漳州圆山医院（原漳州九龙江医院）核技术利用项目（二期）竣工环境保护验收监测报告表

（公开本）

建设单位：漳州圆山医院有限公司

编制单位：江苏辐环环境科技有限公司

2026 年 11 月

黄惠娜_漳州圆山医院00715_黄惠娜_漳州圆山医院00715

表一　项目基本情况

<table>
<tr><td>建设项目名称</td><td colspan="5">漳州圆山医院（原漳州九龙江医院）核技术利用项目（二期）</td></tr>
<tr><td>建设单位名称</td><td colspan="5">漳州圆山医院有限公司</td></tr>
<tr><td>项目性质</td><td colspan="5">☑新建　　□改建　　□扩建</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="5">福建省漳州市漳州高新区圆山大道 999 号</td></tr>
<tr><td rowspan="3">源项</td><td colspan="2">放射源</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">非密封放射性物质</td><td colspan="3">使用放射性核素 ^{18}F、^{89}Sr、^{99m}Tc、^{153}Sm，属于乙级非密封放射性物质工作场所</td></tr>
<tr><td colspan="2">射线装置</td><td colspan="3">使用 1 台 PET/CT，属于 III 类射线装置；使用 1 台 SPECT/CT，属于 III 类射线装置</td></tr>
<tr><td>建设项目环评批复时间</td><td>2025 年 1 月 3 日</td><td>开工建设时间</td><td colspan="3">2025 年 2 月</td></tr>
<tr><td>取得辐射安全许可证时间</td><td>2026 年 8 月 31 日</td><td>项目投入运行时间</td><td colspan="3">未运行</td></tr>
<tr><td>辐射安全与防护设施投入运行时间</td><td>2026 年 8 月 31 日</td><td>验收现场监测时间</td><td colspan="3">2026 年 10 月 19 日</td></tr>
<tr><td>环评报告表
审批部门</td><td>福建省生态环境厅</td><td>环评报告表
编制单位</td><td colspan="3">江西省地质局实验测试大队</td></tr>
<tr><td>辐射安全与防护设施设计单位</td><td>中元（厦门）工程设计研究院有限公司</td><td>辐射安全与防护设施施工单位</td><td colspan="3">漳州市建筑工程有限公司</td></tr>
<tr><td>投资总概算</td><td>25200 万元</td><td>辐射安全与防护设施投资总概算</td><td>4200 万元</td><td>比例</td><td>16.67%</td></tr>
<tr><td>实际总概算</td><td>3081.85 万元（本次验收项目）</td><td>辐射安全与防护设施实际总概算</td><td>848 万元（本次验收项目）</td><td>比例</td><td>27.52%</td></tr>
<tr><td>验收依据</td><td colspan="5">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》，2026 年 3 月 13 日发布，2026 年 8 月 15 日起施行；</td></tr>
</table>

	（2）《建设项目环境保护管理条例》（2017修改版），1998年11月29日国务院令第253号发布，根据2017年7月16日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令第682号）修订，2017年10月1日发布施行； （3）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修订），2005年9月14日国务院令第449号公布，根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第709号）修订，2019年3月2日起施行； （4）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正版），2006年1月18日国家环境保护总局令第31号公布，2021年1月4日经《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令第20号）修改，自2021年1月4日起施行； （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，国家环境保部令第18号，2011年5月1日施行； （6）《关于发布<射线装置分类>的公告》（2026年修订版），生态环境部、国家卫生健康委公告2026年公告第44号公布，自2026年10月15日起施行； （7）《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； （8）《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》，闽环保辐射〔2013〕10号，2013年3月15日印发； （9）《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评〔2017〕4号，2017年11月22日起施行； （10）《关于印发<污染影响类建设项目重大变动清单（试行）>的通知》，环办环评函〔2020〕688 号文，生态环境部，2020 年 12 月 12 日发布； （11）《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，生态环境部，2025 年 8 月 29 日发布。

2、建设项目竣工环境保护验收技术标准

（1）《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20号）；

（2）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

（3）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

（4）《表面污染测定 第1部分：β发射体（$E_{\beta max}$＞0.15 MeV）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）

（5）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

（6）《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）；

（7）《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）；

（8）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）

（9）《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）

（10）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）；

（11）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）。

3、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定

（1）《漳州九龙江医院核技术利用项目环境影响报告表》

（2）《福建省生态环境厅关于批复漳州九龙江医院核技术利用项目环境影响报告表的函》（闽环辐评〔2025〕1号）

4、其他相关文件

（1）项目委托书；

（2）环境影响报告表主要内容及批复文件；

（3）辐射安全许可证正副本复印件；

（4）漳州圆山医院关于成立辐射安全与环境保护管理小组的通知；

（5）漳州圆山医院辐射安全管理制度及辐射事故应急处理预案；

（6）本项目验收检测报告、检测单位CMA资质证书及附表；

（7）辐射工作人员辐射安全培训考核证书；

（8）辐射工作人员最近一次职业健康体检报告；

（9）辐射工作人员2026年第2-3季度期间的个人剂量检测报告；

（10）公司名称变更公告函。

验收执行标准	**（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）** **①剂量限值** 本项目辐射工作人员及公众的年照射剂量限值，见表 1-1： 表 1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	剂量限值
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： 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	实践使公众有关关键人群组的成员所受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，则某一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

②辐射管理分区

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

③工作场所分级

非密封源工作场所的分级应按附录 C（标准的附录 C）的规定进行。

C1 非密封源工作场所的分级

应按表 1-2 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 1-2 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4\times10^9$
乙	2×10^7~4×10^9
丙	豁免活度值以上~2×10^7

C2 放射性核素的日等效操作量的计算

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)与该核素毒性因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。

$$\text{放射性核素的日等效操作量} = \frac{\text{放射性核素的实际日操作量}\times\text{核素毒性因子}}{\text{与操作方式有关的修正因子}} \quad \text{（式 1-1）}$$

放射性核素的毒性组别修正因子见表 1-3，与操作方式有关的修正因子见表 1-4。

表 1-3 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 1-4 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	毒性组别修正因子			
	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	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

④表面污染控制水平

表 1-5 工作场所放射性表面污染控制水平（单位：Bq/cm^2）

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				

（2）清洁解控水平推荐值

根据 GB18871-2002 中 4.2.5.2 的原则，将其附录 A 所给出的豁免水平作为清洁解控水平的取值依据，由此得出本项目放射性核素的清洁解控水平推荐值，列于表 1-6 中。

表 1-6 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
1×10^3	^{89}Sr
1×10^4	^{99m}Tc
1×10^2	^{153}Sm
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。	

（3）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）

4.4 剂量限值与剂量约束值

4.4.1 剂量限值

核医学工作人员职业照射剂量限值应符合GB 18871附录B中B1.1的相关规定，核医学实践使公众成员所受到的剂量照射限值应符合GB 18871附录B中B1.2的相关规定。

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过5mSv/a；

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。

4.4.3 放射性表面污染控制水平

核医学工作场所的放射性表面污染控制水平按照GB 18871执行。

6 工作场所的辐射安全与防护

6.1 屏蔽要求

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面30cm处的周围剂量当量率应小于2.5μSv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于10μSv /h。

6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、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。

6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面30 cm处的周围剂量当量率小于2.5μSv/h。

6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。

（4）《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）

（5）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）

（6）《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）

本项目不使用α核素，污水排放放射性，在衰变池排放口执行“**总β≤10Bq/L**”的要求。

（7）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

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、改建和扩建项目和技术改造、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 1-7 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 [d]（m^2）	机房内最小单边长度 [e]（m）
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
[d]机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。 [e]机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。		

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。

表 1-8（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）	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：

b）CT机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔CBCT和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h。

（8）《福建省生态环境厅关于批复漳州九龙江医院核技术利用项目环境影响报告表的函》（闽环辐评〔2025〕1 号）

（9）辐射剂量管理限值

本次竣工环保验收项目管理目标为：

1）辐射剂量率管理限值

a. 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不大于 2.5μSv/h，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；

b. 放射性药物合成和分装的箱体、注射窗外表面 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；

c. 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外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。

2）年受照剂量管理限值

职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

表二　项目建设情况

项目建设内容：

1、项目概况

漳州圆山医院原名为漳州九龙江医院，由于医院发展需要，漳州九龙江医院有限公司工商登记名称从2025年6月17日正式变更为漳州圆山医院有限公司（公司名称变更公告见附件10）。漳州圆山医院坐落于漳州高新区南湖“双创”片区，占地164.8亩，总建筑面积22万平方米，医院首批开设36个临床/医技科室，涵盖肿瘤、肝胆、妇产、神经外科等领域，规划床位1000张，一期开放床位300张，设计日门诊服务量5500人次、急诊服务量600人次，致力于打造辐射闽南地区的高水平健康服务枢纽。

为满足患者的就医需求，提升当地和周边区域群众的医疗服务水平，漳州圆山医院于2024年12月委托有资质单位编制了《漳州九龙江医院核技术利用项目环境影响报告表》（环境影响报告表主要内容见附件2），并于2025年1月3日取得了福建省生态环境厅的批复（批复文号：闽环辐评〔2025〕1号），批复文件见附件2。环评具体内容如下：

（一）放射治疗

拟在地下室放疗科建设3间直线加速器机房，每间机房使用1台医用电子直线加速器（X射线≤15MV，电子线≤22MeV），同时配套建设2间CT模拟定位机房，使用2台CT模拟定位机。

（二）介入治疗

1、数字减影血管造影机（DSA）

拟在门急诊医技楼一楼急诊影像科建设1间DSA机房，使用1台DSA；拟在门急诊医技楼三楼建设2间复合手术室，使用2台DSA和2台移动CT机。

2、内镜逆行胰胆管造影机（ERCP）

拟在住院楼二楼内镜中心建设1间ERCP机房，使用1台ERCP。

（三）核医学科

拟在地下室建设核医学科项目，主要包括核素治疗区域、PET/CT和SPECT/CT检查区域、衰变间。

1.核素治疗区域

位于核医学科北侧，主要包括使用 Lu-177 开展胃肠胰腺神经内分泌肿瘤/前列腺癌治疗；使用 I-131 开展甲癌治疗、甲亢治疗、甲状腺功能测定。核素治疗区域日等效最大操作量为 3.516E+9Bq。

2.PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域

PET/CT 检查区域：拟使用 1 台 PET/CT 机，配套使用 F-18 核素开展医学影像诊断，使用 2 枚 Ge-68 放射源用于校准；SPECT/CT 检查区域：拟使用 1 台 SPECT/CT 机，配套使用 Tc-99m 核素开展显像诊断，使用 Sr-89、Sm-153 核素开展骨转移癌治疗，使用 P-32 非密封放射性物质和 1 枚 Sr-90 放射源开展敷贴治疗。PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域日等效最大操作量为 4.71E+8Bq。

3.放射性废水衰变间

放射性废水衰变间位于核素治疗区域北侧，主要设置 2 套独立的槽式放射性废水衰变池。

2026 年 4 月 9 日，医院取得了该项目 1 台医用电子直线加速器、1 台 CT 模拟定位机、1 台 DSA 机的许可，并于 2026 年 6 月 14 日通过了自主验收。2026 年 8 月 31 日，医院取得了该项目核医学科使用 ^{90}Sr 放射源、使用放射性核素 ^{177}Lu、^{131}I、^{18}F、^{89}Sr、^{99m}Tc、^{32}P、^{153}Sm、1 台 PET/CT 和 1 台 SPECT/CT 的许可，医院辐射安全许可证正副本见附件 3，证书编号：闽环辐证[00589]，许可种类和范围：使用 V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，有效期至：2030 年 7 月 24 日。该项目属于分期建设项目，一期已建成并验收 1 台医用电子直线加速器、1 台 CT 模拟定位机、1 台 DSA 机，本次二期已建成 PET/CT 检查区、SPECT/CT 检查区（统称为核医学科门诊诊疗区域）和放射性废水衰变间，其他项目暂未建成。

根据国家有关环保法律法规对建设项目竣工环境保护验收的规定和要求，2026年9月漳州圆山医院有限公司委托江苏辐环环境科技有限公司对该院已建设完成的核医学科门诊诊疗区域（包括PET/CT检查区域和SPECT/CT检查区域）进行竣工环境保护验收（委托书见附件1）。接受委托后，我公司依据环评文件、批复意见，并按照国环规环评〔2017〕4号要求，对该项目环境影响评价情况、环境保护措施落实情况、环境管理及现场等情况进行了调查，根据现场调查和监测结果，编制完成《漳州圆山医院（原漳州九龙江医院）核技术利用项目（二期）竣工环境保护验收监测报告表》。

本次竣工环保验收项目基本信息表见表2-1，验收内容和环评阶段对照一览表见表2-2。

表 2-1　本次竣工环保验收项目基本信息表

建设单位	漳州圆山医院有限公司		
通讯地址	福建省漳州市漳州高新区圆山大道 999 号		
法人代表	戴秋洁	**邮编**	363000
联系人	文奇伟	**联系电话**	
项目名称	漳州圆山医院（原漳州九龙江医院）核技术利用项目（二期）		
项目建设地点	福建省漳州市漳州高新区圆山大道 999 号		
建设性质	新建		
环评单位	江西省地质局实验测试大队	**环评时间**	2024 年 12 月
审批部门	福建省生态环境厅	**审批时间**	2025 年 1 月 3 日
批准文号	闽环辐评〔2025〕1 号		

表 2-2-1　环评审批情况和实际建设情况工程规模对照一览表

验收内容	环评审批情况	实际建设情况	验收情况
工程规模	**1.放射治疗：** 拟在地下室放疗科建设 3 间直线加速器机房，每间机房使用 1 台医用电子直线加速器（X 射线≤15MV，电子线≤22MeV），同时配套建设 2 间 CT 模拟定位机房，使用 2 台 CT 模拟定位机。	**1.放射治疗：** 1#直线加速器机房已配备 1 台直线加速器，1#CT 模拟定位机房已配备 1 台 CT 模拟定位机，其余区域暂未建成或安机。	已于 2026 年 6 月 14 日通过自主验收，不属于本次验收内容。
	2.介入治疗： （1）拟在门急诊医技楼一楼急诊影像科建设 1 间 DSA 机房，使用 1 台 DSA；拟在门急诊医技楼三楼建设 2 间复合手术室，使用 2 台 DSA 和 2 台移动 CT 机。	**2.介入治疗：** 门急诊医技楼一楼急诊影像科 DSA 机房已配备 1 台 DSA 机。其余区域暂未建成或安机。	已于 2026 年 6 月 14 日通过自主验收，不属于本次验收内容。

	（2）拟在住院楼二楼内镜中心建设1间ERCP机房，使用1台ERCP。		
	3.核医学科：	**3.核医学科：**	本次分期验收
	（1）核素治疗区域主要包括使用Lu-177开展胃肠胰腺神经内分泌肿瘤/前列腺癌治疗；使用I-131开展甲癌治疗、甲亢治疗、甲状腺功能测定。核素治疗区域日等效最大操作量为3.516E+9Bq。	（1）核素治疗区域未建成。	未建成，不属于本次验收内容。
	（2）PET/CT检查区域拟使用1台PET/CT机，配套使用F-18核素开展医学影像诊断，使用2枚Ge-68放射源用于校准；SPECT/CT检查区域：拟使用1台SPECT/CT机，配套使用Tc-99m核素开展显像诊断，使用Sr-89、Sm-153核素开展骨转移癌治疗，使用P-32非密封放射性物质和1枚Sr-90放射源开展敷贴治疗。PET/CT和SPECT/CT检查区域日等效最大操作量为4.71E+8Bq。	（2）PET/CT检查区域已配备1台PET/CT机，配套使用F-18核素开展医学影像诊断和校准；SPECT/CT检查区域已配备1台SPECT/CT机，配套使用Tc-99m核素开展显像诊断，使用Sr-89、Sm-153核素开展骨转移癌治疗。PET/CT和SPECT/CT检查区域日等效最大操作量为4.49E+8Bq。敷贴治疗项目未建成。PET/CT使用F-18校准，不配备Ge-68放射源。	本次分期验收，验收内容包含：PET/CT检查区域使用1台PET/CT机，配套使用F-18核素开展医学影像诊断和校准；SPECT/CT检查区域使用1台SPECT/CT机，配套使用Tc-99m核素开展显像诊断，使用Sr-89、Sm-153核素开展骨转移癌治疗。
	（3）放射性废水衰变间位于核素治疗区域北侧，主要设置2套独立的槽式放射性废水衰变池。	（3）放射性废水衰变间设置2套独立的槽式放射性废水衰变池，其中1套为本项目配套的短半衰期衰变池。	分期验收，本次验收配套的短半衰期衰变池。

表2-2-2　本次验收项目环评审批情况和实际建设情况对照一览表

验收内容	环评审批情况		实际建设情况	是否一致
本次验收设备技术参数	PET/CT	最大管电压：≤150kV，最大管电流：≤1000mA	最大管电压：140kV，最大管电流：833mA	最大管电压和管电
	SPECT/CT	最大管电压：≤150kV，	最大管电压：140kV，	

		最大管电流：≤1000mA		最大管电流：440mA		流小于环评参数
本次验收非密封放射性物质工作场所最大操作量	PET/CT 检查区域	^{18}F 日最大操作量为 $4.44\times10^{10}Bq$，年最大操作量为 $1.11\times10^{13}Bq$，日等效最大操作量为 $1.443\times10^{7}Bq$	总日等效最大操作量为 $4.49\times10^{8}Bq$，为乙级非密封放射性物质工作场所	^{18}F 日最大操作量为 $4.44\times10^{10}Bq$，年最大操作量为 $1.11\times10^{13}Bq$，日等效最大操作量为 $1.443\times10^{7}Bq$	总日等效最大操作量为 $4.49\times10^{8}Bq$，为乙级非密封放射性物质工作场所	一致
	SPECT/CT 检查区域	^{9m}Tc 日最大操作量为 $2.775\times10^{10}Bq$，年最大操作量为 $6.938\times10^{12}Bq$，日等效最大操作量为 $2.775\times10^{7}Bq$		^{99m}Tc 日最大操作量为 $2.775\times10^{10}Bq$，年最大操作量为 $6.938\times10^{12}Bq$，日等效最大操作量为 $2.775\times10^{7}Bq$		
		^{89}Sr 日最大操作量为 $3.7\times10^{8}Bq$，年最大操作量为 $3.7\times10^{10}Bq$，日等效最大操作量为 $3.7\times10^{7}Bq$		^{89}Sr 日最大操作量为 $3.7\times10^{8}Bq$，年最大操作量为 $3.7\times10^{10}Bq$，日等效最大操作量为 $3.7\times10^{7}Bq$		
		^{153}Sm 日最大操作量为 $3.7\times10^{9}Bq$，年最大操作量为 $3.7\times10^{11}Bq$，日等效最大操作量为 $3.7\times10^{8}Bq$		^{153}Sm 日最大操作量为 $3.7\times10^{9}Bq$，年最大操作量为 $3.7\times10^{11}Bq$，日等效最大操作量为 $3.7\times10^{8}Bq$		
本次验收设备工作场所	PET/CT	地下一层核医学科 PET/CT 检查区域		地下一层核医学科 PET/CT 检查区域		一致
	SPECT/CT	地下一层核医学科 SPECT/CT 检查区域		地下一层核医学科 SPECT/CT 检查区域		
	放射性废水衰变间	地下一层核医学科核素治疗区域北侧		地下一层核医学科核素治疗区域北侧		

2、地理位置及平面布置

漳州圆山医院位于福建省漳州市漳州高新区圆山大道 999 号，医院地理位置示意图见附图 1。医院东侧为荔枝海生态保护公园，南侧为医疗康氧用地及荔枝海生态保护公园，西侧为西环城路，北侧为圆山大道，医院总平面布置及周围环境见附图 2。

医院核医学科位于地下一层，核医学科东侧 50m 调查范围依次为新风机房、放疗科候诊区、楼梯及走道等，南侧 50m 调查范围依次为排风机房、排烟井、走道、楼梯，西侧 50m 调查范围依次为配电间、楼梯、污泵间、医疗街等，北侧 50m 调查范围依次为地下停车场，楼上依次为门急诊医技楼一楼急救大厅、道路、草坪，楼下为土层。整个核医学科场所由北向南分为衰变间、核素治疗区域、PET/CT 检查区域与 SPECT/CT 检查区域，其中 PET/CT 检查区域与 SPECT/CT 检查区域统称为门诊

诊疗区域。本次竣工环保验收的 PET/CT 检查区域及周围环境现状见图 2-1-1，SPECT/CT 检查区域及周围环境现状见图 2-1-2，放射性废水衰变间现状见图 2-1-3，核医学科周围环境现状见图2-1-4。医院地下一层核医学科平面布置示意图见附图3。

本次竣工环保验收项目周围 50m 调查范围内无居民区、学校等环境敏感点，周围环境保护目标主要是本项目辐射工作人员以及评价范围内医院内的其他医护人员等工作人员、病患及陪同家属等流动人员。本次竣工环保验收项目环境保护目标验收阶段与环评阶段对比表分别见表 2-3。

表 2-3　本项目验收阶段与环评阶段环境保护目标对比表

环评阶段				验收阶段			是否一致
人员类别	保护目标	方位	距机房距离	保护目标	方位	距机房距离	
辐射工作人员	PET/CT 检查区域分装室、注射室、储源室、废物室、PET/CT 扫描间及控制廊、洁具间、污物暂存间、洗消间，SPECT/CT 检查区域分装室、注射室、储源室、废物室、运动负荷兼抢救室、SPECT/CT 扫描间及控制廊、洁具间、污物暂存间	场所内	相邻	PET/CT 检查区域分装室、注射室、储源室、废物室、PET/CT 扫描间及控制廊、洁具间、污物暂存间、洗消间，SPECT/CT 检查区域分装室、注射室、储源室、放射性废物暂存间、抢救室、SPECT/CT 扫描间及控制廊、洁具间、污物暂存间	场所内	相邻	一致
公众	新风机房、放疗科候诊区、楼梯及走道等	东侧	相邻	新风机房、放疗科候诊区、楼梯及走道等	东侧	相邻	一致
	排风机房、排烟井、走道、楼梯等	南侧	相邻	排风机房、排烟井、走道、楼梯等	南侧	相邻	一致
	配电间、楼梯、污泵间、医疗街等	西侧	相邻	配电间、楼梯、污泵间、医疗街等	西侧	相邻	一致
	地下停车场	北侧	相邻	地下停车场	北侧	相邻	一致
	急救大厅、楼道、医院内部道路及草坪	正上方	相邻	急救大厅、楼道、医院内部道路及草坪	正上方	相邻	一致

本次竣工环保验收的核医学科工作场所周围保护目标验收阶段时的规模与环评

阶段时一致。

3、项目变动情况

对照《关于印发<污染影响类建设项目重大变动清单（试行）>的通知》（环办环评函〔2020〕688 号文）和《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）中重大变动清单内容，本次竣工环保验收项目的变动情况不属于重大变动。本项目变动情况与环办辐射函〔2025〕313 号重大变动清单对照结果见表 2-4。

4、辐射安全与防护设施实际总投资

本次竣工环保验收项目实际总投资额约 3081.85 万元，其中环保投资额 848 万元，环保投资占总投资额约 27.52%。本次竣工环保验收项目辐射安全与防护设施具体环保投资详见表 2-5。

表 2-5　环保投资一览表

序号	本次验收的核医学科项目	投资金额（万元）
1	机房的土建和防护施工（包含辐射防护涂料、铅门、铅玻璃窗等）	700
2	辐射安全装置和保护措施（电离辐射警告标志、工作状态指示灯、监控及对讲装置等）	15
3	辐射防护用品（铅衣、铅帽、铅围脖、铅手套等）	5
4	通风系统	90
5	个人剂量监测、职业健康体检、辐射安全与防护考核	3
6	辐射监测仪器	30
7	辐射安全规章制度上墙、环境影响评价、竣工环保验收	5
合计		848

源项情况：

一、辐射污染源

1、辐射

放射性药物在分装、注射等过程中，以及给药后病人在候诊、扫描、留观等过程中，由于核素的持续衰变产生的γ射线，将会造成医务人员及公众的外照射。此外，PET/CT、SPECT/CT 在诊断过程中 CT 运行会产生 X 射线外照射。

本次竣工环保验收项目的非密封放射性核素的相关属性见表 2-6。

表 2-6 本次竣工环保验收项目的非密封放射性核素的相关属性

核素名称	物理状态	半衰期	毒性级别	衰变模式	主要射线和能量（MeV）
^{18}F	液态	109.8min	低毒	β^+，EC	γ：0.511
^{99m}Tc	液态	6.02h	低毒	β^-、IT	γ：0.1405，0.14263
^{89}Sr	液态	50.5d	中毒	β^-	β：1.488
^{153}Sm	液态	1.95d	中毒	β^-	γ：0.1032，β：0.702

本次竣工环保验收的非密封放射性物质的使用量、操作方式等具体见表 2-7。根据医院提供资料，本项目使用放射性药物 ^{18}F、^{99m}Tc、^{89}Sr、^{153}Sm 均为外部订购。建设单位根据预约病人的数量订购相应的放射性药物，由供药商在约定时间内送药。项目使用非密封性放射性药物核素种类和使用量见表 2-7。

表 2-7　非密封性放射性药物核素种类和使用量情况

场所名称	核素名称	用途	操作方式	方式修正因子	单人最大用量（mCi）	单日最大病人数量	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）
核医学科 PET/CT 检查区域	^{18}F	显像诊断	源的贮存	100	10	30	3.33×10^{10}	3.33×10^{6}
			很简单操作	10			1.11×10^{10}	1.11×10^{7}
核医学科 SPECT/CT 检查区域	^{99m}Tc	显像诊断	很简单操作	10	25	30	2.775×10^{10}	2.775×10^{7}
	^{89}Sr	骨癌治疗	简单操作	1	5	2	3.7×10^{8}	3.7×10^{7}
	^{153}Sm	骨癌治疗	简单操作	1	50	2	3.7×10^{9}	3.7×10^{8}
合计								4.49×10^{8}

注：①*由于 PET 显像用放射性核素中 ^{18}F 半衰期仅 109.8min，考虑其衰变较快，每次按实际注射量 4 倍备药，实际日最大注射量为 300mCi（1.11E+10Bq），则备药量为 1200mCi；

②^{99m}Tc 显像、^{18}F 显像与 ^{89}Sr、^{153}Sm 骨转移癌治疗周一至周五开展，^{89}Sr、^{153}Sm 骨转移癌治疗和 ^{99m}Tc 显像采用错峰方式，先进行 ^{89}Sr、^{153}Sm 骨转移癌治疗，再进行 ^{99m}Tc 显像。

2、β表面污染

工作人员在放射性药物操作过程中，可能会发生药物撒落事故，对工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等产生放射性沾污，本次验收核医学科门诊诊疗区域工作场所无α衰变核素，无需考虑α表面污染，仅需考虑β表面污染。

3、放射性固体废物

^{18}F、^{99m}Tc、^{89}Sr、^{153}Sm 放射性药物操作过程中，会产生放射性固体废物，如一次性注射器、西林瓶、手套、擦拭废纸及患者使用的一次性杯子等沾有微量放射性核素的废物，以及核医学科工作场所和分装热室通风系统内更换下来的废活性炭过滤吸附材料等带微量放射性核素的固体废弃物。

4、放射性废水

^{18}F、^{99m}Tc 放射性药物操作过程中，会产生放射性废水，包括：擦拭冲洗受放射性核素污染物品用水、操作人员进行放射性核素操作后洗手用水、用药患者的排泄物和冲洗水等。^{89}Sr、^{153}Sm 放射性药物用于门诊治疗，患者给药后即可离院，所用药物为外购成品针剂，院内无需分装，因此不产生放射性废水。

5、放射性废气

放射性药物操作过程中由于空气的流动可能挥发出微量放射性废气。

二、非辐射污染源

1、废气

项目运行期产生的废气主要为 PET/CT、SPECT/CT 装置运行时产生的 X 射线与空气发生相互作用产生的微量臭氧和氮氧化物。

2、固体废物

项目运行期产生的固体废物主要为生活垃圾。

3、废水

项目运行期产生的废水主要为生活污水。

4、噪声

项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声。

工程设备与工艺分析：

一、工程设备

1、PET/CT

PET/CT 全称为正电子发射断层与计算机断层诊断技术，是将 PET 与 CT 融为一体，由 PET 提供病灶详尽的功能与代谢等分子信息，而 CT 提供病灶的精确解剖定位，一次显像可获得全身各方位的断层图像，具有灵敏、准确、特异及定位精确等特点，可一目了然的了解全身整体状况，达到早期发现病灶和诊断疾病的目的。

PET 系统的主要部件包括机架、环形探测器、符合电路、检查床及工作站等。探测系统是整个正电子发射显像系统中的主要部分，它采用的块状探测结构有利于消除散射、提高计数率。许多块结构组成一个环，再由数十个环构成整个探测器。

PET/CT 由正电子发射断层成像（PET）和 X 射线断层成像扫描（CT）组成，使用同一个检查床和 PET 图像与 CT 图像融合对位工作站，同时具有 PET 与 CT 功能，同时利用 PET 和 CT 进行临床疾病的诊断。本次验收的 uMI Panorama 28C 型 PET/CT 现场照片见图 2-4。

	
PET/CT 外观图	PET/CT 铭牌

图 2-4　本次验收的 uMI Panorama 28C 型 PET/CT 现场照片

2、SPECT/CT

SPECT/CT 主要由三部分组成，即探头、旋转运动机架、计算机及其辅助设备。探头部分主要由准直器、晶体、光导、光电倍增管、模拟定位计算电路组成。SPECT/CT 自身带有一个 CT 球管，同时获得 CT 解剖图像，与 SPECT 核素扫描获得的功能影像，进行图像融合，从而得到功能-解剖图像，有利于对疾病作出全面、准确的判断。本次验收的 NM/CT870 DR 型 SPECT/CT 现场照片见图 2-5。

	
SPECT/CT 外观图	SPECT/CT 铭牌

图 2-5　本次验收的 NM/CT870 DR 型 SPECT/CT 现场照片

2、工作方式

本次验收的 uMI Panorama 28C 型 PET/CT，使用放射性药物 ^{18}F 开展显像检查，辐射工作人员在控制廊内通过控制系统操作设备开展放射诊断，其采取的是隔室操作的工作方式。本次验收的 NM/CT870 DR 型 SPECT/CT，使用放射性药物 ^{99m}Tc 开展显像检查，辐射工作人员在控制廊内通过控制系统操作设备开展放射诊断，其采取的是隔室操作的工作方式。

3、工作原理

（1）PET/CT 显像诊断（^{18}F）

PET（Positron Emission Tomography，正电子发射型计算机断层显像）是利用 ^{18}F 等正电子核素标记或合成相应的显像剂，引入机体后定位于靶器官，这些核素在衰变过程中发射正电子，这种正电子在组织中运行很短距离后，即与周围物质中的负电子相互作用，发生湮没辐射，发射出方向相反、能量相等（511keV）的两个光子。PET 显像是采用一系列成对的互成 180°排列并与符合线路相连的探测器来探测

湮没辐射光子，从而获得机体正电子核素的断层分布图及病变的位置、形态、大小、代谢和功能，对疾病进行诊断。

CT 是利用 X 射线对人体解剖结构的密度差异进行成像的断层显像技术。CT 提供的信息可显示机体组织脏器解剖结构的改变，发现病变并可以确定其范围及与周围组织脏器的毗邻关系。

PET/CT 是将 PET 和 CT 两个已经相当成熟的影像技术相融合，实现了 PET 和 CT 图像的同机融合。使 PET 的功能影像与螺旋 CT 结构影像两种显像技术的优点融于一体，形成优势互补，一次成像即可获得 PET 图像，又可获得相应部位的 CT 图像及 PET/CT 的融合图像，即可准确地对病灶进行定性，又能准确定位，PET 和 CT 结果可以相互印证，相互补充，使 PET/CT 的诊断效能及临床实用价值更高。X 射线 CT 扫描数据还可用于 PET 图像的衰减校正，大大缩短了 PET 检查时间。

（2）SPECT/CT 检查区域

a. SPECT/CT 显像（^{99m}Tc）

SPECT（Single Photon Emission Computerized Tomography，单光子发射型计算机断层显像）是利 ^{99m}Tc 等放射性核素的示踪作用，不同的显像剂在体内有其特殊的分布和代谢规律，能够选择性的聚集在特定脏器、组织或病变部位，使其与临近组织之间的放射性分布形成一定程度浓度差而显像剂中的放射性核素可发射出具有一定穿透力的γ射线，利用 SPECT 探头对这些光子进行探测和记录，通过计算机处理从而获得脏器、组织或者病变部位的形态、位置、大小以及脏器功能图像数据。

本项目 SPECT 显像设备为 SPECT/CT，是将螺旋 CT 与 SPECT 组合起来构成复合系统，一次扫描可得到两种图像，即反映器官生理、代谢和功能等特点的 SPECT 图像和解剖结构清晰的 CT 图像，二者的融合，提高了图像精度，能获得更好的诊断效果。

b. 骨转移癌治疗（^{89}Sr、^{153}Sm）

骨转移癌治疗利用 ^{89}Sr 和 ^{153}Sm 等放射性核素发射的β射线杀伤肿瘤细胞。^{89}Sr 和钙一样参与骨代谢并浓集在骨组织中，静脉注射后能选择性聚集在骨转移灶内，发射的β射线杀死肿瘤细胞并起到镇痛作用，而且它在病灶中停留时间长、在正常骨中消退快，所以能集中照射病灶而不损伤正常骨和骨髓。它还能降低碱性磷酸酶和前列腺素水平，有利于修复骨质和降低血钙。治疗时直接静脉注射 $^{89}SrCl_2$ 可门诊治疗骨转移癌。

^{153}Sm本身趋骨性很低，与乙二胺四亚甲基膦酸螯合后才获得亲骨性。它发射β射线和γ射线，静脉注射后能迅速与骨组织中的羟基磷灰石结合，让骨转移灶中的肿瘤细胞持续受到β射线照射，从而达到局部控制或治疗的目的。

4、工作流程

（1）PET/CT 显像诊断的基本流程为：

本次验收项目使用放射性核素 ^{18}F 进行 PET/CT 显像检查。本项目 ^{18}F 药物为外购，医护人员需在分装热室中手动进行药物分装。

①根据需要，接受显像检查的人员先进行预约登记，确定用药量，由药物供应商在约定的时间负责运送至核医学科，医院安排专人接收放射性药物，经确认无误完成相关交接手续后暂存在 PET/CT 检查区域分装室分装热室内，由医护人员在分装热室中手动进行药物活度测定和分装，活度测定和分装时间为 1min/人；

②受检者按约定时间在给药前候诊区准备和等候，待叫号后进入注射室接受药物注射；

③核医学科药物注射医务人员佩戴个人剂量计、穿戴好个人防护用品后，手持带钨合金屏蔽套的注射器，在注射室注射窗口的屏蔽下为患者注射，药物注射时间约 30s/人次；

④注射了放射性药物的受检者进入注射后休息室，一般注射后需等待约 40min；

⑤注射了放射性药物的受检者根据工作人员叫号，从注射后休息室进入 PET/CT 扫描间检查，技师在控制廊通过语音（特殊情况下进入机房，在铅屏风的屏蔽下）帮助受检病人摆位后，在控制廊 PET/CT 操作台进行隔室操作，摆位时间约 1min/人次，PET/CT 显像时间 15min/人次，CT 扫描时间约 1min/人次；

⑥检查完成后，受检者进入 PET 留观室，在留观室留观约 15min，经主管医师确认图像质量满意后，受检者方可从专用通道离开核医学科区域。

本次竣工环保验收的PET/CT放射诊断工作流程及产污环节见图2-6。

（2）SPECT/CT 显像诊断的基本流程为：

本次竣工环保验收项目使用放射性核素 ^{99m}Tc 进行 SPECT/CT 显像检查。本项目放射性药物为外购单支成品药物的形式送达，核医学科内无需人工分装。SPECT/CT 显像检查安排在周一至周五。

1）SPECT/CT 显像检查一般工作流程

①根据需要，接受显像检查的人员先进行预约登记，确定用药量，向合格的药物供货商订购药物；由药物供应商在约定的时间负责运送至核医学科，医院安排专

人接收放射性药物，经确认无误完成相关交接手续后暂存在 SPECT/CT 检查区域储源室内；

②受检者按约定时间在给药前候诊区准备和等候；

③准备好的受检者根据叫号经过专用通道进入 SPECT/CT 检查区域注射室，药物注射医务人员佩戴个人剂量计、穿戴好个人防护用品取出分装好放在钨合金屏蔽套内的放射性药物注射器，直接在注射窗为受检者注射放射性药物，注射时间约 30s/人次；

④经注射窗完成放射性药物注射的受检者进入 SPECT/CT 注射后休息室，一般注射后需等待 5min-90min 不等；

⑤注射放射性药物的受检者根据工作人员叫号，从 SPECT/CT 注射后休息室进入 SPECT/CT 扫描间显像检查；技师在控制廊通过语音（特殊情况下进入机房，在铅屏风的屏蔽下）帮助受检病人摆位后，在控制廊 SPECT/CT 操作台进行隔室操作。摆位时间约 1min/人次，病人扫描时间约 20min/人次，CT 扫描时间约 1min/人次；

⑥检查完成后，受检者在 SPECT 留观室留观约 10min，经主管医师确认图像质量满意后，受检者方可从专用通道离开核医学科区域。

2）SPECT/CT 心脏显像检查工作流程

①根据诊疗需求，患者先行预约登记，确定给药活度，向具备资质的药物供应商订购 ^{99m}Tc-MIBI；供应商按约定时间配送至核医学科，由医院专人接收、核对信息并完成交接，药物暂存于 SPECT/CT 检查区域储源室内；

②患者按预约时间到达核医学科，在给药前候诊区等候准备；

③第一次注射：叫号后，患者经专用通道进入 SPECT/CT 注射室，药物注射医务人员佩戴个人剂量计、穿戴好个人防护用品取出分装好放在钨合金屏蔽套内的放射性药物注射器，在注射窗为安静状态下的患者经手臂静脉注射第一针 ^{99m}Tc-MIBI，注射时间约 30s/人次；

④经注射窗完成放射性药物注射的受检者进入 SPECT/CT 注射后休息室进行检查前的准备（给药后 1 个小时内）；

⑤第一次图像采集：接到工作人员呼叫后，受检者由注射后休息室进入 SPECT/CT 扫描间开展显像采集。技师在控制廊通过语音（特殊情况下进入机房，在铅屏风的屏蔽下）帮助受检病人摆位后，在控制廊 SPECT/CT 操作台进行隔室操作。摆位时间约 1min/人次，病人扫描时间约 20min/人次，CT 扫描时间约 1min/人

次；

⑥药物负荷干预：第一次图像采集完成后，技师或护士会协助患者取合适体位，建立静脉通路，给予负荷药物（如腺苷、双嘧达莫等）静脉输注，输注过程中持续用心电图（ECG）、血压等进行实时监测，密切观察患者有无不适反应。近距离接触时间约 5min/人次。

⑦第二次注射：当药物负荷达到检查要求（如达到目标心率或出现阳性反应等）时，护士在 SPECT/CT 检查床旁利用移动注射车为患者再次静脉注射心肌灌注显像专用放射性药物 ^{99m}Tc-MIBI，注射时间约 30s/人次；

⑧第二次图像采集：药物负荷结束且患者生命体征平稳后，技师在控制廊通过语音（特殊情况下进入机房，在铅屏风的屏蔽下）帮助受检病人摆位后，在控制廊 SPECT/CT 操作台进行隔室操作。摆位时间约 1min/人次，病人扫描时间约 20min/人次，CT 扫描时间约 1min/人次；

⑨检查完成后，受检者在 SPECT 留观室留观约 10min，经主管医师确认图像质量满意后，受检者方可从专用通道离开核医学科区域。

本次竣工环保验收的 SPECT/CT 显像诊断工作流程及产污环节见图 2-7。

（3）骨转移癌治疗的基本流程为：

①根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前登记预约。^{89}Sr 和 ^{153}Sm 药物在治疗当天上班前由药物生产厂家配送至 SPECT/CT 检查区域储源室，药物为成品药物，无需分装。

②患者按约定时间在给药前候诊区准备和等候。^{89}Sr 和 ^{153}Sm 错时注射。

③准备好的患者经过专用通道进入注射室，穿戴好个人防护用品的注射医务人员在注射台前为患者注射药物，药物注射时间约 1min/人。

④注射完成后患者通过专用通道离开核医学科。

^{89}Sr 和 ^{153}Sm 治疗骨转移癌工作流程及产污环节图见图 2-8。

5、人员配置及工作时间

根据医院提供资料，医院为本次竣工环保验收的核医学科门诊诊疗区域配备了 7 名辐射工作人员，包括核医学医师 3 人，核医学技师 2 人，护士 2 人。本项目运行过程中主要受照的工作人员为核医学护士和技师，医师主要负责诊断工作，除特殊情况外，基本不接触辐射源。门诊诊疗区域护士和技师工作时间如下表 2-8 所示：

6、人流、物流路径

（1）PET/CT 检查区域

①医护人员路径

操作技师从南侧办公区域进入，经走道进入PET/CT控制廊，技师在控制廊通过语音（特殊情况下进入机房，在铅屏风的屏蔽下）帮助受检病人摆位后，在控制廊PET/CT操作台进行隔室操作。

分装/注射人员从医疗街进入PET/CT检查区域卫生通过间（一更、二更、淋浴间），穿戴防护用品后再进入分装室，在分装室的分装热室内进行活度测定和药物分装后，通过注射窗口给患者进行注射。工作结束后返回卫生通过间，在卫生通过间内用配备的便携式X-γ辐射监测仪及表面污染监测仪进行监测，经监测无污染后离开核医学科。若有异常则进入淋浴间进行清洗，清洗后再做监测，直至无污染后才能离开核医学科。

②患者路径

患者从核医学科候诊大厅的患者入口经缓冲区进入PET/CT检查区域患者走廊，沿患者走廊进入注射室进行药物注射，注射放射性药物后的病人进入PET/CT注射后休息室或VIP注射后休息室等待扫描，待听到呼叫系统的检查通知后，再沿患者走廊进入PET/CT扫描间接受扫描检查，检测完毕后从该机房出来进入PET留观室进行留观，观察无异常后再从东侧的患者出口防护门沿楼梯离开，楼梯外为室外草坪，对于需要病床转运的患者可通过楼梯北侧防护门离开。

③放射性药物路径

本项目的放射性药物^{18}F为外购，按预约时间（上班前）由供应商经东侧楼梯经患者走廊送至分装室的分装热室内。核医学科送药路径短捷，采取了管理措施在时间上确保将人流与物流分开，同时送药过程中药物储存在铅罐内并辅有防洒落措施。

④放射性固废路径

PET/CT 检查区域产生的放射性固废通过铅废物桶就近收集，然后定期由工作人员转移至放射性废物暂存间内集中暂存衰变，待满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）要求的存放周期后并经检测符合标准要求后，通过患者走廊东侧防护门转移出控制区按普通医疗废物处理。

本项目 PET/CT 检查区域分装室辐射工作人员路线在空间上无可避免的与放射性药物运输路线、放射性废物转移路线重合，但是考虑到放射性药物运送和放射性废物转移均采取错峰运输，放射性药物运送时间均要求供货单位在科室正式上班前送达，放射性废物转移均在下班后进行，因此在时间上可以避免人员路线与放射性药

物、放射性废物路线交叉。

（2）SPECT/CT 检查区域

①医护人员路径

操作技师从南侧办公区域进入经走道进入 SPECT/CT 控制廊，技师在控制廊通过语音（特殊情况下进入机房，在铅屏风的屏蔽下）帮助受检病人摆位后，在控制廊 SPECT/CT 操作台进行隔室操作。

注射人员从南侧办公区域进入，沿走道进入 SPECT/CT 检查区域卫生通过间（一更、二更、淋浴间），穿戴防护用品后再进入分装室或机房，通过注射窗口或机房床旁给患者进行注射。工作结束后进入卫生通过间，在卫生通过间内用配备的便携式 X-γ辐射监测仪及表面污染监测仪进行监测，经监测无污染后离开核医学科。若有异常则进入淋浴间进行清洗，清洗后再做监测，直至无污染后才能离开核医学科。

②患者路线

a. ^{99m}Tc 显像患者路线

从核医学科候诊大厅的患者入口经缓冲区进入 SPECT/CT 检查区域，沿患者走廊进入注射室进行药物注射，注射后进入 SPECT/CT 注射后休息室等待扫描，待听到呼叫系统的检查通知后，再沿患者走廊进入 SPECT/CT 扫描间接受扫描检查，检测完毕后进入 SPECT 留观室进行留观，观察无异常后再从东南侧的患者出口防护门沿楼梯离开，楼梯外为室外草坪，对于需要病床转运的患者可通过留观室出口东侧防护门离开。

b. 骨转移癌患者（^{89}Sr、^{153}Sm）

从核医学科候诊大厅的患者入口经缓冲区进入 SPECT/CT 检查区域，沿患者走廊进入注射室进行药物注射，注射后沿患者走廊从东南侧的患者出口防护门沿楼梯间离开，对于需要病床转运的患者可通过留观室出口东侧防护门离开。

③放射性药物路线

本项目的放射性药物均为外购，按约定时间（上班前）由供应商经楼梯经患者走廊送至分装室，暂存在储源室内。

④放射性固废路线

SPECT/CT 检查区域产生的放射性固废通过铅废物桶就近收集，然后定期由工作人员转移至放射性废物暂存间内集中暂存衰变，待满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求的存放周期后并经检测符合标准要求后按普通医疗废物处理，通过患者走廊东南侧防护门转移出控制区。

本次验收的核医学科门诊诊疗区域控制区内医务人员及患者均具有独立的出入口和流动路线，送药时间、放射性固废收集时间与患者就诊时间错开，能够有效防止交叉污染，避免公众、工作人员受到不必要的外照射。本次验收的医学科门诊诊疗区域满足环境影响评价文件及批复要求，满足相关环保要求。

表三　环境保护设施

辐射安全与防护设施/措施：

1、工作场所布局与分区

本次竣工环保验收的核医学科门诊诊疗工作场所的布局和分区与环境影响评价文件及批复一致。

（1）工作场所布局

本项目核医学科位于地下一层，核医学科东侧为新风机房、放疗科候诊区、楼梯及走道等；南侧为排风机房、排烟井、走道、楼梯等；西侧为配电间、楼梯、污泵间、医疗街等；北侧为地下停车场；核医学科 PET/CT 检查区域一更、二更、淋浴间、分装室、注射室、储源室、废物室楼上为门急诊医技楼一楼急救大厅，甲状腺功能室楼上为楼道，核医学科其余区域楼上为医院内部道路及草坪；楼下为土层。其整个核医学科场所由北向南分为衰变间、核素治疗区域、PET/CT 检查区域与 SPECT/CT 检查区域。

①放射性废水衰变间

本次竣工环保验收的衰变间位于地下一层北侧区域（核素治疗区域北侧），衰变间内设置 2 套槽式放射性废水衰变池，用于短半衰期核素废液和长半衰期核素废液的衰变，其中短半衰期核素衰变池分为 1 个降解池和 4 个并联的衰变槽，每个衰变槽容积 18m^3（3m×2m×3m），有效容积为 15m^3（3m×2m×2.5m）；长半衰期核素衰变池分为 1 个降解池和 6 个并联的衰变槽，每个衰变槽容积 28m^3（4m×2m×3.5m），有效容积为 24m^3（4m×2m×3m）。

②PET/CT 检查区

本次竣工环保验收的 PET/CT 检查区位于核医学科中部，配套用房主要包括卫生通过间（一更、二更、淋浴间）、入口缓冲区、分装室、注射室、储源室、放射性废物暂存间、注射后休息室兼抢救室及卫生间、VIP 休息室及卫生间、PET/CT 扫描间（设备间）及控制室、留观室及卫生间、洁具间、污洗间、污物暂存间、病人通道。

③SPECT/CT 检查区

本次竣工环保验收的 SPECT/CT 检查区位于核医学科南侧，配套用房主要包括卫生通过间（一更、淋浴间）、二更、入口缓冲区、分装室、注射室、储源

室、放射性废物暂存间、注射后休息室及卫生间、抢救室、SPECT/CT 扫描间及控制室、留观室及卫生间、洁具间、污洗间、污物暂存间、病人通道。

本次竣工环保验收的核医学科工作场所的辐射区和非辐射区通过墙体和防护门分隔，辐射区也基本按照辐射强度和污染程度由高到低分开的原则进行布置。住院治疗场所和门诊诊断场所分开布置，通过时间和人员管控保证工作人员、用药前患者、用药后患者、药物、废物等路线相对独立，相关配套功能房间齐全，能够保证诊疗工作程序沿相关功能房间单向展开，能够满足医务人员及患者均具有独立的出入口和流动路线，同时核医学科工作场所控制区入口设置卫生通过间，能够有效防止交叉污染，避免公众、工作人员受到不必要的外照射。本次竣工环保验收的衰变间、核医学科工作场所布局满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《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）中对于布局的要求以及《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）中关于安全操作的要求，布局合理。

（2）工作场所分区

本次竣工环保验收的核医学科工作场所按其功能划分为控制区和监督区，并实施分区管理。

本项目核医学科工作场所控制区和监督区情况见表 3-1 和图 3-1。

表 3-1 本项目核医学科工作场所分区情况

辐射工作场所	控制区	监督区
放射性废水衰变间	放射性废水衰变间	北墙外 30cm、西墙外 30cm、配电间、污泵间。
PET/CT 检查区域	分装室、注射室、储源室、放射性废物暂存间、患者走廊、PET/CT 注射后休息兼抢救室及卫生间、VIP 休息室及卫生间、PET/CT 扫描间、PET 留观室及卫生间、洁具间、污物暂存间、洗消间	配电间、废物室北墙外 30cm、储源室西墙外 30cm、排风机房、排风井、排烟井、空调水管井、患者走廊西墙外 30cm、弱电井、缓冲区（患者入口缓冲区）、设备间、控制廊、洗消间东墙和南墙外 30cm、患者走廊

		东侧防护门外 30cm、一更、二更、淋浴间
SPECT/CT 检查区域	二更、分装室、注射室、储源室、放射性废物暂存间、SPECT/CT 注射后休息室及卫生间、抢救室、SPECT/CT 扫描间、SPECT 留观室及卫生间、洁具间、污物暂存间、患者走廊	缓冲区（患者入口缓冲区）、控制室、分装室西墙、南侧防护门外 30cm、废物室西墙、南墙外 30cm、污物暂存间东、南、西墙外 30cm、患者走廊南侧防护门和南墙外 30cm（电梯）、患者走廊东侧防护门外 30cm、SPECT 留观室东墙外 30cm、一更、淋浴间。

核医学科开展 PET/CT、SPECT/CT 放射诊断时，本项目划为控制区的场所均为“需要专门防护手段或安全措施的区域”，属 GB18871-2002 定义的控制区，划为监督区的场所为“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”的区域，属 GB18871 定义的监督区。本项目采取的分区措施能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定。核医学工作场所辐射防护分区示意见图 3-1。

本次竣工环保验收的核医学科工作场所的布局和分区与环境影响评价文件及批复一致，满足相关环保要求。

2、屏蔽防护设施

根据建设单位提供资料和对资料的核查，本次竣工环保验收的 PET/CT、SPECT/CT 各核素功能用房的房间屏蔽参数与环评设计方案的对比情况见表 3-2~表 3-4 所示。PET/CT、SPECT/CT 扫描机房内有效使用面积及单边长度见表 3-5 所示，符合《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 标准要求。

3、放射防护设施和措施

（1）警示标识

PET/CT、SPECT/CT 检查区域控制区的出入口均已设置电离辐射警告标志、禁止入内、地面红色警戒线等警示标识。场所内分装室、储源室、扫描机房、放射性废物暂存间等出入口防护门上及保险柜、储源铅罐、放射性废物桶、放射性污物储存柜、固体废物衰变/存储箱、移动式注射车等表面均设有电离辐射警告标志。

经现场核验，各警示标识均符合标准要求。警示标识现场设置情况见图 3-2。

（2）导向标识

PET/CT、SPECT/CT 检查区域根据不同就诊流程在地面设置了明确的患者或受检者导向标识，并用不同颜色进行区分（蓝色：PET/CT 就诊流程，橙色：SPECT/CT 就诊流程）。

经现场核验，各导向标识清晰、合理。导向标识现场设置情况见图 3-3。

（3）急停按钮和对讲装置

PET/CT、SPECT/CT 设备本体、PET/CT、SPECT/CT 扫描间内东墙、控制廊操作台、控制廊西墙上均安装了紧急停机按钮，便于操作人员在发生紧急情况时切断系统电源，X 射线停止出束。病人通道、注射室、注射后休息室、留观室、扫描机房等区域设有对讲装置，方便工作人员与病人交流。

经现场核验，急停按钮和对讲装置正常可用。急停按钮和对讲装置现场设置情况见图 3-4。

（4）观察窗与视频监控系统

PET/CT、SPECT/CT 扫描间设置有观察窗，同时设置有视频监控系统，在工作场所内包括但不限于控制区出入口、病人通道、注射室、注射后休息室、留观室、分装室、储源室、放射性废物暂存间、扫描机房等区域设置视频监控装置。工作人员可在核医学门诊大厅护士站、控制室内观察到视频监控画面，观察和引导病人就诊，可满足日常使用要求。

经现场核验，视频监控系统正常可用。观察窗与视频监控系统现场设置情况见图 3-5。

（5）工作状态指示灯及门-灯联锁装置

PET/CT、SPECT/CT 扫描间患者防护门上面方均设置了工作状态指示灯，灯上设有“射线有害，灯亮勿入”警示语句。

经现场核验，工作状态指示灯及门-灯联锁装置正常可用。工作状态指示灯及门-灯联锁装置见图 3-6。

（6）门禁系统和保险柜双人双锁设置

PET/CT、SPECT/CT 检查区域控制区内患者出入口设置有带有门禁系统的单向门，实现“入口只进不出，出口只出不进”的单向路线，加强对控制区带药患者的管理，并防止无关人员入内。储源室的保险柜设有钥匙和密码，实行双人双锁管理，门口设有监控，防止放射源丢失或被盗。

经现场核验，门禁系统正常可用。门禁系统和保险柜双人双锁设置见图 3-7。

（7）个人防护用品和辅助防护设施

PET/CT、SPECT/CT 检查区域已配备的防护设备和个人防护用品见表 3-6。

（8）去污产品

PET/CT 分装室和 SPECT/CT 分装室内均配置有放射性核素污染紧急除污包，内含去污用品与 GBZ 120-2020 标准要求对照表如表 3-7 所示，同时工作场所内设置有淋浴间、洗消间及多个洗手台，均配备洗消液及纸巾。所配防护用品可满足日常及紧急去污使用需求。

（9）辅助防护设施

PET/CT、SPECT/CT 检查区域辅助防护设施/用品，配置情况如表 3-8 所示，可满足工作中放射性药物/废物储存、操作、运输过程中的防护屏蔽需求。

综上，本次竣工环保验收的 PET/CT、SPECT/CT 检查区域所已采取的辐射安全与防护措施符合环境影响评价文件及批复要求，能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中辐射安全相关要求和开展本项目的辐射安全需要。

4、辐射安全管理情况

（1）辐射安全管理机构及管理制度

医院已成立了辐射安全与环境保护管理领导小组（见附件 4），确定以总经理助理林文为组长全面负责医院的辐射安全与环境保护管理工作，放疗科主任文奇伟为辐射防护负责人，并明确了领导小组职责；已针对本次竣工环保验收项目制定了各项辐射安全管理规章制度和应急措施，主要包括：《安全操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《岗位职责》《设备检修维护制度》《放射性同位素和射线装置使用登记制度》《人员培训计划》《个人剂量监测和职业健康管理制度》《辐射环境监测方案》及《辐射事故应急预案》（见附件 5）。医院已在

本次竣工环保验收的PET/CT、SPECT/CT核医学科工作场所的醒目处张贴相关辐射安全管理规章制度，具体见图3-8。

（2）辐射工作人员辐射安全培训、健康管理与剂量监测

本次竣工环保验收的PET/CT、SPECT/CT检查区域共配备7名辐射工作人员，该7名核医学科门诊诊疗区域辐射工作人员均已通过类别为核医学的辐射安全与防护考核，且合格证书在有效期内（见附件7）；该7名辐射工作人员均已参加职业健康体检，并建立了职业健康监护档案，根据医院提供的职业健康体检报告（见附件8），7名辐射工作人员均可从事放射工作或可继续原放射工作；该7名辐射工作人员均已配备个人剂量计，定期委托有资质单位承担个人剂量监测工作，监测频率为1次/3个月，并建立了个人剂量档案，个人剂量检测档案见附件9。本项目辐射工作人员基本情况见表3-9。

（3）辐射监测仪器

医院已为PET/CT、SPECT/CT核医学科工作场所配备2台RadPavise-H型X、γ辐射剂量巡测仪，3台RadPavise-H型主机+RadProbe-AB型探头的表面污染仪器，3台CRC-55tR型活度计，7台RadTarge-Mini型个人剂量报警仪，每名辐射工作人员均配备了个人剂量计。经现场核验，辐射监测仪器均正常可用，符合环境影响评价文件及批复要求。本次竣工环保验收项目已配备的辐射监测仪器实物图见图3-9。辐射巡测仪和表面污染仪均已按要求校准/检定，且证书在有效期内。

5、三废处理措施

1、放射性废物处理措施

（1）放射性固体废物治理措施

本次竣工环保验收的PET/CT、SPECT/CT核医学科工作场所的放射性固体废物主要来源于放射性药物操作过程中污染的注射器、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸和破碎器皿等残留少量放射性药品而产生的固体放射性废物。

根据现场核实，本次验收的PET/CT检查区域已在PET分装室、PET放射性废物暂存间、PET注射室、PET VIP休息室、PET注射后休息兼抢救室、PET留观室均配备了放射性废物桶，PET放射性废物暂存间内设置有固体废物衰变箱和放射性污物储存柜用于暂存衰变放射性固体废物。

SPECT/CT检查区域已在SPECT分装室、SPECT放射性废物暂存间、SPECT注射室、SPECT注射后休息室、SPECT/CT扫描间、SPECT留观室等房

间均配备了放射性废物桶，SPECT 放射性废物暂存间内设置有固体废弃物存储箱用于暂存放射性固体废物，现场布置如图 3-10 所示。

此外，PET/CT 检查区域、SPECT/CT 检查区域还分别设置有污物暂存间。本项目初期工作量较小，放射性废物暂存间可满足初期放射性固废暂存需求。后期工作量增加后，放射性固废将分批暂存在污物暂存间内。

各区域放射性废物桶内放置有专用塑料袋收纳废物，用于存放工作中产生的各类固体放射性废物，待放射性废物桶装满后直接转送至相应放射性废物暂存间或污物暂存间内暂存衰变，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/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为普通医疗废物处理。

医院已安排专人负责放射性固体废物的存储和处理，建立了废物存储和处理台账。放射性固废在收集、临时贮存、处理过程中以及在管理过程中，医院将严格按照《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中相关要求落实，确保放射性固废收集、临时贮存、处理及管理措施安全有效可行，避免放射性固废对工作人员和公众造成不必要的照射。

本项目配套建设的放射性固废间以及放射性固体废物的处置措施满足环境影响评价文件及批复要求，满足相关环保要求。原环评设计中，放射性废物暂存间规划用于废源暂存，污物暂存间用于暂存门诊诊疗产生的放射性固体废物。本项目现阶段不使用放射源，无废源产生，因此放射性废物暂存间调整用于存放门诊诊疗产生的放射性固体废物，后期工作量增加后，放射性固废将分批暂存在污物暂存间内。

（2）放射性废气治理措施

本次竣工环保验收的 PET/CT、SPECT/CT 核医学科工作场所的气态放射性废物主要来源于放射性药物挥发或操作过程中产生的少量气载放射性废物。为防止或减轻气载放射性废物对工作人员和患者、受检者的辐射危害，本项目核医学 PET/CT、SPECT/CT 检查区域已设置有通风系统，包含新风系统和 9 条排风管道（详见表 3-10，图 3-11~图 3-13）。同时 PET/CT、SPECT/CT 分装室内均设置 1 台分装热室，分装热室安装有轴流风机和活性炭过滤装置，分装热室排风口设于顶端与相应通风系统排风管道连接，分装热室风速不小于 0.5m/s。

通风系统新风口和排风口呈对角或对边设置，工作场所良好的通风条件，排

风管道设置合理，控制区和监督区，高活区和低活区独立排风管道。各排风系统和新风系统均设置有风量调节阀（有止回功能）及智能变频节能控制系统，可通过风量调节来保持控制区内负压排风，气流流向遵循自监督区向控制区的方向设计，防止放射性废气在特殊状态下逆流。

控制区内排风管排放口均设置于楼顶，经活性炭过滤装置处理后排放。相关活性炭定期由建设单位根据使用情况进行更换。活性炭更换下来后收集至放射性废弃物衰变间中的铅废物桶进行暂存衰变。

本次竣工环保验收的PET/CT、SPECT/CT核医学科工作场所产生的放射性废气排放满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中放射性废气排放的要求。本项目无易挥发性核素，核医学科正常运行过程中产生的含有微量放射性核素的气体经排风系统外排并经活性炭过滤吸附后，对周围环境影响很小。

本次竣工环保验收的PET/CT、SPECT/CT核医学科工作场所的放射性废气处置措施满足环境影响评价文件及批复要求，满足相关环保要求。

（3）放射性废水治理措施

本次竣工环保验收的PET/CT、SPECT/CT核医学科工作场所的液态放射性废物主要来源于受检者、患者注射放射性药物后所产生的排泄物，呕吐物经水冲洗后形成的放射性废水，冲洗注射室容器、杯皿等产生的放射性废水等。另外在放射性药物的分装、注射等过程中，若操作不当引起外洒、外溢会使工作人员的手、工作服、工作台面等污染，清洗过程中也会产生放射性废水。

核医学科北侧建设有一间衰变池间，设有长/短衰期入口防护门。衰变池间内安装多个具有抗腐蚀防老化的不锈钢放射性废水衰变池，设置了2套独立的智能化槽式衰变池系统用于短半衰期核素废液和长半衰期核素废液的衰变，核医学工作场所产生的放射性废水均通过管道排入衰变池。

本次竣工环保验收的PET/CT、SPECT/CT核医学科工作场所主要产生的为短半衰期核素（^{18}F、^{99m}Tc）废液。^{89}Sr、^{153}Sm为门诊治疗，患者服药后即离开，药物为外购成品针剂，无需分装，因此不产生放射性废水。本次竣工环保验收涉及的短周期核素衰变池分为4个并联的衰变槽，每个衰变槽有效容积15m^3，总有效容积为60m^3；本项目核医学工作场所产生的放射性废水首先进入短周期核素衰变池系统的多功能废液降解池后再排入衰变池1，待其衰变池内置传感器检测达

到预设高液位时，进水阀关闭，同时开启衰变池 2 进水阀。同样待废水达到预设高液位时，衰变池 2 进水阀关闭并开启衰变池 3 进水阀，如此到衰变池 4 内置传感器检测达到预设高液位时，衰变池 1 排水阀开启对外排放废水，当衰变池 1 内置传感器检测到液位排至最低后再次开始收集，如此循环往复。本项目衰变间及放射性废水排水管道详见图 3-14 和图 3-16，衰变间位置见图 3-15。

PET/CT 检查区域和 SPECT/CT 检查区域废水产生量约为 0.8m^3/天，本项目衰变间短半衰期核素衰变池用于 ^{18}F 和 ^{99m}Tc 显像诊断产生的放射性废水，收集途径包括患者注射后休息室卫生间、留观室卫生间、淋浴间、分装室内洗手盆、洁具间、洗消间等位置，单个子衰变池装满时需 18.75 天，4 个子衰变池均装满时，放射性废水至少暂存了 56.25 个工作日（自然天约为 78 天），满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）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”的要求。同时安装有智能化放射性废水衰变监测系统，可实时监控进出水口和各衰变池的水位和剂量率，实现自动监测、报警、排放，满足项目使用需求。

本次竣工环保验收的 PET/CT、SPECT/CT 检查区域工作场所采取的短半衰期核素废液智能化槽式衰变池系统可满足本项目使用和排放要求，满足环境影响评价文件及批复要求，满足相关环保要求。

2、非放射性废物处理措施

本次竣工环保验收的 PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域内放射性药物产生的γ射线和射线装置（CT 部分）工作时产生的 X 射线通过空气时会使机房内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。

本次竣工环保验收的核医学 PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域均设置有通风系统和空调系统，机房内产生的臭氧和氮氧化物通过 PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域内排风管道进行排放，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。日常运行过程中，可确保机房内保持良好的通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。

本次竣工环保验收项目采取的废物处置措施与环境影响评价文件及批复一致，满足相关环保要求。

表四　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：

1、环境影响报告表的主要结论

13.1 结论

漳州九龙江医院位于漳州市高新区南湖“双创”片区，是一家定位为集医疗、教学和科研等功能于一体的三级综合性医院。为进一步提高漳州地区医疗卫生服务水平，满足当地医疗需求，建设单位拟在漳州九龙江医院开展放射治疗、介入治疗、核医学科等核技术利用项目，具体如下：

放射治疗项目：拟在地下一层放疗科建设 3 间直线加速器机房（1~3），并购置 3 台医用电子直线加速器，属于 II 类射线装置，每台医用电子直线加速器自带锥形束计算机断层扫描系统（CBCT）；拟在地下一层放疗科建设 2 间 CT 模拟定位机房（1~2），并购置 2 台 CT 模拟定位机，属于 III 类射线装置。

介入治疗项目：拟在门急诊医技楼一楼急诊影像科建设 1 间 DSA 机房，并购置 1 台 DSA；拟在门急诊医技楼三楼建设 2 间复合手术室，并购置 2 台 DSA 和 2 台移动 CT，共计 3 台 II 类射线装置、2 台 III 类射线装置。同时拟在住院楼二楼内镜中心建设 1 间 ERCP 机房，并购置 1 台 ERCP，属于 II 类射线装置。

核医学科项目：①核素治疗区域：拟使用 ^{177}Lu 开展胃肠胰腺神经内分泌肿瘤/前列腺癌治疗；使用 ^{131}I 开展甲癌治疗、甲亢治疗、甲状腺功能测定，该区域日等效最大操作量为 $3.516\times10^{9}Bq$，属于乙级非密封放射性物质工作场所。②PET/CT 及 SPECT/CT 检查区域：PET/CT 检查区域拟购置 1 台 PET/CT（属于 III 类射线装置），并使用 ^{18}F 正电子核素开展医学显像诊断；拟使用 2 枚 ^{68}Ge 放射源（V 类放射源）用于 PET/CT 校准，活度分别为 $7.4\times10^{7}Bq$ 和 $5.55\times10^{7}Bq$；SPECT/CT 检查区域拟购置 1 台 SPECT/CT（属于 III 类射线装置），并使用 ^{99m}Tc 开展医学显像诊断；拟使用 ^{89}Sr、^{153}Sm 开展骨转移癌治疗；拟使用 ^{32}P 和 1 枚 ^{90}Sr 放射源（活度为 $1.48\times10^{9}Bq$，属于 V 类放射源）开展敷贴治疗，该区域日等效最大操作量为 $4.71\times10^{8}Bq$，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

本项目共包括 7 台 II 类射线装置；6 台 III 类射线装置；3 枚 V 类放射源；2 个乙级非密封放射性物质工作场所。本项目辐射工作的种类和范围为乙级非密封放射性物质工作场所，配套使用 III 类射线装置和 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置。

一、辐射安全与防护分析结论

（1）工作场所布局与分区

本建设项目射线装置均设有独立机房，辐射工作场所进行分区管理，设立监督区和控制区，分区布局合理。核医学科整体布局能够保证工作程序沿着相关房间单向开展，

场所设计满足放射性活度由高到低梯次布置，控制区内医护人员及病人均具有独立的出入口和通道，注射后病人有专用卫生间连接衰变池，辐射工作场所布局满足《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对于布局的要求，布局合理。

（2）辐射安全措施

本次评价项目射线装置均设有单独的机房，且机房的屏蔽设施符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等技术标准的相关要求。机房充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

核医学科非密封放射性物质工作场所的布局、辐射防护与安全措施等均满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关要求。

二、环境影响评价结论

按照建设单位给出的屏蔽设计方案，本项目 CT 模拟定位机、移动 CT、DSA、ERCP、SPECT/CT 和 PET/CT 机房的使用面积、辐射屏蔽厚度及相关防护措施均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对相应诊断 X 射线机房的防护设施的技术要求。放射治疗机房辐射防护与安全设施均符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中相关标准要求，核医学科辐射工作场所拟采取的辐射屏蔽措施符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中相关标准要求。根据理论计算结果，本项目投入使用后各辐射工作人员及公众人员年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）中对职业人员年有效剂量限值和公众人员年有效剂量限值的要求，同时也满足本项目提出的对职业人员剂量约束值≤5mSv/a 及公众年剂量约束≤0.1mSv/a 的要求。

三、辐射安全管理符合性分析

医院将及时成立辐射安全与环境保护管理机构，制定相关的辐射安全管理制度和辐射工作流程。本项目辐射工作人员均为新增人员，新进的辐射工作人员应及时在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加培训，经考核合格后方可上岗。在认真落实辐射安全管理制度的情况下，本项目能满足辐射安全管理要求。

四、可行性分析结论

①实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补可能引起的辐射危害时，该实践是正当的。

目前，核医学科已在我国各大医院广泛推广，技术已十分成熟，在医疗保障领域起了十分重要的作用。此外，射线装置的应用在放射治疗、放射诊断等方面有其他技术无法替代的特点，且介入治疗技术具有准确、安全、高效、创伤小、并发症少等优点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。漳州九龙江医院核医学科、DSA、移动 CT、ERCP、直线加速器和 CT 模拟定位机项目的配置，提高医院整体医疗水平，为当地病人提供一个更加优越的诊疗环境，具有明显的社会效益。

本项目整体布局较为合理，各工作场所均按相关要求进行了设计，防护措施满足标准要求。项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此，本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践正当性”原则。

②产业政策符合性分析

对照《产业结构调整指导目录》（2024 年本）的规定，本项目属于“鼓励类”中“十三、医药”中的“4、……新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备……”以及“三十七、卫生健康”中的“1、……医疗卫生服务设施建设……”项目，因此，漳州九龙江医院核技术利用项目符合国家产业政策。

五、总结论

综上所述，漳州九龙江医院核技术利用项目在落实本报告表提出的各项污染防治措施和安全管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，项目正常运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目建设是可行的。

13.2 建议

（1）对本评价提出的辐射管理和辐射防护措施，建设单位应尽快落实，在项目建设同时，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

（2）建设单位如需增加本报告表所涉及之外的放射性同位素、射线装置或对其使用功能进行调整，则应按要求向生态环境主管部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的辐射防护措施。

（3）本项目环评批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门办理辐射安全许可证

申领手续并按要求开展竣工环境保护验收工作。

（4）建设单位应加强辐射安全与防护管理，及时组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训并通过考核，做到全体辐射工作人员持证上岗；培训证书有效期届满，拟继续从事辐射相关工作的，按规定每五年接受再培训与考核。建设单位应建立健全个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。

2、审批部门审批决定

福建省生态环境厅

闽环辐评〔2025〕1号

福建省生态环境厅关于批复漳州九龙江医院核技术利用项目环境影响报告表的函

漳州九龙江医院有限公司：

你单位报送的《漳州九龙江医院核技术利用项目环境影响报告表》（以下简称为“报告表”）和申请审批的函收悉。经研究，现函复如下：

一、本项目建设内容为漳州九龙江医院有限公司拟在漳州市高新区九湖镇圆山大道以南、西环城路以东的漳州九龙江医院（在建）内开展放射治疗、介入治疗、核医学科等核技术利用项目，具体内容如下：

（一）放射治疗

拟在地下一层放疗科建设 3 间直线加速器机房，每间机房使用 1 台医用电子直线加速器（X 射线≤15MV，电子线≤22MeV），同时配套建设 2 间 CT 模拟定位机房，使用 2 台 CT 模拟定位机。

（二）介入治疗

1.数字减影血管造影机（DSA）

拟在门急诊医技楼一楼急诊影像科建设1间 DSA 机房，使用1台 DSA；拟在门急诊医技楼三楼建设 2 间复合手术室，使用2台 DSA 和2台移动 CT 机。

2.内镜逆行胰胆管造影机（ERCP）

拟在住院楼二楼内镜中心建设1间 ERCP 机房，使用1台 ERCP。

（三）核医学科

拟在地下一层建设核医学科项目，主要包括核素治疗区域、PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域、衰变间。

1.核素治疗区域

位于核医学科北侧，主要包括使用 Lu-177 开展胃肠胰腺神经内分泌肿瘤/前列腺癌治疗；使用 I-131 开展甲癌治疗、甲亢治疗、甲状腺功能测定。核素治疗区域日等效最大操作量为3.516E+9Bq。

2.PET/CT 和 SPET/CT 检查区域

PET/CT 检查区域：拟使用1台 PET/CT 机，配套使用 F-18 核素开展医学显像诊断，使用2枚 Ge-68 放射源用于校准；SPECT/CT 检查区域：拟使用1台 SPECT/CT 机，配套使用 Tc-99m 核素开展显像诊断，使用 Sr-89、Sm-153 核素开展骨转移

癌治疗，使用 P-32 非密封放射性物质和 1 枚 Sr-90 放射源开展敷贴治疗。PET/CT 和 SPET/CT 检查区域日等效最大操作量为 4.71E+8Bq。

3.衰变间

衰变间位于核素治疗区域北侧，主要设置 2 套独立的槽式放射性废液衰变池。

本项目的 3 台医用电子直线加速器、3 台 DSA 和 1 台 ERCP 均属Ⅱ类射线装置；2 台 CT 模拟定位机、2 台移动 CT、1 台 PET/CT 机和 1 台 SPECT/CT 机均属Ⅲ类射线装置；核素治疗区域、PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域两个场所均属乙级非密封放射性物质工作场所；2 枚 Ge-68 和 1 枚 Sr-90 放射源均属Ⅴ类放射源。

二、在落实报告表提出的各项环境保护及辐射防护措施的前提下，同意你单位按照报告表的内容以及拟采取的辐射防护措施建设项目。

三、你单位须全面落实报告表提出的各项辐射防护与安全管理措施，并着重做好以下工作：

（一）严格按照设计方案建设，确保各辐射工作场所的屏蔽满足辐射防护要求。各辐射工作场所要严格划分控制区和监督区管理，控制区入口应设置电离辐射警告标志，各射线装置的工作机房应设置工作状态指示灯并与防护门、射线装置安全

联锁。放射治疗区域应设置固定式辐射剂量监测仪、门-机安全联锁、急停按钮、视频监控及对讲装置等；介入治疗区域（DSA、ERCP）应设置自动闭门装置、急停按钮及对讲装置等；核医学科要设置相对独立的工作人员、受检者（患者）、放射性药物路径，并在地面上设置明确的受检者（患者）导向标识，设置视频监控及语音通话系统，在医护人员、患者及药物的各出入口应设置门禁系统，各出口处应设置表面污染监测仪、辐射剂量检测仪等，对人员及物品进行监测，无异常后方可离开，防止人员受到误照射。

（二）建立各项辐射安全和防护的管理规章制度，制定辐射事故应急预案并定期开展演练。配备防护用品、防护设施及监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。

（三）认真对使用放射性药物的患者及其家属开展辐射防护相关知识的宣传和教育，提高其辐射防护意识；加强对使用放射性药物患者的监督管理，防止在院内产生不必要的交叉照射，且应书面告知其出院后的辐射防护相关要求，尽量减轻对家人和公众的影响。

（四）直线加速器机房产生的放射性固体废物交由设备厂家回收。核医学科被非密封放射性物质污染的物品，应按核素

类别暂存于各场所的铅废物桶，每周收集并注明日期后置于污物暂存间内的衰变箱中，待存放期限足够并经监测满足清洁解控要求后方可作为普通医疗废物处理，含各核素放射性固体废物的存放时间分别为:含 Lu-177 和 I-131 的应存放 180 天以上;含 F-18 和 Tc-99m 的应存放 30 天以上；含 Sr-89、Sm-153 的应存放 505 天以上；含 P-32 的应存放 143 天以上。Ge-68 校准源和 Sr-90 敷贴器报废后应由厂家回收。

（五）放射性废液应排入放射性废液衰变池暂存，含 Lu-177 和 I-131 的废液应暂存 180 天以上，含 F-18 和 Tc-99m 的废液应暂存 30 天以上，方可排放至医疗废水系统处理。

（六）辐射工作人员应按要求参加辐射安全培训并取得合格证书，做到持证上岗；建立健全个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。

四、根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）等规定和报告表的预测，本项目的公众剂量约束值按 0.1 毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束值按 5 毫希沃特/年执行。

五、你单位应按规定向我厅申领辐射安全许可证，并在许可范围内从事核技术利用相关活动，按时报送辐射安全年度评估报告。

六、你单位应严格落实环保“三同时”制度，落实各项环境保护措施。项目竣工后，须按规定标准和程序开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入运行。

七、你单位应在收到本批复后（20个工作日内），将经审批的报告表送漳州市生态环境局。请漳州市生态环境局加强对项目的日常监督管理。

（此件主动公开）

抄送：漳州市生态环境局，省辐射环境监督站、省环境影响评价技术中心，江西省地质局实验测试大队。

3、环评及批复要求落实情况

根据环境影响报告表中提出的管理要求和审批部门对漳州圆山医院（原漳州九龙江医院）核技术利用项目环境影响报告表的审批意见，江苏辐环环境科技有限公司针对本次竣工环保验收的核医学科项目进行了现场验收检查，检查结果见表4-1和4-2。

表4-1 本次竣工环保验收项目环评要求落实情况汇总表

检查内容	环评要求	执行情况	实际效果
防护措施	PET/CT检查区域、SPECT/CT检查区域和衰变间四周墙体、顶棚、门、窗的防护详见表10-11~表10-13。核医学科配置的防护用品和监测仪器见表10-14。	本次验收的PET/CT检查区域、SPECT/CT检查区域和放射性废水衰变间四周墙体、顶棚、门、窗的防护屏蔽措施与环评设计一致，配置的防护用品和监测仪器满足环评要求，根据验收监测结果和理论预测结果，防护措施满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标要求。	已达到预期效果
安全措施	PET/CT、SPECT/CT机房的防护门设有自动闭门装置，上方设有工作状态指示灯；机房设有门—灯联动装置，在PET/CT和SPECT/CT设备上、控制室操作台均安装一个紧急停机按钮。 场所内安装监视、对讲装置，监控、对讲装置总机位于各区域控制室，由各区域设备操作人员使用并管理，能够随时监控场所内人员情况并实现对讲，场所内地面上拟设置明确的患者导向标识，用以规范受检者（或患者）在工作场所内定向流动，了解受检者（或患者）的有关信息，发现异常或可疑情况立即进行处理。场所内设置多个固定式剂量监测报警装置，总机位于各区域控制室。对患者通道出入口安装单向门禁系统来限制患者的活动范围，并设置自动回门装置，其他控制区入口上锁，以防止无关人员误入。储源场所实行双人双锁管理，门口设有监控，防止放射源丢失或被盗。控制区入口设置卫生通过间	本次验收PET/CT检查区域、SPECT/CT检查区域和放射性废水衰变间已设置：①警示标识，②导向标识，③急停按钮和对讲装置，④观察窗与视频监控系统，⑤工作状态指示灯及门-灯联锁装置，⑥门禁系统与保险柜双人双锁装置，⑦个人防护用品和辅助防护设施，⑧去污产品等其他辐射安全要求。满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准中的相关辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要。 工作场所控制区及监督区内工作台、设备、墙壁和地面等表面沾污满足GB18871-2002中工作场所放射性表面污染控制水平要求。	已达到预期效果

	并配备监测设备，辐射工作人员进行监测无异常后才能离开控制区。 核医学科工作场所的室内表面及装备结构满足标准要求。		
放射性固废处理	核医学科工作场所配置衰变桶，衰变桶必须有电离辐射警告标志，衰变桶的位置、数量、防护要求详见表 10-14；含 ^{18}F、^{99m}Tc 的放射性废物在衰变桶中存放至少 30 天，含 ^{153}Sm、^{89}Sr 的放射性固体废物在衰变桶中存放至少 10 个半衰期，经监测满足解控要求后作为一般医疗垃圾处理；核医学科产生的剩余放射性药物，满足 HJ 1188-2021 要求暂存衰变，经监测满足解控要求后作为一般医疗垃圾处理；衰变间通风系统的活性炭送至核素治疗区域污物暂存间内存放至少 180 天，SPECT/CT 及 PET/CT 检查区域通风系统的活性炭送至 SPECT/CT 检查区域污物暂存间内存放至少 505.3 天（^{89}Sr 药物 10 个半衰期）的贮存衰变，监测符合清洁解控水平后作为一般医疗垃圾处理。	本次验收项目已在 PET/CT 分装室、放射性废物暂存间、注射室、VIP 休息室、PET 注射后休息兼抢救室、PET 留观室，SPECT/CT 分装室、放射性废物暂存间、注射室、SPECT 注射后休息室、SPECT/CT 扫描间、SPECT 留观室等区域配备了放射性废物桶。PET/CT 放射性废物暂存间内设置有固体废物衰变箱、放射性污物储存柜，SPECT/CT 放射性废物暂存间内设置有固体废弃物存储箱用于收集及存放放射性固体废物。 各区域放射性废物桶内放置有专用塑料袋收纳废物，用于存放工作中产生的各类固体放射性废物，待放射性废物桶装满后直接转送至相应放射性废物暂存间的放射性固体废物衰变/存储箱中，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/cm^2 的，可对废物清洁解控并作为普通医疗废物处理。	已达到预期效果
放射性废水处理	设置 2 套独立的智能化衰变池系统用于短半衰期核素废液和长半衰期核素废液的衰变，其中短半衰期核素衰变池分为 4 个并联的衰变槽，每个衰变槽容积 18m^3（3m×2m×3m），有效容积为 15m^3（3m×2m×2.5m），含 ^{18}F 和 ^{99m}Tc 暂存超过 30 天后直接排放。	本次验收项目产生的为短半衰期核素（^{18}F、^{99m}Tc）废液，涉及的短周期核素衰变池分为 4 个并联的衰变槽，每个衰变槽容积 15m^3，总有效容积为 60m^3。含 ^{18}F 和 ^{99m}Tc 暂存超过 30 天后直接排放。PET/CT 检查区域和 SPECT/CT 检查区域废水产生量约为 0.8m^3/天，单个子衰变池装满时需 18.75 天，4 个子衰变池均装满时，放射性废水至少暂存了 56.25 个工作日（自然天约为 78 天），满足《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”的要求。	已达到预期效果

放射性废气处理	工作场所设置 10 套通风系统，气流流向遵循自监督区向控制区的方向设计，均设置防回风阀，防止放射性废气在特殊状态下逆流，并保持工作场所的负压和各区之间的压差，其中手套箱内风速不小于 0.5m/s。	本次验收项目已设置有通风系统，包含新风系统和 9 条排风管道，气流流向遵循自监督区向控制区的方向设计，均设置防回风阀，防止放射性废气在特殊状态下逆流，并保持工作场所的负压和各区之间的压差，同时 PET/CT、SPECT/CT 分装室内均设置 1 台分装热室，分装热室安装有轴流风机和活性炭过滤装置，分装热室排风口设于顶端与相应通风系统排风管道连接，分装热室风速不小于 0.5m/s。	已达到预期效果
人员配备	所有辐射工作人员均参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，考核合格后上岗。	本次竣工环保验收项目配备的 7 名辐射工作人员均已取得相应类别的辐射安全与防护考核合格证书，并在有效期内。	已达到预期效果
	所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期（不超过 3 个月）送有资质部门进行监测，医院建立个人累积剂量档案。	本次竣工环保验收项目配备的 7 名辐射工作人员均已配备个人剂量计，定期委托有资质单位承担个人剂量监测工作，监测频率为不少于 1 次/3 个月，医院已建立个人累积剂量档案。	已达到预期效果
	所有辐射工作人员均定期（不超过 1 次/2 年）进行职业健康体检，医院建立职业健康监护档案。	本次竣工环保验收项目配备的 7 名辐射工作人员均已参加了职业健康体检，体检结论均为可从事放射工作，医院已建立了职业健康监护档案。	已达到预期效果
监测仪器	医院配备 1 台便携式 X-γ辐射剂量率监测仪，表面污染监测仪 1 台，每间机房配备 2 台个人剂量报警仪。	医院已为本次竣工环保验收项目配备 2 台 RadPavise-H 型 X、γ辐射剂量巡测仪，3 台 RadPavise-H 型主机+RadProbe-AB 型探头的表面污染仪器，3 台 CRC-55tR 型活度计，6 台 RadTarge-Mini 型个人剂量报警仪，每名辐射工作人员均佩戴了个人剂量计。	已达到预期效果

		（1）PET/CT 检查区域：手套箱正面 50mmPb，其余面为 40mmPb，1 个；铅废物桶 10mmPb，7 个；铅衰变箱 20mmPb，2 个；入墙式注射台 40mmPb，1 个；移动式注射车 20mmPb，1 台；钨合金注射器防护套 15mmPb，4 个；移动铅屏风 8mmPb，3 块；铅衣、铅帽、铅围脖、放射性污染防护服、铅玻璃眼镜 0.5mmPb，2 套；去污用品等。 （2）SPECT/CT 检查区域：手套箱 10mmPb，1 套；铅衰变箱 10mmPb，4 个；入墙式注射台 10mmPb，1 个；有机玻璃眼镜、乳胶手套、橡胶板 1 套；移动式注射车 20mmPb，1 台；钨合金注射器防护套 20mmPb，2 个；铅废物桶 5mmPb，7 个；铅注射器防护套 10mmPb，4 个；移动铅屏风 3mmPb，4 块；铅衣、铅帽、铅围脖、放射性污染防护服、铅玻璃眼镜 0.5mmPb，2 套；去污用品等。	（1）PET/CT 检查区域：分装热室 50mmPb，1 个；铅废物桶 20mmPb3 个，10mmPb2 个；固体废物衰变箱，20mmPb，1 个；放射性污物储存柜，10mmPb，1 个；入墙式注射台 50mmPb，1 个；钨合金注射器防护套 15mmPb，4 个；储源铅罐，40mmPb，1 个；高能核素远距离取物夹 1 个；保险柜，20mmPb，1 个；移动铅屏风 8mmPb2 块，2mmPb3 块；铅衣、铅帽、铅围脖、放射性污染防护服、铅玻璃眼镜 0.5mmPb；手提式屏蔽箱 6mmPb，1 个；放射性污物储存柜 10mmpb，1 个；去污用品等。 （2）SPECT/CT 检查区域：分装热室 20mmPb，1 个；固体废弃物存储箱，10mmPb，1 个；入墙式注射台 20mmPb，1 个；储源铅罐，40mmPb，1 个；移动式注射车 20mmPb，1 台；钨合金注射器防护套 5mmPb，4 个；铅废物桶 10mmPb，7 个；铅注射器防护套 10mmPb，4 个；保险柜，20mmPb，2 个；移动铅屏风 3mmPb1 块，8mmPb3 块；手提式屏蔽箱 6mmPb，1 个；铅衣、铅帽、铅围脖、放射性污染防护服、铅玻璃眼镜 0.5mmPb；去污用品等。	
管理措施	管理机构	成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责。	医院已成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，指定专人专职负责医院的辐射安全与环境保护管理工作，并明确了领导小组职责。	已达到预期效果

	管理制度	针对本项目具体情况制定辐射安全管理制度，制度主要应包括：操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、使用登记制度、人员培训计划、个人剂量监测方案、辐射环境监测方案、事故应急预案。 其还应在之后的实际工作中不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善。	已针对本项目制定了各项辐射安全管理规章制度和应急措施，主要包括：《安全操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《岗位职责》《设备检修维护制度》《放射性同位素和射线装置使用登记制度》《人员培训计划》《个人剂量监测和职业健康管理制度》《辐射环境监测方案》《辐射事故应急预案》。 在之后的实际工作中医院将根据法律法规及实际情况不断对各项管理制度进行补充和完善。	

表 4-2　环评批复要求落实情况汇总表

批复要求	执行情况	落实情况
严格按照设计方案建设，确保各辐射工作场所的屏蔽满足辐射防护要求。各辐射工作场所要严格划分控制区和监督区管理，控制区入口应设置电离辐射警告标志，各射线装置的工作机房应设置工作状态指示灯并与防护门、射线装置安全联锁。放射治疗区域应设置固定式辐射剂量监测仪、门-机安全联锁、急停按钮、视频监控及对讲装置等；介入治疗区域（DSA）应设置自动闭门装置、急停按钮及对讲装置等；核医学科要设置相对独立的工作人员、受检者（患者）、放射性药物路径，并在地面上设置明确的受检者（患者）导向标识，设置视频监控及语音通话系统，在医护人员、患者及药物的各出入口应设置门禁系统，各出口处应设置表面污染监测仪、辐射剂量检测仪等，对人员及物品进行监测，无异常后方可离开，防止人员受到误照射。	一期已验收的直线加速器机房、CT 模拟定位机房、DSA 机房的屏蔽满足辐射安全和防护要求。	已落实
	本次竣工环保验收核医学科门诊诊疗区域已基本按照设计方案建设，根据验收监测结果，本次竣工环保验收的核医学科门诊诊疗区域的屏蔽满足辐射安全和防护要求。 本次验收核医学科门诊诊疗区域已设置：①警示标识，②导向标识，③急停按钮和对讲装置，④观察窗与视频监控系统，⑤工作状态指示灯及门-灯联锁装置，⑥门禁系统与保险柜双人双锁装置，⑦个人防护用品和辅助防护设施，⑧去污产品等其他辐射安全要求。满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准中的相关辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要。	
	其余项目暂未建成，不属于本次验收内容。	

建立各项辐射安全和防护的管理规章制度，制定辐射事故应急预案并定期开展演练。配备防护用品、防护设施及监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。	医院已健全各项辐射安全和防护的管理规章制度，已制定辐射事故应急预案并定期开展演练。本项目已配备监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。	已落实
核医学科被非密封放射性物质污染的物品，应按核素类别暂存于各场所的铅废物桶，每周收集并注明日期后置于污物暂存间内的衰变箱中，待存放期限足够并经监测满足清洁解控要求后方可作为普通医疗废物处理，含各核素放射性固体废物的存放时间为：含 F-18 和 Tc-99m 的应存放 30 天以上，含 Sr-89、Sm-153 的应存放 505 天以上。	本项目产生的被非密封放射性物质污染的物品，将暂存于各场所的废物铅桶内，在当日工作结束后分类收集至放射性废物间内贮存衰变，含 F-18 和 Tc-99m 的将存放 30 天以上，含 Sr-89、Sm-153 的将存放 505 天以上，并经监测满足清洁解控要求后方作为普通医疗废物处理。	已落实
放射性废液应排入放射性废液衰变池暂存，含 F-18 和 Tc-99m 的废液应暂存 30 天以上，方可排放至医疗废水系统处理。	本项目已建设配套的放射性废水衰变室及衰变系统，核医学科门诊诊疗区运行过程中产生的含 F-18 和 Tc-99m 的放射性废水由专用管道排至放射性废水衰变系统，根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中要求，暂存时间超过 30 天后直接排放。	已落实
辐射工作人员应按要求参加辐射安全培训并取得合格证书，做到持证上岗；建立健全个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。	本次竣工环保验收项目配备的 7 名辐射工作人员均已取得相应类别的辐射安全与防护考核合格证书，所有辐射工作人员均按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测，并已建立健全的个人剂量和职业健康档案，	已落实
根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)等规定和报告表的预测，本项目的公众剂量约束值按 0.1 毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束值按 5 毫希沃特/年执行。	根据验收监测结果和理论估算结果，本项目公众的年受照有效剂量低于 0.1 毫希沃特/年，职业人员的年受照有效剂量低于 5 毫希沃特/年。	已落实
你单位应按规定向我厅申领辐射安全许可证，并在许可范围内从事核技术利用相关活动，按时报送辐射安全年度评估报告。	医院已按规定申领了辐射安全许可证，在许可范围内从事核技术利用相关活动，并按时报送辐射安全年度评估报告。	已落实

你单位应严格落实环保“三同时”制度，落实各项环境保护措施。项目竣工后，须按规定标准和程序开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入运行。	医院已严格落实环保“三同时”制度，落实各项环境保护措施。已按规定标准和程序开展竣工环境保护验收，验收合格后，方投入正式运行。	已落实
你单位应在收到本批复后20个工作日内将经审批的报告表送漳州市生态环境局。请漳州市生态环境局加强对项目的日常监督管理。	在收到环评批复后20个工作日内，医院已将经审批的环评报告表送漳州市生态环境局。接受漳州市生态环境局加强对项目的日常监督管理。	已落实

表五　验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制：

1、检测单位

公司已通过检验检测机构资质认定。

2、监测仪器

本次竣工环保验收项目监测所采用的监测仪器参数见表 5-1，本次竣工环保验收的 PET/CT 最大能量为 140kV，SPECT/CT 的最大能量为 140kV，均在仪器能量响应范围内。

表 5-1　本次竣工环保验收监测仪器参数

仪器名称	环境级 X、γ剂量率仪	表面污染监测仪
仪器型号	HY600	Como170
设备编号		
能量响应		
量程		
检定证书编号		
检定单位		
检定有效期		

3、人员能力

监测人员已通过专业的技术培训和考核，监测由专业人员按操作规程操作仪器，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好，并做好现场记录。

4、质量保证及质量控制

①委托的检测机构已通过资质认定，具备有相应的检测资质和检测能力，其资质认定证书及附表见附件 6；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查；

⑥检测报告实行三级审核。

表六　验收监测内容

验收监测内容：

项目验收监测期间，工况稳定、环境保护设施运行正常，项目运行工况符合建设项目竣工环境保护验收监测要求。

1、监测因子、频次及时间

监测因子：X-γ辐射剂量率、β表面污染

监测点位：

X-γ辐射剂量率监测点位包括：分装热室及注射窗外表面 30cm 处人员操作位、PET/CT、SPECT/CT 设备操作人员工作位等，分装热室非正对人员操作位表面，控制区内房间四周墙体、防护门、观察窗、顶棚外表面 30cm，通过巡测发现的辐射水平异常高的位置等，监测点位具体见图 6-1~图 6-2；β表面污染监测点位包括：放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面，核医学工作场所内的设施、墙壁和地面等。监测点位具体见图 6-3。

监测频次：

X-γ辐射剂量率：对于 PET/CT、SPECT/CT 扫描间外监测点位，因 CT 单次曝光时间较短，仪器读数稳定后，每个监测点位读 1 个最大值读数；对于其余监测点位，仪器读数稳定后，每个监测点位以约 10s 的间隔读 10 个数据，在剂量率水平大于本底水平 3 倍以上的环境中开展测量时，在仪器读数稳定的情况下，读 1 个最大读数；

β表面污染：仪器读数稳定后，读 1 个最大读数。

监测时间：2026 年 10 月 19 日

监测天气：晴

2、监测分析方法

监测分析方法采用监测公司资质认定计量认证证书附表内相应的方法，具体见表 6-1。

表 6-1　监测方法

监测项目	监测方法
X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
β表面污染	《表面污染测定 第 1 部分：β发射体（$E_{\beta max}$＞0.15 MeV）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）

表七　验收监测结果

验收监测期间生产工况记录：

根据建设单位提供资料，本次竣工环保验收的PET/CT检查区域内已许可使用放射性药物^{18}F、SPECT/CT检查区域内已许可使用放射性药物^{99m}Tc、^{89}Sr和^{153}Sm，其中^{89}Sr和^{153}Sm为门诊治疗，病人服药后即离开，本次验收以^{99m}Tc为代表进行监测。截至现场监测时，核医学科尚未开展工作，场所内无放射性固废，放射性废水衰变室内无放射性废水，本次为模拟监测。项目放射性药物均由具备对应资质单位供应：^{18}F（氟[^{18}F]脱氧葡糖注射液）由南京江原安迪科正电子研究发展有限公司提供，药物以整罐形式送至本院，在分装热室内完成手动分装后使用；^{99m}Tc（高锝[^{99m}Tc]酸钠注射液）由汕头原子高科医药有限公司供应，到货即为预先分装好的成品针剂，无需再进行分装操作，单支标称规格为25mCi，共4支。本项目竣工环保验收监测工况见表7-1。

项目验收监测期间，项目工况稳定、环境保护设施运行正常，项目验收工况符合《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》中“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”要求，符合《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）中“验收监测应当在确保主体工程工况稳定、辐射安全与防护设施建成并运行正常的情况下进行”要求，项目运行工况符合建设项目竣工环境保护验收监测要求。

验收监测结果：

本次竣工环保验收的PET/CT检查区域、SPECT/CT检查区域和放射性废水衰变间及周围环境的X-γ辐射剂量率检测结果见表7-2，具体检测点位见图7-1；工作结束后，工作场所的β表面污染检测结果见表7-3，具体检测点位见图7-2。

（1）根据表7-2-1可知，在验收监测工况下：

①PET/CT检查区域内分装热室外表面30cm处人员操作位的X-γ辐射剂量率为**0.238**μSv/h，分装热室非正对人员操作位表面5cm的X-γ辐射剂量率为**0.239**μSv/h；注射台正面外表面30cm处人员操作位的X-γ辐射剂量率为**0.226**μSv/h，满足**辐射环境剂量率控制水平要求**，即分装注射室内通风橱及注射窗外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率应小于2.5μSv/h，通风橱非正对人员操作位表面的周围剂量当量率应小于25μSv/h；

②PET/CT检查区域内所各控制区内房间四周屏蔽体和顶板外30cm处及周围的X-γ辐射剂量率为（**0.134~2.346**）μSv/h，满足**辐射环境剂量率控制水平要求**，即距核医学工作

场所控制区内房间四周墙体、防护门、观察窗、顶棚外表面 30cm 及周围人员可居留处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，若控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子＜1/2），周围剂量当量率应小于 10μSv/h；

③PET/CT 扫描间内部患者摆位处剂量为 **11.347**μSv/h，工作人员进入机房开展患者摆位操作时，存在一定辐射影响。

（2）根据表 7-2-2 可知，在验收监测工况下：

①SPECT/CT 检查区域内分装热室外表面 30cm 处人员操作位的X-γ辐射剂量率为 **0.220**μSv/h，分装热室非正对人员操作位表面 5cm 的X-γ辐射剂量率为 **0.238**μSv/h；注射台正面外表面 30cm 处人员操作位、机房内工作人员注射位的X-γ辐射剂量率分别为 **0.214**μSv/h、**1.419**μSv/h，满足辐射环境剂量率控制水平要求，即分装注射室内通风橱及注射窗外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，通风橱非正对人员操作位表面的周围剂量当量率应小于 25μSv/h；

②SPECT/CT 检查区域内所各控制区内房间四周屏蔽体和顶板外 30cm 处及周围的X-γ辐射剂量率为（**0.194~0.614**）μSv/h，满足辐射环境剂量率控制水平要求，即距核医学工作场所控制区内房间四周墙体、防护门、观察窗、顶棚外表面 30cm 及周围人员可居留处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，若控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子＜1/2），周围剂量当量率应小于 10μSv/h；

③SPECT/CT 扫描间内部患者摆位处剂量为 2.320μSv/h，工作人员进入机房开展患者摆位操作时，存在一定辐射影响。

（3）根据表 7-2-3 可知，在验收监测工况下：

①放射性废水衰变间所各控制区内房间四周屏蔽体和顶板外 30cm 处及周围的X-γ辐射剂量率为（**0.213~0.226**）μSv/h，满足辐射环境剂量率控制水平要求，即距核医学工作场所控制区内房间四周墙体、防护门、观察窗、顶棚外表面 30cm 及周围人员可居留处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h。

（4）根据表 7-3 可知，本次竣工环保验收的 PET/CT 检查区域、SPECT/CT 检查区域和放射性废水衰变间内控制区各表面β放射性表面污染为＜MDC~0.23Bq/cm^2，监督区各表面β放射性表面污染为＜MDC~0.23Bq/cm^2，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、核医学放射防护要求（GBZ 120-2020）中控制区、监督区表面污染控制水平要求。

本次竣工环保验收的 PET/CT 检查区域、SPECT/CT 检查区域和放射性废水衰变间内尚未开展工作，场所内无放射性固废暂存，放射性废水衰变室内无放射性废水。本项目已配备的放射性废物桶、放射性废水收集管道及放射性废水衰变室均与环评一致，放射性废水收集管道为埋地设置、不暴露于地面，根据环评预测分析结果，放射性废物桶、放射性废水衰变室外表面 30cm 处辐射剂量率满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中小于 2.5μSv/h 的要求。

在项目运行过程中，公司将加强日常监测，进一步确保关注点的辐射剂量率满足环评文件及批复确定的控制水平要求。

辐射工作人员和公众年有效剂量分析：

本次竣工环保验收的 PET/CT 检查区域、SPECT/CT 检查区域和放射性废水衰变间尚未正式运行，因此本项目采用理论估算的方式对辐射工作人员及周围公众年受照剂量进行估算，估算公式如下：

$$E=\dot{H}\cdot t\cdot T\cdot U \qquad \text{（公式 7-1）}$$

上式中：E —参考点人员有效剂量（mSv）；

$\dot{H}$—参考点的周围空气比释动能率（mSv/h）；

t—参考点处受照时间（h）；

T—居留因子；

U—使用因子，本项目取 1。

辐射工作人员及周围公众年有效剂量估算结果见表 7-4。

根据表 7-4 和 7-5 可知，本次竣工环保验收的 PET/CT 检查区域、SPECT/CT 检查区域辐射工作人员的年有效剂量最大为 2.00mSv，周围公众的年有效剂量最大为 2.88E-02mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求及该项目剂量约束值要求，即职业人员年有效剂量不超过 5mSv、公众年有效剂量不超过 0.1mSv，符合环评文件及批复要求。

表八　验收监测结论

验收监测结论：

1、工程概况

漳州圆山医院在地下一层核医学科建设了 PET/CT、SPECT/CT 检查区，配备了 1 台 PET/CT 和 1 台 SPECT/CT 射线装置，使用放射性药物 ^{18}F 开展医学影像诊断和设备校准，使用放射性药物 ^{99m}Tc 开展医学影像诊断，同时使用放射性药物 ^{89}Sr、^{153}Sm 开展骨转移癌治疗。项目配套的放射性废水衰变间位于核素治疗区域北侧，主要设置 2 套独立的槽式放射性废液衰变池，其中 1 套为本项目配套的短半衰期衰变池。

本次竣工环保验收的 PET/CT 机最大管电压为 140kV，最大管电流为 833mA，属于 III 类射线装置；SPECT/CT 机最大管电压为 140kV，最大管电流为 440mA，属于 III 类射线装置。

2、验收监测结果

现场监测结果表明，在验收工况下：

（1）PET/CT 检查区域

①PET/CT 检查区域内分装热室外表面 30cm 处人员操作位的X-辐射剂量率为 0.238μSv/h，分装热室非正对人员操作位表面 5cm 的X-辐射剂量率为 0.239μSv/h；注射台正面外表面 30cm 处人员操作位的X-辐射剂量率为 0.226μSv/h，满足辐射环境剂量率控制水平要求，即分装注射室内通风橱及注射窗外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，通风橱非正对人员操作位表面的周围剂量当量率应小于 25μSv/h；

②PET/CT 检查区域内所各控制区内房间四周屏蔽体和顶板外 30cm 处及周围的X-辐射剂量率为（0.134~2.346）μSv/h，满足辐射环境剂量率控制水平要求，即距核医学工作场所控制区内房间四周墙体、防护门、观察窗、顶棚外表面 30cm 及周围人员可居留处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，若控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子＜1/2），周围剂量当量率应小于 10μSv/h；

③PET/CT 扫描间内部患者摆位处剂量为 11.347μSv/h，工作人员进入机房开展患者摆位操作时，存在一定辐射影响。

（2）SPECT/CT 检查区域

①SPECT/CT 检查区域内分装热室外表面 30cm 处人员操作位的X-γ辐射剂量率为 0.220μSv/h，分装热室非正对人员操作位表面 5cm 的X-γ辐射剂量率为

0.238μSv/h；注射台正面外表面 30cm 处人员操作位、机房内工作人员注射位的X-γ辐射剂量率分别为 0.214μSv/h、1.419μSv/h，满足辐射环境剂量率控制水平要求，即分装注射室内通风橱及注射窗外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，通风橱非正对人员操作位表面的周围剂量当量率应小于 25μSv/h；

②SPECT/CT 检查区域内所各控制区内房间四周屏蔽体和顶板外 30cm 处及周围的X-γ辐射剂量率为（0.194~0.614）μSv/h，满足辐射环境剂量率控制水平要求，即距核医学工作场所控制区内房间四周墙体、防护门、观察窗、顶棚外表面 30cm 及周围人员可居留处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，若控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子＜1/2），周围剂量当量率应小于 10μSv/h；

③SPECT/CT 扫描间内部患者摆位处剂量为 2.320μSv/h，工作人员进入机房开展患者摆位操作时，存在一定辐射影响。

（3）放射性废水衰变间

放射性废水衰变间所各控制区内房间四周屏蔽体和顶板外 30cm 处及周围的X-γ辐射剂量率为（0.213~0.226）μSv/h，满足辐射环境剂量率控制水平要求，即距核医学工作场所控制区内房间四周墙体、防护门、观察窗、顶棚外表面 30cm 及周围人员可居留处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h。

（4）本次竣工环保验收的 PET/CT 检查区域、SPECT/CT 检查区域和放射性废水衰变间内控制区各表面β放射性表面污染为＜MDC~0.23Bq/cm^2，监督区各表面β放射性表面污染为＜MDC~0.23Bq/cm^2，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）、核医学放射防护要求（GBZ 120-2020）中控制区、监督区表面污染控制水平要求。

3、保护目标剂量

根据理论估算可知，本次竣工环保验收项目辐射工作人员和公众的年受照剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求及该项目剂量约束值要求，即职业人员年受照剂量不超过 5mSv、公众年受照剂量不超过 0.1mSv，符合环评文件及批复要求。

4、辐射安全措施

本次验收核医学工作场所已设置：①警示标识，②导向标识，③急停按钮和对讲装置，④观察窗与视频监控系统，⑤工作状态指示灯及门-灯联锁装置，⑥门禁系统与保险柜双人双锁装置，⑦个人防护用品和辅助防护设施，⑧去污产品等其他辐射安全要求。满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防

护与安全要求》（HJ1188-2021）、《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准中的相关辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要。

5、辐射防护监测仪器

医院已为 PET/CT、SPECT/CT 核医学科工作场所配备 2 台 RadPavise-H 型 X、γ辐射剂量巡测仪，3 台 RadPavise-H 型主机+RadProbe-AB 型探头的表面污染仪器，3 台 CRC-55tR 型活度计，7 台 RadTarge-Mini 型个人剂量报警仪，每名辐射工作人员均佩戴了个人剂量计。经现场核验，辐射监测仪器均正常可用，符合环境影响评价文件及批复要求。

6、放射性三废处理措施

医院在核医学科核素治疗区域北侧，主要设置 2 套独立的槽式放射性废液衰变池，其中 1 套为本项目配套的短半衰期衰变池，用于 PET/CT、SPECT/CT 检查区域放射性废水的收集、暂存衰变；在 PET/CT、SPECT/CT 检查区相应场所内设置有放射性废物桶及废物箱，用于放射性固废的收集、暂存衰变；PET/CT、SPECT/CT 检查区域、放射性废液衰变间已设置有通风系统，包含新风系统和 9 条排风管道。本项目放射性三废均按《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中相关要求进行收集、暂存、处置，符合环评文件及批复要求，满足相关环保要求。

7、辐射安全管理

医院已成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，确定以总经理助理林文为组长全面负责医院的辐射安全与环境保护管理工作，放疗科主任文奇伟为辐射防护负责人，并明确了领导小组职责；已针对本次竣工环保验收项目制定了各项辐射安全管理规章制度和应急措施，本次竣工环保验收项目已配备 7 名辐射工作人员，均已通过相应类别的辐射安全与防护考核，且合格证书在有效期内，开展了个人剂量监测和职业健康体检，并建立了辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

综上所述，漳州圆山医院（原漳州九龙江医院）核技术利用项目（二期）竣工环境保护验收监测结果满足其相关环境影响报告表的审批意见以及环评报告中辐射安全管理要求，建议该项目通过竣工环境保护验收。

建议

（1）医院应定期或不定期针对放射性同位素、X 射线装置的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查，确保仪器的完好和有效。

（2）医院应认真保管好各种档案资料以及定期的测试报告，做到各种数据有据可查。

（3）项目投入运行后要加强监管监测，严格遵循操作规程，加强对工作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和工作人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

（4）医院应对放射性废水增加年度监测，经监测满足相关要求后方可排放，检测报告存档备查。