

泗洪县安颐医院有限公司  
新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目  
竣工环境保护验收监测报告

报告编号：瑞森（验）字（2021）第007号

建设单位： 泗洪县安颐医院有限公司

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二一年四月

# 目 录

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 项目概况 .....</b>                        | <b>1</b>  |
| 1.1 建设单位基本情况.....                          | 1         |
| 1.2 项目建设规模.....                            | 1         |
| 1.3 验收工作由来.....                            | 1         |
| 1.4 项目基本信息一览表.....                         | 2         |
| <b>2 验收依据 .....</b>                        | <b>4</b>  |
| 2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度.....              | 4         |
| 2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范.....                  | 5         |
| 2.3 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定.....          | 5         |
| <b>3 项目建设情况 .....</b>                      | <b>6</b>  |
| 3.1 地理位置及平面布置.....                         | 6         |
| 3.2 建设内容.....                              | 10        |
| 3.3 工作原理及工艺流程.....                         | 13        |
| <b>4 辐射安全与防护环境保护措施 .....</b>               | <b>17</b> |
| 4.1 核医学项目.....                             | 17        |
| 4.2 DSA 项目.....                            | 26        |
| 4.3 辐射安全管理制度.....                          | 30        |
| 4.4 辐射安全应急措施.....                          | 31        |
| 4.5 辐射安全与防护措施落实情况.....                     | 31        |
| <b>5 环境影响报告书（表）主要结论与建议及其审批部门审批决定 .....</b> | <b>34</b> |
| 5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议.....                 | 34        |
| 5.2 审批部门审批决定.....                          | 36        |
| <b>6 验收执行标准 .....</b>                      | <b>38</b> |
| 6.1 人员年受照剂量管理目标值.....                      | 38        |
| 6.2 辐射管理分区.....                            | 38        |
| 6.3 工作场所布局要求.....                          | 38        |
| 6.4 核医学工作场所分级.....                         | 39        |
| 6.5 核医学辐射工作场所表面污染控制水平要求.....               | 40        |
| 6.6 工作场所放射防护安全要求.....                      | 41        |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 6.7 放射性废水排放活度浓度限值.....                | 44         |
| 6.8 放射性固废暂存及清洁解控的要求.....              | 45         |
| 6.9 安全管理要求及环评要求.....                  | 45         |
| <b>7 验收监测 .....</b>                   | <b>46</b>  |
| 7.1 监测分析方法.....                       | 46         |
| 7.2 监测因子.....                         | 46         |
| 7.3 监测工况.....                         | 46         |
| 7.4 监测内容.....                         | 46         |
| <b>8 质量保证和质量控制 .....</b>              | <b>47</b>  |
| 8.1 本次验收监测质量保证和质量控制.....              | 47         |
| 8.2 自主检测质量保证和质量控制.....                | 47         |
| <b>9 验收监测结果 .....</b>                 | <b>49</b>  |
| 9.1 辐射防护和通风橱风速监测结果.....               | 49         |
| 9.2 辐射工作人员和公众年有效剂量分析.....             | 58         |
| <b>10 验收监测结论 .....</b>                | <b>62</b>  |
| 10.1 验收结论.....                        | 62         |
| 10.2 建议.....                          | 63         |
| <b>附件 1 项目委托书 .....</b>               | <b>64</b>  |
| <b>附件 2 项目环境影响报告表主要内容 .....</b>       | <b>65</b>  |
| <b>附件 3 项目环境影响报告表批复文件 .....</b>       | <b>74</b>  |
| <b>附件 4 辐射安全许可证及辐射工作人员相关信息 .....</b>  | <b>77</b>  |
| <b>附件 5 辐射安全管理机构及制度 .....</b>         | <b>86</b>  |
| <b>附件 6 辐射工作人员培训证书及健康证明 .....</b>     | <b>101</b> |
| <b>附件 7 个人剂量委托检测协议书 .....</b>         | <b>110</b> |
| <b>附件 8 竣工环保验收监测报告 .....</b>          | <b>111</b> |
| <b>附件 9 放射性药品及其原料（放射源）转让审批表 .....</b> | <b>126</b> |
| <b>附件 10 验收监测单位 CMA 资质证书.....</b>     | <b>127</b> |
| <b>附件 11 辐射安全事故应急演练记录.....</b>        | <b>129</b> |
| <b>附件 12 专家意见及修改说明 .....</b>          | <b>132</b> |

## 1 项目概况

### 1.1 建设单位基本情况

泗洪县安颐医院有限公司始建于 2019 年 12 月，是由上海悦心健康集团、宿迁市分金亭医院集团、江苏齐跃建设集团联合投资创办，集医疗、预防、保健、康复为一体的综合医疗机构。医院于 2020 年 11 月 11 日重新申领了辐射安全许可证（苏环辐证[N0265]），许可种类和范围为：使用 V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2025 年 11 月 10 日。

### 1.2 项目建设规模

为了适应医院发展要求，服务患者，泗洪县安颐医院有限公司于 2 号楼、3 号楼之间空地新建 1 幢核医学楼（地上一层建筑），于核医学楼内新建 1 座 PET/CT 机房，购置 1 台 PET/CT 设备并配 1 枚  $^{68}\text{Ge}$  校验源，使用  $^{18}\text{F}$  进行扫描显像检查项目；于 3 号楼一层新建 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA，用于医学诊断及介入治疗。该项目已于 2020 年 7 月完成项目的环境影响评价，于 2020 年 9 月 1 日取得了宿迁市生态环境局关于该项目的环评批复文件（宿环核审【2020】3 号），本项目已完成许可。

本项目实际建设规模为：在 2 号楼、3 号楼之间空地建设 1 幢核医学楼（地上一层建筑），于核医学楼内建设 1 座 PET/CT 机房，配备 1 台 PET/CT（型号：uMI550，CT 最大管电压 140kV，最大管电流 420mA），使用  $^{18}\text{F}$  进行扫描显像检查；于 3 号楼一层建设 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA（型号：Trinias，最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA），用于医学诊断及介入治疗。本项目环评中的 1 枚  $^{68}\text{Ge}$  校验源实际未配备。

泗洪县安颐医院有限公司新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目于 2020 年 9 月开工，于 2020 年 11 月竣工并完成安装调试，配套的环保设施和主体工程均已同时建成，具备竣工环境保护验收条件。

### 1.3 验收工作由来

根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，泗洪县安颐医院有限公司于 2020 年 11 月组织并启动验收工作，委托南京瑞森辐射技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作。项目委托书见附件 1。

南京瑞森辐射技术有限公司接受委托后，于 2020 年 12 月编制了《泗洪县安颐医院有限公司新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目竣工环境保护验收监测方案》。本次验收内容包括：在 2 号楼、3 号楼之间空地建设 1 幢核医学楼（地上一层建筑），于核医学楼内建设 1 座 PET/CT 机房，配备 1 台 PET/CT（型号：uMI550，CT 最大管电压 140kV，最大管电流 420mA），使用  $^{18}\text{F}$  进行扫描显像检查；于 3 号楼一层建设 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA（型号：Trinias，最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA）。南京瑞森辐射技术有限公司分别于 2020 年 12 月 7 日、2021 年 1 月 6 日开展了现场监测和核查，根据现场监测和核查情况，编制本项目验收监测报告。

#### 1.4 项目基本信息一览表

本项目基本情况见表 1-1。

表 1-1 项目基本信息一览表

|                 |   |                   |                  |
|-----------------|---|-------------------|------------------|
| 项目名称            | 新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目                             |                   |                  |
| 建设单位            | 泗洪县安颐医院有限公司<br>(统一社会信用代码为：91321324MA20JP1D58) |                   |                  |
| 法人代表            | 姜岳廷   | 项目联系人             | 刘虎               |
| 联系电话            | 18262944920                                   |                   |                  |
| 通讯地址            | 宿迁市泗洪县山河东路与子敬路交汇处                             |                   |                  |
| 项目地点            | 宿迁市泗洪县山河东路与子敬路交汇处                             |                   |                  |
| 建设性质            | 新建  |                   |                  |
| 环评单位            | 南京瑞森辐射技术有限公司                                  |                   |                  |
| 环评报告名称          | 《新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目环境影响报告表》                    |                   |                  |
| 环评审批部门          | 宿迁市生态环境局                                      | 批复时间              | 2020 年 9 月 1 日   |
| 批准文号            | 宿环核审【2020】3 号                                 |                   |                  |
| 验收监测单位          | 南京瑞森辐射技术有限公司                                  | 委托时间              | 2020 年 11 月 26 日 |
| 核技术项目投资<br>(万元) | 1500  | 核技术项目环保投资<br>(万元) | 300              |
| 开工日期            | 2020 年 9 月                                    | 竣工日期              | 2020 年 11 月      |

本次验收项目环评审批及实际建设情况见表1-2。

表 1-2 本次验收项目环评审批及实际建设情况一览表

| 环评报告表名称                    | 环评审批情况及批复时间  | 实际建设情况   | 备注                     |
|----------------------------|--|--|------------------------|
| 《新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目环境影响报告表》 | <p><b>建设地点:</b><br/>核医学项目位于江苏省宿迁市泗洪县山河东路与子敬路交汇处医院 2 号楼、3 号楼之间新建的核医学楼 1 楼; DSA 项目位于 3 号楼 1 楼 DSA 机房。</p> <p><b>项目内容:</b><br/>新建 1 幢核医学楼(地上一层建筑), 于核医学楼内新建 1 座 PET/CT 机房, 购置 1 台 PET/CT (型号为 uMI 550 型, 最大管电压为 140kV, 最大管电流为 420mA), 并配 1 枚 <math>^{68}\text{Ge}</math> 校源(单枚活度为 <math>7.4 \times 10^7 \text{Bq}</math>), 使用 <math>^{18}\text{F}</math> (日等效最大操作量为 <math>7.40 \times 10^6 \text{Bq}</math>) 进行扫描显像检查项目; 于 3 号楼一层新建 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA (型号为 Trinias 型, 最大管电压为 150kV, 最大管电流为 1000mA), 用于医学诊断及介入治疗。</p> <p>DSA 属 II 类射线装置, PET/CT 属 III 类射线装置, 核医学工作场所属丙级非密封放射性物质工作场所。</p> <p><b>批复时间:</b> 2020 年 9 月 1 日<br/><b>批准文号:</b> 宿环核审【2002】3 号</p> | <p><b>建设地点:</b><br/>核医学项目位于江苏省宿迁市泗洪县山河东路与子敬路交汇处医院 2 号楼、3 号楼之间新建的核医学楼 1 楼; DSA 项目位于 3 号楼 1 楼 DSA 机房。</p> <p><b>项目内容:</b><br/>建设 1 座 PET/CT 机房, 配备 1 台 PET/CT (型号: uMI550, 最大管电压 140kV, 最大管电流 420mA), 使用 <math>^{18}\text{F}</math> (日等效最大操作量为 <math>7.40 \times 10^6 \text{Bq}</math>) 进行扫描显像检查; 建设 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA (型号为 Trinias 型, 最大管电压为 150kV, 最大管电流为 1000mA), 用于医学诊断及介入治疗。</p> <p>DSA 属 II 类射线装置, PET/CT 属 III 类射线装置, 核医学工作场所属丙级非密封放射性物质工作场所。</p> | 实际建设内容及技术参数在环评及其批复范围内。 |

## 2 验收依据

### 2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起实施；
- 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日起施行；
- 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人大常务委员会，2003 年 10 月 1 日起施行；
- 4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；
- 5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；
- 6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；
- 7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；
- 8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；
- 9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局（环发〔2006〕145 号文）；
- 10) 《射线装置分类》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；
- 11) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订），2018 年 5 月 1 日起施行；
- 12) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 22 日起施行；
- 13) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》生态环保部公告 [2018]第 9 号，2018 年 5 月 15 日印发；
- 14) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令 第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；

15) 《关于印发〈污染影响类建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》，生态环境部办公厅，环办环评函[2020]688 号，2020 年 12 月 13 日印发。

## 2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范

- 1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- 2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；
- 3) 《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB 8999-1988）；
- 4) 《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-1993）；
- 5) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；
- 6) 《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）；
- 7) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；
- 8) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；
- 9) 《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ 133-2009）；
- 10) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）；
- 11) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；
- 12) 《表面污染测定 第一部分  $\beta$  发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和  $\alpha$  发射体）》（GB/T14056.1-2008）；
- 13) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；
- 14) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。

## 2.3 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定

《新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2020 年 7 月。见附件 2；

《关于新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目环境影响报告表的批复》（宿环核审【2020】3 号，宿迁市生态环境局，2020 年 9 月 1 日。见附件 3。



### 3 项目建设情况

#### 3.1 地理位置及平面布置

项目名称：新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目竣工环境保护验收。

建设地点：宿迁市泗洪县山河东路与子敬路交汇处医院核医学楼 1 楼及 3 号楼 1 楼，医院及本项目地理位置见图 3-1。本项目周围 50m 范围示意图见图 3-2。

现场环境：泗洪县安颐医院有限公司位于宿迁市泗洪县山河东路与子敬路交汇处。医院东侧为田地，南侧为山河东路，西侧为子敬路，北侧为泗州大街。本次新建核医学项目位于医院 2 号楼、3 号楼之间新建的核医学楼 1 楼；DSA 项目位于 3 号楼 1 楼 DSA 机房。本次新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目周围 50m 评价范围均位于医院边界内，评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，项目选址可行。本项目环境保护目标为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患及陪同家属和其它公众。工作场所现场环境及环境保护目标与环评时一致。

本项目周围环境现场核实情况见表 3-1 至表 3-2，由表可知，本项目建设情况与环评及其批复一致。

表 3-1 医院周围环境现场核实表

| 位置 |    | 环评规划情况 | 现场核实情况 |
|----|----|--------|--------|
| 医院 | 东侧 | 田地     | 田地     |
|    | 南侧 | 山河东路   | 山河东路   |
|    | 西侧 | 子敬路    | 子敬路    |
|    | 北侧 | 泗州大街   | 泗州大街   |

表 3-2 本项目周围环境环评中规划情况与现场核实情况对照表

| 位置   | 周围环境   |            | 备注         |         |
|------|--------|------------|------------|---------|
|      | 环评规划情况 | 现场核实情况     |            |         |
| 核医学科 | 东侧     | 院内道路       | 院内道路       | 与环评文件一致 |
|      | 南侧     | 院内道路及 2 号楼 | 院内道路及 2 号楼 | 与环评文件一致 |

|        |    |            |            |         |
|--------|----|------------|------------|---------|
|        | 西侧 | 院内道路       | 院内道路       | 与环评文件一致 |
|        | 北侧 | 院内道路及 3 号楼 | 院内道路及 3 号楼 | 与环评文件一致 |
|        | 楼上 | 无建筑        | 无建筑        | 与环评文件一致 |
|        | 楼下 | 土层         | 土层         | 与环评文件一致 |
| DSA 机房 | 东侧 | 走廊及设备间     | 走廊及设备间     | 与环评文件一致 |
|        | 南侧 | CT 室及其控制室  | CT 室及其控制室  | 与环评文件一致 |
|        | 西侧 | 院内绿化       | 院内绿化       | 与环评文件一致 |
|        | 北侧 | 控制室及更衣室    | 控制室及更衣室    | 与环评文件一致 |
|        | 楼上 | 会议室        | 会议室        | 与环评文件一致 |
|        | 楼下 | 土层         | 土层         | 与环评文件一致 |



图 3-1 泗洪县安颐医院有限公司新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目地理位置示意图



图 3-2 泗洪县安颐医院有限公司新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目 50m 范围示意图

### 3.2 建设内容

泗洪县安颐医院有限公司在 2 号楼、3 号楼之间空地建设 1 幢核医学楼（地上一层建筑），于核医学楼内建设 1 座 PET/CT 机房，配备 1 台 PET/CT（型号：uMI550，CT 最大管电压 140kV，最大管电流 420mA），使用  $^{18}\text{F}$  进行扫描显像检查；于 3 号楼一层建设 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA（型号：Trinias，最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA）。该 PET/CT 实物见图 3-3，DSA 实物见图 3-4。本次验收项目环评建设规模和实际建设规模主要技术参数对比见表 3-3，废弃物环评建设规模见表 3-4。本项目环评中的 1 枚  $^{68}\text{Ge}$  校验源实际未配备，其余建设内容及技术参数与环评及其批复一致。



图 3-3 本项目 PET/CT 设备外观



图 3-4 本项目 DSA 设备外观

表 3-3 泗洪县安颐医院有限公司本次验收项目环评建设规模与实际建设规模比较

| 非密封放射性物质        |                      |                      |                                   |                 |        |                      |                                   |                       |      |      |
|-----------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------|--------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------|------|------|
| 核素名称            | 环评建设规模               |                      |                                   |                 |        | 实际建设规模               |                                   |                       |      |      |
|                 | 实际日最大操作量 (Bq)        | 日等效最大操作量 (Bq)        | 年最大用量 (Bq)                        | 活动种类            | 使用场所   | 实际日最大操作量 (Bq)        | 日等效最大操作量 (Bq)                     | 年最大用量 (Bq)            | 活动种类 | 使用场所 |
| <sup>18</sup> F | 7.40×10 <sup>9</sup> | 7.40×10 <sup>6</sup> | 1.85×10 <sup>12</sup>             | 丙级              | 核医学科   | 7.40×10 <sup>9</sup> | 7.40×10 <sup>6</sup>              | 1.85×10 <sup>12</sup> | 丙级   | 核医学科 |
| /               | /                    | /                    | /                                 | /               | /      | /                    | /                                 | /                     | /    | /    |
|                 |                      |                      |                                   |                 |        |                      |                                   |                       |      |      |
| 射线装置            |                      |                      |                                   |                 |        |                      |                                   |                       |      |      |
| 名称              | 环评建设规模               |                      |                                   |                 | 实际建设规模 |                      |                                   |                       |      |      |
|                 | 数量 (台)               | 型号                   | 技术参数                              | 工作场所            | 数量 (台) | 型号                   | 技术参数                              | 工作场所                  |      |      |
| PET/CT          | 1                    | uMI 550 型            | 最大管电压<br>140kV<br>最大管电流<br>420mA  | 核医学科            | 1      | uMI 550 型            | 最大管电压<br>140kV<br>最大管电流<br>420mA  | 核医学科                  |      |      |
| DSA             | 1                    | Trinias 型            | 最大管电压<br>150kV<br>最大管电流<br>1000mA | 3 号楼一层<br>DSA 室 | 1      | Trinias 型            | 最大管电压<br>150kV<br>最大管电流<br>1000mA | 3 号楼一层<br>DSA 室       |      |      |

表 3-4 泗洪县安颐医院有限公司本次验收项目废弃物环评建设规模

| 名称   | 状态 | 核素名称            | 活度 | 月排放量                 | 年排放总量              | 排放口浓度                     | 暂存情况                | 最终去向                                 |
|--|----|-----------------|----|----------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| 沾有 $^{18}\text{F}$ 放射性核素的注射器、一次性口杯、手套、擦拭废纸及废活性炭等 | 固体 | $^{18}\text{F}$ | /  | 约 8.33kg             | 约 100kg            | 小于清洁解控水平推荐值               | 存放于专用放射性废物铅桶与放射性废物间 | 存放十个半衰期，达到清洁解控水平推荐值后，由医院统一作为普通医疗废物处理 |
| 含 $^{18}\text{F}$ 放射性核素的卫生间下水及清洗废水               | 液体 | $^{18}\text{F}$ | /  | 约 4.17m <sup>3</sup> | 约 50m <sup>3</sup> | 总 $\beta < 10\text{Bq/L}$ | 流入衰变池中              | 自然衰变十个半衰期，达到排放标准后，排放至医院污水处理站         |
| 含有 $^{18}\text{F}$ 等液态放射性药物操作时挥发的微量气溶胶           | 气体 | $^{18}\text{F}$ | /  | 微量                   | 微量                 | 微量                        | 不暂存                 | 在通风橱中操作，经通风橱管道内及屋顶排放口活性炭装置过滤后排放      |
| DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物                     | 固体 | /               | /  | 约 10kg               | 约 120kg            | /                         | 暂存在机房内的废物桶          | 手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置     |

### 3.3 工作原理及工艺流程

#### 3.2.1 工作原理

##### 1) 核医学项目

PET/CT (Positron Emission Tomography and Computer Tomography), 全称正电子发射断层与计算机断层诊断技术, 是在 PET (Positron Emission Tomography) 和 CT (Computer Tomography) 的基础上发展起来的新设备, 充分结合了 PET 高灵敏度和 CT 高分辨率的优势。其原理是通过正电子核素或其标记的示踪剂, 示踪人体内特定生物物质的生物活动, 采用多层、环形排列于发射体周围的探头, 由体外探测正电子示踪剂湮灭辐射所产生的光子, 然后将获得的信息, 通过计算机处理, 以解剖影像的形式及其相应的生理参数, 显示靶器官或病变组织的状况, 藉此诊断疾病, 又称为生化显像或功能分子显像, 是目前唯一可以在活体分子水平完成生物学显示的影像技术; 同时结合应用高档多排 CT 技术进行精确定位, 可精确地提供靶器官的解剖和功能双重信息, 并能够独立完成多排螺旋 CT 的临床显像, 大大提高临床使用价值。

正电子发射是放射性核素衰变的方式之一。这类核素在自发的从不稳定状态向基态衰变过程中, 从核内释放出与普通电子一样但电荷相反的粒籽, 即正电子。正电子是一种反物质, 从核内放出后很快与环境中自由电子碰撞湮灭, 转化为一对方向相反、能量 0.511MeV 的  $\gamma$  光子。如果在这对飞行方向上置一探测器, 便可以几乎同时接受到两个光子, 并可推定光子发源 (即正电射) 点在两探头间连线上。通过环绕 360° 排列的多组配对探头, 经探头对之间符合线路检验判定每只信号时耦性, 排除其他来源射线的干扰, 得到探头对连线上的一维信息, 再用滤波反射方式, 将信号按探头对的空间位置向中心点反投射, 便可形成与探头组连线轴平行的断层面正电子反射示踪分布图像。这种探测方式一次只能反映一个层面的信息。实用中常用多层排列的探头对, 配合层间符合线路, 以利于探测并重建更多层面的图像。

泗洪县安颐医院有限公司购置的 PET/CT, 型号为 uMI550, 其使用的 CT 最大管电压 140kV, 最大输出电流 420mA。PET/CT 机器结构示意图 3-5。本项目 PET/CT 显像使用的放射性药物为  $^{18}\text{F}$  标记的  $^{18}\text{F}$ -FDG。

PET/CT 工作时, 其 CT 的 X 射线管会产生 X 射线, 属于 III 类射线装置。



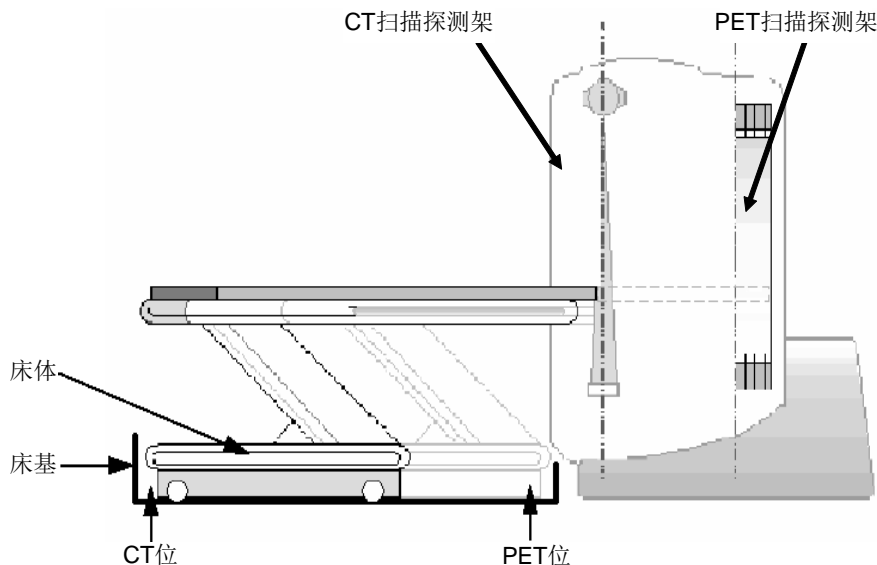


图 3-5 PET/CT 结构示意图

该医院使用的放射性同位素特性见表 3-5。

表 3-5 放射性核素特性一览表

| 核素种类            | 半衰期      | 衰变类型及分支比 (%)                   | 主要 $\alpha$ 、 $\beta$ 辐射能量 (keV) 与绝对强度 (%) | 主要 $\gamma$ 、X 射线能量 (keV) 与绝对强度 (%)                            | 空气比释动能率常数 ( $\text{Gy m}^2 \text{Bq}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) |
|-----------------|----------|--------------------------------|--|--|--|
| $^{18}\text{F}$ | 109.7min | EC (3.27)<br>$\beta^+$ (96.73) | 633.5<br>(96.73)                           | XK: 0.52(0.01795)<br>$\gamma_{\pm}$ : 511<br>( $\leq 193.46$ ) | 1.4E-13  |

## 2) DSA 项目

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 由 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器等，和图像检测系统，包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

数字减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理为：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获

得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2 毫米粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点，目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施局限性治疗。

### 3.2.2 工作流程及产污环节

#### 1) 核医学项目

医院核医学科根据病人预约情况：提前向有资质的放射性药物供货商订药，放射性药物供货商将当天所需活度放射性药物（ $^{18}\text{F-FDG}$ ）装入铅罐内，由专门放射性药物运输车辆送达医院核医学科，指定专人负责药物的接收和登记，并暂存于注射室通风橱内，当天用完。送达时间要略早于医院上班时间。注射护士提前给病人先放置留置针，然后在通风橱内从铅罐中取出放射性药物，在注射窗口对病人进行药物注射。注射护士每次注射过程中近距离接触放射性药物的时间按 30s 估算。

病人随后在 PET/CT 注射后候诊区内静躺候诊（一般注射  $^{18}\text{F-FDG}$  后需等待约一个小时），待药物充分代谢后，进入 PET/CT 扫描室，躺在扫描床上，经摆位后，接受 PET/CT 的扫描。扫描完成后，病人离开 PET/CT 扫描室，在留观室留观约 10min，无碍后由 PET/CT 病人专用检查出口离开。

本项目 PET/CT 工作流程及产污环节分析见图 3-6。

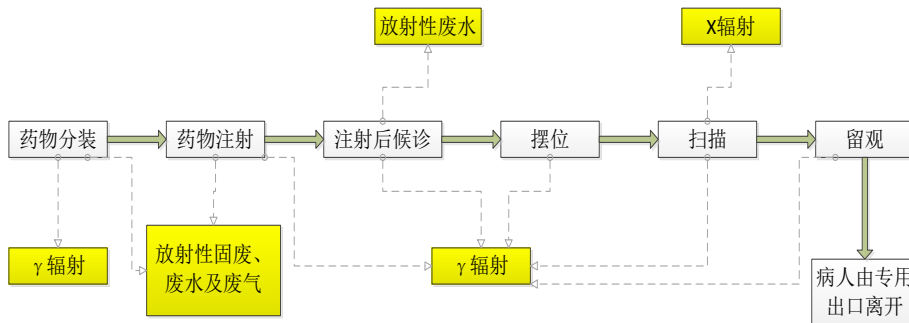


图 3-6 PET/CT 工作流程与产污环节分析

## 2) DSA 项目

放射性污染：DSA 在工作状态下会发出 X 射线。其主要用作血管造影检查及配合介入治疗，由于在荧光影像与视频影像之间有影像增强器，从而降低了造影所需的 X 射线能量，再加上一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小。而介入放射需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。DSA 产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目新建的 DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。

DSA 工作时，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)，少量臭氧和氮氧化物可通过动力排风装置排出机房，臭氧在常温下自动分解为氧气，废气对周围环境影响较小。

本项目 DSA 工作流程及产污环节如图 3-7:

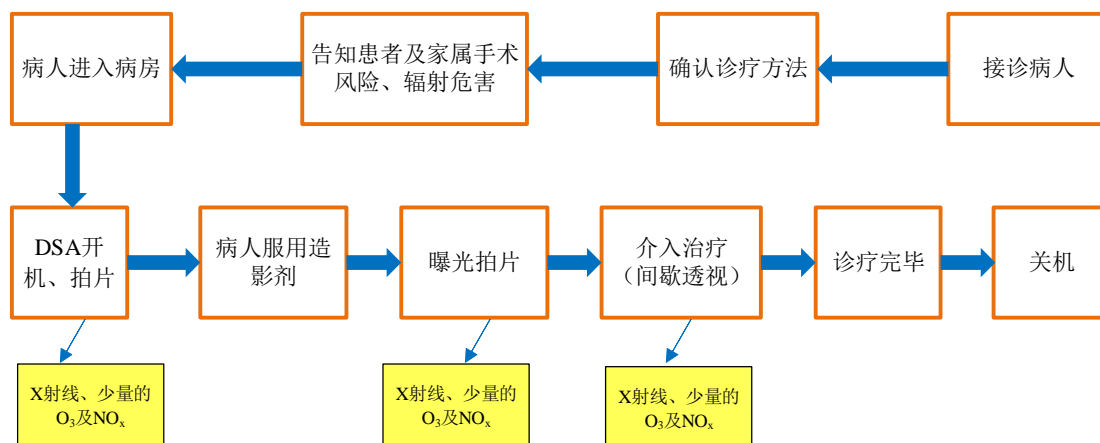


图 3-7 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

### 3.3 项目变动情况

泗洪县安颐医院有限公司新建丙级非密封性物质工作场所项目中，1 枚 <sup>68</sup>Ge 校验源实际未配备，其余技术参数及建设内容与环评及其批复一致。

## 4 辐射安全与防护环境保护措施

### 4.1 核医学项目

#### 4.1.1 污染源项分析

##### 1) 辐射污染源项

①辐射：PET/CT 扫描时产生的 X 射线；正电子药物在取药、注射、注射后候诊、扫描等操作过程中产生的  $\gamma$  射线。以上射线会造成医务人员和公众的外照射。

②废气：注射时药物在针筒内，无开放液面，空气中挥发散逸的放射性同位素几乎没有，因此放射性气溶胶极少，其对医务人员和公众呼吸入体内造成的内照射影响可以忽略。

③废水：体内含有放射性核素的病人排泄物等；工作场所清洗废水等。

④固体废物：放射性同位素操作过程中产生的如注射器、一次性手套、棉签、滤纸等带微量放射性同位素的医疗固体废弃物。

##### 2) 非辐射污染源项

PET/CT 机房 CT 扫描时产生 X 射线，X 射线与空气相互作用可产生少量的臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)等有害气体。

本项目一般废水主要是工作人员产生的生活污水，将进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市河水管网，对周围环境影响较小；固体废物主要是工作人员产生的一般生活垃圾。收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

#### 4.1.2 布局与分区

**布局：**泗洪县安颐医院有限公司于 2 号楼、3 号楼之间空地新建 1 幢核医学楼，为地上一层建筑，于核医学楼内新建 1 座 PET/CT 机房（使用 <sup>18</sup>F 核素），核医学科设置有以下主要房间：1 座 PET/CT 机房、控制室、注射室、卫生通过间、淋浴间、储源室、废物间、注射后候诊室、抢救室、留观室、读片室、医师办公室等。PET/CT 机房长、宽分别为 7.1m、5.3m，面积约为 38m<sup>2</sup>，核医学项目相关配套布局能够保证各项工作程序沿着相关房间单向开展，最大限度的减少了人员的流动性，有助于实施工作程序；医护人员与病患有各自独立的通道；诊断用注射室与检查室分开、注射后候诊区设置有注射后病人专用厕所，满足《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）中关于临床核医学工作场所对于布局的要求以及《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）要求。

**辐射防护分区:** 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定, 本项目 PET/CT 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, 控制区包括: PET/CT 机房、注射室、储源室、废物间、注射后候诊室、抢救室、留观室等; 监督区包括: 控制室、卫生通过间、淋浴间、读片室、医师办公室等。控制区和监督区内医务人员及病人都具有独立的出入口和流动路线, 能够有效防止交叉污染, 避免公众、工作人员受到不必要的外照射。在控制区入口处、控制区出口处设置符合规范的电离辐射警告标志。核医学工作场所控制区和监督区划分明显, 基本符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定。本项目核医学科平面布置、两区划分及病人、医护人员流动路线见图 4-1。

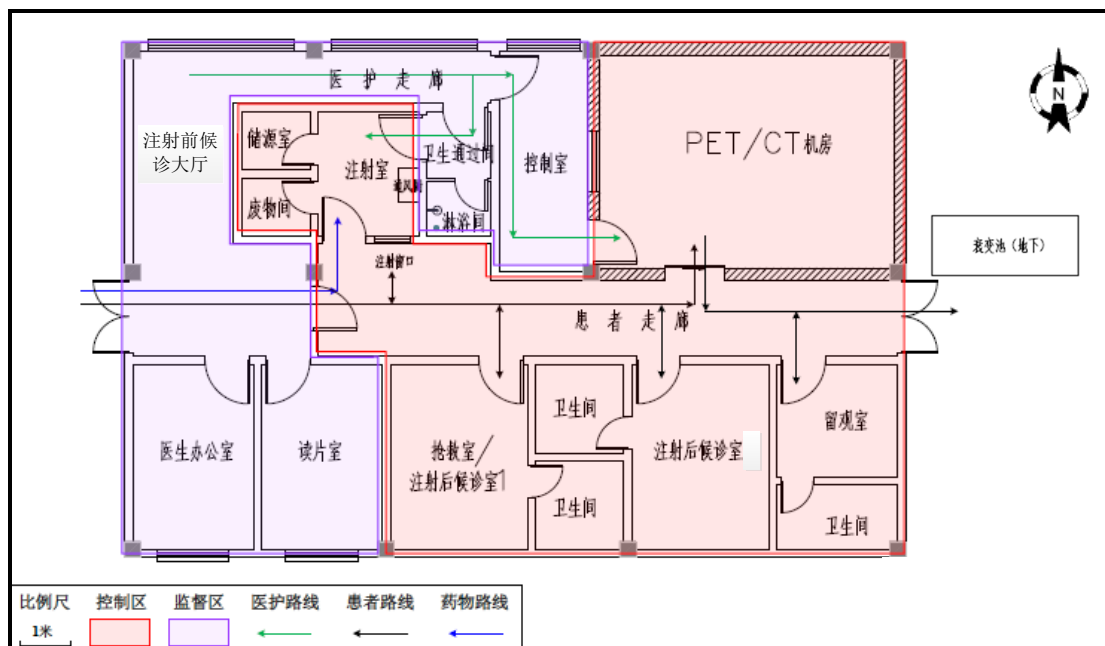


图 4-1 核医学科平面布置及人员流动路线图

#### 4.1.3 非密封放射性物质工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中  $^{18}\text{F}$  核素的毒性组别及使用因子, 经过毒性组别及使用因子的双重修正, 本项目核医学科日等效操作量及其工作场所等级计算见表 4-1。

表 4-1 核医学工作场所分级一览表

| 核素种类            | 日最大操作量             | 毒性组别修正因子 | 操作方式与放射源状态修正因子  | 日等效最大操作量 (Bq)      |
|-----------------|--------------------|----------|-----------------|--------------------|
| $^{18}\text{F}$ | $7.40 \times 10^9$ | 低毒, 0.01 | 很简单的操作 (液体), 10 | $7.40 \times 10^6$ |

根据表 4-1，本项目核医学科工作场所日等效最大操作量为  $7.40 \times 10^6 \text{Bq}$ ，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）非密封源工作场所的分级标准，泗洪县安颐医院有限公司核医学科工作场所为丙级非密封放射性物质工作场所。

#### 4.1.4 辐射安全措施

##### 4.1.4.1 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目机房所有出入口处等均粘贴有当心电离辐射警告标志，患者入口防护门上方设置有工作状态指示灯，符合 GB 18871-2002 规范的当心电离辐射警告标志的要求。工作状态指示灯和当心电离辐射警告标志见图 4-2。



PET/CT 机房防护门



注射后候诊室防护门



注射室防护门



留观室防护门



患者出口防护门



废物桶上电离辐射标志

图 4-2 PET/CT 工作场所工作状态指示灯及电离辐射警告标志

#### 4.1.4.2 门灯联动装置

PET/CT 项目机房的患者入口防护门设置有门灯联动装置，患者入口防护门关闭到位时工作指示灯亮，现场检测门灯联动有效。

#### 4.1.4.3 影像监视对讲系统

医院为防止诊疗过程中的误操作、防止工作人员和公众受到意外照射，在注射后候诊室、留观室、抢救室、注射室、PET/CT 机房和患者通道等关键位置设置了监控摄像装置，同时在 PET/CT 机房和注射后候诊室等处设置了对讲装置，经核查，监视对讲系统运行正常。对讲监视系统见图 4-3。

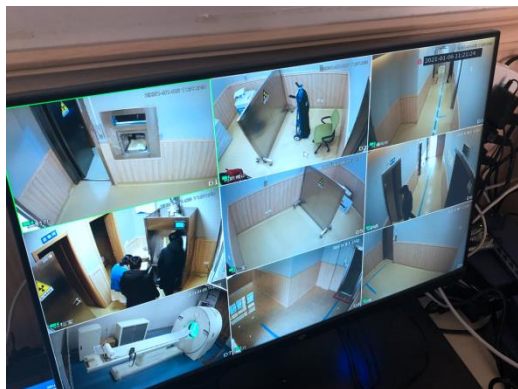
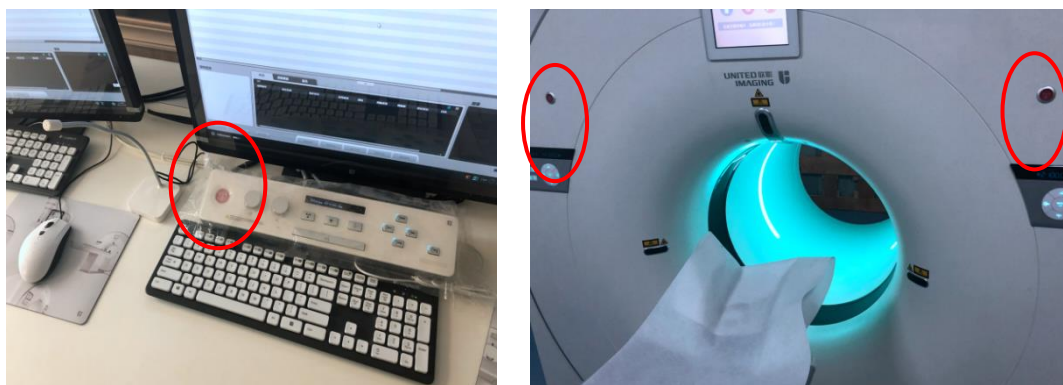


图 4-3 PET/CT 对讲监视系统

#### 4.1.4.4 急停按钮

本项目 PET/CT 控制室操作台上、设备上均设有急停按钮，紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备。经现场核查有效。见图 4-4。



4-4 PET/CT 急停按钮

#### 4.1.4.5 防护用品

医院配备有防护铅衣、防护铅围脖、铅帽、铅眼镜等防护用品。用于医生和注射人员的个人防护。本项目配备的个人防护用品见图 4-5，个人防护用品清单见表 4-2。



图 4-5 PET/CT 个人防护用品

表 4-2 本项目配备的个人防护用品清单

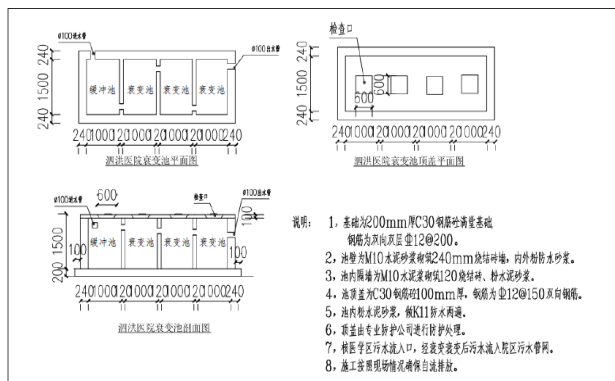
| 防护用品 | 数量  | 防护参数 | 用途     | 生产日期       |
|------|-----|------|--------|------------|
| 铅衣   | 5 件 | 0.5  | 医生/病人用 | 2020 年 9 月 |
| 铅眼镜  | 3 副 | 0.5  | 医生用    | 2020 年 9 月 |
| 铅手套  | 2 副 | 0.5  | 医生用    | 2020 年 9 月 |
| 铅围裙  | 2 件 | 0.5  | 医生用    | 2020 年 9 月 |
| 铅帽   | 3 顶 | 0.5  | 医生/病人用 | 2020 年 9 月 |
| 铅围脖  | 6 个 | 0.5  | 医生/病人用 | 2020 年 9 月 |



#### 4.1.4.6 放射性“三废”处置

##### ①放射性废水

本项目核医学科产生的放射性废水包括：注射室内产生的含放射性核素的清洗废水；注射后候诊室内病人专用卫生间排放的含有放射性同位素的卫生间下水。



医院核医学科东侧建设有一个衰变池，衰变室结构示意图见图 4-6，衰变池实物图见图 4-7。在核医学工作场所布置了独立排水管道将含有放射性同位素的废水统一集中到衰变池进行衰变。该项目衰变池采用三级分隔衰变池，由 4 个小池串联，包含 1 个缓冲池和 3 个衰变池，体积均为 1.5m(长)×1m(宽)×1.5m(高)，总容积 9m<sup>3</sup>。放射性废液在衰变池衰变 10 个半衰期后，经检测满足排放要求后作为一般医疗废水排入医院污水管网。

经与医院核实，本项目核医学科工作场所中，PET/CT 诊断项目日接诊量最大为 20 人次，放射性废水产生量按 10L/人次计算，则放射性废水排放量为 200L/d（10L/人×20 人/d）。<sup>18</sup>F 的半衰期为 109.7min，该衰变池能够满足放射性废水贮存十个半衰期（约 18.3h）的要求。

##### ②含放射性的固体废物

核医学项目诊疗过程中，放射性药物的操作会产生少量受放射性污染的固体废物，如一次性注射器、一次性手套、绷带、敷料、滤纸等带有微量放射性同位素的医疗固体废弃物。

经与医院核实，本项目显像检查放射性废物产生量按 0.02kg/人次计算，本项目产生的放射性废物不超过 2kg/周，年产生量约为 100kg，产生的放射性固废暂存在放射性废物筒内，桶满后送至废物间贮存。放射性废物在贮存 10 个半衰期并达到清洁解控水平后作普通医疗废物处理。核医学科铅废物桶均设置有电离辐

射警告标志（见图 4-8）。



图 4-8 放射性废物桶

### ③废气处理措施

核医学项目本身在使用放射性同位素过程中不产生放射性气体，但核素在操作过程中会有极少量放射性核素挥发产生放射性气溶胶。本项目中放射性药物暂存在通风橱（见图 4-9）内，通风橱内设专用通风管道，排风方向为高放射性活性区至低活性区，最终通向核医学楼楼顶，排气口高于本建筑屋脊，排气口设置活性炭过滤装置和雨帽（见图 4-9），满足《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）中的要求。医院应定期检查通风橱的通风量。



图 4-9 通风橱及排风管道

#### 4.1.4.8 非放污染物防治

本项目机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，PET/CT 机房通过机械排风装置（见图 4-10）将室内有害气体排入大气。



图 4-10 PET/CT 机房内通风装置

#### 4.1.4.9 人员监护

医院为本项目调配的 5 名辐射工作人员（名单见表 4-3），满足 1 台 PET/CT 配置要求。张银、徐阳及陈碧琼等 3 名辐射工作人员已于 2017 年 7 月参加江苏省辐射防护协会组织的辐射安全与防护培训，并且考核均为合格；陈荣荣于 2019 年 12 月参加苏州大学放射医学研究所培训中心组织的辐射安全与防护培训，并且考核合格；陈雅慧于 2020 年 9 月在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行了辐射安全与防护培训，并考核合格，见附件 6。张银、徐阳、陈碧琼等已于 2019 年 10 月、陈荣荣、陈雅慧已于 2020 年 8 月参加了宿迁市健康体检中心的职业健康体检，并取得健康证。

表 4-3 本项目配备的职业人员名单

| 姓名  | 性别 | 学历 | 培训合格证书编号      | 工作岗位   |
|-----|----|----|---------------|--------|
| 陈荣荣 | 女  | 本科 | 苏环辐 1731263   | PET/CT |
| 张 银 | 女  | 本科 | 苏辐培 201704081 | PET/CT |
| 徐 阳 | 男  | 本科 | 苏辐培 201704079 | PET/CT |
| 陈碧琼 | 女  | 本科 | 苏辐培 201704067 | PET/CT |
| 陈雅慧 | 女  | 大专 | FS20JS0101335 | PET/CT |

医院已配备有 1 台辐射巡测仪，并为本项目配备 1 台表面污染检测仪和 2 台个人剂量报警仪。辐射检测仪和个人剂量报警仪配置情况见表 4-4，实物图见图 4-11 至图 4-12。

表 4-4 本项目配备的辐射监测仪表

| 设备名称                     | 设备型号     | 购买日期            | 数量 | 使用场所 |
|--------------------------|----------|-----------------|----|------|
| 个人剂量报警仪                  | BG2010-B | 2020 年 9 月 23 日 | 2  | 核医学科 |
| 巡检仪                      | HRD-100  | 2020 年 9 月 23 日 | 1  | 核医学科 |
| $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染仪 | XH-3510  | 2020 年 9 月 23 日 | 1  | 核医学科 |



图 4-11 辐射巡测仪和表面污染仪



图 4-12 个人剂量报警仪

#### 4.1.4.9 核医学科防护设施

医院在核医学科设置有注射前病人候诊区、留置针准备区，废物库和储源室内设置有铅防护容器。见图 4-13 至图 4-14。



图 4-13 候诊区、留置针准备区



图 4-14 废物库和储源室铅防护容器

## 4.2 DSA 项目

### 4.2.1 布局与分区

**布局：**本项目 DSA 位于 3 号楼一楼，DSA 配套独立用房，房间由射线装置机房和控制室组成。DSA 机房控制室与诊断机房分开单独布置，区域划分明确，项目布局合理。

**分区：**本项目 DSA 所在机房及设备间作为辐射防护控制区，与机房相邻的控制室、更衣室等划为监督区，在机房入口处粘贴有电离辐射警告标志。DSA 机房辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。DSA 室平面布置及分区见图 4-13。

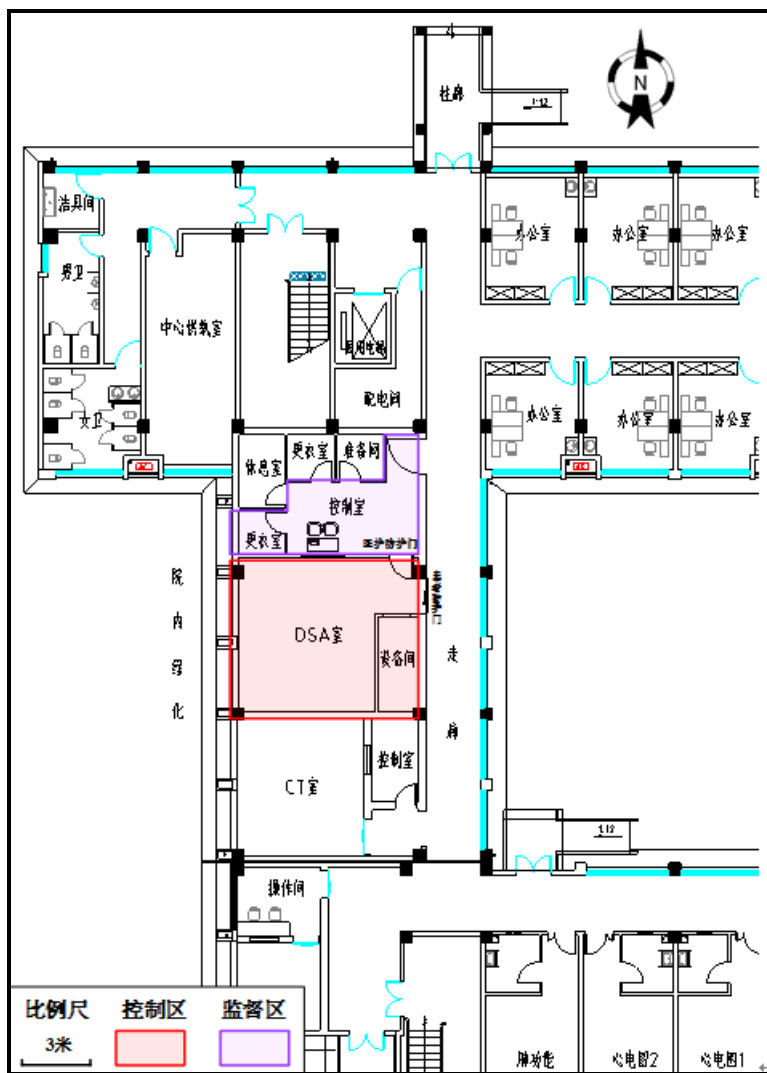


图 4-13 3 号楼一层 DSA 室平面布置及分区示意图

## 4.2.2 辐射安全措施

### 4.2.2.1 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目 DSA 机房出入口处设置有电离辐射警告标志、中文警示说明和工作状态指示灯。工作状态指示灯和电离辐射警告标志见图 4-14。



图 4-14 DSA 防护门

#### 4.2.2.2 人员监护

目前医院为 DSA 项目配备辐射工作人员 4 名（名单见表 4-5），满足 DSA 的配置要求。4 名辐射工作人员中冯瑞和鲍媛媛于 2019 年 5 月 14 日参加了江苏省辐射防护协会组织的辐射安全与防护培训，并且考核合格，取得合格证书，在有效期内；陆军和徐化芹于 2020 年 9 月在“核技术利用辐射安全与防护培训平台”参加辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格。4 名辐射工作人员均参加了宿迁市健康体检中心的健康体检，并取得放射工作人员职业健康证明，建立了个人职业健康监护档案。

表 4-5 本项目配备的职业人员名单

| 姓名  | 性别 | 学历 | 培训合格证书编号      | 工作场所 |
|-----|----|----|---------------|------|
| 冯 瑞 | 男  | 本科 | 苏辐培 201903251 | DSA  |
| 陆 军 | 男  | 本科 | FS20JS0101396 | DSA  |
| 鲍媛媛 | 女  | 本科 | 苏辐培 201903216 | DSA  |
| 徐化芹 | 女  | 本科 | FS20JS0101421 | DSA  |

#### 4.2.2.3 辐射监测仪器

医院已配备辐射巡测仪 1 台，并为 DSA 项目配备 2 台个人剂量报警仪，满足环评及其批复的要求。见图 4-15。



图 4-15 辐射巡测仪和个人剂量报警仪

#### 4.2.2.4 门灯联动

本项目 DSA 工作状态指示灯能与机房门有效关联，机房门闭合时工作状态指示灯亮。现场检查工作状态指示灯运行正常。

#### 4.2.2.5 观察和对讲系统

本项目 DSA 机房配备了对讲装置和观察窗，经现场检查，该对讲装置运行正常。对讲系统见图 4-16。

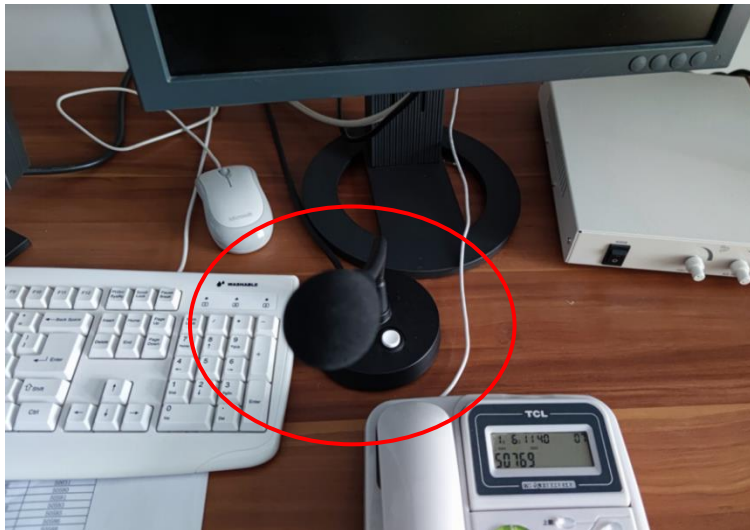


图 4-16 DSA 项目对讲装置

#### 4.2.2.6 急停按钮

本项目 DSA 机房内诊断床上设有急停按钮，当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备，现场已核实。急停装置见图 4-17。



图 4-17 DSA 急停开关

#### 4.2.2.7 防护用品

医院配备有防护铅衣、防护铅围脖、铅帽、铅眼镜等防护用品。满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中介入放射学操作时，需配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品，其数量应满足开展工作需要；对陪检者应至少配备铅防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb 的要求。本项目配备的个人防护用品见图 4-18，个人防护用品清单



见表 4-6。



图 4-18 DSA 工作场所防护用品

表 4-6 本项目配备的个人防护用品清单

| 防护用品 | 数量  | 防护参数    | 用途      | 生产日期   |
|------|-----|---------|---------|--------|
| 铅衣   | 4 件 | 0.5mmPb | 医生用/病人用 | 2020.9 |
| 铅眼镜  | 3 副 | 0.5mmPb | 医生用     | 2020.9 |
| 铅手套  | 3 副 | 0.5mmPb | 医生用     | 2020.9 |
| 铅围裙  | 2 件 | 0.5mmPb | 医生用     | 2020.9 |
| 铅帽   | 4 顶 | 0.5mmPb | 医生用     | 2020.9 |
| 铅围脖  | 4 件 | 0.5mmPb | 医生用/病人用 | 2020.9 |

### 4.3 辐射安全管理制度

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

- 1) 辐射事故应急措施预案
- 2) 核医学科工作人员岗位职责
- 3) 介入科工作人员岗位职责
- 4) 辐射防护与安全保卫制度

- 5) 辐射设备检修维护制度
- 6) 射线装置使用登记、台账管理制度
- 7) 辐射工作人员培训计划
- 8) 个人剂量和辐射环境监测方案
- 9) DSA 操作规程及流程
- 10) PET/CT 操作规程
- 11) 放射性同位素使用登记制度

以上辐射安全与防护管理制度能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。辐射安全规章管理机构及制度详见附件 5。

#### **4.4 辐射安全应急措施**

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，已建立相应的放射安全事故应急预案，对医院放射事故应急处理小组的职责、事故应急处理方案、事故调查及信息公开、以及应急保障、人员培训和演练等方面进行了规定，并进行了演练，演练记录见附件 11，满足放射安全事故应急要求。

#### **4.5 辐射安全与防护措施落实情况**

经现场核查、查阅相关资料，本项目环评及批复落实情况见表 4-7。

表 4-7 本项目环评及批复落实情况一览表

| 检查项目      | “三同时”措施   | 环评批复要求  | 执行情况  | 结论  |
|-----------|---|---|---|-----|
| 辐射安全管理机构  | 建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。  | 建立辐射安全防护与环境管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。  | 已设有辐射安全领导小组，见附件 5。  | 已落实 |
| 人员配备      | 辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗。                               | 对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗。       | 本项目配备的 9 名辐射工作人员均参加辐射安全培训，考核合格后持证上岗；取得辐射安全合格证书的人员。  | 已落实 |
|           | 辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过 3 个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。  | 建立个人剂量档案。                                     | 医院已委托宿迁市疾病预防控制中心对 9 名辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。  | 已落实 |
| 监测仪器和防护用品 | 环境辐射剂量巡测仪 1 台（已有），配备 1 台表面沾污仪。  | 按照《报告表》中辐射污染防治“三同时”措施要求配备辐射巡测仪、表面沾污仪、个人剂量报警仪。 | 已配备 1 台巡测仪和 1 台表面沾污仪，定期对项目周围辐射水平进行监测。   | 已落实 |
|           | 配备 4 台个人剂量报警仪。  |   | 医院配备了 4 台个人剂量报警仪，辐射工作人员工作时随身携带。   | 已落实 |
|           | 核医学科配备铅通风橱，放射性核素操作人员配备铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅帽等个人防护用品。DSA 介入治疗医生配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等，同时设置铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等。 | 配备必要的个人防护用品。                                  | 核医学科配置一个铅通风橱(40mmPb)，多个注射器铅套、放射性废物桶，配备防护铅衣、防护铅围脖、铅眼镜、铅帽、铅手套及铅屏风等个人防护用品。   | 已落实 |
| 辐射安全管理制度  | 制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。          | 建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。                         | 已制定辐射安全制度：辐射事故应急措施预案、核医学科工作人员岗位职责、介入科工作人员岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、辐射设备检修维护制度、射线装置使用登记、台账管理制度、辐射工作人员培训计划、个人剂量和辐射环境监测方案、DSA | 已落实 |

| 检查项目        | “三同时”措施   | 环评批复要求   | 执行情况  | 结论  |
|-------------|---|--|---|-----|
|             |   |  | 操作规程及流程、PET/CT 操作规程、放射性同位素使用登记制度。详见附件 5。  |     |
| 非密封放射性同位素管理 | /   | 非密封放射性物质转让须及时到生态环境部门办理审批及备案手续。                                   | 放射性固体废物经分类收集并自然衰变十个半衰期后，达到清洁解控推荐水平后，作为普通医疗废物处理。<br>本项目放射性废水由独立管道统一排入到放射性废水衰变池中，自然衰变满足排放标准后，排放至医院污水管网。<br>本项目设有通风橱，通风橱内设专用通风管道，通风橱左侧操作口风速大于 1m/s，排气口高于本建筑屋脊，排气口设有活性炭过滤装置和雨帽。<br>放射性同位素转让已到环保部门办理审批与备案手续。 | 已落实 |
| 辐射安全和防护措施   | 核医学工作场所墙体、顶部采用混凝土结构，DSA 机房墙体采用实心砖+硫酸钡涂料、顶部采用混凝土+硫酸钡涂料，各防护门均采用铅防护门，观察窗均为铅玻璃观察窗。  | 确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求。 | 核医学工作场所墙体、顶部采用混凝土结构，DSA 机房墙体采用实心砖+硫酸钡涂料、顶部采用混凝土+硫酸钡涂料，各防护门均采用铅防护门，观察窗均为铅玻璃观察窗。  | 已落实 |
|             | 1. 核医学科控制区入口处、放射性废物桶表面设置电离辐射警告标志，同时在 PET/CT 机房门口设置当心电离辐射警告标志和工作状态指示灯，PET/CT 机房设置闭门装置，并设置急停按钮及对讲装置。<br>2. DSA 机房设置闭门装置，防护门外设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯。 | 要定期检查辐射工作场所工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施。                                  | 核医学科和 DSA 工作场所已按规定设置了工作指示灯、电离辐射警告标志，控制室设置了监视对讲装置。   | 已落实 |

## 5 环境影响报告书（表）主要结论与建议及其审批部门审批决定

### 5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议

#### 5.1.1 主要结论

##### 一、实践正当性

泗洪县安颐医院有限公司拟新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目主要包括：

拟在于 2 号楼、3 号楼之间空地新建 1 幢核医学楼，为地上一层建筑，于核医学楼内新建 1 座 PET/CT 机房（使用  $^{18}\text{F}$  核素）并配有 1 枚  $^{68}\text{Ge}$  校验源；拟于 3 号楼一层新建 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA，用于医学诊断及介入治疗。

本项目均用于医院开展放射诊疗工作，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）辐射防护“实践正当性”原则。

##### 二、选址合理性

泗洪县安颐医院有限公司位于宿迁市泗洪县山河东路与子敬路交汇处，医院东侧为田地，南侧为山河东路，西侧为子敬路，北侧为泗州大街。项目 50m 范围内无学校、居民楼等环境敏感点，选址可行。

DSA 机房以及丙级非密封放射性物质工作场所均划分了控制区及监督区，其中丙级非密封放射性物质工作场所控制区和监督区内病人及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，相关配套布局能够保证工作程序沿着相关房间单向开展，能够有效防止交叉污染，注射后候诊室内设置有注射后患者专用卫生间，避免公众、工作人员受到不必要的外照射，布局合理。

##### 三、辐射环境现状评价

泗洪县安颐医院有限公司本次新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目拟建址周围环境辐射剂量率在  $91\text{nSv/h}\sim 119\text{nSv/h}$  之间，与江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果相比较，均未见异常。

##### 四、环境影响评价

根据理论估算结果，泗洪县安颐医院有限公司新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求（职业人员年有效剂量不超过  $5\text{mSv}$ ，公众年有效剂量不超过  $0.25\text{mSv}$ ）。

## 五、“三废”的处理处置

来自核医学科注射室、注射后患者专用卫生间等高活区的放射性废水，含有 $^{18}\text{F}$ 等放射性核素，由独立下水管道统一集中到衰变池中，衰变十个半衰期满足排放标准后流入医院污水处理系统作为医疗废水处理；本项目核素操作均在通风橱中进行，通风橱内保持负压且设有排风系统（通风速率不少于 $1\text{m/s}$ ，拟将排风管道沿核医学楼北侧3号楼（地上三层建筑）的南侧墙面爬升，排风口设置拟高于北侧3号楼屋脊），管道内及外排放口处设置活性炭过滤吸附装置，能够有效防止放射性废气对周围环境产生的影响；核医学诊断项目产生的放射性固体废物集中到废物间中的铅桶中暂存，在废物间内自然衰变十个半衰期达到清洁解控水平推荐值后，作为普通医疗废物进行处理。符合辐射环境保护管理要求。医院已承诺将退役 $^{68}\text{Ge}$ 放射源交由放射源生产厂家回收或送交江苏省城市放射性废物库处置。

本项目 DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。

工作人员和部分病人产生的普通生活污水，由院内污水处理站统一处理；PET/CT 机房、DSA 机房内的空气在 X 射线、 $\gamma$  射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气，臭氧半衰期 50 分钟，常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小；工作人员产生的一般生活垃圾，收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

## 六、辐射安全措施评价

泗洪县安颐医院有限公司核医学科丙级非密封放射性物质工作场所控制区出入口拟设置“当心电离辐射”警告标志；PET/CT 机房、DSA 机房入口处拟设置“当心电离辐射”警示标识和工作状态灯。其中，PET/CT 机房设置有门机连锁装置，DSA 机房设有闭门装置，各射线装置机房内外均设置有急停按钮，符合《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的安全管理要求。

## 七、辐射安全管理评价

泗洪县安颐医院有限公司拟设立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，并以医院内部文件形式明确其管理职责。

医院拟制定辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，增补相应内容，建立符合本院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

泗洪县安颐医院有限公司需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。泗洪县安颐医院有限公司还需为本项目配备辐射巡测仪 1 台、表面沾污仪 1 台和个人剂量报警仪 4 台。此外，医院应根据 GBZ 130-2020 的要求，为辐射工作人员和受检者配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

综上所述，泗洪县安颐医院有限公司新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其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，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

### 5.1.2 建议和承诺

1、该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2、各项安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

4、医院取得本项目环评批复后，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月。

### 5.2 审批部门审批决定

你单位报送的《泗洪县安颐医院有限公司新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉。经研究，批复如下：

一、项目主要建设内容：拟于 2 号楼、3 号楼之间空地新建 1 幢核医学楼，于核医学楼内新建 1 座 PET/CT 机房，购置 1 台 PET/CT 设备并配有 1 枚  $^{68}\text{Ge}$  校验源，使用  $^{18}\text{F}$  进行扫描显像检查，日等效最大操作量  $7.4 \times 10^6 \text{Bq}$ ，为丙级非密封放射性物质工作场所；拟于 3 号楼一层新建 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA，用

于医学诊断及介入治疗，详细技术参数见《报告表》。项目地点位于宿迁市泗洪县山河东路与子敬路交汇处，该项目在落实报告表提出的各项环境保护措施和下列工作要求后，可以满足国家环境保护相关法规和标准的要求。因此，我局同意该环境影响报告表。

二、在工程行中应认真落实《报告表》所提出的辐射污染防治和安全管理措施，并做好以下工作：

(一)严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中相应的剂量限值要求。

(二)定期检查辐射工作场所电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。运行期间加强辐射工作场所通风，防止挥发性放射性物质影响人体健康。

(三)非密封放射性物质工作场所功能区域布置应符合国家的有关规定和要求，并做好监督区和控制区的管理。

(四)非密封放射性物质转让须及时到生态环境部门办理审批及备案手续。

(五)建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。建立辐射安全防护与环境管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。

(六)对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时需随身携带辐射报警仪和个人剂量计。

(七)按照《报告表》中辐射污染防治“三同时”措施要求配备辐射巡测仪、表面沾污仪、个人剂量报警仪，定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。每年请有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1-2 次，结果报生态环境部门。

(八)项目安装完毕后建设单位应及时向我局申办环保相关手续，在取得辐射安全许可证并经自验收合格后，方可投入正式运行。

三、本批复只适用于以上核技术应用项目，其他如涉及非放射性污染项目须按有关规定另行报批。本批复自下达之日起五年内建设有效，项目的性质、规模、地点、拟采取的环保措施发生重大变动的，应重新报批项目的环境影响评价文件。

四、你公司应在收到本批复后 20 个工作日内，将批复后的环境影响报告表送宿迁市泗洪生态环境局，并接受其监督检查。



## 6 验收执行标准

本次验收监测的执行标准以环境影响评价阶段经环境保护部门确认的环境保护标准和要求为准。

### 6.1 人员年受照剂量管理目标值

依据本项目环评及批复文件确定本项目验收个人剂量管理目标值，本项目个人剂量管理目标值见表 6-1。

表 6-1 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值

| 项目名称              | 适用范围     | 管理目标值     |
|-------------------|----------|-----------|
| 新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目 | 职业照射有效剂量 | 5mSv/a    |
|                   | 公众有效剂量   | 0.25mSv/a |

### 6.2 辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

#### 1) 控制区

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

#### 2) 监督区

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

### 6.3 工作场所布局要求

#### 6.3.1 核医学项目

根据《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）的要求，本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：

第 4.5 款：合成和操作放射性药物所用的通风橱，工作中应有足够风速（一般风速不小于 1m/s），排风口应高于本建筑屋脊，并酌情设有活性炭过滤或其

他专用过滤装置，排出空气浓度不应超过有关法规标准规定的限值。

第 4.8 款：临床核医学诊断及治疗用工作场所（包括通道）应注意合理安排和布局。其布局应有助于实施工作程序，如一端为放射性物质贮存室，依次为给药室、候诊室、检查室、治疗室等。并且应避免无关人员通过。

第 4.9 款：临床核医学诊断用给药室与检查室应分开。如必须在检查室给药，应具有相应的放射防护设备。

第 4.10 款：临床核医学诊断用候诊室应靠近给药室和检查室，宜有受检者专用厕所。

### 6.3.2 DSA 项目

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目 DSA 工作场所布局应遵循下述要求：

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；机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

### 6.4 核医学工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 C 规定的非密封源工作场所的分级，应按表 6-2 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 6-2 非密封源工作场所的分级

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

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表 6-3 和表 6-4。

表 6-3 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 6-4 操作方式与放射源状态修正因子

| 操作方式    | 修正因子            |                 |              |                                 |
|---------|-----------------|-----------------|--------------|---------------------------------|
|         | 表面污染水平<br>较低的固体 | 液体, 溶液, 悬<br>浮液 | 表面有污染的<br>固体 | 气体, 蒸汽, 粉<br>末, 压力很高的<br>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                           |

### 6.5 核医学辐射工作场所表面污染控制水平要求

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中表 11 的规定, 对于工作场所的放射性表面污染, 应满足表 6-5 的控制水平。

表 6-5 工作场所放射性表面污染控制水平 (单位: Bq/cm<sup>2</sup>)

| 表面类型         |                   | $\alpha$ 放射性物质 |      | $\beta$ 放射性物质 |
|--------------|-------------------|----------------|------|---------------|
|              |                   | 极毒性            | 其他   |               |
| 工作台、设备、墙壁、地面 | 控制区 <sup>1)</sup> | 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

## 6.6 工作场所放射防护安全要求

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目 PET/CT 和 DSA 机房应满足下述要求：

### 5 X 射线设备防护性能的技术要求

5.4.1 在扫描程序开始之前，应指明某一扫描程序期间所使用的 CT 运行条件。

5.4.2 对于任意一种 CT 扫描程序，都应在操作者控制台上显示剂量信息。

5.4.3 应设置急停按钮，以便在 CT 扫描过程中发生意外时可以及时停止出束。

5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

### 6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

#### 6.1 X 射线设备机房布局

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。

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

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

6.1.4 移动式 X 射线机（不含床旁摄影机和急救车配备设备）在使用时，机房应满足相应布局要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新

建、改建和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 6-6 X 射线设备（照射室）使用面积及单边长度

| 设备类型       | 机房内最小有效使用面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 机房内最小单边长度<br>(m) |
|------------|----------------------------------|------------------|
| CT 机       | 30                               | 4.5              |
| 单管头 X 射线设备 | 20                               | 3.5              |

## 6.2 X 射线设备机房屏蔽

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

表 6-7 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<br>(mm) | 非有用线束方向铅当量<br>(mm) |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| CT 机房（不含头颅移动 CT）  | 2.5               | 2                  |
| 标称 125kV 以上的摄影机房  | 3.0               | 2.0                |
| 标称 125kV 及以下的摄影机房 | 2.0               | 1.0                |

## 6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

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 $\mu$ Sv/h；

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu$ Sv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv；

d) 车载式诊断 X 射线设备工作时，应在车辆周围 3m 设立临时控制区，控制区边界的周围剂量当量率应符合 6.3.1 中 a) ~c) 的要求。

## 6.4 X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.4.11 车载式诊断 X 射线设备工作场所的选择应充分考虑周围人员的驻留条件，X 射线有用线束应避免人员停留和流动的路线。

6.4.12 车载式诊断 X 射线设备的临时控制区边界上应设立清晰可见的警告标志牌（例如：“禁止进入 X 射线区”）和电离辐射警告标志。临时控制区内不应有无关人员驻留。

#### 6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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

6.5.2 车载式诊断 X 射线设备机房个人防护用品和辅助防护设施配置要求按照其安装的设备类型参照表 4 执行。

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

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

6.5.6 对于移动式 X 射线设备使用频繁的场合（如：重症监护、危重病人救治、骨科复位等场所），应配备足够数量的移动铅防护屏风。

表 6-8 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

| 放射检查类型          | 工作人员                                 |                                       | 患者和受检者                            |        |
|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------|
|                 | 个人防护用品                               | 辅助防护设施                                | 个人防护用品                            | 辅助防护设施 |
| CT 体层扫描<br>(隔室) | —                                    | —                                     | 铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子      | —      |
| 介入放射操作          | 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套<br>选配：铅橡胶帽子 | 铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏<br>选配：移动铅防护屏风 | 铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套<br>配：铅橡胶帽子 | —      |

注：1.“—”表示不要求；2. 各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。

#### 7 X 射线设备操作的防护安全要求

7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求。

7.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ 128 的规定。

7.8.5 移动式 C 形臂 X 射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方；水平方向透视时，工作人员可位于影像增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。

## 6.7 放射性废水排放活度浓度限值

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

## 6.8 放射性固废暂存及清洁解控的要求

根据《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）的要求，本项目应设置满足如下条件的放射性固废容器。

第 4.7 款：临床核医学工作场所应备有收集放射性废物的容器，容器上应有放射性标志。放射性废物应按长半衰期和短半衰期分别收集，并给予适当屏蔽。固体废物如污染的针头、注射器和破碎的玻璃皿等应贮于不泄露、较牢固、并有合适屏蔽的容器内。放射性废物应及时按 GBZ 133-2009 进行处理。

根据《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ 133-2009）的规定，本项目放射性固废在放射性固废贮存设施中暂存衰变，在满足表 6-9 的条件下，方能作为医疗废物处理。

表 6-9 以核素活度浓度表示的清洁解控水平推荐值

| 核素  | 解控水平（Bq/g）      |
|---|-----------------|
| $^{18}\text{F}$   | $1 \times 10^1$ |
| 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少量放射性固体废物的医学应用或实验室。 |                 |
| 注 2：严禁为申报清洁解控而采用人工稀释等方法来降低核素活度浓度。                           |                 |
| 注 3：本表数值取自 GB 18871-2002 附录 A。                              |                 |

## 6.9 安全管理要求及环评要求

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



## 7 验收监测

### 7.1 监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）、《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-1993）、《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ 165-2012）、《表面污染测定 第 1 部分  $\beta$  发射体 ( $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ) 和  $\alpha$  发射体》（GB/T 14056.1-2008）、《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）、《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行监测。

### 7.2 监测因子

根据项目污染源特征，本次竣工验收监测因子为 X- $\gamma$  辐射剂量率、表面污染水平和通风风速。

### 7.3 监测工况

南京瑞森辐射技术有限公司分别于2020年12月7日和2021年1月6日对泗洪县安颐医院有限公司新建核医学诊断及DSA诊疗项目进行验收监测，验收工况如下：

表 7-1 新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目验收工况

| 项目名称型号              | 技术参数         | 验收监测工况   | 使用场所  |
|---------------------|--------------|--|-------|
| PET/CT<br>(uMI 550) | 140kV/420mA  | CT 工况：140kV/200mA；<br>诊断床上候诊平躺了注射了 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{18}\text{F}$ 药物后候诊 30min 的受检者。 | 核医学科  |
| DSA<br>(Trinias)    | 150kV/1000mA | 78kV/3.5mA   | DSA 室 |

### 7.4 监测内容

对本项目工作场所周围环境布设监测点，特别关注控制区、监督区边界，监测 PET/CT、DSA 运行状态、非运行状态下的 X- $\gamma$  辐射剂量率、核医学工作场所  $\beta$  放射性表面污染水平及核医学高活室通风橱风速，每个点位监测 5 个数据。

## 8 质量保证和质量控制

### 8.1 本次验收监测质量保证和质量控制

#### 8.1.1 监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（161012050353）和江苏省社会化辐射环境检测机构甲级资质（苏环办〔2017〕357 号），见附件 10。

#### 8.1.2 监测人员能力

参与本次验收监测人员均符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求：验收监测人员已通过江苏省社会辐射环境检测机构辐射检测技术人员上岗培训。检测人员资质见表 8-1。

表 8-1 检测人员资质

| 序号 | 姓名  | 证书编号           | 取证时间       |
|----|-----|----------------|------------|
| 1  | 赵国良 | SHFSJ0497（电离类） | 2018.01.26 |
| 2  | 张晋  | SHFSJ0743（电离类） | 2020.9.30  |

#### 8.1.3 监测仪器

本次监测使用仪器符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

监测仪器见表 8-2。

表 8-2 检测使用仪器

| 序号 | 仪器名称     | 型号      | 仪器编号     | 主要技术参数  |
|----|----------|---------|----------|---|
| 1  | X-γ 剂量率仪 | AT1123  | NJRS-137 | 能量响应：15keV~10MeV<br>测量范围：50nSv/h~10Sv/h<br>检定证书编号：Y2020-0079194<br>检定有效期限：2020.9.4~2021.9.3 |
| 2  | 表面污染仪    | COMO170 | NJRS-129 | 测量范围：β/γ 0cps~20000cps<br>检定证书编号：YDLhd2020-00512<br>检定有效期限：2020.04.01~2021.03.31            |
| 3  | 智能风速仪    | HT625B  | NJRS-136 | 检定证书编号：H2020-0047768<br>检定有效期限：2020.6.9~2021.6.8  |

### 8.2 自主检测质量保证和质量控制

#### 8.2.1 监测仪器

经现场核查，泗洪县安颐医院有限公司为本项目配备的辐射检测仪均能正常

使用，可以满足日常自检要求。

监测仪器见表 8-3。

表 8-3 检测使用仪器

| 仪器名称/型号                  | 型号       | 数量 | 购买日期            | 性能状态 |
|--------------------------|----------|----|-----------------|------|
| 巡检仪                      | HRD-100  | 1  | 2020 年 9 月 23 日 | 良好   |
| $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染仪 | XH-3510  | 1  | 2020 年 9 月 23 日 | 良好   |
| 个人剂量报警仪                  | BG2010-B | 2  | 2020 年 9 月 23 日 | 良好   |
| 个人剂量报警仪                  | PDG-100  | 2  | 2020 年 9 月 23 日 | 良好   |

### 8.2.2 人员能力

本项目辐射安全管理人员及辐射工作人员已参加辐射安全与防护培训，并通过考核取得培训合格证书，见附件 6。

### 8.2.3 质量保证措施

泗洪县安颐医院有限公司已为本项目制定了《个人剂量和辐射环境监测方案》和《放射工作人员培训计划》等规章制度，以保证日常自检的质量控制。见附件 5。

## 9 验收监测结果

### 9.1 辐射防护和通风橱风速监测结果

本次验收监测结果详见附件 8。本项目 PET/CT 工作时机房周围环境 X- $\gamma$  辐射剂量率监测结果见表 9-1，监测点位见图 9-1。

表 9-1 本项目 PET/CT 工作场所 X- $\gamma$  辐射剂量率检测结果

| 测点编号 | 检测点位描述          | 测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 设备状态 |
|------|-----------------|--------------------------|------|
| 1    | 西门外 30cm 处 (左缝) | 0.50                     | 开机   |
| 2    | 西门外 30cm 处 (中间) | 0.38                     | 开机   |
| 3    | 西门外 30cm 处 (右缝) | 0.18                     | 开机   |
| 4    | 西门外 30cm 处 (下缝) | 0.20                     | 开机   |
| 5    | 观察窗外 30cm 处     | 0.51                     | 开机   |
| 6    | 观察窗缝外 30cm 处    | 0.74                     | 开机   |
| 7    | 操作位             | 0.16                     | 开机   |
| 8    | 西墙外 30cm 处      | 0.18                     | 开机   |
| 9    | 变电箱外 30cm 处     | 0.19                     | 开机   |
| 10   | 穿线孔外 30cm 处     | 0.27                     | 开机   |
| 11   | 南门外 30cm 处 (左缝) | 0.47                     | 开机   |
| 12   | 南门外 30cm 处 (中间) | 0.54                     | 开机   |
| 13   | 南门外 30cm 处 (右缝) | 0.56                     | 开机   |
| 14   | 南门外 30cm 处 (下缝) | 0.58                     | 开机   |
| 15   | 南墙外 30cm 处      | 0.19                     | 开机   |
| 16   | 东墙外 30cm 处      | 0.17                     | 开机   |
| 17   | 东墙外 30cm 处      | 0.20                     | 开机   |
| 18   | 北墙外 30cm 处      | 0.16                     | 开机   |

| 测点编号 | 检测点位描述     | 测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 设备状态 |
|------|------------|--------------------------|------|
| 19   | 北墙外 30cm 处 | 0.17                     | 开机   |
| 20   | 控制室        | 0.11                     | 关机   |

注：1.测量结果未扣除宇宙射线响应值；

2.2021 年 1 月 6 日检测时天气状况：晴，温度：5℃，湿度 40%RH。

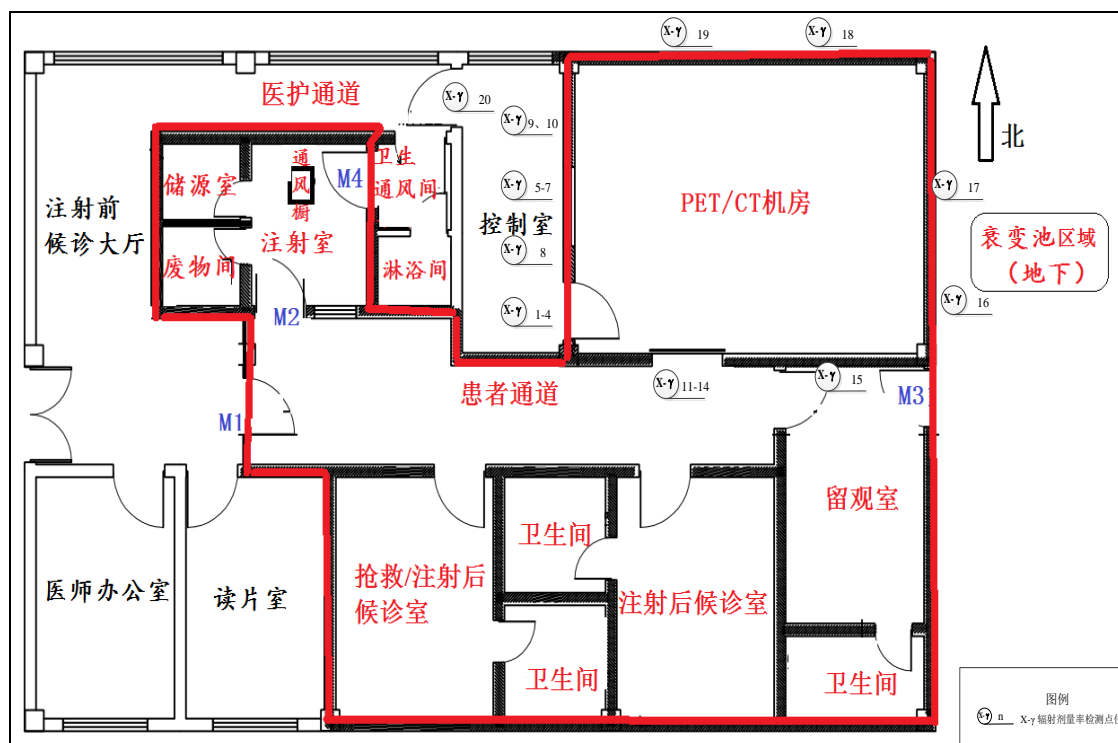


图 9-1 PET/CT（型号：uMI 550）工作场所监测点位图

本次检测，当此 PET/CT（型号：uMI 550）工作（检测工况：140kV/200mA，诊断床上候诊平躺了注射了  $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$  的  $^{18}\text{F}$  药物后候诊 30min 的受检者）时，机房周围的 X- $\gamma$  辐射剂量当量率为  $(0.16 \sim 0.74) \mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的标准要求。

本项目核医学工作场所 X- $\gamma$  辐射剂量率检测结果见表 9-2，监测点位见图 9-2。

表 9-2 本项目核医学工作场所 X- $\gamma$  辐射剂量率检测结果

| 测点编号 | 检测点位描述  | 测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 备注 |
|------|---------|--------------------------|----|
| 1    | 卫生通过间地面 | 0.16                     | /  |
| 2    | 淋浴间地面   | 0.15                     | /  |

| 测点编号 | 检测点位描述       | 测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 备注 |
|------|--------------|--------------------------|----|
| 3    | 注射室地面        | 0.20                     | /  |
| 4    | 通风橱表面        | 0.26                     | /  |
| 5    | 注射台台面        | 0.84                     | /  |
| 6    | 废物桶 1 表面     | 0.55                     | /  |
| 7    | 废物桶 2 表面     | 0.17                     | /  |
| 8    | 废物间地面        | 0.16                     | /  |
| 9    | 储源室地面        | 0.16                     | /  |
| 10   | 患者通道地面 1     | 0.15                     | /  |
| 11   | 患者通道地面 2     | 0.15                     | /  |
| 12   | 注射后候诊室 1 地面  | 0.16                     | /  |
| 13   | 卫生间地面        | 0.15                     | /  |
| 14   | 注射后候诊室 2 地面  | 0.14                     | /  |
| 15   | 卫生间地面        | 0.13                     | /  |
| 16   | 留观室地面        | 0.13                     | /  |
| 17   | 卫生间地面        | 0.13                     | /  |
| 18   | PET/CT 机房地面  | 0.13                     | /  |
| 19   | PET/CT 机房床面  | 0.13                     | /  |
| 20   | PET/CT 控制室桌面 | 0.13                     | /  |
| 21   | PET/CT 控制室地面 | 0.13                     | /  |
| 22   | 患者通道地面       | 0.12                     | /  |
| 23   | 衰变池盖表面       | 0.13                     | /  |

注：1.测量结果未扣除宇宙射线响应值；

2.2021 年 1 月 6 日检测时天气状况：晴，温度：5℃，湿度 40%RH。

本次检测,该院核医学工作场所的 X- $\gamma$  辐射剂量当量率为(0.12~0.84) $\mu$ Sv/h,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的标准要求。

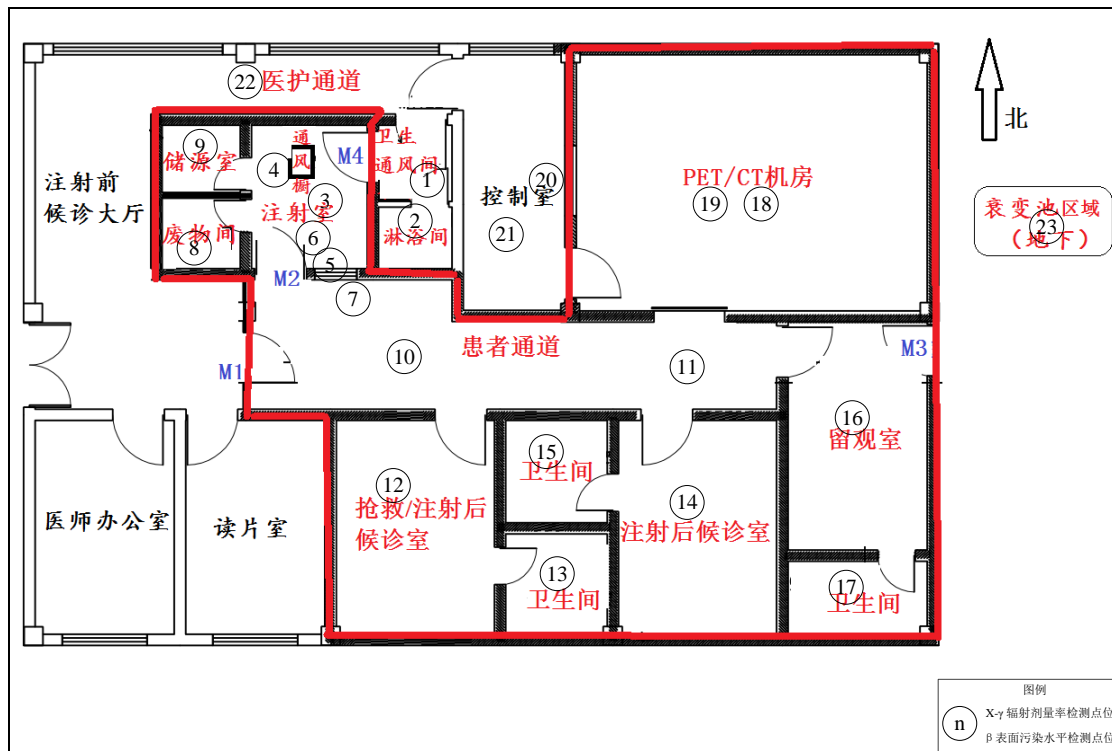


图 9-2 本项目核医学工作场所监测点位图

本项目核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果见表 9-3, 监测点位见图 9-2。

表 9-3 本项目核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果

| 测点编号 | 检测点位描述   | 测量结果(Bq/cm <sup>2</sup> ) | 备注 |
|------|----------|---------------------------|----|
| 1    | 卫生通过间地面  | <0.02                     | /  |
| 2    | 淋浴间地面    | <0.02                     | /  |
| 3    | 注射室地面    | <0.02                     | /  |
| 4    | 通风橱表面    | <0.02                     | /  |
| 5    | 注射台台面    | 0.85                      | /  |
| 6    | 废物桶 1 表面 | 0.42                      | /  |
| 7    | 废物桶 2 表面 | <0.02                     | /  |
| 8    | 废物间地面    | 0.09                      | /  |

| 测点编号 | 检测点位描述       | 测量结果(Bq/cm <sup>2</sup> ) | 备注 |
|------|--------------|---------------------------|----|
| 9    | 储源室地面        | <0.02                     | /  |
| 10   | 患者通道地面 1     | 0.08                      | /  |
| 11   | 患者通道地面 2     | 0.15                      | /  |
| 12   | 注射后候诊室 1 地面  | 0.43                      | /  |
| 13   | 卫生间地面        | 0.25                      | /  |
| 14   | 注射后候诊室 2 地面  | <0.02                     | /  |
| 15   | 卫生间地面        | <0.02                     | /  |
| 16   | 留观室地面        | <0.02                     | /  |
| 17   | 卫生间地面        | <0.02                     | /  |
| 18   | PET/CT 机房地面  | <0.02                     | /  |
| 19   | PET/CT 机房床面  | <0.02                     | /  |
| 20   | PET/CT 控制室桌面 | <0.02                     | /  |
| 21   | PET/CT 控制室地面 | <0.02                     | /  |
| 22   | 患者通道地面       | <0.02                     | /  |
| 23   | 衰变池盖表面       | <0.02                     | /  |

注：1.表面  $\beta$  放射性污染水平探测下限 (LLD) 为 0.02Bq/cm<sup>2</sup>;

2. 2021 年 1 月 6 日检测时天气状况：晴，温度：5℃，湿度 40%RH。

本次检测,该院核医学工作场所  $\beta$  放射性污染水平为(<0.02~0.85)Bq/cm<sup>2</sup>,检测结果均能够满足《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ 120-2006)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的标准要求。

本项目核医学工作场所周围 X- $\gamma$  辐射剂量率监测结果见表 9-4, 监测点位见图 9-3。



表 9-4 本项目核医学工作场所周围 X- $\gamma$  辐射剂量率检测结果

| 测点编号 | 检测点位描述              | 测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 设备状态 |
|------|---------------------|--------------------------|------|
| 1    | 注射台观察窗外 30cm 处      | 14.2                     | /    |
| 2    | 通风橱左操作口 (打开)        | 81                       | /    |
| 3    | 通风橱左操作口 (关闭)        | 0.58                     | /    |
| 4    | 通风橱右操作口 (打开)        | 21.9                     | /    |
| 5    | 通风橱右操作口 (关闭)        | 0.56                     | /    |
| 6    | 通风橱观察窗外 30cm 处      | 0.84                     | /    |
| 7    | 通风橱左侧外表面 30cm 处     | 2.05                     | /    |
| 8    | 通风橱右侧外表面 30cm 处     | 1.92                     | /    |
| 9    | 患者通道北墙 1 外 cm 处     | 0.13                     | /    |
| 10   | 患者通道北墙 2 外 30cm 处   | 0.17                     | /    |
| 11   | 注射室东墙外 30cm 处       | 0.19                     | /    |
| 12   | 注射室东门外 30cm 处       | 0.56                     | /    |
| 13   | 注射室北墙外 30cm 处       | 0.48                     | /    |
| 14   | 储源室北墙外 30cm 处       | 0.14                     | /    |
| 15   | 储源室西墙外 30cm 处       | 0.15                     | /    |
| 16   | 废物间西墙外 30cm 处       | 0.15                     | /    |
| 17   | 废物间南墙外 30cm 处       | 0.17                     | /    |
| 18   | 患者入口处防护门外 30cm 处    | 0.64                     | /    |
| 19   | 患者通道南墙外 cm 处        | 0.19                     | /    |
| 20   | 注射后候诊室 1 西墙外 30cm 处 | 0.22                     | /    |
| 21   | 注射后候诊室 1 南墙外 30cm 处 | 0.19                     | /    |
| 22   | 卫生间南墙外 30cm 处       | 0.20                     | /    |

| 测点编号 | 检测点位描述              | 测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 设备状态 |
|------|---------------------|--------------------------|------|
| 23   | 注射后候诊室 2 南墙外 30cm 处 | 0.19                     | /    |
| 24   | 卫生间南墙外 30cm 处       | 0.17                     | /    |
| 25   | 卫生间东墙外 30cm 处       | 0.18                     | /    |
| 26   | 留观室东墙外 30cm 处       | 0.18                     | /    |
| 27   | 患者出口处防护门外 30cm 处    | 0.22                     | /    |
| 28   | 工作人员摆位时             | 11.7                     | /    |

注：1. 测量结果未扣除宇宙射线响应值；

2. 2021 年 1 月 6 日检测时天气状况：晴，温度：5℃，湿度 40%RH。

本次检测，该院核医学工作场所周围（注射后候诊室 1、注射后候诊室 2 和留观室有 1 名注射了  $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$  (10mCi) 的  $^{18}\text{F}$  药物的受检者）的 X- $\gamma$  辐射剂量当量率为 (0.13~0.64)  $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的标准要求。

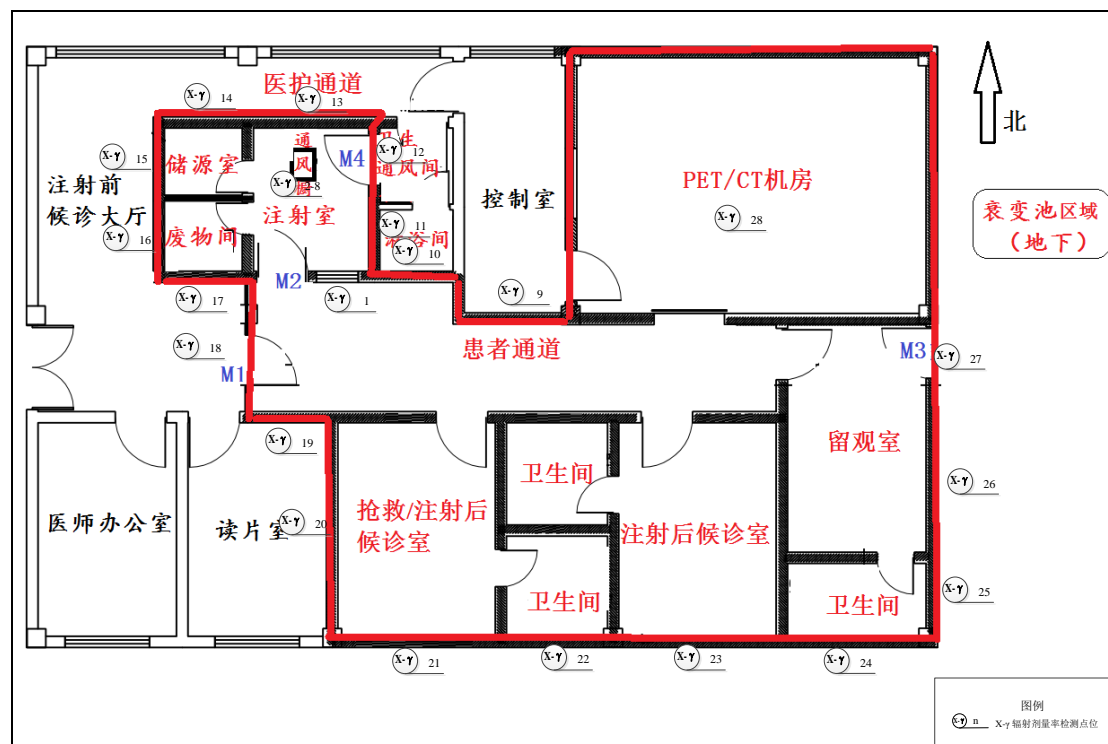


图 9-3 本项目核医学工作场所周围 X- $\gamma$  辐射剂量率监测点位图

本项目核医学工作场所通风橱风速监测结果见表 9-5，监测点位见图 9-4。

表 9-5 核医学工作场所通风橱风速检测结果

| 点位描述 | 测量结果 (m/s) |      |
|------|------------|------|
| 通风橱  | 左侧操作口      | 1.06 |
|      | 右侧操作口      | 1.03 |

注：2021 年 1 月 6 日检测时天气状况：晴，温度：5℃，湿度 40%RH。

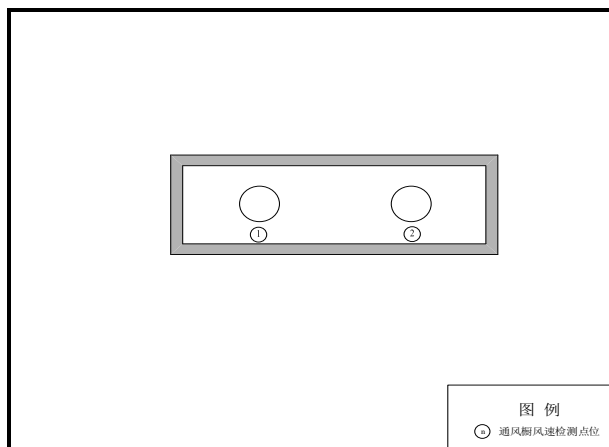


图 9-4 本项目核医学工作场所通风橱风速监测点位图

该院核医学工作场所通风橱风速大于 1m/s，符合《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）的要求。

本项目 DSA 机房周围 X-γ 辐射剂量率检测结果见表 9-6，监测点位见图 9-5。

表 9-6 本项目 DSA 机房周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

| 测点编号 | 检测点位描述         | 测量结果(μSv/h) | 设备状态 |
|------|----------------|-------------|------|
| 1    | 北门外 30cm 处（左缝） | 0.15        | 开机   |
| 2    | 北门外 30cm 处（中间） | 0.13        | 开机   |
| 3    | 北门外 30cm 处（右缝） | 0.16        | 开机   |
| 4    | 北门外 30cm 处（下缝） | 0.20        | 开机   |
| 5    | 观察窗外 30cm 处    | 0.13        | 开机   |
| 6    | 观察窗缝外 30cm 处   | 0.13        | 开机   |
| 7    | 操作位            | 0.11        | 开机   |
| 8    | 北墙外 30cm 处     | 0.15        | 开机   |

| 测点编号 | 检测点位描述          | 测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 设备状态 |
|------|-----------------|--------------------------|------|
| 9    | 东门外 30cm 处 (左缝) | 0.15                     | 开机   |
| 10   | 东门外 30cm 处 (中间) | 0.14                     | 开机   |
| 11   | 东门外 30cm 处 (右缝) | 0.15                     | 开机   |
| 12   | 东门外 30cm 处 (下缝) | 0.25                     | 开机   |
| 13   | 东墙外 30cm 处      | 0.17                     | 开机   |
| 14   | 南墙外 30cm 处      | 0.16                     | 开机   |
| 15   | 南墙外 30cm 处      | 0.15                     | 开机   |
| 16   | 西墙外 30cm 处      | 0.15                     | 开机   |
| 17   | 西墙外 30cm 处      | 0.16                     | 开机   |
| 18   | 距机房楼上地面 100cm 处 | 0.13                     | 开机   |
| 19   | 距机房楼上地面 100cm 处 | 0.14                     | 开机   |
| 20   | 控制室             | 0.11                     | 关机   |

注：1. 测量结果未扣除宇宙射线响应值；

2. 2020 年 12 月 7 日检测时天气状况：多云，温度：7℃，湿度 55%RH。

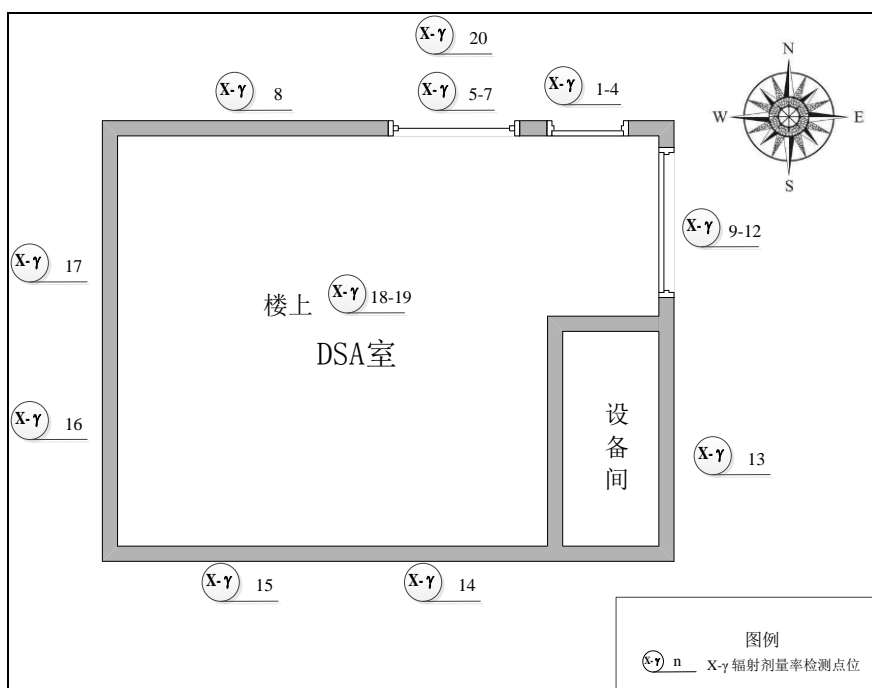


图 9-5 本项目 DSA 机房周围 X- $\gamma$  辐射剂量率监测点位图

当此 DSA（型号：Trinias）检测工况为 78kV/3.5mA 时，机房周围的 X- $\gamma$  辐射剂量当量率为（0.11~0.25） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的标准要求。

## 9.2 辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据本项目辐射工作人员个人剂量监测结果对项目运行期间辐射工作人员的年有效剂量进行计算分析；根据本项目现场监测结果对项目运行期间公众的年有效剂量进行计算分析，计算未扣除环境本底剂量率。

### 9.2.1 核医学项目

#### 1) 辐射工作人员

根据本项目现场监测结果，对核医学项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行估算，PET/CT 机房内按检查 20min $\times$ 20 次 $\times$ 250 天、注射室内按注射 1min $\times$ 20 次 $\times$ 250 天、注射后候诊室内按休息 30min $\times$ 10 次 $\times$ 250 天、留观室内按 10min $\times$ 20 次 $\times$ 250 天按进行计算，计算结果见表 9-7。

表 9-7 核医学工作场所周围关注点位人员年有效剂量估算

| 序号 | 关注点位        | 最大监测值<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 人员性质 | 居留因子 | 年工作时间 (h) | 人员年有效剂量<br>(mSv/a) | 目标管理值(mSv/a) |
|----|-------------|-------------------------------|------|------|-----------|--------------------|--------------|
| 1  | 观察窗外        | 0.74                          | 职业人员 | 1    | 1667      | 1.23               | 5            |
| 2  | 操作位         | 0.16                          | 职业人员 | 1    | 1667      | 0.27               | 5            |
| 3  | 控制室<br>防护门外 | 0.50                          | 职业人员 | 1    | 1667      | 0.83               | 5            |
| 4  | 机房东墙外       | 0.20                          | 公众   | 1/16 | 1667      | 0.02               | 0.25         |
| 5  | 机房北墙外       | 0.17                          | 公众   | 1/16 | 1667      | 0.02               | 0.25         |
| 6  | 机房西墙外       | 0.27                          | 职业人员 | 1    | 1667      | 0.45               | 5            |
| 7  | 注射室东墙外      | 0.19                          | 职业人员 | 1/4  | 83.3      | <0.01              | 5            |
| 8  | 注射室东门外      | 0.56                          | 职业人员 | 1/4  | 83.3      | 0.01               | 5            |
| 9  | 注射室北墙外      | 0.48                          | 职业人员 | 1    | 83.3      | 0.04               | 5            |
|    |             |                               | 公众   | 1/4  | 83.3      | 0.01               | 0.25         |

|    |                  |      |      |      |       |       |      |
|----|------------------|------|------|------|-------|-------|------|
| 10 | 注射后候诊室<br>1 西墙外  | 0.22 | 职业人员 | 1    | 1250  | 0.28  | 5    |
|    |                  |      | 公众   | 1/4  | 1250  | 0.07  | 0.25 |
| 11 | 注射后候诊室<br>南墙外    | 0.19 | 公众   | 1/16 | 1250  | 0.01  | 0.25 |
| 12 | 留观室东墙外           | 0.18 | 公众   | 1/16 | 833.3 | <0.01 | 0.25 |
| 13 | 注射后候诊室<br>卫生间南墙外 | 0.20 | 公众   | 1/16 | 1250  | 0.02  | 0.25 |

注：1.测量结果未扣除辐射环境本底；

2.工作人员的年有效剂量由公式 $E_{\text{eff}} = \dot{D} \cdot t \cdot T \cdot U$  进行估算，式中： $E_{\text{eff}}$ 为年有效剂量， $\dot{D}$ 为关注点处剂量率， $t$ 为年工作时间， $T$ 为居留因子（取值参照环评文件）， $U$ 为使用因子（保守取1）。

由表9-7可知，核医学工作场所中辐射工作人员年有效剂量最大为1.23mSv/a（未扣除环境本底剂量），本验收项目辐射工作人员年有效剂量均在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员 20mSv/a）和医院制定的个人剂量管理目标值（5.0mSv/a）范围以内。

## 2) 公众

本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员，由表 9-7 可知，核医学项目周围公众的年有效剂量公众年有效剂量最大为 0.07mSv/a（未扣除环境本底剂量），本验收项目周围公众年有效剂量均在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（公众 1mSv/a）和医院制定的公众剂量管理目标值（0.25mSv/a）范围以内。

综上所述，核医学项目周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量根据实际监测结果，核医学项目辐射工作人员年有效剂量最大为 1.23mSv/a（未扣除环境本底剂量）；周围公众的年有效剂量公众年有效剂量最大为 0.07mSv/a（未扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众年有效剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员 20mSv/a，公众 1mSv/a），并低于本项目管理目标值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）。

## 9.2.2 DSA 项目

### 1) 辐射工作人员

根据本项目现场监测结果，对 DSA 项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行估算，本项目 DSA 年曝光时间按 50h 进行计算，计算结果见表 9-8。

表 9-8 DSA 机房周围关注点位人员年有效剂量估算

| 序号 | 关注点位        | 最大监测值<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 人员性质 | 居留因子 | 年工作时间<br>(h) | 人员年有效剂量<br>( $\text{mSv/a}$ ) | 目标管理<br>值( $\text{mSv/a}$ ) |
|----|-------------|-------------------------------|------|------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1  | 观察窗外        | 0.13                          | 职业人员 | 1    | 50           | <0.01                         | 5                           |
| 2  | 操作位         | 0.11                          | 职业人员 | 1    | 50           | <0.01                         | 5                           |
| 3  | 控制室<br>防护门外 | 0.20                          | 职业人员 | 1/4  | 50           | <0.01                         | 5                           |
| 4  | 机房东墙外       | 0.17                          | 公众   | 1/4  | 50           | <0.01                         | 0.25                        |
| 5  | 机房南墙外       | 0.16                          | 公众   | 1/4  | 50           | <0.01                         | 0.25                        |
| 6  | 机房西墙外       | 0.16                          | 公众   | 1/16 | 50           | <0.01                         | 0.25                        |
| 7  | 机房北墙外       | 0.15                          | 职业人员 | 1    | 50           | <0.01                         | 5                           |
| 8  | 患者防护门外      | 0.25                          | 公众   | 1/4  | 50           | <0.01                         | 0.25                        |
| 9  | 楼上          | 0.14                          | 公众   | 1/16 | 50           | <0.01                         | 0.25                        |

注：1.测量结果未扣除辐射环境本底；

2.工作人员的年有效剂量由公式 $E_{\text{eff}} = \dot{D} \cdot t \cdot T \cdot U$  进行估算，式中： $E_{\text{eff}}$ 为年有效剂量， $\dot{D}$ 为关注点处剂量率， $t$ 为年工作时间， $T$ 为居留因子（取值参照环评文件）， $U$ 为使用因子（保守取1）。

由表 9-8 可知，DSA 工作场所中辐射工作人员年有效剂量均小于 0.01mSv/a（未扣除环境本底剂量），本验收项目辐射工作人员年有效剂量均在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员 20mSv/a）和医院制定的个人剂量管理目标值（5.0mSv/a）范围以内。

## 2) 公众

本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员，由表 9-8 可知，DSA 项目周围公众的年有效剂量公众年有效剂量均小于 0.01mSv/a（未扣除环境本底剂量），DSA 项目周围公众年有效剂量均在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）（限值的要求公众 1mSv/a）和医院制定的公众剂量管理目标值（0.25mSv/a）范围以内。

综上所述，根据实际监测结果，核医学项目周围辐射工作人员最大有效剂量最大为 1.23mSv/a（未扣除环境本底剂量），周围公众的年有效剂量公众年有效剂量最大为 0.07mSv/a（未扣除环境本底剂量）；DSA 项目周围辐射工作人员和

公众的年有效剂量均小于 0.01mSv/a（未扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众年有效剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 限值的要求（职业人员 20mSv/a，公众 1mSv/a），并低于本项目管理目标值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）。



## 10 验收监测结论

### 10.1 验收结论

泗洪县安颐医院有限公司新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 泗洪县安颐医院有限公司在 2 号楼、3 号楼之间空地建设 1 幢核医学楼（地上一层建筑），于核医学楼内建设 1 座 PET/CT 机房，配备 1 台 PET/CT（型号：uMI550，CT 最大管电压 140kV，最大管电流 420mA），使用  $^{18}\text{F}$  进行扫描显像检查；于 3 号楼一层建设 1 座 DSA 机房并配备 1 台 DSA（型号：Trinias，最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA），实际建设内容与技术参数在环评及其批复范围以内。

2) 核医学和 DSA 工作场所控制区和监督区划分合理，能有效避免受检者误入或非正常受照。

3) 核医学和 DSA 工作场所屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实，在正常工作条件下运行时，工作场所周围所有监测点位的 X- $\gamma$  辐射剂量率、核医学场所  $\beta$  放射性表面污染水平、通风橱通风风速等均能满足《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

4) 核医学科和 DSA 工作场所已按规定设置了工作指示灯、电离辐射警告标志，控制室设置了监视对讲装置，机房内设有急停按钮；已落实环评及批复中相关要求。

5) 核医学科建有衰变池，含有放射性同位素的废水统一集中到衰变池进行衰变，放射性废水能够满足 10 个半衰期的衰变要求；设有多个放射性废物筒收集放射性废物，注射室设有通风橱及专用通风管道，排气口高于本建筑屋脊，排气口设置活性炭过滤装置和雨帽，满足核医学放射性废物处置要求；已落实环评及批复中相关要求。

6) 医院为本项目工作场所配备了 1 台巡检仪、1 台表面污染检测仪，并为本项目配备了 4 台个人剂量报警仪等辐射监测仪器，配备了防护铅衣、防护铅围脖、铅眼镜、铅帽、铅手套及移动式铅屏风等防护用品；已落实环评及批复中相关要求。

7) 辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核，并获得培训

合格证书；辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案；医院具有辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度及辐射应急预案，已落实环评及批复中相关要求。

综上所述，泗洪县安颐医院有限公司新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目满足环评及批复中有关辐射管理的要求，环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，建议通过验收。

## 10.2 建议

1) 认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断提高核安全文化素养和安全意识；

2) 积极配合生态环境部门的日常监督核查，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至国家核技术利用申报系统。每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测 1~2 次，监测结果上报生态环境主管部门。

### 建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：泗洪县安颐医院有限公司

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

|                        |              |                  |                   |               |               |                       |              |              |   |                  |             |              |  |           |
|------------------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|---------------|-----------------------|--------------|--------------|---|------------------|-------------|--------------|--|-----------|
| 建设项目                   | 项目名称         |                  | 新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目 |               |               |                       | 项目代码         |              | /   |                  | 建设地点        |              | 宿迁市泗洪县山河东路与子敬路交汇处  |           |
|                        | 行业类别（分类管理名录） |                  | 医院，111            |               |               |                       | 建设性质         |              | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造 |                  | 项目厂区中心经度/纬度 |              | E118.264056<br>N33.45964   |           |
|                        | 设计生产能力       |                  | /                 |               |               |                       | 实际生产能力       |              | /   |                  | 环评单位        |              | 南京瑞森辐射技术有限公司   |           |
|                        | 环评文件审批机关     |                  | 宿迁市生态环境局          |               |               |                       | 审批文号         |              | 宿环核审[2020]3 号   |                  | 环评文件类型      |              | 环境影响评价报告表  |           |
|                        | 开工日期         |                  | 2020 年 9 月 10 日   |               |               |                       | 竣工日期         |              | 2020 年 11 月 10 日  |                  | 排污许可证申领时间   |              | /  |           |
|                        | 环保设施设计单位     |                  | /                 |               |               |                       | 环保设施施工单位     |              | /   |                  | 本工程排污许可证编号  |              | /  |           |
|                        | 验收单位         |                  | 泗洪县安颐医院有限公司       |               |               |                       | 环保设施监测单位     |              | 南京瑞森辐射技术有限公司  |                  | 验收监测时工况     |              | 3.7×10 <sup>8</sup> Bq 的 <sup>99m</sup> Tc<br>CT 工况：140kV/200mA<br>DSA 工况：78kV/3.5mA |           |
|                        | 投资总概算（万元）    |                  | 1500              |               |               |                       | 环保投资总概算（万元）  |              | 300   |                  | 所占比例（%）     |              | 20   |           |
|                        | 实际总投资（万元）    |                  | 1500              |               |               |                       | 实际环保投资（万元）   |              | 300   |                  | 所占比例（%）     |              | 20   |           |
|                        | 废水治理（万元）     |                  | /                 | 废气治理（万元）      | /             | 噪声治理（万元）              | /            | 固体废物治理（万元）   |   | /                | 绿化及生态（万元）   | /            | 其他（万元）   | /         |
| 新增废水处理设施能力             |              | /                |                   |               |               | 固体废物治理（万元）            |              | /            |   | 年平均工作时           |             | /            |  |           |
| 运营单位                   |              | 泗洪县安颐医院有限公司      |                   |               |               | 运营单位社会统一信用代码（或组织机构代码） |              |              | 91321324MA20JP1D58  |                  | 验收时间        |              | 2021 年 3 月 20 日  |           |
| 污染物排放达标与总量控制（工业建设项目详填） | 污染物          |                  | 原有排放量(1)          | 本期工程实际排放浓度(2) | 本期工程允许排放浓度(3) | 本期工程产生量(4)            | 本期工程自身削减量(5) | 本期工程实际排放量(6) | 本期工程核定排放总量(7)   | 本期工程“以新带老”削减量(8) | 全厂实际排放总量(9) | 全厂核定排放总量(10) | 区域平衡替代削减量(11)  | 排放增减量(12) |
|                        | 废水           |                  | /                 | /             | /             | /                     | /            | /            | /   | /                | /           | /            | /  | /         |
|                        | 化学需氧量        |                  | /                 | /             | /             | /                     | /            | /            | /   | /                | /           | /            | /  | /         |
|                        | 氨氮           |                  | /                 | /             | /             | /                     | /            | /            | /   | /                | /           | /            | /  | /         |
|                        | 石油类          |                  | /                 | /             | /             | /                     | /            | /            | /   | /                | /           | /            | /  | /         |
|                        | 废气           |                  | /                 | /             | /             | /                     | /            | /            | /   | /                | /           | /            | /  | /         |
|                        | 二氧化硫         |                  | /                 | /             | /             | /                     | /            | /            | /   | /                | /           | /            | /  | /         |
|                        | 烟尘           |                  | /                 | /             | /             | /                     | /            | /            | /   | /                | /           | /            | /  | /         |
|                        | 工业粉尘         |                  | /                 | /             | /             | /                     | /            | /            | /   | /                | /           | /            | /  | /         |
|                        | 氮氧化物         |                  | /                 | /             | /             | /                     | /            | /            | /   | /                | /           | /            | /  | /         |
|                        | 工业固体废物       |                  | /                 | /             | /             | /                     | /            | /            | /   | /                | /           | /            | /  | /         |
| 与项目有关的其他特征污染物          |              | 工作场所周围 X-γ 剂量当量率 |                   | /             | ≤2.5μSv/h     | ≤2.5μSv/h             | /            | /            | /   | /                | /           | /            | /  |           |

注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少。2、(12)=(6)-(8)-(11)，（9）=(4)-(5)-(8)-(11)+（1）。3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升。