

新建II类射线装置及核医学科应用项目（核医学科 PET
检查区）竣工环境保护验收监测报告表

4/10
建设单位：四川泰康医院有限公司

编制单位：四川省自然资源实验测试研究中心

（四川省核应急技术支持中心）

2026 年 9 月

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	项目建设情况	7
表 3	辐射安全与防护设施/措施	12
表 4	建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	40
表 5	验收监测质量保证及质量控制	47
表 6	验收监测内容	49
表 7	验收监测	59
表 8	验收监测结论	69

表 1 项目基本情况

建设项目名称	新建II类射线装置及核医学科应用项目（核医学科 PET 检查区）				
建设单位名称	四川泰康医院有限公司				
项目性质	■新建 □改扩建 □技改 □迁建				
建设地点	四川省成都市天府新区华阳街道祥鹤一街 881 号				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	核医学科PET检查区使用非密封放射性物质氟-18，日最大操作量为 $2.22 \times 10^{10} \text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $2.22 \times 10^7 \text{Bq}$ ，年最大用量为 $5.55 \times 10^{12} \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。			
	射线装置	1 台 PET/CT（III类射线装置）			
建设项目环评批复时间	2021 年 1 月	开工建设时间	2021 年 3 月		
取得辐射安全许可证时间	2025 年 1 月（核医学科取得辐射许可时间）	项目投入运行时间	2025 年 4 月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 4 月	验收现场监测时间	2026 年 8 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	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）		
辐射安全与防护设施设计单位	悉地（北京）国际建筑设计顾问有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	悉地（北京）国际建筑设计顾问有限公司		
投资总概算（万元）	4000（核医学科 PET 检查区）	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	125.4	比例	3.14%
实际总投资（万元）	3500（核医学科 PET 检查区）	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	109.5	比例	3.13%
	1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度 （1）《中华人民共和国生态环境法典》（中华人民共和国主席令第七十号，2026 年 8 月 15 日施行）；				

验收依据	(2) 《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），2019 年 3 月国务院令 第 709 号修订； (3) 《国务院关于<建设项目环境保护管理条例>的决定》（中华人民共和国国务院令 第 682 号，2017 年），自 2017 年 10 月 1 日起施行； (4) 《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）； (5) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国家环境保护部 国环规环评[2017]4 号），2017 年 11 月 22 日； (6) 《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），自 2011 年 5 月 1 日起施行； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令 第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令 第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令 第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改）； (8) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号）； (9) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430 号文）； (10) 《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 第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）； (11) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部 公告 2021 年 第 9 号，2021 年 3 月 15 日实施）； (12) 《四川省生态环境厅（四川省核安全管理局）辐射事故应急预案（2024 年版）》； (13) 《关于印发<四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）>的通知》（川环函〔2025〕616 号）；
------	--

验收依据	(14) 《关于印发<核技术利用建设项目重大变动清单（试行）>的通知》（环办辐射函〔2025〕313号）。 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》（GB18871-2002）； (2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； (3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； (4) 生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020年发布版）； (5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (6) 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； (7) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）； (8) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； (9) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（公告2018年第9号）； (10) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）。 3、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定 (1) 四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）《成都泰康西南医院新建II类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表》，2020年12月。 (2) 四川省生态环境厅《关于四川泰康西南医院有限公司成都泰康西南医院新建II类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表的批复》（川环审批〔2021〕3号）。 4、其他相关文件 (1) 建设单位提供资料； (2) 《项目竣工环境保护验收委托书》。
------	--

验收执行标准	根据《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 年第 9 号）：建设项目竣工环境保护验收污染物排放标准原则上执行环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定所规定的标准。在环境影响报告书（表）审批之后发布或修订的标准对建设项目执行该标准有明确时限要求的，按新发布或修订的标准执行。 本项目环境影响报告表审批之后发布了《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。 根据《新建II类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表》，结合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本次验收监测执行的标准为： 1、个人剂量约束值 （1）职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。项目按上述标准限值的 1/4 执行，即职业照射年有效剂量约束值 5mSv/a。 （2）公众照射：第B1.2.1条的规定，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年有效剂量 1mSv。项目按上述标准限值的1/10执行，即公众照射年有效剂量约束值0.1mSv/a。 （3）根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过5mSv/a；公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。 综上，本次验收按照职业人员剂量约束值5mSv/a、公众剂量约束值0.1mSv/a执行。
--------	---

验收执行标准	2、放射性表面污染控制水平		
	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）表 B11，工作场所的放射性表面污染的控制水平见表 1-1。		
	表 1-1 工作场所的放射性表面污染控制水平		
	表面类型		β放射性物质（Bq/cm ² ）
	工作台、设备、墙壁、地面	控制区	40
		监督区	4
	工作服、手套、工作鞋	控制区	4
		监督区	
	手、皮肤、内衣、工作袜		0.4
	3、工作场所周围剂量率		
	（1）根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）： ①距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10μSv/h。②放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25μSv/h。③固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。 （2）根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），CT 机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。		
	4、放射性废水		
	根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），对于槽式衰变池贮存方式：所含核素半衰期小于24小时的放射性废液暂存时间超过30天后可直接解控排放。		

验收执行标准	5、放射性固废 根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平、β表面污染小于 0.8Bq/cm² 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。
--------	---

表 2 项目建设情况

项目建设内容：

一、建设单位概况及项目由来

1、建设单位概况

四川泰康医院有限公司（统一社会信用代码：91510100MABQU60U6E）原名“四川泰康西南医院有限公司”，于成都市天府新区华阳街道祥鹤一街 881 号建设四川泰康医院（原名“成都泰康西南医院”，于 2023 年 2 月更名为“四川泰康医院”），按照国内三级甲等综合医院设置标准规划，总建筑面积 18.5 万 m²，规划总床位 1001 张。四川泰康医院是泰康保险集团在西南地区打造的首家“医教研”一体化三级综合医院，秉承“办医为健”的理念，打造以“健康管理和老年医学”为首、“全科医学、心身医学、中医、康复”齐头的战略学科；以“妇产儿、心脑血管、肿瘤、安宁疗护”为重点学科，满足人民群众日益增长的多元化、多层次健康需求。

四川泰康医院有限公司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[01116]），许可种类和范围为：使用Ⅲ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，有效期至 2028 年 7 月 9 日。

2、项目由来

（1）新建Ⅱ类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表

四川泰康医院有限公司于 2020 年开展“新建Ⅱ类射线装置及核医学科应用项目”，于 2021 年 1 月取得四川省生态环境厅对于“新建Ⅱ类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表”的批复文件（批复文号：川环审批[2021]3 号）。批复内容包括：（1）放疗科：拟在医用电子直线加速器机房内安装使用 1 台 10MV 医用电子直线加速器，其 X 射线最大能量为 10MV，最大电子线能量为 22MeV，属于Ⅱ类射线装置；拟在射波刀机房内安装使用 1 台 6MV 射波刀，其 X 射线最大能量为 6MV，属于Ⅱ类射线装置。（2）核医学科：包括 PET 检查区和 ECT 检查区，涉及使用核素氟-18、钼-99（钨-99m）、钨-99m，属于乙级非密封放射性物质工作场所；拟在 PET/CT 机房内安装使用 1 台 PET/CT 机，属于Ⅲ类射线装置，同时拟使用 3 枚锝-99m 放射源，均属于 V 类放射源，用于 PET/CT 校准；

拟在 SPECT/CT 机房安装使用 1 台 SPECT/CT 机，属于Ⅲ类射线装置。（3）手术室和内镜中心：拟在 1 号楼裙楼二、四楼分别新建内镜中心和手术室，拟在内镜中心 ERCP 机房内安装使用 1 台 ERCP 中型 C 型臂 X 射线机，拟在手术室 1#、2#、3#DSA 机房内分别安装使用 DSA 各 1 台，均属于Ⅱ类射线装置。

上述批复内容中，放疗科的 1 台直线加速器、介入中心 1#DSA 机房的 1 台 DSA 已于 2024 年 7 月完成验收手续。目前，核医学科 PET 检查区已建成投运，其余内容尚未建成。

（2）核医学科屏蔽设计方案及衰变池优化项目辐射安全分析报告

2022 年，医院拟对核医学科屏蔽设计方案和衰变池进行优化，即加厚了核医学工作场所部分房间墙体、门、窗的厚度和增大了衰变池的容积，不涉及核素种类及用量的改变，不改变原有布局，核医学科的建设内容、规模、地点、产污情况、平面布置及外环境关系均与原环评一致，未发生调整。因此，四川泰康医院有限公司委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）编制了《核医学科屏蔽设计方案及衰变池优化项目辐射安全分析报告》。

因此，本次仅针对核医学科 PET 检查区进行验收。根据《中华人民共和国生态环境法典》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关要求，建设项目必须进行竣工环境保护验收。因此，建设单位委托四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）对上述项目进行竣工环境保护验收监测，四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）接受委托后，经过收集资料、现场监测，于 2026 年 8 月编制完成《新建Ⅱ类射线装置及核医学科应用项目（核医学科 PET 检查区）竣工环境保护验收监测表》。

二、项目建设内容和规模

根据医院规划及项目建设进度，本次仅对核医学科 PET 检查区进行验收。

核医学科 PET 检查区位于 1 号楼负一层，主要辐射工作场所包括放射性药物储源库、PET 分装室、PET 注射室、PET 注射等候室、PET/CT 设备间、PET 控制室、PET/CT 检查室、PET/MRI 设备间、PET/MRI 检查室、PET 留观室（2 间）、PET 留观区、放射性废物暂存间和抢救室。同时配套建设候诊大厅、男更、女更、淋浴间、办公室等辅助用房。

核医学科 PET 检查区仅涉及使用核素氟-18，日最大操作量为 $2.22 \times 10^{10} \text{Bq}$ ，日等效最大操作量为 $2.22 \times 10^7 \text{Bq}$ ，年最大用量为 $5.55 \times 10^{12} \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

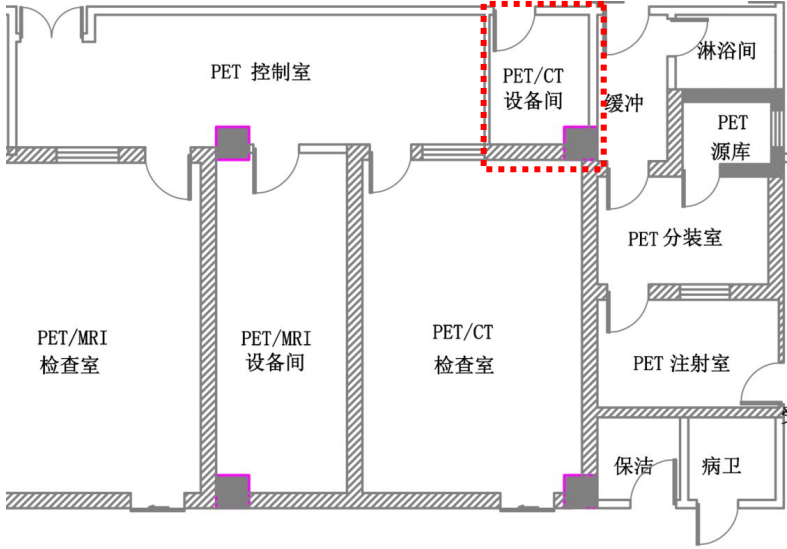
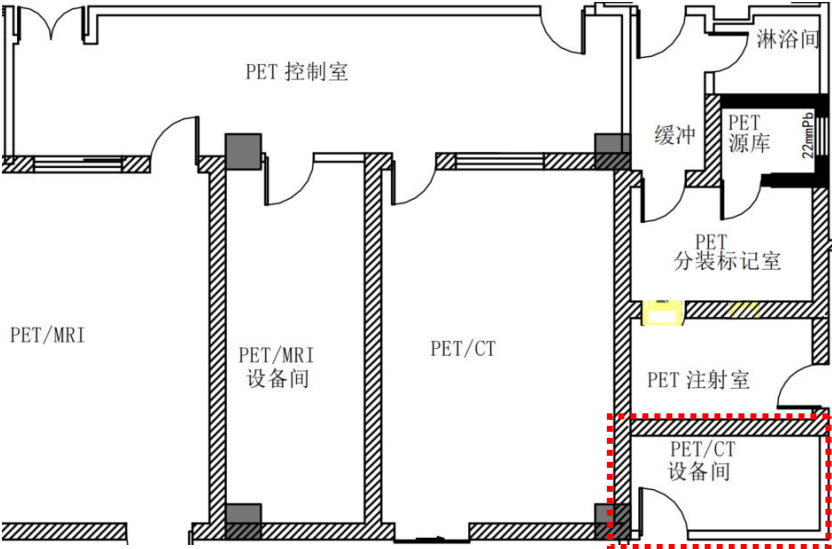
PET/CT 检查室室内面积 42.6m^2 ，机房净空尺寸为长 $8.03 \text{m} \times$ 宽 $5.3 \text{m} \times$ 高 4.8m ，其内使用 1 台 uMI PANORAMA 28C 型 PET/CT，额定管电压 140kV ，额定管电流 833mA ，属于 III 类射线装置。PET/MRI 检查室内设备目前尚未安装，不属于射线装置。

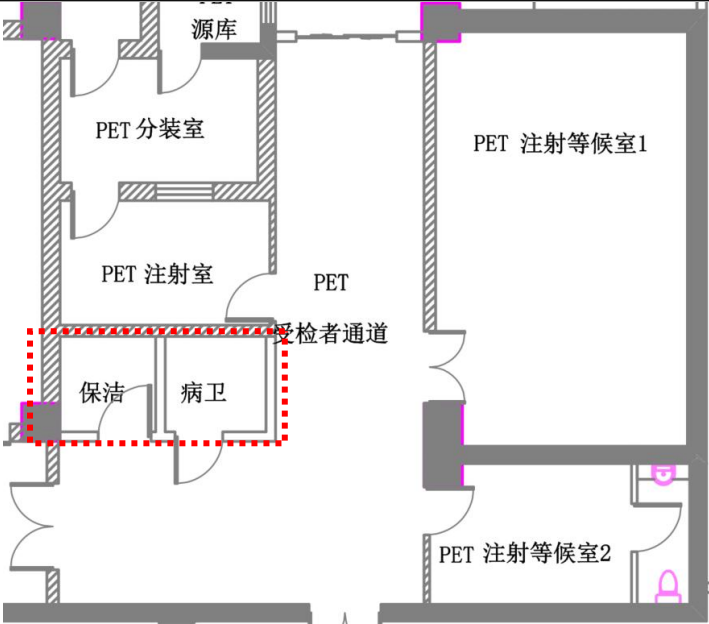
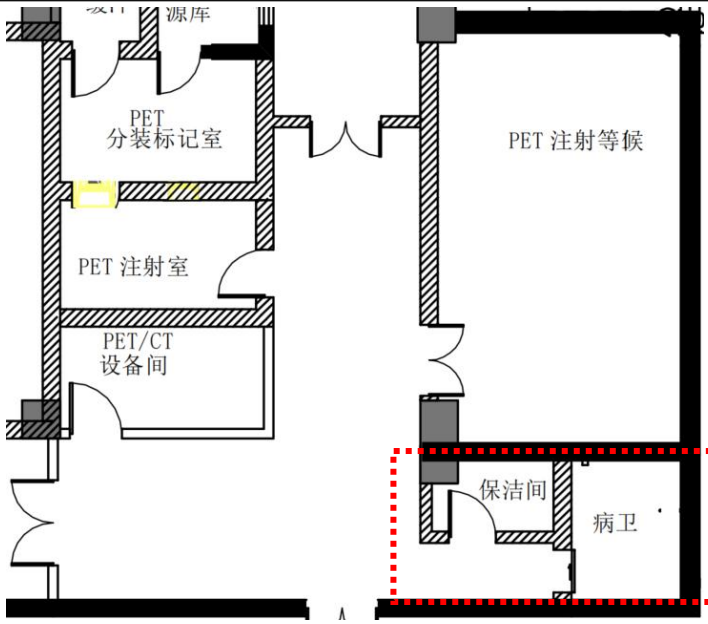
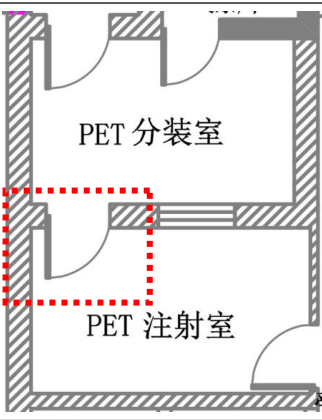
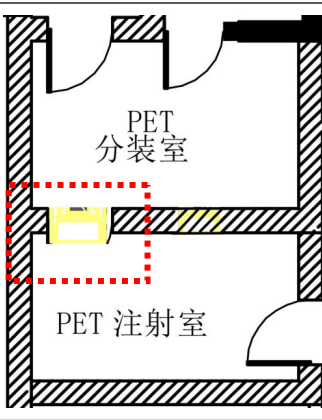
本次验收的实际建设内容与环评及其批复文件、辐射安全分析报告建设内容的对比详见表 2-3，不属于重大变动。

三、项目平面布置

本项目核医学科位于 1 号楼负一层西北侧，核医学科 PET 检查区辐射工作场所自东向西依次布置：PET 注射等候室、放射性药物储源库、PET 分装室、PET 注射室、PET/CT 设备间、PET 控制室、PET/CT 检查室、PET/MRI 设备间、PET/MRI 检查室、PET 留观室（2 间）、PET 留观区、放射性废物暂存间和抢救室。同时配套建设候诊大厅、男更、女更、淋浴间、办公室等辅助用房。本项目衰变池位于在 1 号楼负二层中部衰变池间内，衰变池选址已避开人流较大的门诊入口和住院入口，所在位置较为独立。整个核医学科 PET 检查区设置独立门禁出入口，非工作人员引导不能直接进入，其中入口位于东侧，出口位于西北角，入口通道设置单向门禁系统（只能进不能出），离开通道也设置单向门禁系统（只能出不能进）整个场所相对封闭。平面布置变动对比详见表 2-1。

表 2-1 核医学科 PET 检查区平面布置变动一览表

序号	环评平面布置	验收平面布置
1		
PET/CT 设备间由 PET 控制室东侧调整至 PET 注射室南侧（原保洁间和病人卫生间所在位置），PET 控制室面积增大。		

2		
取消 PET 注射等候室 2，将保洁间和病人卫生间由 PET 注射室南侧调整至原 PET 注射等候室 2 所在位置。		
3		
取消 PET 分装室与 PET 注射室之间的防护门，将注射窗口调整至原防护门所在位置。		

对照环评，PET 检查区平面布置变动包括：①PET/CT 设备间由 PET 控制室东侧调整至 PET 注射室南侧（原保洁间和病人卫生间所在位置），PET 控制室面积增大；②取消 PET 注射等候室 2，将保洁间和病人卫生间由 PET 注射室南侧调整至原 PET 注射等候室 2 所在位置；③取消 PET 分装室与 PET 注射室之间的防护门，将注射窗口调整至原防护门所在位置，其余平面布置均与环评一致。本项目实际建成的 PET 检查区平面布置调整均集中在原辐射场所划定的控制区内，调整后不改变评价范围、不增加控制区、不改变人物流路径，未构成重大变动。

四、建设地点及环境保护目标

1、建设地点及外环境关系

四川泰康医院位于成都市天府新区华阳街道祥鹤一街 881 号。院区四周地势平坦，院区北侧紧邻 50m 宽绿化带，绿化带北侧紧邻牧华路，隔牧华路距本项目 117m 处为南湖春天（住宅）；东北侧隔牧华路距本项目 168m 处为二江花园（住宅）；东侧紧邻益州大道，隔益州大道距本项目 87m 处为富森美家居（商业）；南侧紧邻祥鹤一街，隔祥鹤一街距本项目 20m 处为待建空地（规划为商业用地）和望岳雅院（住宅）；西侧隔锦江西 55 路约 20m 处为待建空地（规划为公用设施用地），约 171m 处为华府 279 项目（住宅）。

本项目核医学科位于 1 号楼负一层。1 号楼位于医院中部及西侧，1 号楼东侧约 23m 为 2 号楼和 3 号楼，其余三侧隔院内通道、绿化为医院外墙。1 号楼包括北主楼（17F，约 75.7m）、门诊+医技楼（裙楼 4F，局部 5F，约 27m）、南主楼（13F，约 58.9m）、地下两层。

核医学科北侧为物业更衣室、票据库房和楼梯间，西侧为车道，东侧为中央运输库、病人接待处、复印室、阴凉库；南侧为备用房间、储藏间、会议室和楼梯间；楼上为急诊科；楼下为设备用房和卸货平台。

根据现场踏勘，项目建设地点和外环境关系与环评一致。

2、环境保护目标

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》和环评文件，对于乙级非密封放射性物质工作场所，评价范围为整个核医学科边界外 50m 范围。本次验收虽只验收 PET 检查区，保守考虑，验收调查范

围仍与环评一致，即整个核医学科边界外50m范围。

本项目目前配置 4 名辐射工作人员，少于环评拟定的 8 人配置，但因现阶段医院核医学业务量处于起步阶段，现有人员编制已能充分匹配实际运行负荷，后续可根据实际业务量相应增加人员；其余环境保护目标与环评一致。具体见下表。

表 2-2 主要环境保护目标

保护名单	人数	方位	位置	距离辐射源最近距离（m）	
				水平	垂直
职业人员	4 人	/	放射性药物储源库、PET 注射室、PET 分装室、PET 控制室	0.5	/
周围公众	70 人	北侧	过道、物业更衣室、票据库房和楼梯间	4.5	/
	80 人	东侧	过道、中央运输库、病人接待处、复印室、阴凉库	3.5	/
	20 人	南侧	过道、备用房间、储藏间、会议室、楼梯间	3.0	/
	200 人	楼上	急诊科	/	4.8
	8 人	楼下	设备用房和卸货平台	/	4.8

六、项目实际建设内容与批复建设内容对比

核医学科 PET 检查区实际建设内容与批复/安分报告建设内容对比见表 2-3。

表2-3 项目实际建设内容与批复建设内容对比一览表

名称		环评报告建设内容		辐射安全分析报告建设内容	验收建设内容	备注
核医学科 PET 检查区	非密封放射性物质	¹⁸ F（使用量）	日最大操作量为 2.22×10^{10} Bq，日等效最大操作量为 2.22×10^7 Bq，年最大用量为 5.55×10^{12} Bq。	/	日最大操作量为 2.22×10^{10} Bq，日等效最大操作量为 2.22×10^7 Bq，年最大用量为 5.55×10^{12} Bq。	与环评一致，已上证。
		¹⁸ F（备药量）	日最大操作量为 4.44×10^{10} Bq，日等效最大操作量为 4.44×10^6 Bq，年最大用量为 1.11×10^{13} Bq。	/	/	因现阶段医院核医学业务量处于起步阶段，病人量远达不到环评预计人次，故目前未考虑备药量。
	工作场所	主要辐射工作场所包括四周墙体为 120mm~370mm 实心砖/300mm~400mm 混凝土、屋顶和地板为 180mm~300mm 钢筋混凝土、屏蔽门为 3mm~23mm 铅当量铅防护门的 PET 储源室、PET 注射室、PET 分装室、PET/MRI 检查室、PET/CT 检查室、PET 注射等候室（2 间）、PET 留观室（2 间）、PET 留观区、放射性废物暂存间等；PET 注射室注射窗为 40mm 铅当量铅玻璃，PET/CT 检查室、PET/MRI 检查室观察窗均为 8mm 铅当		主要辐射工作场所包括四周墙体为 120mm~370mm 实心砖/370mm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料/400mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料/300mm~400mm 混凝土、屋顶和地板为 180mm~300mm 钢筋混凝土、屏蔽门为 3mm~27mm 铅当量铅防护门的 PET 储源室、PET 注射室、PET 分装室、PET/MRI 检查室、PET/CT 检查	主要辐射工作场所包括四周墙体为 120mm~370mm 实心砖/370mm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料/240mm 实心砖+15mm 硫酸钡防护涂料/400mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料/300mm~400mm 混凝土、屋顶和地板为 180mm~300mm 钢筋混凝土、屏蔽门为 3mm~27mm 铅当量铅防护门的储源库、PET 注射室、PET 分装室、PET/MRI 检查室、	①对照环评，平面布置变动包括： a) PET/CT 设备间由 PET 控制室东侧调整至 PET 注射室南侧（原保洁间和病人卫生间所在位置）； b) 取消 PET 注射等候室 2，将保洁间和病人卫生间由 PET 注射室南侧调整至原 PET 注射等候室 2 所在位置； c) 取消 PET 分装室与 PET 注射室之间的防护门，将注射窗口调整至原防护门所在位置，其余平面布置均与环评一致。

		量铅玻璃。	室、PET 注射等候室（2 间）、PET 留观室（2 间）、PET 留观区、放射性废物暂存间等；PET 注射室注射窗为 45mm 铅当量铅玻璃，PET/CT 检查室、PET/MRI 检查室观察窗均为 19mm 铅当量铅玻璃。	PET/CT 检查室、PET 注射等候室（2 间）、PET 留观室（2 间）、PET 留观区、放射性废物暂存间等；PET 注射室注射窗为 45mm 铅当量铅玻璃，PET/CT 检查室、PET/MRI 检查室观察窗均为 19mm 铅当量铅玻璃。	②对照安分报告，场所实体屏蔽防护参数除放射性废物暂存间东侧和北侧墙体、PET 注射后等候室西侧墙体屏蔽情况优于安分报告，其余涉放房间屏蔽防护情况不变。 ③PET/MRI 检查室已完成辐射防护装修，目前尚未安装设备，由于 MRI 不属于射线装置，且 PET/MRI 检查室面积略大于 PET/CT 检查室，墙体、顶板、底板、观察窗和北侧防护门的屏蔽厚度相同，仅南侧防护门屏蔽厚度（7mm 铅当量）略低于 PET/CT 检查室（8mm 铅当量），因此保守采用 PET/CT 检查室曝光状态下（氟-18 注射病人位于检查室内）的监测结果进行验收。
	射线装置	PET/CT 机房内配置使用 1 台 PET/CT，型号未定，额定管电压 140kV，额定管电流 900mA，属于 III 类射线装置。	/	PET/CT 机房内使用 1 台 uMI PANORAMA 28C 型 PET/CT，额定管电压 140kV，额定管电流 833mA，属于 III 类射线装置。	本项目实际使用的 PET/CT 的额定管电压与环评一致，额定管电流略小于环评参数。
	放射源	使用 3 枚锞-68 放射源用于 PET/CT 校准，包括 $9.25 \times 10^7 \text{Bq} \times 1 \text{枚}$ + $4.63 \times 10^7 \text{Bq} \times 2 \text{枚}$ ，均属于 V 类放射源。	/	/	因 PET/CT 实际采用氟-18 进行校准，故未购置放射源。
环保		1 座三格并联衰变池，位于 1 号楼负二层	1 座三格并联衰变池，位于	1 座三格并联衰变池，位于 1	衰变池形式与容积与安分报告一

工程	中部衰变池间内，每格容积为 5m ³ ，有效容积共 15m ³ 。衰变池池体、各池体隔墙、底板和顶板均采用 300mm 厚混凝土浇筑。	1 号楼负二层中部衰变池间内，每格容积为 28.6m ³ ，有效容积共 85.8m ³ 。衰变池池体、各池体隔墙、底板和顶板均采用 300mm 厚混凝土浇筑。	号楼负二层中部衰变池间内，每格容积为 28.6m ³ ，有效容积共 85.8m ³ 。衰变池池体为不锈钢，其下方的基础底板为 300mm 厚防水混凝土。	致，衰变池结构由混凝土变为不锈钢。
	放射性废物暂存间 1 间，面积 19m ² 。	/	放射性废物暂存间 1 间，面积 19m ² 。	与环评一致
	核医学科设置独立通排风系统，放射性废气处理后引至 1 号楼北主楼屋顶通过 1#、2# 风井排放，排放口高 78.7m。	/	核医学科设置独立通排风系统，放射性废气处理后引至 1 号楼北主楼屋顶通过 1#~2# 风井排放，排放口高 78.7m。	仅房间归属排风系统调整，涉放房间风量、废气处理措施、废气排放高度、风井位置等均与环评一致（具体变动见表 3 “四、三废处理设施的建设和处理能力”）。
公用工程	配电、供电和通讯系统及污水处理系统。	/	配电、供电和通讯系统及污水处理系统。	与环评一致

对照环评报告表和辐射安全分析报告，本次变动内容为：①PET/CT 设备间由 PET 控制室东侧调整至 PET 注射室南侧（原保洁间和病人卫生间所在位置），PET 控制室面积增大；②取消 PET 注射等候室 2，将保洁间和病人卫生间由 PET 注射室南侧调整至原 PET 注射等候室 2 所在位置；③取消 PET 分装室与 PET 注射室之间的防护门，将注射窗口调整至原防护门所在位置。④场所实体屏蔽防护参数除放射性废物暂存间东侧和北侧墙体、PET 注射后等候室西侧墙体屏蔽情况优于安分报告，其余涉放房间屏蔽防护情况不变；⑤衰变池形式与容积不变（三格并联衰变池，每格有效容积为 28.6m³，三格衰变池总有效容积约 85.8m³），衰变池结构由混凝土变为不锈钢，不锈钢材质本身具备不锈性和耐蚀性，可防漏防渗，其下方的基础底板为 300mm 厚防水混凝土，衰变池和衰变池间地面本身具备防渗漏能力，仍然满足本项目放射性废水暂存需求。⑥放射性废气处理措施仅房间归属排风系统调整，涉放房间风量、废气处理措施、废气排放高度、风井位置等均与环评一致，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中排风和排气口设置的要求。以

上变动均不会导致不利影响加重。

除上述变动之外，本项目建设地点、射线装置类别和数量、核素种类和用量、工作方式、工艺流程、污染物产生种类、采取的污染治理和辐射安全防护措施、管理制度的制定情况等均与环评、辐射安全分析报告一致。本项目实际建成的 PET 检查区平面布置调整均集中在原辐射场所划定的控制区范围内，调整后不改变评价范围、不增加控制区、不改变人物流路径、未新增环境保护目标。因此，以上变动不属于重大变动。

根据《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》，验收监测应当在确保主体工程工况稳定、环境保护设施运行正常的情况下进行，本项目已稳定运行，环境保护设施和辐射安全防护设施已按“三同时”要求配备且正常运行，本项目不存在重大变动情况，因此，本项目符合验收条件。

源项情况：

一、非密封放射性物质

核医学科 PET 检查区非密封放射性物质使用情况见下表。

表 2-4 核医学科 PET 检查区非密封放射性物质使用情况一览表

核素	物理状态	毒性因子	日最大操作量/Bq	日等效最大操作量/Bq	年最大用量/Bq	操作方式	暂存方式
^{18}F	液态	低毒(0.01)	2.22×10^{10}	2.22×10^7	5.55×10^{12}	很简单操作	按需订购，暂存于放射性药物储源库内

根据现场调查核实，因现阶段医院核医学业务量处于起步阶段，病人量远达不到环评预计人次，故目前仅考虑氟-18 使用量，未考虑备药量，氟-18 使用量情况与环评一致。

二、射线装置

核医学科 PET 检查区射线装置使用情况见下表。

表 2-5 核医学科 PET 检查区射线装置情况表

设备名称	型号	数量	类别	额定参数	工作场所
PET/CT	uMI PANORAMA 28C	1 台	III类	140kV/833mA	核医学科 PET/CT 检查室

根据现场调查核实，本次验收实际使用的 PET/CT 的额定管电压（140kV）与环评一致，额定管电流（833mA）略小于环评参数（900mA）。本项目射线装置实际参数虽与环评略有不同，但未改变已许可的射线装置类别，不属于重大变动。

工程设备与工艺分析

一、工艺流程及产污环节

1、PET 显像工作原理

PET 即正电子扫描仪（Positron Emission Tomography）为分子影像设备。氟-18 属于 β^+ 衰变方式，能产生正电子并发生湮灭效应，产生两个能量彼此运动相反的 γ 光子，根据人体不同部位吸收标记化合物能力的不同，同位素在人体内各部位的浓聚程度不同，湮灭反应产生光子的强度也不同，然后通过 PET 的 γ 射线检测器环列（例如闪烁计数器）监测 γ 光子辐射的轨迹线，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。

PET/CT 的工作原理是把 PET 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 PET 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 PET 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。

PET/MRI 的工作原理是将 PET 和 MRI (核磁共振断层扫描仪) 技术融合而成的一种分子水平的功能显像加结构的显像系统, 其融合了 PET 的分子成像功能与 MRI 卓越的软组织对比功能, 从而可以对在软组织中扩散的疾病细胞进行成像诊断, 可应用于高精度的 PET 图像衰减校正, 进一步提高图像质量和空间分辨率。

2、操作流程

本项目氟-18 直接向有资质单位进行购买, 由供货商负责运输至核医学科 PET 检查区放射性药物储源库内暂存。氟-18 注射和显像流程如下:

①注射: 病人给药采用注射方式进行给药, 工作人员 (作好防护措施, 穿铅衣、铅手套等) 将装有放射性药物的铅罐转移至 PET 分装室的注射窗口操作台, 注射窗口操作台安装 45mm 铅当量防护装置, 注射药物时, 工作人员从铅罐内吸取药物进行注射。

②候检、显像: 氟-18 注射病人注射后, 在 PET 注射等候室候检, 观察等待时间约 20min, 进入 PET/CT 或 PET/MR 检查室显像诊断。诊断结束后病人在 PET 留观区或 PET 留观室休息一定时间后可直接离开。显像诊断操作流程见下图。

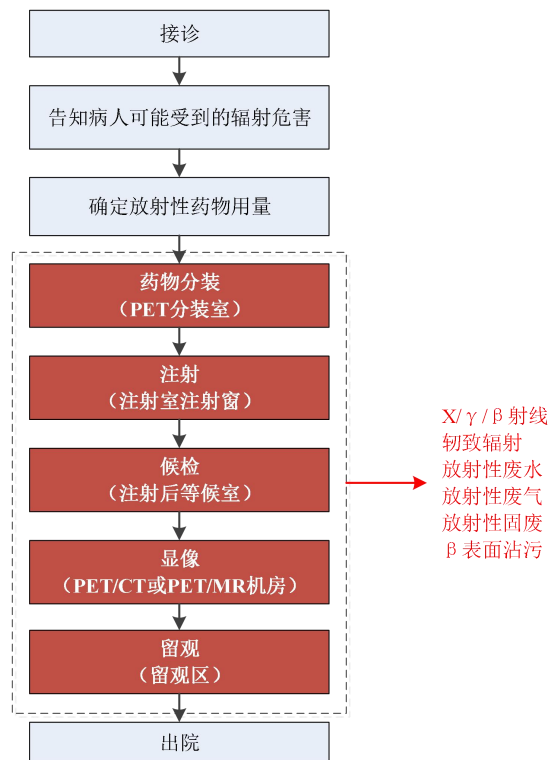


图 2-2 PET 显像诊断工作流程及产污环节示意图



图 2-3 uMI PANORAMA 28C 型 PET/CT

3、人流、物流路径

根据现场调查，核医学科 PET 检查区的人、物流路径与环评一致。

①患者路径：患者经核医学科东侧的候诊大厅进入核医学科 PET 检查区。氟-18 注射病人在 PET 注射室进行注射，进入 PET 注射等候室候检，再进入 PET/CT 或 PET/MR 检查室进行显像诊断，诊断完毕后在 PET 留观区或 PET 留观室留观，之后经出口离开。

②医生路径：医生由医护人员入口进入，可分别到达更衣间、PET 控制室，再经缓冲区可到达放射性药物储源库、PET 分装室，工作结束后，医生需经过表

面污染监测并经过去污更衣后按原路退出核医学科 PET 检查区。

③放射性药物路径：外购氟-18 药物在每日工作开始前，由药物厂家负责运至本项目核医学科，经放射性药物储源库传递窗直接转入储源库内暂存，再转入 PET 分装室手套箱内进行分装。

④放射性废物路径：放射性废物暂存间设置在核医学科西北角靠近出口处，放射性固废在放射性废物暂存间内暂存衰变，经监测达标后按医疗废物处理，由医生在下班后，能以最短距离经出口被送出核医学科区域，避免了对其他人员的二次照射，同时该区域人员流动少，降低了医生及公众受照射的可能性，设置合理。

核医学科 PET 检查区布局能够保证工作程序沿着相关房间单向开展，最大限度减少了人员的流动性，患者通道和医护通道完全分离，医护卫生间和患者卫生间分开独立设置，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中关于临床核医学工作场所的要求。

二、工作人员及工作制度

1、人员配置

本项目核医学科 PET 检查区设置 4 名辐射工作人员，虽少于环评拟定的 8 人配置，但因现阶段医院核医学业务量处于起步阶段，现有人员编制已能充分匹配实际运行负荷。本项目辐射工作人员均定岗定职，不存在交叉工作的情况，不涉及剂量叠加。

表 2-6 本项目辐射工作人员配置情况表

工作场所	工作内容	配置人数（人）
核医学科 PET/CT 检查区	PET/CT 操作	1
	PET/MRI 操作	1
	¹⁸ F 分装、注射	2
	合计	4

2、工作制度及操作时间

本项目实行 8 小时单班工作制度，年工作日为 250 天。本项目工作流程及操作时间均与环评一致。

表 2-7 年操作时间一览表

工作场所	操作流程	单次操作受照时间 (min)	年最多接诊人次 (人)	年操作时间 (h)
PET 检查区	药物分装	0.5	10000	83.3
	药物注射	0.5		83.3
	注射后候诊	20		3333.3
	摆位	0.5		83.3
	显像	20		3333.3
	留观	30		5000.0

表 3 辐射安全与防护设施/措施

一、场所布局和分区管理			
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，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			
根据控制区和监督区的定义，以及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），因 PET/CT 设备间位置由原环评 PET 控制室东侧变更为 PET 注射室南侧，PET/CT 设备间仅能通过受检者通道进入，因此将 PET/CT 设备间纳入控制区进行管理，其余两区划分与环评一致。具体划分情况见下表。			
表 3-1 控制区和监督区划分			
工作场所	控制区	监督区	备注
核医学科 PET 检查区	放射性药物储源库、PET 分装室、PET 注射室、PET 注射后等候室、PET/CT 检查室、PET/CT 设备间、PET/MR 检查室、PET 留观区、PET 留观室（2 间）、受检者通道、患者卫生间（2 间）、患者更衣室、保洁间、抢救室、放射性废物暂存间、衰变间	PET 控制室、PET/MRI 设备间、缓冲区、淋洗间、主任办公室、技师办公室、医生办公室、医护通道、阅片室、员工休息室、计算机房、库房、男更、女更、医护卫生间等	控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行辐射工作时，应穿戴好防护用品，佩戴好个人剂量计，尽量减少在控制区内居留时间；监督区范围内应尽量限制无关人员进入。
二、屏蔽设施建设情况和屏蔽效能			
医院于 2022 年对核医学科屏蔽设计方案和衰变池进行优化，即加厚了核医学工作场所部分房间墙体、门、窗的厚度和增大了衰变池的容积，编制了《成都泰康西南医院核医学科屏蔽设计方案及衰变池优化项目辐射安全分析报告》。根据现场核实，本次验收的 PET 检查区放射性废物暂存间东侧和北侧墙体、PET 注射后等候室西侧墙体屏蔽情况优于安分报告，其余涉放房间屏蔽防护情况与辐			

射安全分析报告一致。具体屏蔽状况见下表。

表 3-2 核医学科 PET 检查区防护情况一览表

工作场所	屏蔽体	安分报告屏蔽方案	本次验收实际屏蔽情况	备注
放射性废物暂存间	东侧	120mm 实心砖	240mm 实心砖+15mm 硫酸钡防护涂料	实际屏蔽优于安分报告
	南侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	与安分报告一致
	西侧	120mm 实心砖	120mm 实心砖	
	北侧	240mm 实心砖	370mm 实心砖	实际屏蔽优于安分报告
	地板	250mm 混凝土	250mm 混凝土	与安分报告一致
	屋顶	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	门	3mm 铅当量铅门	3mm 铅当量铅门	
抢救室	东侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	与安分报告一致
	南侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	西侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	北侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	地板	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	屋顶	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	门(留观区)	17mm 铅当量铅门	17mm 铅当量铅门	
	门(缓冲中区)	17mm 铅当量铅门	17mm 铅当量铅门	
放射性药物储源库	东侧	300mm 混凝土	300mm 混凝土	与安分报告一致
	南侧	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	西侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	北侧	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地板	180mm 混凝土	180mm 混凝土	
	屋顶	180mm 混凝土	180mm 混凝土	
	门	22mm 铅当量铅门	22mm 铅当量铅门	
	窗	22mm 铅当量传递窗	22mm 铅当量传递窗	
PET 分装室	东侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	与安分报告一致
	南侧	370mm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	370mm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	
	西侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	北侧	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	北侧(缓冲中区)	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	地板	250mm 混凝土	250mm 混凝土	

	屋顶	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	门	南侧: 27mm 铅当量铅门 北侧: 23mm 铅当量铅门	南侧: 27mm 铅当量铅门 北侧: 23mm 铅当量铅门	
PET 注射室	东侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	与安分报告一致
	南侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	西侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	北侧	370mm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	370mm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	
	地板	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	屋顶	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	门 (东侧)	17mm 铅当量铅门	17mm 铅当量铅门	
	门 (北侧)	27mm 铅当量铅门	27mm 铅当量铅门	
PET 注射后等候室	东侧	400mm 混凝土	400mm 混凝土	与安分报告一致
	南侧	360mm 混凝土	360mm 混凝土	
	西侧	340mm 混凝土	370mm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	实际屏蔽优于安分报告
	北侧	450mm 混凝土	450mm 混凝土	与安分报告一致
	地板	300mm 混凝土+50mm 硫酸钡防护涂料	300mm 混凝土+50mm 硫酸钡防护涂料	
	屋顶	300mm 混凝土+50mm 硫酸钡防护涂料	300mm 混凝土+50mm 硫酸钡防护涂料	
	门	9mm 铅当量铅门	9mm 铅当量铅门	
PET/CT 检查室	东侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	与安分报告一致
	南侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	西侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	北侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	地板	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	屋顶	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	门	南侧: 8mm 铅当量 北侧: 19mm 铅当量	南侧: 8mm 铅当量 北侧: 19mm 铅当量	
	窗	19mm 铅当量防护窗	19mm 铅当量防护窗	
PET/MRI 检查室	东侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	与安分报告一致
	南侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	西侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	北侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	
	地板	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	屋顶	250mm 混凝土	250mm 混凝土	

	门（南侧）	7mm 铅当量铅门	7mm 铅当量铅门	
	门（北侧）	19mm 铅当量铅门	19mm 铅当量铅门	
	窗	19mm 铅当量防护窗	19mm 铅当量防护窗	
受检者通道	南侧	350mm 混凝土	350mm 混凝土	与安分报告一致
	地板	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	屋顶	250mm 混凝土	250mm 混凝土	
	门	12mm 铅当量铅门	12mm 铅当量铅门	
PET 留观区、PET 留观室 1/2	东侧	370mm 实心砖	370mm 实心砖	与安分报告一致
	南侧	350mm 混凝土	350mm 混凝土	
	西侧	400mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	400mm 混凝土+20mm 硫酸钡防护涂料	
	北侧	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	地板	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	屋顶	300mm 混凝土	300mm 混凝土	
	门（通道）	17mm 铅当量铅门	17mm 铅当量铅门	
	门（单间）	12mm 铅当量铅门	12mm 铅当量铅门	

三、辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况

1、放射性药物储存过程的防护措施

根据现场核实，本项目放射性药品储存过程的防护措施与环评一致。具体为：

本项目外购氟-18 放射性药物，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 $0.005\text{mSv/h} < H \leq 0.5\text{mSv/h}$ ，转入医院后氟-18 放射性药物直接转入 PET 检查区放射性药物储源库，储源库内设置 20mm 铅当量的双人双锁储源铅柜，使用时由专人转入 PET 分装室的手套箱进行分装操作，对于未使用完的放射性药物仍转入放射性药物储源库的双人双锁保险柜中。

放射性药物储源库设置有监控摄像头、固定式剂量报警仪及报警装置，防止放射性物品被盗或破坏，且已建立放射性药物购买台账。



放射性药物储源库



双人双锁储源铅柜



放射性药物储源库监控摄像头



放射性药物铅罐（50mmPb）

四川泰康医院

核医学科放射性药品出入库登记本

四川泰康医院
核医学科放射性药品出入库登记本

科室：核医学科

日期：2026年1月12月

四川泰康医院 2023 版发布，内部专用文件

四川泰康医院核医学科药品出入库记录表

药品名称：18F-FDG		规格：瓶		厂家：四川省同德医药有限公司	
时间	送病人送到时间	送到剂量 (mCi)	总人数	总使用剂量 (mCi)	领收入备注
2/6	07:20	700	4000	1	5.32
3/6	07:30	750	3750	1	6.57
8/6	08:40	800	3200	2	12
10/6	09:15	750	3000	1	6.74
12/6	09:31	800	3200	1	7.78
15/6	09:35	800	3200	3	17
18/6	09:45	750	3000	1	6.98
20/6	09:51	750	3000	1	4.16
27/6	07:00	750	3000	1	5.58
28/6	7:05	750	3000	5	33
31/6	09:07	750	3000	7	5.81
20/6	09:50	750	3000	1	6.58
1/7	09:45	750	3000	2	23
3/7	09:15	750	3000	1	4.35
6/7	07:27	750	3000	2	14.28
7/7	09:15	750	3000	2	15
19/7	07:05	750	3000	1	6.7
14/7	07:10	800	3200	2	12
14/7	07:32	800	3200	1	8.66
29/7	07:25	750	3000	1	8.17
21/7	07:10	750	3000	1	6.17
24/7	07:18	750	3000	1	6.48
23/7	07:15	750	3000	3	13
24/7	07:20	750	3000	1	6.71
4/8	09:08	1000	4000	1	7.87
5/8	10:07	1100	4400	1	6.35
7/8	07:36	800	3200	1	6.72

放射性药物购买台账

图 3-1 放射性药物储存过程的防护和管理措施

2、放射性药物操作过程的防护措施

氟-18 的分装操作在 PET 分装室的手套箱（60mmPb）内完成，分装后的氟-18 药物装于 15mm 铅当量注射器铅套内转运至注射台，注射时医生和病人间设置有 45mm 铅当量的铅玻璃注射窗。操作过程中产生的放射性废物采用 20mm 铅当量铅桶收集屏蔽，然后每天转入放射性废物暂存间内 30mm 铅当量的放射性废物衰变箱。操作过程医生穿着有铅衣、铅帽、铅围领、铅手套、铅眼镜等，其防护铅当量为 0.5mm。本项目放射性药物储存、操作过程已配置的辐射防护设施与环评对比见下表。

表 3-3 核医学科 PET 检查区放射性药物操作过程已配置的辐射防护设施

环评设计情况			实际落实情况		备注
屏蔽防护设施/设备	铅当量 (mm)	数量	铅当量 (mm)	数量	
手套箱	45	1 套	60	1 套	防护当量高于环评，数量与环评一致
注射窗	45	1 个	45	1 个	与环评一致
注射器铅套	9	若干	15	2 个	防护当量高于环评，数量满足现阶段运行需求
注射器铅盒	5	2 个	/	/	因实际配置的注射器铅套防护水平（15mmPb）已高于环评拟定的注射器铅套（9mmPb）+注射器铅

					盒(5mmPb)防护,故未配置该项。
放射性固废收集桶	30	2 个	20	5 个	防护当量低于环评,但数量多于环评,满足现阶段废物收集需求
放射性废物衰变箱	30	2 个	30	2 个	与环评一致
储源柜	20	1 个	20	1 个	与环评一致
铅服、铅帽、铅眼镜、 铅围脖、铅围巾	0.5	3 套	0.5	3 套	与环评一致

3、表面沾污防治措施

根据现场核实,本项目表面沾污防治措施与环评一致。具体如下:

①针对放射性核素的分装操作(特别是易挥发的药物)采用负压隔离的方法进行防护,即本项目设置手套箱把放射性核素局限在某一空间内操作,操作过程手套箱内风速不小于 1m/s,并保持手套箱内负压,防止放射性核素逸散到实验室内。

②非密封放射性物质工作场所地面采用 PVC 地面,墙面与地面交接作圆角处理,地面全部敷设易去污并可以拆除更换的材料,其边缘高出地面 15~25cm,且地面光滑,并具有易去污和防渗能力(渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s)。

③对于放射性核素的分装,在易去除污染的工作台上放置的搪瓷盘内进行,并铺以吸水性好的材料,以防止放射性药液洒漏造成操作台污染。保持工作台面清洁,定期对工作台面采用湿法擦拭清洁,防止放射性核素沉降经伤口或皮肤渗透转移至体内,且严禁工作人员在开放性工作场所内进食、饮水和吸烟。

④每天操作结束后,对场所内易接触的部位进行表面沾污监测,若出现超标情况,应及时按制定的去污操作规程开展去污操作,去污废水和擦拭纸等均需按放射性废物管理。

⑤辐射工作人员在进行实验前应做好个人防护用品的佩戴,包括:防护工作服、帽子、鞋子、手套、袖套、围裙、口罩、防护眼镜、个人剂量计、个人剂量报警仪等,在完成实验后按指定人员通道离开,同时缓冲区设置表面沾污监测仪,并经过“洁衣剂量检查(监测不合格需经过“去污”过程)→脱洁衣→穿家常服→穿家常鞋→出口”的流程。

⑥所有辐射工作人员上岗前已经过专业培训,并熟悉自己岗位的操作流程,具备相应的技能与防护知识,管理人员定期进行检查,严禁人员违规操作。

4、辐射安全措施

根据现场核实，本项目辐射安全措施与环评一致。具体包括：

①紧急止动开关：控制室墙面和 PET/CT 检查室墙面设置紧急止动开关，以避免机房内人员尚未完全撤离的情况下开机，产生误照射。按钮位置有中文标识。

②工作状态指示灯（门-灯联锁）：PET/CT 检查室防护门口醒目处安装工作状态指示灯，并与防护门联锁，当防护门关闭时，工作状态指示灯亮起，当防护门开启时工作状态指示灯熄灭。

③视频监控和语音对讲装置：在 PET 检查区范围内设置视频监控系统，便于观察受检者的情况、场所进出/口情况；PET/CT 机房和控制室之间安装对讲装置，便于工作人员通过对讲装置与机房内受检者联系。

④电离辐射警示标志：在 PET 检查区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。

⑤门禁系统：在 PET 检查区出入口处设置专用门禁系统，对受检者的出入进行控制。

⑥注射后候诊区与留观区等位置设置患者专用厕所，废水流向衰变池内。



注射窗（PET 注射室）



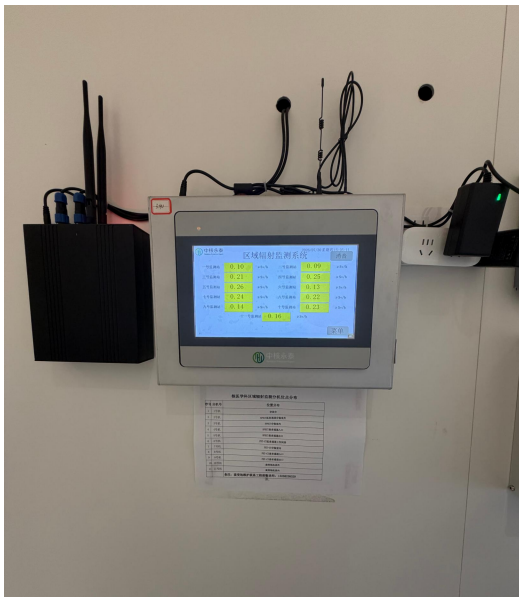
手套箱（PET 分装室）



固定式剂量报警仪（PET 分装室）



固定式剂量报警仪（衰变池间内）



辐射在线监控系统



监控系统



uMI PANORAMA 28C 型 PET/CT



PET/CT 检查室铅玻璃窗



PET 控制室对讲装置



PET 控制室紧急止动按钮



PET/CT 检查室紧急止动按钮



PET/CT 检查室防护门、工作状态指示灯、
电离辐射警告标志



PET/CT 注射等候室铅屏风



PET 留观区铅屏风



图 3-2 核医学科 PET 检查区辐射安全措施

5、辐射安全防护设施对照分析

①《生态环境部（国家核安全局）核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布）

根据《生态环境部（国家核安全局）核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布）中对非密封放射性物质医学应用场所和Ⅲ类医用射线装置辐射安全防护设施的要求，医院采取的辐射安全装置及设备具体情况见下表。

表 3-4 《生态环境部（国家核安全局）核技术利用监督检查技术程序》辐射安全防护设施
汇总对照分析表

非密封放射性物质医学应用场所				
序号	项目	环评时规定的措施和制度	落实情况	是否与环评一致
1	场所设施	场所分区布局是否合理及有无相应措施/标识	已落实	一致
2		电离辐射警告标志	已落实	一致
3		独立的通风设施	已落实	一致
4		给药操作人员屏蔽	已落实	一致
5		易去污的工作台面	已落实	一致
6		病人专用卫生间	已落实	一致
7		放射性核素暂存场所或设施	已落实	一致
8	监测设备	表面污染监测仪	已落实	一致
9		便携式辐射水平监测仪	已落实	一致

10		个人剂量计	已落实	一致
11		个人剂量报警仪	已落实	一致
12	放射性废	放射性废液处理排放系统及标识	已落实	一致
13	物和废液	放射性固体废物暂存场所或设施	已落实	一致
14	防护器材	个人防护用品	已落实	一致
15		放射性表面去污用品和防污染材料	已配置	一致

III类医用射线装置

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	是否与环评一致
1	场所设施	单独机房	已落实	一致
2		机房门窗防护	已落实	一致
3		候诊位设置	已落实	一致
4		闭门装置	已落实	一致
5		防护用品和辅助防护设施	已落实	一致
6		入口处电离辐射警告标志	已落实	一致
7		入口处机器工作状态显示	已落实	一致
8	其它	个人剂量计	已落实	一致
9		监测仪器	已落实	一致

②《关于印发<四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）>的通知》（川环函[2025]616 号）

根据《关于印发<四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）>的通知》（川环函[2025]616 号）中对医用乙级非密封放射性物质工作场所和医疗使用III类射线装置场所辐射安全防护设施的要求，建设单位采取的辐射安全装置及设备具体情况见下表。

表 3-5 四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）辐射安全防护设施汇总对照分析表

医用乙级非密封放射性物质工作场所				
序号	项目	检查内容	落实情况	是否与环评一致
1	A “两区”划分及警告标志	核医学工作场所划分出控制区和监督区，设置有人流、物流通道指示标识	已落实	一致
2		控制区和监督区入口设置电离辐射警告标志	已落实	一致
3	B 辐射安全防护措施	放射性同位素贮存容器	已落实	一致
4		满足屏蔽要求的手套箱（乙级）	已落实	一致
5		给药操作人员屏蔽措施	已落实	一致

6		核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污	已落实	一致
7		给药后患者候诊室内、留观室、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体	已落实	一致
8		贮存、转运等容器应满足屏蔽要求，容器表面张贴电离辐射标志，容器运送时应有适当的固定措施	已落实	一致
9		放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置，并有足够的通风能力。	已落实	一致
10	C 污染治理	设置用药后患者专用卫生间，下水管道接入衰变池。	已落实	一致
11		放射性废液处理系统及管理措施： 1) 衰变池作为控制区管理，设置电离辐射警告标志，落实管控措施，并设置采样口； 2) 在收集放射性废液的专用容器表面张贴电离辐射标志； 3) 放射性废液收集的大水流管道应有标记； 4) 放射性废水监测、排放应有记录	已落实	一致
12		放射性固体废物暂存场所或设施： 1) 废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物，不同类别废物应分开存放； 2) 容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息； 3) 放射性固体废物监测、解控及处置应有记录	已落实	一致
13		放射性废气处理系统及管理措施： 1) 核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染； 2) 排风及过滤器或活性炭净化装置运行正常	已落实	一致
14	D 监测仪器	配置便携式γ辐射监测仪和表面污染监测仪器并按要求投入使用	已落实	一致
15	E	配置个人剂量报警仪	已落实	一致
17	防护用品	配置个人剂量计	已落实	一致

18		配置个人防护用品（防护用品铅当量不小于 0.5mmPb 的铅橡胶衣、铅橡胶围裙和放射性污染防护服、铅橡胶围脖，选配铅橡胶帽和铅玻璃眼镜）	已落实	一致
19	F 其它	放射性表面污染去污用品	已落实	一致
20		家属等无关人员和用药后患者的管控	已落实	一致
21		辐射事故应急响应程序上墙	已落实	一致

医疗使用III类射线装置场所

1	A	工作场所“两区”划分及标识	已落实	一致
2	“两区”划分及警告标志	工作场所及治疗室出入口处设置电离辐射警告标志	已落实	一致
3	B	固定使用的应有单独机房	已落实	一致
4	实体屏蔽	墙体和防护门窗等实体屏蔽措施	已落实	一致
5	C 操作控制	隔室操作或有操作位屏蔽防护	已落实	一致
6		机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况	已落实	一致
7	D 辐射安全	门-灯连锁：机房门上方有醒目的工作状态指示灯，防护门与工作状态指示灯连锁	已落实	一致
8	防护措施	设置急停开关（CT）	已落实	一致
9	E	配置个人剂量计	已落实	一致
10	防护用品	配置医护人员、患者辐射安全防护用品	已落实	一致
11	F 其它	辐射事故应急响应程序上墙	已落实	一致

经本次验收调查，本项目现有配置的人员数量、辐射安全与防护设施/措施已满足日常工作需要，满足辐射安全与防护要求，并加强了辐射安全管理，满足《生态环境部（国家核安全局）核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布）和四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）相关要求。

四、三废处理设施的建设和处理能力

1、废气

（1）放射性废气

环评情况：

核医学科 PET 检查区设置 5 套独立排风管道，第 1 套排风管道连接 PET/CT 机房，第 2 套排风管道连接 PET/MRI 机房，第 3 套排风管道连接放射性废物暂存间和抢救室，第 4 套排风管道连接 PET 注射后等候室、PET 分装室、储源室和 PET 留观室（2 间），第 5 套排风管道连接 PET 分装室手套箱。

放射性废气经排风管道最终引至 1 号楼北主楼楼顶通过 1#、2#风井排放，排风口高度均为 78.7m，高于 1 号楼北主楼屋面（楼高 75.7m），排口不朝向周围高层建筑及周围环境保护目标。同时为防止公众进入楼顶避免不必要的误照射，建设单位将 1 号楼北主楼楼顶划为管控区域，并进行封闭管理。

表 3-6 核医学科 PET 检查区涉放房间排风量一览表

排风系统序号	房间	排风量 (m³/h)	废气处理措施	排放方式 及去向
1	PET/CT 机房	1700	换气次数：8 次/h，设置独立排风管道+后置活性炭过滤器，过滤效率大于 99%	引至 1 号楼北主楼屋顶通过 2#风井排放，排放口高 78.7m。
2	放射性废物暂存间	350	换气次数：6 次/h，设置独立排风管道+后置活性炭过滤器，过滤效率大于 99%	
	抢救室	350		
3	PET/MRI 机房	2000	换气次数：8 次/h，设置独立排风管道+后置活性炭过滤器，过滤效率大于 99%	引至 1 号楼北主楼屋顶通过 1#风井排放，排放口高 78.7m。
4	PET 注射后等候室	200	换气次数：6 次/h，设置独立排风管道+后置活性炭过滤器，过滤效率大于 99%	
	PET 分装室、 PET 注射室	90		
	储源室	90		
	PET 留观室（2 间）	200		
5	PET 分装室手套箱	2000	前置活性炭过滤器+独立排风管道+后置活性炭过滤器，总过滤效率大于 99%	

为保证过滤效率的有效性，建设单位需根据设备特性定期进行过滤器维护和校准，每半年对过滤器的过滤效率进行校核，如果有必要需每半年进行一次更换，以防止过滤器失效，造成放射性污染事故，且更换下的过滤器需作为放射性固废进行管理和处理。

实际情况：根据现场核实，本项目排风系统设置情况见下表。

表 3-7 核医学科 PET 检查区涉放房间排风量一览表

排风系统序号	房间	排风量 (m³/h)	废气处理措施	排放方式 及去向
1	PET/CT 机房	1700	换气次数：8 次/h，设置独立排风管道+后置活性炭过滤器，过滤效率大于 99%	引至 1 号楼北主楼屋顶通过 2#风井排放，排放口
2	放射性废物暂存间	350	换气次数：6 次/h，设置独立排风管道+后置活性炭过滤器，过滤效率大于 99%	
	抢救室	350		
	PET 留观室（2 间）	200		

3	PET/MRI 机房	2000	换气次数: 8 次/h, 设置独立排风管道+后置活性炭过滤器, 过滤效率大于 99%	高 78.7m。
4	PET 注射后等候室	200	换气次数: 6 次/h, 设置独立排风管道+后置活性炭过滤器, 过滤效率大于 99%	引至 1 号楼北主楼屋顶通过 1# 风井排放, 排放口高 78.7m。
	PET 分装室、PET 注射室	90		
	储源库	90		
5	PET 分装室手套箱	2000	前置活性炭过滤器+独立排风管道+后置活性炭过滤器, 总过滤效率大于 99%	

对比环评, 仅房间归属排风系统调整 (2 间 PET 留观室由 4 号排风系统调整到 2 号排风系统), 涉放房间风量、废气处理措施、废气排放高度、风井位置等均与环评一致, 满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 中排风和排气口设置的要求, 满足本项目放射性废气处理要求, 不会导致不利影响加重, 因此, 不属于重大变动。

(2) 非放射性废气

环评情况: PET/CT 产生的废气主要为臭氧, 为有效清除臭氧, 机房内设置有通排风系统, 产生的臭氧经通排风系统排至室外。

实际情况: 与环评一致。

	
PET/CT 检查室通排风系统	手套箱排风管道

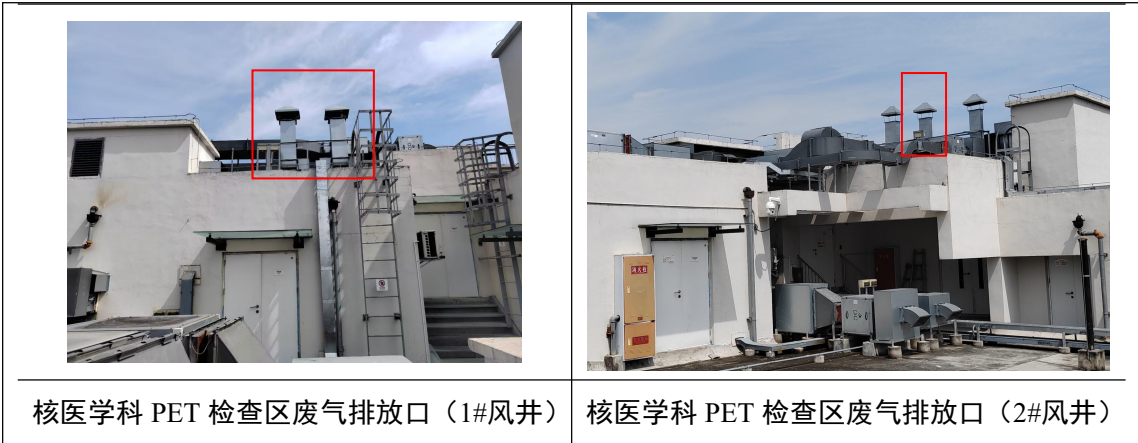


图 3-3 本项目辐射场所通排风系统

2、废水

（1）放射性废水

医院于 2022 年对核医学科屏蔽设计方案和衰变池进行优化，即加厚了核医学工作场所部分房间墙体、门、窗的厚度和增大了衰变池的容积，编制了《核医学科屏蔽设计方案及衰变池优化项目辐射安全分析报告》。

安分报告情况：

1) 处理措施

核医学科放射性废水主要来自于病人的排泄废水和清洗废水，核医学科设置有独立的病人专用卫生间，且设置有独立的排水系统，并与衰变池相连。

该衰变池位于 1 号楼负二层中部衰变池间内，为三格并联衰变池，每格有效容积为 28.6m³，三格衰变池总有效容积约 85.8m³。衰变池池体、各池体隔墙、底板和顶板均采用 300mm 厚混凝土浇筑，混凝土抗渗等级 P6，抗渗混凝土的配合比严格按照《普通混凝土配合比设计规程（JGJ55-2000）》中的要求执行，防渗系数≤10⁻⁷cm/s，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性要求。放射性废水的排放管道大部分位于建筑体内，对于少部分外露管道拟采用至少 3mm 铅当量的铅皮进行包裹，尽量减小对公众的辐射影响。

2) 衰变池容量可行性分析

根据污染源分析，核医学科单日最大放射性废水产生量约 1.5m³，放射性废水核素组成为氟-18（半衰期 109.7min）和锝-99m（半衰期 6.02h）。

本项目共有三格衰变池用于贮存、衰变和排放废液，单格衰变池有效容积约

28.6m³。根据核医学科排入衰变池的废水量可知，注满一格衰变池约需 19 天。从保守的角度，放射性废水待放满 1#衰变池起才计算衰变时间，直到放满其余衰变池。1#衰变池注满时起算，2#、3#衰变池注满需 38 天，此时 1#衰变池内的放射性废水已衰变了 38 天，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中槽式衰变池所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废水暂存时间超过 30 天后可直接解控排放的要求，设计合理。

放射性废水衰变池设有废水取样口和检修口，建设单位应结合废水在衰变池中的储存周期，按照计划定期将废水排放至院区污水处理站进一步处理达标后纳入市政管网。每次排放应做好排放时间、排放量等详细记录，设置专门的废水排放台账，台账应有专人管理，存档保存。

同时，结合《报告表》和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），为保障该衰变池的长效可靠运行，建设单位应采取如下管理措施：

①衰变后的废水满足暂存时间超过 30 天后，才能排入医院污水处理站，池内沉渣如难于排出，可进行酸化预处理再排入下水系统；

②医院应建立衰变池排放台账，记录每次排放时间、排放量等并由专人负责管理记录；

③衰变池应设立明显的电离辐射警告标志，同时衰变池四周应设立拦挡；

④为防止衰变池过满溢出，要求在每个衰变池设置液位计，随时监控衰变池内水位，到达预定位置时即可报警并提示手动关闭进水阀门或自动关闭进水阀门，使用废水进入另外的池体。

⑤衰变池和作为重点防渗区进行管理，其防渗系数需 $\leq 10^{-7}$ cm/s。

实际情况：根据现场调查，本项目衰变池形式和容积（为三格并联衰变池，每格有效容积为 28.6m³，三格衰变池总有效容积约 85.8m³）均与安分报告一致；衰变池池体为由混凝土改为不锈钢，不锈钢材质本身具备不锈性和耐蚀性，可防漏防渗，其下方的基础底板为 300mm 厚防水混凝土，衰变池和衰变池间地面本身具备防渗漏能力，仍然满足本项目放射性废水暂存需求。医院已建立放射性废水排放台账，记录了暂存起止时间、排放量等信息，并由专人管理，存档保存。根据放射性废水排放台账可知，本项目放射性废水实际暂存 30 天后才进行排放，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中槽式衰变池所含核素半

[illegible]

氟-18。本项目 PET 分装室、PET 注射室内均设置有放射性固废收集桶用于收集放射性固废，到达一定量时转入放射性废物暂存间进行暂存衰变，建设单位应将定期更换下的活性炭过滤器作为放射性固废进行收集处理。PET/CT 使用的锞-68 校准源每隔一定时间更换一次，更换时将产生锞-68 废旧放射源，由厂家更换后直接回收处理。

根据《医用放射性固废的卫生防护管理》（GBZ133-2009）针对放射性固废的收集、贮存和处理提出如下管理措施要求：

（1）放射性固体废物收集

①放射性固废收集桶应避开工作人员和经常走动的区域；②放射性固废收集桶内应放置于专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，并及时转运至放射性废物暂存间进行衰变处置；③对破碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入硬纸盒或其它包装材料中，再装入专用塑料袋内。

（2）放射性固废临时贮存和最终处理

①建立放射性废物收集、暂存、转运、回收台账，确保放射性固废不乱丢、不乱弃；②放射性固废转入放射性固废暂存间进行暂存衰变，经监测达标后，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由有资质单位统一回收处理；③放射性固废收集桶封存时应在显著位置标有废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等说明；④根据《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009），废物包装体表面污染控制水平 $\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$ 。

实际情况：根据现场核实，本项目不涉及废旧校准源（PET/CT 实际采用氟-18 进行校准，未购置放射源）。因《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）已被《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）代替，本项目放射性固废的收集、贮存和处理已按照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）中相关要求落实，具体如下：

1）放射性固体废物收集

①按放射性废物分类要求将放射性废物进行分类收集和分别处理。

②废物桶内放置专用塑料袋直接收纳废物，含尖刺及棱角的放射性废物，预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。

③放射性废物每袋重量不超过 20kg，装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存。

2) 放射性固废临时贮存和最终处理

①放射性废物暂存场所内设置放射性废物衰变箱盛放固体放射性废物袋，容器表面注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好记录。放射性废物暂存场所内未贮存易燃、易爆、易腐蚀物品。

②固体放射性废物的存储和处理已安排专人负责，并建立了放射性废物处置台账，记录放射性废物产生起始日期、出库时间、责任人员和监测结果等信息，且由专人管理，存档保存。

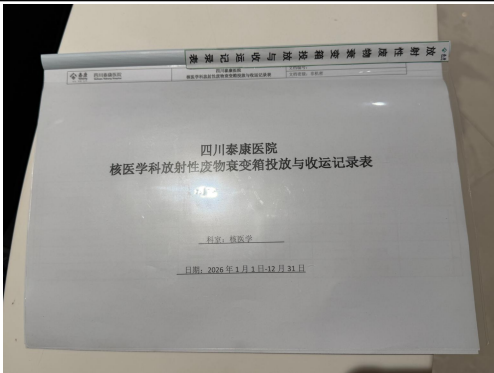
③根据放射性废物处置台账，本项目含氟-18 核素的固体放射性废物暂存时间超过 30 天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm² 的，对废物清洁解控并作为医疗废物处理。



放射性废物衰变箱（放射性废物暂存间）



放射性废物收集桶



核医学科放射性废物衰变箱投放与收运记录表									
日期	核素	衰变箱编号	放射性核素	核素名称	核素活度	核素活度单位	核素活度	核素活度单位	核素活度
2024-07-01	18F	18F-001	18F-FDG	氟-18 氟代脱氧葡萄糖注射液	18F	Bq/cm ²	18F	Bq/cm ²	18F
2024-07-01	18F	18F-002	18F-FDG	氟-18 氟代脱氧葡萄糖注射液	18F	Bq/cm ²	18F	Bq/cm ²	18F
2024-07-01	18F	18F-003	18F-FDG	氟-18 氟代脱氧葡萄糖注射液	18F	Bq/cm ²	18F	Bq/cm ²	18F
2024-07-01	18F	18F-004	18F-FDG	氟-18 氟代脱氧葡萄糖注射液	18F	Bq/cm ²	18F	Bq/cm ²	18F
2024-07-01	18F	18F-005	18F-FDG	氟-18 氟代脱氧葡萄糖注射液	18F	Bq/cm ²	18F	Bq/cm ²	18F
2024-07-01	18F	18F-006	18F-FDG	氟-18 氟代脱氧葡萄糖注射液	18F	Bq/cm ²	18F	Bq/cm ²	18F
2024-07-01	18F	18F-007	18F-FDG	氟-18 氟代脱氧葡萄糖注射液	18F	Bq/cm ²	18F	Bq/cm ²	18F
2024-07-01	18F	18F-008	18F-FDG	氟-18 氟代脱氧葡萄糖注射液	18F	Bq/cm ²	18F	Bq/cm ²	18F
2024-07-01	18F	18F-009	18F-FDG	氟-18 氟代脱氧葡萄糖注射液	18F	Bq/cm ²	18F	Bq/cm ²	18F
2024-07-01	18F	18F-010	18F-FDG	氟-18 氟代脱氧葡萄糖注射液	18F	Bq/cm ²	18F	Bq/cm ²	18F

放射性废物处置台帐记录

图 3-5 放射性废物处理设施及台账记录

(2) 非放射性固废

环评情况：本项目产生非放射性医疗废物包括一些药棉、纱布、手套等医用辅料，应严格执行医疗垃圾转移联单制度，由有资质单位回收集中处理。工作人员产生的少量办公垃圾、生活垃圾，经垃圾收集设施统一收集后交由环卫部门处理。

实际情况：与环评一致。

五、辐射安全管理情况

1、辐射环境管理机构

目前，医院已更新了辐射安全管理领导小组（四川泰康医发[2026]042 号），全面负责医院辐射安全管理工作，主要职责为：①负责全院辐射安全工作的监督管理，保证辐射防护安全与放射诊疗质量符合有关规定和规范的要求；②宣传、贯彻和执行国家和地方政府有关辐射防护的方针政策 and 法规，结合本院的特点制定、落实辐射安全规章制度，并根据国家相关部门发布的最新辐射安全法律法规，及时组织相关人员修订完善，实现辐射防护最优化；③定期组织对射线工作场所、设备和人员进行辐射防护检测、监测和检查；④组织放射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查；⑤制定辐射事故应急预案并定期组织相关人员进行辐射事故应急处理演练，对应急设备和防护用品进行检查；⑥发生辐射事故应及时报告上级部门，并立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延，进行调查处理。

2、辐射工作岗位人员配置

本项目设置 4 名辐射工作人员，均参加了辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训并考核合格。本项目辐射工作人员定岗定责，不存在交叉工作的情况。

3、辐射环境管理规章制度

建设单位已对照《生态环境部核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布版）和《关于印发<四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）>的通知》（川环函[2025]616 号）的相关要求中的相关规定以及环评要求制定了各项规章制度，包括《辐射事故应急预案》、《辐射安全管理规定》、《射线装置操作规程》、《辐射安全和防护设施设备维护维修制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《放射性同位素与射线装置台账管理制度》、《监测仪表使用与核验管

理制度》、《辐射工作人员辐射防护培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作场所辐射环境监测方案》、《辐射事故应急响应程序》等制度，并将《辐射事故应急响应程序》等制度上墙，上墙制度的长宽尺寸不小于600mm×400mm。



图 3-6 PET/检查区制度上墙情况

4、辐射监测

(1) 个人剂量检测

本项目设置 4 名辐射工作人员，所有辐射工作人员均已配备个人剂量计，每个季度送有资质单位进行检测，已建立个人剂量档案和健康档案。本项目辐射工作人员最新 4 个季度个人剂量检测结果范围为 0.28~0.55mSv/a，满足职业人员年受照剂量 5mSv/a 的约束限值。

(2) 场所监测

医院已制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》，同时配备了 1 台表面污染监测仪和 1 台便携式 X-γ辐射监测仪定期或不定期对本项目辐射工作场所进行监测，并建立了辐射监测档案。

①监测内容：射线装置工作场所监测因子为：X 辐射剂量率；非密封放射性物质工作场所监测因子为：γ辐射剂量率、β表面污染。

②监测布点及数据管理：监测布点应与验收监测布点一致，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

③监测频度：对于 X-γ辐射剂量率和β表面污染应每月监测 1 次。另外建设单位需委托有监测资质的单位在项目投运前开展验收监测，并在投运后每年定期开展年度监测，监测报告附到年度评估报告中，于每年 1 月 31 日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

④监测范围：射线装置工作场所主要监测屏蔽墙、防护门、观察窗外以及楼上、楼下区域和穿线空洞外 X 辐射剂量率。非密封放射性物质工作场所主要监测控制区人员易接触的工作台、地面、墙面、病床、桌椅等表面沾污，以及控制区内所有场所及控制区外邻近房间的 γ 辐射剂量率。

⑤监测设备：X- γ 辐射剂量率仪、 β 表面沾污。

⑥质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门的监测数据与建设单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案。

表 3-10 监测计划一览表

项目	工作场所	监测项目	监测范围	监测频次	监测设备
自主监测	射线装置工作场所	X辐射剂量率	机房四周屏蔽体、防护门及观察窗外、穿线孔洞处	每月一次（记录监测数据存档）	X- γ 辐射剂量率仪
	非密封放射性物质工作场所	β 表面污染	人员易接触的工作台、地面、墙面、病床、桌椅等	每月一次（记录监测数据存档）	β 表面沾污仪
		γ 辐射剂量率	控制区内所有场所、控制区外邻近房间	每月一次（记录监测数据存档）	X- γ 辐射监测仪
		β 表面污染、 γ 辐射剂量率	放射性固体废物	放射性固体废物解控前	β 表面沾污仪、X- γ 辐射监测仪
委托监测	射线装置工作场所	X辐射剂量率	机房四周屏蔽体、防护门及观察窗外、穿线孔洞处	①竣工环保验收监测； ②年度监测	X- γ 辐射剂量率仪
	非密封放射性物质工作场所	β 表面污染	人员易接触的工作台、地面、墙面、病床、桌椅等		β 表面沾污仪
		γ 辐射剂量率	控制区、监督区		X- γ 辐射监测仪
	其它	个人剂量	所有辐射工作人员	一季度一次	个人剂量计

	
个人剂量计	个人剂量报警仪（FJ2000 型）
	
表面污染监测仪（AT6130）	X-γ辐射测量仪（AT1121）

图 3-7 监测仪器

（3）年度评估报告

医院已于 2026 年 1 月 31 日前向四川省生态环境厅提交 2025 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已作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给四川省生态环境厅。

六、环保设施投资及“三同时”落实情况

本项目属于新建项目，根据现场检查情况，本项目的环保工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，满足“三同时”的要求，落实了环境影响评价报告提出的各项污染防治措施。

七、环境保护设施建设及运行情况

根据医院规划及项目建设进度，本次仅对原环评中的核医学科 PET 检查区进行验收。根据项目环评及批复文件的要求，需投入的环保设施落实情况见表 3-11。环评时，核医学科 PET 检查区总投资约 4000 万元，环保投资约 125.4 万元，占总投资的 3.14%。根据验收调查，核医学科 PET 检查区实际总投资约 3500 万元，环保投资 109.5 万元，占总投资的 3.13%。环保设施实际投资较环评预估存在一定偏差，主要受市场价格波动、人员配置数量调整、个别防护设施配置数量变更等因素影响，但相关环保及辐射防护设施均已按要求落实配置，能够满足辐射防护要求。

表 3-11 环保设施落实情况一览表（核医学科 PET 检查区）

项目	环评文件或辐射安全分析报告要求			验收情况		
	设施（措施）	数量	金额（万元）	数量	金额（万元）	备注
辐射 屏蔽 措施	核医学科屏蔽房间 （墙体、地板、楼板、门、窗屏蔽）	/	纳入主体工程	/	纳入主体工程	已落实
	手套箱（45mmPb）	1 套	10	1 套（60mmPb）	15	已落实，防护当量高于环评
	注射窗（45mmPb）	1 个	4	1 个	4	已落实
	注射器铅盒（5mmPb）	2 个	4	/	/	因实际配置的注射器铅套防护水平已高于环评拟定的注射器铅套+注射器铅盒防护，故未配置该项。
	注射器铅套（9mmPb）	若干	9	2 个（15mmPb）	1	防护当量高于环评，数量满足现阶段运行需求
	储源柜（20mmPb，双人双锁）	1 个	4	1 个	4	已落实
个人 防护 用品	个人剂量报警仪	4 个	4	5 个	5.0	数量多于环评
	个人剂量计	8 个	0.8	4 个	0.4	本项目设置 4 名辐射工作人员，满足实际运行负荷需求
	辐射工作人员防护铅服、铅帽、铅眼镜、铅围脖、铅围巾（0.5mmPb）等	6 套	6	3 套	3	数量少于环评，但能够满足实际运行负荷需求
	污染表面清洗剂	/	0.5	/	0.5	已落实
放射性 废水	控制区独立下水系统及排水管道屏蔽措施	1 套	纳入主体工程	1 套	纳入主体工程	已落实
	3 格并联池衰变池（总有效容积约 85.8m ³ ）	1 座		1 套		已落实

放射性 固废	放射性固废收集桶（30mmPb）	2 个	10	5 个（20mmPb）	10	防护当量低于环评，但数量多于环评，满足现阶段废物收集需求
	放射性固废收集暂存容器（30mmPb）	2 个	10	2 个	10	已落实
	放射性废物暂存间	1 间	纳入主体工程	1 间	纳入主体工程	已落实
通风 系统	独立通排风系统	1 套	纳入主体工程	1 套	纳入主体工程	已落实
	放射性废气过滤装置	5 套	30	5 套	30	已落实
安全 装置	放射性药物储源库红外监控系统	1 套	4	1 套	2	已落实
	放射性药物储源库固定式剂量报警仪	1 套	2	1 套	2	已落实
	放射性药物储源库红外报警系统	1 套	1	1 套	1	已落实
	电离辐射警告标识	若干	0.5	1 套	1	已落实
	核医学科控制区门禁系统	1 套	10	1 套	6	已落实
	PET/CT 检查室操作台紧急止动开关	2 个	1	2 个	1	已落实
分区 管理	场所控制区、监督区划分标识	/	0.1	/	0.1	已落实
监测 设备	X-γ辐射剂量率监测仪	1 台	1	1 台	1	已落实
	β表面沾污仪	1 台	1	1 台	1	已落实
其他	辐射工作人员上岗培训	8 人	2.0	4 人	1.0	本项目设置 4 名辐射工作人员，满足实际运行负荷需求
	规章制度上墙	/	0.5	/	0.5	已落实
	应急和救助的物资准备	/	10	/	10	已落实
合计			125.4	/	109.5	/

表 4 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、环境影响报告表主要结论与要求

该项目环境影响报告表由四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）编制环境影响报告表并已取得批复，环境影响报告表结论如下：

1、项目概况

项目名称：成都泰康西南医院新建II类射线装置及核医学科应用项目

建设单位：四川泰康西南医院有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市天府新区华阳街道二江寺村五、六、十一组——成都泰康西南医院内

本项目建设内容：新增使用 1 台 10MV 医用电子直线加速器、1 台 6MV 射波刀、3 台数字化减影血管造影机（DSA）、1 台胰胆管造影（ERCP）中型 C 型臂 X 射线机等II类射线装置；新增使用 2 台III类射线装置，包括 1 台 PET/CT 和 1 台 SPECT/CT；新增使用乙级非密封放射性物质工作场所，涉及使用的非密封放射性物质包括：氟-18、钨-99m 和钼-99；新增使用 3 枚锗-68（简称 ^{68}Ge ）放射源用于 PET/CT 校准，分别为 $9.25 \times 10^7 \text{Bq} \times 1$ 枚 + $4.63 \times 10^7 \text{Bq} \times 2$ 枚，均属于V类放射源。

本项目总投资 14000 万元，环保投资 322.9 万元，占总投资的 2.31%。

2、本项目产业政策符合性分析

本项目系核技术用于医学领域，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于该指导目录中鼓励类第六项“核能”中第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。

3、本项目选址及平面布局合理性分析

医院所在区域道路、给排水、电力等城市基础配套设施完善，为项目建设提供了良好条件；医院周围没有项目建设的制约因素，且该辐射工作场所相对独立，为专门的辐射工作场所，本项目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，其选址是合理的。本项目辐射工作场所根据工作要求、有利于辐射防护和环境保护来进行布置，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，所有辐射工作场所均进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性。综上所述，项目总平面布置是合理的。

4、工程所在地区环境质量现状

项目建设地周围 X- γ 辐射剂量率范围为 81nSv/h~93nSv/h（折算为 γ 空气吸收剂量率为 81nGy/h~93nGy/h），对照 2019 年四川省内 29 个电离辐射环境监测自动站测得的 γ 辐射空气吸收剂量率（小时均值）范围 76.8nGy/h~163nGy/h（引自《2019 年四川省生态环境状况公报》），属于当地天然本底范围。

根据表 8-4， β 表面污染为 0.20Bq/cm²~0.23Bq/cm²，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）监督区工作场所 4Bq/cm²限值要求，且属于正常 β 表面沾污水平。

5、环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析

经模式预测，在正常工况下，对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值，对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

（2）大气环境影响分析

本项目射线装置在运行过程中产生的臭氧经排风系统排出后浓度低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的二级标准限值要求；非密封放射性物质工作场所产生的放射性废气经过滤排放后对周围大气环境影响较小。

（3）水环境影响分析

本项目放射性废水先排入衰变池，放射性废水在衰变池停留 19.6 个半衰期后，经监测达标（总 β 排放标准 10Bq/L）后排入医院污水处理站，达标处理后排入市政污水管网；医护人员产生的生活污水依托医院拟建的污水处理设施处置，对周围环境影响较小。

（4）固体废物环境影响分析

本项目放射性固废采用专门固废收集桶分类收集后，置于放射性固废暂存间进行暂存衰变，经监测达标后，转移至医疗废物暂存库，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由有资质单位统一回收处理；更换下的活性炭过滤器经暂存衰变

并经监测达标后作为普通固废处置。

因检修更换下的加速器靶头由生产厂家回收。

PET/CT 校准用的废铯-68/放射源由源的生产厂家进行回收处理，并建立交接单，对周围环境影响较小。

本项目产生非放射性医疗废物包括一些药棉、纱布、手套等医用辅料，进入医疗废物暂存、管理系统。根据国家医疗垃圾管理制度，应严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理。

（5）声环境影响分析

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机和空调，均选用低噪设备，再加上建筑物墙体的隔声作用及医院场址内的距离衰减，项目噪声对区域声环境影响较小。

6、事故风险与防范

建设单位需按相关规定或标准提出的要求补充制定相关安全管理规章制度并完善辐射事故应急预案，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。

7、环保设施与保护目标

建设单位需配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

8、辐射安全管理的综合能力

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，考试（核）合格，在落实辐射事故应急预案与安全规章制度和环保设施和措施要求下可满足防护实际需要。对现有场所而言，建设单位已具备辐射安全管理的综合能力。

9、项目环保可行性结论

建设单位在采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在四川省成都市天府新区华阳街道二江寺村五、六、十一组——成都泰康西南医院内进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

二、项目环评批复要求及落实情况

四川省生态环境厅于 2021 年 1 月 6 日以“川环审批[2021]3 号”文对成都泰康西南医院新建 II 类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表进行了批复。批复具体要求及落实情况见表 4-1。

表 4-1 “川环审批[2021]3 号”批复要求及落实情况一览表

环评批复要求		落实情况
一、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。	(一) 本次为医院部分建设内容(核医学科 PET 检查区) 验收, 其余未验收部分待建成后进行验收。医院已严格按照报告表中的内容、地点进行建设, 本次验收的核医学科 PET 检查区的建设内容及规模、地点、产污情况与报告表一致。
	(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。	(二) 项目环保设施与主体工程同步建设, 与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一致, 已按要求落实各项辐射防护与安全措施。场所墙体、防护门、顶板和底板屏蔽能力均满足防护要求, 各项辐射防护与安全措施满足相关规定要求。
	(三) 落实项目施工期各项环境保护措施, 做好加速器和射波刀等装置在安装调试阶段的辐射安全与防护。严格按照国家关于有效控制城市扬尘污染的要求, 控制和减少施工扬尘污染; 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。	(三) 项目落实了施工期各项环境保护措施, 严格按照有效控制城市扬尘污染的要求, 控制和减少了施工扬尘污染; 做到了噪声不扰民; 施工弃渣及时清运到指定场地堆存。经现场踏勘, 未发现施工期遗留环境问题。
	(四) 应建立健全单位核与辐射安全管理各项规章制度, 制定有针对性和可操作性的辐射事故应急预案。	(四) 建设单位已经制定了各项辐射安全管理规章制度, 成立了辐射安全管理领导小组, 明确了该管理组织机构的职责和责任人, 制定了有针对性和可操作性的辐射事故应急预案, 已将本次验收项目内容纳入本单位辐射环境安全管理中。
	(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。	(五) 建设单位已配备相应的辐射监测设备和辐射防护用品, 制定了工作场所的监测计划, 并将定期开展自我监测, 记录备查。
	(六) 辐射从业人员应当按照有关要	(六) 本项目 4 名辐射工作人员, 均已在国家

	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。	核技术利用辐射安全与防护培训平台学习并考核取得合格成绩单。
二、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申请领取《辐射安全许可证》。办理前还应登录全国核技术利用辐射安全申报系统（ http://fushe.mee.gov.cn ）提交相关资料。	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[01116]），许可种类和范围为：使用Ⅲ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，有效期至 2028 年 7 月 9 日。
三、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。	“新建Ⅱ类射线装置及核医学科应用项目”实施分期建设、分期验收，其中放疗科的 1 台直线加速器、介入中心 1#DSA 机房的 1 台 DSA 已于 2024 年 7 月完成验收手续，本项目针对核医学科 PET 检查区进行验收，其余未验收内容待建成后进行验收。
四、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 0.1mSv/年。	（一）建设单位已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严格控制为 5mSv/年，公众个人剂量约束值为 0.1mSv/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。	（二）建设单位安排有专人进行管理和维护，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，杜绝射线泄漏、公众及操作人员被误照射等事故发生。加强放射源和放射性药品的实体保卫工作，落实专人负责，对放射源和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，不得将放射源和放射性药品与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放。	（三）建设单位已严格按照报告表要求，对核医学科 PET 检查区实行合理的分区管理，杜绝公众及操作人员被误照射等事件或事故发生。建设单位安排专人负责，加强了放射性药品的实体保卫工作，放射性药品使用和贮存场所已采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，未将放射性药品与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放。
	（四）放射源和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。	（四）建设单位外购氟-18 放射性药品严格按照国家相关规定办理了审批手续。本次验收不涉及放射源。

	（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。	（五）建设单位已严格按照报告表要求，设立排风管道，落实了废气治理措施，加强了放射性废水的收集和管理，已建设放射性废水专用排放管道，放射性废水在衰变池暂存衰变超过 30 天后可直接排放；规范了放射性固体废物的收集、暂存和处置，已建设放射性废物暂存间，放射性固体废物暂存时间超过 30 天，经监测达标后，对废物清洁解控并作为医疗废物处理。
	（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。	（六）建设单位已经制定监测计划，将定期开展自我监测和外委年度监测，并将结果纳入辐射安全和防护状况年度评估报告。
	（七）依法对辐射工作人员进行个人剂量监测，特别应加强对从事介入治疗的医护人员的辐射防护和剂量管理，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。	（七）建设单位已经制定《辐射工作人员辐射防护培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》，所有辐射工作人员均已配备个人剂量计，建设单位已按照法规规定定期送检并为辐射工作人员建立个人剂量档案和个人健康档案。及时调查个人剂量异常情况，并按要求进行上报。
	（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。	（八）建设单位按要求编写并于 2026 年 1 月 31 日前向省生态环境厅提交了 2025 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》，之后将继续按要求执行。
	（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。	（九）建设单位已安排专人负责“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。	（十）本次验收内容为核医学科 PET 检查区，涉及非密封放射性物质工作场所和Ⅲ类射线装置。建设单位承诺若不再使用非密封放射性物质工作场所时，将依法实施退役；若对射线装置实施报废处置时，将其拆解和去功能化。
三、项目实际建设情况与环评及批复内容的差异 对照环评和辐射安全分析报告内容，本次变动内容为：①PET/CT 设备间由 PET 控制室东侧调整至 PET 注射室南侧（原保洁间和病人卫生间所在位置），		

PET 控制室面积增大；②取消 PET 注射等候室 2，将保洁间和病人卫生间由 PET 注射室南侧调整至原 PET 注射等候室 2 所在位置；③取消 PET 分装室与 PET 注射室之间的防护门，将注射窗口调整至原防护门所在位置。④场所实体屏蔽防护参数除放射性废物暂存间东侧和北侧墙体、PET 注射后等候室西侧墙体屏蔽情况优于安分报告，其余涉放房间屏蔽防护情况不变；⑤衰变池形式与容积不变（三格并联衰变池，每格有效容积为 28.6m^3 ，三格衰变池总有效容积约 85.8m^3 ），衰变池结构由混凝土变为不锈钢，不锈钢材质本身具备不锈性和耐蚀性，可防漏防渗，其下方的基础底板为 300mm 厚防水混凝土，衰变池和衰变池间地面本身具备防渗漏能力，仍然满足本项目放射性废水暂存需求。⑥放射性废气处理措施仅房间归属排风系统调整，涉放房间风量、废气处理措施、废气排放高度、风井位置等均与环评一致，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中排风和排气口设置的要求。以上变动均不会导致不利影响加重。

除上述变动之外，本项目建设地点、射线装置类别和数量、核素种类和用量、工作方式、工艺流程、污染物产生种类、采取的污染治理和辐射安全防护措施、管理制度的制定情况等均与环评、辐射安全分析报告一致。本项目实际建成的 PET 检查区平面布置调整均集中在原辐射场所划定的控制区范围内，调整后不改变评价范围、不增加控制区、不改变人物流路径，因此，以上变动不属于重大变动。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

一、质量保证和质量控制

1、质量控制措施

本项目由四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）进行验收监测工作，测试中心具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书（编号：220020341133），并在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。本项目的实施严格按验收监测单位《质量管理体系》要求进行，实施了全过程的质量控制。整个工作过程严格把控质量，由质量管理人员进行定期与不定期质量检查，发现质量问题及时处理。

（1）技术人员

监测技术人员，具备扎实的辐射环境监测基础理论和专业知识，能熟练地掌握辐射环境监测中操作技术和质量控制；熟知有关辐射环境监测管理的法规、标准和规定；了解国内外辐射环境监测新技术、新方法；并严格按照《环境监测人员持证上岗考核制度》要求，经岗前技术培训，并通过理论、操作和样品考核合格后持证上岗，本项目均由持有合格证的人员，负责相应的现场监测、样品采集、室内检测工作。

（2）仪器设备

监测单位在本项目实施过程中所使用的仪器设备均符合国家有关标准和技术要求，且在检定/校准有效期内，有专门的责任人进行管理，对其进行定期维护、期间核查和稳定性控制，保证测量装置性能的长期稳定性。检测时，由专业人员按照操作规程（使用说明书）进行使用，使用过程中做好相应的记录，保证仪器设备的正常运行。

（3）检测、监测方法

监测单位使用的标准在使用前均进行方法验证，并经技术负责人审核确认满足检测工作需要后使用，有相应的验证记录，检测方法和规范均现行有效、执行准确，定期对方法和规范进行查新，对变更的监测方法、规范、评价标准进行验证，验证合格后及时更新，并对技术人员进行培训，确保检测方法和规范符合相关技术规范要求。本项目实施过程中所使用方法、规范均现行有效，涉及的检测项目及方法均通过检验检测机构资质认定，满足项目要求。

（4）现场监测过程质量控制

现场监测时不少于2名监测人员共同开展工作，技术人员在进行现场监测时布点规范、环境条件适宜且确认仪器运行状态正常。

2、监测数据整理、处理及报告编制

（1）现场监测原始记录作为监测工作的重要凭证，在记录表格及专用笔记本上按规定格式，对各栏目认真填写。原始记录表有统一编号，个人不得擅自销毁，用毕按期归档保存。

（2）原始记录使用墨水笔或档案用圆珠笔书写，做到字迹端正、清晰。如原始记录上数据有误而要改正时，在错误的数字上划以斜线；如需改正的数据成片，亦可将其画以框线，并添加“作废”两字，再在错误数字的上方写上正确的数字，并在右下方签名（或盖章）。不得在原始记录上涂改或撕页。

（3）监测人员必须具有严肃认真的工作态度，对各项记录负责，及时记录，不得以回忆方式填写。

（4）每次报出数据前，原始记录上必须有测试人员和校准人员签名。

（5）数值修约执行《数值修约规则与极限数值的表示和判定》（GB/T8170-2008）数值修约规则。

（6）所使用的计量单位采用中华人民共和国法定计量单位，一组监测数据中个别数值明显偏离其所属样本的其余监测值，即为异常值，对异常值的判定和处理参照《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》（GB/T 4883-2008）进行。

（7）监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

综上所述，监测单位采取了以上各方面质量控制措施，符合规范要求，监测结果真实可靠。

表 6 验收监测内容

一、监测项目

通过对本项目运行期污染源项调查，本项目辐射工作场所为核医学科 PET 检查区，涉及乙级非密封放射性物质工作场所（使用核素氟-18）和 1 台 PET/CT，主要污染因子为非密封放射性物质产生的 γ 射线、 β 射线、 β 表面污染和放射性三废，以及 PET/CT 产生的 X 射线。

本项目仅使用氟-18，由于氟-18 为非挥发性注射类核素，几乎不产生放射性废气，且经活性炭过滤器过滤后排放，对周围大气环境影响很小；本项目放射性废水通过独立排水系统排入衰变池进行暂存衰变，根据放射性废水排放台账，衰变池容积能满足废水暂存超过 30 天，可直接解控排放。因此本次主要对辐射工作场的 X- γ 辐射剂量率和 β 表面污染进行监测，不再对放射性废气、放射性废水进行监测。

二、监测方法及仪器

本项目监测方法及仪器见表 6-1。

表 6-1 监测方法及监测仪器

监测项目	监测方法	监测仪器	测量范围
X- γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	仪器名称：便携式 X- γ 剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：CF0276 能量响应范围：25keV~3MeV 校准单位：四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心） 证书编号：校准字第 J20260105010 号 校准日期：2026-03-06 有效日期：2027-03-05	1~10000 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)
β 表面污染活度	《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/T 14056.1-2008)	仪器名称： α 、 β 表面沾污仪 仪器型号：LB124 仪器编号：CF0255 能量响应范围：50keV~1.3MeV 检定单位：四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心） 证书编号：检定字第 J20260501002 号 检定日期：2026-05-11	β 道： 0~50000cps

		有效日期：2027-05-10	
--	--	-----------------	--

三、监测点位布设及合理性分析

1、X- γ 辐射剂量率

核医学科 PET 检查区 X- γ 辐射剂量率监测点位见下表。

表 6-2 核医学科 PET 检查区 X- γ 辐射剂量率监测点位一览表

序号	测量点位置	备注
1	PET 分装室手套箱西侧表面（人员操作位）	正常运行时监测 1 次
2	PET 分装室手套箱南侧表面	
3	PET 分装室注射窗外	
4	PET 分装室铅废物桶表面	
5	PET 分装室东侧墙外过道	
6	PET 分装室北侧防护门外	
7	PET 注射室东侧墙外过道	
8	PET 注射室东侧防护门外	
9	PET 注射室铅废物桶表面	
10	放射性药物储源库储源柜南侧表面	
11	放射性药物储源库东侧传递窗外	
12	放射性药物储源库南侧防护门外	
13	放射性药物储源库西侧墙外缓冲区	
14	PET 注射等候室西侧墙外过道	
15	PET 注射等候室西侧防护门外	
16	PET 留观室 01 南侧墙外过道	
17	PET 留观室 01 南侧防护门外	
18	PET 留观室 02 北侧墙外护士办公室	
19	PET 留观室 02 南侧防护门外	
20	PET 留观区西侧墙外过道	
21	PET 留观区铅废物桶表面	
22	放射性废物储藏室东侧墙外过道	
23	放射性废物储藏室西侧防护门外	
24	放射性废物储藏室放射性废物衰变箱表面	
25	抢救室西侧墙外过道	
26	抢救室铅废物桶表面	
27	抢救室西侧防护门外	
28	抢救室东侧墙北侧防护门外	
29	抢救室东侧墙南侧防护门外	
30	PET 检查区病人出口防护门外	

31	PET 检查区病人入口防护门外	
32	衰变池间南侧墙外过道	
33	衰变池间南侧墙西侧防护门外	
34	衰变池间南侧墙东侧防护门外	
35	1 号楼北主楼楼顶核医学科排气口（1#风井）	
36	1 号楼北主楼楼顶核医学科排气口（2#风井）	
PET/CT 检查室		
37	PET/CT 检查室防护门（控制室）表面	未开机时监测 1 次、 开机时监测 1 次。
38	PET/CT 检查室防护门（控制室）西侧门缝	
39	PET/CT 检查室防护门（控制室）东侧门缝	
40	PET/CT 检查室北侧墙外控制室	
41	PET/CT 检查室北侧控制室观察窗表面	
42	PET/CT 检查室东侧墙外 PET/CT 设备间	
43	PET/CT 检查室南侧墙外受检者通道	
44	PET/CT 检查室防护门（受检者通道）铅门表面	
45	PET/CT 检查室防护门（受检者通道）西侧门缝	
46	PET/CT 检查室防护门（受检者通道）东侧门缝	
47	PET/CT 检查室西侧墙外 PET/MRI 设备间	
48	PET/CT 检查室机房楼上 1F 急诊诊断区	
49	PET/CT 检查室机房楼下-2F 污被服暂存间	

监测点位设置合理性：①本次在 PET/CT 检查室四周、机房楼上楼下等均布设了 X- γ 辐射剂量率监测点位，在未开机和开机（开机时同时考虑已给药病人位于机房内的最不利条件）的两种状态下进行监测，可反映 PET/CT 检查室屏蔽体厚度是否满足要求，并了解检查室周围的 X- γ 辐射剂量率水平；②本次在 PET 检查区内各房间屏蔽体（如墙体、防护门、传递窗、观察窗等）、房间内的设备（如储源柜、手套箱、铅废物桶等）表面、以及衰变池间均布设了 X- γ 辐射剂量率监测点位，在正常运行的状态下进行监测，以核实其屏蔽效果是否满足评价标准要求。因此，监测点位布设是合理的。

2、 β 表面污染

核医学科 PET 检查区 β 表面污染监测点位见下表。

表 6-3 核医学科 PET 检查区 β 表面污染监测点位一览表

序号	测量点位置		备注
1	PET 分装室地面	控制区	正常运行时监测 1 次
2	PET 分装室南侧墙面		

3	PET 分装室北侧门表面		
4	PET 分装室手套箱表面		
5	PET 分装室活度计表面		
6	PET 分装室工作台表面		
7	PET 分装室注射窗（医生位）表面		
8	PET 分装室铅废物桶表面		
9	PET 注射室地面	控制区	
10	PET 注射室北侧墙面		
11	PET 注射室东侧门把手		
12	PET 注射室注射窗（患者位）表面		
13	PET 注射室铅废物桶表面		
14	放射性药物储源库地面	控制区	
15	放射性药物储源库西侧墙面		
16	放射性药物储源库南侧门表面		
17	放射性药物储源库储源柜表面		
18	放射性药物储源库传递窗表面		
19	放射性药物储源库货架表面		
20	PET 注射等候室地面	控制区	
21	PET 注射等候室东侧墙面		
22	PET 注射等候室西侧门表面		
23	PET 注射等候室座椅表面		
24	PET/CT 检查室地面	控制区	
25	PET/CT 检查室西侧墙面		
26	PET/CT 检查室北侧门表面		
27	PET/CT 检查室南侧门表面		
28	PET/CT 检查室检查床表面		
29	PET 控制室地面	监督区	
30	PET 控制室南侧墙面		
31	PET 控制室北侧墙东侧门表面		
32	PET 控制室北侧墙西侧门表面		
33	PET 控制室操作台表面		
34	PET 留观区地面	控制区	
35	PET 留观区西侧墙面		
36	PET 留观区座椅表面		
37	PET 留观区铅废物桶表面		
38	PET 留观室 01 地面	控制区	
39	PET 留观室 01 西侧墙面		

40	PET 留观室 01 南侧门表面		
41	PET 留观室 01 座椅表面		
42	PET 留观室 02 地面	控制区	
43	PET 留观室 02 东侧墙面		
44	PET 留观室 02 南侧门表面		
45	PET 留观室 02 座椅表面		
46	抢救室地面		
47	抢救室南侧墙面		
48	抢救室西侧门表面		
49	抢救室东侧墙北侧门表面		
50	抢救室东侧墙南侧门表面		
51	抢救室抢救床表面		
52	抢救室铅废物桶表面		
53	放射性废物储藏室地面	控制区	
54	放射性废物储藏室北侧墙面		
55	放射性废物储藏室西侧门表面		
56	放射性废物储藏室放射性废物衰变箱表面		
57	PET/CT 专用卫生间 1 地面	控制区	
58	PET/CT 专用卫生间 1 东侧墙面		
59	PET/CT 专用卫生间 1 西侧门表面		
60	PET/CT 专用卫生间 1 洗手池表面		
61	PET/CT 专用卫生间 2 地面	控制区	
62	PET/CT 专用卫生间 2 东侧墙面		
63	PET/CT 专用卫生间 2 西侧门表面		
64	PET/CT 专用卫生间 2 洗手池表面		
65	患者更衣室地面	控制区	
66	患者更衣室北侧墙面		
67	患者更衣室西侧门表面		
68	患者更衣室座椅表面		
69	保洁间地面	控制区	
70	保洁间西侧墙面		
71	保洁间南侧门表面		
72	保洁间拖把池表面		
73	受检者通道地面	控制区	
74	受检者通道北侧墙面		
75	受检者通道东侧门表面		
76	受检者通道南侧门表面		

77	淋浴间地面	监督区	
78	淋浴间南侧墙面		
79	淋浴间西侧门表面		
80	缓冲区地面	监督区	
81	缓冲区西侧墙面		
82	缓冲区北侧门表面		
83	男更地面	监督区	
84	男更西侧墙面		
85	男更南侧门表面		
86	女更地面	监督区	
87	女更东侧墙面		
88	女更南侧门表面		
89	医护通道地面	监督区	
90	医护通道北侧墙面		
91	医护通道西侧门表面		
92	医护人员入口门表面		
93	PET 检查区病人出口门表面	控制区	
94	PET 检查区病人入口门表面		
95	衰变池间衰变池池壁表面	控制区	
96	衰变池间南侧墙西侧门表面		
97	衰变池间南侧墙东侧门表面		

监测点位设置合理性：本次监测对核医学科 PET 检查区的控制区、监督区各房间人员居留区域的墙面、地面、门把手，以及房间内的设备（如手套箱、放射性药物储存铅罐、铅废物桶、操作台、传递窗、洗手池等）表面均布设了 β 表面污染监测点位，以反映核医学科 PET 检查区的放射性污染水平。因此，监测点位布设是合理的。

综上，本项目各监测项目的监测点位设置能够科学反映核医学科 PET 检查区产生的辐射水平及对周围环境的影响，点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图见图 6-1~图 6-4。

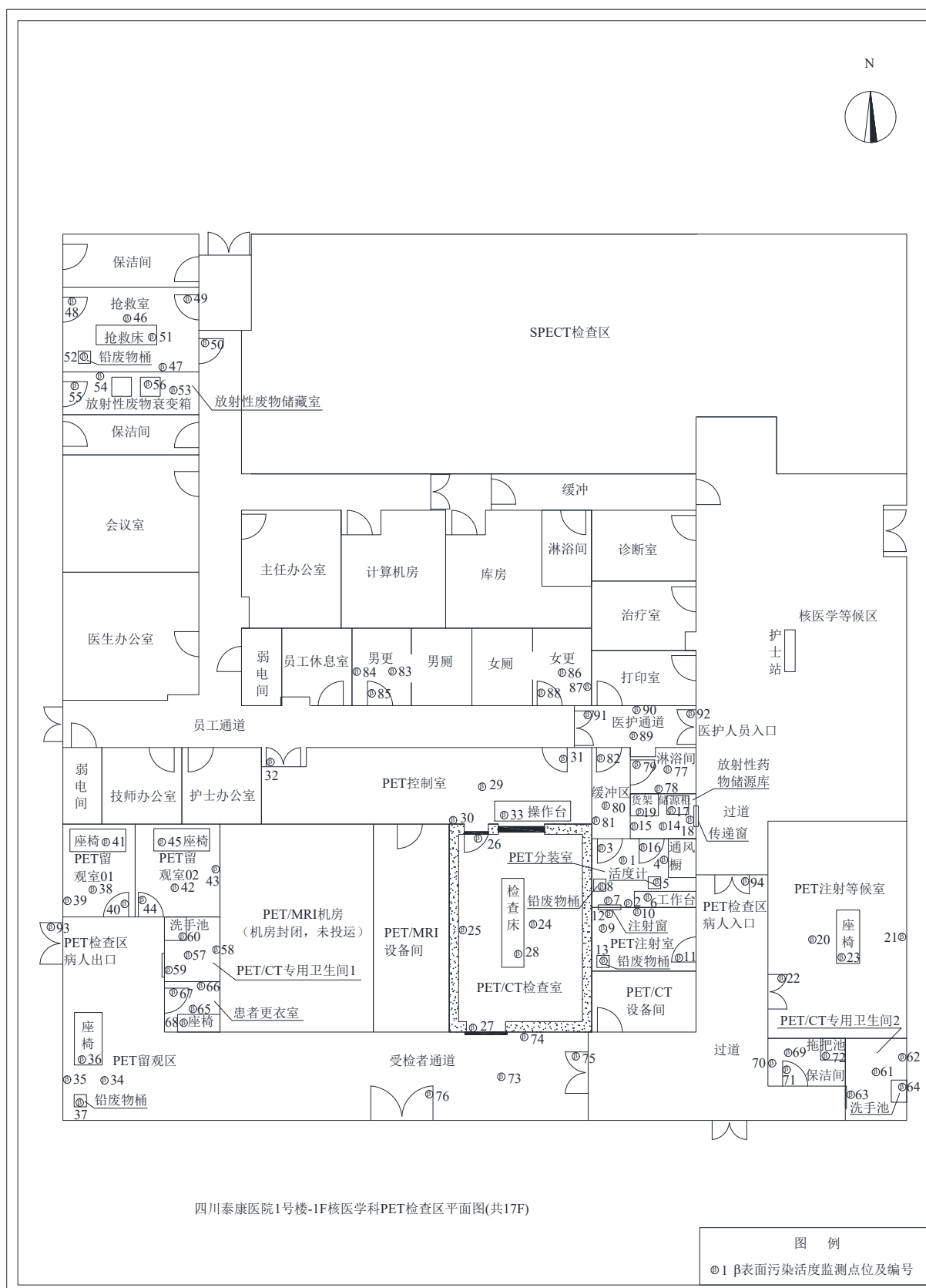


图 6-2 核医学科 PET 检查区 β 表面污染监测布点示意图

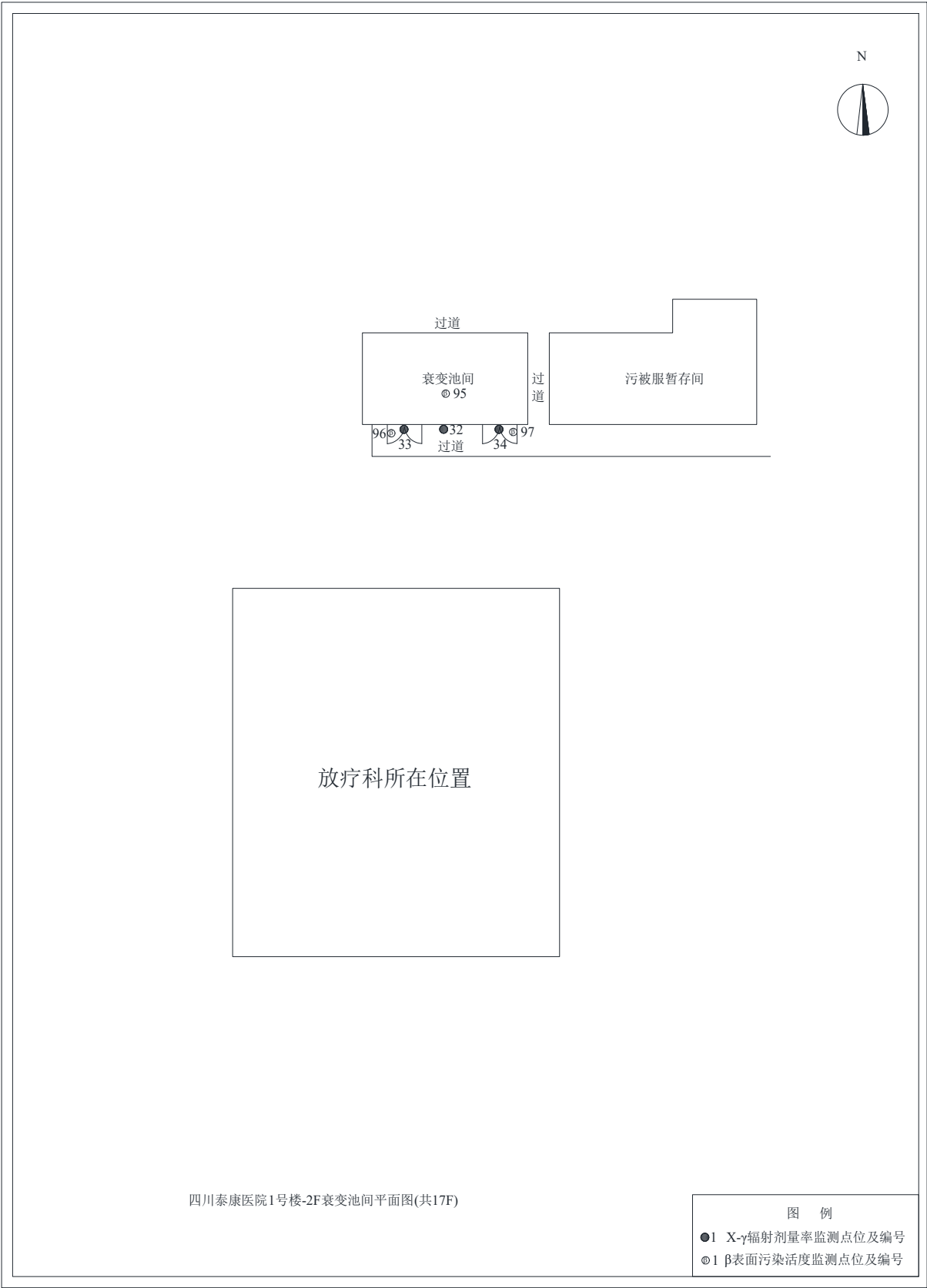


图 6-3 核医学科衰变池间监测布点示意图

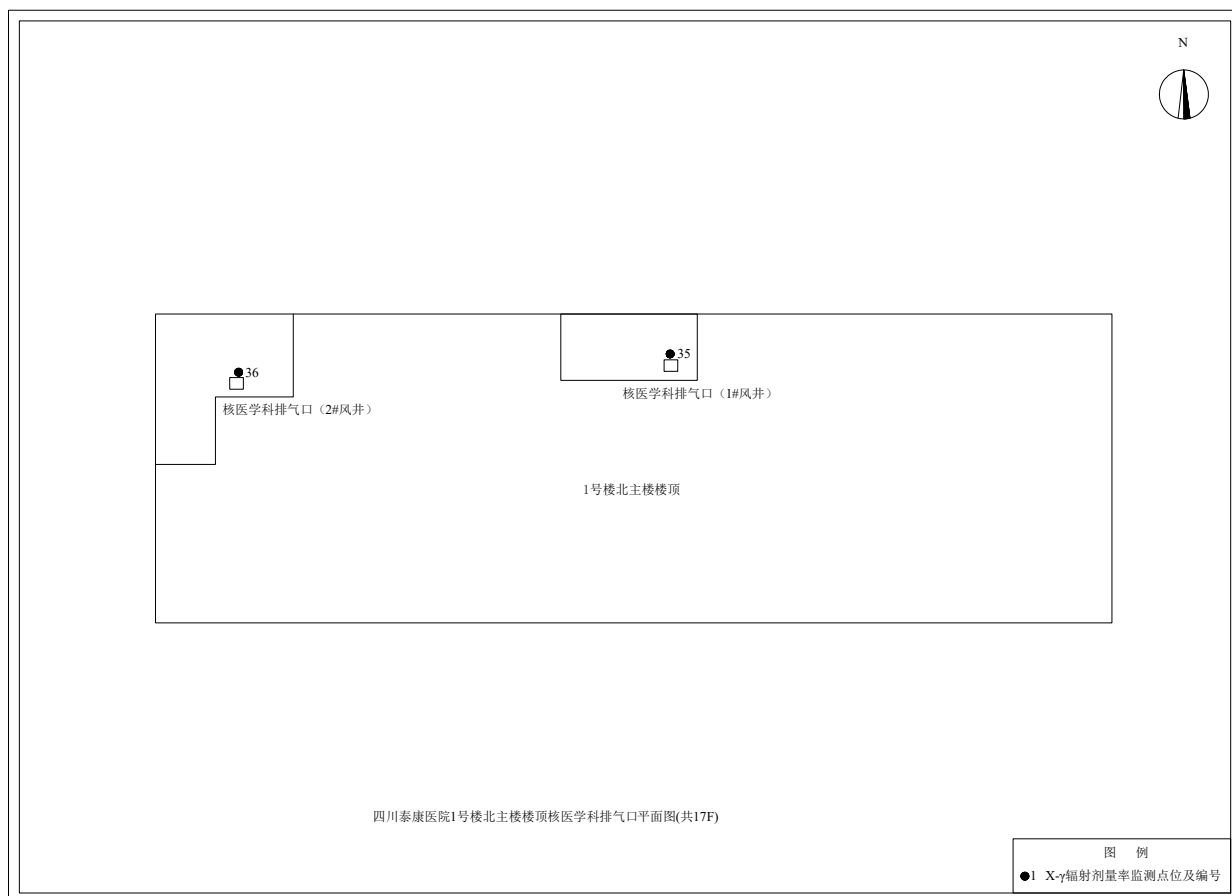


图 6-4 核医学科 PET 检查区放射性废气排放口监测布点示意图

表 7 验收监测

验收监测期间生产工况记录：

2026 年 8 月 7 日，四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）的监测技术人员在建设单位相关负责人的陪同下，对本项目进行了竣工环境保护验收监测。

一、验收监测条件

监测日期：2026 年 8 月 7 日

环境温度：29.1℃~32.2℃；环境湿度：43.8%~47.1%；天气状况：晴。

二、验收监测工况

1、监测工况

本次验收内容为：四川泰康医院核医学科PET检查区（乙级非密封放射性物质工作场所、1台PET/CT）。射线装置和非密封放射性物质具体参数见表7-1、表7-2。

表 7-1 射线装置参数表

名称及型号	类别	额定工况	监测时工况	所在位置
uMI Panorama 28C 型 PET/CT	III	管电压：140kV 管电流：833mA	管电压：120kV 电流时间积：200mAs	核医学科PET/CT 检查室

表 7-2 非密封放射性物质参数表

核素	日最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	监测时用量(Bq)	工作场所名称/等级	活动 种类
¹⁸ F	2.22×10 ¹⁰	5.55×10 ¹²	1.67×10 ⁹	PET 检查区/乙级	使用

2、监测工况代表性

根据《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》，验收监测应当在确保主体工程工况稳定、环境保护设施运行正常的情况下进行。本次验收的核医学科 PET 检查区已稳定运行，环境保护设施和辐射安全防护设施已按“三同时”要求配备并正常运行，符合验收条件。

验收时，射线装置监测时取使用的最大工况，非密封放射性物质工作场所监测时处于正常工作状态。

验收监测结果：

一、验收监测结果及分析

1、X- γ 辐射剂量率

核医学科PET检查区X- γ 辐射剂量率监测结果见下表。

表 7-3 PET/CT 检查室周围 X- γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位名称		X- γ 辐射剂量率 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)	标准差 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)
1	PET/CT 检查室防护门（控制室） 表面	未曝光	9.3	0.2
		曝光	11.4	0.3
2	PET/CT 检查室防护门（控制室） 西侧门缝	未曝光	9.2	0.2
		曝光	12.1	0.3
3	PET/CT 检查室防护门（控制室） 东侧门缝	未曝光	9.4	0.2
		曝光	11.7	0.3
4	PET/CT 检查室北侧墙外控制室	未曝光	9.9	0.2
		曝光	10.3	0.2
5	PET/CT 检查室北侧控制室观察 窗表面	未曝光	9.8	0.3
		曝光	14.8	0.3
6	PET/CT 检查室东侧墙外 PET/CT 设备间	未曝光	10.0	0.2
		曝光	10.5	0.2
7	PET/CT 检查室南侧墙外受检者 通道	未曝光	10.4	0.3
		曝光	10.6	0.2
8	PET/CT 检查室防护门（受检者 通道）铅门表面	未曝光	9.6	0.2
		曝光	11.9	0.3
9	PET/CT 检查室防护门（受检者 通道）西侧门缝	未曝光	9.7	0.2
		曝光	13.6	0.3
10	PET/CT 检查室防护门（受检者 通道）东侧门缝	未曝光	9.6	0.3
		曝光	13.0	0.3
11	PET/CT 检查室西侧墙外 PET/MRI 设备间	未曝光	9.9	0.3
		曝光	10.4	0.3
12	PET/CT 检查室机房楼上 1F 急诊 诊断区	未曝光	9.7	0.2
		曝光	10.0	0.2
13	PET/CT 检查室机房楼下-2F 污 被服暂存间	未曝光	9.6	0.2
		曝光	9.8	0.2

注：X- γ 辐射剂量率监测结果均未扣除宇宙射线响应值。

根据上表，PET/CT 正常工况曝光时，机房周围 X- γ 辐射剂量率在

9.8×10⁻⁸Gy/h~14.8×10⁻⁸Gy/h 之间，即 0.12μSv/h~0.18μSv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h 的要求；未曝光时，机房周围 X-γ 辐射剂量率在 9.2×10⁻⁸Gy/h~10.4×10⁻⁸Gy/h 之间，曝光状态与未曝光状态机房周围 X-γ 辐射剂量率相差不大，说明机房屏蔽效果良好。

监测时，PET/MRI 检查室的设备未安装，由于 PET/MRI 不属于射线装置，且 PET/MRI 检查室面积略大于 PET/CT 检查室，墙体、顶板、底板、观察窗和北侧防护门的屏蔽厚度相同，仅南侧防护门屏蔽厚度（7mm 铅当量）略低于 PET/CT 检查室（8mm 铅当量），因此根据 PET/CT 检查室曝光状态下（氟-18 注射病人位于检查室内）的监测结果可以保守类比 PET/MRI 检查室的屏蔽效果和辐射影响。根据表 7-3，在 PET/CT 曝光状态下 X-γ 辐射剂量率监测结果（即 0.12μSv/h~0.18μSv/h）满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的 2.5μSv/h 控制剂量率要求。

医院应在 PET/MRI 检查室的设备安装后，委托有资质的单位对检查室防护门、观察窗和墙壁外的辐射剂量率进行监测，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 7-4 PET/CT 检查区 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位名称	X-γ 辐射剂量率 (×10 ⁻⁸ Gy/h)	标准差 (×10 ⁻⁸ Gy/h)
1	PET 分装室手套箱西侧表面（人员操作位）	9.7	0.2
2	PET 分装室手套箱南侧表面	9.8	0.2
3	PET 分装室注射窗外	106.6	0.8
4	PET 分装室铅废物桶表面	28.1	0.4
5	PET 分装室东侧墙外过道	10.0	0.2
6	PET 分装室北侧防护门外	9.6	0.2
7	PET 注射室东侧墙外过道	19.2	0.3
8	PET 注射室东侧防护门外	9.3	0.3
9	PET 注射室铅废物桶表面	10.3	0.2
10	放射性药物储源库储源柜南侧表面	44.4	0.5
11	放射性药物储源库东侧传递窗外	10.6	0.3
12	放射性药物储源库南侧防护门外	9.8	0.1
13	放射性药物储源库西侧墙外缓冲区	10.1	0.2
14	PET 注射等候室西侧墙外过道	17.7	0.3

15	PET 注射等候室西侧防护门外	8.9	0.2
16	PET 留观室 01 南侧墙外过道	39.8	0.5
17	PET 留观室 01 南侧防护门外	36.4	0.3
18	PET 留观室 02 北侧墙外护士办公室	9.5	0.2
19	PET 留观室 02 南侧防护门外	13.5	0.3
20	PET 留观区西侧墙外过道	12.4	0.2
21	PET 留观区铅废物桶表面	9.1	0.2
22	放射性废物储藏室东侧墙外过道	9.9	0.2
23	放射性废物储藏室西侧防护门外	9.6	0.2
24	放射性废物储藏室放射性废物衰变箱表面	12.6	0.3
25	抢救室西侧墙外过道	9.3	0.2
26	抢救室铅废物桶表面	9.5	0.2
27	抢救室西侧防护门外	9.0	0.2
28	抢救室东侧墙北侧防护门外	9.4	0.2
29	抢救室东侧墙南侧防护门外	9.0	0.2
30	PET 检查区病人出口防护门外	9.7	0.2
31	PET 检查区病人入口防护门外	9.3	0.2
32	衰变池间南侧墙外过道	9.0	0.1
33	衰变池间南侧墙西侧防护门外	8.8	0.2
34	衰变池间南侧墙东侧防护门外	8.9	0.2
35	1 号楼北主楼楼顶核医学科排气口（1#风井）	10.4	0.2
36	1 号楼北主楼楼顶核医学科排气口（2#风井）	10.4	0.3

注：①X-γ辐射剂量率监测结果均未扣除宇宙射线响应值。②同类型屏蔽体（如四周墙体）先进行巡测，找出最大值并定点监测。

根据上表，核医学科PET/CT检查区防护门、观察窗、传递窗、墙壁外、手套箱、放射性废物暂存桶、注射窗等表面各监测点的X-γ辐射剂量率为 $8.8 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 106 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $0.11 \mu\text{Sv/h} \sim 1.27 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 控制剂量率要求。

2、β表面污染

核医学科 PET 检查区β表面污染监测结果见下表。

表 7-5 核医学科 PET 检查区β表面污染活度监测结果

序号	点位名称	β表面污染活度 (Bq/cm ²)	标准差 (Bq/cm ²)	备注
1	PET 分装室地面	0.07	0.01	控制区
2	PET 分装室南侧墙面	<0.01	/	
3	PET 分装室北侧门表面	0.05	0.01	

4	PET 分装室手套箱表面	0.01	/	
5	PET 分装室活度计表面	<0.01	/	
6	PET 分装室工作台表面	0.01	/	
7	PET 分装室注射窗（医生位）表面	0.07	0.01	
8	PET 分装室铅废物桶表面	0.03	0.01	
9	PET 注射室地面	0.12	0.01	控制区
10	PET 注射室北侧墙面	0.07	0.01	
11	PET 注射室东侧门把手	0.02	0.01	
12	PET 注射室注射窗（患者位）表面	0.02	0.01	
13	PET 注射室铅废物桶表面	0.01	/	
14	放射性药物储源库地面	0.03	/	控制区
15	放射性药物储源库西侧墙面	0.04	0.01	
16	放射性药物储源库南侧门表面	0.02	/	
17	放射性药物储源库储源柜表面	0.01	0.01	
18	放射性药物储源库传递窗表面	0.01	0.01	
19	放射性药物储源库货架表面	<0.01	0.01	控制区
20	PET 注射等候室地面	0.05	0.01	
21	PET 注射等候室东侧墙面	0.04	/	
22	PET 注射等候室西侧门表面	0.02	/	
23	PET 注射等候室座椅表面	0.02	0.01	
24	PET/CT 检查室地面	0.04	0.01	控制区
25	PET/CT 检查室西侧墙面	0.04	0.01	
26	PET/CT 检查室北侧门表面	0.02	0.01	
27	PET/CT 检查室南侧门表面	0.01	0.01	
28	PET/CT 检查室检查床表面	0.02	/	
29	PET 控制室地面	0.04	0.01	监督区
30	PET 控制室南侧墙面	0.03	0.01	
31	PET 控制室北侧墙东侧门表面	0.01	/	
32	PET 控制室北侧墙西侧门表面	0.01	/	
33	PET 控制室操作台表面	0.02	0.01	
34	PET 留观区地面	0.06	0.01	控制区
35	PET 留观区西侧墙面	0.04	/	
36	PET 留观区座椅表面	0.03	0.01	
37	PET 留观区铅废物桶表面	<0.01	/	
38	PET 留观室 01 地面	0.08	0.01	控制区
39	PET 留观室 01 西侧墙面	0.06	/	
40	PET 留观室 01 南侧门表面	0.05	/	

41	PET 留观室 01 座椅表面	0.05	/	
42	PET 留观室 02 地面	0.08	0.01	控制区
43	PET 留观室 02 东侧墙面	0.07	0.01	
44	PET 留观室 02 南侧门表面	0.03	/	
45	PET 留观室 02 座椅表面	0.04	/	
46	抢救室地面	0.03	0.01	控制区
47	抢救室南侧墙面	0.03	0.01	
48	抢救室西侧门表面	0.03	/	
49	抢救室东侧墙北侧门表面	0.03	/	
50	抢救室东侧墙南侧门表面	0.02	0.01	
51	抢救室抢救床表面	0.01	0.01	
52	抢救室铅废物桶表面	<0.01	/	
53	放射性废物储藏室地面	0.04	0.01	控制区
54	放射性废物储藏室北侧墙面	0.02	/	
55	放射性废物储藏室西侧门表面	0.04	0.01	
56	放射性废物储藏室放射性废物衰变箱表面	0.06	0.01	
57	PET/CT 专用卫生间 1 地面	0.05	0.01	控制区
58	PET/CT 专用卫生间 1 东侧墙面	0.06	0.01	
59	PET/CT 专用卫生间 1 西侧门表面	0.04	0.01	
60	PET/CT 专用卫生间 1 洗手池表面	0.13	0.01	
61	PET/CT 专用卫生间 2 地面	1.12	0.03	控制区
62	PET/CT 专用卫生间 2 东侧墙面	0.49	0.01	
63	PET/CT 专用卫生间 2 西侧门表面	0.34	0.01	
64	PET/CT 专用卫生间 2 洗手池表面	0.82	0.02	
65	患者更衣室地面	0.07	0.01	控制区
66	患者更衣室北侧墙面	0.05	/	
67	患者更衣室西侧门表面	0.05	/	
68	患者更衣室座椅表面	0.05	0.01	
69	保洁间地面	0.09	/	控制区
70	保洁间西侧墙面	0.06	0.01	
71	保洁间南侧门表面	0.06	/	
72	保洁间拖把池表面	0.23	0.01	
73	受检者通道地面	0.03	0.01	控制区
74	受检者通道北侧墙面	0.03	0.01	
75	受检者通道东侧门表面	0.01	0.01	
76	受检者通道南侧门表面	<0.01	/	
77	淋浴间地面	0.10	0.01	监督区

78	淋浴间南侧墙面	0.13	0.01	
79	淋浴间西侧门表面	0.06	0.01	
80	缓冲区地面	0.07	0.01	监督区
81	缓冲区西侧墙面	0.08	0.01	
82	缓冲区北侧门表面	0.04	0.01	
83	男更地面	0.02	/	监督区
84	男更西侧墙面	0.02	/	
85	男更南侧门表面	0.01	/	
86	女更地面	0.02	/	监督区
87	女更东侧墙面	0.01	0.01	
88	女更南侧门表面	0.02	0.01	
89	医护通道地面	0.02	/	监督区
90	医护通道北侧墙面	0.02	/	
91	医护通道西侧门表面	0.01	/	
92	医护人员入口门表面	0.01	/	
93	PET 检查区病人出口门表面	0.04	/	控制区
94	PET 检查区病人入口门表面	0.04	0.01	
95	衰变池间衰变池池壁表面	0.07	0.01	控制区
96	衰变池间南侧墙西侧门表面	0.04	/	
97	衰变池间南侧墙东侧门表面	0.04	/	

注：①同类型屏蔽体（如四周墙体）先进行巡测，找出最大值并定点监测。②“<0.01”表明低于检出限。

根据上表，核医学科 PET 检查区的控制区内各监测点 β 表面污染活度为 $<0.01\text{Bq}/\text{cm}^2\sim 1.12\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，监督区内各监测点 β 表面污染水平为 $0.01\text{Bq}/\text{cm}^2\sim 0.13\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中表面放射性污染控制水平（控制区 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、监督区 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ）的要求。

二、受照剂量

根据《实用辐射安全手册（第二版）》，职业人员和公众的年有效剂量采用下式进行计算。

$$E = D \cdot t \cdot \sum W_T \cdot \sum W_R \dots\dots\dots \text{式 7-1}$$

式中： E —人员受到的附加有效剂量，Sv/a；

D —X- γ 射线空气吸收剂量率附加值，Gy/h；

t —X- γ 年受照时间，h/a；

W_T —组织权重因数，全身为1；

W_R —辐射权重因数，本项目为1。

根据表 7-3、表 7-4 监测结果，结合表 2-2 主要环境保护目标，PET 检查区职业人员和公众受照射剂量计算结果见下表。

表 7-6 PET 检查区职业人员和公众年受照剂量情况表

保护目标		操作流程	监测点位	X-γ 辐射剂量率附加值 ^① (×10 ⁻⁸ Gy/h)	年操作时间(h)	居留因子	年受照剂量(mSv/a)	
职业人员		药物分装	手套箱西侧表面(表 7-4 中序号 1)	9.7	83.3	1	8.08E-03	9.69E-02
		药物注射	PET 分装室注射窗外(表 7-4 中序号 3)	106.6	83.3	1	8.88E-02	
		PET/CT 摆位、显像	PET/CT 检查室北侧控制室观察窗表面(表 7-3 中序号 5)	5.0	3416.6	1	1.71E-01	
公众	核医学科东侧过道	注射后候诊	PET 注射等候室西侧墙外过道(表 7-4 中序号 14) ^②	17.7	2000	1/8	4.43E-02	
	核医学科楼上	PET/CT 摆位、显像	PET/CT 检查室机房楼上 1F 急诊诊断区(表 7-3 中序号 12)	0.3	3416.6	1	1.02E-02	
	核医学科楼下		PET/CT 检查室机房楼下-2F 污被服暂存间(表 7-3 中序号 13)	0.2	2000	1/4	1.00E-03	
		核医学科南侧过道	留观	PET 留观区西侧墙外过道(表 7-4 中序号 20)	12.4	2000	1/8	3.10E-02

注：①PET/CT 检查室北侧控制室观察窗表面辐射剂量率附加值为曝光状态下的监测值减去未曝光状态下的监测值，其余监测点位附加值保守采用现状监测值。②因表 7-4 中对于同类型屏蔽体(如四周墙体)的监测是巡测后找出最大值并定点监测，故对于核医学科墙外公众的影响均保守采用定点监测的最大值。③除核医学科楼上急诊诊断区居留时间为摆位+显像的总时间，其余公众最大居留时间=8h×250 天=2000h。

核医学科 PET 检查区采用视频监控和对讲装置对患者进行注射后观察和留观，不进入观察区，因此患者注射后候诊和留观阶段不考虑职业照射。核医学科

PET 检查区采用观察窗查看和对讲装置辅助患者进行摆位，一般不进入机房，因此摆位时按职业人员位于控制室考虑其受照剂量。

根据表 7-6 可知，核医学科 PET 检查区正常运行时，职业人员年有效剂量最大为 $1.71 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，公众年有效剂量最大为 $4.43 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，分别满足职业人员年有效剂量 5mSv/a 、公众年有效剂量 0.1mSv/a 的约束值要求。

三、大气环境影响分析

本项目仅涉及使用核素氟-18，注射类药物放射性核素气溶胶挥发量很小，几乎不产生放射性废气。非密封放射性物质工作场所产生的放射性废气通过独立排风管道引至 1 号楼北主楼屋顶经活性炭过滤器过滤后排放，对周围辐射环境影响较小。PET/CT 机房设置有独立的通排风系统，产生的臭氧经通排风系统排至室外经自然稀释后对环境的影响较小。因此，本项目的运行对周围大气环境影响较小。

四、水环境影响分析

本项目放射性废水主要为病人的排泄废水和清洗废水，放射性废水由独立的排水系统排放至衰变池内暂存衰变。本项目仅涉及使用核素氟-18，放射性废水收集、暂存按照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放”执行，对水环境影响较小。医院已建立放射性废水排放台账，记录暂存起止时间、排放量等信息，并由专人管理，存档保存。

本项目医护人员产生的生活污水依托医院的污水处理站进行达标处理后，排入市政污水管网，对地表水环境影响较小。

五、固体废物环境影响分析

经现场调查，本项目放射性固废源项与环评一致。本项目在 PET 分装室、PET 注射室、PET 留观区、抢救室等房间共设置了 5 个铅废物桶用于收集放射性废物，在放射性废物暂存间设置了 2 个放射性废物衰变箱用于暂存衰变放射性废物，能够满足放射性废物收集、暂存要求。

本项目核医学科 PET 检查区仅涉及使用氟-18，含氟-18 核素的固体放射性废物暂存时间超过 30 天，经监测达标（辐射剂量率满足所处环境本底水平、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 ）后，对废物清洁解控并作为医疗废物处理。医院已建

立放射性废物处置台账，记录放射性废物产生起始日期、出库时间、责任人员和监测结果等信息，并由专人管理，存档保存。

本项目产生非放射性医疗废物包括一些药棉、纱布、手套等医用辅料，严格执行医疗垃圾转移联单制度，由有资质单位回收集中处理；工作人员产生的少量办公垃圾、生活垃圾，经垃圾收集设施统一收集后交由环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表 8 验收监测结论

验收监测结论：

本次验收内容为核医学科 PET 检查区。通过现场检查，对照环评及安分报告内容，本项目变动内容为：①PET/CT 设备间由 PET 控制室东侧调整至 PET 注射室南侧（原保洁间和病人卫生间所在位置），PET 控制室面积增大；②取消 PET 注射等候室 2，将保洁间和病人卫生间由 PET 注射室南侧调整至原 PET 注射等候室 2 所在位置；③取消 PET 分装室与 PET 注射室之间的防护门，将注射窗口调整至原防护门所在位置。④场所实体屏蔽防护参数除放射性废物暂存间东侧和北侧墙体、PET 注射后等候室西侧墙体屏蔽情况优于安分报告，其余涉放房间屏蔽防护情况不变；⑤衰变池形式与容积不变（三格并联衰变池，每格有效容积为 28.6m^3 ，三格衰变池总有效容积约 85.8m^3 ），衰变池结构由混凝土变为不锈钢，不锈钢材质本身具备不锈性和耐蚀性，可防漏防渗，其下方的基础底板为 300mm 厚防水混凝土，衰变池和衰变池间地面本身具备防渗漏能力，仍然满足本项目放射性废水暂存需求。⑥放射性废气处理措施仅房间归属排风系统调整，涉放房间风量、废气处理措施、废气排放高度、风井位置等均与环评一致，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中排风和排气口设置的要求。以上变动均不会导致不利影响加重。

除上述变动之外，本项目建设地点、射线装置类别和数量、核素种类和用量、工作方式、工艺流程、污染物产生种类、采取的污染治理和辐射安全防护措施、管理制度的制定情况等均与环评、辐射安全分析报告一致。本项目实际建成的 PET 检查区平面布置调整均集中在原辐射场所划定的控制区范围内，调整后不改变评价范围、不增加控制区、不改变人物流路径、未新增环境保护目标，因此，以上变动不属于重大变动。

根据现场调查和验收监测，可以得出以下结论：

1、经验收监测，本项目 PET/CT 正常运行时，机房周围 X- γ 辐射剂量率在 $9.8 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 14.8 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，即 $0.12\mu\text{Sv/h} \sim 0.18\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求；曝光状态与未曝光状态机房外 X- γ 辐射剂量率相差不

大，机房屏蔽防护效果良好。

2、经验收监测，核医学科 PET 检查区防护门、观察窗、传递窗、墙壁外、手套箱、放射性废物暂存桶、注射窗等表面各监测点的 X- γ 辐射剂量率为 $8.8 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 106 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $0.11 \mu\text{Sv/h} \sim 1.27 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 控制剂量率要求。

监测时，PET/MRI 检查室的设备未安装，由于 PET/MRI 不属于射线装置，且 PET/MRI 检查室面积略大于 PET/CT 检查室，墙体、顶板、底板、观察窗和北侧防护门的屏蔽厚度相同，仅南侧防护门屏蔽厚度（7mm 铅当量）略低于 PET/CT 检查室（8mm 铅当量），因此根据 PET/CT 检查室曝光状态下（氟-18 注射病人位于检查室内）的监测结果可以保守类比 PET/MRI 检查室的屏蔽效果和辐射影响。根据表 7-3，在 PET/CT 曝光状态下 X- γ 辐射剂量率监测结果（即 $0.12 \mu\text{Sv/h} \sim 0.18 \mu\text{Sv/h}$ ）满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 控制剂量率要求。医院应在 PET/MRI 检查室的设备安装后，委托有资质的单位对检查室防护门、观察窗和墙壁外的辐射剂量率进行监测，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

3、经验收监测，核医学科 PET 检查区的控制区内各监测点 β 表面污染活度为 $<0.01 \text{Bq/cm}^2 \sim 1.12 \text{Bq/cm}^2$ ，监督区内各监测点 β 表面污染水平为 $0.01 \text{Bq/cm}^2 \sim 0.13 \text{Bq/cm}^2$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中表面放射性污染控制水平（控制区 40Bq/cm^2 、监督区 4Bq/cm^2 ）的要求。

4、经计算，核医学科 PET 检查区正常运行时，职业人员年有效剂量最大为 $1.71 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，公众年有效剂量最大为 $4.43 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及环评提出的剂量约束值（职业人员 $<5 \text{mSv/a}$ 、公众 $<0.1 \text{mSv/a}$ ）的要求。

5、医院更新了辐射安全管理领导小组，负责全院的辐射安全管理工作；制定了辐射事故应急预案，建立了完善的规章制度，能够有效防止辐射事故的发生；制定了放射性废水排放台账和放射性固体废物处理台账，并由专人管理，确保污染物达标排放。辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训并经考核合格后上岗，掌握了安全防护知识和技能，具备了安全操作相应诊断设备的能力。

新建II类射线装置及核医学科应用项目（核医学科 PET 检查区）辐射防护措施落实得当，防护有效；管理规章制度、操作规程完善；职业人员及公众年有效剂量低于环评报告及批复中要求执行的《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关约束值要求。

项目环保手续齐全，工程建设与环评报告及批复、安分报告内容相符，环评及批复、安分报告提出的环保意见已较好落实，在项目正常运行的情况下，各项监测结果满足国家标准要求，对周围环境的影响在可控范围，符合《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》相关验收要求，具备建设项目竣工环境保护验收条件。建议通过竣工环境保护验收。

新建II类射线装置及核医学科应用项目（核医学科 PET 检查区）

竣工环境保护验收意见

2026年9月18日，四川泰康医院有限公司根据新建II类射线装置及核医学科应用项目（核医学科 PET 检查区）竣工环境保护验收监测报告表并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）、本项目环境影响报告表和审批部门审批决定等要求对本项目进行验收，提出意见如下：

一、工程建设基本情况

（一）建设地点、建设内容及规模

1、建设地点

四川省成都市天府新区华阳街道祥鹤一街 881 号四川泰康医院内

2、建设内容及规模

根据医院规划及项目建设进度，本次仅对核医学科 PET 检查区验收，具体建设内容为：

核医学科 PET 检查区位于 1 号楼负一层，主要辐射工作场所包括放射性药物储源库、PET 分装室、PET 注射室、PET 注射等候室、PET/CT 设备间、PET 控制室、PET/CT 检查室、PET/MRI 设备间、PET/MRI 检查室、PET 留观室（2 间）、PET 留观区、放射性废物暂存间和抢救室。同时配套建设候诊大厅、男更、女更、淋浴间、办公室等辅助用房。

核医学科 PET 检查区仅涉及使用核素氟-18，日最大操作量为 2.22×10^{10} Bq，日等效最大操作量为 2.22×10^7 Bq，年最大用量为 5.55×10^{12} Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

PET/CT 检查室室内面积 42.6m^2 ，机房净空尺寸为长 $8.03\text{m} \times$ 宽 $5.3\text{m} \times$ 高 4.8m ，其内使用 1 台 uMI PANORAMA 28C 型 PET/CT，额定管电压 140kV，额定管电流 833mA，属于III类射线装置。PET/MRI 检查室内设备目前尚未安装，不属于射线装置。

（二）建设过程及环保审批情况

四川省生态环境厅于 2021 年 1 月以《关于四川泰康西南医院有限公司成都泰康西南医院新建Ⅱ类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表的批复》（川环审批〔2021〕3 号）对该项目进行了批复，核医学科 PET 检查区于 2025 年 1 月取得《辐射安全许可证》并于 2025 年 4 月投入运行，辐射安全与防护设施同时投入运行。

本项目从取得辐射安全许可证至调试过程中无环境投诉、违法或处罚记录等情况。

（三）投资情况

本项目总投资约 3500 万元，环保投资 109.5 万元，占总投资的 3.13%。

二、辐射安全与防护设施建设情况

（一）辐射安全与防护设施建设情况

本项目辐射工作场所屏蔽体厚度均满足辐射防护要求，对电离辐射起到了有效的屏蔽作用，设置了相应的电离辐射警示标志和门禁等措施，划定了控制区、监督区管理，限制了无关人员的进入，保证了工作人员及公众的安全。

本项目建设执行了“三同时”管理制度，本项目的设计文件、环境影响报告表及批复文件提出的辐射安全与防护措施均已建设完成。

（二）辐射安全与防护措施和其他管理要求落实情况

根据验收调查，本项目的设计文件、环境影响报告表及批复文件提出的辐射安全与防护措施和其他管理要求，均已落实。

三、工程变动情况

本次验收内容为已批复的核医学科 PET 检查区。通过现场检查，项目现已运行部分的建设地点、建设内容及规模、射线装置类别和数量、工作方式、工艺流程、污染物产生种类、采取的污染治理和辐射安全防护措施、管理制度的制定情况等均与环评、辐射安全分析报告一致，核素种类和用量不大于环评批复的核素的种类和数量，无重大变动。

四、工程建设对环境的影响

（一）经验收监测，本项目 PET/CT 正常运行时，机房周围 X- γ 辐射剂量率在 $9.8 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 14.8 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 之间，即 $0.12 \mu\text{Sv/h} \sim 0.18 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射

防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求；曝光状态与未曝光状态机房外X- γ 辐射剂量率相差不大，机房屏蔽防护效果良好。

（二）经验收监测，核医学科 PET 检查区防护门、观察窗、传递窗、墙壁外、手套箱、放射性废物暂存桶、注射窗等表面各监测点的 X- γ 辐射剂量率为 $8.8\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 106\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，即 $0.11\mu\text{Sv/h}\sim 1.27\mu\text{Sv/h}$ ，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 控制剂量率要求。

监测时，PET/MRI 检查室的设备未安装，由于 PET/MRI 不属于射线装置，且 PET/MRI 检查室面积略大于 PET/CT 检查室，墙体、顶板、底板、观察窗和北侧防护门的屏蔽厚度相同，仅南侧防护门屏蔽厚度（7mm 铅当量）略低于 PET/CT 检查室（8mm 铅当量），因此根据 PET/CT 检查室曝光状态下（氟-18 注射病人位于检查室内）的监测结果可以保守类比 PET/MRI 检查室的屏蔽效果和辐射影响。根据表 7-3，在 PET/CT 曝光状态下 X- γ 辐射剂量率监测结果（即 $0.12\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$ ）满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 控制剂量率要求。医院应在 PET/MRI 检查室的设备安装后，委托有资质的单位对检查室防护门、观察窗和墙壁外的辐射剂量率进行监测，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

（三）经验收监测，核医学科 PET 检查区的控制区内各监测点 β 表面污染活度为 $<0.01\text{Bq/cm}^2\sim 1.12\text{Bq/cm}^2$ ，监督区内各监测点 β 表面污染水平为 $0.01\text{Bq/cm}^2\sim 0.13\text{Bq/cm}^2$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中表面放射性污染控制水平（控制区 40Bq/cm^2 、监督区 4Bq/cm^2 ）的要求。

（四）经计算，核医学科 PET 检查区正常运行时，职业人员年有效剂量最大为 $1.71\times 10^{-1}\text{mSv/a}$ ，公众年有效剂量最大为 $4.43\times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及环评提出的剂量约束值（职业人员 $<5\text{mSv/a}$ 、公众 $<0.1\text{mSv/a}$ ）的要求。

五、验收结论

四川泰康医院有限公司认真履行了本项目的环境保护审批和许可手续，落实了环评文件及其批复的要求，严格执行了环境保护“三同时”制度，相关的验收文

档资料齐全，辐射安全与防护设施及措施运行有效，对环境的影响符合相关标准要求。

综上所述，验收组一致同意新建II类射线装置及核医学科应用项目（核医学科 PET 检查区）通过竣工环境保护验收。

六、后续要求

应进一步完善辐射安全管理制度，加强辐射安全管理，运营过程中认真落实污染控制措施。认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。加强运营期衰变池辐射水平监测，发现问题及时解决，加强辐射环境档案管理。

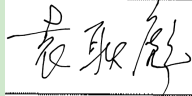
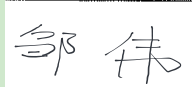
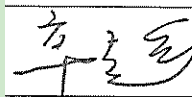
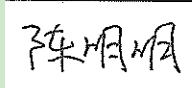
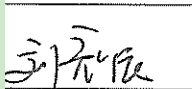
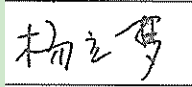
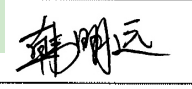
七、验收人员信息

参加验收的单位及人员名单、验收负责人（建设单位），验收人员信息见附表。



新建II类射线装置及核医学科应用项目（核医学科 PET 检查区）

竣工环境保护验收工作组成员签字表

姓名		工作单位	职务/职称	身份证号码	电话	签字	备注
组长	郭伟昌	四川泰康医院有限公司	医疗副院长				建设单位
副组长	袁耿彪	四川泰康医院有限公司	科主任				建设单位
成员	胡永超	四川泰康医院有限公司	部门负责人				建设单位
	邹伟	四川泰康医院有限公司	主管护师				建设单位
	辛超	四川省环境科学学会	高工				特邀专家
	陈明明	四川省辐射站	高工				
	刘育辰	四川省核工业辐射测试防护院 (四川省核应急技术支持中心)	高工				环评单位
	杨立梦	四川省自然资源实验测试研究中心 (四川省核应急技术支持中心)	高工				验收监测表 编制单位
	韩明远	四川省自然资源实验测试研究中心 (四川省核应急技术支持中心)	高工				验收监测 单位