

台州市博爱医院门诊住院部大楼
扩建核医学科建设项目
竣工环境保护验收监测报告表
(阶段性)

建设单位：台州市博爱医院

编制单位：台州市博爱医院

二〇二六年一月

目 录

| | |
|---|-----------|
| 表 1 项目基本情况 | 1 |
| 表 2 项目建设情况 | 19 |
| 2.1 项目建设内容 | 19 |
| 2.2 源项情况 | 25 |
| 2.3 工程设备与工艺分析 | 26 |
| 表 3 辐射安全与防护设施/措施 | 31 |
| 3.1 场所布局 | 31 |
| 3.2 辐射安全及防护措施 | 32 |
| 3.3 放射性三废的处理 | 34 |
| 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 | 41 |
| 表 5 验收监测质量保证及质量控制 | 61 |
| 5.1 监测分析方法 | 61 |
| 5.2 监测仪器 | 61 |
| 5.3 监测人员能力 | 61 |
| 5.4 实验室认可认证 | 61 |
| 表 6 验收监测内容 | 62 |
| 6.1 监测因子及频次 | 62 |
| 6.2 监测布点 | 62 |
| 表 7 验收监测 | 65 |
| 7.1 验收监测期间运行工况记录 | 65 |
| 7.2 验收监测结果 | 65 |
| 7.3 剂量监测和估算结果 | 70 |
| 表 8 验收监测结论 | 72 |
| 8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况 | 72 |
| 8.2 污染物排放监测结果 | 72 |
| 8.3 工程建设对环境的影响 | 72 |
| 8.4 辐射安全防护、环境保护管理 | 73 |
| 附件 1：环境影响报告表审批意见 | 74 |

表 1 项目基本情况

| | | | | | |
|-----------------|----------|--|---------------|------------------|----------|
| 建设项目名称 | | 台州市博爱医院门诊住院部大楼扩建核医学科建设项目（阶段性） | | | |
| 建设单位名称 | | 台州市博爱医院 | | | |
| 项目性质 | | <input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 | | | |
| 建设地点 | | 浙江省台州市路桥区商海南街 609 号门诊住院部大楼负一层 | | | |
| 源项 | 放射源 | | / | | |
| | 非密封放射性物质 | | / | | |
| | 射线装置 | | 1 台 PET-CT | | |
| 建设项目环评批复时间 | | 2024 年 09 月 14 日 | 开工建设时间 | 2025 年 6 月 | |
| 取得辐射安全许可证时间 | | 2025 年 09 月 12 日 | 项目投入运行时间 | 2025 年 11 月 | |
| 辐射安全与防护设施投入运行时间 | | 2025 年 11 月 | 验收现场监测时间 | 2026 年 01 月 06 日 | |
| 环评报告表审批部门 | | 台州市生态环境局 | 环评报告表编制单位 | 浙江亿达检测技术有限公司 | |
| 辐射安全与防护设施设计单位 | | / | 辐射安全与防护设施施工单位 | / | |
| 投资总概算(万元) | 2000 | 辐射安全与防护设施投资总概算(万元) | | 120 | 比例 6% |
| 实际总概算(万元) | 1950 | 辐射安全与防护设施实际总概算(万元) | | 122 | 比例 6.26% |

| | |
|------|---|
| 验收依据 | <p>(1)《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第6号，2003年10月1日起施行；</p> <p>(2)《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第253号，1998年11月29日；国务院令第682号，2017年6月21日修正，2017年7月16日发布，2017年10月1日实施；</p> <p>(3)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12月1日；中华人民共和国国务院令第709号，《国务院关于修改部分行政法规的决定》修正，2019年3月2日修订，2019年3月18日发布并实施；</p> <p>(4)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第31号，2006年3月1日；国家环境保护部令第3号，2008年12月6日修正并实施；环境保护部令第47号，2017年12月20日修改并实施；生态环境部令第7号，2019年8月22日修改并实施；生态环境部令第20号，2021年1月4日修改并实施；</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第18号，2011年5月1日；</p> <p>(6)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发〔2006〕145号)，国家环境保护总局，2006年9月26日；</p> <p>(7)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4号，中华人民共和国环境保护部，2017年11月20日；</p> <p>(8)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版)，中华人民共和国生态环境部第16号令，2020年11月30日公布，2021年1月1日起施行；</p> <p>(9)《关于医疗机构医用辐射场所辐射监测有关问题的通知》，环办辐射函〔2016〕274号，2016年2月16日；</p> |
|------|---|

| | |
|------|---|
| 验收依据 | <p>(10)《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第388号，2021年2月1日起施行；</p> <p>(11)《浙江省辐射环境管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第388号，2021年2月1日起施行；</p> <p>(12)《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)；</p> <p>(13)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(14)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(15)《表面污染测定 第1部分：β发射体($E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$)和$\alpha$发射体》(GB/T 14056.1-2008)；</p> <p>(16)《台州市博爱医院门诊住院部大楼扩建核医学科建设项目环境影响报告表》，浙江亿达检测技术有限公司，2024年8月；</p> <p>(17)《台州市生态环境局关于台州市博爱医院门诊住院部大楼扩建核医学科建设项目影响报告表的审查意见》，台环辐〔2024〕16号，台州市生态环境局，2024年9月14日。</p> |
|------|---|

| 验收执行标准 | <p>(一)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)</p> <p>(1) 剂量限值和剂量约束值</p> <p>职业照射：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；本项目取其四分之一即5mSv/a作为职业照射剂量约束值；</p> <p>公众照射：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1mSv；本项目取其十分之一即0.1mSv/a作为公众照射剂量约束值。</p> <p>(2) 辐射管理分区</p> <p>6.4.1 控制区</p> <p>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。</p> <p>6.4.2 监督区</p> <p>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。</p> <p>(3) 工作场所分级</p> <p>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。</p> <p>C1 非密封源工作场所分级</p> <p>应按表1-1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。</p> <p>表1-1 非密封源工作场所的分级</p> <table border="1" data-bbox="555 1617 1389 1819"> <thead> <tr> <th>级别</th><th>日等效最大操作量/Bq</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>甲</td><td>$>4 \times 10^9$</td></tr> <tr> <td>乙</td><td>$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$</td></tr> <tr> <td>丙</td><td>豁免活度值以上~2×10^7</td></tr> </tbody> </table> <p>C2 放射性核素的日等效操作量的计算</p> <p>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。</p> | 级别 | 日等效最大操作量/Bq | 甲 | $>4 \times 10^9$ | 乙 | $2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$ | 丙 | 豁免活度值以上~ 2×10^7 |
|--------|---|----|-------------|---|------------------|---|------------------------------------|---|--------------------------|
| 级别 | 日等效最大操作量/Bq | | | | | | | | |
| 甲 | $>4 \times 10^9$ | | | | | | | | |
| 乙 | $2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$ | | | | | | | | |
| 丙 | 豁免活度值以上~ 2×10^7 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| 验收执行标准 | <p>本项目放射性核素的毒性分组及毒性组别修正因子见表 1-2，与操作方式有关的修正因子见表 1-3。</p> <p style="text-align: center;">表 1-2 放射性核素毒性组别修正因子</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">毒性组别</th><th style="width: 50%;">毒性组别修正因子</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>极毒</td><td>10</td></tr> <tr> <td>高毒</td><td>1</td></tr> <tr> <td>中毒</td><td>0.1</td></tr> <tr> <td>低毒</td><td>0.01</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表 1-3 操作方式与放射源状态修正因子</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 20%;">操作方式</th><th colspan="4">毒性组别修正因子</th></tr> <tr> <th style="width: 25%;">表面污染水平较低的固体</th><th style="width: 25%;">液体, 溶液, 悬浮液</th><th style="width: 25%;">表面有污染的固体</th><th style="width: 25%;">气体, 蒸汽, 粉末, 压力很高的液体, 固体</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>源的贮存</td><td>1000</td><td>100</td><td>10</td><td>1</td></tr> <tr> <td>很简单的操作</td><td>100</td><td>10</td><td>1</td><td>0.1</td></tr> <tr> <td>简单操作</td><td>10</td><td>1</td><td>0.1</td><td>0.01</td></tr> <tr> <td>特别危险的操作</td><td>1</td><td>0.1</td><td>0.01</td><td>0.001</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">(4) 表面污染控制的水平</p> <p style="text-align: center;">表 1-4 工作场所放射性表面污染控制水平 (单位: Bq/cm²)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 20%;">表面类型</th><th colspan="2">α放射性物质</th><th rowspan="2" style="width: 20%;">β放射性物质</th></tr> <tr> <th style="width: 50%;">极毒性</th><th style="width: 50%;">其他</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">工作台、设备、墙壁、地面</td><td>控制区</td><td>4</td><td>40</td></tr> <tr> <td>监督区</td><td>0.4</td><td>4</td></tr> <tr> <td rowspan="2">工作服、手套、工作鞋</td><td>控制区</td><td>0.4</td><td>0.4</td></tr> <tr> <td>监督区</td><td></td><td>4</td></tr> <tr> <td>手、皮肤、内衣、工作袜</td><td>0.04</td><td>0.04</td><td>0.4</td></tr> <tr> <td colspan="4">1) 该区内的高污染子区除外</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">(5) 放射性废液向环境排放的控制</p> <p>8.6.2 不得将放射性废液排入普通下水道，除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液，方可直接排入流量大于 10 倍排放流的普通下水道，并应对每次排放做好记录：</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 每月排放的总活度不超过 10ALL_{\min}。 b) 每一次排放的活度不超过 1ALL_{\min}，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。 <p style="text-align: center;">(6) 清洁解控水平推荐值</p> <p>根据 GB 18871-2002 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 1-5 中。</p> | 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 | 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 | 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 | 4 | 40 | 监督区 | 0.4 | 4 | 工作服、手套、工作鞋 | 控制区 | 0.4 | 0.4 | 监督区 | | 4 | 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 | | | |
|----------------|--|-------------|----------|-------------------------|----|----|---|----|-----|----|------|------|----------|--|--|--|-------------|-------------|----------|-------------------------|------|------|-----|----|---|--------|-----|----|---|-----|------|----|---|-----|------|---------|---|-----|------|-------|------|--------|--|--------|-----|----|--------------|-----|---|----|-----|-----|---|------------|-----|-----|-----|-----|--|---|-------------|------|------|-----|----------------|--|--|--|
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 4 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 监督区 | 0.4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 工作服、手套、工作鞋 | 控制区 | 0.4 | 0.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 监督区 | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 验收执行标准 | <p style="text-align: center;">表 1-5 以核素活度浓度表示的清洁解控水平推荐值</p> <table border="1" data-bbox="557 280 1373 393"> <thead> <tr> <th data-bbox="557 280 960 325">解控水平 (Bq/g)</th><th data-bbox="960 280 1373 325">核素</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="557 325 960 370">1×10^1</td><td data-bbox="960 325 1373 370">^{18}F</td></tr> <tr> <td data-bbox="557 370 960 415">1×10^2</td><td data-bbox="960 370 1373 415">$^{99\text{m}}\text{Tc}$</td></tr> </tbody> </table> <p>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。</p> <p>注 2：严禁为申报清洁解控而采取人工稀释等方法来降低核素活度浓度。</p> <p>注：根据水的密度约为 1g/cm^3，可计算出 ^{18}F 的放射性活度浓度控制水平为 $1 \times 10^4\text{Bq/L}$。</p> | 解控水平 (Bq/g) | 核素 | 1×10^1 | ^{18}F | 1×10^2 | $^{99\text{m}}\text{Tc}$ |
|--|---|-------------|----|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 解控水平 (Bq/g) | 核素 | | | | | | |
| 1×10^1 | ^{18}F | | | | | | |
| 1×10^2 | $^{99\text{m}}\text{Tc}$ | | | | | | |
| <p>(二)《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466-2005)</p> <p>本项目污水排放放射性，在衰变池排放口执行“总$\alpha \leq 1\text{Bq/L}$、总$\beta \leq 10\text{Bq/L}$”的要求。</p> <p>(三)《操作非密封源的辐射防护规定》(GB 11930-2010)</p> <p>5.3.1 辐射工作人员应熟练掌握安全与防护技能，取得相应资质。</p> <p>5.3.2 辐射工作人员应根据实际需要配备适用、足够和符合标准的个人防护用具（器械、衣具），并掌握其性能和使用方法。个人防护用具应有备份，均应妥善保管，并应对其性能进行检验。</p> <p>5.3.3 辐射工作场所应具备适当的防护手段与安全措施，做好个人防护工作。</p> <p>5.3.4 在伴有外照射的工作场所，应做好个人外照射防护，包括β外照射防护。</p> <p>5.3.5 在任何情况下均不允许用裸露的手直接接触放射性物质或进行污染物件的操作。</p> <p>5.3.6 辐射工作场所应根据所操作非密封源的特点配备适当的医学防护用品和急救品箱，供处理事故时使用。严重污染事件的医学处理应在医学防护人员的指导下进行。</p> <p>(四)《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)</p> <p>5.1 工作场所平面布局和分区</p> <p>5.1.1 在医疗机构内部区域选择核医学场址，应充分考虑周围场所的安全，不应邻接产科、儿科、食堂等部门，这些部门选址时也应避开核医学场所。尽可能做到相对独立布置或集中设置，宜有单独出、入口，出口不宜设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域。</p> | | | | | | | |

| | |
|--------|---|
| 验收执行标准 | <p>5.1.2 核医学工作场所平面布局设计应遵循如下原则：</p> <ul style="list-style-type: none">a) 使工作场所的外照射水平和污染发生的概率达到尽可能小；b) 保持影像设备工作场所内较低辐射水平以避免对影像质量的干扰；c) 在核医学诊疗工作区域，控制区的入口和出口应设置门锁权限控制和单向门等安全措施，限制患者或受检者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射；d) 在分装和给药室的出口处应设计卫生通过间，进行污染检测。 <p>5.1.3 核医学工作场所从功能设置可分为诊断工作场所和治疗工作场所。其功能设置要求如下：</p> <ul style="list-style-type: none">a) 对于单一的诊断工作场所应设置给药前患者或受检者候诊区、放射性药物贮存室、分装给药室（可含质控室）、给药后患者或受检者候诊室（根据放射性核素防护特性分别设置）、质控（样品测量）室、控制室、机房、给药后患者或受检者卫生间和放射性废物储藏室等功能用房；b) 对于单一的治疗工作场所应设置放射性药物贮存室、分装及药物准备室、给药室、病房（使用非密封源治疗患者）或给药后留观区、给药后患者专用卫生间、值班室和放置急救设施的区域等功能用房；c) 诊断工作场所和治疗工作场所都需要设置清洁用品储存场所、员工休息室、护士站、更衣室、卫生间、去污淋浴间、抢救室或抢救功能区等辅助用房；d) 对于综合性的核医学工作场所，部分功能用房和辅助用房可以共同利用。 <p>5.1.4 核医学放射工作场所应划分为控制区和监督区。控制区一般包括使用非密封源核素的房间（放射性药物贮存室、分装及（或）药物准备室、给药室等）、扫描室、给药后候诊室、样品测量室、放射性废物储藏室、病房（使用非密封源治疗患者）、卫生通过间、保洁用品储存场所等。监督区一般包括控制室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间等。应根据 GB 18871 的有关规定，结合核医学科的具体</p> |
|--------|---|

| | |
|--------|---|
| 验收执行标准 | <p>情况，对控制区和监督区采取相应管理措施。</p> <p>5.1.5 核医学工作场所的布局应有助于开展工作，避免无关人员通过。治疗区域和诊断区域应相对分开布置。根据使用放射性药物的种类、形态、特性和活度，确定核医学治疗区(病房)的位置及其放射防护要求，给药室应靠近病房，尽量减少放射性药物和给药后患者或受检者通过非放射性区域。</p> <p>5.1.6 通过设计合适的时间空间交通模式来控制辐射源(放射性药物、放射性废物、给药后患者或受检者)的活动，给药后患者或受检者与注射放射性药物前患者或受检者不交叉，给药后患者或受检者与工作人员不交叉，人员与放射性药物通道不交叉。合理设置放射性物质运输通道，便于放射性药物、放射性废物的运送和处理；便于放射性污染的清理、清洗等工作的开展。</p> <p>5.1.7 应通过工作场所平面布局的设计和屏蔽手段，避免附近的辐射源(核医学周边场所内的辐射装置、给药后患者或受检者)对诊断区设备成像、功能检测的影响。</p> <p>5.2 放射防护措施要求</p> <p>5.2.3 核医学工作场所的通风按表 1 要求，通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。</p> <p>5.2.4 分装药物操作宜采用自动分装方式。</p> <p>5.2.5 放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行。暴露的污水管道应做好防护设计。</p> <p>5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。</p> <p>5.2.7 核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。</p> <p>5.2.8 给药后患者或受检者候诊室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。</p> |
|--------|---|

| | |
|--------|--|
| 验收执行标准 | <p>5.2.9 应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运等容器。容器表面应设置电离辐射标志。</p> <p>5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。</p> <p>5.3 工作场所的防护水平要求</p> <p>5.3.1 核医学工作场所控制区的用房，应根据使用的核素种类、能量和最大使用量，给予足够的屏蔽防护。在核医学控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$，控制区内屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$，宜不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$；核医学工作场所的分装柜或生物安全柜，应采取一定的屏蔽防护，以保证柜体外表面 5cm 处的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$；同时在该场所及周围的公众和放射工作人员应满足个人剂量限值要求。屏蔽计算中所涉及的常用放射性药物理化特性参见附录 H。PET 相关房间的辐射屏蔽计算方法和示例参见附录 I。</p> <p>6.2 放射性药物操作的放射防护要求</p> <p>6.2.1 操作放射性药物应有专门场所，如临床诊疗需要在非专门场所给药时则需采取适当的防护措施。放射性药物使用前应适当屏蔽。</p> <p>6.2.2 装有放射性药物的给药注射器，应有适当屏蔽。</p> <p>6.2.3 操作放射性药物时，应根据实际情况，熟练操作技能、缩短工作时间并正确使用个人防护用品。</p> <p>6.2.4 操作放射性碘化物等挥发性或放射性气体应在通风柜内进行。通风柜保持良好通风，并按操作情况必要时进行气体或气溶胶放射性浓度的监测；操作放射性碘化物等挥发性或放射性气体的工作人员宜使用过滤式口罩。</p> <p>6.2.5 控制区内不应进食、饮水、吸烟、化妆，也不应进行无关工作及存放无关物品。</p> <p>6.2.6 操作放射性核素的工作人员，在离开放射性工作场所前应洗手和进行表面污染检测，如其污染水平超过表 2 规定值，应采取相应去污措施。</p> <p>6.2.7 从控制区取出物品应进行表面污染检测，以杜绝超过表 2 规定的表面污染控制水平的物品被带出控制区。</p> <p>6.2.9 放射性物质的贮存容器或保险箱应有适当屏蔽。</p> |
|--------|--|

| | |
|--------|---|
| 验收执行标准 | <p>放射性物质的放置应合理有序、易于取放，每次取放的放射性物质应只限于需用的部分。</p> <p>6.2.10 放射性物质贮存室应定期进行放射防护监测，无关人员不应入内。</p> <p>6.2.12 贮存的放射性物质应及时登记建档，登记内容包括生产单位、到货日期、核素种类、理化性质、活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等。</p> <p>6.2.13 所有放射性物质不再使用时，应立即送回原地安全储存。</p> <p>6.2.14 当发生放射性物质溢出、散漏事故时，应根据单位制定的放射事故处置应急预案，参照使用 6.1.2 和附录 K 所列用品，及时控制、消除放射性污染；当人员皮肤、伤口被污染时，应迅速去污并给予医学处理。</p> <h3>8 医用放射性废物的放射防护管理要求</h3> <p>8.1 放射性废物分类，应根据医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集和分别处理。核医学常用放射性核素的物理特性参见附录 H。</p> <p>8.2 设废物储存登记表，记录废物主要特性和处理过程，并存档备案。</p> <p>8.3 放射性废液衰变池应合理布局，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，并有防泄漏措施。</p> <p>8.4 开展放射性药物治疗的医疗机构，应为住院治疗患者或受检者提供有防护标志的专用厕所，专用厕所应具备使患者或受检者排泄物迅速全部冲入放射性废液衰变池的条件，而且随时保持便池周围清洁。</p> <p>8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置放置污物桶。</p> <p>8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，及时转送存储室，放入专用容器中存储。</p> <p>8.7 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。</p> |
|--------|---|

| | |
|--------|---|
| 验收执行标准 | <p>8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，质量不超过 20kg。</p> <p>8.9 储存场所应具有通风设施，出入处设电离辐射警告标志。</p> <p>8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。</p> <p>8.11 废物包装体外表面的污染控制水平：$\beta < 0.4\text{Bq/cm}^2$。</p> <p>（五）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）</p> <p>4.3 辐射工作场所分区</p> <p>4.3.1 应按照 GB 18871 的要求将核医学工作场所划分出控制区和监督区，并进行相应的管理。</p> <p>4.3.2 核医学工作场所的控制区主要包括回旋加速器机房、放射性药物合成和分装室、放射性药物贮存室、给药室、给药后候诊室、扫描室、核素治疗病房、给药后患者的专用卫生间、放射性废物暂存库、衰变池等区域。</p> <p>4.3.3 核医学工作场所的监督区主要包括回旋加速器和显像设备控制室、卫生通过间以及与控制区相连的其他场所或区域。</p> <p>4.3.4 控制区的入口应设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志，监督区入口处应设置标明监督区的标志。</p> <p>4.4 剂量限值与剂量约束值</p> <p>4.4.1 剂量限值</p> <p>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。</p> <p>4.4.2 剂量约束值</p> <p>4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；</p> <p>4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。</p> <p>4.4.3 放射性表面污染控制水平</p> <p>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。</p> |
|--------|---|

| | |
|--------|---|
| 验收执行标准 | <p>5 选址和布局</p> <p>5.1 选址</p> <p>5.1.1 核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中于无人长期居留的建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。</p> <p>5.1.2 核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放射性工作场所有明确的分界隔离。</p> <p>5.1.3 核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。</p> <p>5.2 布局</p> <p>5.2.1 核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局，控制区应相对集中，高活室集中在一端，防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围，限制给药后患者的活动空间。</p> <p>5.2.2 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。</p> <p>5.2.3 核医学工作场所宜采取合适的措施，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲区，为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间。</p> <p>6.1 屏蔽要求</p> <p>6.1.1 核医学场所屏蔽层设计应适当保守，按照可能使用的最大放射性活度、最长时间和最短距离进行计算。</p> <p>6.1.2 设计核医学工作场所墙壁、地板及顶面的屏蔽层时，除应考虑室内的辐射源外，还要考虑相邻区域存在的辐射源影响以及散射辐射带来的照射。</p> |
|--------|---|

| | |
|--------|--|
| 验收执行标准 | <p>6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面30cm处的周围剂量当量率应小于$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于$10\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率小于$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于$25\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>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30cm处的周围剂量当量率小于$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。</p> <p>6.2 场所安全措施要求</p> <p>6.2.1 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。</p> <p>6.2.2 操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其他患者和医护人员的照射。</p> <p>6.2.3 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。</p> <p>6.2.4 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。</p> <p>6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性物质运送配备有足够屏蔽的贮存、转运等容器，容器表面应张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施。</p> |
|--------|--|

| | |
|--------|--|
| 验收执行标准 | <p>6.2.7 敷贴器治疗场所应设置专门的治疗室，治疗时严禁将敷贴源带出治疗室外。敷贴治疗中，医务人员应采取有效的个人防护措施，对病人的正常组织应采用合适的屏蔽措施。敷贴器使用中应避免锐器损坏源窗面，不得将敷贴器浸入水、酒精等溶剂中，使用后应存放于干燥的贮源箱内。</p> <p>6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。</p> <p>6.3 密闭和通风要求</p> <p>6.3.1 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。</p> <p>6.3.4 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、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱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。</p> <p>6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。</p> <p>7.2 固体放射性废物的管理</p> <p>7.2.1 固体放射性废物收集</p> <p>7.2.1.1 固体放射性废物应收集于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。</p> <p>7.2.1.2 含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。</p> <p>7.2.1.3 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。</p> <p>7.2.2 固体放射性废物贮存</p> <p>7.2.2.1 产生少量放射性废物和利用贮存衰变方式处理放射性废物的单位，经审管部门批准可以将废物暂存在许可的场所和专用容器中。暂存时间和总活度不能超过审管部门批准的限制要求。</p> |
|--------|--|

| | |
|--------|---|
| 验收执行标准 | <p>7.2.2.2 放射性废物贮存场所应安装通风换气装置,放射性废物中含有易挥发放射性核素的,通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志,采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。</p> <p>7.2.2.3 废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋(桶),不同类别废物应分开存放。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,并做好登记记录。</p> <p>7.2.2.5 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。</p> <p>7.2.3 固体放射性废物处理</p> <p>7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的,经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平, α表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$、$\beta$表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ 的,可对废物清洁解控并作为医疗废物处理:</p> <ul style="list-style-type: none">a) 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;b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍。 <p>7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备,并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 $0.1\text{mSv}/\text{h}$,表面污染水平对β和γ发射体以及低毒性α发射体应小于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$、其他α发射体应小于 $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$。</p> <p>7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责,并建立废物存储和处理台账,详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。</p> <p>7.3 液态放射性废物的管理</p> <p>7.3.1 放射性废液收集</p> <p>7.3.1.1 核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变池或专用容器,收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生的放射性废液和事故应急时清洗产生的放射性废液。</p> <p>7.3.1.2 核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射后</p> |
|--------|---|

| | |
|--------|--|
| 验收执行标准 | <p>的残留液和含放射性核素的其他废液应收集在专用容器中。含有长半衰期核素的放射性废液应单独收集存放。盛放放射性废液的容器表面应张贴电离辐射标志。</p> <p>7.3.1.3 核医学工作场所的上水需配备洗消处理设备(包括洗消液)。控制区和卫生通过间内的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等应选用脚踏式或自动感应式的开关,以减少场所内的设备放射性污染。头、眼和面部宜采用向上冲淋的流动水。</p> <p>7.3.1.4 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接应设计成尽可能少的死区,下水道宜短,大水流管道应有标记,避免放射性废液集聚,便于检测和维修。</p> <p>7.3.2 放射性废液贮存</p> <p>7.3.2.1 经衰变池和专用容器收集的放射性废液,应贮存至满足排放要求。衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要;衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。</p> <p>7.3.2.2 含碘-131治疗病房的核医学工作场所应设置槽式废液衰变池。槽式废液衰变池应由污泥池和槽式衰变池组成,衰变池本体设计为2组或以上槽式池体,交替贮存、衰变和排放废液。在废液池上预设取样口。有防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液衰变池超压的措施。</p> <p>7.3.2.3 核医学诊断和门诊碘-131治疗场所,可设置推流式放射性废液衰变池。推流式衰变池应包括污泥池、衰变池和检测池。应采用有效措施确保放射性废液经污泥池过滤沉淀固体,推流至衰变池,衰变池本体分为3-5级分隔连续式衰变池,池内设导流墙。污泥池池底有防止和去除污泥硬化淤积的措施。</p> <p>7.3.3 放射性废液排放</p> <p>7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式:</p> <p>a) 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;</p> <p>b) 所含核素半衰期大于24小时的放射性废液暂存时间超过10倍最长半衰期(含碘-131核素的暂存超过180天),</p> |
|--------|--|

| 验收执行标准 | <p>监测结果经审管部门认可后,按照 GB 18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总α不大于 1Bq/L、总β不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。</p> <p>7.3.3.2 对于推流式衰变池贮存方式,所含核素半衰期大于 24 小时的,每年应对衰变池中的放射性废液进行监测,碘-131 和最长半衰期核素的放射性活度浓度应满足 GB 18871 附录 A 表 A1 的要求。</p> <p>7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责,并建立废物暂存和处理台账,详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。</p> <p>7.4 气态放射性废物的管理</p> <p>7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统,合理组织工作场所的气流,对排出工作场所的气体进行过滤净化,避免污染工作场所和环境。</p> <p>7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性,及时更换失效的过滤器,更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。</p> <p>(六)《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)</p> <p>6.1 X 射线设备机房布局</p> <p>6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置,应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。</p> <p>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(即表1-6)的规定。</p> <p>表1-6X射线设备机房(照射室)使用面积、单边长度的要求</p> <table border="1" data-bbox="552 1702 1395 1888"> <thead> <tr> <th data-bbox="552 1702 806 1792">设备类型</th><th data-bbox="806 1702 1156 1792">机房内最小有效使用面 积^d (m²)</th><th data-bbox="1156 1702 1395 1792">机房内最小单边长 度^e(m)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="552 1792 806 1888">CT机 (不含头颅移动 CT)</td><td data-bbox="806 1792 1156 1888">30</td><td data-bbox="1156 1792 1395 1888">4.5</td></tr> </tbody> </table> <p>^b单管头、双管头或多管头X射线设备的每个球管各安装在1个房间内。</p> <p>^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。</p> <p>^e机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。</p> | 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 |
|-----------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------|----|-----|
| 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 | | | | | |

| 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 |

6.3 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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.4 X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位简介

台州市博爱医院（以下简称“医院”）始建于 1996 年，位于浙江省台州市路桥区商海南街 609 号，为二级甲等综合医院，占地面积 25 亩，建筑面积 4.49 万平方米，其中门诊住院部大楼建筑面积 2.09 万平方米；规划行政综合楼 1.28 万平方米。现有员工 505 人，其中中高级以上职称 170 人。设 30 多个临床和医技科室，12 个护理单元，8 个病区，床位 430 张。

2.1.2 项目建设目的和任务由来

为进一步提高医院医疗服务水平，更好地满足人民群众的医疗服务需求，医院计划于门诊住院部大楼负 1 层东侧一端的预留区域建设核医学科，建设 1 间 PET/CT 机房、1 间 SPECT/CT 机房等配套用房，核医学科衰变池位于门诊住院部大楼负 1 层西北角；新增 1 台 PET/CT 使用 ^{18}F 用于显像诊断；新增 1 台 SPECT/CT 使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ （不参与本次验收）用于显像诊断。本项目整个核医学科日等效最大操作量为 $2.294 \times 10^7 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所，于 2024 年 9 月 14 日取得环评批复（台环辐〔2024〕16 号）。

本次阶段性验收规模为：于浙江省台州市路桥区商海南街 609 号新门诊住院部大楼负 1 层东侧建设核医学科，建设一间 PET/CT 机房及配套用房，配套用房主要包含 1 间卫生通过间（内含有更衣室、缓冲间和淋浴室）、1 间放废间、1 间注射室、1 间储源室、1 间污洗间、1 间公共卫生间（男卫和女卫）、3 间 VIP 候诊室、1 间抢救室、1 间留观室、1 间排烟补风机房、操作廊、放疗、核医学医生办公室（原为预留 SPECT/CT 机房）等，新增 1 台 uMI 550 型 PET-CT（最大管电压为 140kV，最大管电流为 420mA），利用放射性药物 ^{18}F 开展显像诊断，日等效最大操作量为 $4.44 \times 10^6 \text{Bq}$ ，年最大用量 $2.78 \times 10^{12} \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。核医学科衰变池位于新门诊住院部大楼地下一层西北角。

根据中华人民共和国相关法律法规要求，医院委托浙江亿达检测技术有限公司于 2024 年 8 月编制完成了《台州市博爱医院门诊住院部大楼扩建核医学科建设项目环境影响报告表》，2024 年 9 月 14 日，台州市生态环境局对该项目环境影响报告表予以批复（台环辐〔2024〕16 号）。

续表 2 项目建设情况

2025年9月12日，医院重新申领了《辐射安全许可证》(浙环辐证[J0026])，
许可种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级、丙级
非密封放射性物质工作场所；有效期至2027年5月5日。

根据《建设项目环境保护管理条例》的规定，建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。建设单位需自行组织验收。

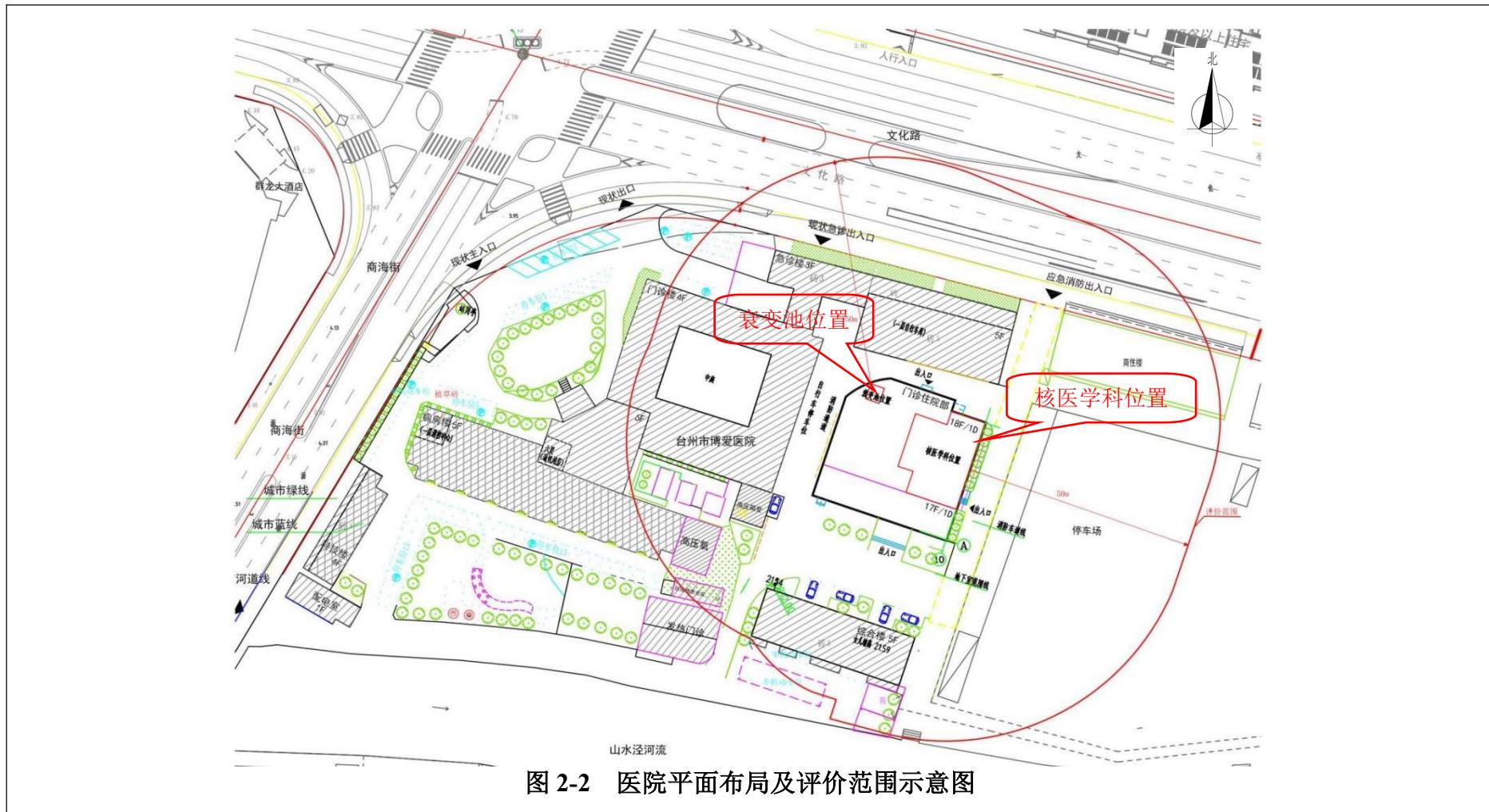
2.1.3 地理位置及平面布置

台州市博爱医院位于浙江省台州市路桥区商海南街609号，其东侧为停车场；南侧为山水泾河流；西侧为商海南街；北侧为文化路。本项目位于新门诊住院部大楼。本项目地理位置见图2-1，医院平面布局及评价范围见图2-2，医院新门诊住院部大楼负1层平面布局见图2-3，医院新门诊住院部大楼一层平面布局见图2-4。



图 2-1 公司地理位置图

续表 2 项目建设情况



续表 2 项目建设情况

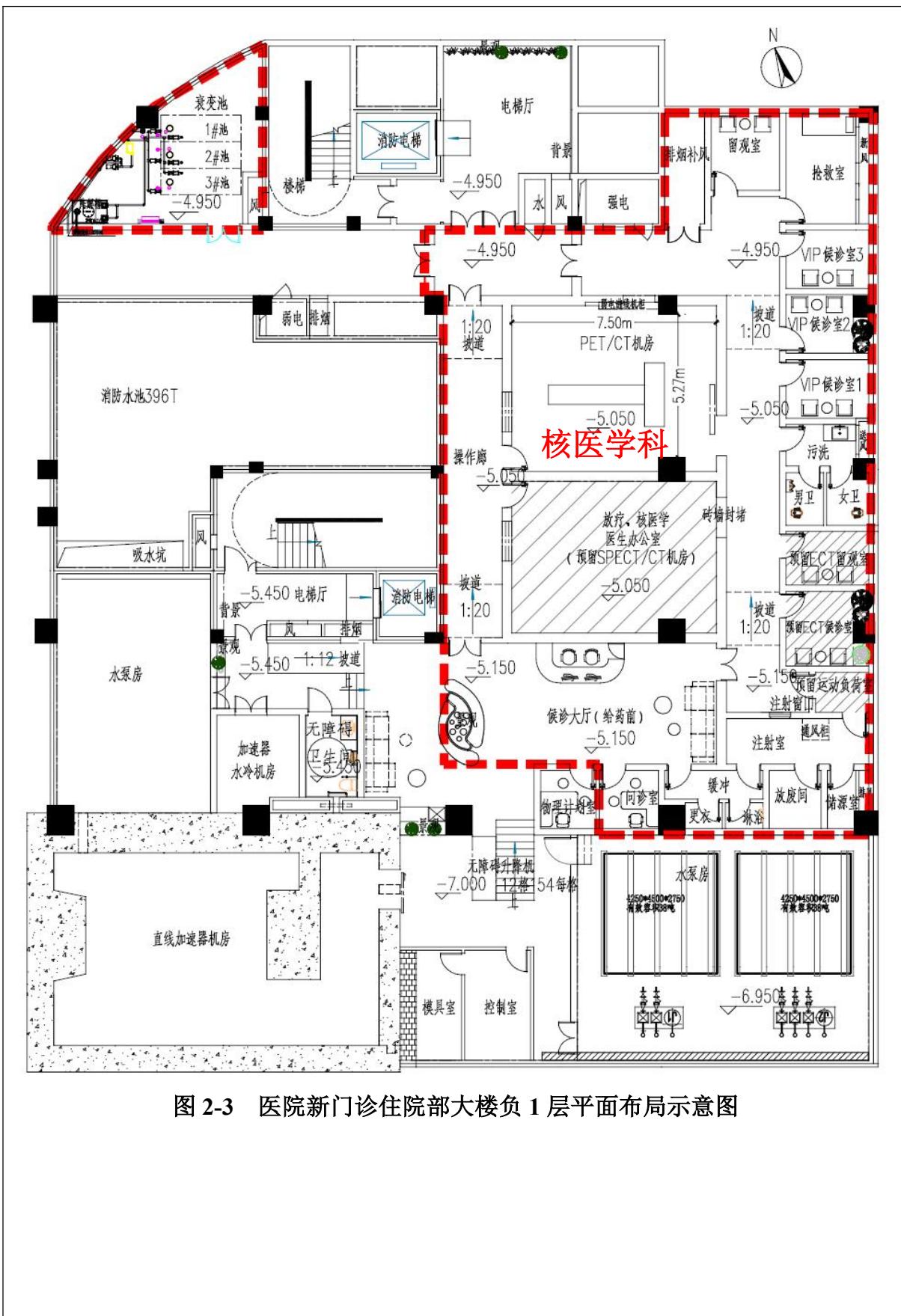


图 2-3 医院新门诊住院部大楼负 1 层平面布局示意图

续表 2 项目建设情况

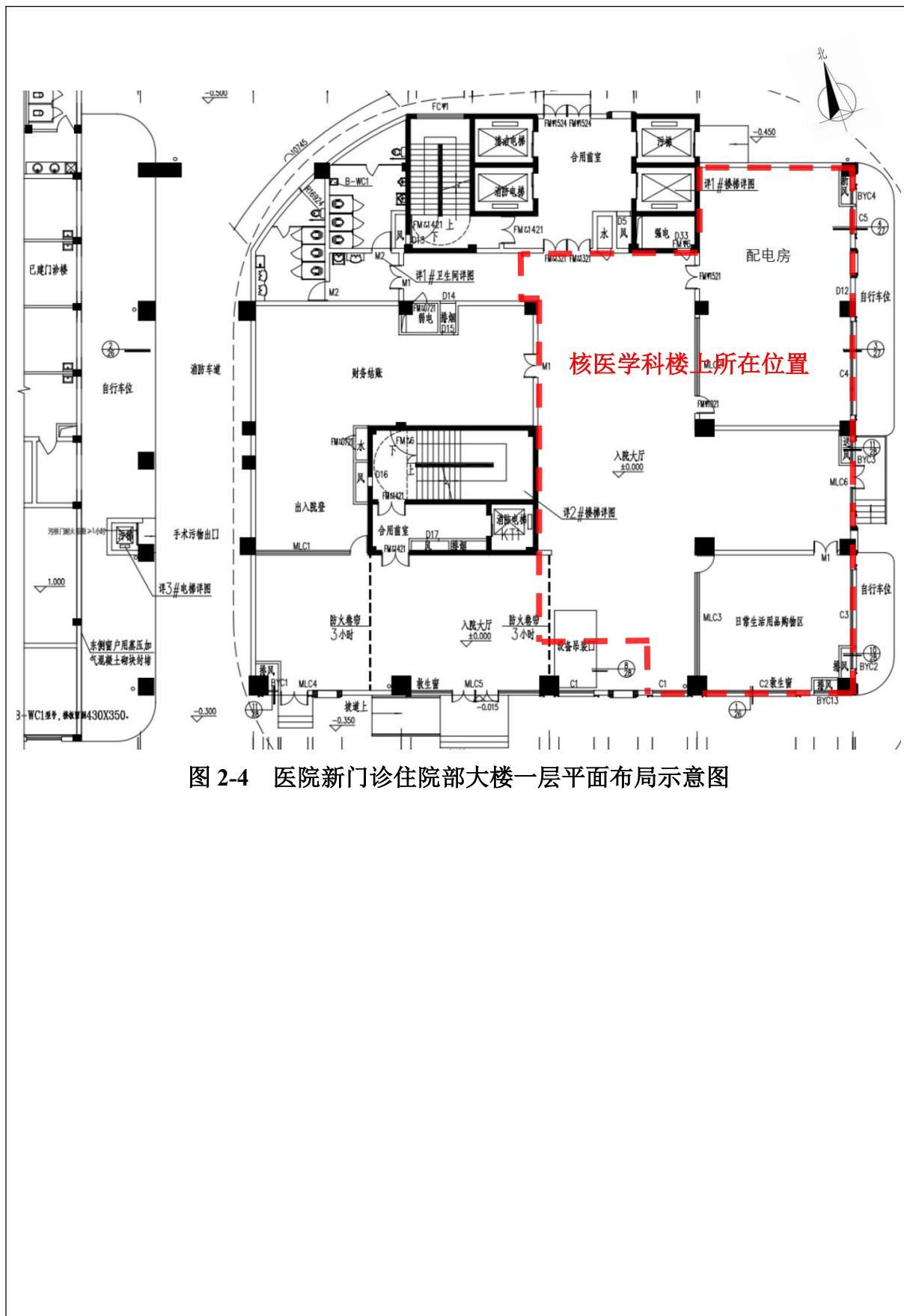


图 2-4 医院新门诊住院部大楼一层平面布局示意图

续表 2 项目建设情况

2.1.4 项目变动情况

医院本次环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表见表 2.1；由表 2.1 可知，本次阶段性验收部分建设内容与环评及其批复建设内容一致。

表 2.1 医院本次环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表

| 环评建设内容 | 环评批复建设内容 | 验收实际建设内容 |
|---|---|--|
| 于门诊住院部大楼负 1 层东侧一端的预留区域建设核医学科，拟建设 1 间 PET/CT 机房、1 间 SPECT/CT 机房等配套用房，核医学科衰变池位于门诊住院部大楼负 1 层西北角；新增 1 台 PET/CT 使用 ¹⁸ F 用于显像诊断；新增 1 台 SPECT/CT 使用 ^{99m} Tc 用于显像诊断；整个核医学科日等效最大操作量为 2.294×10^7 Bq | 项目位于建设 1 间 PET/CT 机房、1 间 SPECT/CT 机房等配套用房，核医学科衰变池位于门诊住院部大楼负 1 层西北角；PET/CT 机房拟配置使用 1 台 PET/CT，额定管电压 140kV，额定管电流 1250mA，属于 III 类射线装置。SPECT/CT 机房拟配备使用 1 台 SPECT/CT，额定管电压 140kV，额定管电流 1250mA，属于 III 类射线装置。核医学科涉及使用非密封放射性物质包括 ¹⁸ F（日等效最大操作量为 4.44×10^6 Bq，年最大操作量为 2.78×10^{12} Bq）和 ^{99m} Tc（日等效最大操作量为 1.85×10^7 Bq，年最大操作量为 4.63×10^{12} Bq）。 | 于浙江省台州市路桥区商海南街 609 号新门诊住院部大楼负 1 层东侧建设核医学科，建设一间 PET/CT 机房及配套用房，配套用房主要包含 1 间卫生通过间（内含有更衣室、缓冲间和淋浴室）、1 间放废间、1 间注射室、1 间储源室、1 间污洗间、1 间公共卫生间（男卫和女卫）、3 间 VIP 候诊室、1 间抢救室、1 间留观室、1 间排烟补风机房、操作廊、放疗、核医学医生办公室（原为预留 SPECT/CT 机房）等，新增 1 台 uMI 550 型 PET-CT（最大管电压为 140kV，最大管电流为 420mA），利用放射性药物 ¹⁸ F 开展显像诊断，日等效最大操作量为 4.44×10^6 Bq，年最大用量 2.78×10^{12} Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。核医学科衰变池位于新门诊住院部大楼地下一层西北角。 |

续表 2 项目建设情况

2.2 源项情况

医院本次环评及验收规模的基本情况见表 2.2、表 2.3，由表可知，本次阶段性验收部分源项与环评源项一致。本次阶段性验收的设备是新增的 1 台 PET/CT、非密封放射性核素 ¹⁸F。

表 2.2 医院本次环评及验收源项一览表

| 环评情况 | | | | | | 验收情况 | | | | | | | |
|------|--------------------|-----|------------------|-----|----------------|------|----------|---------|--------|------------------------|-----|-----------------|-----------------------|
| 序号 | 设备名称 | 数量 | 主要参数 | 类别 | 工作场所 | 序号 | 设备名称 | 型号 | 编号 | 厂家 | 数量 | 主要参数 | 工作场所 |
| 1 | PET/CT (型号未定) | 1 台 | 140kV、 1250mA | III | PET/CT 机房 | 1 | PET-CT | uMI 550 | 200211 | 上海联影医 疗科技股份 有限公司 | 1 台 | 140kV、 420mA | 核医学科 PET/CT 机 房 |
| 2 | SPECT/CT (型号未定) | 1 台 | 140kV、 1250mA | III | SPECT/CT 机房 | 2 | SPECT/CT | | | | | 暂未购置 | |

表 2.3 医院本次环评的非密封放射性物质及验收情况

| 环评情况 | | | | | | | | | |
|------|----------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|------|------------|------|------------------------|
| 序号 | 核素名称 | 理化性质 | 实际日最大 操作量 (Bq) | 日等效最大 操作量 (Bq) | 年最大操作 量 (Bq) | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与地点 |
| 1 | ¹⁸ F (使用) | 液态、低毒 $T_{1/2}=109.8\text{min}$ | 3.7×10^9 | 4.44×10^6 | 2.78×10^{12} | 显像诊断 | 很简单的 操作 | 核医学科 | 不贮存，按需购买，当天 送达，当天使用 |
| 2 | ¹⁸ F (备药) | | 7.4×10^9 | | | | | | |
| 3 | 99mTc (使用) | 液态、低毒 $T_{1/2}=6.02\text{h}$ | 1.85×10^{10} | 1.85×10^7 | 4.63×10^{12} | 显像诊断 | 很简单的 操作 | 核医学科 | 不贮存，按需购买，当天 送达，当天使用 |
| 验收情况 | | | | | | | | | |
| 序号 | 核素名称 | 理化性质 | 实际日最大 操作量 (Bq) | 日等效最大 操作量 (Bq) | 年最大操作 量 (Bq) | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与地点 |
| 1 | ¹⁸ F (使用) | 液态、低毒 $T_{1/2}=109.8\text{min}$ | 3.7×10^9 | 4.44×10^6 | 2.78×10^{12} | 显像诊断 | 很简单的 操作 | 核医学科 | 不贮存，按需购买，当天 送达，当天使用 |
| 2 | ¹⁸ F (备药) | | 7.4×10^9 | | | | | | |

续表 2 项目建设情况

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 设备组成及工作原理

(1) 设备组成

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。

CT 主要有扫描部分、计算机系统、图像显示和存储系统组成，其中扫描部分由 X 线管、探测器和扫描架组成。典型 PET/CT 示意图见图 2-5。



图 2-5 PET-CT 外观示意图

(2) 工作原理

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

续表 2 项目建设情况

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 的功能影响与螺旋 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。PET-CT 图像处理流程见图 2-6。

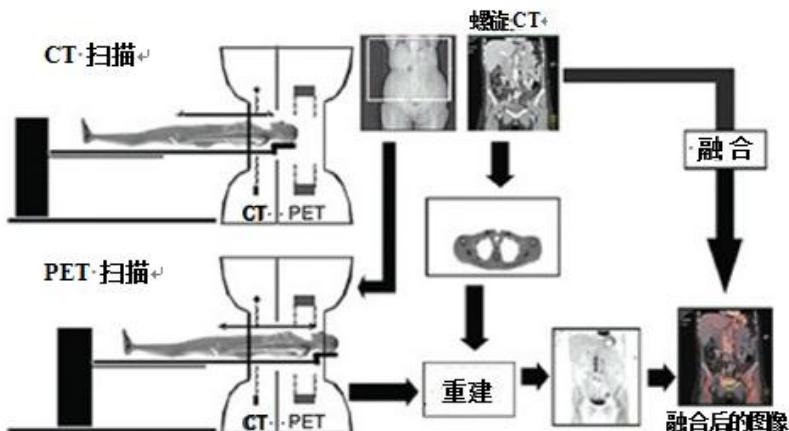


图 2-6 典型 PET-CT 图像处理流程图

2.2.2 工作流程

(1) PET-CT

①订药：根据预约的病人量向供药公司订购非密封放射性物质，并由供药公司运输到核医学科储源室暂存；

②分装：医院订购的正电子药物 ^{18}F 一般为成罐药剂，工作人员先在手套箱内进行药物分装及活度测量，首先将正电子药液抽取到带防护套的一次性注射器里，达到一定体积后，用活度计测量所抽吸的药液活度是否满足要求，若不满足，再次抽吸调整药量直到符合活度要求，有经验的熟练护士一般能够一次性成功，不熟练的护士需要反复一至两次。每次分装保守按 1min 估算。建议医院在 PET 手套箱内配备自动分

续表 2 项目建设情况

装装置，可减少药物操作人员的受照剂量。

③注射：分装后将放射性药物转移到¹⁸F注射窗对病人进行药物注射，单次转移时间约0.5min；注射时工作人员和病人采用隔离屏蔽操作，并在注射前告知病人辐射危害，单个病人单次注射时间约1min，每位病人注射完药物后进入候诊室进行静息观察30min，期间禁止人员陪护，病人不得离开等候间；

④显像诊断：候诊时间结束后，病人进入PET/CT机房进行显像诊断，该过程医生需进入机房进行摆位，摆位时间约1min，整个扫描过程PET/CT约20min（其中CT部分扫描约1min）。

⑤诊断结束病人留观约10min，离开核医学科。

PET/CT显像诊断工艺流程及产污环节详见图2-7。

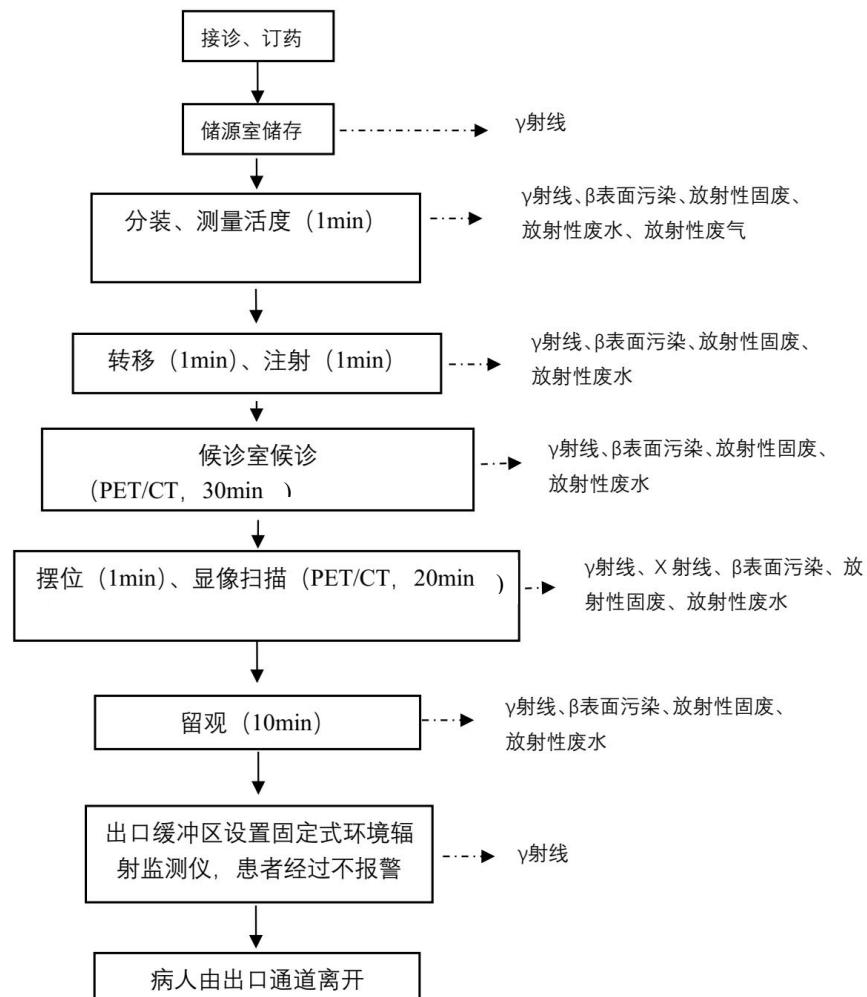


图2-7 PET/CT显像诊断工艺流程及产污环节示意图

续表 2 项目建设情况

2.2.3 人员路径和物流通道

(1) 患者路线

①患者从电梯厅往东进入到核医学科候诊大厅，先在候诊大厅北侧进行问诊咨询，再到达问诊室问诊并签署知情同意书后，行至问诊室进行登记、称重、测血糖等相关准备工作后在注射前候诊区等候。

②患者接到叫号指示后，在护士引导下往东走通过病人入口（护士控制入口门禁，单向门禁，患者只进不出，但该门禁可允许医护人员在必要时进出放射性工作区）进入核医学科控制区内，经走廊行至注射窗口，注射完药物后进入 VIP 候诊室候诊。

③工作人员通过语音叫号通知 VIP 候诊室内相关患者进入 PET/CT 机房进行扫描检查，检查完成后回到留观室内，留观 15min 确定不需要复检后，通过受检者走廊西侧患者出口防护门（此处设置单向门禁，只出不进，防护门设自动闭门装置），经核医学科北侧楼梯上至一层，离开门诊住院部大楼。

(2) 工作人员路线

①药物分装、注射工作人员（核医学护士）：从电梯厅出来后往东下坡进入核医学科候诊大厅后进入核医学区域，然后经过候诊大厅南侧卫生通过间进入到注射室，从事注射工作的护士会进入注射室和储源室从事相应工作，工作完成后原路返回至卫生通过间，进行表面污染检测，不合格者继续做去污清洁，合格者更衣后，离开核医学科。

②PET/CT 操作人员（核医学科医师和技师）：从电梯厅出来往东过坡道后往北进入设备控制室走廊，此处设置有安全门且具有门禁（双向门禁），到达进入 PET/CT 控制室，工作结束后原路返回。

(3) 放射性药物运送路线

核医学科所需放射性核素（¹⁸F）由专业的放射性药物生产厂家，根据医院预约的药量生产后，在每天上班前配送至核医学科，在上班前从核医学科西侧电梯，经过候诊大厅，通过受检者走廊进入运动负荷室，之后进入注射室，送往储源室暂存后原路返回。

(4) 放射性废物运送路线

核医学科核素显像检查区域内设置放废间，用于存储放射性废弃物。每日所有患

续表 2 项目建设情况

者诊疗完后，核医学医务人员将控制区内的放射性废物收集打包、贴标识后，通过放射废物桶沿受检者走廊运送到核医学科南侧的放废间进行衰变。待放射性废物衰变达到相应时间并监测合格后转移至医院内医疗废物暂存间暂存，作为普通医疗废物处理，最后交有资质单位收集处置。

（5）急救通道

本项目核医学工作场所设计了抢救室，主要用于患者检查过程中突发状况的应急抢救处理，内设置相应的抢救床、抢救设备和急救药物等设施和物资，且面向患者通道设计了通道门，以便于患者的转运和工作人员的进出。

本项目患者路线、工作人员路线、药物运送路线及放射性废物运送路线见图 2-8。

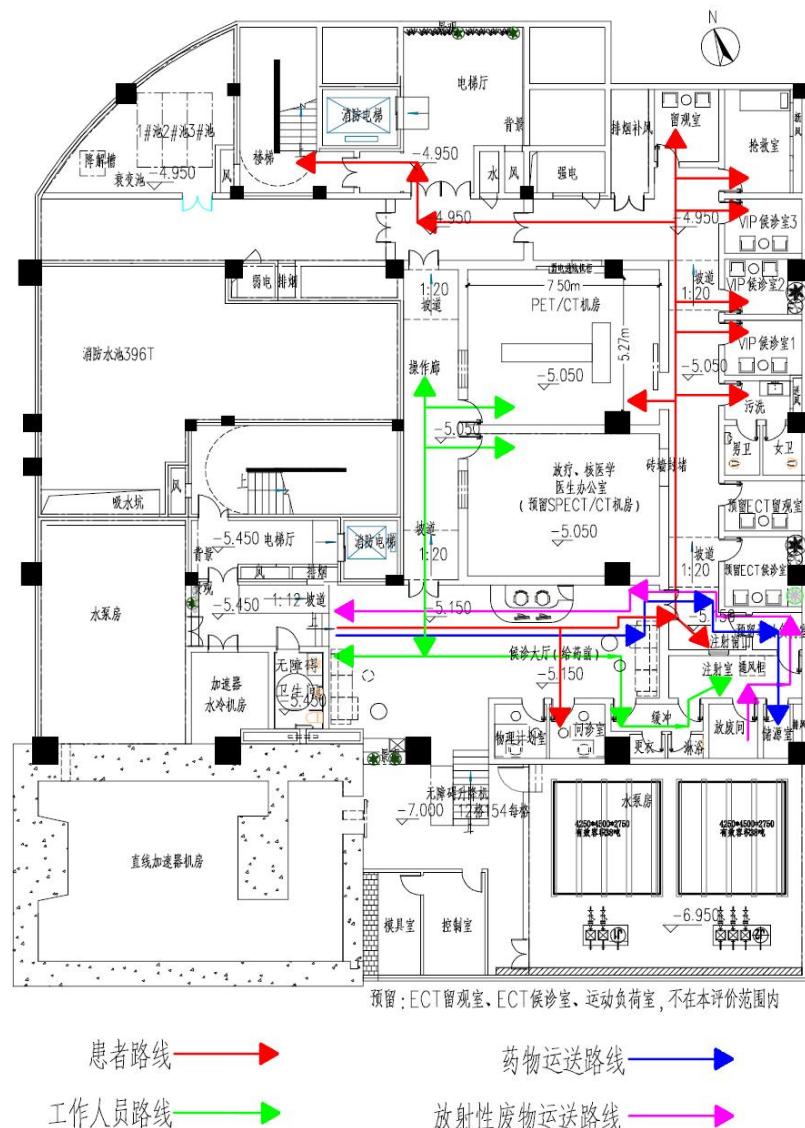


图 2-8 核医学工作场所路线示意图

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 场所布局

3.1.1 辐射工作场所布局合理性分析

本项目核医学科位于新门诊住院部大楼负 1 层东侧一端，衰变池位于新门诊住院部大楼负 1 层西北角。核医学科东侧 50m 评价范围依次为医院道路、停车场；南侧 50m 评价范围依次为生活水泵房、医院道路、综合楼；西侧 50m 评价范围依次为楼梯间、消防电梯、加速器机房、医生办公室、加速器水冷机房、水泵房、消防水池、医院道路、门诊楼、病房楼；北侧 50m 评价范围依次为楼梯间、消防电梯、医院道路、急诊楼、商住楼、文化路；楼上为门诊入院大厅和配电房，楼下为基土层。本项目核医学科实体边界外 50m 评价范围主要为道路、医院内部建筑和商住楼。本项目环境保护目标主要为辐射工作人员、机房周围的其他工作人员和公众人员。

本项目核医学科 PET-CT 室东侧为受检者走廊，南侧为核医学医生办公室（原为预留 SPECT/CT 机房），西侧为操作廊，北侧为受检者走廊，机房正上方为门诊入院大厅和配电房，下方无建筑；核医学科 PET-CT 机房实测长 7.50m，宽 5.27m，净面积为 39.53m²，机房设有观察窗，位于西墙。机房平面布局均符合 GBZ 130-2020 中“每台固定使用的 X 射线设备应有单独的机房”及“机房应设观察窗或摄像监控装置，设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况”的标准要求，平面布局合理。

3.1.2 辐射工作场所分区管理

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区。该标准规定“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”，“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，但需要经常以职业照射条件进行监督和评价”。

控制区：医院将卫生通过间（内含有更衣室、缓冲间和淋浴室）、注射室、放废间、储源室、排风井（不可达）、预留运动负荷室（不在本次验收范围）、预留 ECT 候诊室（不在本次验收范围）、预留 ECT 留观室（不在本次验收范围）、公共卫生间（男卫和女卫）、污洗间、送风井（不可达）、VIP 候诊室 1~3、抢救室、留观室、排烟补风机房、PET/CT 机房、受检者走廊作为控制区。核医学科采用控制区进、出口均使

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

用单向门禁、在醒目位置张贴电离辐射警示标识和中文警示说明，在 PET/CT 机房候诊门外设置工作状态指示灯，除特别需要外不允许其他人员陪护候诊，也不允许放射工作人员滞留注射后候诊区域内。

监督区：医院将问诊室、给药前候诊大厅、预留 SPECT/CT 机房（现作为放疗、核医学医生办公室用）、强电间、操作廊等划分为监督区，禁止无关人员进入。

3.2 辐射安全及防护措施

本项目核医学工作场所防护设计参数与环评要求基本一致，详见表 3.1，经检测，核医学工作场所辐射防护满足相关标准要求。

表3.1 核医学工作场所屏蔽设计参数

| 核医学工作场所 | 屏蔽体 | 主要屏蔽材料及厚度 | |
|-------------|-------------|--|----------------------|
| | | 环评阶段 | 验收阶段 |
| 注射室 | 东墙 | 30cm 标准混凝土 | 30cm 标准混凝土 |
| | 其他侧墙体 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 |
| | 顶棚 | 18cm 标准混凝土+5cm 混凝土找平，总计 23cm 混凝土 | 18cm 标准混凝土 |
| | 与运动负荷间相连防护门 | 内衬 6mm 铅板 | 内衬 6mm 铅板 |
| | 注射窗 | 采用一体化注射台，PET 注射窗口为 40mmPb 注射窗，SPECT 注射窗口为 10mmPb 注射窗 | PET 注射窗口为 40mmPb 铅玻璃 |
| 储源室 | 东墙 | 30cm 标准混凝土 | 30cm 标准混凝土 |
| | 其他侧墙体 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 |
| | 顶棚 | 18cm 标准混凝土+5cm 混凝土找平，总计 23cm 混凝土 | 18cm 标准混凝土 |
| | 防护门 | 内衬 6mm 铅板 | 内衬 6mm 铅板 |
| 放废间 | 四周墙体 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 |
| | 顶棚 | 18cm 标准混凝土+5cm 混凝土找平，总计 23cm 混凝土 | 18cm 标准混凝土 |
| | 防护门 | 内衬 6mm 铅板 | 内衬 6mm 铅板 |
| 缓冲间 | 防护门 | 内衬 8mm 铅板 | 内衬 8mm 铅板 |
| 受检者走廊 | 防护门 | 核医学出入口防护门内衬 8mm 铅板 | 核医学出入口防护门内衬 10mm 铅板 |
| | 顶棚 | 18cm 标准混凝土+5cm 混凝土找平，总计 23cm 混凝土 | 18cm 标准混凝土 |
| VIP 候诊室 1~3 | 东墙 | 30cm 标准混凝土 | 30cm 标准混凝土 |
| | 其他侧墙体 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 |

续表3 辐射安全与防护设施/措施

续表3.1 核医学工作场所屏蔽设计参数

| 核医学工作场所 | 屏蔽体 | 主要屏蔽材料及厚度 | |
|------------------|---------|-----------------------------------|--|
| | | 环评阶段 | 验收阶段 |
| VIP 候诊室 1~3 | 顶棚 | 18cm 标准混凝土+5cm 混凝土找平, 总计 23cm 混凝土 | 18cm 标准混凝土 |
| | 防护门 | 内衬 8mm 铅板 | 内衬 8mm 铅板 |
| 留观室 | 东墙、北墙 | 30cm 标准混凝土 | 东墙: 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料, 北墙: 30cm 标准混凝土 |
| | 其他墙体 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 |
| | 顶棚 | 18cm 标准混凝土+5cm 混凝土找平, 总计 23cm 混凝土 | 18cm 标准混凝土 |
| | 防护门 | 内衬 8mm 铅板 | 内衬 8mm 铅板 |
| 抢救室 | 东墙 | 30cm 标准混凝土 | 30cm 标准混凝土 |
| | 其余墙体 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 |
| | 顶棚 | 18cm 标准混凝土+5cm 混凝土找平, 总计 23cm 混凝土 | 18cm 标准混凝土 |
| | 防护门 | 内衬 8mm 铅板 | 内衬 8mm 铅板 |
| PET/CT 机房 | 四周墙体 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 |
| | 顶棚 | 18cm 标准混凝土+5cm 混凝土找平 | 18cm 标准混凝土+5cm 混凝土找平 |
| | 观察窗 | 内衬 8mmPb 铅玻璃 | 内衬 8mmPb 铅玻璃 |
| | 受检者防护门 | 内衬 8mm 铅板 | 内衬 8mm 铅板 |
| | 工作人员防护门 | 内衬 8mm 铅板 | 内衬 8mm 铅板 |
| 污洗间 | 东侧墙体 | 30cm 标准混凝土 | 30cm 标准混凝土 |
| | 其余墙体 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 | 24cm 实心砖+8cm 硫酸钡防护涂料 |
| | 顶棚 | 18cm 标准混凝土+5cm 混凝土找平, 总计 23cm 混凝土 | 18cm 标准混凝土 |
| | 防护门 | 内衬 8mm 铅板 | 内衬 8mm 铅板 |
| 衰变池组 (3 个衰变池) | 四侧墙体 | 24cm 的实心砖墙+8cm 硫酸钡涂料 | 24cm 的实心砖墙+8cm 硫酸钡涂料 |
| | 顶板 | 30cm 的混凝土 | 30cm 的混凝土 |
| | 地坪 | 30cm 的混凝土 | 30cm 的混凝土 |
| | 检修井盖 | 30cm 的混凝土 | 30cm 的混凝土 |

续表3 辐射安全与防护设施/措施

续表3.1 核医学工作场所屏蔽设计参数

| 核医学工作场所 | 主要屏蔽材料及厚度 | |
|---|--|---|
| | 环评阶段 | 验收阶段 |
| 通风管道 | 核医学科共设置三条通风管道, 1 通风管道设计使用排风量为 1000m ³ /h 的排风机, 单独连接 ¹⁸ F 通风柜 (手套箱); 2 通风管道设计使用排风量为 1000m ³ /h 的排风机, 单独连接 ^{99m} Tc 通风柜 (手套箱); 3 号通风管道设计使用总排风量为 8000m ³ /h 的排风机, 连接放废间、缓冲间、注射室、储源室、运动负荷室、ECT 候诊室、ECT 留观室、PET 留观室、抢救室、ECT 留观室、VIP 候诊室、PET/CT 机房、SPECT/CT 机房、患者走廊、卫生间、卫生通过间等房间。放射性废气通过地下室吊顶穿墙至地面建筑外墙延伸至门诊住院部大楼的楼顶排放。各排风管内保持负压, 拟安装防回流装置, 同时在通风柜 (手套箱) 顶壁安装活性炭, 在排风口前配置活性炭吸附装置二级处理设施, 废气排风口均高于屋脊, 离地高度约 63m。 | 核医学科共设置二条通风管道, 1、 ¹⁸ F 分装柜设置一套排风系统, 排风量为 1200m ³ /h; 2、设置一套排风系统, 排风量为 5000m ³ /h, 连接放废间、缓冲间、注射室、储源室、抢救室、VIP 候诊室 1~3、留观室、PET/CT 机房、受检者走廊、污洗间、卫生通过间、核医学医生办公室 (原为预留 SPECT/CT 机房) 等房间。放射性废气通过地下室吊顶穿墙至地面建筑外墙延伸至门诊住院部大楼的楼顶排放。各排风管内保持负压, 拟安装防回流装置, 同时在通风柜 (手套箱) 顶壁安装活性炭, 在排风口前配置活性炭吸附装置二级处理设施, 废气排风口均高于屋脊, 离地高度约 63m。 |
| 排水管道 | 放射性废水管道裸露处采用拟用 6mmPb 铅皮包裹, 控制区内产生的放射性废水通过自流方式沿由废水管道流向衰变池。 | 放射性废水管道裸露处采用 6mmPb 铅皮包裹, 控制区内产生的放射性废水通过自流方式沿由废水管道流向衰变池。 |
| <p>注: 1、混凝土密度不小于 2.35g/cm³, 防护涂料密度不小于 3.20g/cm³, 实心砖密度不小于 1.65g/cm³, 铅板密度不小于 11.35g/cm³。</p> <p>2、PET-CT 机房 CT 机部分屏蔽要求参考标准 GBZ 130-2020 中“2.5mmPb”的要求, 本项目 PET-CT 机房满足 CT 机对 X 射线防护的要求。</p> | | |

3.3 放射性三废的处理

3.3.1 主要污染源

(1) 放射性污染

- a.正电子核素 (¹⁸F) 的放射性药物在运送、分装、转运和注射过程中, 核素 ¹⁸F 衰变发出的 β^+ 射线 (β^+ 射线能力为 0.635MeV) 及其正电子湮灭产生的 γ 射线 (0.511MeV)。
¹⁸F 的半衰期为 1.83h。
- b.PET-CT 设备的 CT 部分在扫描时, 产生 X 射线, 包括有用线束, 泄露辐射、散射辐射等。
- c.注射过放射性药物的受检者成为活动的“放射源”, 放射性药物可透过人体对周围物体产生的辐射。
- d.放射性废物, 包括残余的液体放射性药物、注射后受检者液态排泄物, 以及冲

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

洗相关容器、器皿等产生的放射性废液；注射放射性药物使用的注射器、针头、手套、导管、药棉以及其他固体放射性废物。

e.在含正电子核素（¹⁸F）的放射性药物的运送、分装、转移和注射的正常操作中，可能会存在于地面、操作台、操作人员双手和工作衣上的表面污染。

（2）非放射性污染

X射线与空气中的氧分子发生电离还会产生的少量臭氧和氮氧化物等非放射性污染。

因此，本项目的主要污染源包括：放射性药物的运送、分装、注射过程中产生的 γ 射线、 β^+ 射线、表面放射性污染、放射性废物等，PET-CT 检查过程中存在的 γ 射线、X射线、 β^+ 射线、表面放射性污染、放射性废物、臭氧和氮氧化物等。

3.3.2 污染物处理及排放

（1）放射性固体废物

医院购置了8个10mmPb铅废物桶，分别设置于注射室、VIP候诊室1~3、抢救室、留观室、PET/CT机房，废弃的放射性废物、注射器、包装物、棉棒、一次性用品等物品放入该铅制废物桶，每天工作结束后转移至核医学科废物暂存间。废物暂存间设置2个放射性废物衰变箱，用来贮存放射性废物，在其中暂存超过30天后，作为医院医疗废物统一处理。医院已与台州市冠宁医疗废物处置有限公司签订医疗废物委托处置合同。

本项目放射性废物处理按GBZ 120-2020及HJ 1188-2021标准进行，按规定在控制区备有收集放射性废物的铅废物桶，并有相应的防护屏蔽，容器上应有放射性标志及在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。每天工作结束后，医护人员统一收集并标明废物类型、核素种类、存放日期等信息放置在污物暂存间内，在其中衰变一段时间后（自然衰变超过30天），经检测合格后（经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，质量不超过20kg，废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ），可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

本项目核医学科放射性固废暂存间的设计及废物桶的配置能够满足放射性固体废物的暂存需求。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，并经监测满足要求后集中处理，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）及《核

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 中有关放射性固体废物处理的要求。此外，医院应安排专人负责放射性固体废物的存储和处理，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性固体废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。采取上述措施后，方能满足放射性固体废物的辐射安全管理要求。

(2) 放射性废水

根据《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 标准要求：放射性废液衰变池的设置按环境主管部门规定执行，暴露的污水管道应做好防护设计。a. 每月排放的总活度不超过 $10\text{ALI}_{\text{min}}$ (ALI_{min} 是食入和吸入 ALI 值中的较小者)；b. 每次排放的活度不超过 1ALI_{min} ，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

本项目参考《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 标准，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。

医院在新门诊住院部大楼负 1 层西北角新建废水处理设施，废水处理设施采用不锈钢水箱+围堰设计，由 3 个不锈钢水箱并联、1 个降解槽井与 1 个集水井组成，其中 3 个不锈钢水箱尺寸为 $1\text{m} \times 3\text{m} \times 4\text{m}$ ，因设置报警阈值，池体容积达到 90% 即开始报警并自动关闭进水阀门，因此有效容积为 $12 \times 0.9 = 10.8\text{m}^3$ 。废水处理设施四侧围堰为 24cm 的实心砖墙+8cm 硫酸钡涂料，顶盖、底部、检修井盖厚度为 30cm 的混凝土，并对墙壁、池底做防酸碱、防渗漏处理。废水管道裸露处采用 6mm 铅皮包裹，保证衰变池池外、废水管道外表面的剂量率小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。本项目核医学工作场所产生的放射性废水经统一收集排入衰变池，检测达标后经审管部门核准排入医院污水管网。

本项目核医学科使用核素仅涉及 ^{18}F 。结合本项目，分析可知，PET/CT 年接待不大于 2500 人次，每日接待不大于 10 人次，核医学科门诊患者每次产生废水定额取 15L，废水排污系数保守取 1，则患者每年产生放射性废水 37.5m^3 。核医学科工作人员及工作场所每天清洁废水产生量约为 200L，每年工作 250 天，则每年产生放射清洗废水约 50m^3 。考虑每年产生的事故废水约为 500L (每次约 250L，每年 2 次)。因此，核医学科每年产生放射性废水约 88m^3 ，平均每天产生量约 0.352m^3 (以 250 天计)。

放射性废水先流入降解槽搅碎，后经降解槽旁提升泵送入第一个衰变池存储满后，废水开始注入第二个衰变池，待第二个衰变池注满时，废水开始注入第三个衰变

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

池，则第一个衰变池最后进入的废水存储时间为： $10.8\text{m}^3 \times 2 \div 0.352\text{m}^3 \approx 61$ 工作日（即为第三个衰变池注满的时间），即可存放 61 天，满足放射性废液暂存时间超过 30 天的存放要求。

综上所述，本项目放射性废水衰变系统结构设计合理，满足防腐、防渗、耐酸碱腐蚀的要求。本项目核医学工作产生的放射性废水经专用管道排至衰变池，衰变池储满的放射性废水会经衰变池旁的提升泵送至一层的集水池，然后再接到医院污水处理站，满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 标准中放射性废水处置要求。核医学科衰变池平面图及剖面图详见图 3-1、图 3-2，放射性排水管道见图 3-3。

图例说明：

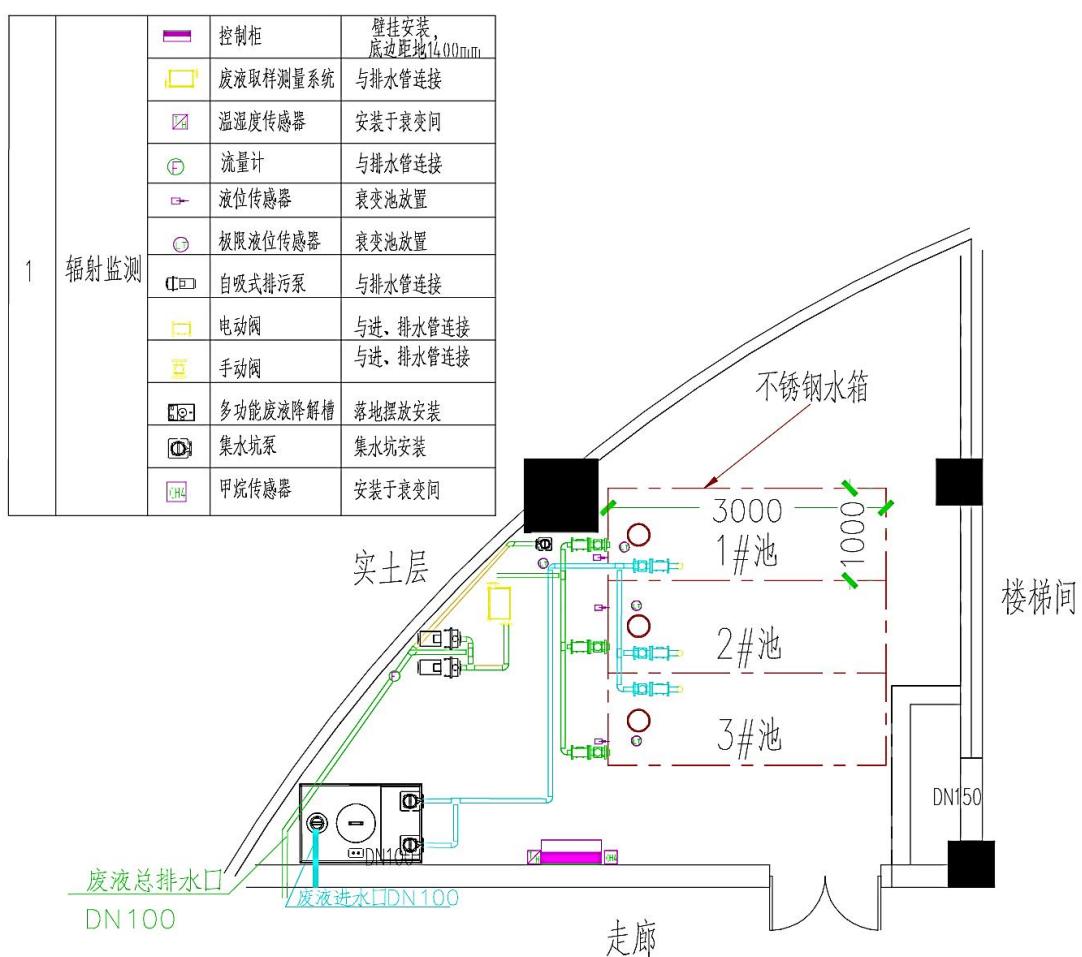
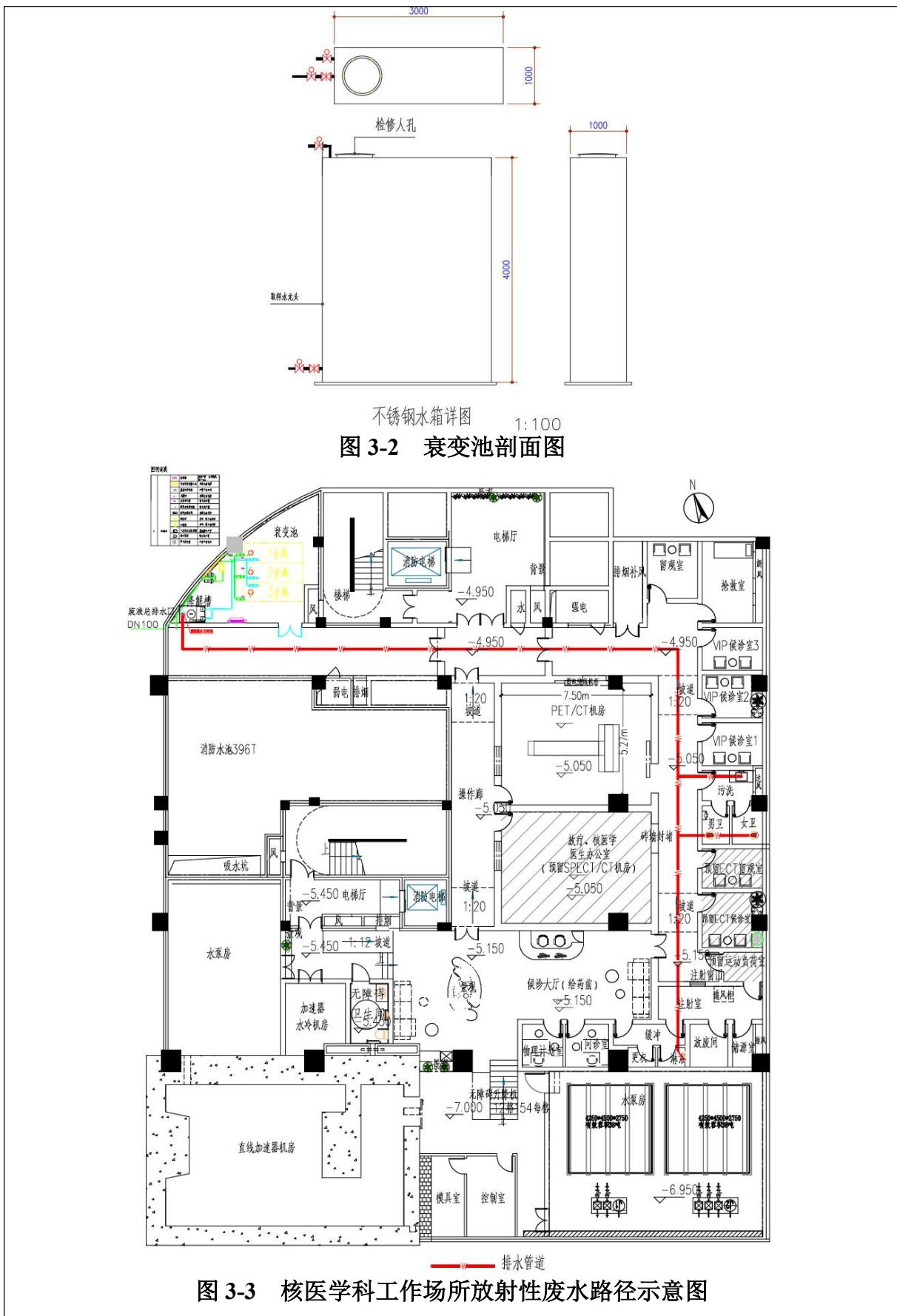


图 3-1 核医学科衰变池平面图

续表 3 辐射安全与防护设施/措施



续表 3 辐射安全与防护设施/措施

(3) 放射性废气

根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) 5.2.3 相关要求：通风系统独立设置，应保持核医学工作场所良好的通风条件，合理设置工作场所的气流组织，遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染，保证工作场所的空气质量。操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s。排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

本项目核医学工作场所各用室为Ⅱ类临床核医学工作场所，根据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) 的相关要求，核医学工作场所应保持良好通风。

本项目核医学科控制区内共设置 2 套相互独立的排风系统，具体如下：

①¹⁸F 分装柜设置一套排风系统，排风量为 1200m³/h，分装柜内通风管道口风速大于 0.5m/s (经检测，左手洞风速为 1.55m/s，右手洞风速为 1.55m/s)；

②卫生通过间（内含有更衣室、缓冲间和淋浴室）、放废间、储源室、注射室、预留运动负荷室（不在本次验收范围）、预留 ECT 候诊室（不在本次验收范围）、预留 ECT 留观室（不在本次验收范围）、公共卫生间（男卫和女卫）、污洗间、VIP 候诊室 1~3、抢救室、留观室、PET/CT 机房、受检者走廊、核医学医生办公室（原为预留 SPECT/CT 机房）内设置一套排风系统，排风量为 5000m³/h。

该院核医学科控制区设置的 2 套排风系统，各区域的气流走向大致由低辐射水平流向较高辐射水平，并设置防回风阀，防止有害气体在特殊状态下逆向回流。

2 套排风系统使用并联的方式汇集到独立的排风管内，从地下一层吊顶穿墙至地面建筑外墙，延伸至门诊住院部大楼的楼顶排放，楼顶排放口处设置活性炭吸附净化装置，确保排放的废气浓度应达到环境主管部门的要求，活性炭到使用年限后由专人进行更换，更换下来的活性炭过滤吸附装置放置于放废间的放射废物桶内暂存至少 10 个半衰期后，经检测符合清洁解控水平后作为一般医疗废物处置。本项目核医学科工作场所排风管道示意图见图 3-4。

续表 3 辐射安全与防护设施/措施

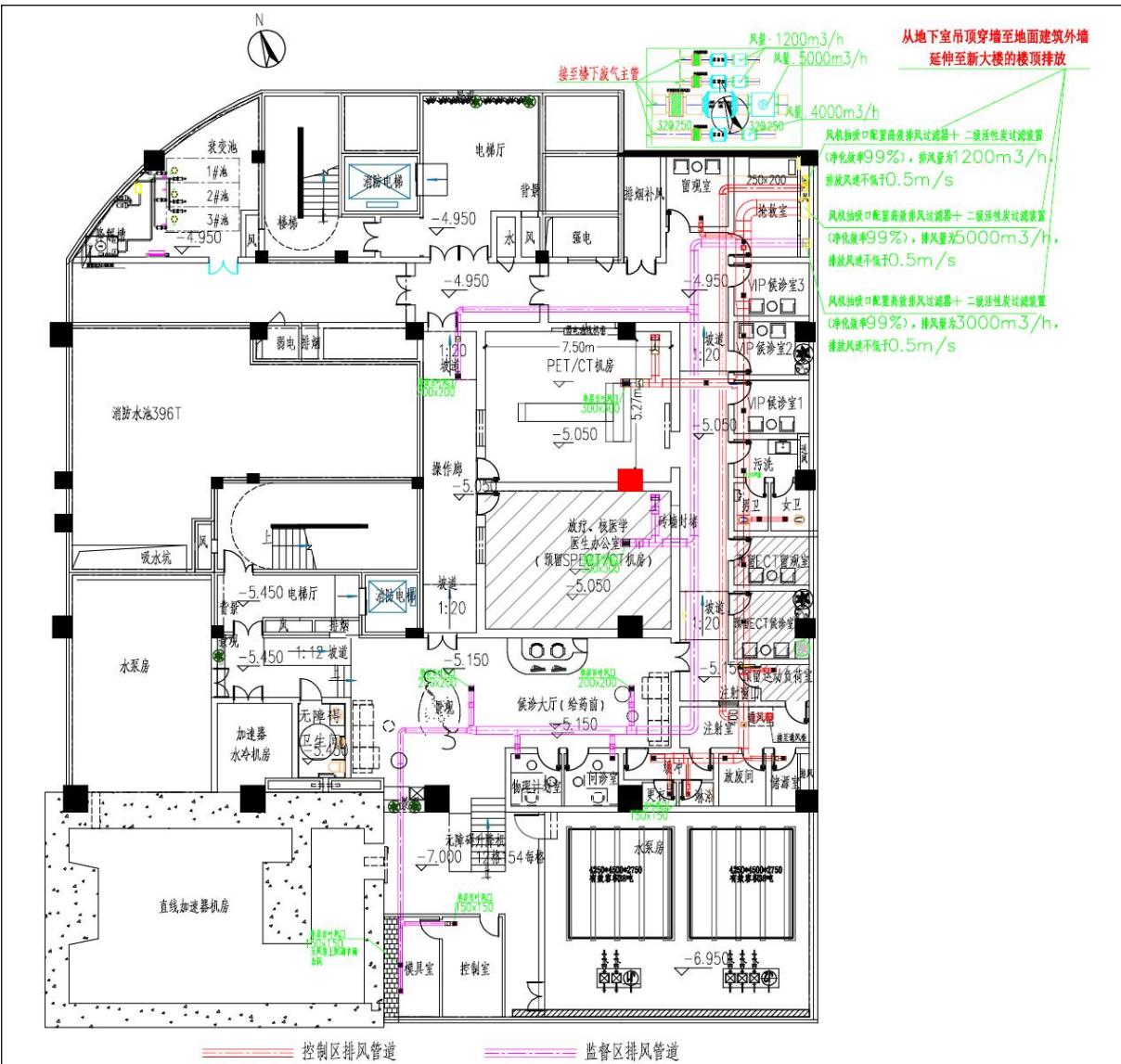


图 3-4 核医学科工作场所排风管道示意图

（4）非放射性废物

本项目运行期间产生的生活污水将依托门诊住院部的污水处理系统进行处置；办公垃圾将依托核医学科的保洁措施，分类收集后交由环卫部门统一处理；PET-CT 检查室产生的臭氧和氮氧化物均由通风系统排出，臭氧常温下自动分解为氧气，对周围环境影响很小。

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

本次验收项目环评文件《台州市博爱医院门诊住院部大楼扩建核医学科建设项目环境影响报告表》由浙江亿达检测技术有限公司编制；2024年9月14日，台州市生态环境局对该项目进行批复，审批文号为：台环辐〔2024〕16号。

（1）环境影响报告表的主要结论

本项目环境影响评价文件《台州市博爱医院门诊住院部大楼扩建核医学科建设项目环境影响报告表》由浙江亿达检测技术有限公司于2024年8月完成编制。该项目环评结论：

本项目选址合理，符合国家产业政策，符合“三线一单”的要求，具有实践正当性，台州市博爱医院在落实本报告所提出的各项污染防治和管理措施后，医院将具备相应从事的辐射活动的技术能力，本次评价包括的核医学科工作场所建成投运后对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

（2）项目环评批文审批决定

项目环评批复决定和环评相关要求落实情况见表4.1~4.2。由表4.1~4.2可见，项目落实了环评及其批复提出的要求。

表 4.1 环评文件要求及落实情况

| 项目 | 环评内容 | 验收情况 |
|----------------|--|--|
| 污染 防治 措施 | 核医学科将加强对病人的管理，拟设置病人专用的进口与出口（出口设置缓冲区域）、进出防护门均设单向门禁（只进不出或只出不进）、专用厕所，明确工作场所“两区”的划分。患者通道内设置视频监控系统，以对辐射工作场所的情况进行实时监控，及时发现突发情况并及时进行处理。 | 符合环评要求。核医学科已设置病人专用的进口与出口（出口设置缓冲区域）、进出防护门均设单向门禁、专用厕所，明确工作场所“两区”的划分。患者通道内设置视频监控系统，以对辐射工作场所的情况进行实时监控，及时发现突发情况并及时进行处理。 |
| | 核医学用房装修时，放射性核素操作设备的表面、工作台台面应平整光滑，室内地面铺设塑料地坪，地面与墙壁衔接处无缝隙，易于清洗、去污。 | 符合环评要求。核医学科放射性核素操作设备的表面、工作台台面平整光滑，室内地面铺设塑料地坪，地面与墙壁衔接处无缝隙，易于清洗、去污。 |
| | 核医学工作场所拟设置卫生通过间，卫生通过间设有应急去污用品、表面污染监测仪、去污设施和个人防护用品等，有利于工作人员污染的防治。 | 符合环评要求。核医学工作场所已设置卫生通过间，卫生通过间设有应急去污用品、表面污染监测仪、去污设施和个人防护用品（铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜和铅橡胶手套各4件）等，有利于工作人员污染的防治。 |

续表 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

续表 4.1 环评文件要求及落实情况

| 项目 | 环评内容 | 验收情况 |
|--------|--|--|
| 污染防治措施 | 分装注射室设置有手套箱，放射性药物的分装、测活等操作在手套箱内进行，手套箱通风速率不小于 0.5m/s。 | 符合环评要求。分装注射室设置有手套箱，放射性药物的分装、测活等操作在手套箱内进行，手套箱通风速率不小于 0.5m/s。 |
| | 核医学工作场所拟设置放射性药物注射后受检者等候、检查及检查结束后的走向标识，有效引导受检者走向。 | 符合环评要求。核医学工作场所设置有放射性药物注射后受检者等候、检查及检查结束后的走向标识，有效引导受检者走向。 |
| | 核医学科场所的卫生间洗手台均设置为感应式水龙头，受检者专用卫生间的便池拟设为感应式节水座便马桶。 | 符合环评要求。核医学科的卫生间洗手台均设置为感应式水龙头，受检者专用卫生间的便池为感应式节水座便马桶。 |
| | 设置受检者注射后专用厕所，放射废水直接流向衰变池。给药后受检者在各自给药后等候室内进行候诊，严禁串门，SPECT 等候室设置移动铅屏风，防止患者之间相互照射影响，严禁患者在通道内穿行，以避免与其他受检者之间的交叉照射；受检者的排泄、呕吐物等均由受检者专用厕所排放至衰变池内。 | 符合环评要求。已设置受检者注射后专用厕所，放射废水直接流向衰变池。给药后受检者在各自给药后等候室内进行候诊，严禁串门，严禁患者在通道内穿行，以避免与其他受检者之间的交叉照射；受检者的排泄、呕吐物等均由受检者专用厕所排放至衰变池内。 |
| | 核医学工作场所的上水拟配备洗消处理设备（包括洗消液）。控制区和卫生通过间内的盥洗水盆、清洗池等选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染，头、眼和面部采用向上冲淋的流动水。 | 符合环评要求。核医学工作场所的上水配备洗消处理设备（包括洗消液）。控制区和卫生通过间内的盥洗水盆、清洗池等选用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染，头、眼和面部采用向上冲淋的流动水。 |
| | 放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接拟设计成尽可能少的死区，下水道宜短，大水流管道拟设标记，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。 | 符合环评要求。放射性废液收集的管道走向、阀门和管道的连接设计成尽可能少的死区，下水道短，大水流管道设标记，避免放射性废液集聚，便于检测和维修。 |
| | 按相关标准要求设置槽式废液衰变池。门诊住院部大楼负 1 层西北角的废水处理设施由 3 个衰变池并联、1 个降解槽井、1 个集水井与提升泵组成，废水先到降解槽搅碎之后经提升泵提升至 3 个衰变池交替贮存、衰变和排放废液。在废液池上预设取样口，并设计有防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液衰变池超压的措施。衰变池的容积充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要；衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑，具有可靠的防泄漏措施。 | 符合环评要求。新门诊住院部大楼负 1 层西北角的废水处理设施由 3 个衰变池并联、1 个降解槽井、1 个集水井与提升泵组成，废水先到降解槽搅碎之后经提升泵提升至 3 个衰变池交替贮存、衰变和排放废液。在废液池上预设取样口，并设计有防止废液溢出、污泥硬化淤积、堵塞进出水口、废液衰变池超压的措施。衰变池的容积充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要；衰变池池体坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑，具有可靠的防泄漏措施。 |

续表 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

续表 4.1 环评文件要求及落实情况

| 项目 | 环评内容 | 验收情况 |
|--------|---|--|
| 污染防治措施 | 核医学科拟设 1 间储源室，储源室防护门均拟设计为铅防盗门，钥匙由专人负责保管，日常由值班人员 24 小时监控。 | 符合环评要求。核医学科设有 1 间储源室，储源室防护门均设计为铅防盗门，钥匙由专人负责保管，日常由值班人员 24 小时监控。 |
| | 核医学科使用的放射性药物向厂商按需订购，生产厂商根据医院订购合同，按时定量将放射性药物直接送达核医学科储源库，使用时工作人员从储源库内拿出，连同铅罐包装放置于手套箱内。 | 符合环评要求。核医学科使用的放射性药物向厂商按需订购，生产厂商根据医院订购合同，按时定量将放射性药物直接送达核医学科储源库，使用时工作人员从储源库内拿出，连同铅罐包装放置于手套箱内。 |
| | 储源室拟设双人双锁，确保其具备“防盗、防丢失、防破坏”的功能，同时还需设置红外监控录像设备，且录像保存时间在 30 天以上，主要包括：保险柜、防盗门、双人双锁、房间内设置视频监控、门口设置红外报警系统和电离辐射标志。 | 符合环评要求。储源室设有红外监控录像设备，且录像保存时间在 30 天以上，主要包括：保险柜、防盗门、双人双锁、房间内设置视频监控、门口设置红外报警系统和电离辐射标志。 |
| | 应建立放射性药物与放射源的出入库登记制度，贮存、领取、使用放射性药物与放射源时，应当进行登记、检查，做到账物相符。 | 符合环评要求。已建立放射性药物与放射源的出入库登记制度，贮存、领取、使用放射性药物与放射源时，应当进行登记、检查，做到账物相符。 |
| | 应定期检查放射性药物的实际库存数量及贮存场所，储源库应定期进行放射防护监测，无关人员不应入内。 | 符合环评要求。定期检查放射性药物的实际库存数量及贮存场所，储源库定期进行放射防护监测，无关人员不得入内。 |
| | 消防安全：储源室内严禁烟火，配置干粉灭火器，建筑物耐火等级按 2 级设计。 | 符合环评要求。储源室内严禁烟火，配置干粉灭火器，建筑物耐火等级按 2 级设计。 |
| | 警告设施：a、在核医学科控制区各房间防护门外、核医学科出入口及衰变池处设置明显的电离辐射警告标志，警示人员注意安全。 b、在卫生通过间门口设置明显禁止进入标志，防止给药前病人、病人家属及其他无关人员等进入分装注射室等医务人员工作场所。 c、在 PET/CT 机房、SPECT/CT 机房防护门上方设置工作状态指示灯，并与防护门联锁，防护门关闭时指示灯为红色，防护门打开时，指示灯灭。 | 符合环评要求。a、在核医学科控制区各房间防护门外、核医学科出入口及衰变池处设置有明显的电离辐射警告标志，警示人员注意安全。 b、在卫生通过间门口设置有明显禁止进入标志，防止给药前病人、病人家属及其他无关人员等进入分装注射室等医务人员工作场所。 c、在 PET/CT 机房防护门上方设置有工作状态指示灯，并与防护门联锁，防护门关闭时指示灯为红色，防护门打开时，指示灯灭。 |
| | 紧停按钮：在控制台上、机房内、治疗床上安装供紧急情况使用的强制终止照射的急停按钮。一旦在检查过程中出现紧急情况，工作人员按下急停按钮即可令 PET/CT、SPECT/CT 停止运行。 | 符合环评要求。在控制台上、机房内、治疗床上安装供紧急情况使用的强制终止照射的急停按钮。一旦在检查过程中出现紧急情况，工作人员按下急停按钮即可令 PET/CT 停止运行。 |

续表 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

续表 4.1 环评文件要求及落实情况

| 项目 | 环评内容 | 验收情况 |
|----------|---|--|
| 污染防治措施 | 操作警示装置: PET/CT、SPECT/CT扫描时, 操纵台上的指示灯变亮, 警示装置发出警示声音。 | 符合环评要求。PET/CT 扫描时, 操纵台上的指示灯变亮, 警示装置发出警示声音。 |
| | 视频监控和对讲装置: 在工作场所范围内设置视频监控系统, 便于观察受检者的情况。各机房和控制室之间拟安装对讲装置, 便于工作人员通过对讲装置与机房内受检者联系。 | 符合环评要求。在工作场所范围内设置视频监控系统, 便于观察受检者的情况。机房和控制室之间已安装对讲装置, 便于工作人员通过对讲装置与机房内受检者联系。 |
| | 门禁系统: 核医学科进出防护门均设置单向门禁(只进不出或只出不进), 严禁带药受检者随意进出, 严禁无关人员滞留或误入, 在卫生通过间、核医学科控制区出入口均设置固定式剂量率监测仪, 受检者通道内的相应位置均设置视频监控系统, 以对辐射工作场所的情况进行实时监控, 及时发现突发情况并及时进行处理。 a、在核医学科工作场所入口处设置专用门禁系统, 只允许单向通行, 防止给药后病人进入监督区和给药前病人、病人家属及其他无关人员等进入控制区。 b、在核医学科病人出口处设置专用门禁系统, 防止给药后病人不遵循医生要求, 未达到规定的留观时间擅自离开控制区。 | 符合环评要求。核医学科进出防护门均设置单向门禁(只进不出或只出不进), 严禁带药受检者随意进出, 严禁无关人员滞留或误入, 在卫生通过间、核医学科控制区出入口均设置固定式剂量率监测仪, 受检者通道内的相应位置均设置视频监控系统, 以对辐射工作场所的情况进行实时监控, 及时发现突发情况并及时进行处理。 a、在核医学科工作场所入口处设置专用门禁系统, 只允许单向通行, 防止给药后病人进入监督区和给药前病人、病人家属及其他无关人员等进入控制区。 b、在核医学科病人出口处设置专用门禁系统, 防止给药后病人不遵循医生要求, 未达到规定的留观时间擅自离开控制区。 |
| 辐射环境管理要求 | 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规要求, 使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构, 应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构, 或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。 | 符合环评要求。医院已成立放射安全与防护管理委员会, 全面负责单位的辐射安全与环境保护管理工作, 并配备12名辐射安全管理小组成员, 并以文件形式明确各成员管理职责。 |
| | 根据生态环境部《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》(2019年, 第57号)的相关要求, 自2020年1月1日起, 新从事辐射活动的人员, 以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员, 应当到生态环境部培训平台(http://fushe.mee.gov.cn)自主培训并参加考核取得成绩单, 经考核合格后方可上岗, 并按时接受再培训。2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。 | 符合环评要求。医院已对从事辐射工作的人员进行了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。辐射工作人员均在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后上岗。 |

续表 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

续表 4.1 环评文件要求及落实情况

| 项目 | 环评内容 | 验收情况 |
|----------|---|---|
| 辐射环境管理要求 | 根据《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)的要求,现有仅从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员无需参加集中考核,可由医院自行组织考核,并妥善留存本单位相关辐射工作人员自行考核记录,配合各级生态环境部门的监督检查。 | 符合环评要求。医院对于现有仅从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员,自行组织考核并妥善留存相关辐射工作人员自行考核记录,配合各级生态环境部门的监督检查。 |
| | 辐射工作人员应配备个人剂量计,每三个月委托有资质单位进行个人剂量检测,并建立个人剂量档案;应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查,在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查,建立完整的职业健康档案。个人剂量档案和职业健康档案应终生保存。 | 符合环评要求。医院已为每名辐射工作人员配备了个人剂量计,每三个月委托有资质单位进行个人剂量检测,并建立个人剂量档案;并进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查,在岗期间每两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查,建立完整的职业健康档案。个人剂量档案与职业健康档案终生保存。 |
| | 辐射工作人员的职业健康档案记录、人员辐射安全与防护考核成绩单、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一。 | 符合环评要求。医院做好辐射工作人员的职业健康档案记录、人员辐射安全与防护考核成绩单、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息统一。 |
| | 建设单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求,每年对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估,并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。 | 符合环评要求。医院每年将对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估,并于每年 1 月 31 日前向原发证机关提交上一年度的评估报告。 |
| | 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求,使用射线装置的单位,应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等,并有完善的辐射应急措施”。 医院本次项目为乙级非密封性物质工作场所。医院应根据本项目新增的放射性核素使用情况与新增的射线装置,结合辐射工作人员新增情况,尽快建立健全和落实相应的规章制度和操作规程,加强对辐射工作人员的安全防护培训和意识教育。 | 符合环评要求。医院已制定《放射(辐射)事故应急管理预案》《辐射安全事故报告应急预案》《辐射防护和安全管理制度》《使用登记制度》《设备检修维护制度》《核医学科安全保卫制度》《核医学科安全管理制度》《核医学科放射防护管理制度》《核医学科工作人员职业健康管理制度》《核医学科放射性核素安全管理制度》《核医学科放射性同位素的订购、运输、退役、变更及注销管理制度》《核医学科 PET CT 室工作管理制度》《核医学科储源场所安全管理制度》《核医学科放射性药品污染的紧急处理制度》《核医学科突发事件抢救预案》《核医学科设备与信息系统故障、停电应急预案》《核医学医疗安全预防措施》《核医学科工作制度》《核医学科活性室工作制度》《核医学科医疗质量控制与患者安全管理》《核医学科查对制度》《受检者放射危害告知与防护制度》《放射废物的处理》《联影 uMI550 PET-CT 操作规程》等相关规章制度。 |

续表 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

续表 4.1 环评文件要求及落实情况

| 项目 | 环评内容 | 验收情况 |
|----------|--|---|
| 辐射环境管理要求 | 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，医院应为本项目核医学科工作场所配备 1 台 X- γ 辐射仪、3 台个人剂量报警仪与 1 台表面污染监测仪，每名辐射工作人员应配置 1 枚个人剂量计，并建立个人剂量档案。 | 符合环评要求。医院已为本项目核医学科工作场所配备 1 台 X- γ 辐射仪、3 台个人剂量报警仪与 1 台表面污染监测仪，每名辐射工作人员应配置 1 枚个人剂量计，并建立个人剂量档案。经现场验证，个人剂量报警仪开机有读数，读数基本一致，开机后，周边读数略增加，把个人剂量报警仪放到 PET/CT 机房里，用最小的的电流开机，能报警。 |
| | 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位须当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的环境监测机构进行监测。医院可委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。 | 符合环评要求。医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所及周围环境进行辐射环境监测，并纳入档案进行保存，监测数据纳入年度评估报告，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。 |
| | 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第四十三条规定，应急预案主要包括：①应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）；②应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；③辐射事故分级与应急响应措施；④辐射事故的调查、报告和处理程序；⑤辐射事故信息公开、公众宣传方案等内容。 医院应对现有辐射应急预案进行补充和完善，内容应包括：①应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；②辐射事故分级；③辐射事故信息公开、公众宣传方案等内容。 | 符合环评要求。医院已制定《放射（辐射）事故应急管理预案》《辐射安全事故发生应急预案》，对原有辐射应急预案进行了补充和完善，并在预案的实施中，根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。 |
| | 医院应根据核技术利用项目的开展情况，《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）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。 | 符合环评要求。项目已严格执行环保“三同时”制度。目前正按照规定对配套建设的辐射环境保护设施进行验收。 |

续表 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

表 4.2 环评批复要求及落实情况

| 环评批复要求 | 环评批复要求落实情况 |
|--|--|
| <p>一、须加强辐射环境安全管理，认真落实辐射安全与防护措施；完善辐射工作人员个人剂量、培训管理等工作，严防辐射事故发生。</p> <p>二、应每年对辐射安全工作进行评估，对发现的隐患问题，应当立即整改，并建立相关档案，年度评估报告定期上报生态环境部门。</p> <p>三、在该项目投入试运行前，必须向浙江省生态环境厅重新申领《辐射安全许可证》。同时须严格执行环保“三同时”制度，并按照规定对配套建设的辐射环境保护设施进行验收。</p> | <p>已落实</p> <p>一、医院已制定《辐射防护和安全管理制度》，认真落实了辐射安全与防护措施；已完善辐射工作人员个人剂量、培训管理等工作，完善辐射事故应急预案并定期开展演练，严防辐射事故发生。</p> <p>二、医院将每年对辐射安全工作进行评估，发现安全隐患立即整改，并建立相关档案。年度评估报告定期上报生态环境部门。</p> <p>三、项目已严格执行环保“三同时”制度。已于 2025 年 9 月 12 日重新申领了《辐射安全许可证》（浙环辐证 [J0026]）。目前正按照规定对配套建设的辐射环境保护设施进行验收。</p> |

续表 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

部分环保设施和环保措施落实情况图



uMI 550型PET-CT

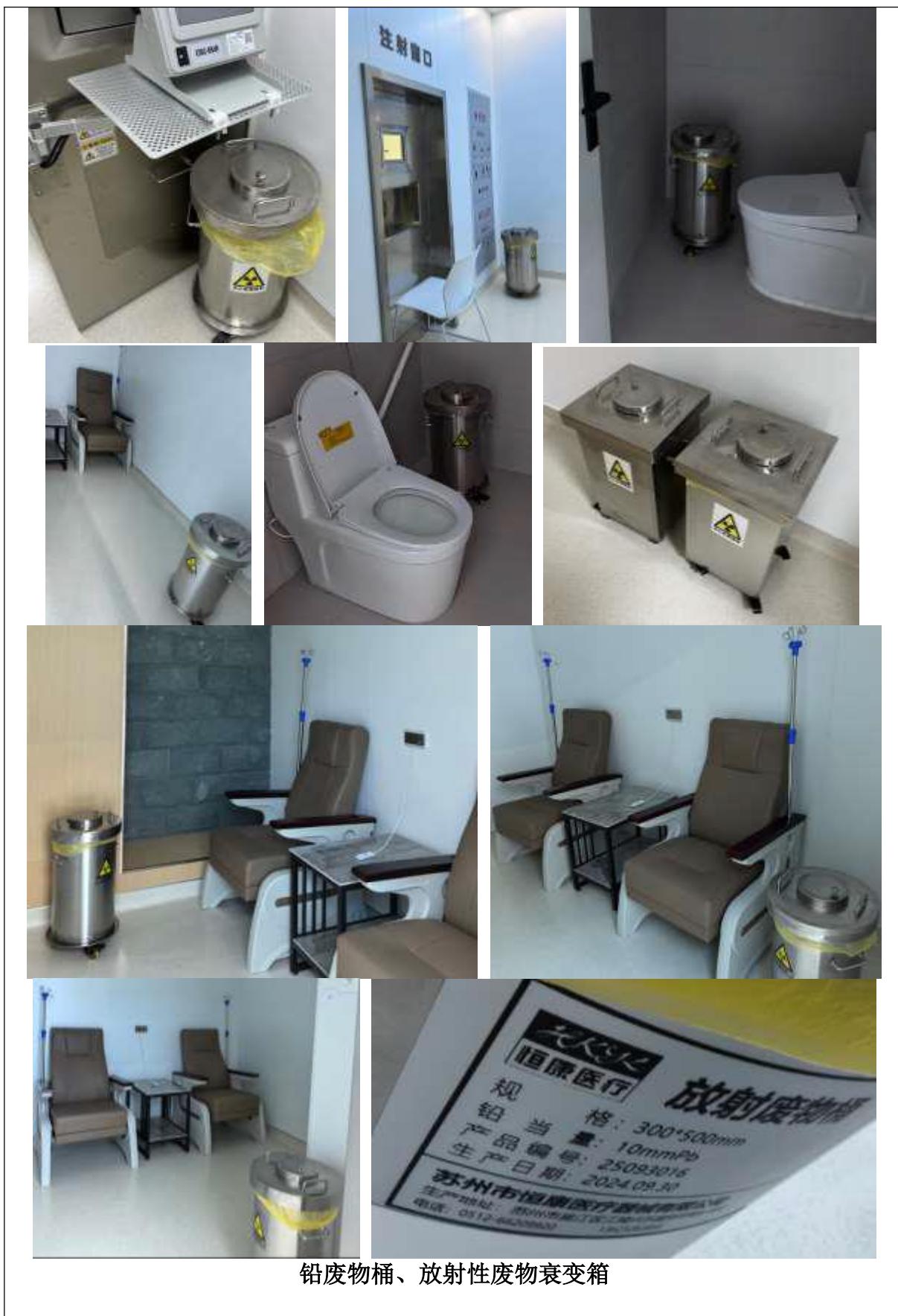


注射室分装柜和放射性活度计



注射室一体化注射台和语音对讲

续表 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



续表 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



放射性药物转运铅罐和放射性药物转运铅盒（注射器）

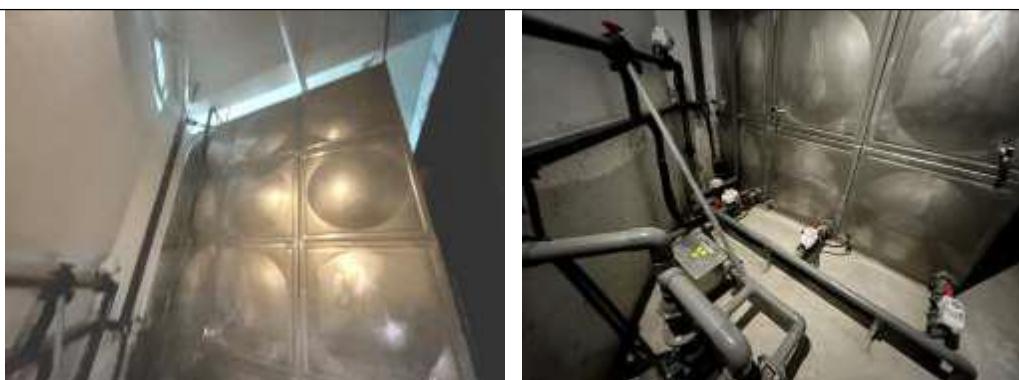


注射器防护套和 α 、 β 表面沾污仪



X、 γ 辐射检测仪和 α 、 β 表面污染测量仪

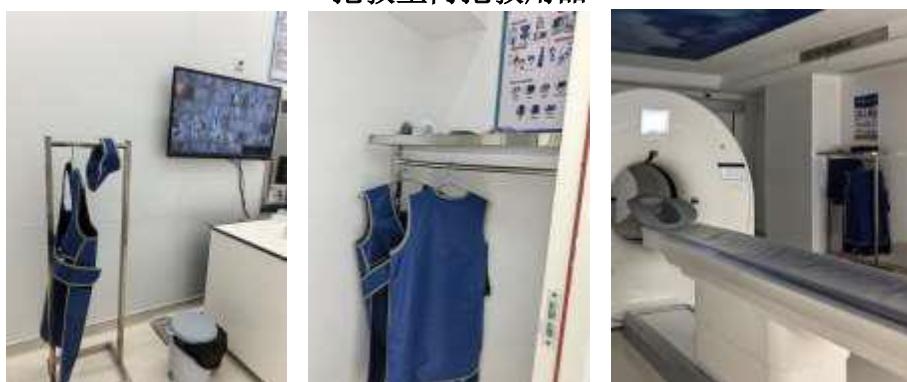
续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定



放射性废物衰变池体、衰变间警示标志、自动化排水控制系统



抢救室内抢救用品



操作廊、卫生通过间及PET/CT机房内个人防护用品

续表 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



各候诊室、留观室、抢救室等检查呼叫系统

检查呼叫器

续表 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



操作廊监控显示器和PET/CT设备急停按钮



卫生通过间内应急去污用品桶



核医学科各功能用房监控设施

续表 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



续表 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



续表 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



受检者通道导向指示地标

续表 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



受检者通道导向指示地标



核医学科各功能用房警示标志

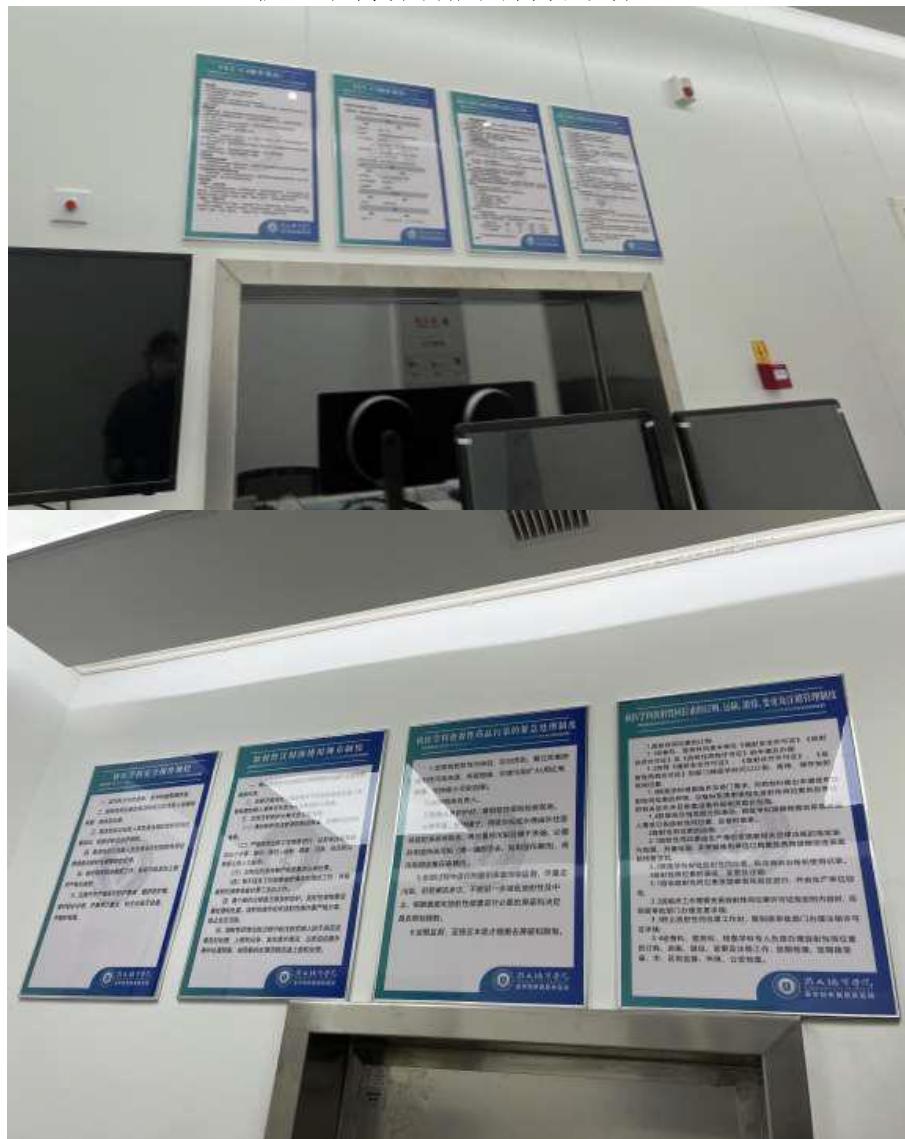
续表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定



续表 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

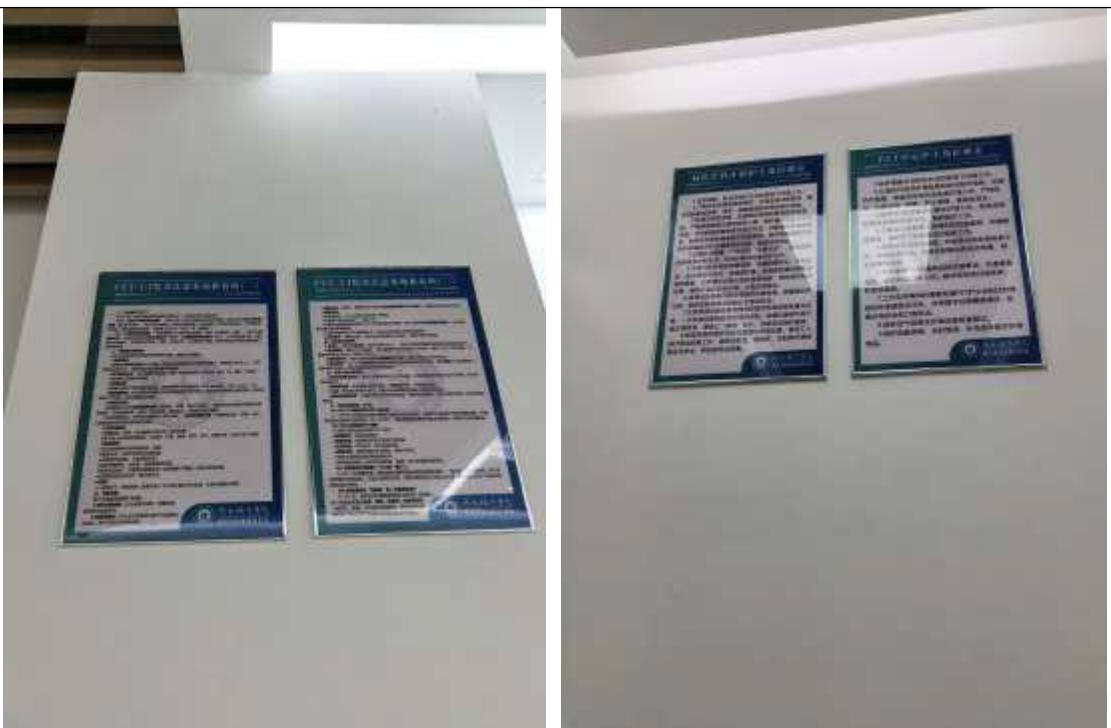


核医学科各功能用房警示标志

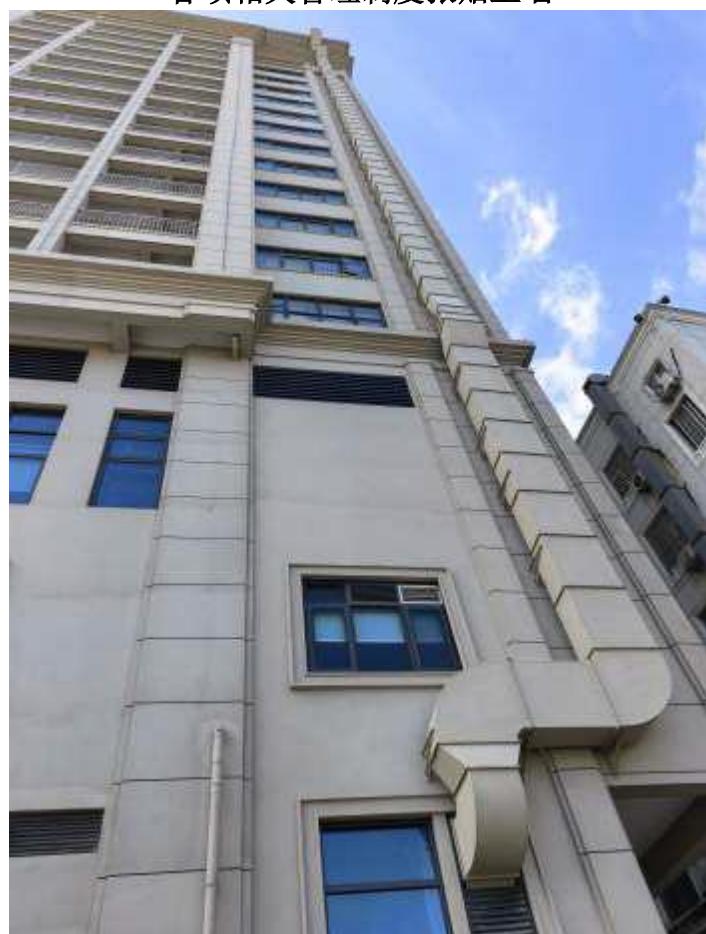


各项相关管理制度张贴上墙

续表 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



各项相关管理制度张贴上墙



核医学科排风管道延伸至屋顶排风

表 5 验收监测质量保证及质量控制**5.1 监测分析方法**

监测布点和测量方法选用目前国家和行业有关规范和标准。本次验收监测方法依据的规范、标准：

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

5.2 监测仪器

监测仪器参数及检定情况见表 5.1。

表 5.1 监测仪器参数及检定情况

| 检测仪器 | X、 γ 辐射剂量率仪 | α 、 β 表面污染测量仪 |
|---------|------------------------|-----------------------------|
| 型号编号 | AT1121/45538 | CoMo-170/9950 |
| 检定证书编号 | 2025H21-10-5961631001 | 2025H21-20-6032754001 |
| 有效量程 | 9nSv/h-10Sv/h | β/γ : 0-20000cps |
| 探测限 | 9nSv/h | 0.04Bq/cm ² |
| 检定机构 | 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 | 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 |
| 检定证书有效期 | 2025.06.26~2026.06.25 | 2025.07.25~2026.07.24 |

5.3 监测人员能力

参加本次现场监测的人员，均经过培训机构的监测技术培训，并经考核合格，持证上岗。监测报告审核人员均经授权。

5.4 实验室认可认证

验收监测单位浙江亿达检测技术有限公司建立了质量管理体系，通过了浙江省计量认证。验收监测工作遵循本单位质量手册、程序文件、实施细则、操作规程。制定并组织实施年度监测质量保证和质量控制计划。监测报告实行审查制度。

表 6 验收监测内容

6.1 监测因子及频次

为掌握医院新门诊住院部大楼地下一层核医学科 PET/CT 相关工作场所周围辐射环境水平, 浙江亿达检测技术有限公司于 2026 年 1 月 6 日对核医学科 PET/CT 相关工作场所及周围敏感点辐射环境进行了验收监测。

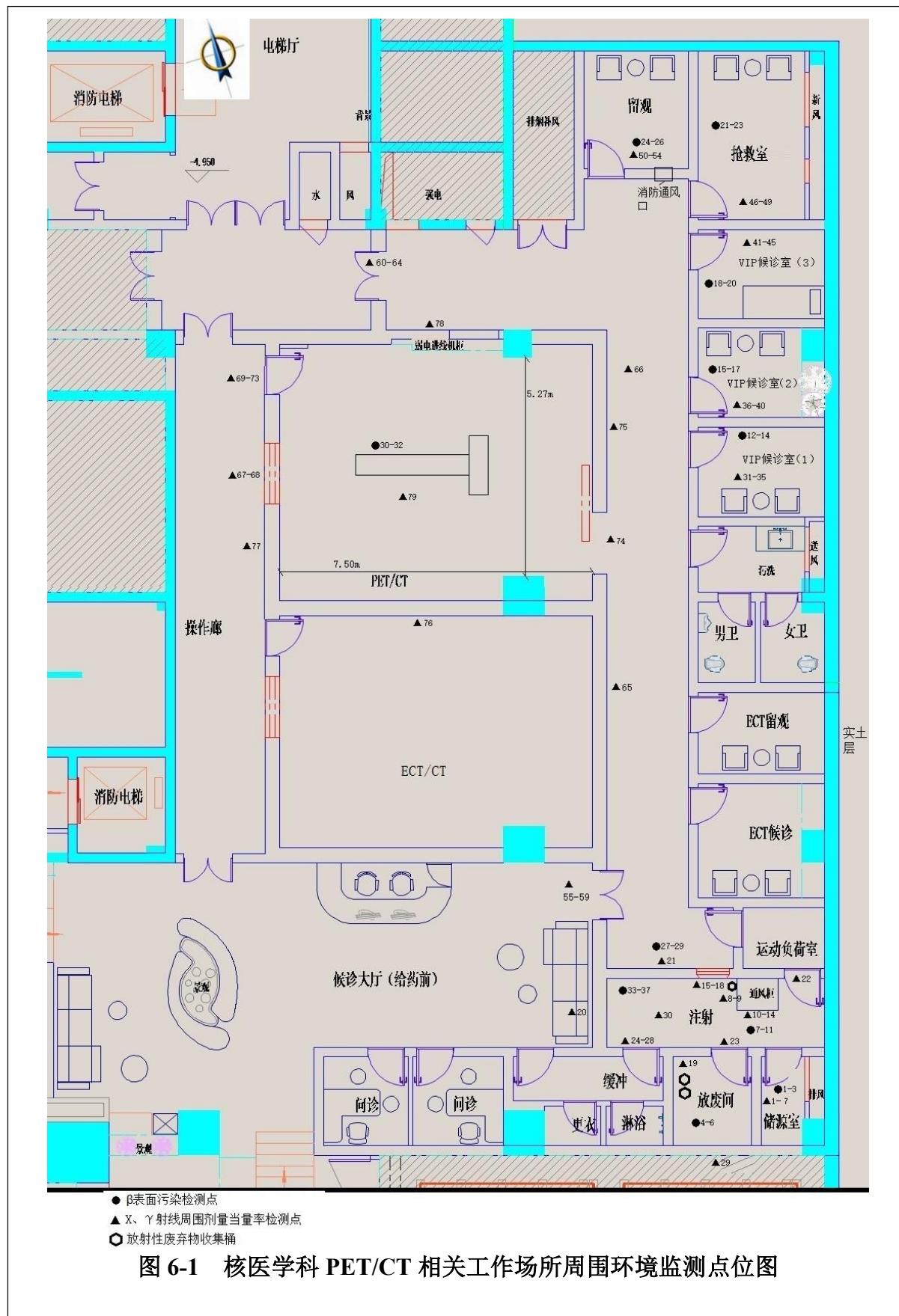
监测因子: X 射线剂量率, γ 射线剂量率, β 表面污染。

监测频次: 在验收工况下测量一次, 每次读 10 个数, 取其平均值的校正值作为监测结果。

6.2 监测布点

根据现场条件, 进行全面、合理布点; 重点考虑工作人员长时间工作的场所和其他公众可能到达的场所。监测点位图见图6-1~图6-3。

续表 6 验收监测内容



续表 6 验收监测内容

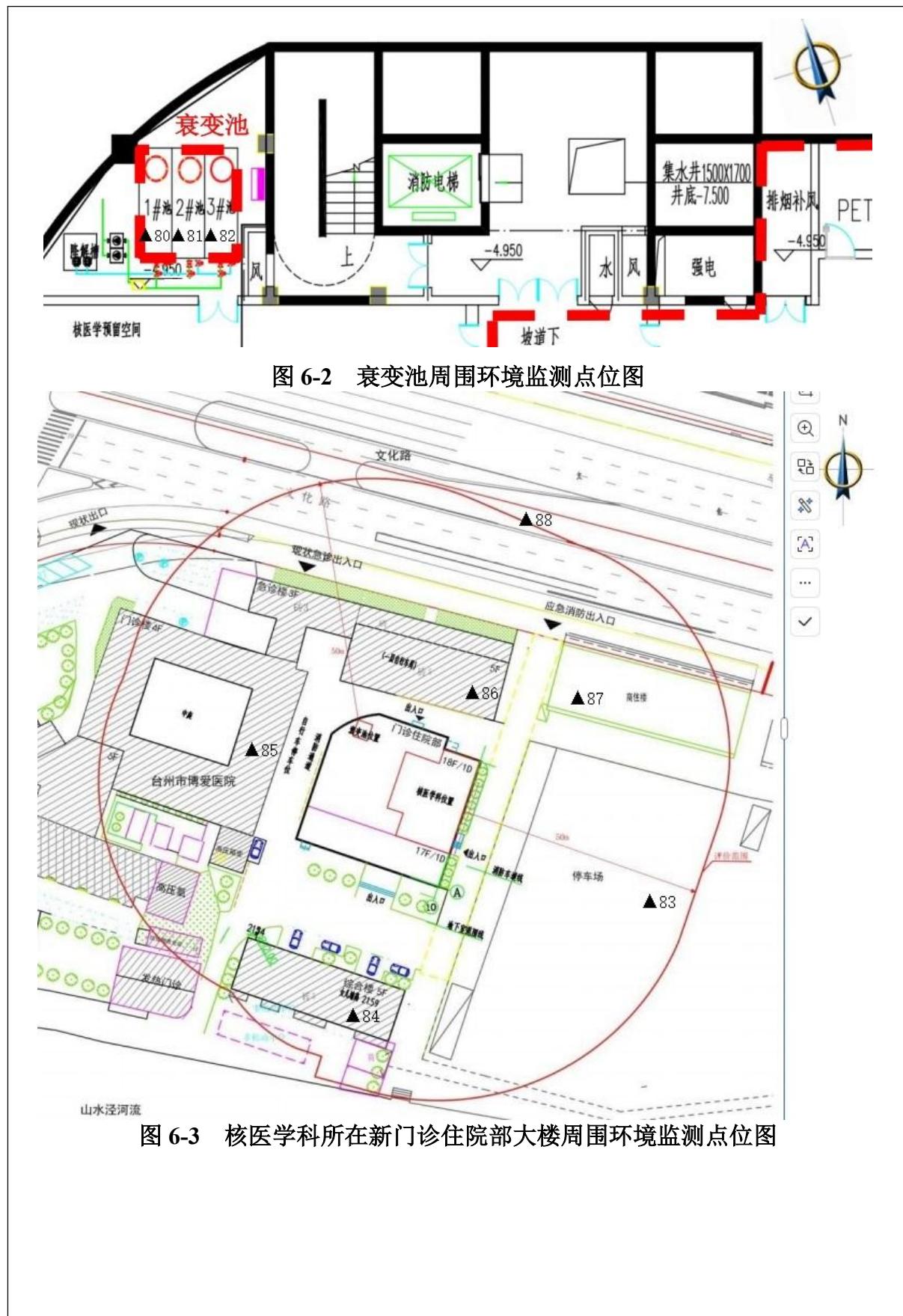


表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况记录

浙江亿达检测技术有限公司于 2026 年 1 月 6 日对核医学科 PET/CT 相关工作场所及周围敏感点辐射环境进行了验收监测。

本项目 PET/CT 工作场所辐射源项的核定容量：使用 ^{18}F 正电子药物（单人次最大使用量 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ ，日最大操作量 $3.7 \times 10^9 \text{Bq}$ ，年最大操作量 $2.78 \times 10^{12} \text{Bq}$ ）进行监测，PET-CT 的 CT 最大管电压 140kV、最大管电流 420mA；验收监测条件：将 13.7mCi 的 ^{18}F 药物置于各作业区域，同时 CT 以断层扫描，准直 19.2mm，120kV，240mAs，1s 条件进行曝光。

7.2 验收监测结果

本项目验收监测结果见表 7.1~7.2，由监测结果可知，在验收监测条件下，各检测点的 X、 γ 射线周围剂量当量率均符合《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188—2021) 和《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 标准限值，且各检测点 β 表面污染水平均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 标准限值。

表 7.1 PET/CT(^{18}F)工作场所 X、 γ 射线周围剂量当量率检测结果

| 点号 | 场所名称 | 检测点位置 | 检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$) | | 备注 |
|----|--------|------------------------------|---------------------------|-------------|---|
| | | | 给药时/设备运行时 | 未给药时/设备未运行时 | |
| 1 | 储源室 | ^{18}F 储源罐外表面 5cm | 10.7 | 0.17 | 13.7mCi 的 ^{18}F 药物药物置于储源罐中 |
| 2 | | ^{18}F 储源罐外表面 100cm | 1.32 | 0.20 | |
| 3 | | 防护门外表面 30cm | 1.38 | 0.18 | |
| 4 | | 南墙外表面 30cm | 0.21 | 0.19 | |
| 5 | | 西墙外表面 30cm | 1.12 | 0.20 | |
| 6 | | 北墙外表面 30cm | 0.65 | 0.18 | |
| 7 | | 一层地面上方 30cm | 0.18 | 0.18 | |
| 8 | 放射性废物室 | 放射性废物桶外表面 5cm | 0.20 | 0.15 | 放射性废物桶内含若干放射医疗废物 |
| 9 | | 放射性废物桶外表面 30cm | 0.14 | 0.18 | |
| 10 | 注射室 | 分装柜前人员操作位 | 0.21 | 0.21 | 13.7mCi 的 ^{18}F 药物置于分装柜内戴铅防护套的注射器内，打开手洞 |
| 11 | | 分装柜观察窗外表面 | 0.21 | 0.18 | |
| 12 | | 分装柜右手洞 | 0.34 | 0.23 | |
| 13 | | 分装柜左手洞 | 0.35 | 0.19 | |

续表 7 验收监测

续表 7.1 PET/CT(¹⁸F)工作场所 X、 γ 射线周围剂量当量率检测结果

| 点号 | 场所名称 | 检测点位置 | 检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$) | | 备注 |
|----|-------------|--------------------|---------------------------|-------------|---|
| | | | 给药时/设备运行时 | 未给药时/设备未运行时 | |
| 14 | 注射室 | 分装柜非正对人员操作位外表面 5cm | 0.31 | 0.16 | 13.7mCi 的 ¹⁸ F 药物置于分装柜内戴铅防护套的注射器内，打开手洞 |
| 15 | | 注射处前人员操作位 | 0.48 | 0.18 | 13.7mCi 的 ¹⁸ F 药物置于注射台上戴铅防护套的注射器内，打开手洞 |
| 16 | | 注射处观察窗外表面 | 1.91 | 0.19 | |
| 17 | | 注射处右手洞 | 0.48 | 0.20 | |
| 18 | | 注射处左手洞 | 1.16 | 0.18 | |
| 19 | | 注射室南墙外表面 30cm | 0.21 | 0.19 | |
| 20 | | 注射室西墙外表面 30cm | 0.22 | 0.20 | |
| 21 | | 注射室北墙外表面 30cm | 0.19 | 0.19 | |
| 22 | | 运动负荷室防护门外表面 30cm | 2.09 | 0.18 | |
| 23 | | 放废间防护门外表面 30cm | 1.22 | 0.18 | |
| 24 | | 缓冲间防护门左表面 30cm | 0.71 | 0.18 | |
| 25 | | 缓冲间防护门中表面 30cm | 0.69 | 0.17 | |
| 26 | | 缓冲间防护门右表面 30cm | 0.73 | 0.19 | |
| 27 | | 缓冲间防护门上表面 30cm | 0.74 | 0.18 | |
| 28 | | 缓冲间防护门下表面 30cm | 0.71 | 0.16 | |
| 29 | VIP 候诊室 (1) | 放废间南墙外表面 30cm | 0.19 | 0.18 | 13.7mCi 的 ¹⁸ F 药物置于室内 |
| 30 | | 一层地面上方 30cm | 0.31 | 0.19 | |
| 31 | | 南墙外表面 30cm | 1.41 | 0.18 | |
| 32 | | 西墙外表面 30cm | 0.53 | 0.19 | |
| 33 | | 北墙外表面 30cm | 0.73 | 0.17 | |
| 34 | VIP 候诊室 (2) | 防护门外表面 30cm | 2.31 | 0.18 | 13.7mCi 的 ¹⁸ F 药物置于室内 |
| 35 | | 一层地面上方 30cm | 0.20 | 0.17 | |
| 36 | | 南墙外表面 30cm | 1.14 | 0.19 | |
| 37 | | 西墙外表面 30cm | 1.38 | 0.17 | |
| 38 | | 北墙外表面 30cm | 0.38 | 0.17 | |
| 39 | | 防护门外表面 30cm | 2.08 | 0.19 | |

续表 7 验收监测

续表 7.1 PET/CT(¹⁸F)工作场所 X、 γ 射线周围剂量当量率检测结果

| 点号 | 场所名称 | 检测点位置 | 检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$) | | 备注 |
|----|-------------|-----------------|---------------------------|-------------|-----------------------------------|
| | | | 给药时/设备运行时 | 未给药时/设备未运行时 | |
| 40 | VIP 候诊室 (2) | 一层地面上方 30cm | 0.29 | 0.16 | |
| 41 | VIP 候诊室 (3) | 南墙外表面 30cm | 0.89 | 0.22 | 13.7mCi 的 ¹⁸ F 药物置于室内 |
| 42 | | 西墙外表面 30cm | 0.38 | 0.16 | |
| 43 | | 北墙外表面 30cm | 1.36 | 0.18 | |
| 44 | | 防护门外表面 30cm | 2.26 | 0.19 | |
| 45 | | 一层地面上方 30cm | 0.21 | 0.15 | |
| 46 | 抢救室 | 南墙外表面 30cm | 0.54 | 0.18 | 13.7mCi 的 ¹⁸ F 药物置于室内 |
| 47 | | 西墙外表面 30cm | 0.26 | 0.17 | |
| 48 | | 防护门外表面 30cm | 2.08 | 0.18 | |
| 49 | | 一层地面上方 30cm | 0.22 | 0.18 | |
| 50 | 留观室 | 南墙消防通风口外表面 30cm | 2.32 | 0.20 | 13.7mCi 的 ¹⁸ F 药物置于室内 |
| 51 | | 西墙外表面 30cm | 1.13 | 0.19 | |
| 52 | | 东墙外表面 30cm | 0.30 | 0.15 | |
| 53 | | 防护门外表面 30cm | 2.33 | 0.17 | |
| 54 | | 一层地面上方 30cm | 0.20 | 0.17 | |
| 55 | 候诊走廊 | 病人入口防护门左表面 30cm | 2.10 | 0.20 | 13.7mCi 的 ¹⁸ F 药物置于走廊内 |
| 56 | | 病人入口防护门中表面 30cm | 2.07 | 0.18 | |
| 57 | | 病人入口防护门右表面 30cm | 1.89 | 0.19 | |
| 58 | | 病人入口防护门上表面 30cm | 1.78 | 0.16 | |
| 59 | | 病人入口防护门下表面 30cm | 1.57 | 0.18 | |
| 60 | | 病人出口防护门左表面 30cm | 2.08 | 0.16 | |
| 61 | | 病人出口防护门中表面 30cm | 2.03 | 0.18 | |
| 62 | | 病人出口防护门右表面 30cm | 2.05 | 0.20 | |
| 63 | | 病人出口防护门上表面 30cm | 1.98 | 0.19 | |
| 64 | | 病人出口防护门下表面 30cm | 1.89 | 0.20 | |
| 65 | | 办公室东墙外表面 30cm | 0.22 | 0.18 | |
| 66 | | 一层地面上方 30cm | 0.21 | 0.20 | |

续表 7 验收监测

续表 7.1 PET/CT(¹⁸F)工作场所 X、 γ 射线周围剂量当量率检测结果

| 点号 | 场所名称 | 检测点位置 | 检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$) | | 备注 |
|----|----------------|-----------------|---------------------------|-------------|---|
| | | | 给药时/设备运行时 | 未给药时/设备未运行时 | |
| 67 | PET/CT 机房及其操作室 | 操作位 | 0.18 | 0.19 | 13.7mCi 的 ¹⁸ F 药物置于诊断床上, 且 CT 曝光条件: 断层扫描, 准直 19.2mm, 120kV, 240mAs, 1s。机房长 7.50m, 宽 5.27m, 面积 39.5m ² |
| 68 | | 观察窗外表 30cm | 0.68 | 0.19 | |
| 69 | | 工作人员防护门左表面 30cm | 0.91 | 0.19 | |
| 70 | | 工作人员防护门中表面 30cm | 0.98 | 0.20 | |
| 71 | | 工作人员防护门右表面 30cm | 0.87 | 0.16 | |
| 72 | | 工作人员防护门上表面 30cm | 0.95 | 0.16 | |
| 73 | | 工作人员防护门下表面 30cm | 0.29 | 0.18 | |
| 74 | | 受检者防护门外表面 30cm | 0.18 | 0.17 | |
| 75 | | 机房东墙外表 30cm | 0.19 | 0.20 | |
| 76 | | 机房南墙外表 30cm | 0.21 | 0.19 | |
| 77 | | 机房西墙外表 30cm | 0.17 | 0.20 | |
| 78 | | 机房北墙外表 30cm | 0.22 | 0.15 | |
| 79 | | 一层地面上方 30cm | 0.19 | 0.18 | |
| 80 | 衰变池 | 衰变池#1 上方外表 30cm | 0.26 | / | / |
| 81 | | 衰变池#2 上方外表 30cm | 0.24 | / | / |
| 82 | | 衰变池#3 上方外表 30cm | 0.26 | / | / |
| 83 | 敏感点 | 东侧停车场 | 0.20 | 0.19 | / |
| 84 | | 南侧综合楼 | 0.16 | 0.20 | / |
| 85 | | 西侧门诊楼 | 0.18 | 0.19 | / |
| 86 | | 北侧急诊楼自行车库 | 0.19 | 0.16 | / |
| 87 | | 北侧商住楼 | 0.19 | 0.17 | / |
| 88 | | 北侧文化路 | 0.19 | 0.17 | / |

- 注: 1、以上检测结果均未扣除本底值, 当地本底范围为 0.15-0.23 $\mu\text{Sv/h}$ 。
 2、所有核素置于铅容器内转运; ¹⁸F 药物名: 氟[¹⁸F]脱氧葡萄糖注射液, 厂家: 浙江横店原子高科, 产品批号: 20260707-1。
 3、PET/CT 机房及相关工作场所位于新门诊住院部大楼地下一层, 正上方为入院大厅、配电房, 正下方无建筑(故下方无法布点)。
 4、人员操作位检测点高度为 1m, 防护墙外检测点高度为 1.3m。

续表 7 验收监测

表 7.2 PET/CT(¹⁸F)相关工作场所 β 表面污染检测结果

| 点号 | 场所名称 | 检测点位置 | 检测结果 (Bq/cm ²) | 控制水平 (Bq/cm ²) |
|----|------------|------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 储源室 | 地面 | <N _D | ≤40 |
| 2 | | 墙面 | <N _D | ≤40 |
| 3 | | 储源室门表面 | <N _D | ≤40 |
| 4 | 放射性废物室 | 地面 | <N _D | ≤40 |
| 5 | | 墙面 | <N _D | ≤40 |
| 6 | | 放射性废物桶外表面 | <N _D | ≤40 |
| 7 | 注射室 | 地面 | <N _D | ≤40 |
| 8 | | 墙面 | <N _D | ≤40 |
| 9 | | 座椅表面 | <N _D | ≤40 |
| 10 | | PET 分装柜外表面 | <N _D | ≤40 |
| 11 | | 注射窗口外表面 | <N _D | ≤40 |
| 12 | VIP 候诊室(1) | 地面 | <N _D | ≤40 |
| 13 | | 墙面 | <N _D | ≤40 |
| 14 | | 座椅表面 | <N _D | ≤40 |
| 15 | VIP 候诊室(2) | 地面 | <N _D | ≤40 |
| 16 | | 墙面 | <N _D | ≤40 |
| 17 | | 座椅表面 | <N _D | ≤40 |
| 18 | VIP 候诊室(3) | 地面 | <N _D | ≤40 |
| 19 | | 墙面 | <N _D | ≤40 |
| 20 | | 座椅表面 | <N _D | ≤40 |
| 21 | 抢救室 | 地面 | <N _D | ≤40 |
| 22 | | 墙面 | <N _D | ≤40 |
| 23 | | 床表面 | <N _D | ≤40 |
| 24 | 留观室 | 地面 | <N _D | ≤40 |
| 25 | | 墙面 | <N _D | ≤40 |
| 26 | | 座椅表面 | <N _D | ≤40 |
| 27 | 候诊走廊 | 地面 | <N _D | ≤40 |
| 28 | | 墙面 | <N _D | ≤40 |
| 29 | | 座椅表面 | <N _D | ≤40 |
| 30 | PET/CT 机房 | 地面 | <N _D | ≤40 |

续表 7 验收监测

续表 7.2 PET/CT(¹⁸F)相关工作场所β表面污染检测结果

| 点号 | 场所名称 | 检测点位置 | 检测结果 (Bq/cm ²) | 控制水平 (Bq/cm ²) |
|----|-----------|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| 31 | PET/CT 机房 | 墙面 | <N _D | ≤40 |
| 32 | | 诊断床表面 | <N _D | ≤40 |
| 33 | 工作人员 | 手表面 | <N _D | ≤0.4 |
| 34 | | 皮肤暴露部分表面 | <N _D | ≤0.4 |
| 35 | | 工作服表面 | <N _D | ≤4 |
| 36 | | 手套表面 | <N _D | ≤4 |
| 37 | | 工作鞋表面 | <N _D | ≤4 |

注：当日工作结束，打扫卫生后开展检测；测量β表面污染时使用直接测量方法，在探测器灵敏窗和待检查表面避免接触的情况下，将探测器在表面上方慢慢地移动，并密切观察并记录数据；表内结果均已扣除本底值，经计算当地β表面污染本底计数率平均值为 4.4cps，该表污检测仪的β表面污染测量下限为 0.04Bq/cm²，记为 N_D。

7.3 剂量监测和估算结果

按照 UNSCEAR--2000 年报告附录 A, X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算

$$H_{E-r} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} (\text{mSv}) \quad (1)$$

其中：

H_{Er}: X-γ射线外照射人均年有效剂量, mSv;

Dr: X-γ射线空气吸收剂量当量率, nGy/h;

t: X-γ照射时间, 小时;

0.7: 剂量换算系数, Sv/Gy。

由于本项目所用仪器已经通过其内置的测量常数将 X-γ 射线空气吸收剂量率 Dr 转化为光子剂量当量率 H*(10)的显示读数，因此计量评估公式（1）可以简化为运行实用量 H*(10)来保守评估计算 H_{E-r}:

$$H_{E-r} = H^*(10) \times t \times 10^{-6} (\text{mSv}) \quad (2)$$

其中：

H*(10): 周围剂量当量率, nSv/h。

7.3.1 由监测数据估算

放射工作人员以控制区内注射室注射处观察窗外表面处为参考点，辐射剂量率最高为 1.91μSv/h, 工作人员每次手动注射操作时间以 1min 计算, 年最大诊疗人数为 2500

续表 7 验收监测

人，则工作人员在注射室注射处注射药物过程中接受的年有效剂量约为：0.080mSv。

公众以病人入口防护门左表面30cm为参考点，辐射剂量率最高为 $2.10\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，保守估计每天停留1h，全年250个工作日，公众居留因子取1/8，则根据监测结果和公式（2）可以保守计算出公众接受的年有效剂量约为：0.066mSv。

由以上监测数据的估算结果可知，本项目辐射工作人员接受的年有效剂量最大约为0.080mSv，公众接受的年有效剂量最大约为0.066mSv，以上受照剂量远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的相应年年剂量限值20mSv和1mSv，也低于本评价的管理目标值5mSv/a和0.1mSv/a。

7.3.2 由辐射工作人员个人剂量监测结果估算

医院辐射工作人员个人剂量监测委托有资质的浙江亿达检测技术有限公司承担，每3个月为一个测量周期。根据医院提供的2024年7月1日~2025年6月30日的个人剂量监测报告，本项目相关的辐射工作人员剂量监测结果见表7.3。

由表7.3可知，本项目相关的辐射工作人员在2024年7月1日~2025年6月30日单个测量周期有效剂量最高为0.429mSv，远低于其佩戴周期的调查水平参考值1.25mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

表7.3 本项目辐射工作人员个人剂量监测结果

| 序号 | 姓名 | 性别 | 个人剂量监测结果 $H_p(10)$ (mSv) | | | |
|----|-----|----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | | 2024.07.01- 2024.09.30 | 2024.10.01- 2024.12.31 | 2025.01.01- 2025.03.31 | 2025.04.01- 2025.06.30 |
| 1 | 郑登峰 | 男 | 0.130 | 0.057 | 0.150 | 0.190 |
| 2 | 李冬冬 | 男 | 0.048 | 0.005 | 0.048 | 0.164 |
| 3 | 刘飞斌 | 男 | 0.166 | 0.237 | 0.094 | 0.050 |
| 4 | 占莲莲 | 女 | 0.005 | 0.429 | 0.047 | 0.061 |
| 5 | 陈楠 | 女 | 0.134 | 0.005 | 0.166 | 0.126 |
| 6 | 金智雅 | 女 | 0.223 | 0.005 | 0.134 | 0.152 |
| 7 | 汤初初 | 女 | 0.144 | 0.085 | 0.128 | 0.055 |

表 8 验收监测结论

8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况

项目建设落实了安全防护、环境保护“三同时”制度。有关工作场所安全防护设计、个人防护用品配置、监控系统配置等按相关标准规范要求进行设计、建设，并与主体工程同时投入使用；环境影响评价文件及其审批文件中要求的防护安全和环境保护措施已落实。

8.2 污染物排放监测结果

(1) 据现场监测和检查结果，该项目在正常运行工况下，辐射工作人员接受的年有效剂量远低于辐射工作人员职业照射的剂量管理限值 (5mSv)，公众所受辐射照射远低于公众的剂量管理限值 (0.1mSv)，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的相关要求。

(2) 本项目核医学科控制区设有 2 套独立排风系统，分别服务于 ^{18}F 分装柜、 ^{99}mTc 分装柜及其他功能区域（如卫生通过间、注射室等）。系统排风量充足，关键点位风速实测满足大于 0.5m/s 的要求，并确保气流从低辐射区向高辐射区定向流动，有效防止污染扩散。所有废气经统一管道引至楼顶，由活性炭吸附装置净化后排放。更换的废活性炭作为放射性废物暂存至少 10 个半衰期，经检测达标后按一般医疗废物处置；均符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)、《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 及《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 的相关要求。

(3) 本项目 PET-CT 工作场所放射性固废暂存间的设计及废物桶的配置能够满足放射性固体废物的暂存需求。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，并经监测满足要求后集中处理，满足《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 及《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 中有关放射性固体废物处理的要求。

8.3 工程建设对环境的影响

由现场监测结果及个人剂量监测结果估算，辐射工作人员接受的年有效剂量远低于辐射工作人员职业照射的剂量管理限值 (5mSv)，公众所受辐射照射远低于公众的剂量管理限值 (0.1mSv)。因此该项目所致的工作人员职业照射和公众照射个人年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 规定的职业照射和公众照射年有效剂量限值要求。

续表 8 验收监测结论

8.4 辐射安全防护、环境保护管理

(1) 医院落实了台州市博爱医院门诊住院部大楼扩建核医学科建设项目环境影响评价制度，该项目环评报告及其批复中的要求已基本落实。

(2) 目前本项目 PET-CT 工作场所运行正常，辐射工作场所屏蔽防护能力符合标准要求。电离辐射标志和中文警示说明均张贴于相应辐射工作场所处，工作指示灯已安装，射线装置机房内未堆放杂物。

(3) 现场检查结果表明：医院落实了辐射工作人员的辐射防护培训、个人剂量监测和职业健康检查工作，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

(4) 医院已成立放射防护安全管理小组，管理组织机构健全，并制定了相应的各项辐射防护管理制度和操作规程，辐射事故应急预案基本完善。同时，医院落实了辐射环境监测和年度评估工作。

综上所述，台州市博爱医院门诊住院部大楼扩建核医学科建设项目基本符合相关规定，具备竣工验收条件。