开）	113	
3	^{18}F 通风橱左操作口（关闭）	0.25	
4	^{18}F 通风橱右操作口（打开）	957	
5	^{18}F 通风橱右操作口（关闭）	0.50	
6	^{18}F 通风橱观察窗外 30cm 处	0.15	
7	工作人员摆位时	14.5	

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	备注
8	分装室北墙外 30cm 处	0.18	检测时间: 09:15 ^{18}F 药物活度: $6.1 \times 10^8 \text{Bq}$
9	分装室西墙外 30cm 处	0.16	
10	分装室南墙外 30cm 处	0.19	
11	分装室东墙外 30cm 处	0.17	
12	分装室楼上距地面 30cm 处	0.15	
13	PET 注射室北墙外 30cm 处	0.16	
14	PET 注射室西墙外 30cm 处	0.21	
15	PET 注射室南墙外 30cm 处	0.17	
16	PET 注射室东墙外 30cm 处	0.19	
17	PET 注射室楼上距地面 30cm 处	0.14	
18	PET/CT 注射后等候室 3 东墙外 30cm 处	0.42	检测时间: 09:35 ^{18}F 药物活度: $5.5 \times 10^8 \text{Bq}$
19	PET/CT 注射后等候室 3 南墙外 30cm 处	0.15	
20	PET/CT 注射后等候室 3 西墙外 30cm 处	0.24	
21	PET/CT 注射后等候室 3 北墙外 30cm 处	0.26	
22	PET/CT 注射后等候室 3 北门外 30cm 处	2.02	
23	PET/CT 注射后等候室 3 楼上距地面 30cm 处	0.15	
24	PET/CT 注射后等候室 4 东墙外 30cm 处	0.25	检测时间: 09:45 ^{18}F 药物活度: $5.2 \times 10^8 \text{Bq}$
25	PET/CT 注射后等候室 4 南墙外 30cm 处	0.16	
26	PET/CT 注射后等候室 4 西墙外 30cm 处	0.40	
27	PET/CT 注射后等候室 4 北墙外 30cm 处	0.26	
28	PET/CT 注射后等候室 4 北门外 30cm 处	1.67	
29	PET/CT 注射后等候室 4 楼上距地面 30cm 处	0.15	
30	留观室东墙外 30cm 处	0.21	检测时间: 10:05 ^{18}F 药物活度: $4.7 \times 10^8 \text{Bq}$
31	留观室南墙外 30cm 处	0.16	
32	留观室西墙外 30cm 处	0.28	
33	留观室北墙外 30cm 处	0.19	
34	留观室北门外 30cm 处	1.69	
35	留观室楼上距地面 30cm 处	0.16	
36	患者出口大门外 30cm 处	0.17	
37	服药间观察窗外 30cm 处	0.32	检测时间: 10:25 ^{18}F 药物活度: $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$
38	服药间北墙外 30cm 处	0.19	
39	服药间西墙外 30cm 处	0.18	

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	备注
40	服药间南墙外 30cm 处	0.18	
41	服药间东墙外 30cm 处	0.23	
42	服药间楼上距地面 30cm 处	0.14	
43	甲亢留观室东墙外 30cm 处	0.15	
44	甲亢留观室南墙外 30cm 处	0.13	
45	甲亢留观室西墙外 30cm 处	0.14	
46	甲亢留观室北墙外 30cm 处	0.12	
47	甲亢留观室北门外 30cm 处	0.15	
48	甲亢留观室楼上距地面 30cm 处	0.17	

注：1.测量结果未扣除宇宙射线响应值；
2.检测点位见图 9-7；

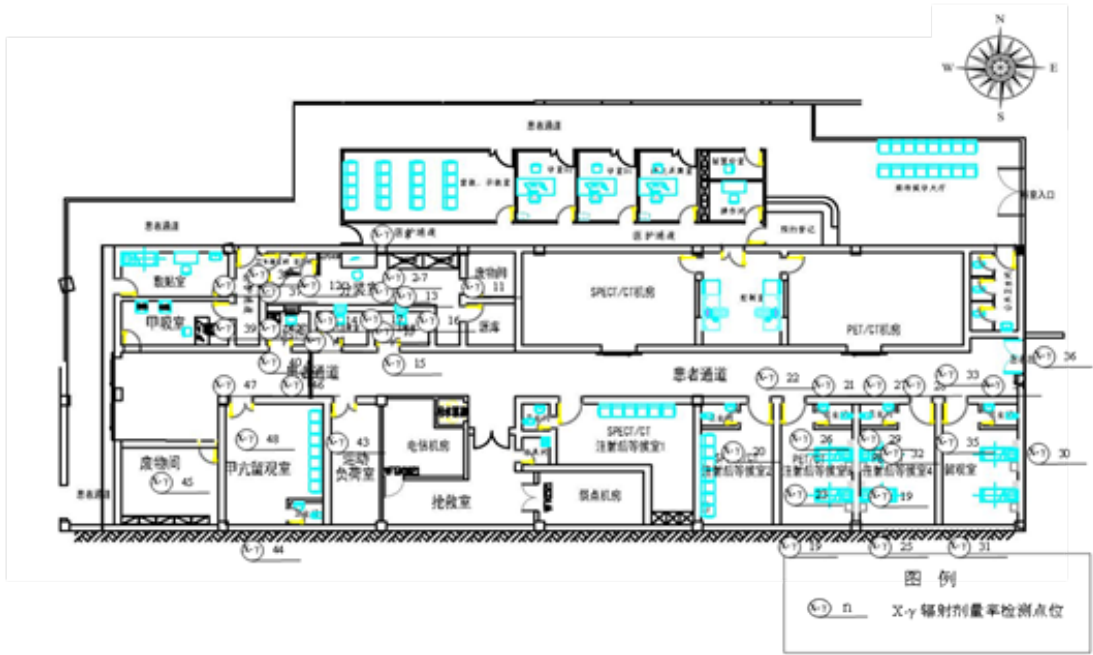


图 9-7 核医学工作场所周围监测点位示意图

结论：

本次检测，该院核医学工作场所周围（分装室、PET 注射室、PET/CT 注射后等候室 3、PET/CT 注射后等候室 4、留观室、甲亢留观室）的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.15~2.02） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

（3）通风监测结果

本项目 PET/CT 工作场所通风橱风速检测结果见表 9-4，监测点位见图 9-8。

表 9-4 PET/CT 工作场所通风橱风速检测结果

点位描述	测量结果 (m/s)	
¹⁸ F 通风橱	左侧操作口①	1.55
	右侧操作口②	1.59

注：检测点位见附图 9-8。

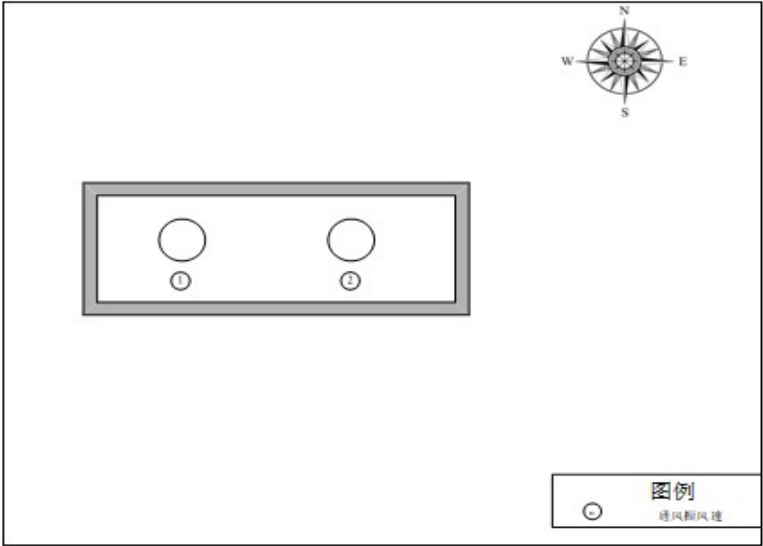


图 9-8 PET/CT 工作场所内通风橱风速监测点位示意图

结论：

本次检测，该院核医学工作场所 ¹⁸F 通风橱左侧操作口风速为 1.55m/s，右侧操作口风速为 1.59m/s，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的要求。

（4）核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果

模拟测试结束，放射性药品已回收后，本项目核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果见表 9-9，监测点位见图 9-9。

表 9-4 核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果

测点编号	检测点位描述	表面 β 放射性污染测量结果 (Bq/cm ²)	备注
1	PET/CT 机房地面	<0.02	/
2	PET/CT 机房地面	<0.02	/
3	PET/CT 机房控制室地面	0.02	/
4	PET/CT 机房控制室桌面	<0.02	/
5	病人通道地面	<0.02	/
6	PET/CT 注射后等候室 3	<0.02	/
7	地面	<0.02	/
8	PET/CT 注射后等候室 3	0.03	/
9	床面	0.05	/

测点编号	检测点位描述	表面β放射性污染测量结果(Bq/cm ²)	备注
10	PET/CT注射后等候室3	<0.02	/
11	厕所地面	0.02	/
12	PET/CT注射后等候室4	<0.02	/
13	地面	0.03	/
14	PET/CT注射后等候室4	<0.02	/
15	床面	0.02	/
16	PET/CT注射后等候室4	0.03	/
17	厕所地面	<0.02	/
18	留观室地面	<0.02	/
19	留观室厕所地面	<0.02	
20	分装室地面	<0.02	

注：1.表面β放射性污染水平探测下限（LLD）为0.02Bq/cm²；
2.检测点位见图9-9。

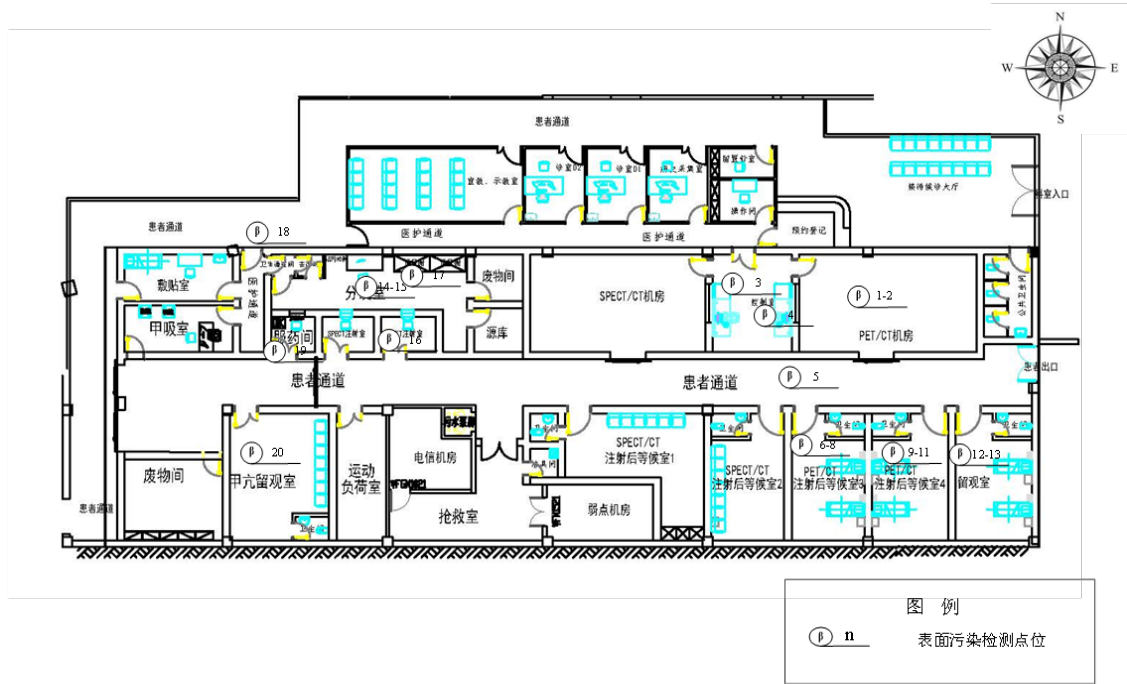


图 9-9 核医学工作场所放射性表面污染水平监测点位示意图

结论：

本次检测，该院核医学工作场所 β 放射性污染水平为（<0.02~0.05）Bq/cm²，根据表面污染类型，检测结果均能够满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

（5）模拟结束，核医学工作场所 X-γ 辐射剂量当量率检测结果

模拟测试结束，放射性药品已回收后，本项目核医学工作场所 X-γ 辐射剂

量当量率检测结果见表 9-10，监测点位见图 9-10。

表 9-10 核医学工作场所 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果(μSv/h)	备注
1	PET/CT 机房地面	0.13	/
2	PET/CT 机房地面	0.12	/
3	PET/CT 机房控制室地面	0.13	/
4	PET/CT 机房控制室桌面	0.14	/
5	病人通道地面	0.12	/
6	PET/CT 注射后等候室 3	0.13	/
7	地面	0.15	/
8	PET/CT 注射后等候室 3	0.13	/
9	床面	0.13	/
10	PET/CT 注射后等候室 3	0.13	/
11	厕所地面	0.14	/
12	PET/CT 注射后等候室 4	0.11	/
13	地面	0.13	/
14	PET/CT 注射后等候室 4	0.14	/
15	床面	0.12	/
16	PET/CT 注射后等候室 4	0.13	/
17	厕所地面	0.12	/
18	留观室地面	0.13	/
19	留观室厕所地面	0.12	/

注：1.测量结果未扣除本底值；

2.检测点位见图 9-10。

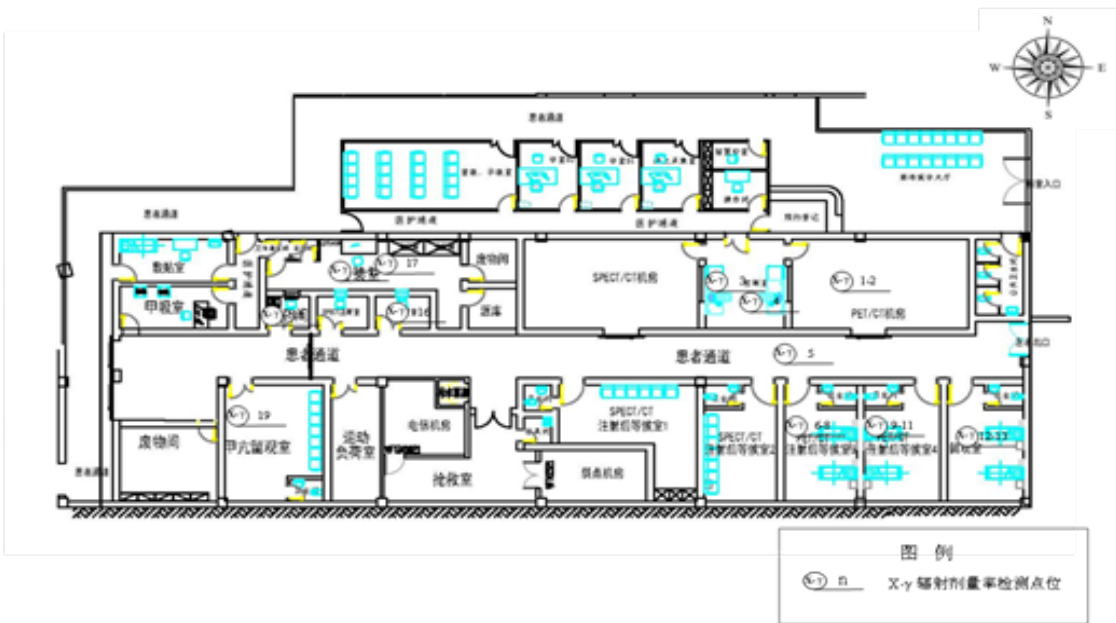


图 9-10 核医学工作场所周围监测点位示意图

结论:

本次检测（模拟测试结束，放射性药品已回收），该院核医学工作场所的 X- γ 辐射剂量当量率为（0.11~0.15） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

（6）放射性核素敷贴治疗场所 X- γ 辐射剂量当量率检测结果

本项目放射性核素敷贴治疗场所 X- γ 辐射剂量当量率检测结果见表 9-10，监测点位见图 9-11。

表 9-11 放射性核素敷贴治疗场所 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	备注
1	贮源箱外表面 5cm 处（东侧）	2.9	贮源
2	贮源箱外表面 5cm 处（南侧）	3.0	贮源
3	贮源箱外表面 5cm 处（西侧）	3.8	贮源
4	贮源箱外表面 5cm 处（北侧）	3.5	贮源
5	贮源箱外表面 1m 处（敷贴室内）	0.35	贮源
6	敷贴室门外 30cm 处	0.13	治疗状态
7	敷贴室北墙外 30cm 处	0.14	治疗状态
8	敷贴室南墙外 30cm 处	0.13	治疗状态
9	敷贴室西墙外 30cm 处	0.13	治疗状态
10	敷贴室东墙外 30cm 处	0.14	治疗状态
11	敷贴室楼上距地面 30cm 处	0.14	治疗状态
12	敷贴室外过道	0.13	贮源

注：1.测量结果未扣除本底值；

2.检测点位见图 9-11。

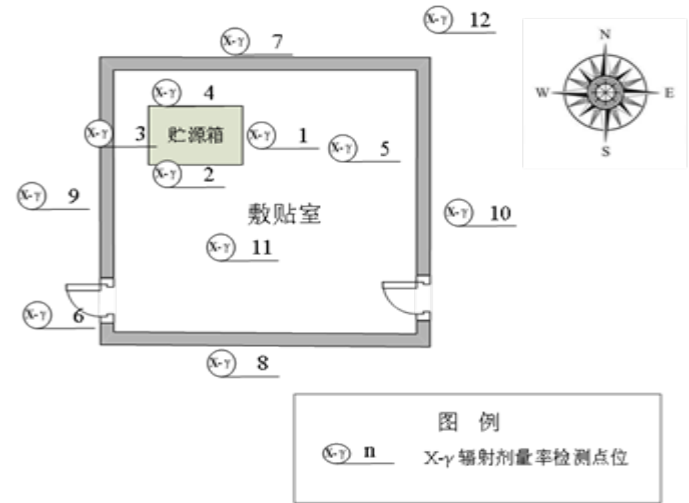


图 9-11 放射性核素敷贴治疗场所周围监测点位示意图

结论:

本次检测放射性核素敷贴（使用 1 枚 Sr-90 源，源编码：RU17SR000515）时，当放射性核素敷贴放置于贮源箱内时，贮源箱外表面 5cm 处的 X-γ 辐射剂量当量率为（2.9~3.8）μSv/h，1m 处的 X-γ 辐射剂量当量率为 0.35μSv/h，当放射性核素敷贴在治疗状态时，敷贴室外 30cm 处的 X-γ 辐射剂量当量率为（0.13~0.14）μSv/h，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的标准要求。

（7）放射性核素敷贴治疗场所放射性表面污染水平检测结果

本项目放射性核素敷贴治疗场所放射性表面污染水平检测结果见表 9-11，监测点位见图 9-12。

表 9-12 放射性核素敷贴治疗场所 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果(μSv/h)	备注
1	贮源箱外表面	0.04	/
2	敷贴室地面	<0.02	/
3	敷贴器表面	0.03	/
4	敷贴器源窗表面	41.2	/

注：1.表面 β 放射性污染水平探测下限（LLD）为 0.02Bq/cm²；
2.表面 β 放射性污染水平用擦拭法测量；
3.检测点位见图 9-12。

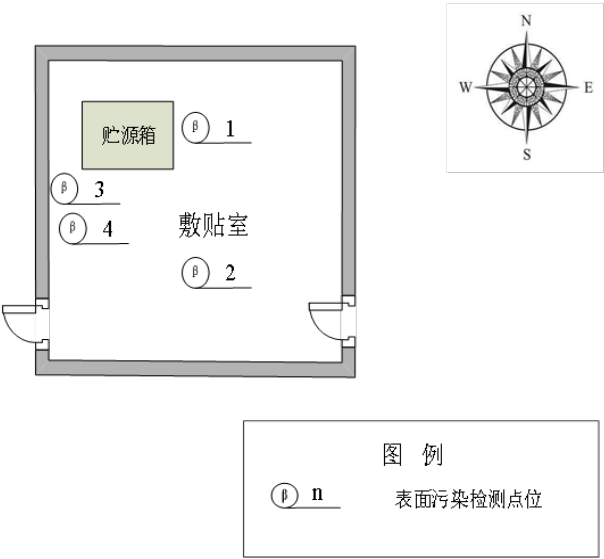


图 9-12 放射性核素敷贴治疗场所周围监测点位示意图

结论:

本次检测时,放射性核素敷贴贮源箱外表面 β 表面污染为 $0.04\text{Bq}/\text{cm}^2$,敷贴室地面和敷贴器表面 β 表面污染为($<0.02\sim 0.03$) Bq/cm^2 ,敷贴器源窗表面泄漏 β 放射性活度为 41.2Bq ,符合《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的标准要求。

9.2 辐射工作人员和公众年有效剂量分析

目前医院为本项目配备 10 名工作人员(名单见表 4-1)。医院已委托宜宾蓝瑞鑫科技有限公司对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测(检测报告见附件 9)。

根据本项目现场监测结果对项目运行期间辐射工作人员及公众的年有效剂量进行计算分析,计算扣除环境本底剂量率。

(1) 根据医院提供的计划工作量,本项目核素诊断与治疗工作场所(东区)每天 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 就诊人数最大为 20 人,年就诊人数约 5000 人。

根据本项目环评报告表: $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 日最大操作量 $2.22\times 10^{10}\text{Bq}$,分装操作均在通风橱内进行,每次约 2min,科内有 2 名辐射工作人员轮流负责分装工作,分装过程中,医生需穿戴铅衣、铅帽、铅围裙、铅眼镜、铅手套等个人防护用品,并佩戴个人剂量计。患者注射药物后进入 SPECT/CT 注射后等候室 1、2 内等待约 20min 后进入扫描间内进行扫描。

表 9-13 核素诊断与治疗工作场所（东区）关注点位人员年有效剂量估算 1

点 位	参考点位置	参考点辐射水 平 ($\mu\text{Sv/h}$)	参考点处受放射性核素影 响的时间	居留 因子	参考点人员年有 效剂量 (mSv/a)	人员性质	目标管理 值(mSv/a)
1	注射窗口	2.11	注射 $1\text{min} \times 20 \text{次} \times 250\text{d}$	1	0.176	职业人员	5
2	通风橱	0.54	取药 $2\text{min} \times 20 \text{次} \times 250\text{d}$	1	0.090		
3	工作人员摆位时	12.10	摆位 $1\text{min} \times 20 \text{次} \times 250\text{d}$	1	1.008		
4	操作位	0.12	扫描 $20\text{min} \times 20 \text{次} \times 250\text{d}$	1	0.200	职业人员	5
5	SPECT/CT 机房东墙外 30cm 处	0.16		1	0.267	职业人员	5
6	SPECT/CT 机房南墙外 30cm 处	0.17		1/4	0.071	公众	0.1
7	SPECT/CT 机房西墙外 30cm 处	0.14		1	0.233	职业人员	5
8	SPECT/CT 机房北墙外 30cm 处	0.14		1/4	0.058	公众	0.1
9	SPECT/CT 机房楼上距地面 1m 处	0.16		1/4	0.067	公众	0.1
10	分装室北墙外 30cm 处	0.19	注射 $1\text{min} \times 20 \text{次} \times 250\text{d}$	1/4	0.004	公众	0.1
11	分装室西墙外 30cm 处	0.16		1	0.013	职业人员	5
12	分装室南墙外 30cm 处	0.19		1/4	0.004	公众	0.1
13	分装室东墙外 30cm 处	0.21		1	0.018	职业人员	5
14	分装室楼上距地面 30cm 处	0.16		1/4	0.003	公众	0.1
15	SPECT 注射室北墙外 30cm 处	0.14		1	0.012	职业人员	5
16	SPECT 注射室西墙外 30cm 处	0.20		1/4	0.004	公众	0.1
17	SPECT 注射室南墙外 30cm 处	0.14		1/4	0.003	公众	0.1
18	SPECT 注射室东墙外 30cm 处	0.20		1/4	0.004	公众	0.1
19	SPECT 注射室楼上距地面 30cm 处	0.13		1/4	0.003	公众	0.1
20	SPECT/CT 注射后等候室 1 东墙外 30cm 处	0.37	等候 $20\text{min} \times 3 \text{次} \times 250\text{d}$	1/4	0.023	公众	0.1
21	SPECT/CT 注射后等候室 1 南墙外 30cm 处	0.13		1/4	0.008	公众	0.1
22	SPECT/CT 注射后等候室 1 西墙外 30cm 处	0.27		1/4	0.017	公众	0.1
23	SPECT/CT 注射后等候室 1 北墙外 30cm 处	0.25		1/4	0.016	公众	0.1
24	SPECT/CT 注射后等候室 1 北门外 30cm 处	1.12	停留 $1\text{min} \times 3 \text{次} \times 250\text{d}$	1/4	0.004	公众	0.1
25	SPECT/CT 注射后等候室 1 楼上距地面 30cm 处	0.14	等候 $20\text{min} \times 3 \text{次} \times 250\text{d}$	1/4	0.009	公众	0.1
26	SPECT/CT 注射后等候室 2 东墙外 30cm 处	0.23		1/4	0.014	公众	0.1
27	SPECT/CT 注射后等候室 2 南墙外 30cm 处	0.16		1/4	0.010	公众	0.1
28	SPECT/CT 注射后等候室 2 西墙外 30cm 处	0.41		1/4	0.026	公众	0.1

29	SPECT/CT 注射后等候室 2 北墙外 30cm 处	0.28		1/4	0.018	公众	0.1
30	SPECT/CT 注射后等候室 2 北门外 30cm 处	1.20	停留 1min×3 次×250d	1/4	0.004	公众	0.1
31	SPECT/CT 注射后等候室 2 楼上距地面 30cm 处	0.16	等候 20min×3 次×250d	1/4	0.010	公众	0.1
32	留观室东墙外 30cm 处	0.25	留观 10min×15 次×250d	1/4	0.039	公众	0.1
33	留观室南墙外 30cm 处	0.17		1/4	0.027	公众	0.1
34	留观室西墙外 30cm 处	0.31		1/4	0.048	公众	0.1
35	留观室北墙外 30cm 处	0.17		1/4	0.027	公众	0.1
36	留观室北门外 30cm 处	1.25	停留 1min×15 次×250d	1/4	0.020	公众	0.1
37	留观室楼上距地面 30cm 处	0.17	留观 10min×15 次×250d	1/4	0.027	公众	0.1

注：1.计算时已扣除环境本底剂量。

2.工作人员的年有效剂量由公式 $E_{eff} = \dot{D} \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算。

由表 9-13 可知，本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）内进行 ^{99m}Tc 分装注射的辐射工作人员年有效剂量最大为 0.176mSv/a（已扣除环境本底剂量），SPECT/CT 机房内辐射工作人员年有效剂量最大为 1.008mSv/a（已扣除环境本底剂量）；周围公众年有效剂量最大为 0.071mSv/a（已扣除环境本底剂量），均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员 20mSv/a），并低于本项目管理目标值（职业人员 5mSv/a）。

(2) 根据医院提供的计划工作量, 本项目核素诊断与治疗工作场所(东区)每天 ^{18}F 就诊人数最大为4人, 年就诊人数约1000人。

根据本项目环评报告表: ^{18}F 日最大操作量 $2.96 \times 10^9 \text{Bq}$, 分装操作均在通风橱内进行, 每次约2min, 科内有2名辐射工作人员轮流负责分装工作, 分装过程中, 医生需穿戴铅衣、铅帽、铅围裙、铅眼镜、铅手套等个人防护用品, 并佩戴个人剂量计。本项目中 ^{18}F 在注射窗口采用静脉注射的方式给药, 每天就诊人数最大8人, 每次注射时间约1min, 科内有2人负责注射工作。患者注射药物后进入PET/CT注射后等候室3、4内等待约20min后进入扫描间内进行扫描。

(3) 根据医院提供的计划工作量, 本项目核素诊断与治疗工作场所每天 ^{131}I 就诊人数: 甲吸测定最大为1人, 年就诊人数约250人, ^{131}I 日最大操作量 $1.85 \times 10^6 \text{Bq}$; 甲亢治疗测定最大为1人, 年就诊人数约500人, ^{131}I 日最大操作量 $3.70 \times 10^9 \text{Bq}$ 。甲状腺吸碘率测定的患者在口服药物后进入甲吸室进行相关测定, 测定过程按照5min估算, 测定结束后随即离开工作场所。甲亢患者在口服药物后进行甲亢留观室, 留观约10min, 随后离开工作场所。

根据本项目现场监测结果, 对本项目运行期间辐射工作人员及公众的年有效剂量进行估算, 计算结果见表9-14。

表 9-14 核素诊断与治疗工作场所（东区）关注点位人员年有效剂量估算 2

点 位	参考点位置	参考点辐射水 平 ($\mu\text{Sv/h}$)	参考点处受放射性核素影 响的时间	居留 因子	参考点人员年有 效剂量 (mSv/a)	人员性质	目标管理 值(mSv/a)
1	注射窗口	3.10	注射 $1\text{min} \times 8 \text{次} \times 250\text{d}$	1	0.103	职业人员	5
2	通风橱	0.50	取药 $2\text{min} \times 8 \text{次} \times 250\text{d}$	1	0.033		
3	工作人员摆位时	14.5	摆位 $1\text{min} \times 8 \text{次} \times 250\text{d}$	1	0.483		
4	操作位	0.13	扫描 $20\text{min} \times 8 \text{次} \times 250\text{d}$	1	0.087	职业人员	5
5	PET/CT 机房西墙外 30cm 处	0.15		1	0.100	职业人员	5
6	PET/CT 机房南墙外 30cm 处	0.16		1/4	0.027	公众	0.1
7	PET/CT 机房东墙外 30cm 处	0.14		1/4	0.023	公众	0.1
8	PET/CT 机房北墙外 30cm 处	0.14		1/4	0.023	公众	0.1
9	PET/CT 机房楼上距地面 1m 处	0.15		1/4	0.025	公众	0.1
10	分装室北墙外 30cm 处	0.18	注射 $1\text{min} \times 8 \text{次} \times 250\text{d}$	1/4	0.002	公众	0.1
11	分装室西墙外 30cm 处	0.16		1	0.005	职业人员	5
12	分装室南墙外 30cm 处	0.19		1/4	0.002	公众	0.1
13	分装室东墙外 30cm 处	0.17		1	0.006	职业人员	5
14	分装室楼上距地面 30cm 处	0.15		1/4	0.001	公众	0.1
15	PET 注射室北墙外 30cm 处	0.16		1	0.005	职业人员	5
16	PET 注射室西墙外 30cm 处	0.21		1/4	0.002	公众	0.1
17	PET 注射室南墙外 30cm 处	0.17		1/4	0.001	公众	0.1
18	PET 注射室东墙外 30cm 处	0.19		1	0.006	职业人员	5
19	PET 注射室楼上距地面 30cm 处	0.14		1/4	0.001	公众	0.1
20	PET/CT 注射后等候室 3 东墙外 30cm 处	0.42	等候 $20\text{min} \times 2 \text{次} \times 250\text{d}$	1/4	0.018	公众	0.1
21	PET/CT 注射后等候室 3 南墙外 30cm 处	0.15		1/4	0.006	公众	0.1

22	PET/CT 注射后等候室 3 西墙外 30cm 处	0.24		1/4	0.010	公众	0.1
23	PET/CT 注射后等候室 3 北墙外 30cm 处	0.26		1/4	0.011	公众	0.1
24	PET/CT 注射后等候室 3 北门外 30cm 处	2.02		1/4	0.084	公众	0.1
25	PET/CT 注射后等候室 3 楼上距地面 30cm 处	0.15		1/4	0.006	公众	0.1
26	PET/CT 注射后等候室 4 东墙外 30cm 处	0.25		1/4	0.010	公众	0.1
27	PET/CT 注射后等候室 4 南墙外 30cm 处	0.16		1/4	0.007	公众	0.1
28	PET/CT 注射后等候室 4 西墙外 30cm 处	0.40		1/4	0.017	公众	0.1
29	PET/CT 注射后等候室 4 北墙外 30cm 处	0.26		1/4	0.011	公众	0.1
30	PET/CT 注射后等候室 4 北门外 30cm 处	1.67	停留 1min×2 次×250d	1/4	0.003	公众	0.1
31	PET/CT 注射后等候室 4 楼上距地面 30cm 处	0.15	等候 20min×2 次×250d	1/4	0.006	公众	0.1
32	留观室东墙外 30cm 处	0.21	留观 10min×8 次×250d	1/4	0.018	公众	0.1
33	留观室南墙外 30cm 处	0.16		1/4	0.013	公众	0.1
34	留观室西墙外 30cm 处	0.28		1/4	0.023	公众	0.1
35	留观室北墙外 30cm 处	0.19		1/4	0.016	公众	0.1
36	留观室北门外 30cm 处	1.69	停留 1min×8 次×250d	1/4	0.014	公众	0.1
37	留观室楼上距地面 30cm 处	0.16	留观 10min×8 次×250d	1/4	0.013	公众	0.1
38	服药间观察窗外 30cm 处	0.32	服药 5min×2 次×250d	1/4	0.003	公众	0.1
39	服药间北墙外 30cm 处	0.19		1/4	0.002	公众	0.1
40	服药间西墙外 30cm 处	0.18		1/4	0.002	公众	0.1
41	服药间南墙外 30cm 处	0.18		1/4	0.002	公众	0.1
42	服药间东墙外 30cm 处	0.23		1/4	0.002	公众	0.1
43	服药间楼上距地面 30cm 处	0.14		1/4	0.001	公众	0.1
44	甲亢留观室东墙外 30cm 处	0.15	留观 10min×2 次×250d	1/4	0.003	公众	0.1

45	甲亢留观室南墙外 30cm 处	0.13		1/4	0.003	公众	0.1
46	甲亢留观室西墙外 30cm 处	0.14		1/4	0.003	公众	0.1
47	甲亢留观室北墙外 30cm 处	0.12		1/4	0.003	公众	0.1
48	甲亢留观室北门外 30cm 处	0.15	停留 1min×2 次×250d	1/4	<0.001	公众	0.1
49	甲亢留观室楼上距地面 30cm 处	0.17	留观 10min×2 次×250d	1/4	0.004	公众	0.1

注：1.计算时已扣除环境本底剂量。

2.工作人员的年有效剂量由公式 $E_{eff} = \dot{D} \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算。

由表 9-14 可知，本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）内进行分装注射的辐射工作人员年有效剂量最大为 0.103mSv/a（已扣除环境本底剂量），PET/CT 机房内辐射工作人员年有效剂量最大为 0.483mSv/a（已扣除环境本底剂量）；周围公众年有效剂量最大为 0.084mSv/a（已扣除环境本底剂量），均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员 20mSv/a），并低于本项目管理目标值（职业人员 5mSv/a）。

9.3 保护目标年有效剂量分析

根据本项目的特点，本项目的验收范围及保护目标范围确定为核素诊断与治疗工作场所（东区）各辐射工作场所实体屏蔽物边界外 50m 区域。

根据本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）各辐射工作场所的平面布局和周围的外环境关系确定本项目主要环境保护目标为医院内部医务人员、就诊人员、陪护人员等，与环评相较，本项目周围外环境无变化，本次验收环境保护目标与环评一致。

由表 9-13 及表 9-14 可知，保护目标范围内本项目辐射工作人员及周围公众所受年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求，并低于本项目管理目标值。

10.验收监测结论

10.1 验收结论

内江市第一人民医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 与环评相较，本项目周围外环境无变化，本次验收环境保护目标与环评一致。本次验收核素诊断与治疗工作场所（东区）各辐射工作场所的辐射防护屏蔽实际建设内容与环评及其批复保持一致，未发生重大变动。

甲癌治疗工作场所（西区）未建设不在本次验收范围内，今后甲癌治疗工作场所（西区）建成并投入运行需另做验收。

2) 本项目工作场所控制区和监督区划分明显，能有效避免受检者误入或非正常受照。

3) 本项目核素诊断与治疗工作场所（东区）屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实，在正常工作条件下运行时，工作场所周围及辐射敏感点所有监测点位的 X- γ 辐射剂量率、表面污染水平和通风橱通风速率均能满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关标准要求。

4) 医院已在核素诊断与治疗工作场所（东区）辐射工作场所的防护门上醒目位置设置了电离辐射警告标志，SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房入口防护门上安装工作状态指示灯，SPECT/CT 及 PET/CT 设备、机房内及控制室均设有急停按钮，辐射工作场所内已设置对讲装置及视频监控，SPECT/CT 机房及 PET/CT 机房内已设置观察窗。

5) 根据环评要求，医院已为核素诊断与治疗工作场所（东区）配备有：10 名辐射工作人员均配备有个人剂量计、数字射线检测仪 1 台、表面污染测量仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台及活度计 2 台，医院新购置的 1 台 X- γ 辐射监测仪、1 台表面污染检测仪及 2 台个人剂量报警仪正在采购中；铅防护衣 6 套、铅橡胶颈套 4 套、铅橡胶帽子 2 套、铅防护围裙 1 套、铅防护眼镜 2 套、

铅围脖 4 套、铅防护臂 1 套、铅帽 5 套、铅护目镜 2 套、铅防护面罩 2 套等；放射性药物转运防护筒及铅针筒防护筒各 4 个、放射性药物防护注射车 2 台。

6) 医院已根据实际工作量为本次验收的核素诊断与治疗工作场所（东区）配备 10 名辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护培训并取得辐射安全与防护培训合格证书且均在有效期内并持证上岗。

7) 本项目辐射工作人员均已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案。应当加强对于辐射工作人员的个人剂量监测的管理，避免发生个人剂量超标的情况。

8) 医院具有辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度。

综上所述，内江市第一人民医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目满足环评及批复中有关辐射管理的要求，环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，建议通过验收。

10.2 建议

1) 本项目配备 10 名辐射工作人员，医院今后如有新增辐射工作人员应尽快报名参加“核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习及考核，考核合格后上岗，辐射安全培训合格证书到期的人员仍需通过生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”进行再学习考核，考核合格后持证上岗。

2) 定期严格检查维护各类辐射安全设施，确保其始终处于正常工作状态。

3) 每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测 1~2 次，监测结果上报生态环境主管部门。

4) 根据国家及地方最新出台的法规和规章制度等，对辐射相关制度进行更新和完善，使之更能符合实际需要。

5) 积极配合生态环境部门的日常监督检查，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，并上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”。

6) 验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地县级以上生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

7) 验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，生态环境主管部门对上述信息予以公开。建设单位应当将验收报告以及其他档案资料存档备查。