

新建核医学诊断项目竣工环境保 护验收监测报告

报告编号：瑞森（验）字（2021）第048号

建设单位： 东台仁德肿瘤医院

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二一年十二月

项目名称： 新建核医学诊断项目竣工环境保护验收监测

建设单位： 东台仁德肿瘤医院

法人代表： 宋铮皓

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

法人代表： 王爱强

主要编制人员情况			
姓名	上岗证书号	职责	签名
张晋	SHFSJ0743（电离类）	编写	
刘好彧	SHFSJ0583（电离类）	校核	
王超	SHFSJ0287（综合类）	审核	
王爱强	SHFSJ0060（综合类）	签发	

建设单位： 东台仁德肿瘤医院

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

联系人： 周进峰

联系人： 郭文政

电话

电话： 025-86633196

地址： 盐城市东台市城东新区金鑫花园 地址： 南京市鼓楼区建宁路 61 号中央金地广场 1 幢 1317 室

东侧

目 录

1 项目概况	1
1.1 建设单位基本情况.....	1
1.2 项目建设规模.....	1
1.3 验收工作由来.....	1
1.4 项目基本信息一览表.....	2
2 验收依据	4
2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度.....	4
2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范.....	5
2.3 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定.....	5
3 项目建设情况	6
3.1 地理位置及平面布置.....	6
3.2 建设内容.....	10
3.3 工作原理及工艺流程.....	13
3.4 项目变动情况.....	15
4 辐射安全与防护环境保护措施	16
4.1 核医学项目.....	16
4.2 辐射安全管理制度.....	28
4.4 辐射安全应急措施.....	29
4.5 辐射安全与防护措施落实情况.....	30
5 环境影响报告书（表）主要结论与建议及其审批部门审批决定	33
5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议.....	33
5.2 审批部门审批决定.....	35
6 验收执行标准	37
6.1 人员年受照剂量管理目标值.....	37
6.2 辐射管理分区.....	37
6.3 工作场所布局要求.....	37
6.4 核医学工作场所分级.....	38
6.5 核医学辐射工作场所表面污染控制水平要求.....	39
6.6 工作场所放射防护安全要求.....	39

6.7 放射性废水排放活度浓度限值.....	错误!未定义书签。
6.8 放射性固废暂存及清洁解控的要求.....	43
6.9 安全管理要求及环评要求.....	43
7 验收监测	45
7.1 监测分析方法.....	45
7.2 监测因子.....	45
7.3 监测工况.....	45
7.4 监测内容.....	45
8 质量保证和质量控制	46
8.1 本次验收监测质量保证和质量控制.....	46
8.2 自主检测质量保证和质量控制.....	46
9 验收监测结果	48
9.1 辐射防护和通风橱风速监测结果.....	48
9.2 辐射工作人员和公众年有效剂量分析.....	57
10 验收监测结论	60
10.1 验收结论.....	60
10.2 建议.....	61
附件 1 项目委托书	62
附件 2 项目环境影响报告表主要内容	63
附件 3 项目环境影响报告表批复文件	76
附件 4 辐射安全许可证正副本复印件	79
附件 5 辐射安全管理机构及制度	84
附件 6 辐射工作人员培训证书及健康证明	105
附件 7 个人剂量委托检测协议书	109
附件 8 竣工环保验收监测报告	111
附件 9 放射性药品及其原料（放射源）转让审批表	124
附件 10 验收监测单位 CMA 资质证书.....	125

1 项目概况

1.1 建设单位基本情况

东台仁德肿瘤医院是一所二级专科医院。医院占地面积约 10 亩，建筑面积约 1.6 万平方米。医院影像科已配备 1 台医用诊断 X 射线装置和 1 台医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置。医院于 2021 年 10 月 26 日重新申领了辐射安全许可证（苏环辐证[J2109]），许可种类和范围为：使用 III 类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2026 年 10 月 25 日。

1.2 项目建设规模

近年来，癌症的发病率不断攀升，为了进一步推动医院医疗事业的发展，为更好适应周边地区患者对肿瘤疾病诊断治疗的医疗服务需求，医院在地下一层新建核医学科：新增 1 台 PET/CT 及相关辅助设施，使用 ^{18}F 核素开展显像检查。该项目已于 2018 年 2 月完成项目的环境影响评价，于 2018 年 12 月 26 日取得了原盐城市环境保护局关于该项目的环评批复文件：盐环辐（表）审[2018]22 号，本项目已完成许可。

本项目实际建设规模为：在地下一层新建核医学科，并新建 1 座 PET/CT 机房，配备 1 台 PET/CT（型号：uMI550，CT 最大管电压 140kV，最大管电流 420mA），使用 ^{18}F 进行扫描显像检查，无校准源（本项目 PET/CT 采用刻度表方式进行校准，遂无需校准源）。

东台仁德肿瘤医院新建核医学诊断项目于 2018 年 2 月开工，于 2021 年 9 月竣工并完成安装调试，配套的环保设施和主体工程均已同时建成，具备竣工环境保护验收条件。

1.3 验收工作由来

根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，东台仁德肿瘤医院于 2021 年 11 月组织并启动验收工作，委托南京瑞森辐射技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作。项目委托书见附件 1。

南京瑞森辐射技术有限公司接受委托后，编制了《东台仁德肿瘤医院新建核医学诊断项目竣工环境保护验收监测方案》。本次验收内容包括：在地下一层新建核医学科，于核医学楼内建设 1 座 PET/CT 机房，配备 1 台 PET/CT（型号：uMI550，CT 最大管电压 140kV，最大管电流 420mA），使用 ^{18}F 进行扫描显像

检查。南京瑞森辐射技术有限公司开展了现场监测和核查，根据现场监测和核查情况，编制本项目验收监测报告。

1.4 项目基本信息一览表

本项目基本情况见表 1-1。

表 1-1 项目基本信息一览表

项目名称	新建核医学诊断项目		
建设单位	东台仁德肿瘤医院 (统一社会信用代码为)		
法人代表	宋铮皓	项目联系人	周进峰
联系电话			
通讯地址	盐城市东台市城东新区金鑫花园东侧		
项目地点	盐城市东台市城东新区金鑫花园东侧院内地下一层		
建设性质	新建		
环评单位	江苏润天环境科技有限公司		
环评报告名称	《新建核医学诊断项目环境影响报告表》		
环评审批部门	原盐城市环境保护局	批复时间	2018 年 12 月 26 日
批准文号	盐环辐(表)审[2018]22 号		
验收监测单位	南京瑞森辐射技术有限公司	委托时间	2020 年 11 月 26 日
核技术项目投资 (万元)	6000	核技术项目环保投资 (万元)	183
开工日期	2018 年 2 月	竣工日期	2021 年 9 月

本次验收项目环评审批及实际建设情况见表 1-2。

表 1-2 本次验收项目环评审批及实际建设情况一览表

环评报告表名称	环评审批情况及批复时间	实际建设情况	备注
《新建核医学诊断及 DSA 诊疗项目环境影响报告表》	建设地点: 盐城市东台市城东新区金鑫花园东侧院内地下一层 PET 机房。 项目内容: 拟在负一楼西侧新建核医学诊断项目，新增一台 PET/CT 及相关辅助设施(型号为 uMI 550 型，	建设地点: 盐城市东台市城东新区金鑫花园东侧院内地下一层 PET 机房。 项目内容: 在负一楼西侧新建核医学诊断项目，新增一台 PET/CT 及相	实际建设内容及技术参数在环评及其批复范围以内。

	<p>最大管电压为 140kV，最大管电流为 420mA），使用 ^{18}F（日等效最大操作量为 $4.44 \times 10^6 \text{Bq}$）进行扫描显像检查项目。</p> <p>PET/CT 属 III 类射线装置，核医学工作场所属丙级非密封放射性物质工作场所。</p> <p>批复时间：2018 年 12 月 26 日 批准文号：盐环辐（表）审[2018]22 号</p>	<p>关辅助设施（型号为 uMI 550 型，最大管电压为 140kV，最大管电流为 420mA），使用 ^{18}F（日等效最大操作量为 $4.44 \times 10^6 \text{Bq}$）进行扫描显像检查项目。</p> <p>PET/CT 属 III 类射线装置，核医学工作场所属丙级非密封放射性物质工作场所。</p>	
--	---	---	--

2 验收依据

2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度

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

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

2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范

- 1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- 2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
- 3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；
- 4) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- 5) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；
- 6) 《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）；
- 7) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；
- 8) 《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）；
- 9) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）；
- 10) 《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；
- 11) 《表面污染测定 第一部分 β 发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）；
- 12) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；
- 13) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。

2.3 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定

《新建核医学诊断项目环境影响报告表》，江苏润天环境科技有限公司，2018年2月。见附件2；

《关于新建核医学诊断项目环境影响报告表的批复》（盐环辐（表）审[2018]22号，盐城市环境保护局，2018年12月26日。见附件3。

3 项目建设情况

3.1 地理位置及平面布置

项目名称：新建核医学诊断项目竣工环境保护验收。

建设地点：东台市城东新区金鑫花园东侧医院负一楼核医学科，医院及本项目地理位置见图 3-1。本项目周围 50m 范围示意图见图 3-2。

现场环境：东台仁德肿瘤医院位于盐城市东台市城东新区金鑫花园东侧。医院东侧为红光路及东域名苑小区，南侧为停车场及东进大道，西侧为金鑫花园，北侧为康和花苑。本次新建核医学项目位于医院负一楼西部。本次新建核医学诊断项目周围 50m 范围内主要敏感点有：西侧距医院约 20m 处金鑫花园 5 号楼（11 层）、北侧距医院约 20m 处康和花苑（2 层）及周围公众（详见图 3-2），运行后的环境保护目标主要为工作场所内的辐射工作人员、院区内病患、其他医务人员、院区内公众、及上述敏感点等。工作场所现场环境及环境保护目标与环评时一致。

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

表 3-1 医院周围环境现场核实表

位置		环评规划情况	现场核实情况
医院	东侧	红光路及东域名苑小区	红光路及东域名苑小区
	南侧	停车场及东进大道	停车场及东进大道
	西侧	金鑫花园	金鑫花园
	北侧	康和花苑	康和花苑

表 3-2 本项目周围环境环评中规划情况与现场核实情况对照表

位置	周围环境		备注	
	环评规划情况	现场核实情况		
核医学科	东侧	医生办公室	医生办公室	与环评文件一致
	南侧	楼梯间及衰变池	楼梯间及衰变池	与环评文件一致

	西侧	土层	土层	与环评文件一致
	北侧	候诊区	候诊区	与环评文件一致
	楼上	门诊诊室	门诊诊室	与环评文件一致
	楼下	土层	土层	与环评文件一致



图 3-1 东台仁德肿瘤医院新建核医学诊断项目地理位置示意图

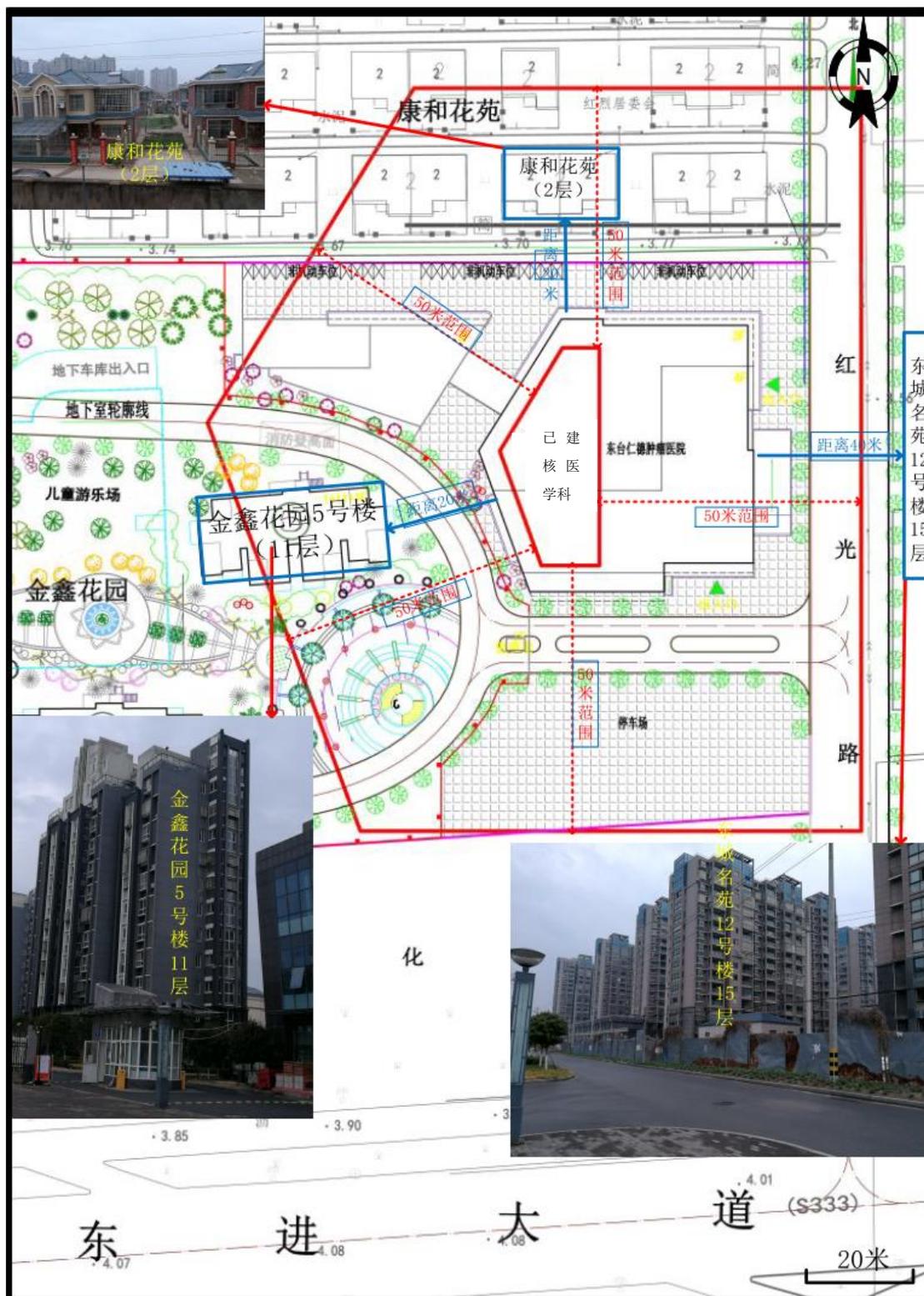


图 3-2 东台仁德肿瘤医院新建核医学诊断项目 50m 范围示意图

3.2 建设内容

东台仁德肿瘤医院在院区负一楼建设核医学科，并在核医学科内建设 1 座 PET/CT 机房，配备 1 台 PET/CT（型号：uMI550，CT 最大管电压 140kV，最大管电流 420mA），使用 ^{18}F 进行扫描显像检查。本项目 PET/CT 见图 3-3。本次验收项目环评建设规模和实际建设规模主要技术参数对比见表 3-3，废弃物环评建设规模见表 3-4，其余建设内容及技术参数与环评及其批复一致。



图 3-3 本项目 PET/CT 设备外观

表 3-3 东台仁德肿瘤医院本次验收项目环评建设规模与实际建设规模比较

非密封放射性物质										
核素名称	环评建设规模					实际建设规模				
	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类	使用场所	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	活动种类	使用场所
¹⁸ F	4.44×10 ⁹	4.44×10 ⁶	5.55×10 ¹¹	丙级	核医学科	4.44×10 ⁹	4.44×10 ⁶	5.55×10 ¹¹	丙级	核医学科
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
射线装置										
名称	环评建设规模				实际建设规模					
	数量 (台)	型号	技术参数	工作场所	数量 (台)	型号	技术参数	工作场所		
PET/CT	1	uMI 550 型	最大管电压 140kV 最大管电流 420mA	核医学科	1	uMI 550 型	最大管电压 140kV 最大管电流 420mA	核医学科		

表 3-4 东台仁德肿瘤医院本次验收项目废弃物环评建设规模

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	/	微量	微量	不暂存	通过排风系统排入外环境，臭氧约 25 分钟后分解一半
沾有 ^{18}F 放射性核素的注射器、一次性口杯、手套、擦拭废纸及废活性炭等	固体	^{18}F	/	/	约 120kg	小于清洁解控水平推荐值	存放于专用放射性废物铅桶与放射性废物间	存放时间超过 30 天后，对废物清洁解控并作为医疗废物处理
含 ^{18}F 放射性核素的卫生间下水及清洗废水	液体	^{18}F	/	/	约 25m ³	• 总 $\beta < 10\text{Bq/L}$	流入衰变池中	存放时间超过 30 天后，排放至医院污水处理站
含有 ^{18}F 等液态放射性药物操作时挥发的微量气溶胶	气体	^{18}F	/	微量	微量	微量	不暂存	通过注射室内的排风系统并过滤后排至室外
活性炭	固体	/	/	/	约 10kg	/	存放于专用存储容器中	作为医疗废物交由有资质单位进行处理

3.3 工作原理及工艺流程

3.2.1 工作原理

1) 核医学项目

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

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

东台仁德肿瘤医院购置的 PET/CT, 型号为 uMI550, 其使用的 CT 最大管电压 140kV, 最大输出电流 420mA。PET/CT 机器结构示意图见图 3-4。本项目 PET/CT 显像使用的放射性药物为 ^{18}F 标记的 ^{18}F -FDG。

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

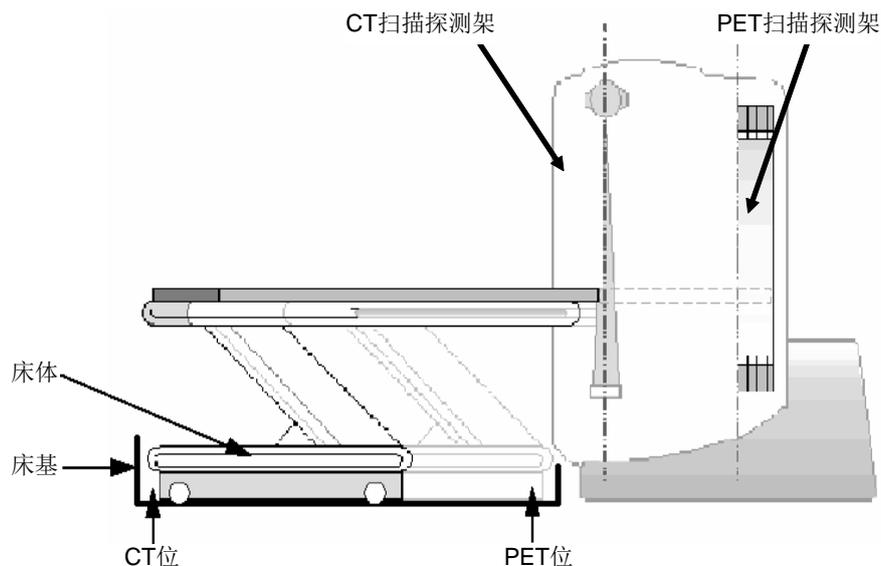


图 3-4 PET/CT 结构示意图

该医院使用的放射性同位素特性见表 3-5。

表 3-5 放射性核素特性一览表

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

3.2.2 工作流程及产污环节

核医学项目

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

病人随后在 PET/CT 注射后候诊区内静躺候诊（一般注射 ^{18}F -FDG 后需等待约一个小时），待药物充分代谢后，进入 PET/CT 扫描室，躺在扫描床上，经摆

位后，接受 PET/CT 的扫描。扫描完成后，病人离开 PET/CT 扫描室，在留观室留观约 10min，无碍后由 PET/CT 病人专用检查出口离开。

本项目 PET/CT 工作流程及产污环节分析见图 3-5。

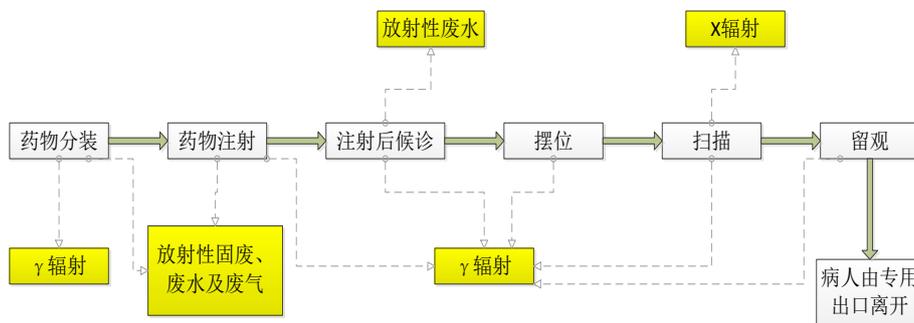


图 3-5 PET/CT 工作流程与产污环节分析

3.4 项目变动情况

东台仁德肿瘤医院新建核医学诊断项目中，实际情况：配备一台 PET/CT，型号为 uMI550，其使用的 CT 最大管电压 140kV，最大输出电流 420mA。本项目 PET/CT 显像使用的放射性药物为 ^{18}F ，无校准源。其技术参数及建设内容与环评及其批复一致。

4 辐射安全与防护环境保护措施

4.1 核医学项目

4.1.1 污染源项分析

1) 辐射污染源项

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

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

③废水：体内含有放射性核素的病人排泄物等；工作场所清洗废水等。

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

2) 非辐射污染源项

PET/CT 机房 CT 扫描时产生 X 射线，X 射线与空气相互作用可产生少量的臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)等有害气体。

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

4.1.2 布局与分区

布局：东台仁德肿瘤医院于院内负一楼新建核医学科，并在核医学楼内新建 1 座 PET/CT 机房（使用 ¹⁸F 核素），核医学科设置有以下主要房间：卫生通过间、注射室、废物间、注射后候诊室、留观室、PET/CT 机房、操作间、抢救室、阅片室等等。PET/CT 机房长、宽分别为 8.5m、5.0m，面积约为 42.5m²，核医学项目相关配套布局能够保证各项工作程序沿着相关房间单向开展，最大限度的减少了人员的流动性，有助于实施工作程序；医护人员与病患有各自独立的通道；诊断用注射室与检查室分开、注射后候诊区设置有注射后病人专用厕所，满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中关于临床核医学工作场所对于布局的要求以及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）要求。

辐射防护分区：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)

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

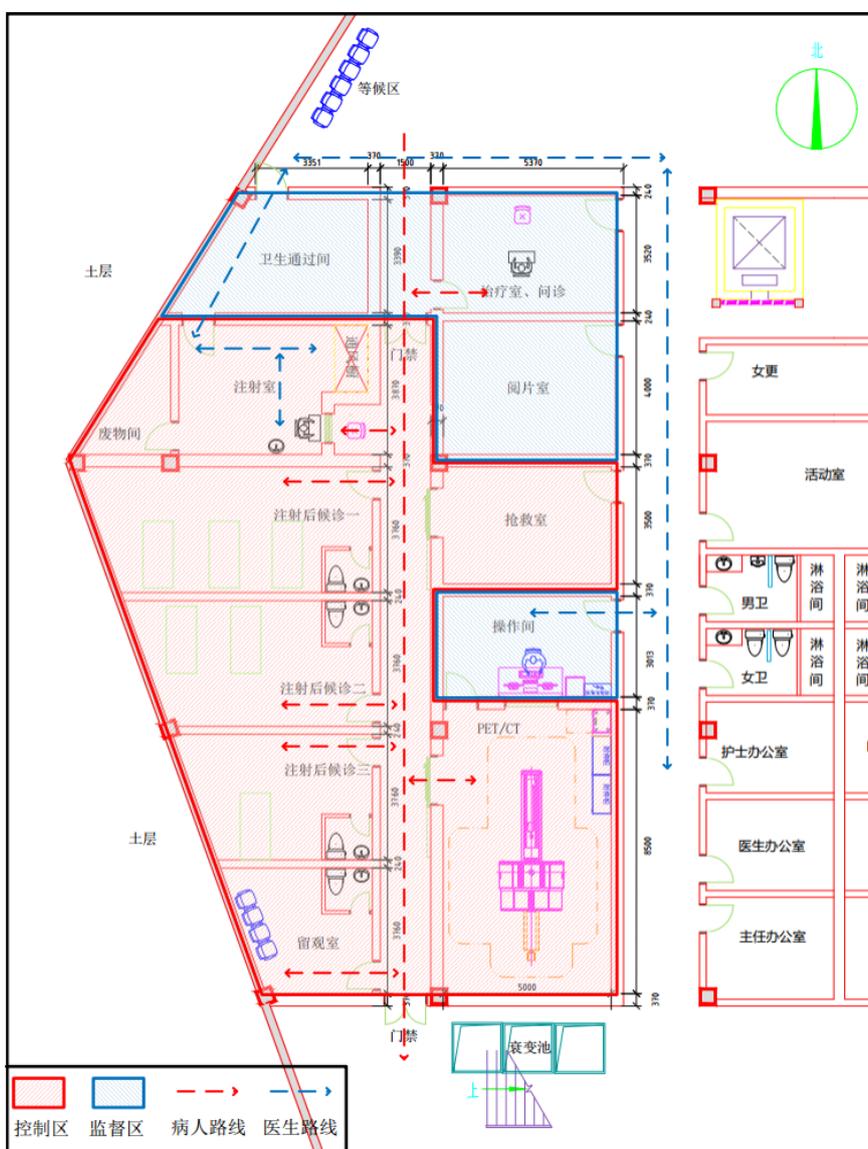


图 4-1 核医学科平面布置及人员流动路线图

4.1.3 非密封放射性物质工作场所分级

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

表4-1 核医学工作场所分级一览表

核素种类	日最大操作量	毒性组别修正因子	操作方式与放射源状态修正因子	日等效最大操作量(Bq)
¹⁸ F	4.44×10 ⁹	低毒, 0.01	很简单的操作(液体), 10	4.44×10 ⁶

根据表4-1，本项目核医学科工作场所日等效最大操作量为4.44×10⁶Bq，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）非密封源工作场所的分级标准，东台仁德肿瘤医院核医学科工作场所为丙级非密封放射性物质工作场所。

4.1.4 辐射安全措施

4.1.4.1 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

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



PET/CT 机房防护门



注射后候诊室防护门



注射后候诊室二防护门



留观室防护门



注射室防护门



废物储藏间防护门



储源室防护门



控制区入口防护门



患者出口防护门



抢救室防护门



废物桶上电离辐射标志

图 4-2 PET/CT 工作场所工作状态指示灯及电离辐射警告标志

4.1.4.2 门灯联锁装置

PET/CT 项目机房的患者入口防护门设置有工作状态指示灯，工作状态指示灯与机房门设有联锁装置，用于提示机房内设备运行状态。现场检测门灯联动有效。

4.1.4.3 影像监视对讲系统

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

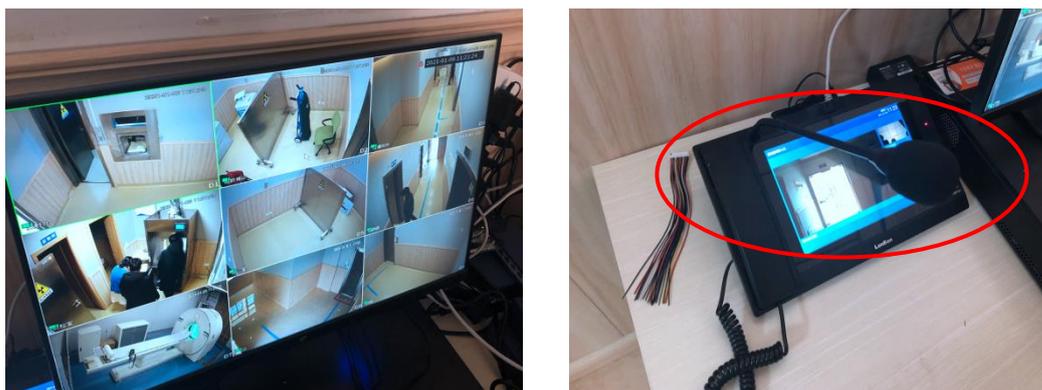
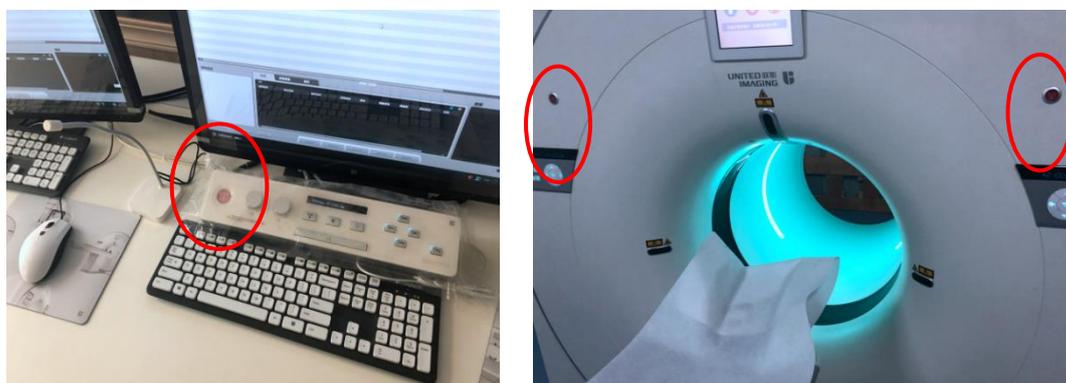


图 4-3 PET/CT 对讲监视系统

4.1.4.4 急停按钮

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



4-4 PET/CT 急停按钮

4.1.4.5 防护用品

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



图 4-5 PET/CT 个人防护用品

表 4-2 本项目配备的个人防护用品清单

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

4.1.4.6 放射性“三废”处置

①放射性废水

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



图 4-6 放射性废水衰变室



图 4-7 注射候诊室 1 及其独立卫生间



图 4-8 注射候诊室 2 及其独立卫生间

医院核医学科东侧建设有一个衰变池，衰变池实物图见图 4-6，注射候诊室及其独立卫生间见图 4-7 和图 4-8。在核医学工作场所布置了独立排水管道将含有放射性同位素的废水统一集中到衰变池进行衰变。该项目衰变池采用三级分隔衰变池，包含 1 个缓冲池和 3 个衰变池，体积均为 1.5m(长)×1m(宽)×1.5m(高)，总容积 9m³。放射性废液在衰变池存放超过 30 天后，可直接解控排放至医院污水管网。

经与医院核实，本项目核医学科工作场所中，PET/CT 诊断项目日接诊量最大为 20 人次，放射性废水产生量按 10L/人次计算，则放射性废水排放量为 200L/d（10L/人×20 人/d）。放射性废水存储时间按 30 天计算，则 30 天总废水量为 6200L，该衰变池容量（约 9000L）能够满足放射性废水贮存超 30 天的要求。

本项目衰变池内放射性废水排放由计算机程序控制：当 1 号衰变池到达一定水位会流入 2 号衰变池，当 2 号衰变池到达一定水位会流入 3 号衰变池，当 3 号衰变池到达排放水位后计算机程序会自动控制废水排出。

②含放射性的固体废物

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

经与医院核实，本项目显像检查放射性废物产生量按 0.02kg/人次计算，本项目产生的放射性废物不超过 2kg/周，年产生量约为 100kg，产生的放射性固废暂存在放射性废物筒内的专用塑料袋中，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，暂存时间超过 30

天，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平后，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。核医学科铅废物桶均设置有电离辐射警告标志（见图 4-9）。



图 4-9 放射性废物桶

③废气处理措施

核医学项目本身在使用放射性同位素过程中不产生放射性气体，但核素在操作过程中会有极少量放射性核素挥发产生放射性气溶胶。本项目中放射性药物暂存在通风橱（见图 4-10）内，通风橱内设专用通风管道，排风方向为低放射性活性区至高放射性活性区，最终通向核医学楼楼顶，排气口高于本建筑屋脊（见图 4-10），满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中的要求。医院应定期检查通风橱的通风量。

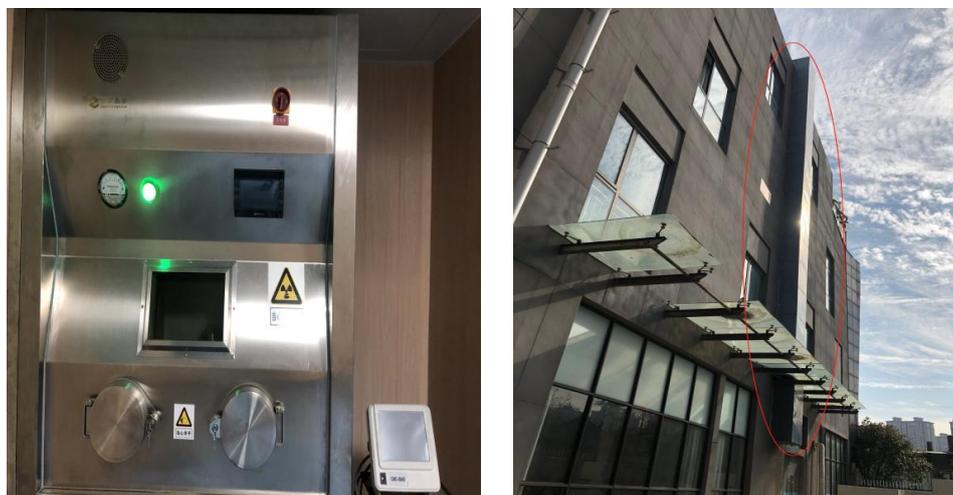


图 4-10 通风橱及排风管道

4.1.4.8 非放污染防治

本项目机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，PET/CT 机房通过机械排风装置（见图 4-11）将室内有害气体排入大气。



图 4-11 PET/CT 机房内通风装置

4.1.4.9 人员监护

医院为本项目调配的 4 名辐射工作人员（名单见表 4-3），满足 1 台 PET/CT 配置要求。本项目辐射工作人员均已参加相关部门组织的辐射安全与防护培训，并且考核均为合格，培训证书及健康证明见附件 6。

表 4-3 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	职称	培训合格证书编号	工作岗位
陈 忠	男	副主任医师	[2021]3221045078	PET/CT
张益飞	男	主管技师	[2021]3221045077	PET/CT
葛忠卫	男	医师	[2021]3221044037	PET/CT
罗亚妮	女	主管护师	[2021]3221044036	PET/CT

医院已配备有 1 台辐射巡测仪，并为本项目配备 1 台表面污染检测仪和 2 台个人剂量报警仪。辐射检测仪、表面污染仪和个人剂量报警仪配置情况见表 4-4，实物图见图 4-12 至图 4-13。

表 4-4 本项目配备的辐射监测仪表

设备名称	设备型号	购买日期	数量	使用场所
个人剂量报警仪	RAD-60	2019 年 6 月	2	核医学科
巡检仪	RP6000	2019 年 6 月	1	核医学科

设备名称	设备型号	购买日期	数量	使用场所
α 、 β 表面污染仪	Inspector	2019 年 6 月	1	核医学科



图 4-12 辐射巡测仪和表面污染仪



图 4-13 个人剂量报警仪

4.1.4.9 核医学科防护设施

医院在核医学科设置有注射前病人候诊区、留置针准备区，废物库和储源室内设置有铅防护容器。见图 4-14 至图 4-16。



图 4-14 注射前候诊区



图 4-15 留置针准备室



图 4-16 废物储藏间和储源室内铅防护容器

医院 PET/CT 机房及相关辅助用房防护屏蔽实际建设情况，见表 4-5。

表 4-5 PET/CT 机房及相关辅助用房防护屏蔽实际建设情况

屏蔽防护实际建设情况					备注
场所	墙体	屋顶	防护门	观察窗	
PET/CT 机房	四周墙体采用 37cm 实心砖	28cm 砼	8mmPb	8mmPb	与环评一致
卫生通过间	四周墙体采用 37cm 实心砖	28cm 砼	/	/	与环评一致
注射室	四周墙体采用 37cm 实心砖	28cm 砼	/	/	与环评一致
注射后候诊室区	北墙采用 37cm 实心砖；	28cm 砼	/	/	与环评一致

	两室之间采用 24cm 实心砖				
留观室	南墙采用 37cm 实心砖；东、北墙采用 24cm 实心砖	28cm 砣	/	/	与环评一致
抢救室	四周墙体采用 37cm 实心砖	28cm 砣	/	/	与环评一致
通风厨	通风橱 40mm 铅当量				与环评一致

4.2 辐射安全管理制度

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

- 1) 《关于成立辐射安全领导小组的通知》
- 2) 《核医学科质量控制方案》
- 3) 《放射工作人员个人剂量管理制度》
- 4) 《放射工作人员培训制度》
- 5) 《放射工作人员职业健康检查制度》
- 6) 《放射性核素及放射源的保管制度》
- 7) 《放射性药品管理制度》
- 8) 《分装注射室操作制度》
- 9) 《辐射安全与防护制度》
- 10) 《辐射监测方案》
- 11) 《核医学科报告书写、审核、签发及随访制度》
- 12) 《核医学科工作人员继续教育及培训制度》
- 13) 《东台仁德肿瘤医院放射事故应急措施预案》

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

4.4 辐射安全应急措施

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

4.5 辐射安全与防护措施落实情况

经现场核查、查阅相关资料，本项目环评及批复落实情况见表 4-5。

表 4-5 本项目环评及批复落实情况一览表

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。	建立辐射安全防护与环境管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。	已设有辐射安全领导小组，见附件 5。	已落实
人员配备	辐射防护与安全培训和考核。	对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗。	本项目配备的 4 名辐射工作人员均参加辐射安全培训，考核合格后持证上岗；取得辐射安全合格证书的人员。	已落实
	个人剂量监测。	建立个人剂量档案。	医院已委托南京马斯特辐射技术有限公司对 4 名辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。	已落实
	职业健康防护。	定期组织职业健康体检，并建立个人健康监测档案。	医院已组织辐射工作人员定期体检，并建立健康监测档案。	
监测仪器和防护用品	环境辐射剂量巡测仪。	配备环境辐射剂量巡测仪。	已配备 1 台巡检仪和 1 台表面沾污仪，定期对项目周围辐射水平进行监测。并配备 2 台个人剂量报警仪。	已落实
	表面沾污仪。	配备表面沾污仪。		
	个人剂量报警仪。	配备个人剂量报警仪。		
辐射安全管理制度	操作规程、岗位职责辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素或射线装置使用登记、台帐管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施。	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。	已制定辐射安全制度：《关于成立辐射安全领导小组的通知》、《核医学科质量控制方案》、《放射工作人员个人剂量管理制度》、《放射工作人	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
			员培训制度》、《放射工作人员职业健康检查制度》、《放射性核素及放射源的保管制度》、《放射性药品管理制度》、《分装注射室操作制度》、《辐射安全与防护制度》、《辐射监测方案》、《核医学科报告书写、审核、签发及随访制度》、《核医学科工作人员继续教育及培训制度》、《东台仁德肿瘤医院放射事故应急措施预案》。 详见附件 5。	
辐射安全和防护措施	辐射防护措施。	确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求。	PET/CT 机房、卫生通过间、注射室及抢救室四周墙体采用 37cm 实心砖，屋顶采用 28cm 的砼。注射候诊室区北墙采用 37cm 实心砖，两室之间采用 24cm 实心砖，屋顶采用 28cm 的砼。观察室南墙采用 37cm 实心砖；东、北墙采用 24cm 实心砖，屋顶采用 28cm 的砼。另 PET/CT 机房防护门和观察窗均采用 8mmPb 当量防护。通风橱采用 40mmPb 当量的屏蔽防护。	已落实
	辐射安全措施。	核医学科控制区入口处、注射室等防护门表面拟设置电离辐射警告标志。同时在 PET/CT 机房门口设置电离辐射警告标志和工作指示灯。	已在核医学科控制区入口处、注射室等防护门表面拟设置电离辐射警告标志。同时在 PET/CT 机房门口设置电离辐射警告标志和工作指示灯。	
	个人防护措施。	核医学科注射室等核素操作场所拟配备铅服等个人防护用品。	已配备	已落实
	放射性废物处理。	核医学科拟设放射性废物箱及污染物暂存间，放射性固体废物经收集并	依照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中“所含核素半衰期小于 24 小	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
		<p>自然衰变十个半衰期检测合格后作为普通医疗废物处理。</p> <p>医院拟设废水衰变池（总容积 3m³），设专用卫生间和专用排水管道，放射性废水经专用管道进入废水衰变池，自然衰变十个半衰期后排入医院污水管网。</p> <p>少量放射性气体经通风管道（内置活性炭过滤装置）排出，通风口设于门诊大楼楼顶（4层），并在外排口处设置活性炭过滤装置和雨帽。</p>	<p>时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放”，满足要求。</p>	

5 环境影响报告书（表）主要结论与建议及其审批部门审批决定

5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议

5.1.1 主要结论

一、实践正当性

东台仁德肿瘤医院新建核医学诊断项目位于负一楼西侧。项目主要包括：拟于负一楼新建 1 座 PET/CT 机房，使用 ^{18}F 开展核医学诊断利用。

以上项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护“实践正当性”原则。

二、选址布局合理性

东台仁德肿瘤医院位于盐城市东台市城东新区金鑫花园东侧。医院东侧为红光路及东城名苑小区，南侧为停车场及东进大道，西侧为金鑫花园，北侧为康和花苑，新建核医学诊断项目东侧为医生办公室，南侧为楼梯间及衰变池，西侧为土层，北侧为候诊区，楼上为门诊诊室，楼下为土层。本项目核医学工作场所 50m 范围内主要敏感点有：西侧距医院约 20m 处金鑫花园 5 号楼（11 层）、北侧距医院约 20m 处康和花苑（2 层）及周围公众（详见附图 2），运行后的环境保护目标主要为工作场所内的辐射工作人员、院区内病患、其他医务人员、院区内公众、及上述敏感点等，项目选址基本可行。

医院拟将注射室、废物间、注射后候诊室、留观室、PET/CT 机房、抢救室等划分为控制区；其余房间，如卫生通过间、操作室、治疗问诊室等划为监督区。病人及医护人员均具有独立的出入口和流动路线，相关配套布局能够保证工作程序沿着相关房间单向开展，能够有效防止交叉污染，注射后候诊室内设置有注射后病人专用厕所，避免公众、工作人员受到不必要的外照射，布局合理。

三、辐射环境现状评价

东台仁德肿瘤医院新建核医学诊断项目周围环境辐射剂量率在 118nSv/h ~ 142nSv/h 之间，与江苏省辐射天然本底水平相比较，属正常本底水平。

四、环境影响评价

根据理论估算结果，东台仁德肿瘤医院新建核医学诊断项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对工作人

员及周围公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求(工作人员年有效剂量不超过 6mSv, 公众年有效剂量不超过 0.3mSv)。

“三废”处理:核医学科拟设放射性废物箱及污染物暂存间,放射性固体废物经收集并自然衰变十个半衰期检测合格后作为普通医疗废物处理。

医院拟设废水衰变池(容积 3m³),设专用卫生间和专用排水管道,放射性废水经专用管道进入废水衰变池,自然衰变十个半衰期后排入医院污水管网。

少量放射性气体经通风管道(内置活性炭过滤装置)排出,通风口设于门诊大楼楼顶,并在外排扣处设置活性炭过滤装置和雨帽。

五、辐射安全措施评价

东台仁德肿瘤医院核医学科非密封放射性物质工作场所控制区出入口均需设置“当心电离辐射”警告标志;PET/CT 机房入口处需设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态灯,并确保工作状态指示灯与机房相通的门能有效联动,各机房门外还应标注放射防护注意事项。

六、辐射管理措施和管理制度评价

东台仁德肿瘤医院需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计,定期送有资质部门监测个人剂量,建立个人剂量档案;定期进行健康体检,建立个人职业健康监护档案。东台仁德肿瘤医院拟为本项目配备 1 台辐射巡测仪、1 台表面沾污仪和 2 台个人剂量报警仪。此外,医院还应根据 GBZ 130-2013 的要求,为辐射工作人员和受检者配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

医院须成立辐射安全管理机构,制定、完善操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等辐射安全管理制度。

综上所述,东台仁德肿瘤医院新建核医学诊断项目符合实践的正当性原则,在确保施工质量、落实本报告所提出的各项污染防治措施和管理措施后,该医院将具备与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和辐射安全防护措施,其设施运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求,故从辐射环境保护角度论证,项目是可行的。

5.1.2 建议和承诺

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

降低到最低。

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

3、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

4、按防护最优化原则，对工作场所对应楼顶门诊诊室部位的场所进行优化调整，以避免一切不必要的照射。

5.2 审批部门审批决定

东台仁德肿瘤医院：

你单位报送的由江苏润天环境科技有限公司编制的《新建核医学诊断项目环境影响报告表》、东台市环保局预审意见，专家审查意见收悉。经研究，批复如下：

一、根据《报告表》评价结论、东台市环保局预审意见,专家审查意见,项目建设具各环境可行性。从环境保护角度考虑,我局同意你单位该项目建设。项目地点位于东台市城东新区金鑫花园东侧。项目内容：在医院负一楼西侧新建核医学诊断项目,新增1台PET/CT((管电压140kV,管电流420mA,III类射线装置),使用 ^{18}F 核素进行放射性诊断、治疗,日等效最大操作量 $4.44\text{E}+06\text{Bq}$,为丙级非密封放射性物质工作场所,详细技术参数见《报告表》。

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

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

(二)定期检查辐射工作场所工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施,确保正常工作。

(三)非密封放射性同位素转让须及时到环保部门办理审批与备案手续;非密封放射性物质工作场所功能区域布置应符合国家的有关规定和要求。

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

(五)对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训,并经考核合格后方可上岗,建立个人剂量档案和职业健康档案,配备必要的个人防护用品。

辐射工作人员工作时需随身携带辐射报警仪和个人剂量计。

(六)配备环境辐射剂量巡测仪,定期对项目周围辐射水平进行检测,及时解决发现的问题。每年请有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次,结果报我局。

(七)加强项目建设期间环境保护,落实各项环保措施。项目建设期间的现场监督管理由东台市环保局负责,市核与辐射安全和固体废物监管中心负责不定期抽查。项目建成后建设单位应及时向我局申办环保相关手续,依法取得辐射安全许可证并经验收合格后,方可投入正式运行。

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

6 验收执行标准

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

6.1 人员年受照剂量管理目标值

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

表 6-1 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值

项目名称	适用范围	管理目标值
新建核医学诊断项目	职业照射有效剂量	6mSv/a
	公众有效剂量	0.3mSv/a

6.2 辐射管理分区

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

1) 控制区

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

2) 监督区

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

6.3 工作场所布局要求

6.3.1 核医学项目

根据《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2020）的要求，本项目核医学工作场所布局应遵循下述要求：

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

他专用过滤装置，排出空气浓度不应超过有关法规标准规定的限值。

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

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

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

6.4 核医学工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 C 规定的非密封源工作场所的分级，应按表 6-2 将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 6-2 非密封源工作场所的分级

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

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

表 6-3 放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子
极毒	10
高毒	1
中毒	0.1
低毒	0.01

表 6-4 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	修正因子			
	表面污染水平 较低的固体	液体，溶液，悬 浮液	表面有污染的 固体	气体，蒸汽，粉 末，压力很高的 液体，固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

6.5 核医学辐射工作场所表面污染控制水平要求

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

表 6-5 工作场所放射性表面污染控制水平（单位：Bq/cm²）

表面类型		α 放射性物质		β 放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 ¹⁾	4	40	40
	监督区	0.4	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	0.4	0.4	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		0.04	0.04	0.4
1) 该区内的低污染子区除外				

6.6 工作场所放射防护安全要求

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

5 X 射线设备防护性能的技术要求

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

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

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

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

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

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

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

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

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

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

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

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

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。

表 6-6 X 射线设备（照射室）使用面积及单边长度

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

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的

屏蔽防护应不低于下表的规定。

表 6-7 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
CT 机房（不含头颅移动 CT）	2.5	2
标称 125kV 以上的摄影机房	3.0	2.0
标称 125kV 及以下的摄影机房	2.0	1.0

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

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

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

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

6.4 X 射线设备工作场所防护

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

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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

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

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在

机房内。

6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

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

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

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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

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

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

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

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

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

表 6-8 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描 (隔室)	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	—

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

6.7 放射性固废暂存及清洁解控的要求

根据《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2020）的要求，本项目应设置满足如下条件的放射性固废容器。

8.5 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。在注射室、注射后病人候诊室、给药室等位置放置污物桶。

8.6 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破损，及时转送存储室，放入专用容器中存储。

8.7 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入利器盒中，然后再装入专用塑料袋内。

8.8 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1 mSv/h，质量不超过 20 kg。

8.9 储存场所应具有通风设施，出入口设电离辐射警告标志。

8.10 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器应安全可靠，并在显著位置标有废物类型、核素种类、存放日期等说明。

8.11 废物包装体外表面的污染控制水平： $\beta < 0.4 \text{ Bq/cm}^2$ 。

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的规定，本项目放射性固废在放射性固废贮存设施中暂存衰变，在满足以下条件，方能作为医疗废物处理。

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；
- b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；
- c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

6.8 安全管理要求及环评要求

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线

装置安全许可管理办法》及环评报告、环评批复中的相关要求。

7 验收监测

7.1 监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《X射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ 165-2012）、《表面污染测定 第1部分 β 发射体（ $E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T 14056.1-2008）、《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）的要求进行监测。

7.2 监测因子

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

7.3 监测工况

南京瑞森辐射技术有限公司分别于2021年11月22日和2021年11月29日对东台仁德肿瘤一眼新建核医学诊断项目进行验收监测，验收工况如下：

表 7-1 新建核医学诊断项目验收工况

项目名称型号	技术参数	验收监测工况	使用场所
PET/CT (uMI 550)	140kV/420mA	CT 工况：40kV/200mAs，扫描时，诊断床上放置 8.6mCi ¹⁸ F 药物。	核医学科
核医学工作场所	/	1.各功能房放置药量为 $3.2\times 10^8\text{Bq}$ （8.6mCi）的 ¹⁸ F 药物； 2.通风橱内放置 $7.4\times 10^8\text{Bq}$ （20mCi）的 ¹⁸ F 药物。	/

7.4 监测内容

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

8 质量保证和质量控制

8.1 本次验收监测质量保证和质量控制

8.1.1 监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（161012050353），见附件 10。

8.1.2 监测人员能力

参与本次验收监测人员均符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求：验收监测人员已通过上岗培训。检测人员资质见表 8-1。

表 8-1 检测人员资质

序号	姓名	证书编号	取证时间
1	张晋	SHFSJ0743（电离类）	2020.9.30
2	刘彧好	SHFSJ0583（电离类）	2019.11.28

8.1.3 监测仪器

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

监测仪器见表 8-2。

表 8-2 检测使用仪器

序号	仪器名称	型号	仪器编号	主要技术参数
1	X-γ 剂量率仪	AT1123	NJRS-137	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2021-0081865 检定有效期限：2021.08.30~2022.08.29
2	α、β 表面污染测量仪	CoMo 170	NJRS-043	测量范围：β/γ0cps~20000cps 检定证书编号：Y2021-0093100 检定有效期限：2021.09.28~2022.09.27
3	风速仪	F30J	NJRS-065	检定证书编号：H2020-0116461 检定有效期限：2020.12.28~2021.12.27

8.2 自主检测质量保证和质量控制

8.2.1 监测仪器

经现场核查，东台仁德肿瘤医院为本项目配备的辐射检测仪均能正常使用，可以满足日常自检要求。

监测仪器见表 8-3。

表 8-3 检测使用仪器

仪器名称/型号	型号	数量	购买日期	性能状态
巡检仪	RP6000	1	2019 年 6 月	良好
α 、 β 表面污染仪	Inspector	1	2019 年 6 月	良好
个人剂量报警仪	RAD-60	2	2019 年 6 月	良好

8.2.2 人员能力

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

8.2.3 监测计划

东台仁德肿瘤医院已为本项目制定了《辐射监测方案》和《放射工作人员培训制度》等规章制度，以保证日常自检的质量控制。见附件 5。

9 验收监测结果

9.1 辐射防护和通风橱风速监测结果

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

表 9-1 本项目 PET/CT 工作场所 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	公众区	0.13	关机
2	观察窗外 30cm 处（左缝）	0.18	开机
3	观察窗外 30cm 处（中间）	0.20	开机
4	观察窗外 30cm 处（右缝）	0.20	开机
5	观察窗外 30cm 处（上缝）	0.20	开机
6	观察窗外 30cm 处（下缝）	0.20	开机
7	操作位	0.13	开机
8	北墙外 30cm 处	0.13	开机
9	北墙外 30cm 处	0.15	开机
10	北墙上穿线孔外 30cm 处	0.27	开机
11	北门外 30cm 处（左缝）	0.46	开机
12	北门外 30cm 处（中间）	0.44	开机
13	北门外 30cm 处（右缝）	0.48	开机
14	北门外 30cm 处（上缝）	0.32	开机
15	北门外 30cm 处（下缝）	0.83	开机
16	西门外 30cm 处（左缝）	0.45	开机
17	西门外 30cm 处（中间）	0.39	开机

测点编号	检测点位描述	测量结果($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
18	西门外 30cm 处 (右缝)	0.47	开机
19	西门外 30cm 处 (上缝)	0.70	开机
20	西门外 30cm 处 (下缝)	0.45	开机
21	西墙外 30cm 处	0.16	开机
22	南墙外 30cm 处	0.16	开机
23	南墙外 30cm 处	0.16	开机
24	东墙外 30cm 处	0.15	开机
25	东墙外 30cm 处	0.15	开机
26	距机房楼上地面 100cm 处	0.15	开机
27	距机房楼上地面 100cm 处	0.15	开机

注：1.测量结果未扣除本底值；
2. 检测点位见图 9-1。

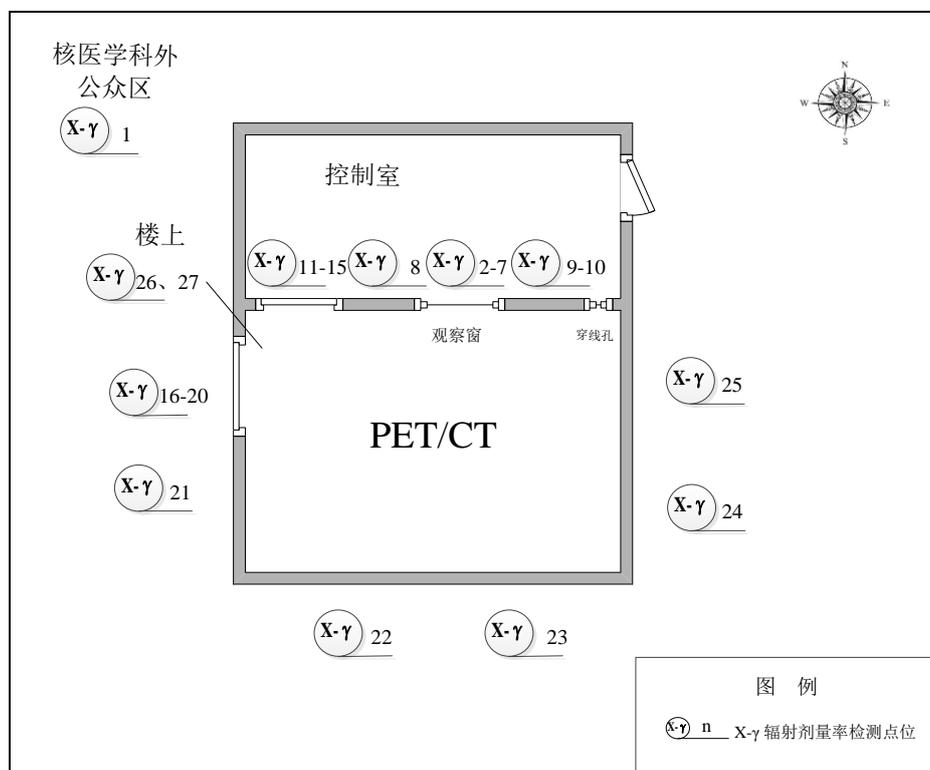


图 9-1 PET/CT (型号：uMI 550) 工作场所监测点位图

本次检测,1台PET/CT(型号:uMI 550)进行CT扫描(工况:140kV/200mAs,扫描时,诊断床上放置8.6mCi¹⁸F药物)时,机房周围的X-γ辐射剂量当量率为(0.13~0.83)μSv/h,符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的标准要求。

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

表9-2 本项目核医学工作场所X-γ辐射剂量率检测结果

测点编号	点位描述	测量结果(μSv/h)	备注
1	PET/CT 机房地面	0.14	—
2	PET/CT 诊断床表面	0.14	—
3	PET/CT 控制室地面	0.13	—
4	抢救室地面	0.13	—
5	过道地面	0.13	—
6	过道地面	0.13	—
7	过道地面	0.13	—
8	卫生通过间地面	0.12	—
9	注射室地面	0.14	—
10	通风橱表面	0.13	—
11	注射台表面	0.12	—
12	注射后候诊室1地面	0.13	—
13	注射后候诊室2地面	0.12	—
14	留观室地面	0.13	—
15	清洁用品储存间	0.13	—
16	公众区	0.12	—

注：1.测量结果未扣除本底值；
2. 检测点位见图 9-2。

本次检测，该核医学工作场所 X-γ 辐射剂量当量率为 (0.12~0.14) μSv/h，符合《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 中对工作人员和公众年有效剂量限值的要求。

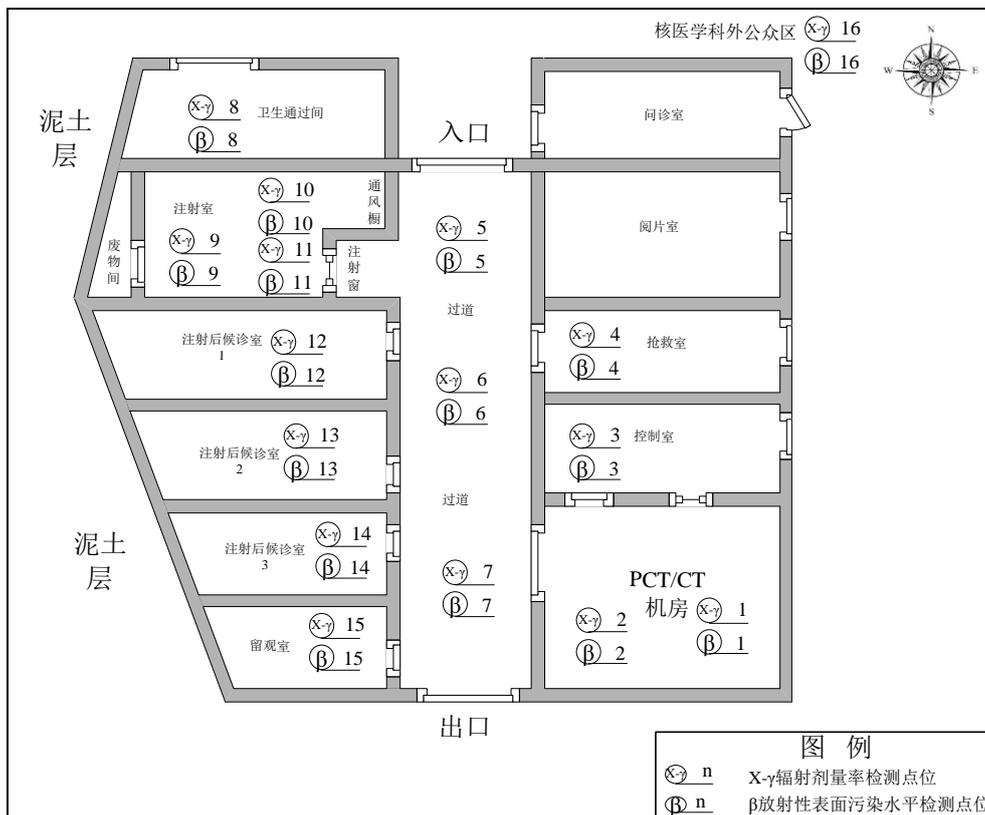


图 9-2 本项目核医学工作场所监测点位图

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

表 9-3 本项目核医学工作场所放射性表面污染水平检测结果

测点编号	点位描述	表面 β 放射性污染测量结果(Bq/cm ²)	备注
1	PET/CT 机房地面	0.03	—
2	PET/CT 诊断床表面	0.02	—
3	PET/CT 控制室地面	<0.02	—
4	抢救室地面	<0.02	—

测点编号	点位描述	表面 β 放射性污染测量结果(Bq/cm ²)	备注
5	过道地面	<0.02	—
6	过道地面	<0.02	—
7	过道地面	<0.02	—
8	卫生通过间地面	<0.02	—
9	注射室地面	<0.02	—
10	通风橱表面	0.02	—
11	注射台表面	<0.02	—
12	注射后候诊室 1 地面	<0.02	—
13	注射后候诊室 2 地面	<0.02	—
14	留观室地面	<0.02	—
15	清洁用品储存间	<0.02	—

注：1.表面 β 放射性污染水平探测下限（LLD）为 0.02Bq/cm²；

2. 检测点位见图 9-2。

本次检测,该核医学工作场所 β 放射性表面污染水平为(<0.02~0.03)Bq/cm²,检测结果均能够满足《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ 120-2020)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的标准要求。

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

表 9-4 本项目核医学工作场所周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果(μ Sv/h)	备注
1	分装/注射室北门外 30cm 处(左缝)	1.67	药物在注射室内
2	分装/注射室北门外 30cm 处(中间)	1.53	
3	分装/注射室北门外 30cm 处(右缝)	1.59	

测点编号	检测点位描述	测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注	
4	分装/注射室北墙外 30cm 处	0.34		
5	卫生通过间北门外 30cm 处	0.13		
6	卫生通过间北墙外 30cm 处	0.14		
7	分装/注射室东墙外 30cm 处	0.14		
8	注射窗外 30cm 处	0.16		
9	分装/注射室南墙外 30cm 处	0.32		
10	通风橱左侧操作口外 5cm 处	0.96		药物在注射室内
11	通风橱右侧操作口外 5cm 处	2.25		
12	通风橱外表面 5cm 处	1.32		
13	通风橱观察窗外 5cm 处	2.86		
14	注射窗外 30cm 处 (左)	18.5	药物在注射窗口外	
15	注射窗外 30cm 处 (右)	14.2		
16	注射窗外 30cm 处 (上)	1.02		
17	注射后候诊室 1 东门外 30cm 处(左缝)	1.11	药物在注射后候诊室 1 内	
18	注射后候诊室 1 东门外 30cm 处(中间)	1.16		
19	注射后候诊室 1 东门外 30cm 处(右缝)	1.23		
20	注射后候诊室 1 东墙外 30cm 处	0.15		
21	注射后候诊室 1 南墙外 30cm 处	0.51		
22	注射后候诊室 2 东墙外 30cm 处	0.14	药物在注射后候诊室 2 内	
23	注射后候诊室 2 东门外 30cm 处(左缝)	1.40		
24	注射后候诊室 2 东门外 30cm 处(中间)	0.41		

测点编号	检测点位描述	测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
25	注射后候诊室 2 东门外 30cm 处(右缝)	1.49	
26	注射后候诊室 2 南墙外 30cm 处	0.60	
27	留观室东门外 30cm 处 (左缝)	2.49	药物在留观室内
28	留观室东门外 30cm 处 (中间)	1.28	
29	留观室东门外 30cm 处 (右缝)	1.57	
30	留观室东墙外 30cm 处	0.18	
31	留观室南墙外 30cm 处	0.68	
32	清洁用品存储间南墙外 30cm 处	0.13	
33	控制区出口防护门外 30cm 处 (左缝)	0.15	
34	控制区出口防护门外 30cm 处 (中间)	0.15	
35	控制区出口防护门外 30cm 处 (右缝)	0.16	
36	控制区出口防护门外 30cm 处 (上缝)	0.13	
37	控制区出口防护门外 30cm 处 (下缝)	0.15	
38	控制区入口防护门外 30cm 处 (左缝)	0.20	
39	控制区入口防护门外 30cm 处 (中间)	0.19	
40	控制区入口防护门外 30cm 处 (右缝)	0.21	
41	控制区入口防护门外 30cm 处 (上缝)	0.19	
42	控制区入口防护门外 30cm 处 (下缝)	0.23	
43	走廊东墙外 30cm 处 (阅片室)	0.43	
44	走廊东墙外 30cm 处 (PET/CT 控制室)	0.32	
45	抢救室北墙外 30cm 处	0.26	药物在抢救室内

测点编号	检测点位描述	测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	备注	
46	抢救室东门外 30cm 处 (左缝)	1.38		
47	抢救室东门外 30cm 处 (中间)	0.99		
48	抢救室东门外 30cm 处 (右缝)	1.17		
49	抢救室东门外 30cm 处 (上缝)	0.75		
50	抢救室东门外 30cm 处 (下缝)	0.93		
51	抢救室东墙外 30cm 处	0.33		
52	抢救室南墙外 30cm 处	0.33		
53	抢救室东门外 30cm 处 (左缝)	1.19		
54	抢救室东门外 30cm 处 (中间)	1.05		
55	抢救室东门外 30cm 处 (右缝)	1.31		
56	抢救室西墙外 30cm 处	0.61		
57	工作人员摆位处	47.4		药物在 PET/CT 诊断床上
58	注射室楼上距地面 30cm 处	0.16		药物分别在对应的功能房内上
59	注射后候诊室 1 楼上距地面 30cm 处	0.15		
60	注射后候诊室 2 楼上距地面 30cm 处	0.16		
61	留观室楼上距地面 30cm 处	0.15		
62	抢救室楼上距地面 30cm 处	0.15		
63	医院一楼大厅	0.15	/	

注：1.测量结果未扣除环境本底值；

2.放置药量为 $3.2 \times 10^8 \text{Bq}$ (8.6mCi) 的 ^{18}F 药物；

3.摆位时，诊断床上模体内放置 $3.2 \times 10^8 \text{Bq}$ (8.6mCi) 的 ^{18}F 药物；分装药物时，通风橱内放置 $7.4 \times 10^8 \text{Bq}$ (20mCi) 的 ^{18}F 药物；

4.检测点位见图 9-3。

本次检测，该核医学工作场所周围的 X-γ 辐射剂量当量率符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的标准要求。

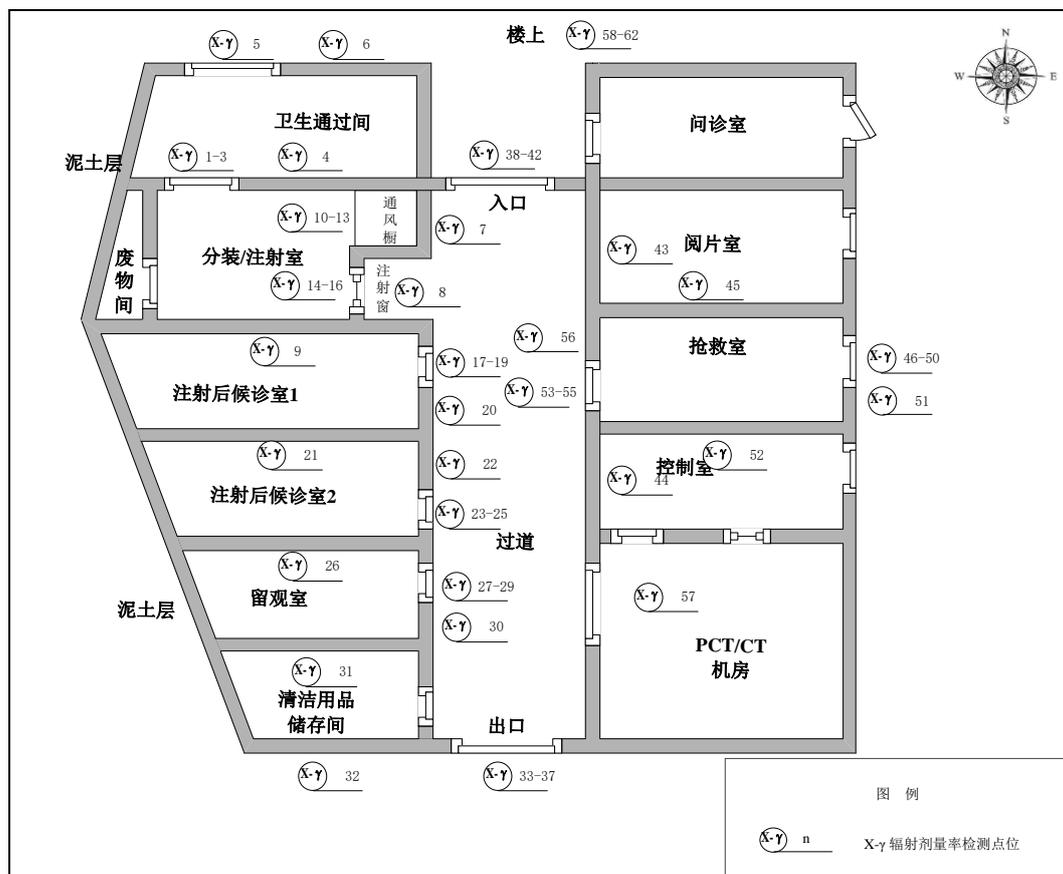


图 9-3 本项目核医学工作场所周围 X-γ 辐射剂量率监测点位图

本项目核医学工作场所通风橱风速监测结果见表 9-5，监测点位见图 9-4。

表 9-5 核医学工作场所通风橱风速检测结果

点位描述	测量结果 (m/s)	
通风橱	左侧操作口	1.28
	右侧操作口	1.33

注：通风橱风速检测点位见图 9-4。

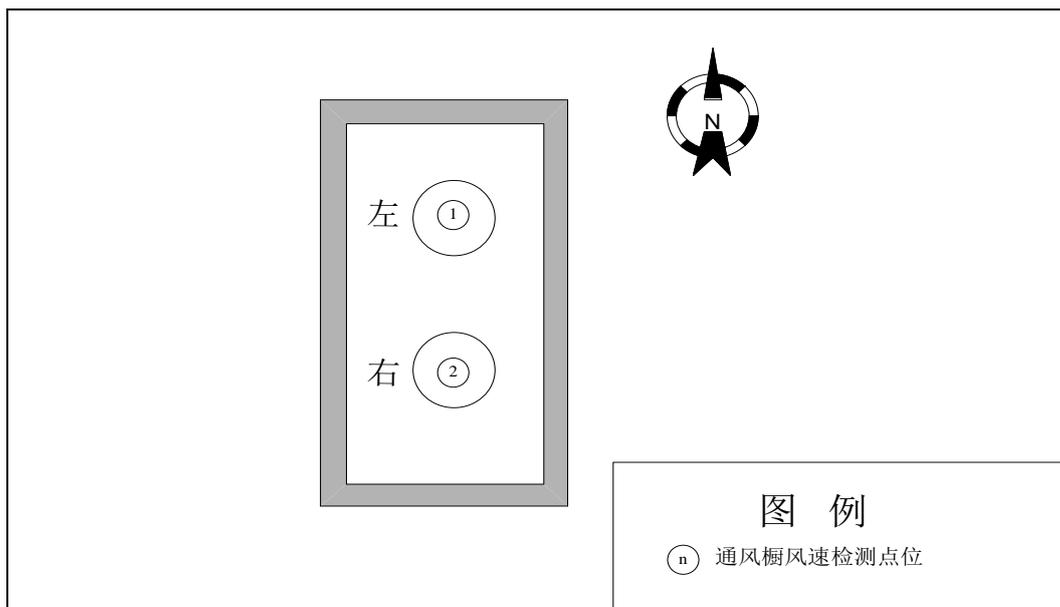


图 9-4 本项目核医学工作场所通风橱风速监测点位图

本次检测，该核医学工作场所通风橱操作口风速分别为 1.28m/s 和 1.33m/s，符合《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的标准要求。

9.2 辐射工作人员和公众年有效剂量分析

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

9.2.1 核医学项目

1) 辐射工作人员

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

表 9-7 核医学工作场所周围关注点位人员年有效剂量估算

序号	关注点位	最大监测值 ($\mu\text{Sv/h}$)	人员性质	居留因子	年工作时间 (h)	人员年有效剂量 (mSv/a)	目标管理值 (mSv/a)
1	观察窗外	0.20	职业人员	1	1667	0.33	5
2	操作位	0.13	职业人员	1	1667	0.22	5

3	控制室 防护门外	0.48	职业人员	1	1667	0.80	5
4	机房东墙外	0.16	公众	1/16	1667	0.02	0.25
5	机房南墙外	0.16	公众	1/16	1667	0.02	5
6	注射室北墙外	1.67	职业人员	1/4	83.3	0.03	5
7	注射室北门外	0.34	职业人员	1/4	83.3	<0.01	5
8	注射室东墙外	0.14	职业人员	1	83.3	0.01	5
			公众	1/4	83.3	<0.01	0.25
9	注射后候诊室 1 东门外	1.23	职业人员	1	1250	1.54	5
			公众	1/8	1250	0.19	0.25
10	注射后候诊室 1 东墙外	0.15	公众	1/16	1250	0.01	0.25
11	注射后候诊室 1 南墙外	0.51	公众	1/16	1250	0.04	0.25
12	注射后候诊室 2 东墙外	0.14	公众	1/16	1250	0.01	0.25
13	注射后候诊室 2 东门外	1.49	公众	1/16	1250	0.12	0.25
14	注射后候诊室 2 南墙外	0.60	公众	1/16	1250	0.05	0.25
15	留观室东门外	2.49	公众	1/16	833.3	0.13	0.25
16	留观室东墙外	0.18	公众	1/16	833.3	0.01	0.25
17	留观室南墙外	0.68	公众	1/16	833.3	0.04	0.25

注：1.测量结果未扣除辐射环境本底；

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

由表9-7可知，核医学工作场所中辐射工作人员年有效剂量最大为1.54mSv/a（未扣除环境本底剂量），本验收项目辐射工作人员年有效剂量均在职业人员20mSv/a和医院制定的个人剂量管理目标值（6.0mSv/a）范围以内。

2) 公众

本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员，由表9-7可知，核医学项目周围公众的年有效剂量公众年有效剂量最大为0.19mSv/a（未扣除环

境本底剂量），本验收项目周围公众年有效剂量均在公众要求 1mSv/a 和医院制定的公众剂量管理目标值（0.3mSv/a）范围以内。

综上所述，核医学项目周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量根据实际监测结果，核医学项目辐射工作人员年有效剂量最大为 1.54mSv/a（未扣除环境本底剂量）；周围公众的年有效剂量公众年有效剂量最大为 0.19mSv/a（未扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众年有效剂量能满足职业人员 20mSv/a，公众 1mSv/a 的要求，并低于本项目管理目标值（职业人员 6mSv/a，公众 0.3mSv/a）。

10 验收监测结论

10.1 验收结论

东台仁德肿瘤医院新建核医学诊断项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 在地下一层新建核医学科，并新建 1 座 PET/CT 机房，配备 1 台 PET/CT（型号：uMI550，CT 最大管电压 140kV，最大管电流 420mA），使用 ^{18}F 进行扫描显像检查，实际建设内容与技术参数在环评及其批复范围以内。

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

3) 核医学科工作场所屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实，在正常工作条件下运行时，工作场所周围所有监测点位的 X- γ 辐射剂量率、核医学场所 β 放射性表面污染水平、通风橱通风风速等均能满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

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

5) 核医学科建有衰变池，含有放射性同位素的废水统一集中到衰变池进行贮存，衰变池能够满足储存超过 30 天的贮存要求；设有多个放射性废物筒收集放射性废物，注射室设有通风橱及专用通风管道，排气口高于本建筑屋脊，排气口设置活性炭过滤装置和雨帽，满足核医学放射性废物处置要求；已落实环评及批复中相关要求。

6) 医院为本项目工作场所配备了 1 台巡检仪、1 台表面污染检测仪，并为本项目配备了 2 台个人剂量报警仪等辐射监测仪器，配备了防护铅衣、防护铅围脖、铅眼镜、铅帽、铅手套等防护用品，已落实环评及批复中相关要求。

7) 辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核，并获得培训合格证书；辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案；医院具有辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度及辐射应急预案，已落实环评及批复中相关要求。

综上所述，东台仁德肿瘤医院新建核医学诊断项目满足环评及批复中有关

辐射管理的要求，环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，建议通过验收。

10.2 建议

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

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