# 临沂市肿瘤医院

# 乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目

# 竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：临沂市肿瘤医院

编制单位：山东海美侬项目咨询有限公司

2022年08月

**建设单位法人代表:** （签字）

**编制单位法人代表:** （签字）

**项 目 负 责 人:**

**填 表 人:**

建设单位：临沂市肿瘤医院（盖章）
电话：13954918380
传真：/
邮编：276002
地址：临沂市兰山区陵园东街6号

编制单位：山东海美侬项目咨询有限公司（盖章）
电话:0531-81795815
传真:/
邮编:250062
地址：山东省济南市历下区经十路9777号鲁商国奥城2号楼2101室

# 目　　录

一、概述.....1
二、项目工程概况.....21
三、环评要求及落实情况.....39
四、验收监测.....41
五、职业与公众受照剂量.....52
六、辐射安全管理.....57
七、验收监测结论与要求.....60
八、附件
附件 1《乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目竣工环境保护验收监测报告表》委托书.....附件-1
附件 2　《乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目建设项目》审批意见.....附件-2
附件 3　辐射安全许可证.....附件-5
附件 4　医院辐射安全管理制度及应急演练记录.....附件-10
附件 5　辐射安全与防护培训合格证.....附件-42
附件 6　个人剂量检测报告及个人剂量档案表.....附件-47
附件 7　自行监测记录.....附件-64
附件 8　放射性固体废物台账.....附件-65
附件 9 放射性同位素入库、使用登记记录.....附件-66
附件 10 竣工环境保护验收监测报告.....附件-68
附图
“三同时”验收登记表

# 一、 概况

<table>
<tr><td>工程名称</td><td colspan="5">乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目</td></tr>
<tr><td rowspan="4">工程单位</td><td>单位名称</td><td colspan="4">临沂市肿瘤医院</td></tr>
<tr><td>通讯地址</td><td colspan="4">临沂市兰山区陵园东街 6 号</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>马颖霞</td><td>邮编</td><td colspan="2">276002</td></tr>
<tr><td>联系人</td><td>寇瑞东</td><td>联系电话</td><td colspan="2">13954918380</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="5">临沂市河东区中昇大街与智诚路交汇处，医院河东院区核医学科楼一层西侧</td></tr>
<tr><td>工程性质</td><td colspan="2">新建□改扩建☑ 技改□</td><td>行业类别</td><td colspan="2">Q8411 综合医院</td></tr>
<tr><td>环评编制单位</td><td colspan="2">山东海美依项目咨询有限公司</td><td>审批部门</td><td colspan="2">临沂市行政审批服务局</td></tr>
<tr><td>批复文号</td><td colspan="2">临审服投资许字[2021]22006</td><td>批复时间</td><td colspan="2">2021 年 5 月 8 日</td></tr>
<tr><td>验收监测时间</td><td colspan="2">2022 年 7 月 28 日</td><td>监测单位</td><td colspan="2">山东鼎嘉环境检测有限公司</td></tr>
<tr><td>项目总投资（万元）</td><td>4000</td><td>环保投资（万元）</td><td>200</td><td>环保投资占总投资比例</td><td>5.00%</td></tr>
<tr><td>验收规模</td><td colspan="5">环评规模：于河东院区的核医学科楼一层西侧扩建 PET-CT 中心，扩建的 PET-CT 中心日等效最大操作量为 $1.3875\times10^{7}$Bq，原核医学工作场所日等效最大操作量为 $2.99\times10^{9}$Bq，本次扩建后核医学工作场所日等效最大操作量为 $3.00\times10^{9}$Bq，仍属于乙级非密封放射性物质工作场所。拟购置一台 PET-CT，使用放射性同位素 $^{18}$F 进行 PET-CT 扫描诊断。<br>验收规模：于河东院区的核医学科楼一层西侧扩建 PET-CT 中心，扩建的 PET-CT 中心 $^{18}$F 日等效最大操作量为 $1.3875\times10^{7}$Bq，原核医学工作场所日等效最大操作量为 $2.99\times10^{9}$Bq，本次扩建后核医学工作场所日等效最大操作量为 $3.00\times10^{9}$Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所；新增 1 台 PET-CT，使用放射性同位素 $^{18}$F 进行 PET-CT 扫描诊断。</td></tr>
</table>

## 1.1 医院简介

临沂市肿瘤医院（以下简称“医院”）始建于 1974 年，前身为临沂地区肿瘤防治研究所，1994 年 12 月临沂撤地建市后改称为“临沂市肿瘤医院”，注册地址为临沂市兰山区陵园东街 6 号。医院临床科室设有普外科、胸心外科、头颈外科、神经外科、乳腺

外科、泌尿外科、骨科、血管瘤淋巴管瘤专科、妇瘤科、肿瘤内一科、肿瘤内二科、消化内科、神经内科、血液内科、中西医结合科、放疗一科、放疗二科、放疗三科、麻醉科、ICU 室、CCU 室、社区服务科及 12 个医技科室，并配备有 DSA、加速器等国内外先进的医疗设备。2016 年通过评审成为三级甲等肿瘤专科医院，是全国建院最早的地市级肿瘤医院之一，也是山东省规模最大的地市级肿瘤专科医院。2004 年被评为“全国百姓放心示范医院”，是临沂卫校、泰山医学院教学实践医院，是山东医高专附属医院，临沂市抗癌协会挂靠单位。

医院目前共有兰山院区、河东院区两个院区，兰山院区位于临沂市兰山区陵园东街 6 号，本项目所在河东院区位于临沂市河东区中晟大街西段，中晟大街与智诚路交汇处，河东院区已于 2018 年 6 月 26 日由原临沂市环境保护局河东分局以《关于临沂市肿瘤医院新医疗区建设项目环境影响报告书的批复》（临环东审[2018]145 号文）审批通过，现已建成投入使用。

## 1.2 现有辐射项目

### 1.2.1 现有工程手续情况介绍

医院现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[13010]），许可种类和范围为“使用III类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性工作场所”，有效期至 2023 年 01 月 16 日。

医院现有核素、放射源及射线装置的详细情况见表 1-1～表 1-3。

**表 1-1　医院核素一览表**

| 序号 | 核素名称 | 日等效最大操作量（Bq） | 工作场所名称 | 场所等级 | 环评批复文件 | 验收批复文件 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $^{99m}Tc$ | $2.775\times10^{7}$ | 河东区院区核医学科 | 乙级 | 鲁环辐表审[2017]026 号 | 2021.3.14 通过自主验收 |
| 2 | $^{131}I$ | $2.69\times10^{9}$ | 河东区院区核医学科 | | 鲁环辐表审[2017]026 号 | 暂未运行 |
| 3 | $^{18}F$ | $1.3875\times10^{7}$ | 河东区院区核医学科 | | 临审服投资许字[2021]22006 | 本次验收项目内容 |
| 4 | $^{153}Sm$ | $1.48\times10^{8}$ | 兰山区院区核医学科 | | 鲁辐环表审（2008）141 号 | -- |
| 5 | $^{125}I$ | $2.96\times10^{6}$ | 河东区院区 CT-SIM 室 | 丙级 | -- | 已备案登记 |

## 表 1-2　医院放射源一览表

| 序号 | 放射源名称 | 批准活度（Bq） | 枚数 | 工作场所名称 | 类别 | 环评批复文件 | 验收批复文件 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $^{90}Sr$ | $1.43\times10^{9}$ | 2 | 兰山院区核医学科 | V 类 | 临环辐登[2013]04 号 | 鲁环验（2017）107 号 |
| 2 | $^{192}Ir$ | $3.7\times10^{11}$ | 1 | 河东院区后装机房 | III类 | 鲁环辐表审[2015]68 号 | 2020.9.19 通过自主验收 |
| 3 | $^{68}Ge$ | $5.5\times10^{7}$ | 1 | 河东区院区核医学科 PET-CT 室 | V 类 | -- | 已备案登记 |
| 4 | $^{68}Ge$ | $3.5\times10^{6}$ | 1 | | V 类 | | |

## 表 1-3　医院射线装置一览表

| 序号 | 装置名称 | 型号 | 台数 | 工作场所 | 类别 | 环评批复文件 | 验收批复文件 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 医用直线加速器 | Clinaix | 1 | 河东区院区加速器一室 | II 类 | 鲁环辐表审[2015]68 号 | 2021.3.14 通过自主验收 |
| 2 | 医用直线加速器 | 23EX | 1 | 河东区院区加速器二室 | | | |
| 3 | DSA | FD-20 | 1 | 河东区院区介入室 | | | |
| 4 | CT | Emotion 16 | 1 | 兰山区院区 CT 二室 | III类 | 鲁环辐表审（2012）095 号 | 鲁环验（2017）107 号 |
| 5 | DR | Esstenta DR | 1 | 兰山区院区 DR 一室 | | | |
| 6 | 数字胃肠机 | Esstenta RC | 1 | 兰山区院区胃肠室 | | | |
| 7 | 乳腺 X 射线系统 | Mammomat inspiration | 1 | 兰山区院区钼靶室 | | | |
| 8 | CT | DEfinitiion | 1 | 河东区院区 CT 二室 | | 鲁环辐表审[2015]68 号 | 2021.3.14 通过自主验收 |
| 9 | CT | IQon | 1 | 河东区院区 CT 一室 | | | 2020.9.19 通过自主验收 |
| 10 | CT | Somatom Confidence | 1 | 河东区院区 CT-STM 室 | | | |
| 11 | 医用直线加速器 | Infinity | 1 | 河东区院区加速器四室 | II 类 | | |
| 12 | DR | DigitalDiagnost | 1 | 河东区院区 DR 一室 | III类 | | |
| 13 | 小 C 型臂 | DG3310C1 | 1 | 河东区院区模拟定位室 | | | |
| 14 | SPECT-CT | Discovery NM 630 | 1 | 河东区院区核医学科 ECT 室 | | | |

**表 1-3（续）　医院射线装置一览表**

| 序号 | 装置名称 | 型号 | 台数 | 工作场所 | 类别 | 环评批复文件 | 验收批复文件 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | CT | incisive | 1 | 兰山区院区 CT 一室 | III类 | —— | 已备案登记 |
| 16 | 乳腺 X 射线系统 | Mammomat inspiration | 1 | 河东区院区钼靶室 | III类 | | |
| 17 | 数字胃肠机 | DRF-3 | 1 | 河东区院区数字胃肠室 | III类 | —— | 已备案登记 |
| 18 | PET-CT | Discorvery mi | 1 | 河东区院区核医学科 PET-CT 室 | III类 | —— | 已备案登记 |

综上，医院现有装置核素、放射源及射线装置手续齐全，且均已登记在辐射安全许可证上。

### 1.2.2 河东院区核医学工作场所现有情况介绍

临沂市肿瘤医院河东院区现有核医学工作场所已于 2017 年 9 月 11 日随“核医学工作场所、$^{90}$Sr 敷贴治疗及 $^{125}$I 粒籽源植入应用项目”取得山东省环境保护厅批复（鲁环辐表审[2017]026 号），该项目建设内容为：（1）于核医学楼一层东侧区域利用 $^{99}M_0$-$^{99m}$Tc 发生器制备核素 $^{99m}$Tc 开展临床医学诊断，配置 1 台 SPECT/CT；（2）于核医学楼二层西侧区域利用核素 $^{131}$I 进行甲功测定及甲癌患者治疗；（3）将核医学楼二层西北侧一间房间划为敷贴室，利用放射源 $^{90}$Sr 开展敷贴治疗。此外，医院拟依托河东院区门诊综合楼一层南侧 CT 室开展 $^{125}$I 粒籽源植入工作，用于肺部肿瘤、前列腺肿瘤等疾病的临床治疗。$^{99m}$Tc、$^{131}$I 日等效最大操作量分别为 $2.775\times10^{7}$Bq、$2.96\times10^{9}$Bq，核医学工作场所日等效最大操作量为 $2.99\times10^{9}$Bq，工作场所属乙级非密封源工作场所。

截至目前，河东院区核医学工作场所中 SPECT-CT 中心（使用核素 $^{99m}$Tc）已建成运行，其余场所已建成暂未运行。2021 年，医院委托山东海美依项目咨询有限公司对核医学工作场所的 SPECT-CT 中心开展竣工环保验收工作，所编制的竣工环境保护验收监测报告表于 2021 年 3 月 14 日取得验收意见，通过验收。

## 1.3 验收任务由来

2021 年 4 月，医院委托山东海美依项目咨询有限公司编制了《乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目环境影响报告表》，项目内容：于河东院区的核医学科楼一层西侧扩建 PET-CT 中心，扩建的 PET-CT 中心日等效最大操作量为 $1.3875\times10^{7}$Bq，扩建后核医

学工作场所日等效最大操作量为 3.00×$10^9$Bq，仍属于乙级非密封放射性物质工作场所；拟购置一台 PET-CT，使用放射性同位素 $^{18}$F 进行 PET-CT 扫描诊断。该项目环境影响报告表于 2021 年 5 月 8 日由临沂市行政审批服务局以“临审服投资许字[2021]22006”文审批通过。该建设项目总投资 4000 万元，于 2021 年 6 月开始建设，于 2021 年 12 月建设完成，2022 年 1 月初调试运行。

根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等相关要求，受临沂市肿瘤医院委托，我公司对“乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目”开展竣工环境保护验收。我单位于 2022 年 7 月 28 日对现场进行了实地勘察和资料核查，在此基础上编制了《临沂市肿瘤医院乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目竣工环境保护验收监测报告表》。

## 1.4 验收目的

1、核查建设项目在设计、施工和运行阶段对环境影响评价报告及批复中所提出的辐射防护措施及各级生态环境行政主管部门批复要求的落实情况。

2、核查建设项目所涉及的放射性同位素、射线装置工作场所实际运行过程中辐射等环境影响产生情况，以及已采取防护措施，分析各项防护措施实施的有效性；通过现场调查和实地监测，确定建设项目产生的环境影响达标情况。

3、核查医院环境管理机构设立情况、建设项目职业工作人员符合性和防护仪器的配置情况，核查医院各项辐射规章制度的制定及执行情况，指出建设项目存在的问题，并提出改进措施，以满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理和安全防护规定的要求。

4、根据现场监测、核查结果的分析与评价，形成验收监测结论，为建设项目竣工环境保护验收提供技术依据。

## 1.5 验收监测依据

### 一、法律、法规

1、《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2014.4 修订，2015.1 施行；

2、《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；2003.10 施行；

3、《建设项目环境保护管理条例（2017 修订）》，国务院令第 682 号，2017.6 修订，2017.10 施行；

4、《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，2005.12 施行；2017.7 施行，国务院令第 709 号第二次修订，2019.3 施行；

5、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环保总局 31 号，2006.3 施行；环境保护部令第 3 号，2006.3 施行；2008.12 第一次修订后施行；2017.12.20 第二次修订后施行；环境保护部令第 47 号修订，2017.12 施行；生态环境部令第 7 号第三次修订，2019.8.22 施行；生态环境部令第 20 号修订，2021.1.4 施行；

6、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011.5 施行；

7、《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》，国家环保总局环发[2006]145 号，2006.9；

8、关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017.11；

9、《山东省辐射污染防治条例》，山东省人大常务委员会公告第 37 号令，2014.5 施行；

10、《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订，2019.1.1。

**二、行业标准、技术导则**

（1）关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告，生态环境部公告 2018 年第 9 号，2018 年 5 月 16 日；

（2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

（3）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；

（4）《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；

（5）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；

（6）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

（7）《环境γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

（8）《山东省医疗机构污染物排放控制标准发布》（DB 37/596-2020）；

（9）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）。

**三、技术文件依据**

（1）临沂市肿瘤医院乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目竣工环境保护验收委托书；

（2）《临沂市肿瘤医院乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目环境影响报告表》及其批复文件；

（3）临沂市肿瘤医院提供的辐射安全许可证、辐射安全管理规章制度等其他资料。

## 1.6 验收监测评价标准、限值

**一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)**

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 附录 B 内剂量限值要求。

**1、人员剂量**

（1）职业照射

①职业照射剂量限值

a）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；

b）任何一年中的有效剂量，50mSv；

c）眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d）四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

②对于年龄为 16 到 18 岁徒工或学生照射剂量限值

a）年有效剂量，6mSv；

b）眼晶体的年当量剂量，50mSv；

c）四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，150mSv。

（2）公众照射

①公众照射剂量限值

a）年有效剂量，1mSv；

b）特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

c）眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d）皮肤的年当量剂量，50mSv。

（3）慰问者剂量限值

对患者的慰问者（并非自身职责、明知会受到照射却自愿帮助护理、支持和探视、慰问正在接受医学诊断或治疗的患者的人员）所受到的照射加以约束，使他们在患者诊断和治疗期间所受到的剂量不超过 5mSv。

**2、表面放射性污染**

职业人员体表、内衣、工作服以及工作场所的设备和地面等表面放射性污染的控制应遵循 GB18871-2002 附录 B 中表 B11 所规定的限值要求。

工作场所的表面污染控制水平如下表所示：

**表 1-4　工作场所的放射性表面污染控制水平　（Bq/cm$^2$）**

| 表面类型 | | α 放射性物质 | | β 放射性物质 |
|---|---|---|---|---|
| | | 极毒性 | 其他 | |
| 工作台、设备、墙壁、地面 | 控制区 1) | 4 | 4×10 | 4×10 |
| | 监督区 | $4\times10^{-1}$ | 4 | 4 |
| 工作服、手套、工作鞋 | 控制区 | $4\times10^{-1}$ | $4\times10^{-1}$ | 4 |
| | 监督区 | | | |
| 手、皮肤、内衣、工作袜 | | $4\times10^{-2}$ | $4\times10^{-2}$ | $4\times10^{-1}$ |
| 注：1）该区内的高污染子区除外。 | | | | |

B2.2 款“工作场所中的某些设备与用品，经去污使其污染水平降低至表 1-4 中所列设备类的控制水平的五十分之一以下时，经审管部门或审管部门授权的部门确认同意后，可当作普通物品使用。”

**3、放射性物质向环境排放的控制**

根据GB18871-2002 中 8.6.2 条款规定：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 倍排放注量的普通下水道，并应对每次排放作好记录：

a）每月排放的总活度不超过 10 $ALI_{min}$($ALI_{min}$是相应于职业照射的食入和吸入ALI值中的较小者，其具体数值可按B1.3.4 和B1.3.5 条的规定获得)；

b)每一次排放的活度不超过 1 $ALI_{min}$，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

根据B1.3.4 和B1.3.5 条规定，对于职业照射，在一定的假设下可将$I_{j,L}$用作ALI。由相应的单位摄入量的待积有效剂量的值得到放射性核素j的年摄入量限值$I_{j,L}$计算公式：

$$I_{j,L}=\frac{E_L}{e_j}$$

其中：DL—相应的有效剂量的年剂量限值，取 5mSv/a；

$e_j$—GB18871-2002 给出的放射性核素j的单位摄入量所致的待积有效剂量的相应值。本项目放射性核素排放导出限值见下表：

**表 1-5　放射性核素排放导出限值**

| 放射性核素 | 职业照射待积有效剂量(Sv/Bq)<br>食入 e（g） | ALImin<br>一次排放限值（Bq） | 10ALImin<br>月排放限值（Bq） |
|---|---|---|---|
| $^{18}F$ | $4.9\times10^{-11}$ | $1.02\times10^{8}$ | $1.02\times10^{9}$ |

**二、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）**

第 6.1.2 款 当职业照射受照剂量大于调查水平时，除记录个人监测的剂量结果外，并作进一步调查。本标准建议的年调查水平为有效剂量 5mSv，单周期的调查水平为 5mSv/（年监测周期数）。

**三、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）**

第 4.1 款 一般要求

4.1.4 开展核医学活动的工作场所应实行分级管理。

4.1.5 开展核医学活动的辐射工作场所应划分出控制区和监督区，合理布局工作场所，规划好人流、物流、气流路径，妥善收集、暂存和处理核医学活动中产生的放射性废物。

4.1.6 医疗机构应对开展核医学活动的工作场所和周围环境进行定期的辐射监测和评估，证明采取的辐射防护与安全措施的合理性。

4.1.7 开展核医学活动的医疗机构应制定恰当的辐射事故应急预案，做好辐射事故应急准备和响应工作安排，有效防范辐射事故或缓解辐射事故的后果。

第 4.2 款 辐射工作场所分级

应按照 GB 18871 的规定，将辐射工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分为甲级、乙级和丙级。

第 4.3 款 辐射工作场所分区

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。

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。

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。

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。

第 4.4 款 剂量限值与剂量约束值

4.4.1 剂量限值

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

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

4.4.3 放射性表面污染控制水平

核医学工作场所的放射性表面污染控制水平按照 GB 18871 执行。

第 5 款 选址和布局

第 5.1 款 选址

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。

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。

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。

第 5.5 款 布局

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。

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。

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。

第 6 款 工作场所的辐射安全与防护

第 6.1 款 屏蔽要求

6.1.5 距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μ Sv/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 10μ Sv/h。

6.1.6 放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μ Sv/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 25μ Sv/h。

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

6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。

第 6.2 款 场所安全措施要求

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。

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。

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。

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。

6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。

第 6.3 款 密闭和通风要求

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。

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。

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。

第 7 款 放射性废物的管理

第 7.1 款 一般要求

7.1.1 应根据核医学实践中产生废物的形态及其中的放射性核素的种类、半衰期、活度水平和理化性质等，按放射性废物分类要求将放射性废物进行分类收集和分别处理。

7.1.2 应按照废物最小化的原则区分放射性废物与解控废物，不能混同处理，应尽量控制和减少放射性废物产生量。

7.1.3 核医学实践中产生的短寿命放射性废物，应尽量利用贮存衰变的方法进行处理，待放射性核素活度浓度满足解控水平后，实施解控。不能解控的放射性废物，应送交有资质的放射性废物收贮或处置机构进行处理。

7.1.4 应建立放射性废物收集、贮存、排放管理台账，做好记录并存档备案。

第 7.2 款 固体放射性废物的管理

7.2.1 固体放射性废物收集

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。

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。

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。

7.2.2 固体放射性废物贮存

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。

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。

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。

7.2.2.4 废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

7.2.3 固体放射性废物处理

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 Bq/cm$^2$、β 表面污染小于 0.8 Bq/cm$^2$ 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

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；

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 0.1mSv/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 Bq/cm$^2$、其他α 发射体应小于 0.4 Bq/cm$^2$。

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。

7.3.1 放射性废液收集

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。

7.3.1.2 核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射后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。

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。

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。

7.3.2 放射性废液贮存

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。

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形物，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。

7.3.3 放射性废液排放

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

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；

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。

第 7.4 气态放射性废物的管理

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。

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。

第 8 款 辐射监测

第 8.1 款 一般要求

8.1.1 开展核医学诊疗实践的医疗机构应制定辐射监测计划，并按照计划落实监测工作，不具备辐射监测能力的单位，可以委托有能力的单位进行监测。

8.1.2 所有辐射监测记录应建档保存，测量记录应包括测量对象、测量条件、测量方法、测量仪器、测量时间和测量人员等信息。

8.1.3 应定期对辐射监测结果进行评价，监测中发现异常情况应查找原因并及时报告，提出改进辐射防护工作的意见和建议。

第 8.2 款 工作场所监测

8.2.1 应根据使用放射性核素种类、数量和操作方式，对核医学工作场所的外照射剂量率水平和表面放射性污染水平进行监测。

8.2.2 核医学工作场所辐射监测点位、内容和频次应包括但不限于表 1-6 的内容。

**表 1-6 核医学工作场所辐射监测关注点位**

| 监测内容 | 监测点位 | 监测频次 |
| --- | --- | --- |
| 辐射水平 | 控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位和存有放射性物质的装置/设备的表面 | 不少于 1 次/月 |
| 表面放射性污染 | 放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面，给药后患者候诊室，核素治疗场所的设施、墙壁和地面等，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。 | 每次工作结束（出现放射性药物洒落应及时进行监测） |

第 8.3 款 环境监测

开展核医学相关活动的机构应自行或委托有能力的监测机构对工作场所周围环境的辐射水平进行监测，监测频次应不少于 1 次/年。

第 8.4 款 个人剂量监测

8.4.1 核医学工作场所的工作人员应佩戴个人剂量计，对个人外照射剂量进行监测。

8.4.2 对于操作大量气态和挥发性放射性物质的工作人员，应根据场所的放射性气溶胶浓度开展内照射评价，当怀疑其体内受到放射性污染时，应进行体内放射性监测。

8.4.3 个人剂量档案应按照要求妥善保存，监测数据异常时，及时进行调查。

**四、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）**

第 5.1 款 工作场所平面布局和分区

5.1.3 核医学工作场所从功能设置可分为诊断工作场所和治疗工作场所。其功能设置要求如下：

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

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。

第 5.2 款 放射防护措施要求

5.2.4 分装药物操作宜采用自动分装方式，$^{131}I$ 给药操作宜采用隔室或遥控给药方式。

5.2.6 控制区的入口应设置电离辐射警告标志。

5.2.7 核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。

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

5.2.9 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。

5.2.10 扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。

第 6 款　操作中的放射防护要求

第 6.1 款 个人防护用品、辅助用品及去污用品配备

6.1.1 个人防护用品及去污用品

开展核医学工作的医疗机构应根据工作内容，为工作人员配备合适的防护用品和去污用品，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。当使用的 $^{99}Tc^{m}$ 活度大于 800 MBq 时，防护用品的铅当量应不小于 0.5 mmPb；对操作 $^{68}Ge$、$^{18}F$ 等正电子放射性药物和 $^{131}I$ 的场所，此时应考虑其他的防护措施，如：穿戴放射性污染防护服、熟练操作技能、缩短工作时间、使用注射器防护套和先留置注射器留置针等措施。

6.1.2　辅助用品

根据工作内容及实际需要，合理选择使用移动铅屏风、注射器屏蔽套、带有屏蔽的容器、托盘、长柄镊子、分装柜或生物安全柜、屏蔽运输容器/放射性废物桶等辅助用品。

第 6.2 款 放射性药物操作的放射防护要求

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。

6.2.2 装有放射性药物的给药注射器，应有适当屏蔽。

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。

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。

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。

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 1-1 规定值，应采取相应去污措施。

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 1-4 规定的表面污染控制水平的物品被带出控制区。

6.2.9 放射性物质的贮存容器或保险箱应有适当屏蔽。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。

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。

6.2.11 贮存和运输放射性物质时应使用专门容器，取放容器中内容物时，不应污染容器。容器在运输时应有适当的固定措施。

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。

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。

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，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。

第 7 款 患者或受检者放射防护要求

第 7.3 款 陪护者、探视者和家属的防护管理要求

7.3.1 开展核医学工作的医疗机构应向陪护者、探视者和家庭成员提供有关的辐射防护措施（例如限定接触或接近患者或受检者的时间等）及其相应的书面指导，用附录中给出的剂量控制参考值对其所受剂量加以约束，使其在患者或受检者诊断或治疗期间所受的剂量不应超过 5mSv。儿童应尽量避免探视已施用放射性药物的患者或受检者，无法避免时所受剂量不应超过 1mSv。

7.3.2 对接受放射性药物治疗的患者，应对其家庭成员提供辐射防护的书面指导。

五、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

第 6 款：X 射线设备机房防护设施的技术要求

第 6.1 款　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。

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、最小单边长度应不小于表 1-7 的规定。

**表 1-7　X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求**

| 设备类型 | 机房内最小有效使用面积（$m^2$） | 机房内最小单边长度（m） |
|---|---|---|
| CT 机（不含头颅移动 CT） | 30 | 4.5 |

第 6.2 款 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 1-8 的规定。

**表 1-8　不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求**

| 机房类型 | 有用线束方向铅当量 mmPb | 非有用束方向铅当量 mmPb |
|---|---|---|
| CT 机（不含头颅移动 CT）<br>CT 模拟定位机房 | 2.5 | |

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 1-8 的要求。

第 6.3 款 X 射线设备机房屏体外剂量水平

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 u Sv/h；

6.3.3 宜使用能够测量短时间出束和脉冲辐射场的设备进行测量，若测量仪器达不到响应时间要求，则应对其读数进行响应时间修正，修正方法参见附录 D。

第 6.4 款 X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

第 6.5 款 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 1-9 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除接入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅铅悬挂防护屏铅当量应不小于 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 个人防护用品不适用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

**表 1-9 个人防护用品和辅助防护设施配置要求**

| 放射检查类型 | 工作人员 | | 受检者 | |
|---|---|---|---|---|
| | 个人防护用品 | 辅助防护设施 | 个人防护用品 | 辅射防护设施 |
| CT 体层扫描（隔室） | — | — | 铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套<br>选配：铅橡胶帽子 | — |

注：1.“—”表示不做要求。

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。

六、《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB 37/596-2020）

第 4.2.6 款：医疗机构的低放射性废水、酸性废水等应单独收集处理后再排入医疗机构污水处理系统。水污染物排放浓度限值如表 1-10 所列。

表 1-10　水污染物排放浓度限值

| 序号 | 污染物 | 一级标准 | 二级标准 | 污染物排放监控位置 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 总α /(Bq/L) | 1 | | 放射性衰变池出口 |
| 2 | 总β /(Bq/L) | 10 | | |

**根据《临沂市肿瘤医院乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目环境影响报告表》评价内容、标准要求及环评批复要求，本次验收以 5.0mSv/a 作为职业工作人员的管理剂量约束值，以 0.1mSv/a 作为公众成员的管理剂量约束值，以 125mSv/a 作为职业工作人员四肢的当量剂量约束值，以 5.0mSv 作为慰问者的管理剂量约束值；以 25μSv/h 作为 PET-CT 中心控制区内部各房间外的剂量率参考控制水平；以 2.5μSv/h 作为 PET-CT 中心控制区边界外 0.3m 处的剂量率参考控制水平；取 40Bq/cm$^2$ 和 4Bq/cm$^2$ 分别作为 PET-CT 中心控制区和监督区β表面污染水平目标控制值；取 1Bq/L 和 10Bq/L 分别作为衰变池末端排放口废水中总α、总β放射性水平目标控制值。**

七、环境天然放射性水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，临沂市环境天然γ空气吸收剂量率见表 1-11。

表 1-11　临沂市环境天然辐射水平（×10$^{-8}$Gy/h）

| 监测内容 | 范　围 | 平均值 | 标准差 |
|---|---|---|---|
| 原 野 | 1.97～12.27 | 5.17 | 1.39 |
| 道 路 | 1.03～13.06 | 4.92 | 1.90 |
| 室 内 | 2.96～19.17 | 7.60 | 2.77 |

# 二、项目工程概况

## 2.1 项目基本情况

### 2.1.1 项目名称

临沂市肿瘤医院乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目。

### 2.1.2 项目性质

改扩建。

### 2.1.3 项目位置

临沂市肿瘤医院注册地址位于临沂市兰山区陵园东街 6 号，医院河东院区位于临沂市河东区中晟大街与智诚路交汇处。本项目扩建 PET-CT 中心建设于河东院区核医学科楼一层西侧。医院所在地理位置见附图 1，河东院区周边环境关系影像见附图 2，本项目评价范围包网络见附图 3，项目所在河东院区总平面布置见附图 4，核医学科楼一层总平面布置见附图 5，核医学科楼二层总平面布置见附图 6。

### 2.1.4 验收规模

环评规模：于医院河东院区核医学科楼一层西侧扩建 PET-CT 中心，拟购置一台 PET-CT，使用放射性同位素 $^{18}F$ 进行 PET-CT 扫描诊断。本次扩建 PET-CT 中心日等效最大操作量为 $1.3875\times10^{7}$Bq，年最大用量为 $4.1625\times10^{12}$Bq，原核医学工作场所日等效最大操作量为 $2.99\times10^{9}$Bq，本次扩建工程建成运行后，核医学工作场所日等效最大操作量为 $3.00\times10^{9}$Bq，仍属于乙级非密封放射性物质工作场所。

验收规模：于医院河东院区核医学科楼一层西侧扩建 PET-CT 中心，PET-CT 中心 $^{18}F$ 日等效最大操作量为 $1.3875\times10^{7}$Bq，原核医学工作场所日等效最大操作量为 $2.99\times10^{9}$Bq，PET-CT 中心扩建后核医学工作场所日等效最大操作量为 $3.00\times10^{9}$Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。购置一台 PET-CT，使用放射性同位素 $^{18}F$ 进行 PET-CT 扫描诊断。

本次验收规模内容详见表 2-1。

**表 2-1 本次验收核医学工作场所扩建 PET-CT 中心涉及使用的核素**

| 序号 | 核素 | 日最大操作量 Bq | 日等效最大操作 Bq | 年最大操作量 Bq | 工作场所分级 | 场所 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $^{18}F$ | $1.3875\times10^{10}$ | $1.3875\times10^{7}$ | $4.1625\times10^{12}$ | 乙级 | PET-CT 中心（河东院区核医学科楼一层西侧） |

## 2.2 辐射安全防护与污染物处置

### 2.2.1 项目选址及机房布置

1、扩建 PET-CT 中心的选址与布局

医院河东院区核医学科楼为单体建筑，为地上二层建筑。本次扩建 PET-CT 中心位于河东院区核医学科楼一层西侧，核医学楼北侧 35m 为金科地产在建商品楼，核医学科楼距离医院病房楼等人员聚集区较远，不临接产科、儿科、食堂等部门，周围无关人员少有停留，减少了公众受照射的概率；设有单独出、入口，出口不设置在门诊大厅、收费处等人群稠密区域。本项目选址基本合理。

核医学科楼四周相邻情况见表 2-2，本次扩建 PET-CT 中心周围现场照片见图 2-1。

**表 2-2　核医学科楼周围 50m 范围内环境一览表**

| 名称 | 方　向 | 场 所 名 称 |
|---|---|---|
| 核医学科楼 | 北 面 | 院内道路、院外道路、在建商品楼 |
| | 东 面 | 院内道路 |
| | 南 面 | 院内道路、停车场 |
| | 西 面 | 院内绿化、污水处理站 |
| | 上方 | $^{131}$I 甲癌治疗区域 |
| | 下方 | 地下土层 |

核医学科楼西侧院内绿化

核医学科楼南侧院内道路及停车场

核医学科楼北侧院内道路

核医学科楼东侧院内道路

PET-CT 中心楼上 $^{131}$I 甲癌治疗区域

核医学科楼北侧在建商品楼

**图 2-1　扩建 PET-CT 中心周围环境现场照片（拍摄于 2022 年 7 月）**

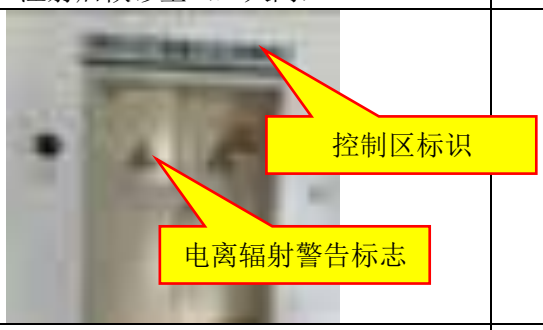
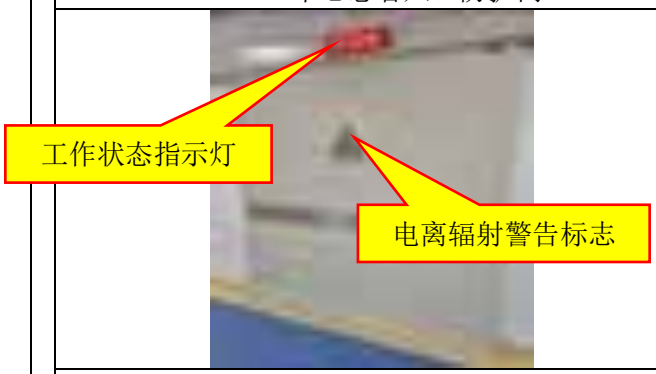
| | |
|---|---|
| | |
| 分装通风橱 | PET-CT 扫描间 |
| | |
| 自动分装仪 | 注射窗 |
| | |
| 注射后候诊室（三人间） | 患者通道 |
|  | |
| PET-CT 中心患者入口防护门 | 候诊室双向对讲装置 |
|  | |
| PET-CT 机房患者出入防护门 | 分装质控室 |

图 2-1（续） 扩建 PET-CT 中心周围环境现场照片（拍摄于 2022 年 7 月）

| | |
|---|---|
| | |
| 控制室 | 注射后候诊室（单人间） |
| | |
| 问诊处 | 控制室操作台 |
| | |
| 注射室 | 储源室 |
| | |
| 规章制度上墙 | 活度计 |
| | |
| 门禁系统 | 固定辐射剂量率仪 |

图 2-1（续） 扩建 PET-CT 中心周围环境现场照片（拍摄于 2022 年 7 月）

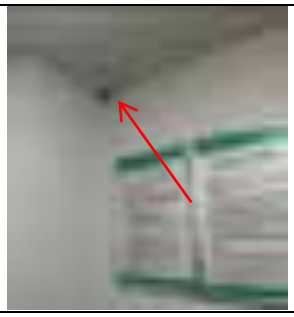
| | |
|---|---|
| | |
| 移动铅屏风 | X-γ 辐射剂量率仪 |
|  | |
| 视频监控 | 保险箱 |
| | |
| 放射性废物桶 | 个人防护用品 |
| | |
| 衰变池 | 铅罐 |
| | |
| 衰变池废水控制系统 | 核医学科通风控制系统 |

图 2-1（续） 扩建 PET-CT 中心周围环境现场照片（拍摄于 2022 年 7 月）

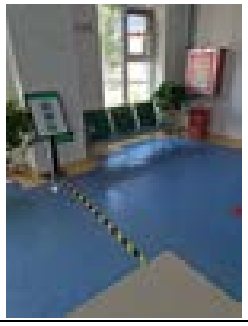
| | |
|---|---|
|  | |
| 监督区标识 | 表面污染监测仪 |
| | |
| 个人剂量报警仪 | 核医学科楼顶排风系统 |

**图 2-1（续） 扩建 PET-CT 中心周围环境现场照片（拍摄于 2022 年 7 月）**

**2、核医学工作场所分级、分区**

①分级

医院按照环境影响评价设计要求，本项目 PET-CT 中心放射性核素 $^{18}F$ 日等效最大操作量为 $1.3875\times10^{7}Bq$，原核医学工作场所日等效最大操作量为 $2.99\times10^{9}Bq$，为乙级非密封放射性物质工作场所，PET-CT 中心扩建后核医学工作场所日等效最大操作量为 $3.00\times10^{9}Bq$，仍属于乙级非密封放射性物质工作场所。

②分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 款规定，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。根据该规定要求，医院将 PET 中心划分为“控制区”和“监督区”两区管理。

（一）控制区：分装质控室、放废/储源室、注射室、PET-CT 扫描间、患者通道、2 个 PET-CT 注射后候诊室、留观室、抢救室、卫生通过间、放射性废水衰变系统划为控制区。

控制区防护及管理措施如下：

1）控制区入口和出口设置单向门和门锁权限控制，非有关职业人员严禁入内，不允许服药的患者随便出入，除特别需要外不允许亲友陪护；2）在控制区进入口防护门设置电离辐射警告标志，设置标明控制区的标志；3）对职业工作人员配备个人防护用品、个人衣物贮存柜，配备辐射防护监测仪、表面污染仪；4）工作场所严格按照 GB18871-2002 附录 B 中“表 B11 表面放射性物质污染控制水平”的有关规定执行；4）及时清理放射性

固废，患者痰液、呕吐物入专用收集容器。

（二）监督区：注射前候诊区、PET-CT 机房控制室、医护通道、保洁间、卫生间等划为监督区。

监督区防护及管理措施如下：

1）其他无关公众人员严禁入内；2）无药候诊区与控制区分割处设置有防护门，将控制区域监督区分开；3）监督区入口处设置指示监督区的标牌。

**3、核医学人流、物流路径**

（1）人流路径

本项目 PET-CT 中心设置了患者通道和医护通道的双通道，两通道分开不交叉：

①患者通道：

PET-CT（$^{18}$F）诊断患者从核医学科楼南侧门厅进入后，在一层东侧预约登记取片室登记，由西侧患者入口进入 PET-CT 中心，然后在注射室注射窗口接受注射，经 PET-CT 注射后候诊室候诊、PET-CT 扫描间扫描、检查后进入留观室观察后，由北侧患者出口离开 PET-CT 中心。

②医护通道

医护人员从核医学科楼南侧门厅进入、于医护人员入口进入 PET-CT 中心。其中负责设备操作的工作人员由医护通道向北进入控制室进行设备操作或通过连接 PET-CT 扫描间和控制室的小防护门进入 PET-CT 扫描间内指导患者摆位；其他核素操作人员进入分装质控室进行核素分装、注射药物等，工作结束后沿原路径返回卫生通过间更换干净衣服并进行表面污染检测，符合要求后再原路返回，由核医学楼南侧门厅离开。

（2）物流通道

①放射性药物路径

本项目放射性药物由专业公司负责运输，运输 $^{18}$F 药物的人员依次经核医学科楼南侧门厅、患者入口进入 PET-CT 中心，经患者通道、注射室进入分装质控室，将药物储存至分装指控室通风橱内贮存。

上述操作在开展诊疗前无人候诊时进行，使用厂家提供的铅罐运输，符合防护要求。

②放射性废物路径

本项目产生的放射性废物在注射后候诊室、留观室、分装质控室、注射室内放射性废物桶中暂存后转移至放废/储源室放射性废物衰变箱中贮存，衰变储存 30 天后可按一般医疗废物处理。放射性废物在放废/储源室衰变箱内衰变满足清洁解控水平后，经分装质控室、注射室、患者通道向北经患者出口离开 PET-CT 中心。

放射性废物运输选择在人员活动较少的清晨时段，避免对无关人员造成污染。

本项目核医学工作场所分区管理及人流、物流示意图详见附图 5。

### 2.2.2 辐射防护措施

本项目 PET-CT 中心按规定的分级标准进行分级，属于乙级非密封放射性物质工作场所；PET-CT 中心分为控制区和监督区，严格按区管理，避免人员误闯或误照。PET-CT 中心分别设置了患者通道、职业人员通道、药物通道，并规定了通行的路线和方向。本次验收的乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目 PET-CT 中心环境影响报告表防护措施与现场验收情况对比见表 2-3，本项目 PET-CT 中心主要房间屏蔽参数见表 2-4。

**表 2-3　本项目 PET-CT 中心环境影响报告表防护措施与验收情况对比表**

| 名称 | 环评内容 | 现场状况 |
|---|---|---|
| 位置 | 河东院区核医学科楼一层西侧 | 经现场勘查，与环评一致 |
| 分级分区 | 乙级非密封放射性物质工作场所；<br>核医学工作场所分为控制区和监督区 | 乙级非密封放射性物质工作场所；<br>核医学工作场所分为控制区和监督区 |
| 核医学人流、物流情况 | PET-CT 中心分别设置患者通道、职业人员通道、药物通道，并规定通行的路线和方向。 | PET-CT 中心分别设置了患者通道、职业人员通道、药物通道，并规定了通行的路线和方向。 |
| 各个房间四周墙体及室顶 | （具体屏蔽参数见表 2-4） | 经与医院核实，与环评一致。<br>（具体屏蔽参数见表 2-4） |
| 防护器材配备 | 核医学工作场所配置有个人防护用品，包括铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜等。此外配备有 CoMo-170 型手持式表面沾污仪 1 台、CRC-55TR 型活度计 1 台、BS9521 型 X-γ 辐射剂量当量率仪 1 台，RG1100 型个人剂量报警仪 3 台。 | 核医学工作场所 PET-CT 中心配置有个人防护用品，包括铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜等。此外配备有 CoMo-170 型表面污染监测仪 1 台、CRC-55TR 型活度计 1 台、RG32-3602P 型 X-γ 辐射剂量率仪 1 台，FJ2000 型个人剂量报警仪 3 台、固定式辐射剂量率仪 9 个。 |
| 其他安全防护措施 | 本项目 PET-CT 扫描间内设计有紧急停机按钮；机房防护门设计有闭门装置、工作状态指示灯、电离辐射警告标志，且工作状态指示灯能够与防护门有效联动；PET-CT 中心边界如控制区入口等处设计有电离辐射警告标志；场所内设置有明确的患者导向标识或导向提示；PET-CT 机房设计有观察窗和监控对讲装置，机房控制室与注射后候诊室之间设计有监控设备和对讲装置。本项目 PET-CT 校准源暂存于放废/储源室铅罐内，同时放废/储源室设置防盗门，并上锁，钥匙由专人保管。 | 本项目 PET-CT 扫描间内设置有紧急停机按钮；机房防护门设置有闭门装置、工作状态指示灯、电离辐射警告标志，门灯联动；PET-CT 中心边界如控制区入口防护门等处设置有电离辐射警告标志；场所内走廊设置有明确的患者导向提示；PET-CT 机房设置有观察窗和监控对讲装置，机房控制室与注射后候诊室之间设置有监控设备和对讲装置。本项目 PET-CT 校准源暂存于放废/储源室铅罐内，同时放废/储源室设置防盗门，并上锁，钥匙由专人保管。 |

| 表 2-3（续） 本项目 PET-CT 中心环境影响报告表防护措施与验收情况对比表 | | |
|---|---|---|
| 名称 | 环评内容 | 现场状况 |
| 通风设置 | 本项目放射性废气产生环节主要为放射性药物的取药、药物注射等工序。对于各工序产生的放射性废气，医院拟于场所内主要房间（分装质控室、注射室、放废/储源室、抢救室、患者通道、PET-CT 扫描间、PET-CT 注射后候诊室（含卫生间）、留观室（含卫生保洁间）、卫生通过间）设置专门的排风管道，废气经该排风管道穿过北侧墙体后引至该建筑的屋脊上方 3m 处单独排放。PET-CT 中心分装质控室的通风橱设计了单独的通风管道和风机（设计风速不小于 0.5m/s），与 SPECT-CT 通风橱的排风管道引至该楼的屋脊上方 3m 处、经同一根排气筒排放。<br>PET-CT 中心控制区均采用微负压的气流组织，PET-CT 通风橱单独排风机风量为 800m³/h ，PET-CT 其他房间排风系统的排风风量为 2500m³/h，2 处通风系统出口均设置活性炭高效过滤装置（活性炭饱和后更换，根据同类型项目经验，活性炭更换频次一般为 2 年一次），2 处排风口位于所在建筑物楼顶，总排放口高于屋脊约 3m。 | 医院于 PET-CT 中心主要房间（分装质控室、注射室、放废/储源室、抢救室、患者通道、PET-CT 扫描间、PET-CT 注射后候诊室、留观室、卫生通过间）设置有专门的排风管道，废气经该排风管道穿过北侧墙体后引至该建筑的屋脊上方 3m 处单独排放。PET-CT 中心分装质控室的通风橱设置单独的通风管道和风机（风速为 1.0 m/s），与 SPECT-CT 通风橱的排风管道引至该楼的屋脊上方 3m 处、经同一根排气筒排放。<br>PET-CT 中心控制区均采用微负压的气流组织， PET-CT 通风橱单独排风机风量为 800m³/h ，PET-CT 其他房间排风系统的排风风量为 2500m³/h。2 处通风系统出口均设置活性炭高效过滤装置（去除效率为 98%，更换频次一般为 2 年一次），2 处排风口均位于所在建筑物楼顶，总排放口高于屋脊约 3m。通风设置见附图 7。 |
| 放射性废水处理系统 | 本项目 PET-CT 中心放射性废水产生环节主要包括注射 $^{18}F$ 患者的排泄物（包括呕吐物）及冲洗水等。建设单位拟于 2 个 PET-CT 注射后候诊室、留观室设置患者专用卫生间，于卫生通过间、分装质控室设置洗手盆和地漏，于抢救室设置洗手盆，于注射室、患者通道处设置地漏，均通过专用下水管道通往核医学科楼西北侧 2 号放射性废水处理系统（与 $^{99m}Tc$ 放射性废水共用一套放射性废水处理系统，记为河东院区 2 号放射性废水处理系统，已通过验收）。该系统位于核医学科楼外西北侧，为地下式，在池盖上方粘贴电离辐射警告标志。<br>本项目放射性废水处理系统设计有 3 个衰变池，1#衰变池尺寸为 2.0m×1.0m×2.4m，有效容积约 4.8$m^3$，2#、3#衰变池均约为 2.0m×1.5m×2.4m，有效容积均约为 7.2$m^3$，总容积为 19.2$m^3$。衰变池池壁为 40cm 厚混凝土结构，池盖为 20mmPb 防护井盖。 | 医院于 2 个 PET-CT 注射后候诊室、留观室设置患者专用卫生间，于卫生通过间设置洗手、淋浴和地漏，于注射室、患者通道处设置地漏，均通过专用下水管道通往核医学科楼西北侧 2 号放射性废水处理系统（与 $^{99m}Tc$ 放射性废水共用一套放射性废水处理系统，记为河东院区 2 号放射性废水处理系统，已通过验收）。该系统位于核医学科楼外西北侧，为地下式，在池盖上方粘贴电离辐射警告标志。<br>本项目放射性废水处理系统设置有 3 个衰变池，1#衰变池尺寸为 2.0m×1.0m×2.4m，有效容积约 4.8$m^3$，2#、3#衰变池均约为 2.0m×1.5m×2.4m，有效容积均约为 7.2$m^3$，总容积为 19.2$m^3$。衰变池池壁为 40cm 厚混凝土结构，池盖为 20mmPb 防护井盖。 |

表 2-3（续） 本项目 PET-CT 中心环境影响报告表防护措施与验收情况对比表

| 名称 | 环评内容 | 现场状况 |
| --- | --- | --- |
| 放射性废水处理系统 | 该放射性废水处理系统由一套 PLC 控制，各池均设计有液位传感器，排水口处预留取样口，以便于对衰变后废水进行取样检测，各衰变池内泵体均采用切割型潜水泵，可将少量固体废物粉碎成颗粒，衰变后随废水一并排放。本项目放射性废水经专用管道进入放射性废水处理系统。具体工作流程如下：<br>废水经专用管道进入 1#衰变池内，当到达高液位或到达预设时间时启动潜水泵排入 2#衰变池，当 1#衰变池到达低液位或到达预设时间时停止潜水泵。当 2#衰变池满后启动潜水泵排入 3#衰变池，3#衰变池满时开始计时衰变，当到达衰变时间后启动 3#衰变池潜水泵，将废水通过管道排入医院污水处理站处理达标后最终排入市政污水管网。后续衰变依次类推。 | 该放射性废水处理系统由一套 PLC 控制，各池均设置有液位传感器，排水口处预留取样口，以便于对衰变后废水进行取样检测，各衰变池内泵体均采用切割型潜水泵，可将少量固体废物粉碎成颗粒，衰变后随废水一并排放。本项目放射性废水经专用管道进入放射性废水处理系统。具体工作流程如下：<br>废水经专用管道进入 1#衰变池内，当 1#衰变池池满后启动潜水泵排入 2#衰变池，当 1#衰变池到达低液位时停止潜水泵。当 2#衰变池满后启动潜水泵排入 3#衰变池，3#衰变池满时开始计时衰变，当到达衰变时间后启动 3#衰变池潜水泵，将废水通过管道排入医院污水处理站处理达标后最终排入市政污水管网。后续衰变依次类推，3 个衰变池为并联模式。本项目 PET-CT 中心放射性废水排放设置见附图 8，放射性废水处理系统（衰变池）设置见图 2-2。 |
| 放射性废物处理设施 | 本项目产生的放射性固废可分为四类，第一类为剩余放射性药物，PET-CT 中心根据前一天患者预约量制备药物，一般无剩余，若患者未及时就诊，拟将剩余的放射性药物随铅罐放置于放废/储源室，衰变至少 10 个半衰期后当做一般废物处置。<br>第二类为被污染的注射器、针头等，建设单位拟于分装质控室、注射室、2 个 PET-CT 注射后候诊室各放置 1 个放射性废物桶（屏蔽厚度为 3mm 铅当量，容积约为 5L），用于患者服药、候诊等过程中产生的放射性废物的暂存；于放废/储源室内设置 2 个放射性废物衰变箱，用于放射性废物的衰变。 | 本项目产生的放射性固废可分为四类，第一类为剩余放射性药物，PET-CT 中心根据前一天患者预约量制备药物，一般无剩余，若患者未及时就诊，将剩余的放射性药物随铅罐放置于通风橱内，衰变贮存 30 天后当做一般废物处置。<br>第二类为被污染的注射器、针头等，医院于分装质控室、注射室、2 个 PET-CT 注射后候诊室各放置 1 个放射性废物桶（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积约为 5L），用于患者服药、候诊等过程中产生的放射性废物的暂存；于放废/储源室内设置 1 个放射性废物衰变箱，用于放射性废物的衰变。 |

表 2-3（续） 本项目 PET-CT 中心环境影响报告表防护措施与验收情况对比表

| 名称 | 环评内容 | 现场状况 |
| --- | --- | --- |
| 放射性废物处理设施 | 本项目所用放射性废物衰变箱均按照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的相关规定，于衰变箱上设置放射性标志并在显著位置设置标签，标注废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等。此外，在衰变箱内放置有专用塑料袋直接收纳废物，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。每袋废物质量不超过 20kg，表面剂量率不超过 0.1mSv/h，包装体外表面的污染控制水平＜0.4 Bq/cm$^2$。本项目放废/储源室衰变箱内的放射性废物经设定周期存放后可达到解控水平，经监管部门确认或批准，按一般医疗废物处理（医疗废物属于危险废物，废物代码为 831-001-01），交于具有相应危险废物处置资质的单位进行规范处置。<br>第三类为衰变池内的沉渣，大部分沉渣经设定周期存放后可达到解控水平，经审管部门确认或批准，由切割型排水泵粉碎后随废水一并排放，对于少量难于排出的沉渣，进行酸化预处理后排入下水道系统。<br>第四类为通风系统更换下的废活性炭，属于放射性固体废物，放置于衰变箱内暂存衰变，达到清洁解控水平后按照一般医疗废物处置。 | 医院于 PET-CT 中心衰变箱上均设置放射性标志，并在显著位置设置标签，标注废物类型、核素种类、比活度水平和存放日期等。此外，在衰变箱内放置有专用塑料袋直接收纳废物，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。每袋废物质量不超过 20kg。本项目放废/储源室衰变箱内的放射性废物经设定周期（30 天）存放后可达到解控水平，按一般医疗废物处理（医疗废物属于危险废物，废物代码为 831-001-01），交于具有相应危险废物处置资质的单位进行规范处置。<br>第三类为衰变池内的沉渣，大部分沉渣经设定周期存放后可达到解控水平，经审管部门确认或批准，由切割型排水泵粉碎后随废水一并排放，对于少量难于排出的沉渣，进行酸化预处理后排入下水道系统。<br>第四类为通风系统更换下的废活性炭，属于放射性固体废物，放置于衰变箱内暂存衰变，达到清洁解控水平后按照一般医疗废物处置。 |

## 表 2-4　本项目 PET-CT 中心主要房间屏蔽参数

<table>
<tr><th rowspan="2">序号</th><th rowspan="2">项目</th><th colspan="2">尺寸 m</th><th colspan="2">四周墙体</th><th colspan="2">室顶</th><th rowspan="2">防护门</th><th rowspan="2">窗</th></tr>
<tr><th>环评阶段</th><th>现场情况</th><th>环评阶段</th><th>现场情况</th><th>环评阶段</th><th>现场情况</th></tr>
<tr><td>1</td><td>PET-CT 注射后候诊室（3 人间）</td><td>5.0×6.8×4.0</td><td rowspan="10">经现场勘察，与环评一致</td><td>南墙为 400mm 混凝土，其他周围墙体为 260mm 混凝土+370mm 实心砖；卫生间墙体为 240mm 实心砖</td><td rowspan="10">经与医院核实，与环评一致。</td><td rowspan="10">室顶均为 350mm 混凝土</td><td rowspan="10">经与医院核实，与环评一致</td><td>9mmPb；卫生间防护门为 4mmPb</td><td>—</td></tr>
<tr><td>2</td><td>PET-CT 注射后候诊室（1 人间）</td><td>5.0×2.7×4.0</td><td>周围墙体为 260mm 混凝土+370mm 实心砖</td><td>8mmPb</td><td>—</td></tr>
<tr><td>3</td><td>留观室</td><td>5.0×2.7×4.0</td><td>周围墙体及卫生间墙体为 260mm 混凝土+370mm 实心砖</td><td>2 个防护门：7mmPb</td><td>—</td></tr>
<tr><td>4</td><td>分装质控室</td><td>4.4×2.9×4.0</td><td>周围墙体为 260mm 混凝土</td><td>3 个防护门：9mmPb</td><td>40mmPb</td></tr>
<tr><td>5</td><td>放废/储源室</td><td>2.4×2.2×4.0</td><td>周围墙体为 260mm 混凝土</td><td>东防护门：9mmPb</td><td>—</td></tr>
<tr><td>6</td><td>注射室</td><td>2.6×2.9×4.0</td><td>南墙为 400mm 混凝土，其他周围墙体为 260mm 混凝土+370mm 实心砖；卫生间墙体为 240mm 实心砖</td><td>西防护门：9mmPb</td><td>—</td></tr>
<tr><td>7</td><td>抢救室</td><td>4.6×2.6×4.0</td><td>周围墙体为 260mm 混凝土+370mm 实心砖</td><td>7mmPb</td><td>—</td></tr>
<tr><td>8</td><td>PET-CT 扫描间</td><td>7.1×7.8×4.0</td><td>周围墙体及卫生间墙体为 260mm 混凝土+370mm 实心砖</td><td>大小防护门均为 9mmPb</td><td>25mmPb</td></tr>
<tr><td>9</td><td>卫生通过间</td><td>7.1×1.8×4.0</td><td>周围墙体为 260mm 混凝土</td><td>2 个防护门：5mmPb</td><td>/</td></tr>
<tr><td>10</td><td>患者通道</td><td>2.7×12.4×4.0</td><td>周围墙体为 260mm 混凝土</td><td>北防护门：7mmPb，南防护门：8mmPb</td><td>/</td></tr>
</table>

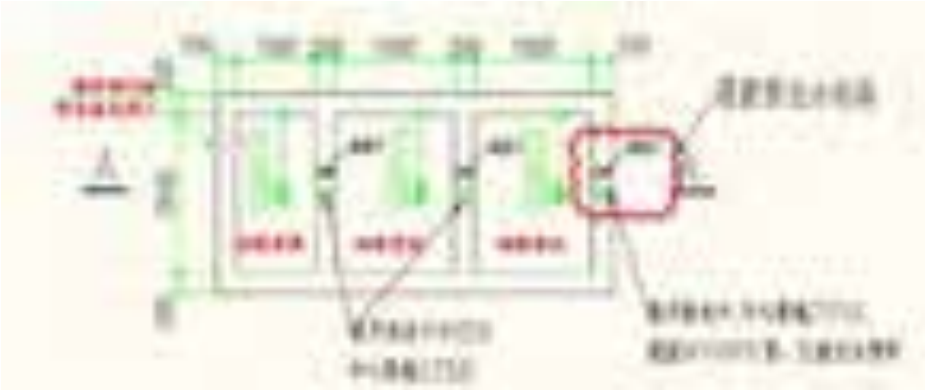


图 2-2（a）本项目放射性废水处理系统平面图

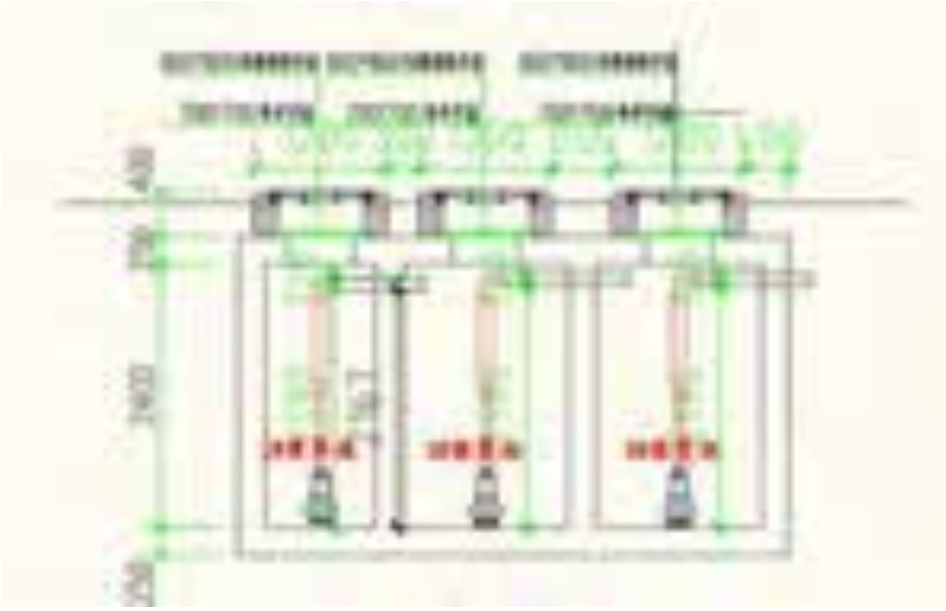


图 2-2（b）本项目放射性废水处理系统剖面图(A-A)

### 2.2.3 诊断原理和流程

①诊断原理

PET全称是正电子发射型计算机断层扫描显像仪(positron emission tomography，简称PET)，是反映病变的基因、分子、代谢及功能状态的显像设备。它是利用正电子核素标记葡萄糖等人体代谢物作为显像剂，通过病灶对显像剂的摄取来反映其代谢变化，从而为临床提供疾病的生物代谢信息。

CT是常用的断层显象技术，可以清楚地获得病变的解剖结构信息，但仅靠结构特点难以作出准确的判断。PET-CT是将PET与CT整合在一台仪器上，组成一个完整的显像系统，被称作PET-CT系统。病人在检查时经过快速的全身扫描，可以同时获得CT解剖图像，以及PET功能代谢图像，两种图像优势互补，从而可对疾病作出全面、准确的判断。PET使用正

电子示踪剂（如$^{18}F$），核素释放的正电子在组织内移行的距离很短，依据能量的不同一般在$10^{-1}$cm到$10^{-2}$cm的范围内。

核素衰变过程中正电子从原子核内放出后很快与自由电子碰撞湮灭，转化成一对方向相反的γ 光子。在光子飞行方向上设置一对探测器，几乎可同时接收到这两个光子，通过环绕360° 排列的多组配对探头，得到探头对连线上的一维信息，将信号向中心点反投射并加以适当的数学处理，便可形成断层示踪剂分布图像。正电子发射及其湮灭反应如下：

$$\beta^{+} + \beta^{-} \rightarrow \gamma + \gamma + Q\text{（能量）}$$

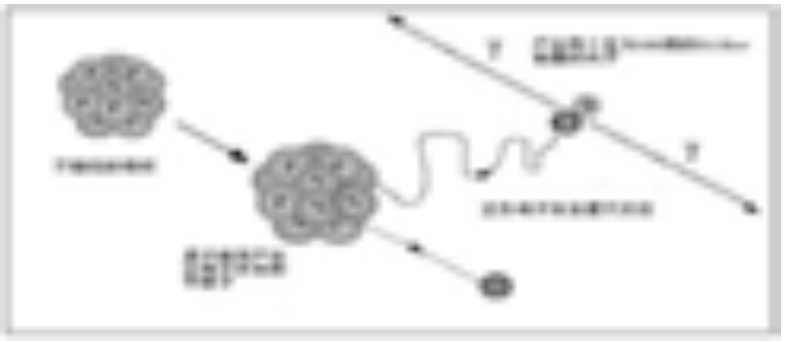


**图 2-3 正电子发射及其湮灭**

当由正电子放射性核素所标记的示踪剂（显像剂）注入血流后，到达全身，聚集在特定的器官或某一部位，凡代谢率高的组织或病变在PET上呈明确的高代谢亮信号，凡代谢率低的组织或病变在PET上呈低代谢暗信号。

②使用$^{18}F$进行PET-CT扫描流程

1、接受受检者预约后，医院收集病人病史，并对病人做常规检查；

2、根据病人病情，根据剂量于分装质控室内控制进行自动分装；

3、医护人员将分装质控室通风橱中内取药后于注射窗口处对患者进行注射；

4、施药后受检者在注射后候诊室休息一段时间（约50-60min），然后进入PET-CT扫描间，进行检查；

5、检查结束后，进入留观室留观一段时间（约20min），无异常从病人专用通道离开。

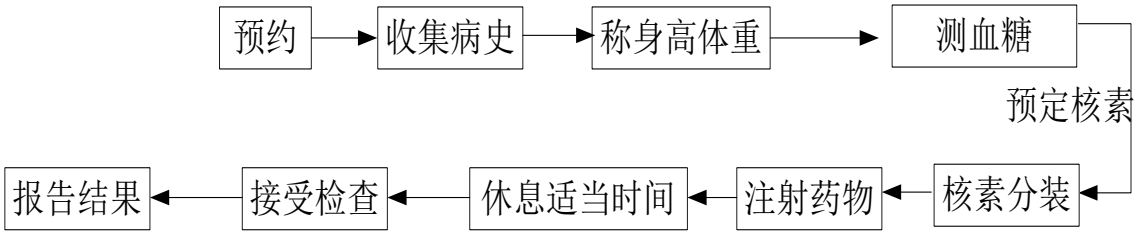



**图 2-4 $^{18}F$ 患者诊疗流程简图**

### 2.2.4 核素订购、接收与使用

医院根据患者预约情况订购药物，药物盛放在铅罐中，核素由供药单位送至本项目 PET-CT 中心分装质控室通风橱内，由核医学科专人在 PET-CT 中心分装质控室中接收、签字。使用时，由医护人员打开铅罐，远程操控自动分装机在通风橱内根据患者用量进行自动分装，然后于分装质控室注射窗口处对患者进行注射，注射后患者根据疾病类型于注射后候诊室休息一定时间， PET-CT 扫描后进入留观室留观一段时间，无异常后离开。

### 2.2.5 污染因子及污染分析

**1.正常工况**

（1）γ 射线

根据核素特性，$^{18}F$ 衰变过程中发射（产生）正电子，正电子与原子核周围的轨道电子（负电子）发生结合，同时释放两个能量相等方向相反的 γ 光子（0.511MeV），即 γ 射线。γ 射线穿透能力较强，可能会对周围环境会造成一定的辐射影响。

（2）X 射线

PET-CT 开机后产生 X 射线，由于 X 射线的贯穿能力极强，对周围环境可能造成辐射污染，但运行时产生的 X 射线随射线装置的开、关而产生和消失。在射线装置开机时间内的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

（3）表面污染

工作人员在操作非密封放射性物质时，如发生撒漏，会引起工作台、地面等放射性沾污，造成 β 放射性表面污染。

（4）放射性废气

$^{18}F$ 药物属液体状态，储存和施药时一般在密闭容器中，挥发量极少。

（5）放射性废水

患者注射放射性药物后，所产生的排泄物及冲洗水等含有放射性核素。另外，清洗去污可产生放射性废液。分装质控室、患者专用卫生间等均设有专用下水管道通往衰变池内。

（6）放射性固体废物

本项目产生的放射性固废可分为四类，第一类为剩余放射性药物；第二类为被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿及擦拭表面污染的抹布等；第三类为衰变池内产生的沉渣；第四类为通风系统更换下的废活性炭。

**2.事故工况**

（1）在核素转移和注射过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的放射性物质泄漏或倾洒，对工作台面、地面造成的放射性表面污染。

（2）由于管理不善，发生放射性药物失窃，造成人员受照事故。

（3）由于管理不善，使放射性废水、放射性固废未经足够时间的衰变排放，对环境和人体造成一定的危害。

综上所述，核医学工作场所污染因素主要是γ 射线、X 射线、表面污染、放射性废水、放射性固体废物。

**2.2.6 三废的治理**

**①放射性废物**

（1）第一类放射性固体废物。剩余的放射性药物随铅罐放置于放废/储源室衰变箱中，贮存 30 天后当做一般医疗废物处置。

（2）第二类放射性固体废物。被污染的注射器、针头、手套、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿及擦拭表面污染的抹布等，经衰变桶收集后转移至放废/储源室内的衰变箱中进行暂存衰变，经衰变贮存 30 天后按照一般医疗废物处理。

PET 注射室和分装质控室、注射后候诊室各设置 1 个放射性废物箱（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 5L）专用于 $^{18}F$ 放射性废物收集，对每天产生的含 $^{18}F$ 的放射性废物进行收集后，转移至储源间的放射性废物衰变箱（屏蔽厚度为 20mm 铅当量，容积为 320L），在衰变箱内停留衰变达到解控水平后，与其他医疗废物一起交有资质的单位处置。医院自 2022 年 1 月初试运行起，截止到 2022 年 8 月份，放射性废物产生约 50kg，该废物收集后贮存 30 天后按照一般医疗废物处理。

（3）第三类放射性固体废物。衰变池内的大部分沉渣经设定周期存放后可达到解控水平，经审管部门确认或批准，由切割型排潜水泵粉碎后随废水一并排放，对于少量难于排出的沉渣，进行酸化预处理后直接排入下水道系统。

（4）第四类放射性固体废物。定期更换的废活性炭置于衰变箱中，经 10 个半衰期及以上，经衰变达到解控水平后，按医疗废物交有资质的单位处理。

本项目放射性废物衰变箱按照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的相关规定，于放射性衰变箱上设置放射性标志并在显著位置设置标签，标注废物类型、核素种类、存放日期等。此外，在衰变箱内放置有专用塑料袋直接收纳废物，对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，先装入利器盒中，然后在装入专用塑料袋内。

② 放射性废水

放射性废水处理系统设置在核医学科楼西北侧 2 号放射性废水处理系统（与 $^{99m}$Tc 放射性废水共用一套放射性废水处理系统，记为河东院区 2 号放射性废水处理系统，已通过验收），为地下式。该系统设置有 3 个衰变池，1#衰变池尺寸为 2.0m×1.0m×2.4m，有效容积约 4.8$^3$，2#、3#衰变池均约为 2.0m×1.5m×2.4m，有效容积均约为 7.2m$^3$，总容积为 19.2m$^3$。衰变池池壁为 40cm 厚混凝土结构，池盖为 20mmPb 防护井盖，所采用的材质满足防渗漏的要求。该放射性废水处理系统 3 个衰变池采用并联模式，由一套 PLC 控制，各池均设置有液位传感器，排水口处预留取样口，各衰变池内泵体均采用切割型潜水泵，可将少量固体废物粉碎成颗粒，衰变后随废水一并排放。废水经专用管道进入 1#衰变池内，当 1#衰变池池满后启动潜水泵排入 2#衰变池，当 1#衰变池到达低液位后停止潜水泵。当 2#衰变池满后启动潜水泵排入 3#衰变池，3#衰变池满时开始计时衰变，当到达衰变时间后启动 3#衰变池潜水泵，将废水通过管道排入医院污水处理站处理达标后最终排入市政污水管网。后续衰变依次类推。

本项目含 $^{18}$F 放射性废水由专用管道，排至本项目所在核医学科楼西北侧的 2 号放射性废水处理系统，在 3#衰变池停留衰变 30 天后满足一次排放限值和月排放限值后，排至医院污水处理站处置。

医院委托山东嘉源检测技术股份有限公司对放射性废水中总α 、总β 进行了监测，核医学工作场所放射性废水中总α 、总β 分别为 0.093 Bq/L、0.176 Bq/L，低于《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）中规定的医疗机构污水处理系统放射性衰变池出口总α 1Bq/L 的排放标准和总β 10Bq/L 的排放标准。

医院自 2022 年 1 月运行起，截止到 2022 年 8 月份，未排放 $^{18}$F 放射性废水。$^{18}$F 放射性废水产生量为 0.01 m$^3$/d,河东院区 2 号放射性废水衰变系统现有放射性废水量约为 3m$^3$。

③放射性废气

本项目放射性废气产生量极少，核医学工作场所 PET-CT 中心设置有通风系统，为专用排风系统和管道。通风系统出口设置了活性炭过滤器（约 2 年更换一次，去除效率 89%），总排风口末端位于楼顶上方，高于房顶 3.0m，楼顶一般无人员停留。排风系统设置符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021） 《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）规定，不会对周围环境和周围人员造成影响。

本项目 PET-CT 中心控制区均采用微负压通风，保证监督区气流由清洁区进入污染控制

区，保证污染气流不进入清洁区。排风管道设反风阀，防止排风反流。经与医院核实，PET-CT 通风橱单独排风机风量为 800m³/h ，PET-CT 其他房间排风系统的排风风量为 2500m³/h。

# 三、环评要求及落实情况与批复落实情况

环境影响评价报告表批复与验收情况的对比

批复与验收情况对比见表 3-1。

**表 3-1　环境影响评价报告表批复与验收情况对比**

<table>
<tr><th colspan="2">环境影响报告表批复意见（简述）</th><th>验收时落实情况</th></tr>
<tr><td colspan="2">一、临沂市肿瘤医院河东院区位于临沂市河东区中晟大街与智诚路交汇处。为提高放射诊疗水平，拟对核医学工作场所进行扩建：于核医学科楼一层西侧扩建 PET-CT 中心，拟购置一台 PET-CT，使用放射性同位素 $^{18}F$ 进行 PET-CT 扫描诊断。本次扩建 PET-CT 中心日等效最大操作量为 $1.3875\times10^{7}Bq$，年最大用量为 $4.1625\times10^{12}Bq$。原核医学工作场所日等效最大操作量为 $2.99\times10^{9}Bq$，本次扩建工程建成运行后，核医学工作场所日等效最大操作量为 $3.00\times10^{9}Bq$，按乙级非密封放射性物质工作场所管理。项目总投资 6000 万元，其中环保投资 500 万元，占总投资的 8.33%。<br>本项目为扩建项目。从环境保护的角度，我局同意该项目报告表提出的规模、地点和环境保护对策。</td><td>临沂市肿瘤医院河东院区位于临沂市河东区中晟大街与智诚路交汇处。医院对河东院区核医学工作场所进行扩建：于核医学科楼一层西侧扩建 PET-CT 中心，新购置一台 PET-CT，使用放射性同位素 $^{18}F$ 进行 PET-CT 扫描诊断。本次扩建 PET-CT 中心日等效最大操作量为 $1.3875\times10^{7}Bq$，年最大用量为 $4.1625\times10^{12}Bq$。原核医学工作场所日等效最大操作量为 $2.99\times10^{9}Bq$，本次扩建工程建成运行后，核医学工作场所日等效最大操作量为 $3.00\times10^{9}Bq$，按乙级非密封放射性物质工作场所管理。项目总投资 4000 万元，其中环保投资 200 万元，占总投资的 5.00%。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">二、该项目应严格按照环境影响报告表及以下要求，落实和完善辐射安全与防护措施，从事辐射工作。</td><td>（一）严格执行辐射安全管理制度<br>1. 落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。医院设立辐射安全与环境保护管理机构，指定 1 名本科以上学历、专职负责辐射安全管理工作的技术人员，统一负责全院的辐射安全管理工作。各辐射工作场所应安排相应的技术人员负责各自的辐射安全工作，落实岗位职责。<br>2. 落实辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。</td><td>1.医院严格落实辐射安全管理责任制，签订了辐射工作安全责任书，明确了法人代表马颖霞为医院辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。医院成立了辐射安全管理委员会，指定寇瑞东（本科）专职负责医院的辐射安全管理工作，各辐射工作场所均安排了相应的技术人员负责各自的辐射安全工作，医院明确了辐射工作岗位，落实了岗位职责。<br>2.医院制定了《辐射工作安全责任书》《辐射防护和安全保卫制度》《PET/CT 操作规程》《放射性药物操作规程》《放射性核素操作防护制度》《核医学科岗位职责》《监测方案》《放射工作人员培训计划》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《辐射安全防护自行检查和年度评估制度》《个人剂量监测管理规定》等制度，医院并严格落实以上制度，并建立了辐射安全管理档案。</td></tr>
<tr><td>（二）加强辐射工作人员及患者的安全和防护工作<br>1.制定培训计划，组装辐射工作人员参加辐射安全培训和再培训，经考核后持证上岗；考核不合格的不得从事辐射工作。</td><td>1.医院制定了《放射工作人员培训计划》，医院河东院区核医学科配备了 10 名辐射工作人员，均通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核，且均处于有效期内。</td></tr>
</table>

## 表 3-1（续） 环境影响评价报告表批复与验收情况对比

| 环境影响报告表批复意见（简述） | | 验收时落实情况 |
|---|---|---|
| 二、该项目应严格按照环境影响报告表及以下要求，落实和完善辐射安全与防护措施，从事辐射工作。 | （二）加强辐射工作人员及患者的安全和防护工作<br>2.建立辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。从事辐射工作的医护人员，应当将个人剂量计佩戴在防护服内。安排专人负责个人剂量监测管理工作，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向环保部门报告。<br>3.辐射工作人员应穿戴铅衣、铅帽、铅眼镜等个人防护用品，并在铅防护屏后工作，确保辐射工作人员所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的标准限值。<br>4.从事放射治疗或诊断时，应对患者采取有效辐射安全与防护措施，严格控制受照剂量。 | 2.医院已委托有资质单位为辐射工作人员佩戴个人剂量计，并每 3 个月进行一次个人剂量监测。建立了辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档，并严格按照要求进行档案管理与保存。从事辐射工作的医护人员，医院要求将个人剂量计佩戴在防护服内。项目运行期间，未发现个人剂量监测结果异常情况。<br>3.从事辐射工作时，工作人员严格执行防护要求，穿戴铅衣、铅帽、铅眼镜等个人防护用品开展工作。本项目公众人员和职业人员的剂量值均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定和环评报告表的剂量限值要求。<br>4.医院为患者提供铅衣、铅帽等个人防护用品，提供了必要的防护措施。 |
| | （三）做好辐射工作场所的安全和防护工作<br>1.医院辐射工作场所醒目位置上应设置电离辐射警告标志，标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。<br>2.医院辐射工作场所应采取有效屏蔽措施，确保距机房外 0.3 处空气比释动能率不大于 2.5μ Gy/h，同时保持良好通风。<br>3.制定并严格执行辐射环境监测计划，本项目至少配备 1 台辐射巡测仪，开展辐射环境监测，并向生态环境部门上报监测数据。 | 1.医院在河东院区核医学工作场所 PET-CT 中心入口、出口防护门等辐射工作场所醒目位置上均设置了符合标准要求的电离辐射警告标志。<br>2.核医学辐射工作场所 PET-CT 中心各房间均采取实体屏蔽措施，由验收监测数据可知，PET-CT 中心各房间距机房外 0.3 处空气比释动能率均不大于 2.5 μ Gy/h。PET-CT 中心设置了专用通风系统，能保证整个 PET-CT 中心良好通风。<br>3.医院制定了《监测计划》，并严格执行辐射环境监测计划。本项目配备了 1 台 X-γ 辐射剂量率仪，1 台表面污染监测仪，开展辐射环境监测，并及时向生态环境部门上报监测数据。 |
| | （四）制定并定期修订本单位的辐射事故应急预案，组织开展应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫生等部门报告。 | 医院制定了《辐射安全事故应急预案》，于 2022 年 7 月 16 日在核医学工作场所进行了应急演练，医院核医学工作场所运行期间未发生辐射事故。 |

# 四、 验收监测

为掌握 PET-CT 正常运行情况下医院河东院区核医学工作场所 PET-CT 中心周围的剂量率水平和表面污染水平，本次验收对医院河东院区核医学工作场所 PET-CT 中心进行了现场监测，根据现场条件和相关监测标准、规范进行合理布点。

此外，本次验收委托山东嘉源检测技术股份有限公司对放射性废水中总α 、总β 比活度进行监测。

## 4.1 监测对象

医院河东院区核医学工作场所 PET-CT 中心周围辐射环境水平、放射性废水。

## 4.2 监测项目

X-γ 辐射剂量率、β 表面污染、放射性废水中总α 、总β 。

## 4.3 监测时间与环境条件

①监测单位：山东鼎嘉环境检测有限公司　监测时间：2022 年 7 月 28 日，环境条件：天气：晴，温度：27.2℃，相对湿度：55.6%。

②放射性废水：送样日期：2022 年 8 月 3 日，测试时间：2022 年 8 月 6 日～8 月 10 日。

## 4.4 监测技术规范

依据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）　《环境γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）　《表面污染测定 第一部分：β 发射体（$E_{\beta max}$＞0.15MeV）和α 发射体》（GB/T14056.1-2008）的要求和方法进行 PET-CT 中心周围辐射环境水平验收现场测量，每个监测点读取 10 个测量值为一组，取其平均值，经校准计算后作为最终测量结果；依据《水质 总β 放射性的测定 厚源法》（HJ 899-2017）对送检水样进行检测。

## 4.5 监测单位

本次验收由具备生态环境监测资质的山东鼎嘉环境检测有限公司、山东嘉源检测技术股份有限公司开展监测。

## 4.6 监测仪器

监测仪器主要技术参数见表 4-1。

**表 4-1　监测仪器参数一览表**

| 监测单位 | 设备名称 | 设备型号 | 设备编号 | 测量范围 | 检定/校准单位 | 检定/校准证书编号 | 检定/校准有效期至 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 山东鼎嘉环境检测有限公司 | 便携式多功能射线检测仪 | BG9512P/BG7030 | A-1804-01 | 吸收剂量率：10nGy/h～200μGy/h<br>能量范围：25keV～3MeV | 山东省计量科学研究院 | Y16-20220370 | 2023 年 3 月 8 日 |
| | 辐射检测仪 | AT1123 | A-1804-02 | 吸收剂量率：50nSv/h～10Sv/h<br>能量范围：15keV～3MeV | | Y16-20220471 | 2023 年 4 月 22 日 |
| | α-β 表面污染仪 | BG9621/BG7040 | A-1804-03 | α：0.1-99999cps<br>β：0.1-99999cps<br>相对基本误差：≤±15% | | Y15-20220074 | 2023 年 4 月 15 日 |
| 山东嘉源检测技术股份有限公司 | 低本底α β 测量仪 | WIN 8A | A1504-ZX66 | α（4π）（8.0E-03～4.0E+04）Bq/L<br>β（4（1.6E+00～4.5E+04）Bq/L | 济南市计量检定测试院 | 22000492094 | 2024-05-04 |

## 4.7 监测人员与监测方式

本次核医学工作场所 PET-CT 中心辐射环境监测由两名监测人员共同进行现场验收监测。每个测点辐射剂量率读取 10 个测量值为一组，经仪器效率校准并扣除宇宙射线响应值计算后作为最终测量结果；表面污染读取 10 个测量值为 1 组，取其平均值作为最终测量结果。

实验室分析，取核医学工作场所 PET-CT 中心已封存衰变 30 天的衰变池废水 2L，经浓缩、蒸干、碳化、灰化后在低本底α 、β 检测仪上测量总α 、β ，计算得最终结果。

## 4.8 监测点位

核医学工作场所 PET-CT 中心 X-γ 辐射剂量率监测共布点 106 个，表面污染水平监测共布点 60 个，布点示意图见图 4-1～图 4-2。

## 4.9 监测结果

核医学工作场所 PET-CT 中心 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 4-2～表 4-3，β 表面污染水平监测结果见表 4-4，核医学工作场所衰变池排放口废水中总α 、总β 分析结果见表 4-5。

图 4-1 PET-CT 中心 X-γ辐射剂量率、β表面污染监测点位示意图

圖 4-2 林医学校二階 X－γ 線射別線量率、β 表面汚染測点位置図

**表 4-2 PET-CT 中心 X-γ 辐射剂量率监测结果**

| 序号 | 点位描述 | | 监测结果（nGy/h） | | 备注 | 分区 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平均值 | 标准偏差 | | |
| A1 | 储源间 | 东墙外 30cm 处 | 91.8 | 1.7 | $^{68}$Ge 放置于储药铅罐内 | 监督区 |
| A2 | | 北门外 30cm 处（巡测最大值） | 93.1 | 1.6 | | 控制区 |
| A3 | | 南墙外 30cm 处 | 105.9 | 1.7 | | 监督区 |
| A4 | | 北墙外 30cm 处 | 101.2 | 1.7 | | 控制区 |
| A5 | | 西墙外 30cm 处 | 93.2 | 1.8 | | |
| A6 | | 东门外 30cm 处（巡测最大值） | 97.0 | 1.5 | | 监督区 |
| A7 | | 楼上地面 30cm 处 | 104.2 | 1.6 | | |
| A8 | 分装质控室 | $^{18}$F 储药铅罐外 5cm 处 | 3.799 μGy/h | 0.03 | 34mCi$^{18}$F 放置于储药铅罐或铅罐放置于分装通风橱内 | 控制区 |
| A9 | | $^{18}$F 储药铅罐外 1m 处 | 412.2 | 1.7 | | |
| A10 | | 手部-$^{18}$F 储药铅罐打开状态 | 0.685 mSv/h | 0.03 | | |
| A11 | | 身体-$^{18}$F 储药铅罐打开状态 | 2.312 μSv/h | 0.02 | | |
| A12 | | 通风橱西侧外表面 30cm 处 | 190.5 | 1.7 | | |
| A13 | | 通风橱东侧外表面 | 68.7 | 1.4 | | |
| A14 | | 通风橱北侧外表面 30cm 处（人员操作位） | 70.3 | 1.3 | | |
| A15 | | 通风橱北侧外表面 | 67.9 | 0.9 | | |
| A16 | | 观察窗外 30cm 处 | 69.5 | 1.3 | | |
| A17 | 分装质控室 | 东墙外 30cm 处 | 100.4 | 1.1 | 模拟注射 1 个病人（15mCi$^{18}$F）时巡测 | 监督区 |
| A18 | | 北门外 30cm 处（巡测最大值） | 87.9 | 1.2 | | 控制区 |
| A19 | | 北墙外 30cm 处 | 94.2 | 1.0 | | |
| A20 | | 南墙外 30cm 处 | 104.9 | 0.8 | | |
| A21 | | 西墙外 30cm 处 | 103.9 | 0.8 | | |
| A22 | | 南门外 30cm 处（巡测最大值） | 93.2 | 1.0 | | |
| A23 | | 楼上地面 30cm 处 | 102.6 | 1.3 | | |
| A24 | | 自动分装仪外 30cm 处 | 2.211 μGy/h | 0.07 | | |
| A25 | | 注射时工作人员手部 | 1.000 mSv/h | 0.03 | | |
| A26 | | 注射时工作人员身体部位 | 4.814 μSv/h | 0.02 | | |

## 表 4-2（续） PET-CT 中心 X-γ 辐射剂量率监测结果

| 序号 | 点位描述 | | 监测结果（nGy/h） | | 备注 | 分区 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平均值 | 标准偏差 | | |
| A27 | 注射室 | 北墙外 30cm 处 | 183.4 | 0.8 | 模拟注射 1 个病人（15mCi $^{18}$F）时巡测 | 控制区 |
| A28 | | 西墙外 30cm 处 | 106.3 | 1.4 | | |
| A29 | | 南墙外 30cm 处 | 114.7 | 1.1 | | |
| A30 | | 楼上地面 30cm 处 | 102.5 | 1.1 | | |
| A31 | | 距离患者 1m 处 | 48.0 μGy/h | 0.5 | | |
| A32 | 注射后候诊室（单人间） | 东墙外 30cm 处 | 89.8 | 1.2 | 模拟注射 1 个病人注射 15mCi $^{18}$F 后进入 | 控制区 |
| A33 | | 东门外 30cm 处（巡测最大值） | 90.4 | 1.3 | | |
| A34 | | 北墙外 30cm 处 | 218.5 | 1.0 | | |
| A35 | | 西墙外 30cm 处 | 103.0 | 1.1 | | 监督区 |
| A36 | | 楼上地面 30cm 处 | 100.1 | 1.2 | | 控制区 |
| A37 | 注射后候诊室（三人间） | 东墙外 30cm 处 | 134.3 | 2.4 | 于东侧放置 20mCi $^{18}$F，两名患者分别注射 4.3 和 | 控制区 |
| A38 | | 南墙外 30cm 处 | 138.4 | 1.5 | | 监督区 |
| A39 | | 西墙外 30cm 处 | 115.7 | 1.1 | | |
| A40 | | 北墙外 30cm 处 | 105.8 | 1.2 | | 控制区 |
| A41 | | 东门外 30cm 处（巡测最大值） | 284.8 | 1.4 | | |
| A42 | | 楼上地面 30cm 处 | 100.5 | 1.0 | | |
| A43 | 抢救室 | 南墙外 30cm 处 | 106.1 | 1.5 | 模拟患者注射 15mCi $^{18}$F 后进入 | 监督区 |
| A44 | | 东墙外 30cm 处 | 109.8 | 1.3 | | 控制区 |
| A45 | | 西墙外 30cm 处 | 108.5 | 1.2 | | |
| A46 | | 北墙外 30cm 处 | 113.0 | 1.5 | | |
| A47 | | 西门外 30cm 处（巡测最大值） | 305.9 | 1.2 | | |
| A48 | | 楼上地面 30cm 处 | 103.3 | 1.3 | | |
| A49 | 患者走廊 | 入口防护门外 30cm 处 | 700.8 | 0.8 | 模拟 1 名患者注射 15mCi $^{18}$F 后距入口、出口防护门 2m 处/东、西墙内 1m 处 | 监督区 |
| A50 | | 入口防护门东门缝外 30cm 处 | 1.062 μGy/h | 0.02 | | |
| A51 | | 入口防护门西门缝外 30cm 处 | 873.5 | 1.2 | | |
| A52 | | 入口防护门上门缝外 30cm 处 | 715.0 | 1.2 | | |
| A53 | | 入口防护门下门缝外 30cm 处 | 716.1 | 0.9 | | |
| A54 | | 东墙偏南外 30cm 处 | 117.7 | 1.2 | | 控制区 |
| A55 | | 西墙偏南外 30cm 处 | 118.8 | 0.8 | | |
| A56 | | 楼上偏南地面 30cm 处 | 103.8 | 1.4 | | |
| A57 | | 出口防护门外 30cm 处 | 413.4 | 1.0 | | 监督区 |

**表 4-2（续） PET-CT 中心 X-γ 辐射剂量率监测结果**

| 序号 | 点位描述 | | 监测结果（nGy/h） | | 备注 | 分区 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平均值 | 标准偏差 | | |
| A58 | 患者走廊 | 出口防护门东门缝外 30cm 处 | 415.5 | 1.1 | 模拟 1 名患者注射 15mCi $^{18}F$ 后距出口防护门 2m 处/东、西墙内 1m 处 | 监督区 |
| A59 | | 出口防护门西门缝外 30cm 处 | 245.9 | 1.2 | | |
| A60 | | 出口防护门上门缝外 30cm 处 | 404.4 | 1.5 | | |
| A61 | | 出口防护门下门缝外 30cm 处 | 497.3 | 1.1 | | |
| A62 | | 北墙外 30cm 处 | 93.7 | 1.4 | | |
| A63 | | 西墙偏北外 30cm 处 | 98.2 | 1.2 | | 控制区 |
| A64 | | 东墙偏北外 30cm 处 | 99.2 | 0.8 | | |
| A65 | | 楼上偏北地面 30cm 处 | 99.9 | 1.3 | | |
| A66 | 留观室 | 东墙外 30cm 处 | 101.4 | 0.9 | 模拟 1 名患者注射 15mCi $^{18}F$ 后进入 | 控制区 |
| A67 | | 南墙外 30cm 处 | 188.1 | 1.1 | | |
| A68 | | 西墙外 30cm 处 | 93.0 | 1.0 | | |
| A69 | | 北墙外 30cm 处 | 92.8 | 1.3 | | 监督区 |
| A70 | | 东门外 30cm 处（巡测最大值） | 275.3 | 1.3 | | 控制区 |
| A71 | | 楼上地面 30cm 处 | 103.7 | 1.5 | | |
| A72 | 衰变池 | 衰变池上方 | 100.5 | 1.0 | / | 控制区 |
| A73 | 通风管道外 30cm 处 | | 112.3 | 1.2 | | 监督区 |
| A74 | 核医学工作场所北侧在建商品楼 | | 93.9 | 1.3 | | 监督区 |
| A75 | 放射性废物衰变箱表面 | | 93.3 | 0.9 | | 控制区 |
| A76 | 放射性废物衰变箱外 30cm 处 | | 87.5 | 1.3 | | |
| A77 | 放射性废物衰变箱外 100cm 处 | | 88.2 | 0.9 | | |
| A78 | 放射性废物箱外 30cm 处 | | 86.7 | 0.9 | | |
| A79 | 距离患者 1m 处（患者离开前） | | 13.32 μGy/h | 0.4 | 模拟患者注射 15mCi $^{18}F$ 后离开前 | |
| 1# | 核医学工作场所北侧在建商品楼 | | 93.5 | 1.2 | 环境本次 | / |
| 2# | 抢救室 | | 103.3 | 1.3 | | |
| 3# | 患者走廊楼上地面 | | 101.7 | 1.0 | | |
| 4# | 留观室楼上地面 | | 102.0 | 1.2 | | |
| 5# | 注射前候诊区 | | 103.3 | 1.3 | | |
| 6# | 控制室 | | 98.1 | 0.9 | | |
| 7# | 医生走廊 | | 97.6 | 0.9 | | |
| 8# | 留观室西墙外 30cm 处 | | 89.2 | 0.9 | | |

**表 4-3　PET-CT 扫描间周围 X-γ 辐射剂量率监测结果**

| 序号 | 点位描述 | 关机状态（nGy/h） | | 开机状态（nGy/h） | | 备注 | 分区 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 监测值 | 标准偏差 | 监测值 | 标准偏差 | | |
| B1 | 控制室操作位 | 98.3 | 0.8 | 385.4 | 1.0 | 模拟患者注射 15mCi $^{18}F$ 于候诊室 40min 后进入扫描间开机监测时，CT 管电压：112kV，管电流：160mA | 监督区 |
| B2 | 观察窗外 30cm 处 | 101.9 | 1.0 | 1.008μGy/h | 0.02 | | |
| B3 | 小防护门中间外 30cm 处 | 98.9 | 0.9 | 105.3 | 0.8 | | |
| B4 | 小防护门下侧门缝外 30cm 处 | | | 113.4 | 1.6 | | |
| B5 | 小防护门上侧门缝外 30cm 处 | | | 109.2 | 1.3 | | |
| B6 | 小防护门南侧门缝外 30cm 处 | | | 111.9 | 1.1 | | |
| B7 | 小防护门北侧门缝外 30cm 处 | | | 114.1 | 1.0 | | |
| B8 | 扫描间东墙外 30cm 处 | 102.7 | 1.2 | 107.9 | 0.8 | | |
| B9 | 扫描间北墙外 30cm 处 | 98.5 | 1.0 | 103.5 | 1.6 | | |
| B10 | 扫描间南墙外 30cm 处 | 107.8 | 0.9 | 112.7 | 1.2 | | 控制区 |
| B11 | 扫描间西墙外 30cm 处 | 103.1 | 1.4 | 105.9 | 1.2 | | |
| B12 | 大防护门中间外 30cm 处 | 79.1 | 1.1 | 81.8 | 0.8 | | |
| B13 | 大防护门下侧门缝外 30cm 处 | | | 82.2 | 1.2 | | |
| B14 | 大防护门上侧门缝外 30cm 处 | | | 88.6 | 0.9 | | |
| B15 | 大防护门北侧门缝外 30cm 处 | | | 96.1 | 1.3 | | |
| B16 | 大防护门南侧门缝外 30cm 处 | | | 93.9 | 0.9 | | |
| B17 | 管线口外 30cm 处 | / | / | 93.4 | 1.0 | | 监督区 |
| B18 | 机房楼上距地面 100cm 处 | / | / | 103.7 | 1.0 | | 控制区 |
| B19 | 距离患者 1m 处(摆位时) | / | / | 22.90μGy/h | 0.2 | | |

## 表 4-4　PET-CT 中心 β 表面污染监测结果

| 序号 | 分区 | 点位描述 | 监测值（Bq/cm$^2$） |
|---|---|---|---|
| a1 | 控制区 | PET-CT 扫描间地面 | 0.075 |
| a2 | | PET-CT 扫描间诊疗床面 | 0.108 |
| a3 | | PET-CT 扫描间墙面 | 0.082 |
| a4 | | PET-CT 扫描间防护门 | 0.051 |
| a5 | | 卫生通过间地面 | 0.037 |
| a6 | | 卫生通过间墙面 | 0.034 |
| a7 | | 卫生通过间洗手台 | 0.028 |
| a8 | | 卫生通过间防护门 | 0.021 |
| a9 | | PET-CT 注射后候诊室（3 人间）卫生间地面 | 0.726 |
| a10 | | PET-CT 注射后候诊室（3 人间）卫生间墙面 | 0.653 |
| a11 | | PET-CT 注射后候诊室（3 人间）地面 | 0.278 |
| a12 | | PET-CT 注射后候诊室（3 人间）床面 | 0.319 |
| a13 | | PET-CT 注射后候诊室（3 人间）墙面 | 0.221 |
| a14 | | PET-CT 注射后候诊室（单人间）卫生间地面 | 0.869 |
| a15 | | PET-CT 注射后候诊室（单人间）卫生间墙面 | 0.824 |
| a16 | | PET-CT 注射后候诊室 VIP（单人间）地面 | 0.395 |
| a17 | | PET-CT 注射后候诊室 VIP（单人间）床面 | 0.282 |
| a18 | | PET-CT 注射后候诊室 VIP（单人间）墙面 | 0.358 |
| a19 | | PET-CT 注射后候诊室（3 人间）防护门 | 0.081 |
| a20 | | 储源间地面 | 0.043 |
| a21 | | 储源间墙面 | 0.044 |
| a22 | | 储源间防护门 | 0.034 |
| a23 | | 注射室地面 | 0.005 |
| a24 | | 注射室工作台面 | 0.040 |
| a25 | | 注射室墙面 | 0.010 |
| a26 | | 注射室防护门 | 0.037 |
| a27 | | 分装质控室地面 | 0.053 |
| a28 | | 分装质控室工作台面 | 0.033 |
| a29 | | 分装质控室墙面 | 0.048 |
| a30 | | 分装质控室防护门 | 0.043 |
| a31 | | 患者走廊地面 | 0.002 |
| a32 | | 患者走廊墙面 | 0.005 |
| a33 | | 入口防护门 | 0.021 |
| a34 | | 出口防护门 | 0.026 |

表 4-4（续） PET-CT 中心β表面污染监测结果

| 序号 | 分区 | 点位描述 | 监测值（Bq/cm$^2$） |
|---|---|---|---|
| a35 | 控制区 | 抢救室地面 | 0.010 |
| a36 | | 抢救室墙面 | 0.013 |
| a37 | | 留观室地面 | 0.014 |
| a38 | | 留观室墙面 | 0.020 |
| a39 | | 留观室卫生间地面 | 0.946 |
| a40 | | 留观室卫生间墙面 | 0.855 |
| a41 | | 留观室防护门 | 0.037 |
| a42 | | 放射性废物箱表面 | 0.070 |
| a43 | | 放射性衰变箱表面 | 0.032 |
| a44 | 监督区 | 注射前候诊区地面 | 0.080 |
| a45 | | 注射前候诊区墙面 | 0.059 |
| a46 | | 问诊处工作台面 | 0.057 |
| a47 | | 保洁间地面 | 0.042 |
| a48 | | 保洁间墙面 | 0.035 |
| a49 | | 卫生间地面 | 0.043 |
| a50 | | 卫生间墙面 | 0.035 |
| a51 | | 男更衣室地面 | 0.355 |
| a52 | | 男更衣室墙面 | 0.364 |
| a53 | | 工作服表面 | 0.059 |
| a54 | | 控制室地面 | 0.032 |
| a55 | | 控制室墙面 | 0.039 |
| a56 | | 控制室工作台面 | 0.034 |
| a57 | | 医生走廊地面 | 0.094 |
| a58 | | 医生走廊墙面 | 0.090 |
| a59 | | 淋洗室地面 | 0.317 |
| a60 | | 淋洗室墙面 | 0.328 |

表 4-5 水中总α、总β实验室分析结果

| 点位描述 | 总α （单位:Bq/L） | 总β （单位:Bq/L） |
|---|---|---|
| 核医学科放射性废水 | 0.093 | 0.176 |

根据表 4-2～表 4-3 可知，非工作状态下，PET-CT 中心周围环境γ 辐射剂量率为（79.1～107.8）nGy/h，处于临沂市天然放射性本底水平范围内；PET-CT 中心控制区内部各房间外 30cm 处辐射剂量率为（81.8～305.9）nGy/h ，低于环评报告表提出的 25μSv/h 剂量率目标控制值；PET-CT 中心控制区边界外 30cm 处辐射剂量率为 91.8 nGy/h～1.062 μ Gy/h，低于环评报告表及环评批复提出的 2.5 μ Gy/h 剂量率目标控制值；环境敏感目标处辐射剂量率为93.9nGy/h，处于临沂市环境天然辐射水平范围内。

根据表 4-4 可知，PET-CT 中心控制区内和监督区内β 表面污染水平分别为（0.002～0.946）、（0.032～0.364）Bq/cm$^2$，分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)控制区（40Bq/cm$^2$）和监督区（4Bq/cm$^2$）的表面污染控制水平限值。

根据表 4-5 可知，核医学科放射性废水中总α 、总β 分别为 0.093 Bq/L、0.176 Bq/L，低于《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）中规定的综合医疗机构衰变池出口总α 1Bq/L 的排放标准和总β 10Bq/L 的排放标准。

# 五、职业与公众受照剂量

## 5.1 年有效剂量估算公式

$$H = 0.7 \times D_r \times T \qquad \text{（式 5-1）}$$

式中：

H：　　年有效剂量当量，Sv/a；

0.7：　吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy；

Dr：　空气吸收剂量率，Gy/h；

T：　　年受照时间，h/a。

停留因子参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）选取，见下表：

**表 5-1 不同场所的居留因子**

| 场所 | 居留因子 | | 示例 |
|---|---|---|---|
| | 典型值 | 范围 | |
| 全居留 | 1 | 1 | 管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区 |
| 部分居留 | 1/4 | 1/2～1/5 | 1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室<br>1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室 |
| 偶然居留 | 1/16 | 1/8～1/40 | 1/8：各治疗室房门<br>1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室<br>1/40：仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场车辆自动卸货（卸客）区域、楼梯、无人看管的电梯 |

## 5.2 职业人员年有效剂量及手部剂量

经与医院确认，河东院区核医学工作场所中 SPECT-CT 中心（使用核素 $^{99m}$Tc）已于 2021 年 3 月 14 日通过竣工环保验收，PET-CT 中心于 2022 年 1 月初投入运行。河东院区核医学工作场所共配置 10 名职业人员，轮班负责河东院区核医学工作场所的辐射工作。本项目根据医院提供的个人剂量检测报告和验收监测结果来计算职业人员的受照剂量。

医院已经委托具有资质的山东省医学科学院放射医学研究所对职业人员进行了个人剂量监测，近一个年度的个人剂量监测结果见下表。

**表 5-2 本项目职业人员个人剂量监测结果分析表**

| 序号 | 姓名 | 职位类别 | 2021.1.3-4.1 | 2021.4.2-6.29 | 2021.6.30-9.26 | 2021.9.30-12.30 | 年有效剂量（mSv） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 高玉豪 | 护师 | / | 0.02 | 0.30 | 0.02 | 0.45 |
| 2 | 鲍洪刚 | 技师 | 0.12 | 0.11 | 0.28 | 0.07 | 0.58 |
| 3 | 陈兴宁 | 技师 | / | / | / | 0.02 | 0.08 |
| 4 | 侯祥杰 | 技师 | / | / | / | 0.02 | 0.08 |
| 5 | 李鑫 | 技师 | **0.17** | **0.16** | **0.27** | **0.02** | **0.62** |
| 6 | 刘青 | 护师 | / | / | / | 0.13 | 0.52 |
| 7 | 张彬 | 医师 | 0.08 | 0.05 | 0.30 | 0.07 | 0.50 |
| 8 | 赵翔 | 技师 | 0.23 | 0.04 | 0.24 | 0.09 | 0.60 |
| 9 | 邹庆凤 | 护师 | / | / | / | 0.10 | 0.40 |
| 10 | 张树茂 | 医师 | 0.10 | 0.03 | 0.25 | / | 0.51 |

注：职业人员陈兴宁、侯祥杰、刘青、邹庆凤于 2021 年 9 月上岗，张树茂于 2021.9.30-12.30 在外培训学习，未进行 2021 年第四季度个人剂量监测。

由表 5-2 可知，由个人剂量监测报告计算得出河东院区核医学工作场所职业人员一个年度个人剂量监测结果最大为 0.62mSv。由于个人剂量监测数据不能完全说明本项目开展过程中对职业人员的辐射影响，为准确分析本项目职业人员受照剂量，本项目同时根据验收监测数据采用理论计算方式核算职业人员的受照剂量。

使用核素 $^{18}F$ 过程中，职业人员需打开铅罐、取药和注射、摆位指导过程、扫描，其中打开铅罐过程约 2s/例，取药和注射过程约 15s/例，摆位指导约 1min/例，扫描过程约 20min/例，年最大诊疗人数 7500 例，则分装时间为 4.17h/a，取药和注射时间为 31.25h/a，摆位指导过程 125h/a，扫描过程 2500h/a。

由表 4-2 可知,储存 34mCi $^{18}F$ 铅罐打开时，手部和身体的受照剂量分别为 0.685 mSv/h 和 2.312 μSv/h，本项目 $^{18}F$ 分装质控室内通风橱内 $^{18}F$ 最大暂存量为 $2.77352\times10^{10}$Bq（749.6 mCi），则最大暂存量情况下打开铅罐时医护人员的手部剂量率为 749.6×0.685/34=15.10mSv/h；身体部位剂量率为 749.6×2.312/34=50.97μGy/h；在取药/注射 15mCi $^{18}F$ 时，医护人员手部和身体剂量率分别为 1.000mSv/h 和 4.814μSv/h；模拟患者进入 PET-CT 扫描间扫描之前，摆位人员距患者约 1m 处时剂量率为 22.90μGy/h；扫描过程中技师位于控制室内，控制室内剂量率最大值为 1.008μGy/h。

根据上述分析，由式 5-1 计算得工作人员打开铅罐、取药、注射、摆位、扫描过程中手部和身体所受年有效剂量如下表所示：

表 5-3　使用 $^{18}F$ 过程中工作人员所受年有效剂量

| 操作过程 | 医护人员（医师、护士） | | 技师 | |
|---|---|---|---|---|
| | 手部当量剂量（单位：mSv） | 躯干剂量（单位：mSv） | 手部当量剂量（单位：mSv） | 躯干剂量（单位：mSv） |
| 打开铅罐 | 62.97 | 0.212 | - | - |
| 取药和注射 | 31.25 | 0.150 | - | - |
| 摆位 | 2.00 | 2.00 | - | - |
| 扫描 | - | - | 1.764 | 1.764 |
| 合计 | 96.22 | 2.362 | 1.764 | 1.764 |
| 注：“-”表示不受到照射或受照剂量率极低，可忽略不计 | | | | |

根据表 5-3 可知，使用 $^{18}F$ 进行 PET-CT 扫描诊断过程中，工作人员分装、取药、注射、摆位全过程手部受到的剂量为 62.97+31.25+2.00=96.22mSv/a，身体所受年有效剂量为 0.212+0.150+2.00=2.362mSv/a。工作人员在 PET-CT 控制室内工作时所受剂量为 1.764mSv/a。

本项目核医学工作场所共设置了 10 名辐射工作人员，均通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核，职业人员至少分 2 组进行核素操作、摆位及扫描。则每人手部所受剂量当量为 48.11mSv/a（96.22÷2），每人所受年有效剂量为 1.181mSv/a（2.362÷2），分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的工作人员四肢 500mSv/a、身体部位 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告中提出的工作人员四肢 125mSv/a、身体部位 5mSv/a 的年管理剂量约束值。

**综上所述，本项目核医学工作场所 PET-CT 中心周围职业人员接受的最大年有效剂量为 1.181mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的年管理约束限值 5mSv；核医学工作场所 PET-CT 中心周围职业人员手部接受的最大年有效剂量为 48.11mSv，低于环评报告表提出的工作人员四肢 125mSv 年当量剂量约束值。**

## 5.3 慰问者所受剂量

根据表 4-3 可知，注射 $^{18}F$ 药物后距离患者 1m 处最大辐射剂量率为 48.0μ Sv/h，患者用药 18.3h 后，距患者 1m 处辐射剂量率约为 0.05μ Gy/h，辐射水平已较低，对周围人员无显著影响。偏安全考虑，按前 18.3h 内全程陪护计，停留因子取 1。陪护人员与患者平均距离按 1m 考虑。根据理论计算，分段累加计算陪护人员所受剂量为：（48.0×

1.83）+（24.0×1.83）+……+（0.05×1.83）÷1000≈0.176mSv/a，患者一般一年最多进行两次扫描检查，则陪护人员所受年有效剂量 0.352mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的慰问者 5mSv/a 的剂量限值。

**综上所述，本项目核医学工作场所 PET-CT 中心周围慰问者接受的最大年有效剂量为 0.352mSv，低于环评报告表中提出的年管理约束限值 5mSv。**

## 5.4 公众成员受照剂量

（1）工作场所周围公众成员

场所周围公众成员主要为场所四周及上方医院其他工作人员和其他经过患者等，年工作日最大为 250 天，每天工作时间 8h。根据验收监测数据估算结果，计算得工作场所外公众人员剂量如下表所示：

**表 5-4　工作场所周围公众所受年有效剂量**

| 方位 | | 剂量率 μ Gy/h | 居留因子 | 居留时间 h | 年有效剂量 mSv/a | 管理约束值 mSv/a |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PET-CT 中心患者通道北侧（患者出口） | | 0.4973 | 1/16 | 300×8=2400 | 0.075 | 0.1 |
| PET-CT 扫描间北侧（院内空地） | | 0.1035 | 1/20 | 300×8=2400 | 0.012 | 0.1 |
| PET-CT 扫描间西侧（患者出口） | | 0.1059 | 1/8 | 300×8=2400 | 0.032 | 0.1 |
| 留观室西侧 | | 0.093 | 1/20 | 300×8=2400 | 0.011 | 0.1 |
| PET-CT 注射后候诊室（单人间）西侧 | | 0.1030 | 1/20 | 300×8=2400 | 0.012 | 0.1 |
| PET-CT 注射后候诊室（三人间）西侧 | | 0.1157 | 1/20 | 300×8=2400 | 0.014 | 0.1 |
| PET-CT 注射后候诊室（三人间）南侧（保洁间） | | 0.1384 | 1/16 | 300×8=2400 | 0.021 | 0.1 |
| 抢救室南侧（注射前候诊区） | | 0.1061 | 1/20 | 300×8=2400 | 0.013 | 0.1 |
| PET-CT 上方 | 留观室上方（病房） | 0.1037 | 1 | 300×8/4=600 | 0.062 | 0.1 |
| | PET-CT 注射后候诊室（单人间）上方（病房） | 0.1001 | 1 | 3300×8/4=600 | 0.060 | 0.1 |

**表 5-4（续） 工作场所周围公众所受年有效剂量**

| 方位 | | 剂量率 μ Gy/h | 居留因子 | 居留时间 h | 年有效剂量 mSv/a | 管理约束值 mSv/a |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PET-CT 上方 | PET-CT 注射后候诊室（三人间）上方（病房） | 0.1005 | 1 | 300×8/4=600 | 0.060 | 0.1 |
| | PET-CT 扫描间上方（配餐室、敷贴室） | 0.1037 | 1 | 300×8/4=600 | 0.062 | 0.1 |
| | 注射室上方（污物间） | 0.1025 | 1/16 | 300×8=2400 | 0.015 | 0.1 |
| | 分装质控室上方（污物间） | 0.1026 | 1/16 | 300×8=2400 | 0.015 | 0.1 |
| | 抢救室上方（服药室） | 0.1033 | 1/2 | 300×8/2=1200 | 0.062 | 0.1 |

根据上表计算可知，公众人员所受年有效剂量最大为 0.062mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的公众成员 1mSv/a 的剂量限值，也低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）规定的 0.1mSv/a 的剂量约束值。

（2）公众被动接触有药患者

患者注射 $^{18}F$ 18.3h 后距离患者 1m 处剂量率已降至 0.05μ Gy/h，可见注射 $^{18}F$ 患者离开医院后对外环境影响持续时间较短。本次按注射 $^{18}F$ 患者 18.3h 内与公众接触考虑，外出时间按 8 小时计算，居留因子取 1/16 计算，则公众成员受照射的年有效剂量为 0.7×48.0×8÷16÷1000≈0.045mSv/a，低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的 0.1mSv/a 的剂量约束值。

**综上所述，公众成员年有效剂量最大为 0.062mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的公众成员 1mSv/a 的剂量限值，也低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）规定的 0.1mSv/a 的剂量约束值。**

# 六、辐射安全管理

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》及生态环境主管部门的要求，核技术利用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此对临沂市肿瘤医院的辐射环境管理和安全防护措施进行了核查。

## 6.1 辐射安全与环境保护管理机构

医院签订了辐射工作安全责任书，明确了法人代表为本单位辐射安全工作第一责任人，成立了辐射安全管理委员会，指定寇瑞东专职负责医院的辐射防护安全管理工作。

## 6.2 辐射安全管理制度及落实情况

1、工作制度

医院制定了《辐射防护和安全保卫制度》《PET/CT 操作规程》《放射性核素操作防护制度》《放射性药物操作规程》《核医学科岗位职责》《监测方案》《放射工作人员培训计划》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《辐射安全防护自行检查和年度评估制度》等制度，并依照实施，落实了各制度要求。

2、操作规程

医院制定了《PET/CT 操作规程》《放射性药物操作规程》等操作规程，工作人员严格按照操作规程进行操作。

3、应急预案

医院制定了《辐射安全事故应急预案》，于 2022 年 7 月 16 日在核医学工作场所进行了应急演练。

4、监测方案

医院制定了《监测方案》，配备相关仪器进行辐射巡检。

5、人员培训

医院制定了《放射工作人员培训计划》，医院河东院区核医学工作场所共配备 10 名职业工作人员，均通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格，且均在有效期内。

6、个人剂量

医院制定了《个人剂量监测管理规定》，已委托具有资质的单位为辐射工作人员佩戴个人剂量计，并每 3 个月进行检测并出具个人剂量检测报告，建立个人剂量档案，做到 1 人 1 档。

7、年度评估报告

医院每年度均编制了放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，在规定时间内提交到生态环境部门。

8、防护用品

医院针对核医学工作场所 PET-CT 中心配置了监测设备和防护用品，具体见表 6-1。

**表 6-1　监测设备和辐射防护用品统计表**

| 序号 | 监测设备和防护用品 | 型号 | 数量 |
|---|---|---|---|
| 1 | 通风橱 | 40mmPb，内配有照明和机械排风装置，配置活度计 | 1 个 |
| 2 | 一体化注射防护窗口 | 50mmPb | 1 个 |
| 3 | 自动分装装置 | 分装容积范围 2-50ml | 1 个 |
| 4 | 扫描床边防护屏 | 10mmPb | 1 个 |
| 5 | 铅屏风 | 10mmPb | 2 个 |
| 6 | 注射器转运防护盒 | 20mmPb | 1 个 |
| 7 | 注射器防护套 | 15mmPb | 2.5ml、5ml 各 1 个 |
| 8 | 储源铅罐 | 20mmPb | 2 个 |
| 9 | 放射性废物箱 | 20mmPb（5L） | 6 个 |
| 10 | 放射性废物衰变箱 | 20mmPb（320L） | 1 个 |
| 11 | 活度计 | CRC-25R | 1 台 |
| 12 | 表面污染检测仪与辐射剂量仪 | RG32-3602P 型 X-γ 辐射剂量率仪、CoMo-170 型表面污染监测仪 | 各 1 台 |
| 13 | 个人剂量报警仪 | FJ2000 型 | 3 台 |

X-γ 辐射检测仪

个人防护用具

**图 6-1 辐射防护用品照片**

| | |
|---|---|
| | |
| 个人剂量报警仪 | 铅衰变箱 |
| | |
| 储源铅罐 | 移动铅屏风 |
| | |
| 表面污染监测仪 | 通风橱 |

图 6-1（续） 辐射防护用品照片

# 七、验收监测结论与要求

## 7.1 结 论

按照国家有关环境保护的法律法规，乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目进行了环境影响评价和履行了环境影响审批手续。环保设施已与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

**1、项目基本概况**

临沂市肿瘤医院注册地址位于临沂市兰山区陵园东街6号，临沂市肿瘤医院河东院区位于临沂市河东区中晟大街与智诚路交汇处。医院对河东院区核医学工作场所进行扩建：于核医学科楼一层西侧扩建 PET-CT 中心，新购置一台 PET-CT，使用放射性同位素 $^{18}F$ 进行 PET-CT 扫描诊断。本次扩建 PET-CT 中心日等效最大操作量为 $1.3875\times10^{7}$Bq，年最大用量为 $4.1625\times10^{12}$Bq。原核医学工作场所日等效最大操作量为 $2.99\times10^{9}$Bq，本次扩建后核医学工作场所日等效最大操作量为 $3.00\times10^{9}$Bq，按乙级非密封放射性物质工作场所管理。项目总投资 4000 万元，其中环保投资 200 万元，占总投资的 5.00%。项目于 2021 年 6 月开始建设，于 2021 年 12 月建设完成，2022 年 1 月初调试运行。

2021 年 4 月，医院委托山东海美依项目咨询有限公司编制了《乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目环境影响报告表》，项目内容：于河东院区的核医学科楼一层西侧扩建 PET-CT 中心，扩建的 PET-CT 中心日等效最大操作量为 $1.3875\times10^{7}$Bq，原核医学工作场所日等效最大操作量为 $2.99\times10^{9}$Bq，本次扩建后核医学工作场所日等效最大操作量为 $3.00\times10^{9}$Bq，按乙级非密封放射性物质工作场所管理；拟购置一台 PET-CT，使用放射性同位素 $^{18}F$ 进行 PET-CT 扫描诊断。该项目环境影响报告表于 2021 年 5 月 8 日由临沂市行政审批服务局以“临审服投资许字[2021]22006”文审批通过。

医院现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[13010]），许可种类和范围为“使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性工作场所”，有效期至 2023 年 01 月 16 日。

**2、现场监测结果**

非工作状态下，本项目 PET-CT 中心周围环境γ辐射剂量率为（79.1～107.8）nGy/h，处于临沂市天然放射性本底水平范围内。

本项目 PET-CT 中心控制区内部各房间外 30cm 处辐射剂量率为（81.8～305.9）nGy/h ，低于环评报告表提出的 25μ Sv/h 剂量率目标控制值；PET-CT 中心控制区边界外

30cm 处辐射剂量率为 91.8 nGy/h～1.062 μGy/h，低于环评报告表及环评批复提出的 2.5μSv/h 剂量率目标控制值；环境敏感目标处辐射剂量率为 93.9nGy/h，处于临沂市环境天然辐射水平范围内。

本项目 PET-CT 中心控制区内和监督区内β表面污染水平分别为（0.002～0.946）、（0.032～0.364）Bq/cm$^2$，分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)控制区（40Bq/cm$^2$）和监督区（4Bq/cm$^2$）的表面污染控制水平限值。

核医学科放射性废水中总α、总β分别为 0.093 Bq/L、0.176 Bq/L，低于《山东省医疗机构污染物排放控制标准》（DB37/596-2020）中规定的综合医疗机构衰变池出口总α 1Bq/L 的排放标准和总β 10Bq/L 的排放标准。

**3、职业与公众人员受照结果**

（1）职业人员受照剂量

经估算，本项目辐射工作人员中最大年有效累计剂量为 1.181mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定职业人员的剂量限值 20mSv/a，也低于环评报告表提出的年管理剂量约束值 5.0mSv。

（2）职业人员手部受照剂量

经估算，本项目辐射工作人员手部最大年有效累计剂量为 48.11mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定职业人员的四肢剂量限 500mSv/a，也低于环评报告表提出的年管理剂量约束值 125mSv。

（3）慰问者受照剂量

经估算，本项目慰问者接受的最大年有效剂量为 0.352mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定和环评报告表提出的 5mSv/a 的剂量限值。

（4）公众成员受照剂量

经估算，本项目核医学工作场所周围公众成员接受的最大年有效剂量为 0.062mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 1mSv/a 的剂量限值，也低于《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的 0.1mSv/a 的剂量约束值。

**4、现场检查结果**

（1）医院签订了辐射工作安全责任书，明确了法人代表为本单位辐射安全工作第一

责任人，成立了辐射安全管理委员会，指定寇瑞东专职负责并执行医院的辐射防护安全管理工作。

（2）医院制定了《辐射工作安全责任书》《辐射防护和安全保卫制度》《PET/CT 操作规程》《放射性药物操作规程》《放射性核素操作防护制度》《核医学科岗位职责》《监测方案》《放射工作人员培训计划》《设备检修维护制度》《射线装置使用登记制度》《辐射安全防护自行检查和年度评估制度》《个人剂量监测管理规定》等辐射安全管理制度；编制了《辐射安全事故应急预案》，于 2022 年 7 月 16 日在医院河东院区核医学工作场所进行了应急演练。并在规定时间内向生态环境部门提交年度评估报告。

（3）医院河东院区核医学工作场所共配备 10 名职业工作人员，均通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核，且均在有效期内；已委托有相关资质的单位为辐射工作人员佩戴个人剂量计，并每 3 个月进行检测并出具个人剂量检测报告，建立个人剂量档案，做到 1 人 1 档。

（4）医院河东院区核医学工作场所 PET-CT 中心配备有 1 台 RG32-3602P 型 X-γ 辐射剂量率仪、1 台 CoMo-170 型表面污染监测仪、3 台 FJ2000 型个人剂量报警仪、1 台 CRC-25R 型活度计、铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜各 3 件（均为 0.5mmPb）、2 个注射器防护提盒（15mmPb）、1 个通风橱（40mmPb）；2 个储源铅罐（20mmPb）、6 个放射性废物废物桶（20mmPb）、1 个放射性废物衰变桶（20mmPb）、1 个注射防护窗（50mmPb）、9 个固定式辐射剂量率仪。

（5）医院河东院区核医学工作场所 PET-CT 中心划分为监督区和控制区进行管理，患者通道和医护通道分开，患者通道设置了明确的患者导向提示，控制区入口张贴有电离辐射警告标志。PET-CT 中心各个房间均落实了实体屏蔽，各防护门均为铅钢结构；PET-CT 候诊室和扫描间均设置了视频监控和对讲装置，PET-CT 扫描间设置了观察窗，机房内和操作间均设置了紧急停机按钮，PET-CT 机房外防护门上方设置了工作状态指示灯，PET-CT 中心防护门外均张贴了电离辐射警告标志；工作场所设置了通风系统、电离辐射警告标志，建设了放射性废水衰变系统；配备了废物衰变箱、固定式辐射剂量率检测仪等防护设备。

**综上所述，乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，该项目对辐射工作人员和公众人员是安全的，具备建设项目竣工环境保护验收条件。**

## 7.2 建议

1.落实各项辐射管理规章制度，进一步完善各种辐射安全管理档案、工作台账和记录，及时存档。

2.做好核医学分区控制工作，加强表面污染和剂量率监测，发现高于要求的地方立即按规范擦拭，降低污染；

3.根据医院实际情况，定期对辐射事故应急预案进行修订和完善，定期开展应急演练；

4.按照有关规定，加强职业人员核技术利用辐射安全与防护考核，做到持证上岗。

附件 1 委托书

# 委托书

**委托单位：**[illegible]

**被委托单位：**[illegible]

**工程名称：**[illegible]

**工程地点：**[illegible]区

**委托内容：**[illegible]

[illegible]

委托单位：[illegible]

[illegible]年[illegible]月[illegible]日

附件 2 审批意见

临沂市行政审批服务局

关于临沂市肿瘤医院乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目环境影响报告表的批复

1.落实辐射安全管理责任制，医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人，医院成立辐射安全与环境保护管理机构，由具3名本科以上学历，专职负责辐射安全管理工作的技术人员，统一负责全院的辐射安全管理工作，各辐射工作场所应按照法规要求配备专业的辐射安全工作，落实岗位职责。

2.落实辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。

（二）加强辐射工作人员及患者的安全和防护工作

1.制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和再培训，经考核合格后持证上岗，考核不合格的，不得从事辐射工作。

2.建立辐射工作人员个人剂量档案，实行1人1档，辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每3个月进行1次个人剂量监测，从事辐射工作的医护人员，应按照个人剂量记佩戴在防护围内，实行专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应及时检查和调查，并向有关部门报告。

3.辐射工作人员应穿戴铅衣、铅帽、铅眼镜等个人防护用品，并在每日防护单位工作，确保辐射工作人员所受剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的标准范围。

4.从事放射治疗或诊断时，应对患者采取有效辐射安全与防护措施，严格控制受照剂量。

（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作

1.医院辐射工作场所根据位置上应设置电离辐射警告标志，标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

土壤预辐射工作面所应采取有效屏蔽措施，确保距机房个0.3m处空气比释动能率不大于2.5μGy/h，同时保持良好通风。

3.制定并严格执行辐射环境监测计划。本项目至少配备1台辐射巡测仪，开展辐射环境监测，并向生态环境部门上报监测数据。

(IV) 制定并实施修订本单位的辐射事故应急预案，规范开展应急演练。发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫生等部门报告。

二、你单位必须严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的"三同时"制度。项目竣工后，须按规定程序进行项目竣工环境保护验收，经验收合格后，项目方可正式投入运行。

四、变动项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防护设施等发生重大变动，须重新向我局报批环境影响评价文件。

五、你单位自辐射本批复后10个工作日内，将批准后的环境影响报告表及本批复送临沂市生态环境局和临沂市环境保护局河东区分局，并按规定接受该生态环境部门的日常监督检查。

临沂市行政审批服务局
2021年[illegible]月[illegible]日

抄送：临沂市生态环境局、临沂市生态环境局河东区分局

附件 3　医院辐射安全许可证

# 辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查予以许可种类和范围内从事活动。

单位名称：

地　　址：

法定代表人：

种类和范围：

证书编号：

有效期至：　　年　　月　　日

发证机关：

发证日期：

中华人民共和国环境保护部制

附件 4 医院辐射安全管理制度及应急演练记录

临沂市肿瘤医院文件

临沂市肿瘤医院
关于调整辐射安全管理委员会的通知

附2

# 辐射工作安全责任书

为企业发展与环境、保护环境、保障人体健康，实现辐射工作合法合规，根据《中华人民共和国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、规章制度，特签订本责任书。

一、法定代表人：王建国 为辐射工作安全责任人。

二、辐射安全管理机构：辐射安全管理委员会，成员有：张强华 等负责协调监督与辐射有关的各项工作。

三、为个人安全防护配备个人剂量计等。

四、建立安全、操作和防护管理规章制度，制定辐射事故应急方案，并采取有效措施防止辐射事故的发生。一旦发生事故应立即报告主管部门。

五、建立放射性同位素的档案，并定期清查。

六、法定代表人：张建国 负责放射性同位素保管工作，由专业技术人员专职负责。工作要求：具备三级辐射工作资格，熟悉辐射防护知识，能正确判断辐射安全隐患，及时采取有效措施。

七、保证辐射工作场所安全、防护和环境监测应满足国家有关要求，并保证定期检查与维护。

附件-12

# PET/CT 操作规程

1、[illegible]

2、[illegible]

[illegible]

3、[illegible]

4、[illegible]

5、[illegible]

[illegible]

6、[illegible]

7、[illegible]

8、[illegible]

9、[illegible]

# 临沂市肿瘤医院辐射防护和安全保卫制度

1、认真贯彻、执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，主管院长负责制，实行管理。防护管理领导小组负责本院的放射防护管理工作。

安全管理责任到人。

射线装置辐射安全责任人：录帆

放射源辐射安全责任人：王飞华

放射源辐射安全责任人：张梅、李晓辉

核医学安全责任人：鞠洪刚

安全保卫责任人：徐怀勇

2、放射性同位素购买、使用与射线装置的建设，使用及工作场所的安全防护，须经环境保护部门审批验收，获得《辐射安全许可证》后方可购买、使用、运行。

3、放射工作，扩建场所必须设置放射性标志牌和必要的防护安全联锁、报警装置，室外工作必须划出安全防护区域，设置警戒标志，治疗场所必须配备工作人员和受检者防护用品。

4、放射工作人员须进行就业前体检和定期体检，接受个人剂量监测、防护知识培训及法规教育，经考核合格后，方可上岗，做到“个人剂量档案、健康档案、放射性同位素与射线装置档案”三档齐全。

5、在放射诊治应对事先告知受检者辐射对健康的影响，在登记室、工作台台前设置告示牌，对育龄妇女做出妊娠建议进行X线检查前，应问明是否怀孕，事情紧急时，对受孕后8周至15周的育龄妇女，不得进行下腹

# 放射性同位素分装质控室管理制度

1.按国家《放射诊疗许可证》制度规定订购、使用放射性同位素。根据工作实际需要,在规定允许使用量范围内,制定年度订购计划。

2.工作人员应有高度工作责任感，严格执行核对制度，治疗给药应严格执行两人核对制度，仔细核对病人姓名、放射性药物品种、用药剂量、放射性比活度及体积。

3. 工作人员应认真执行放射性药品的登记、保管及使用制度。

4.放射性同位素到货后,应及时通知患者检查或治疗,以减少浪费。

5.保持分装室卫生清洁，定期监测，遇有污染，应放置或清洗后使用。

6.操作人员应充分做好操作前准备工作，穿好铅围裙，戴铅眼镜、口罩、帽子及胶皮手套等。

7.开瓶：开瓶前核对放射性源瓶签，在通风柜内，防护屏蔽后面操作。

8.标记及注射放射性药物时应严格核对,防止发生差错。应定期质控检查,如需要可随时检测。

# 放射性核素操作防护制度

（1）严格遵守安全操作规程，熟悉放射性工作性质。从事放射性工作应注意应用时间、距离、屏蔽防护三原则。

（2）在放射性工作场所工作人员必须佩戴个人防护用品（工作服、工作鞋、帽等基本防护用品，及铅围裙、防护眼镜等附加防护用品）。同时为患者提供放射防护用品。

（3）要有良好的个人卫生习惯，不在活性区存放个人物品（尤其是食物）及进食。

（4）佩戴个人剂量计，定期剂量监测。

（5）建立放射性工作人员健康档案，定期（一年一次）体检。

# 放射性废物处理规定

（1）气体污物：挥发性同位素进行开瓶、分装、标记，均需在通风柜内于通风条件下进行操作。

（2）固体污物：放射性污染的固体物质如安瓿、棉签、一次性注射器等，不得随意乱丢，应放在固定的污物桶内，放置 10 个半衰期后作非放射性污物处理。

（3）液体污物：充分稀释后经下水道排入衰变池。

# 临沂市肿瘤医院放射工作人员培训计划

为了提高从事辐射工作人员的安全防护意识和工作技巧，加强辐射安全管理，预防辐射伤害事故，特拟制定本计划。

一、辐射技术人员必须持有专业部门的学历证明，具备专业技术管理能力。

二、辐射安全管理的人员必须通过参加上级部门辐射安全防护专业知识及相关法律法规的培训和考核后方可从事辐射安全管理工作。

三、在辐射源使用位置的岗位工人和设备检测人员，在上岗前要先进行辐射安全防护教育培训，并考核后，方可上岗。

四、使用放射源的员工每年进行辐射安全防护知识培训考核一次，被调换到辐射源使用部位的岗位人员，必须重新进行培训后方上岗。

五、非工作人员接触辐射源使用部位时，先进行安全防护教育后，方可进入现场。

六、辐射安全管理人员每年要进行专业知识培训一次，并考核合格。

七、在辐射源使用岗位直接接触的岗位工人每年培训考核一次，每年统一进行培训一次，并要考核合格。

八、技术人员和安全管理人员的培训根据上级辐射管理

# 核医学科岗位职责

一、主任职责

1、管理全科工作，及时传达和执行医院各项管理要求和决定。

2、制定年度计划及年终总结。

3、认真严格进行各技工作人员的业务考核，积极组织业务教学、科研、人员培训。

4、组织科内新技术的开展实施，开展科研。

5、负责检查及处理日常工作任务，是科内放射诊断和治疗放射性物品管理的第一负责人。

二、放射诊断素质、责任岗位职责

1、负责每日开机前的检查、检定，光孔注意事项及机器的维护保护工作。

2、严格执行射线操作规程。

3、每日上班即进入重体注意对各项检查工作，工作之余应科室办公室内接受病人患者。

4、每日工作完成后及时整理工作用品，是本工作区域内放射线照治所做及放射性物品使用管理的第一负责人，填报好各项登记。

三、放射护士岗位职责

1、负责所复杂项检查患者所需的检查药物注射，注射三金七叶针及腰椎穿刺。

2、负责患者药物反应的注意事项，安排患者填写点登记表及检查室中患者的病情变化，如发现问题应及时向医师汇报并协助处理。

3、做好各项检查登记。

4、负责病物注射过程中严格做好防护工作，预防放射线污染，确保患者安全。

5、负责区域内的位置卫生及工具整理工作。

四、PET-CT 岗位职责

1、负责每日 PET-CT 各项检查符合其仪器的清洗保护工作。

1、每日上班开启 PET-CT 室应设置。检查前应点取准确计数，并将禁忌病史填写完整准确、标记、注射人员、检查时间等记入知情计数），应注意保密科室。

3、严格按照操作规程操作，其工作时应注意观察应设置定时位置上，注机器上有病人时，不得随意离开岗位。

4、每日完成工作后及时清理工作现场，做好各项登记。

五、PET-CT 医师岗位职责

1、负责每日 PET-CT 检查病例写报图像技术处理，并出检查报告及各种病理性质以及常规治疗护工作。

2、严格按照 PET-CT 应急操作程序操作，输入检查患者信息时进行图像技术处理，留存检查临床资料及时录出检查报告，主要工作时应在 PET-CT 应急和应用管。

3、每日完成工作后及时清理工作现场，资料归档并做好各项登记。

六、放射治疗工作岗位职责

1、负责病案 (3) 确诊表、平时随访 (3) 病案跟踪、平生 (3) 病治疗报告、90 德点放治疗。

2、基本工作区域内预防放射性污染及放射性物品保管的第一负责人。

3、负责该区域内卫生整理工作及检查、治疗相关登记记录。

八、放医学研究档案记录岗位职责

1、认真做好病人的各种预约工作，做好登记、编号及时记、注射人员。

2、负责科室时表统计、明细表、报管、病物、管理等等。

3、负责卫生员工作指导、并参整理其清洁工作，及时完成的监督工作。

4、负责区域内日常卫生整理工作。

# 放射性药物操作规程

一、成品放射性药物的操作规程：成品放射性药物指以单次剂量包装的注射器、多次剂量包装的小瓶或安瓿等形式供货的可直接使用的放射性药物。

(1)检查外包装有无损坏，询问送货人运输过程有无异常。

(2)检查合格证、标签、随行的各种文件如说明书、供货单等是否齐备。

(3)查阅品种、批号、放射性剂量，测量日期等是否符合定货要求；各项质量指标是否合格。

(4)测量核对标示量。

(5)签字验收，登记备案。

(6)每次取药需根据半衰期计算药量，经核对(核对药量、种类、批号、容器号)后方可取药。

(7)取药后登记。

二、由合成器及其配套药盒制备的放射性药物

(1)药盒到货时，首先核对品种、批号、数量、有效期是否符合要求，并登记在案。药盒每月清点一次，根据所存药盒数量调整订货量。

(2)对每一批号的药盒要抽查标记后产物的放化纯度和物理外观等指标，合格后才能使用。

(3)制备放射性药物前，核对药盒品种、有效期。

(4)用药后，登记药量、体积及药盒品种、批号。

(5)启用一种新的配套药盒、新型号或者不同装置的合成器之前，必须有以下详细的准备工作：参照厂商提供的说明书，写出制备程序；详细列出具体的制备和质控分析操作步骤；注明每种药盒标记时的最大允许放射性活度、最大允许体积和最大单次给药剂量数。标记制备后要进行目测检查和快速放化纯度分析。

# 短线装置使用登记制度

一、[illegible]

二、[illegible]

三、[illegible]

四、[illegible]

五、[illegible]

六、[illegible]

七、[illegible]

# 放射性同位素订购、领取、保管、使用登记制度

1.对领用放射性物质的人员需加强安全教育,有强烈责任心,并采取必要的保护与安全措施,保证人身及物品安全。

2.严格执行国家关于放射性同位素的定购及使用规定。同时应根据实际工作需要,在核定范围内使用,由科室主任制定每年度定购计划。

3.放射性同位素应当由专人领取和保管。订购的放射性同位素到货后由专人及时领取、登记,按放射性同位素使用的相关规定《核医学诊断与治疗规范》妥善保管,防止丢失或变性。

4.临床使用时,将放射性同位素移入科室专用铅罐内,铅罐上贴标签,注明放射性核素种类、放射性浓度及放入日期。出厂说明书应妥善保管,以备查对。

5,使用时严格按照放射性同位素操作规程将药品正确施予给患者。残留药品(放射性废物、污染物)按月置于源库内封存,注明核素种类、封存日期。

6.标记及注射放射性药物时应严格核对,防止发生差错。应定期质控检查,如需要可随时检测。

7.放射性同位素到货后,应该及时通知患者检查或治疗,以避免浪费。

8.放射性药物注射室、分装室等场所地点,应当在醒目部位设置电离辐射警告标志。

# 临沂市肿瘤医院监测方案

一、辐射工作场所监测方案

1、放射学科工作场所

（1）表面污染监测

监测时间：医师注药物前后、候素或放射源操作前后均做表面污染监测，三个月不间断监测。

监测部位：医生工作服表面、工作台表面、工作场所地面、墙面、地下管道表面。

（2）X-γ空气吸收剂量率

监测时间：医师注药物前后、候素或放射源操作前后均做剂量率监测。

监测部位：工作场所操作、候嗪表面以及人员经常驻留的位置。

2、放射科工作场所监测

（1）γ空气吸收剂量率监测

监测时间：工作场所周围一（1-2）次/年，应急状况随时监测。探测器无论一每次使用和换探头后进行监测。

监测部位：控制室操作位，防护门外表面30cm处，机房周围人员可到的位置外30cm处，以及人员经常驻留的位置，探测器表面。

（2）表面污染监测

监测时间：工作场所周围（1-2）次/年，应急状况随时监测，探测器无论每次使用和换探头后进行监测。

监测部位：控制室操作位，防护门外表面30cm处，机房周围墙体外30cm处，以及人员经常驻留的位置，探测器表面。

# 临沂市肿瘤医院设备检修维护制度

1、工程师负责对设备仪器的验收、安装、调试、维修、仪器的技术指导及监督工作。

2、设备维修人员负责日常维修业务和紧急维修任务，遇疑难问题时应上报问解决，对治疗设备、手术设备优先处理，随时保持维修。

3、临床科室使用的设备器械发生故障时，使用人员应停止使用，采取相应措施控制设备的损坏程度，使用科室应立即向设备维修人员报告，协助申请维修单。对设备临床工程师和设备主管师，维修人员报到后如后，应作执机到现场对设备故障进行分析检查和修复。

4、维修人员收到申请后，应及时检查、测试、分析故障原因，评估维修、更换部件及费用。

5、大型关键设备，必须以最快速故障，要向院长汇报，并保证维修质量。

6、医院各部门自己的设备，应安照规定执行其维修、保养内容，护理设备进行防火防尘与消毒。

7、对维修中的设备应挂危险标识加以说明，避免被使用。

8、为所维修的设备要登记，并注明所需配件，使用故障原因和故障性质，维修后经使用人验收合格、填写人签字后方能收和交接。

9、维修后的设备的技术参数、性能标准，应符合产品说明书的标准，应保证质量。

10、维修人员应对外出地维修的设备的可靠性、安全性负责。

# 临时安全防护设施检查与年度评估制度

根据《中华人民共和国安全生产法》《建筑施工特种作业人员管理规定》《建筑施工现场安全防护设施技术规范》等法律法规及国家、省、市、县（区）有关安全生产管理规定，结合本项目实际情况，特制定本制度。

一、适用范围

适用于本项目施工现场临时用电、脚手架、洞口防护、临边防护、安全网、消防设施、应急物资等临时安全防护设施的检查、维护、评估及管理工作。

二、检查内容

1. 临时用电设施

检查配电箱、开关箱、漏电保护器、电缆、接地装置是否符合规范要求，是否存在破皮、裸露、超负荷、乱接乱拉等隐患。

2. 脚手架与防护设施

检查脚手架搭设是否牢固、是否满足承载要求，防护栏杆、挡脚板、安全网是否齐全、完好、无破损。

3. 消防设施

检查灭火器、消防栓、应急照明、疏散通道是否完好、有效、无堵塞。

4. 应急物资

检查应急物资是否齐全、数量是否满足要求、是否在有效期内。

三、检查频次

1. 日常检查

由项目安全员每日巡查，发现问题立即通知责任人整改。

2. 专项检查

每周组织一次专项检查，重点检查临时用电、脚手架、消防设施。

3. 年度评估

每年年底组织一次全面评估，评估内容包括设施完好率、隐患整改率、人员安全意识等。

四、责任人

项目经理为临时安全防护设施管理第一责任人，负责组织检查、评估、整改。

安全员负责日常巡查、专项检查、年度评估的具体实施。

班组长负责本班组范围内的日常检查、维护、报修。

五、检查记录

检查人员应填写《临时安全防护设施检查记录表》，记录检查内容、发现问题、整改情况、责任人、完成时间。

六、评估报告

年度评估应形成《临时安全防护设施年度评估报告》，报项目经理审阅。

[illegible]

6、[illegible]

[illegible]

7、[illegible]

[illegible]

8、[illegible]

[illegible]

9、[illegible]

[illegible]

10、[illegible]

[illegible]

# 临沂市肿瘤医院个人剂量监测管理规定

一、按照本当局和国家有关标准、规范的要求，实施本单位的辐射工作人员接受个人剂量检测，并遵守下列规定：

（一）剂量计个人剂量检测周期一般为30天，最长不应超过90天。内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行；

（二）建立并保存个人剂量监测档案；

（三）允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

二、个人剂量监测档案应当包括：

（一）剂量监测的方法和结果等相关资料；

（二）对造成异常事故中受照照射的剂量和调查报告等相关资料。

辐射工作单位应当将个人剂量监测结果及时记录在《辐射工作人员证》中。

三、辐射工作人员进入辐射工作场所，应当遵守下列规定：

（一）正确佩戴个人剂量计；

（二）操作结束离开非密封辐射性物质工作场所时，应当采用个人防护、去污用品的辐射性表面污染监测，发现污染应及时处理，并记录在档。

（三）进入辐射装置、工业探伤、辐射治疗等固定辐射工作场所时，应佩戴常规个人剂量计外，还应当携带报警式剂量计。

四、个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。个人剂量监测技术服务机构的资质审定由中国疾病预防控制中

# 临时安全事故应急预案

[illegible]

[illegible]

一、[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

（一）[illegible]

（二）[illegible]

（三）[illegible]

（四）[illegible]

（五）[illegible]

（六）[illegible]

（七）[illegible]

（八）[illegible]

[illegible]

应急演练：

F-18 注药后病人呕吐演练演练记录

| | |
|---|---|
| 演练时间：2022 年 7 月 16 日 | 演练地点：病房护士站 |
| 演练内容：F-14 注药后病人呕吐演练 | |
| 参演人员：病房护士 检查病人注药后情况 | |

演练记录：

1、2022 年 7 月 16 日 10 时 [illegible]

2、[illegible]

3、[illegible]

4、[illegible]

5、[illegible]

6、[illegible]

7、[illegible]

8、[illegible]

4、应知所因、分析原因，做好记录人的。

| | | |
|---|---|---|
| 本次“[illegible]”[illegible]（[illegible]） | | |
| 相关要求评价 | 人员时间要求 | ☑[illegible] ☐[illegible] ☐个别人员未到位 |
| | 场地时间要求 | ☑[illegible] ☐[illegible] |
| | 实施效果评价 | ☑[illegible] ☐[illegible]、☐[illegible]、☐[illegible]、☐[illegible] |

存在问题：

1、开刀病人应根据每例手术记录工时，跟踪开刀人身体状况进行评估，转手并作术后病人处理记录。

2、跟踪器具专用间清洁用品、器械与其他清洁用品区别。

参加人员签名：[illegible]

记录人：[illegible]

记录日期：2022年7月16日

附件 5 辐射安全与防护培训合格证

成绩报告单

成绩报告单

成绩报告单

成绩报告单

成绩报告单

成绩报告单

成绩报告单

成绩报告单

附件 6 个人剂量检测报告及个人剂量档案表

正本

No. TL210505

# 检 测 报 告

样 品 名 称： 个人剂量计

委 托 单 位： 临沂市肿瘤医院

检 测 类 别： 委托检测

山 东 省 医 学 科 学 院 放 射 医 学 研 究 所

2021 年 [illegible]

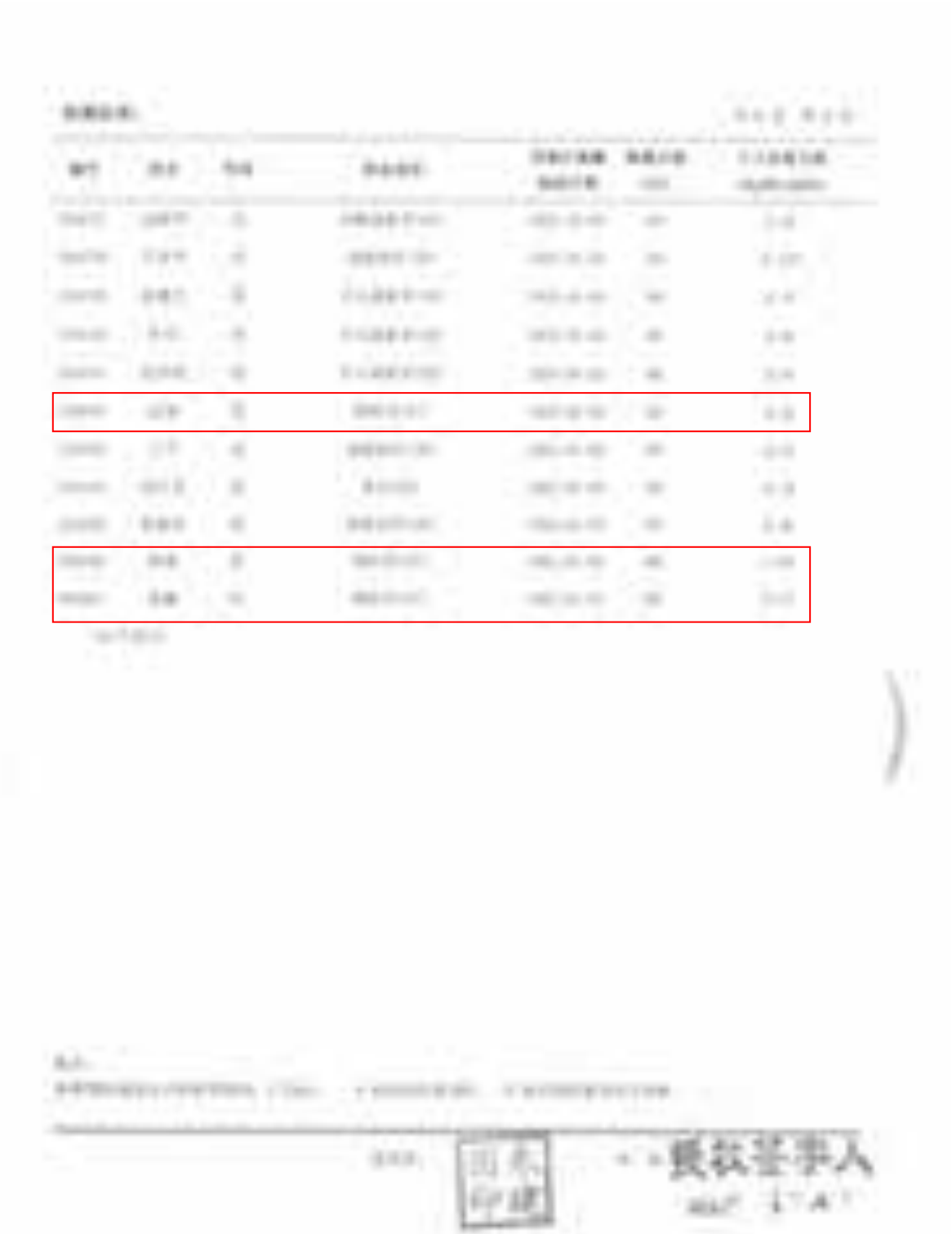
2021 年 [illegible] 日

# 检 测 报 告

检测结果：



| 编号 | 姓名 | 性别 | 职业类别 | 剂量计佩戴起始日期 | 佩戴天数（天） | 个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 034035 | 施洪强 | 男 | 诊断放射学（2A） | 2021-01-03 | 89 | 0.12 |
| 034036 | 李晓程 | 男 | 放射治疗（2D） | 2021-01-03 | 89 | 0.16 |
| 034041 | 臧瑞东 | 男 | 其它（2F） | 2021-01-03 | 89 | 0.16 |
| 034043 | 花卉 | 女 | 其它（2F） | 2021-01-03 | 89 | 0.22 |
| 034044 | 元安双 | 男 | 其它（2F） | 2021-01-03 | 89 | 0.18 |
| 034045 | 安普新 | 男 | 放射治疗（2D） | 2021-01-03 | 89 | 0.18 |
| 034048 | 刘浩 | 男 | 其它（2F） | 2021-01-03 | 89 | 0.09 |
| 034047 | 许晓峰 | 男 | 放射治疗（2D） | 2021-01-03 | 89 | 0.13 |
| 034049 | 张树茂 | 男 | 诊断放射学（2A） | 2021-01-03 | 89 | 0.10 |
| 034060 | 王全民 | 男 | 诊断放射学（2A） | 2021-01-03 | 89 | 0.04 |
| 034052 | 孙丽丽 | 女 | 诊断放射学（2A） | 2021-01-03 | 89 | 0.02* |
| 034054 | 王飞华 | 男 | 放射治疗（2D） | 2021-01-03 | 89 | 0.11 |
| 034055 | 于广日 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.04 |
| 034056 | 李强 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.07 |
| 034057 | 李恩山 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.11 |
| 034058 | 崔广学 | 男 | 诊断放射学（2A） | 2021-01-03 | 89 | 0.02* |
| 034059 | 王强江 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.12 |
| 034060 | 王庆来 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.04 |
| 034062 | 郭海涛 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.06 |
| 034063 | 李辉 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.10 |
| 034066 | 严茂军 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.04 |
| 034067 | 王义大 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.08 |
| 034068 | 张灵智 | 男 | 诊断放射学（2A） | 2021-01-03 | 89 | 0.56 |
| 034069 | 朱朝玉 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.13 |
| 034071 | 程明忠 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.06 |
| 034072 | 李克雷 | 男 | 介入放射学（2E） | 2021-01-03 | 89 | 0.06 |



山东省医学科学院放射医学研究所

# 检 测 报 告

检测结果：



| 编号 | 姓名 | 性别 | 职业类别 | 剂量计佩戴起始日期 | 佩戴天数（天） | 个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 034041 | 陈瑞东 | 男 | 其它（2F） | 2021-04-02 | 89 | 0.14 |
| 034044 | 元安双 | 男 | 其它（2F） | 2021-04-02 | 89 | 0.09 |
| 034045 | 安喜新 | 男 | 放射治疗（2D） | 2021-04-02 | 89 | 0.08 |
| 034046 | 刘浩 | 男 | 其它（2F） | 2021-04-02 | 89 | 0.14 |
| 034047 | 许现峰 | 男 | 放射治疗（2D） | 2021-04-02 | 89 | 0.10 |
| 034049 | 张树茂 | 男 | 诊断放射学（2A） | 2021-04-02 | 89 | 0.03 |
| 034050 | 王金民 | 男 | 诊断放射学（2A） | 2021-04-02 | 89 | 0.09 |
| 034052 | 孙丽娥 | 女 | 诊断放射学（2A） | 2021-04-02 | 89 | 0.04 |
| 034054 | 王飞坤 | 男 | 放射治疗（2D） | 2021-04-02 | 89 | 0.03 |
| 034055 | 于广计 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.33 |
| 034056 | 李强 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.23 |
| 034057 | 李恩山 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.19 |
| 034058 | 董广宇 | 男 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.13 |
| 034059 | 王福江 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.20 |
| 034060 | 王庆东 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.25 |
| 034062 | 邵海涛 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.18 |
| 034066 | 严茂平 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.23 |
| 034067 | 王义夫 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.19 |
| 034069 | 朱前玉 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.18 |
| 034070 | 司长擎 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.20 |
| 034071 | 陈明忠 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.21 |
| 034072 | 李克雷 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.22 |
| 034074 | 邱茂众 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.18 |
| 034075 | 聂春锦 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.30 |
| 034078 | 贺方平 | 男 | 放射治疗（2D） | 2021-04-02 | 89 | 0.02* |
| 034079 | 王慧茵 | 女 | 放射治疗（2D） | 2021-04-02 | 89 | 0.03 |

检测结果：



| 编号 | 姓名 | 性别 | 职业类别 | 剂量计佩戴起始日期 | 佩戴天数(天) | 个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 034153 | 王芹 | 女 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.08 |
| 034154 | 徐前锋 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.43 |
| 034155 | 徐晓红 | 女 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.13 |
| 034156 | 陈玄机 | 男 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.23 |
| 034157 | 冯会 | 女 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.15 |
| 034158 | 孙志方 | 男 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.08 |
| 034160 | 杨迎杰 | 男 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.11 |
| 034161 | 王文华 | 女 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.09 |
| 034162 | 宋婷婷 | 女 | 其它(2F) | 2021-04-02 | 89 | 0.05 |
| 034163 | 张会 | 女 | 其它(2F) | 2021-04-02 | 89 | 0.06 |
| 034164 | 申永东 | 女 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.23 |
| 034165 | 李加英 | 女 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.12 |
| 034166 | 段传菊 | 女 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.09 |
| 034167 | 丁丹丹 | 女 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.02* |
| 034168 | 倪捷 | 男 | 其它(2F) | 2021-04-02 | 89 | 0.03 |
| 034170 | 李钦勇 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.23 |
| 034172 | 殷鑫 | 男 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.12 |
| 034173 | 王浩铭 | 男 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.07 |
| 034174 | 刘清强 | 女 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.06 |
| 034175 | 陆永涛 | 男 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.02* |
| 034176 | 陈青伟 | 男 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.06 |
| 034177 | 高丽华 | 女 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.04 |
| 034178 | 左东华 | 女 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.24 |
| 034179 | 陈建平 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.21 |
| 034180 | 张思佳 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.04 |
| 034181 | 张彬 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.05 |

检测结果：



| 编号 | 姓名 | 性别 | 职业类别 | 剂量计佩戴起始日期 | 佩戴天数（天） | 个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 034182 | 王雪 | 女 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.02* |
| 034183 | 赵翔 | 男 | 核医学(2C) | 2021-04-02 | 89 | 0.04 |
| 034185 | 杜可 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.20 |
| 034186 | 赵邦利 | 男 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.24 |
| 034187 | 李鑫 | 女 | 核医学(2C) | 2021-04-02 | 89 | 0.16 |
| 034189 | 宋亚男 | 女 | 介入放射学(2E) | 2021-04-02 | 89 | 0.19 |
| 034190 | 刘俊宗 | 男 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.14 |
| 034191 | 杨立光 | 男 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.10 |
| 034192 | 仲基臣 | 男 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.09 |
| 034193 | 张广超 | 男 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.30 |
| 034194 | 高玉章 | 男 | 核医学(2C) | 2021-04-02 | 89 | 0.02* |
| 034195 | 袁新霞 | 男 | 核医学(2C) | 2021-04-02 | 89 | 0.02* |
| 034196 | 孟新新 | 男 | 诊断放射学(2A) | 2021-04-02 | 89 | 0.08 |
| 034197 | 张琳 | 女 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.18 |
| 034198 | 任雪华 | 女 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.19 |
| 034199 | 李秀敏 | 女 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.05 |
| 034200 | 车聪 | 男 | 放射治疗(2D) | 2021-04-02 | 89 | 0.02* |

（以下空白）

备注：

本周期的调查水平的参考值为：1.22mSv　　* 标注的结果<MDL　　# 标注的结果为名义剂量

签发者：　　职务：授权签字人

2021 年 7 月 7 日

山东省医学科学院放射医学研究所

# 检 测 报 告

检测结果：　　共 4 页　第 2 页

| 编号 | 姓名 | 性别 | 职业类别 | 测量计体质指数日期 | 体重大表(元) | 个人测量结果(kg/m(adv)) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | 男 | 装修协作（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 装修协作（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 合格装修学（24） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 合格装修学（24） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 女 | 合格装修学（24） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 装修协作（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 合格装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 外入装修学（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 装修协作（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 女 | 装修协作（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 装修协作（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 装修协作（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 装修协作（20） | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

[illegible]

[illegible] 共 4 页 第 1 页

| 编号 | 姓名 | 性别 | 职业类别 | 所属行业最高限行期 | 保费大额(元) | 个人月缴均量(元/年/cents) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | 男 | 个人高级学(30) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 女 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 女 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 个人高级学(30) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 女 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 女 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 女 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 个人高级学(30) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 女 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 女 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 个人高级学(30) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 个人高级学(30) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 个人高级学(30) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 女 | 个人高级学(30) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | 男 | 非职业医学(26) | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

[illegible]

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

[illegible]

[illegible]

[illegible]

山东省医学科学院放射医学研究所

# 检 测 报 告

| | | | |
|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

[illegible]

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

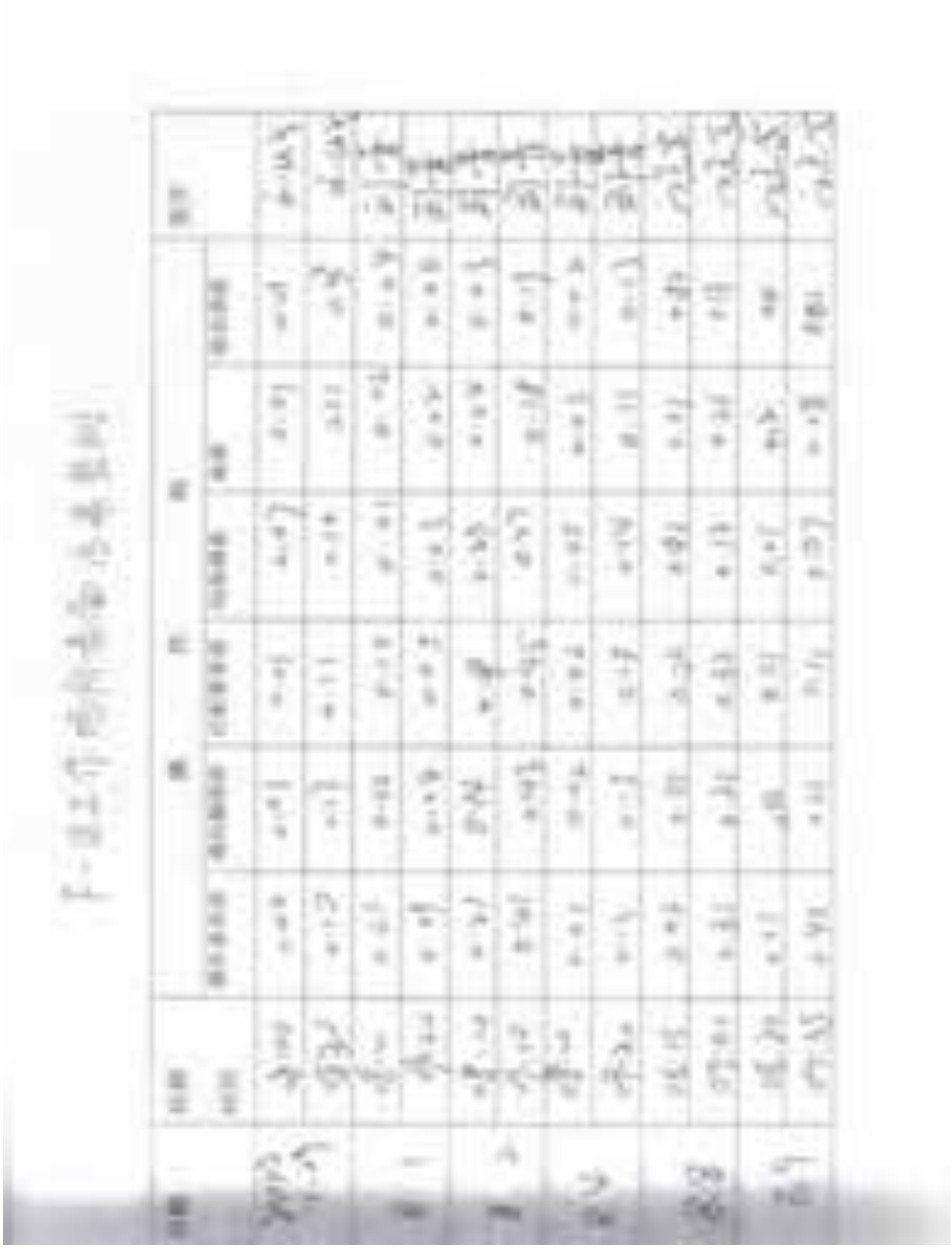
[illegible]

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

个人剂量档案表（示例）

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 2 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 3 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 4 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 5 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 6 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| 7 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| 8 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | | | | | |
| 18 | | | | | |
| 19 | | | | | |
| 20 | | | | | |
| 21 | | | | | |
| 22 | | | | | |
| 23 | | | | | |
| 24 | | | | | |
| 25 | | | | | |

附件 7　自行监测记录表

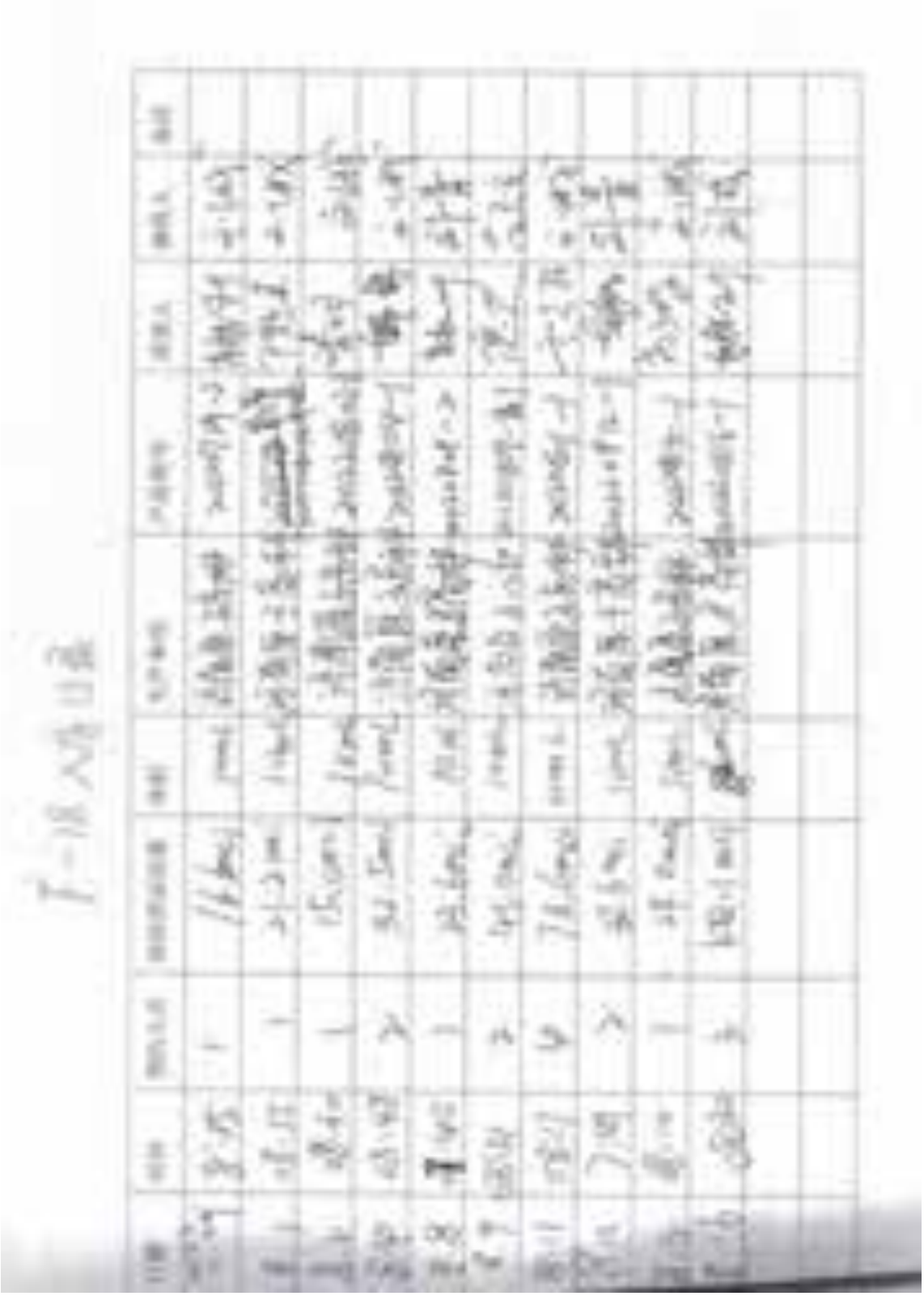


# 附件 8 放射性固体废物台账

F-18 放射性废物记录

| 日期 | 时间 | 核素种类 | 数量 | 重量(KG) | 活度 | 本底 | 签名 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5.23 | 8:20 | 18F | 1 | 2.7kg | 0.08 | 0.03 | 高飞 |
| 5.30 | 8:10 | 18F | 1 | 1.5kg | 0.06 | 0.06 | 刘成 |
| 6.6 | 08:20 | 18F | 1 | 2.4kg | 0.05 | 0.03 | 刘青 |
| 6.20 | 8:00 | 18F | 1 | 2kg | 0.05 | 0.02 | 刘成 |
| 6.27 | 8:00 | 18F | 1 | 2.2kg | 0.06 | 0.02 | 刘成 |
| 7.4 | 08:00 | 18F | 1 | 2kg | 0.07 | 0.02 | 刘成 |
| 7.11 | 08:10 | 18F | 1 | 1.7kg | 0.05 | 0.01 | 刘成 |
| 7.18 | 08:10 | 18F | 1 | 1.5kg | 0.06 | 0.02 | 刘成 |
| 7.26 | 08:00 | 18F | 1 | 2.0kg | 0.04 | 0.01 | 刘成 |
| 8.1 | 08:00 | 18F | 1 | 1.8kg | 0.05 | 0.02 | 刘青 |
| 8.8 | 08:10 | 18F | 1 | 1.9kg | 0.07 | 0.01 | 高飞 |
| | | | | | | | |

附件 9　放射性同位素入库、使用登记记录



8.11 4人

下一批发现的量

8.12 2人

附件 10　竣工环境保护验收监测报告

# 检验检测报告

[illegible]

山东[illegible]检测技术股份有限公司

# 检验检测报告

## 一、基础信息

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | | |
| | [illegible] | [illegible] | | |
| | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | | | |
| [illegible] | | | | |
| [illegible] | | | | |
| [illegible] | [illegible] | | | |

## 二、检测内容

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | | | |

## 三、检测方法及仪器

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

[illegible]

[illegible]

**[illegible]. [illegible]**

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| | | | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

——[illegible]——

[illegible]：[illegible] [illegible]：[illegible] [illegible]：[illegible]

[illegible]：2022年[illegible]月19日

[illegible]

[illegible]

# 报 告 说 明

1、报告无加盖本公司“检验检测专用章”和CMA专用章，报告单无效。

2、报告内容需写全、清楚，间隔无隔，报告无编制人、审核人、批准人签字无效。

3、本报告公司单独凭据，不得单独引用本报告或者本报告内部分内容，更不得引申意思加盖本公司“检验检测专用章”和CMA专用章或签字无效。

4、本报告公司单独所有，本报告及数据不得用于商品广告，宣传目的。

5、本报告只对送检样品或本次检测负责，对送检样品，样品信息均由委托方提供，本公司不对其真实性负责，供试品样品二次复检无效的样品，无法保证入复检的样品，本公司仅对本次所采样方检测数据负责。

6、委托方如对本报告有异议，请于收到本报告七日内向本公司提出，逾期不予受理。

7、除客户保留样品不支付样品管理费，所有样品超过检测规定的时间期限不再留样。

8、除客户保留样品不支付检测管理费，本公司收到样品后检测管理费用与凭证。

9、加“#”号为分包项目。

**检测单位地址：山东省济宁市太白湖西路19号**

**电　　话：**[redacted]

**传　　真：**[redacted]

**邮政编码：**[redacted]

# 检 测 报 告

[illegible]

项目名称：[illegible]

委托单位：[illegible]

检测类别：[illegible]

报告日期：[illegible]

[illegible]

# 说　明

1　报告无本单位检测报告专用章、骑缝章及 [illegible] 章无效。

2　复制报告未重新加盖本单位检测报告专用章无效。

3　报告涂改无效。

4　自送样品委托测试，本检测结果仅对来样负责，对不可复现的检测项目，结果仅对采样（或检测）当时所代表的时间和空间负责。

5　对检测报告如有异议，请于报告发出之日起的两个月之内以书面形式向本公司提出，逾期不予受理。


单位名称：山东鼎盛环境检测有限公司

单位地址：中国（山东）自由贸易试验区济南片区

　　高新区经广路3号写字楼1611室

电　　话：[illegible]

邮政编码：250100

电子邮件：[illegible]

# 检 测 报 告

[illegible]

| | | | |
|---|---|---|---|
| 检测项目 | [illegible] | | |
| 委托单位 | [illegible] | | |
| 联系人 | [illegible] | 联系电话 | [illegible] |
| 检测依据 | [illegible] | 委托日期 | [illegible] |
| 检测地点 | [illegible] | | |
| 检测日期 | [illegible] | | |
| 环境条件 | [illegible] | | |
| 检测仪器设备 | 设备名称 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| | 设备型号 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| | 设备编号 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| | 测量范围 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| | 检定/校准单位 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| | 检定/校准证书编号 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| | 检定/校准有效期至 | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 检测结果 | [illegible] | | |
| 附带说明 | [illegible] | | |

[illegible]

# 检 测 报 告

山东[illegible]检测【2021】[illegible]号

| 附表1　[illegible] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 序号 | 点位编号 | | 监测结果（μg/m³） | | 单位 | 方法 |
| | | | 平均值 | 标准偏差 | | |
| [illegible] | 敏感区 | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | [illegible]-[illegible]个[illegible]日平均浓度 | [illegible] |
| [illegible] | | [illegible]点（可调整方位） | [illegible] | [illegible] | | [illegible] |
| [illegible] | | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | | [illegible] |
| [illegible] | | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | | [illegible] |
| [illegible] | | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | | [illegible] |
| [illegible] | | [illegible]点（可调整方位） | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | 小学[illegible] | [illegible]μg/m³ | [illegible] | [illegible] | [illegible]μg/m³ | [illegible] |
| [illegible] | | [illegible]μg/m³ | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | | [illegible]μg/m³ | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | | [illegible]μg/m³ | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | | [illegible]点（人员操作位） | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | 小学[illegible] | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | [illegible]个[illegible]小时均值（[illegible]）[illegible]时值 | [illegible] |
| [illegible] | | [illegible]点（可调整方位） | [illegible] | [illegible] | | [illegible] |
| [illegible] | | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | | [illegible]点 | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | | [illegible]点（可调整方位） | [illegible] | [illegible] | | |

# 检 测 报 告

[illegible]

| 附录1 [illegible] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 序号 | 分析项目 | | 监测结果（mg/kg） | | 备注 | 分区 |
| | | | 平均值 | 标准偏差 | | |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

# 检 测 报 告

山东鼎嘉辐检【2022】233号

续表1　核医学科PET-CT中心X-γ辐射剂量率监测结果

| 序号 | 点位描述 | | 监测结果（nGy/h） | | 备注 | 分区 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平均值 | 标准偏差 | | |
| A49 | 患者走廊 | 入口防护门外30cm处 | 700.8 | 0.8 | 模拟1名患者注射15mCi 18F后经入口，出口防护门2m处/东、西墙内1m处 | 监督区 |
| A50 | | 入口防护门东门缝外30cm处 | 1.062 μGy/h | 0.02 | | |
| A51 | | 入口防护门西门缝外30cm处 | 873.5 | 1.2 | | |
| A52 | | 入口防护门上门缝外30cm处 | 715.0 | 1.2 | | |
| A53 | | 入口防护门下门缝外30cm处 | 716.1 | 0.9 | | |
| A54 | | 东墙偏南外30cm处 | 117.7 | 1.2 | | 控制区 |
| A55 | | 西墙偏南外30cm处 | 118.8 | 0.8 | | |
| A56 | | 楼上偏南地面30cm处 | 103.8 | 1.4 | | |
| A57 | | 出口防护门外30cm处 | 413.4 | 1.0 | | 监督区 |
| A58 | | 出口防护门东门缝外30cm处 | 415.5 | 1.1 | | |
| A59 | | 出口防护门西门缝外30cm处 | 245.9 | 1.2 | | |
| A60 | | 出口防护门上门缝外30cm处 | 404.4 | 1.5 | | |
| A61 | | 出口防护门下门缝外30cm处 | 497.3 | 1.1 | | |
| A62 | | 北墙外30cm处 | 93.7 | 1.4 | | |
| A63 | | 西墙偏北外30cm处 | 98.2 | 1.2 | | 控制区 |
| A64 | | 东墙偏北外30cm处 | 99.2 | 0.8 | | |
| A65 | | 楼上偏北地面30cm处 | 99.9 | 1.3 | | |
| A66 | 留观室 | 东墙外30cm处 | 101.4 | 0.9 | 模拟1名患者注射15mCi 18F后进入 | 控制区 |
| A67 | | 南墙外30cm处 | 188.1 | 1.1 | | |
| A68 | | 西墙外30cm处 | 93.0 | 1.0 | | |
| A69 | | 北墙外30cm处 | 92.8 | 1.3 | | 监督区 |
| A70 | | 东门外30cm处(巡测最大值) | 275.3 | 1.3 | | 控制区 |
| A71 | | 楼上地面30cm处 | 103.7 | 1.5 | | 监督区 |
| A72 | 衰变池 | 衰变池上方 | 100.5 | 1.0 | / | 控制区 |
| A73 | 通风管道外30cm处 | | 112.3 | 1.2 | | 监督区 |
| A74 | 核医学工作场所北侧在建商品楼 | | 93.9 | 1.3 | | 监督区 |

# 检 测 报 告

[illegible]

| 样品1：[illegible] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 序号 | 分析项目 | | 检测结果（[illegible]） | | 单位 | 方法 |
| | | | 平均值 | 标准偏差 | | |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | / | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | [illegible] | [illegible]（[illegible]） | [illegible] | [illegible] | [illegible]（[illegible]） | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | [illegible] | / |
| [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | | |
| [illegible] | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | | |

# 检 测 报 告

山东鼎嘉辐检【2022】233号

表2　PET-CT扫描间周围X-γ辐射剂量率监测结果

| 序号 | 点位描述 | 关机状态（nGy/h） | | 开机状态（nGy/h） | | 备注 | 分区 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 监测值 | 标准偏差 | 监测值 | 标准偏差 | | |
| B1 | 控制室操作位 | 98.3 | 0.8 | 385.4 | 1.0 | 模拟患者注射15mCi $^{18}$F于候诊室40min后进入扫描间开机监测时，CT管电压：112kV，管电流：160mA | 监督区 |
| B2 | 观察窗外30cm处 | 101.9 | 1.0 | 1.008 μGy/h | 0.02 | | |
| B3 | 小防护门中间外30cm处 | 98.9 | 0.9 | 105.3 | 0.8 | | |
| B4 | 小防护门下侧门缝外30cm处 | | | 113.4 | 1.6 | | |
| B5 | 小防护门上侧门缝外30cm处 | | | 109.2 | 1.3 | | |
| B6 | 小防护门南侧门缝外30cm处 | | | 111.9 | 1.1 | | |
| B7 | 小防护门北侧门缝外30cm处 | | | 114.1 | 1.0 | | |
| B8 | 扫描间东墙外30cm处 | 102.7 | 1.2 | 107.9 | 0.8 | | |
| B9 | 扫描间北墙外30cm处 | 98.5 | 1.0 | 103.5 | 1.6 | | |
| B10 | 扫描间南墙外30cm处 | 107.8 | 0.9 | 112.7 | 1.2 | | 控制区 |
| B11 | 扫描间西墙外30cm处 | 103.1 | 1.4 | 105.9 | 1.2 | | |
| B12 | 大防护门中间外30cm处 | 79.1 | 1.1 | 81.8 | 0.8 | | |
| B13 | 大防护门下侧门缝外30cm处 | | | 82.2 | 1.2 | | |
| B14 | 大防护门上侧门缝外30cm处 | | | 88.6 | 0.9 | | |
| B15 | 大防护门北侧门缝外30cm处 | | | 96.1 | 1.3 | | |
| B16 | 大防护门南侧门缝外30cm处 | | | 93.9 | 0.9 | | |
| B17 | 管线口外30cm处 | / | / | 93.4 | 1.0 | | 监督区 |
| B18 | 机房楼上距地面100cm处 | / | / | 103.7 | 1.0 | | 控制区 |
| B19 | 距离患者1m处(摆位时) | / | / | 22.90 μGy/h | 0.2 | | |

# 检 测 报 告

山东鼎嘉辐检【2022】233号

表3　核医学科PET-CT中心β表面污染监测结果

| 序号 | 分区 | 点位描述 | 监测值（Bq/cm²） |
|---|---|---|---|
| a1 | 控制区 | PET-CT扫描间地面 | 0.075 |
| a2 | | PET-CT扫描间诊疗床面 | 0.108 |
| a3 | | PET-CT扫描间墙面 | 0.082 |
| a4 | | PET-CT扫描间防护门 | 0.051 |
| a5 | | 卫生通过间地面 | 0.037 |
| a6 | | 卫生通过间墙面 | 0.034 |
| a7 | | 卫生通过间洗手台 | 0.028 |
| a8 | | 卫生通过间防护门 | 0.021 |
| a9 | | PET-CT注射后候诊室（3人间）卫生间地面 | 0.726 |
| a10 | | PET-CT注射后候诊室（3人间）卫生间墙面 | 0.653 |
| a11 | | PET-CT注射后候诊室（3人间）地面 | 0.278 |
| a12 | | PET-CT注射后候诊室（3人间）床面 | 0.319 |
| a13 | | PET-CT注射后候诊室（3人间）墙面 | 0.221 |
| a14 | | PET-CT注射后候诊室（单人间）卫生间地面 | 0.869 |
| a15 | | PET-CT注射后候诊室（单人间）卫生间墙面 | 0.824 |
| a16 | | PET-CT注射后候诊室VIP（单人间）地面 | 0.395 |
| a17 | | PET-CT注射后候诊室VIP（单人间）床面 | 0.282 |
| a18 | | PET-CT注射后候诊室VIP（单人间）墙面 | 0.358 |
| a19 | | PET-CT注射后候诊室（3人间）防护门 | 0.081 |
| a20 | | 储源间地面 | 0.043 |
| a21 | | 储源间墙面 | 0.044 |
| a22 | | 储源间防护门 | 0.034 |

# 检 测 报 告

山东鼎嘉辐检【2022】233号

| 续表3 核医学科PET-CT中心β表面污染监测结果 | | | |
|---|---|---|---|
| 序号 | 分区 | 点位描述 | 监测值（Bq/cm²） |
| a23 | 控制区 | 注射室地面 | 0.005 |
| a24 | | 注射室工作台面 | 0.040 |
| a25 | | 注射室墙面 | 0.010 |
| a26 | | 注射室防护门 | 0.037 |
| a27 | | 分装质控室地面 | 0.053 |
| a28 | | 分装质控室工作台面 | 0.033 |
| a29 | | 分装质控室墙面 | 0.048 |
| a30 | | 分装质控室防护门 | 0.043 |
| a31 | | 患者走廊地面 | 0.002 |
| a32 | | 患者走廊墙面 | 0.005 |
| a33 | | 入口防护门 | 0.021 |
| a34 | | 出口防护门 | 0.026 |
| a35 | | 抢救室地面 | 0.010 |
| a36 | | 抢救室墙面 | 0.013 |
| a37 | | 留观室地面 | 0.014 |
| a38 | | 留观室墙面 | 0.020 |
| a39 | | 留观室卫生间地面 | 0.946 |
| a40 | | 留观室卫生间墙面 | 0.855 |
| a41 | | 留观室防护门 | 0.037 |
| a42 | | 放射性废物箱表面 | 0.070 |
| a43 | | 放射性衰变箱表面 | 0.032 |
| a44 | 监督区 | 注射前候诊区地面 | 0.080 |
| a45 | | 注射前候诊区墙面 | 0.059 |
| a46 | | 问诊处工作台面 | 0.057 |

# 检 测 报 告

山东鼎嘉辐检【2022】233号

| 续表3 核医学科PET-CT中心β表面污染监测结果 | | | |
|---|---|---|---|
| 序号 | 分区 | 点位描述 | 监测值（Bq/cm²） |
| a47 | 监督区 | 保洁间地面 | 0.042 |
| a48 | | 保洁间墙面 | 0.035 |
| a49 | | 卫生间地面 | 0.043 |
| a50 | | 卫生间墙面 | 0.035 |
| a51 | | 男更衣室地面 | 0.355 |
| a52 | | 男更衣室墙面 | 0.364 |
| a53 | | 工作服表面 | 0.059 |
| a54 | | 控制室地面 | 0.032 |
| a55 | | 控制室墙面 | 0.039 |
| a56 | | 控制室工作台面 | 0.034 |
| a57 | | 医生走廊地面 | 0.094 |
| a58 | | 医生走廊墙面 | 0.090 |
| a59 | | 淋洗室地面 | 0.317 |
| a60 | | 淋洗室墙面 | 0.328 |

# 检 测 报 告

[illegible]

[illegible]

[illegible]

# 检 测 报 告

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

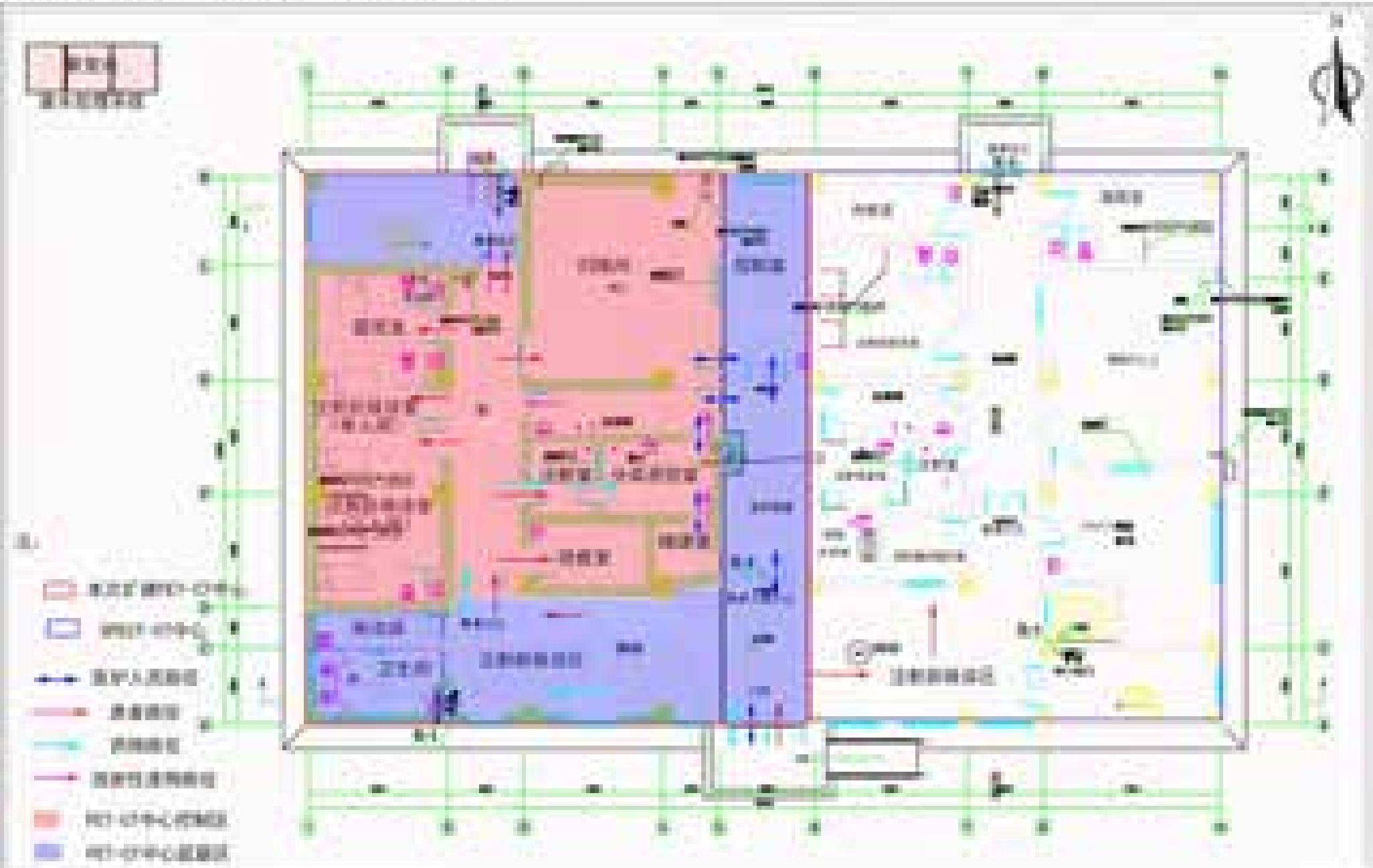
附图1 溧阳市在地理位置图 比例尺 1:160万

附图2 河东区周边关系影像图 比例尺 1:1000

附図3　本事業計画周辺状況図 縮尺1:1000

附图4 本项目所在浦东校区总平面布置图 比例尺：1:2000

附图3 检验科一层平面布置图（比例尺：1:100）



附図5 病院学科棟二階平面布置図 (比率1/100)

附图7 本次扩建PET-CT中心通气排放管道示意图 比例尺：1:100

附图8 永定矿源PET-CT中心放射性废水排放管道图 比例尺：1:200

# 建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：山东海美依项目咨询有限公司　　填表人（签字）：　　项目经办人（签字）：

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 建设项目 | 项目名称 | 乙级非密封放射性物质工作场所扩建项目 | | | | 项目代码 | / | | | 建设地点 | 临沂市河东区中昇大街与智诚路交汇处，医院河东院区核医学科楼一层西侧 | | | | |
| | 行业类别（分类管理名录） | 五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目 | | | | 建设性质 | □新建　√ 改扩建　□技术改造 | | | | 项目中心经度/纬度 | N：35.11331929°<br>E：　118.39729374° | | | |
| | 设计规模 | 于河东院区的核医学科楼一层西侧扩建 PET-CT 中心，扩建的 PET-CT 中心日等效最大操作量为 1.3875×$10^7$Bq，扩建后整体核医学工作场所日等效最大操作量为 3.00×$10^9$Bq，仍属于乙级非密封放射性物质工作场所。拟购置一台 PET-CT，使用放射性同位素 $^{18}$F 进行 PET-CT 扫描诊断。 | | | | 实际建设规模 | 于河东院区的核医学科楼一层西侧扩建 PET-CT 中心，扩建的 PET-CT 中心日等效最大操作量为 1.3875×$10^7$Bq，扩建后核医学工作场所日等效最大操作量为 3.00×$10^9$Bq，仍属于乙级非密封放射性物质工作场所。购置一台 PET-CT，使用放射性同位素 $^{18}$F 进行 PET-CT 扫描诊断。 | | | 环评单位 | 山东海美依项目咨询有限公司 | | | | |
| | 环评文件审批机关 | 临沂市行政审批服务局 | | | | 审批文号 | 临审服投资许字[2021]22006 | | | 环评文件类型 | 环境影响报告表 | | | | |
| | 开工日期 | 2021 年 6 月 | | | | 竣工日期 | 2021 年 12 月 | | | 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 | 临沂市肿瘤医院 | | | | 环保设施监测单位 | 山东鼎嘉环境检测有限公司 | | | 验收监测时工况 | / | | | | |
| | 投资总概算（万元） | 6000 | | | | 环保投资总概算（万元） | 500 | | | 所占比例（%） | 8.33% | | | | |
| | 实际总投资（万元） | 4000 | | | | 实际总投资环保投资（万元） | 200 | | | 所占比例（%） | 5.00% | | | | |
| | 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 | | | | | | 新增废气处理设施能力 | | | 年平均工作时 | / | | | | |
| 运营单位 | | 临沂市肿瘤医院 | | | | 运营单位社会统一信用代码（或组织机构代码） | | | 12371300495170836G | 验收时间 | 2022 年 7 月 28 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 | | X-γ辐射剂量率<2.5μGy/h 等 | X-γ辐射剂量率<2.5μGy/h 等 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

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