核医学工作场所应用项目（一期）
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：山东第一医科大学第二附属医院

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

2024 年 12 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：　　（签字）

填　　表　　人：　　（签字）

建设单位：山东第一医科大学第二附属医院（盖章）

电话：18553830767

传真：

邮编：271099

地址：山东省泰安市泰山区泰山大街366号

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司（盖章）

电话：18654528037

传真：0531-61364346

邮编：250014

地址：济南市历下区燕子山西路58号

目　　录

表 1 项目基本信息 1
表 2 项目建设情况 8
表 3 辐射安全与防护设施/措施 28
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定 38
表 5 验收监测质量保证及质量控制 43
表 6 验收监测内容 47
表 7 验收监测 49
表 8 验收监测结论 63

附　件

附件 1　委托书 65
附件 2　本次验收项目环评批复 66
附件 3　医院辐射安全许可证 68
附件 4　竣工环境保护验收监测报告 77

附　图

附图 1 地理位置示意图
附图 2 项目周边环境关系影像图
附图 3 医院总平面图布置图
附图 4 核医学场所平面布置示意图

表 1 项目基本信息

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="4">核医学工作场所应用项目（一期）</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位名称</td><td colspan="4">山东第一医科大学第二附属医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="4">☑新建 □改建 □扩建</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设地点</td><td colspan="4">山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号，山东第一医科大学第二附属医院综合医技楼地下一层</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">源项</td><td>放射源</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td>非密封放射性物质</td><td colspan="3">^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{89}Sr</td></tr>
<tr><td>射线装置</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目环评批复时间</td><td>2023 年 11 月 22 日</td><td>开工建设时间</td><td colspan="2">2023 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="2">取得辐射安全许可证时间</td><td>2023 年 12 月 29 日</td><td>项目投入运行时间</td><td colspan="2">2024 年 2 月</td></tr>
<tr><td colspan="2">辐射安全与防护设施投入运行时间</td><td>2024 年 2 月</td><td>验收现场监测时间</td><td colspan="2">2024 年 10 月 11 日</td></tr>
<tr><td colspan="2">环评报告表审批部门</td><td>泰安市生态环境局</td><td>环评报告表编制单位</td><td colspan="2">山东丹波尔环境科技有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">辐射安全与防护设施设计单位</td><td>山东省建筑设计研究院有限公司</td><td>辐射安全与防护设施施工单位</td><td colspan="2">山东大华医特环保工程有限公司</td></tr>
<tr><td>投资总概算</td><td>2000 万元</td><td>辐射安全与防护设施投资总概算</td><td>200 万元</td><td>比例</td><td>10%</td></tr>
<tr><td>实际总概算</td><td>2000 万元</td><td>辐射安全与防护设施实际总概算</td><td>300 万元</td><td>比例</td><td>15%</td></tr>
<tr><td>验收依据</td><td colspan="5">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，2015.1.1 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 号公布，2003 年 10 月 1 日施行；
3.《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号公布，2017 年 6 月</td></tr>
</table>

	21 日修订，2017 年 10 月 1 日施行； 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，2014 年 7 月 9 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订并施行； 5.《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 11 月 21 日第一次修订，2017 年 12 月 12 日第二次修订，2019 年 8 月 22 日第三次修订，2021 年 1 月 4 日第四次修订并施行； 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 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行； 7.《关于发布<射线装置分类>的公告》，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 日施行； 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 年 11 月 20 日施行； 9.《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014 年 5 月 1 日施行。 **二、技术规范** 1.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 2.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 3.《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）； 4.《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021); 5.《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 6.《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 7.《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023)。 **三、环境影响报告表及其审批部门审批决定** 1.《山东第一医科大学第二附属医院核医学工作场所应用项目环境影响报告表》，山东丹波尔环境科技有限公司，2023 年 10 月； 2.《山东第一医科大学第二附属医院核医学工作场所应用项目环境影响报告表》审批意见，泰安市生态环境局，泰环境审报告表〔2023〕23 号，2023 年 11 月 22 日。 **四、其他相关文件材料** 1.医院辐射安全许可证； 2.医院辐射安全管理规章制度等支持性资料。

验收执行标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

1)剂量限值

B1.1 职业照射

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）四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

B1.2 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。

2）工作场所的放射性表面污染控制水平

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 所规定的限制要求。

工作场所的表面污染控制水平如表 1-1 所列。

表 1-1　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^{1}	4×10^{1}
	监督区	4×10^{-1}	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
	监督区			
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}
注：1）该区内的高污染子区除外。				

3）非密封源工作场所的分级

根据 GB18871-2002 附录 C 中对非密封源工作场所分级原则及计算方法规定如下：

①非密封源工作场所分级原则

表 1-2　非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4\times10^{9}$
乙	$2\times10^{7}\sim4\times10^{9}$
丙	豁免活度值以上～2×10^{7}

②放射性核素的日等效操作量的计算

$$日等效操作量=\frac{实际日操作量\times核素毒性组别修正因子}{操作方式与放射源状态修正因子}$$

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的修正因子所得的商。

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 1-3 和表 1-4。

表 1-3　放射性核素毒性组别修正因子

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

表 1-4　操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	放射源状态			
	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

2.　《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)

4.2 辐射工作场所分级

应按照 GB18871 的规定，将辐射工作场所的规定，将辐射工作场所按放射性核素日等效最大操量的大小分为甲级、乙级和丙级。核医学常用放射性核素的毒性与操作方式修正因子可参考附录 A。

表 1-5　核医学常用放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	常用核素名称	毒性组别修正因子

高毒	^{90}Sr	1
中毒	^{22}Na、^{32}P、^{63}Ni、^{67}Ga、^{89}Sr、^{90}Y、^{99}Mo、^{111}In、^{125}I、^{131}I、^{153}Sm	0.1
低毒	^{3}H、^{11}C、^{11}CO、$^{11}CO_2$、^{14}CO、$^{14}CO_2$、^{18}F、^{51}Cr、^{99m}Tc、^{111m}In、^{123}I、^{127}Xe、^{133}Xe、^{201}Tl	0.01

表1-6　核医学常见放射性核素状态与操作方式修正因子

活动类型	核素及状态	操作方式界定	操作方式修正因子
发生器淋洗	母体（状态）	贮存	100
	子体（状态）	简单操作	1
医疗机构使用	^{18}F、^{99m}Tc（液态）	很简单操作	10
	^{125}I 籽源（固态）	很简单操作	100
放射性药品生产	分装、标记（液态）	简单操作	1
	分装、标记（固态）	简单操作	10
核素治疗	^{131}I（液态）	简单操作	1

4.4 剂量限值与剂量约束值

4.4.1 剂量限值

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

4.4.2 剂量约束值

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；

4.2.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

4.4.3 放射性表面污染控制水平核医学工作场所的放射性表面污染控制水平按照 GB 18871 执行。

6 工作场所的辐射安全与防护

6.1 屏蔽要求

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

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

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

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0.08Bq/cm^2、β表面污染小于0.8Bq/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4Bq/cm^2、其他α发射体应小于0.4Bq/cm^2。

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；

b）所含核素半衰期大于24小时的放射性废液暂存时间超过10倍最长半衰期（含碘-131核素的暂存超过180天），监测结果经审管部门认可后，按照GB 18871中8.6.2规定方式进行排放。放射性废液总排放口总α不大于1Bq/L、总β不大于10Bq/L、碘-131的放射性活度浓度不大于10Bq/L。

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。

根据以上标准及环境影响报告表，本次验收以5mSv/a、125mSv/a、0.1mSv/a分别作为职业工作人员有效剂量、职业人员肢体、公众成员年管理剂量约束值；以2.5μSv/h作为核医学学工作场所各控制区房间外考察点处的剂量率目标控制值。

以GB18871-2002附录B中表B11所规定的限值（即表1-1）作为工作场所β表面污染水平目标控制值。

三、环境天然放射性水平

根据《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》(山东省环境监测中心站，1989 年)，泰安市环境天然辐射水平见表 1-7。

表 1-7　泰安市环境天然辐射水平（$\times 10^{-8}$Gy/h）

监测内容	范围	平均值	标准差
原 野	2.99～14.23	6.55	1.93
道 路	1.84～16.74	5.30	2.67
室 内	4.63～21.84	10.36	2.62

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

一、建设单位情况

山东第一医科大学第二附属医院创建于 1974 年新泰市楼德镇，始称山东医学院楼德分院附属医院；1981 年更名为泰山医学院附属医院；1987 年搬迁至泰安；2019 年更为现名。医院是一所专业设置齐全、技术力量雄厚、医疗设备先进、服务质量优良，集医疗、教学、科研、急诊急救、预防保健和康复于一体的三级甲等综合性医院。

医院建筑面积 11.5 万平方米，开放床位 1600 张，在职职工 2000 余人，其中副高级以上职称人员 276 人，享受国务院政府特殊津贴 4 人，泰山学者 1 人，泰山医学院二级教授 4 人，省级中青年学术骨干、重点科技人才 3 人，硕士研究生导师 114 人，硕士、博士研究生 667 人，在读博士、硕士学位人员 120 余人。设有 43 个临床科室、8 个医技科室。

多年来，医院始终坚持公益性质，不断深化改革，细化管理，狠抓内涵建设，努力为群众提供优质、高效、方便、价廉的医疗服务，开创了一条“质量立院、人才强院、科教兴院、文化荣院”的发展之路，受到社会广泛赞誉。先后荣获全国百家优秀爱婴医院、全省卫生系统文明单位、全国抗震救灾重建家园工人先锋号、山东省职业道德建设先进单位、山东省抗击“非典”先进集体、泰安市文明单位、泰安市最佳服务单位等荣誉称号 300 余项。

医院大力推进人才强院战略，全面加强人才引进与培养工作；先后与美国、新加坡等二十余个国家和地区建立友好合作关系，每年互派学者访问、交流；设立人才专项基金，选派大批优秀医护人员到国内外研修学习，推动了医疗、教学、科研整体水平和综合实力的提高。

一、项目建设内容和规模

医院于 2023 年 10 月委托山东丹波尔环境科技有限公司编制了《山东第一医科大学第二附属医院核医学工作场所应用项目环境影响报告表》，项目建设内容如下：

医院拟于新建综合医技楼（地上 22 层、地下 3 层建筑）地下一层北侧建设 1 处核医学工作场所，应用核素 ^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{123}I、^{67}Ga、^{201}TI、^{89}Sr、^{32}P、^{90}Sr-^{90}Y 敷贴开展以下诊疗工作：（1）利用核素 ^{99m}Tc、^{18}F、^{123}I、^{67}Ga、^{201}TI 进行临床显像诊断；（2）利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗；（3）利用核素 ^{89}Sr 开展骨转移癌的疼痛治疗；（4）在敷贴室利用 ^{90}Sr-^{90}Y、^{32}P 开展敷贴治疗。

医院拟将现有 1 台 Discovery NM/CT 670 Pro 型 SPECT/CT 搬迁至本项目工作场所

SPECT/CT 机房内，最大管电压 140kV，最大管电流 440mA；拟购置 1 台 uMI Vista 型 PET/CT 安装于本项目工作场所 PET/CT 机房内，最大管电压 140kV，最大管电流 833mA，SPECT/CT 机房和 PET/CT 机房共用一个操作间。

该项目环境影响报告表于 2023 年 11 月 22 日由泰安市生态环境局以泰环境审报告表〔2023〕23 号文件审批通过。医院于 2023 年 12 月 29 日重新申领了辐射安全许可证（鲁环辐证[09090]），许可种类和范围为使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2025 年 6 月 27 日。该项目使用核素已登记在辐射安全许可证中。

医院根据实际需要和发展规划，分期建设，目前已开展的核素有：^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{89}Sr，根据建设项目环境保护管理条例关于分期建设分期验收的原则，本次为一期验收，验收内容如下：

医院于新建综合医技楼（地上 22 层、地下 3 层建筑）地下一层北侧建设 1 处核医学工作场所，应用核素 ^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{89}Sr 开展以下诊疗工作：（1）利用核素 ^{99m}Tc、^{18}F 进行临床显像诊断；（2）利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗；（3）利用核素 ^{89}Sr 开展骨转移癌的疼痛治疗。

本次验收规模详见表 2-1。

表 2-1　本期验收涉及的非密封放射性物质

场所	核素		日最大操作量(Bq)	年最大操作量(Bq)	操作方式	日等效最大操作量(Bq)	工作场所等级
综合医技楼地下一层北侧核医学工作场所	^{99m}Tc		1.48×10^{10}Bq（400mCi）	3.7×10^{12}Bq（100Ci）	很简单的操作	1.48×10^{7}Bq	乙级
	^{18}F		3.7×10^{9}Bq（100mCi）	9.25×10^{11}Bq（25Ci）		3.7×10^{6}Bq	
	^{131}I	甲功测定	4.07×10^{6}Bq（0.11mCi）	5.735×10^{8}Bq（15.5mCi）		4.07×10^{5}Bq	
		甲亢治疗	1.85×10^{9}Bq（50mCi）	4.625×10^{11}Bq（12.5Ci）		1.85×10^{8}Bq	
		甲癌	3.33×10^{10}Bq（900mCi）	1.665×10^{12}Bq（45Ci）		3.33×10^{9}Bq	
	^{89}Sr		3.7×10^{8}Bq（10mCi）	3.7×10^{10}（1000mCi）		3.7×10^{7}Bq	

表 2-2　本期验收涉及的射线装置

序号	装置名称	型号	数量	类别	厂家	工作场所
1	SPECT/CT	GE Discovery NM/CT 670 Pro	1 台	Ⅲ类	GE	综合医技楼地下一层北侧核医学工作场所 SPECT-CT 机房
2	PET/CT	uMI Vista	1 台	Ⅲ类	联影	综合医技楼地下一层北侧核医学工作场所 PET/CT 机房

三、项目总平面图布置、建设地点和周围环境敏感目标

山东第一医科大学第二附属医院位于山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号，本项目核医学工作场所位于医院综合医技楼地下一层。本项目核医学场所四周环境详见表 2-3。核医学工作场所平面布置示意图见图 2-1。

医院地理位置示意图见附图 1，周边影像关系见附图 2，医院总平面布置示意图见附图 3，综合医技楼地下一层平面布置示意图见附图 4，综合医技楼地上一层平面布置示意图见附图 5，综合医技楼地下二层平面布置示意图见附图 6。现场拍摄照片见图 2-2。

表2-3　本项目核医学工作场所周围环境一览表（50m范围内）

名称	方　向	场所名称
核医学工作场所	北侧	土层
	东侧	汽车坡道
	南侧	前室、电梯厅、报警阀室、污物暂存间、配电室、设备机房等
	西侧	汽车坡道
	楼上	内镜中心
	楼下	地下车库

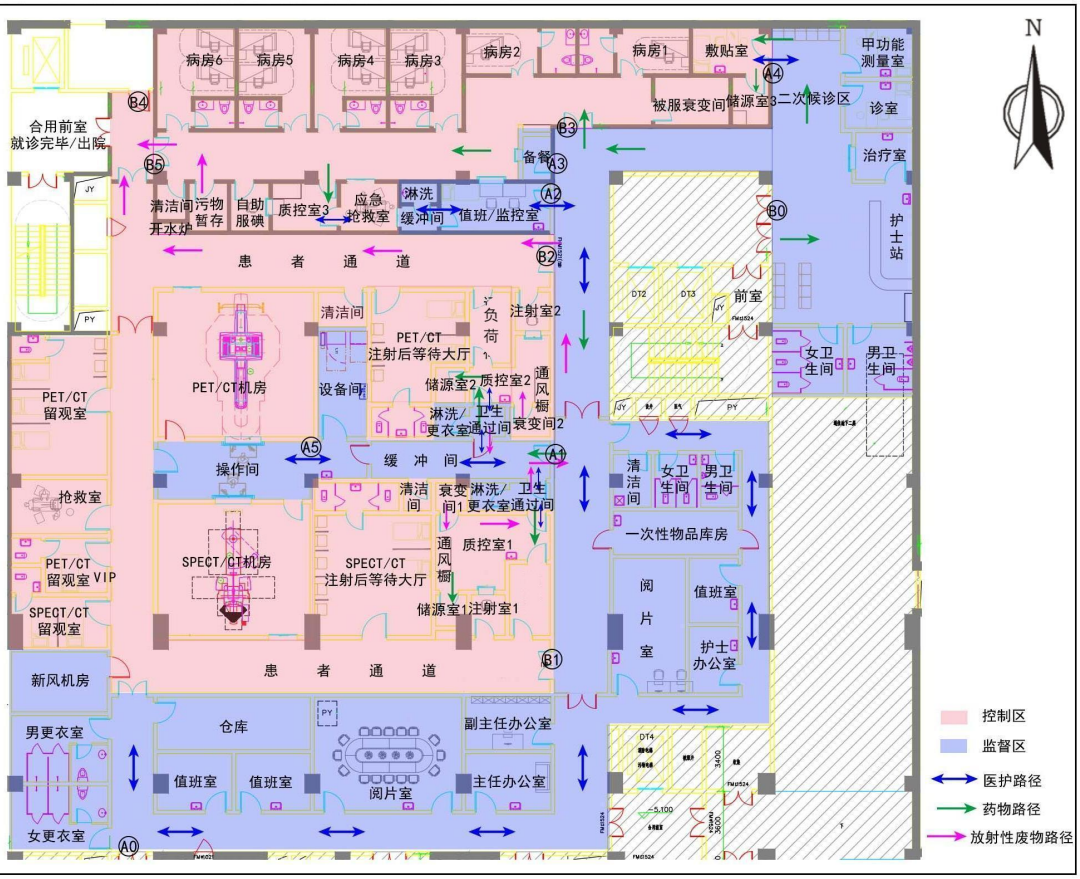
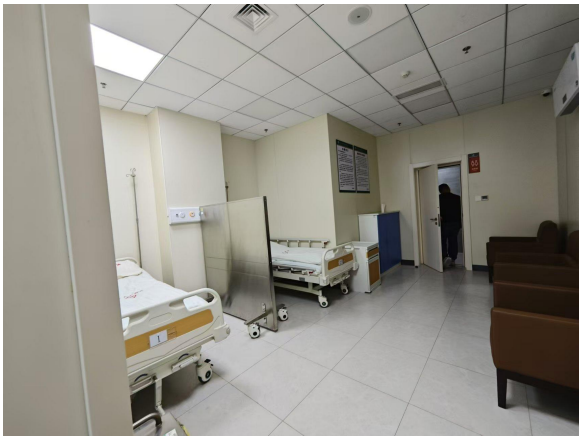
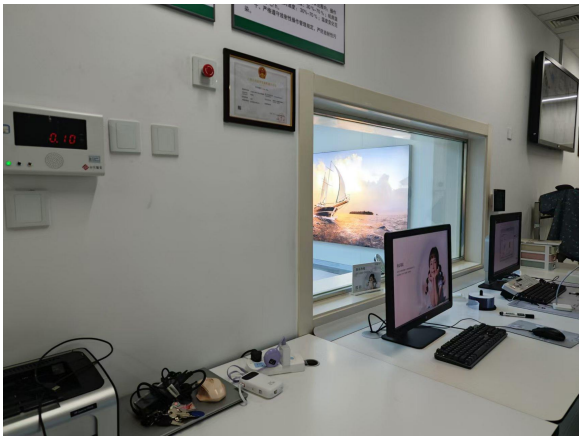


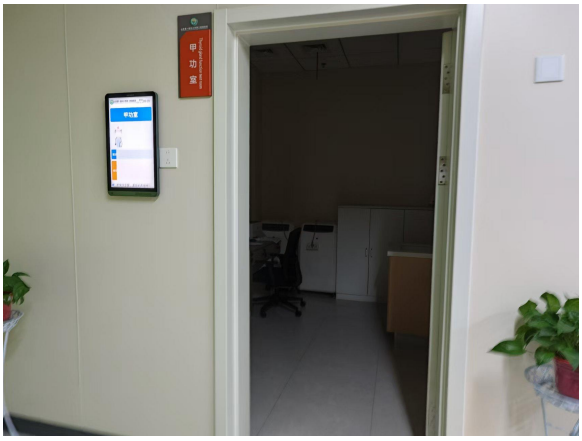
图 2-1　核医学工作场所平面布置示意图

注射室 1	注射室手套箱
放射性废物桶	衰变间 1
储源室 1	SPECT/CT 注射后等待大厅

SPECT/CT 机房	SPECT/CT 患者进出防护门
SPECT/CT 操作位	SPECT/CT 医护进出防护门
	/
SPECT/CT 留观室	/

注射室 2	手套箱
储源室 2	放射性废物桶
衰变间 2	负荷室

	
PET/CT 注射后等待大厅	PET/CT 机房
	
PET/CT 患者进出防护门	PET/CT 操作位
PET/CT 医护进出防护门	清洁间

PET/CT 留观室	抢救室
	
甲功测量室	自助服碘室
手套箱（自动分装仪在手套箱内）	值班/监控室

放射性废物桶	备餐
甲癌病房	被服衰变间
污物暂存间	清洁间

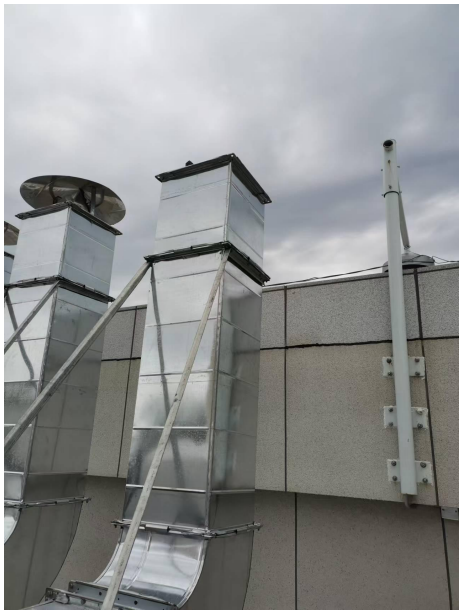
	/
排风管道	/
辐射防护用品	
辐射巡检仪	个人计量报警仪
表面污染仪	铅衣

图 2-1　核医学工作场所现场图片

四、环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表

本项目环境影响报告表建设内容与现场验收情况对比见表 2-4，环境影响报告表批复建设内容（仅本次验收规模）与现场验收情况对比见表 2-5。

表 2-4　本项目环境影响报告表建设内容与验收情况对比表

名称		环评内容			现场状况			备注
核医学工作场所		应用核素 ^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{123}I、^{67}Ga、^{201}TI、^{89}Sr、^{32}P、^{90}Sr-^{90}Y 敷贴开展诊疗工作			应用核素 ^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{89}Sr 敷贴开展诊疗工作			分期验收，本次验收核素与环评一致
核素使用方案		每人最大用量	日患者最大人数	每年最大用量	每人最大用量	日患者最大人数	每年最大用量	备注
^{99m}Tc		7.4×10^{8}Bq（20mCi）	20	3.7×10^{12}Bq（100Ci）	7.4×10^{8}Bq（20mCi）	20	3.7×10^{12}Bq（100Ci）	与环评一致
^{18}F		3.7×10^{8}Bq（10mCi）	10	9.25×10^{11}Bq（25Ci）	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	10	9.25×10^{11}Bq（25Ci）	
^{131}I	甲功测定	3.7×10^{5}Bq（10μCi）	11	5.735×10^{8}Bq（15.5mCi）	3.7×10^{5}Bq（10μCi）	11	5.735×10^{8}Bq（15.5mCi）	
	甲亢	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	5	4.625×10^{11}Bq（12.5Ci）	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	5	4.625×10^{11}Bq（12.5Ci）	
	甲癌	5.55×10^{9}Bq（150mCi）	6	1.665×10^{12}Bq（45Ci）	5.55×10^{9}Bq（150mCi）	6	1.665×10^{12}Bq（45Ci）	
^{89}Sr		1.85×10^{8}Bq（5mCi）	2	3.7×10^{10}Bq（1000mCi）	1.85×10^{8}Bq（5mCi）	2	3.7×10^{10}Bq（1000mCi）	

表 2-5　本项目环境影响报告表批复建设内容与验收情况对比表

环境影响报告表批复意见	验收时落实情况	备注
山东第一医科大学第二附属医院位于山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号，医院拟于综合医技楼地下一层北侧建设 1 处核医学工作场所，应用核素 ^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{123}I、^{67}Ga、^{201}TI、^{89}Sr、^{32}P、^{90}Sr-^{90}Y 敷贴开展诊疗工作，核医学工作场所日等效最大操作量为 3.67×10^{9}Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。本项目药物拟由有核素销售资质的单位供应，不涉及药物的制备。	山东第一医科大学第二附属医院位于山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号，医院于综合医技楼地下一层北侧建设 1 处核医学工作场所，目前应用核素 ^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{89}Sr 敷贴开展诊疗工作，核医学工作场所日等效最大操作量为 3.5705×10^{9}Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。本项目药物由有核素销售资质的单位供应，不涉及药物的制备。	医院目前开展了 ^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{89}Sr 诊疗工作

2.2 源项情况

本项目核医学工作场所位于医院综合医技楼地下一层，使用 ^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{89}Sr 核素，

主要技术参数见表 2-6。

表 2-6　本项目非密封放射性物质

序号	核素	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	操作方式
1	^{99m}Tc	液态，低毒组，半衰期 6.02h	使用	1.48×10^{10}Bq（400mCi）	1.48×10^{7}Bq	3.7×10^{12}Bq（100Ci）	很简单的操作
2	^{18}F	液态，低毒组，半衰期 109.8min	使用	3.7×10^{9}Bq（100mCi）	3.7×10^{6}Bq	9.25×10^{11}Bq（25Ci）	很简单的操作
3	^{131}I	液态，中毒组，半衰期 8.04d	使用	3.515×10^{10}Bq（950.11mCi）	3.515×10^{9}Bq	2.13×10^{12}Bq（57.52Ci）	简单操作
4	^{89}Sr	液态，中毒组，半衰期 50.53d	使用	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	3.7×10^{7}Bq	3.7×10^{10}Bq（1000mCi）	简单操作

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 核素特性、应用原理和流程

1、^{99m}Tc

（1）^{99m}Tc特性

本项目使用^{99m}Tc放射性性药物（无色澄明溶液）作为SPECT/CT示踪显像剂施行诊断。^{99m}Tc的主要衰变方式是同质异能跃迁，同时发射0.14MeV的γ射线，半衰期6.02h，衰变图纲见图2-2。

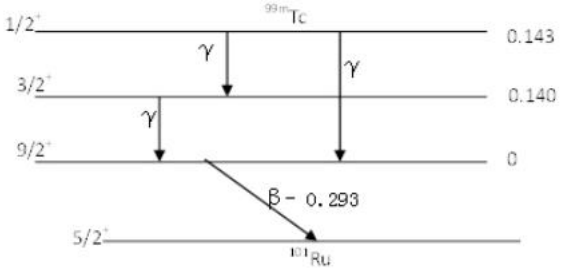


图2-2　^{99m}Tc衰变纲简图

（2）^{99m}Tc诊断显像原理

SPECT/CT是将单光子发射计算机断层成像系统(Single-Photon Emission Computed Tomography，SPECT)和X射线计算机断层成像系统(CT)一体化组合的影像诊断设备，具备SPECT(单光子发射型计算机断层扫描)功能及CT功能，可完成SPECT和CT的一站式服务，利用图像融合技术，可将功能代谢与解剖结构完美结合显示成像，得到SPECT和CT的融合图像，两种图像优势互补，完成对病变的精细解剖定位和功能影像诊断，灵敏度高、特异性强、定位准等功效。

受检者注射^{99m}Tc放射性药物，^{99m}Tc在特定的器官或组织发射出能量为 140keV的低能光

子（γ射线），穿过组织器官后达到SPECT探测器。SPECT使用低能准直器对γ射线进行准直，通过闪烁体将γ射线能量转换为光信号，再通过光电倍增管将光信号转化为电信号并进行放大，得到的测量值代表在该投影线上的放射性大小，再利用计算机从投影求解断层图像。

临床主要应用于骨骼显像、心脏灌注断层显像、甲状腺显像、肾动态显像等。

（3）^{99m}Tc诊断流程

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医护人员拿取^{99m}Tc药物于注射窗口给病人静脉注射；

③施药后受检者在候诊室休息一定时间（根据疾病类型和病人情况休息时间不同），等待检查；

④受检者进入SPECT/CT机房，进行SPECT/CT检查；

⑤检查结束后，受检者在留观室留观一段时间后从患者专用通道离开。

^{99m}Tc患者的诊断流程见图2-3。

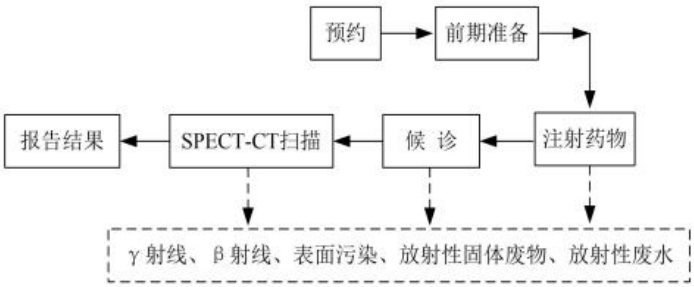


图 2-3 ^{99m}Tc 核素诊断流程及产污环节示意图

2、^{18}F

（1）^{18}F特性

正电子放射性核素^{18}F自然衰变过程为β^+辐射，β^+粒子在自然界中不能长时间独立存在，很快会与原子中轨道电子结合发生湮灭反应，同时释放出2个能量相同（0.511MeV）、方向相反的γ光子，即γ射线，γ射线对周围环境产生外照射辐射影响。

核素^{18}F自然衰变过程为β纯辐射，β射线在空气及人体组织中射程均较短，不会对周围环境产生外照射辐射污染，但β^+粒子发生湮灭反应后产生的γ光子将会对周围环境产生外照射影响。正电子发射及其湮灭图见图2-4。

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

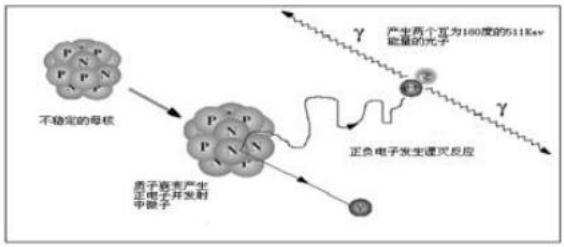


图2-4　正电子发射及其湮灭简图

（2）^{18}F诊断原理

PET其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。

当核素^{18}F通过注射方式进入患者体内后，随血液等进入某些特定的组织器官，参与或模仿某些生命物质在人体内的病理生理、引流代谢的过程。由于正常组织和病变组织在这个过程中的差异，使其聚集这种放射性核素或其标记物的能力发生了变化。利用正光子发射计算机断层照相装置来探测这种放射性核素发射的γ射线在体内的分布状态并还原成图像，其影像不仅显示脏器和病变的位置、形态、大小等解剖结构，也可以显示脏器的功能、代谢情况，提供有关脏器的血流、功能、代谢和引流等方面定性的和定量的信息。

本项目患者在注射核素^{18}F后，利用正光子发射计算机断层照相装置（PET/CT）显像。当人体内含有发射正电子的核素时，正电子在人体中很短的路程内和周围负电子发生湮灭产生的一对γ光子，这两个γ光子的运动方向相反，能量均为0.511MeV，用两个位置相对的探测器分别探测两个γ光子，并进行符合测量即可对人体的脏器成像。

（3）^{18}F进诊断流程

①预约：患者根据诊断情况，进行预约登记。

②注射前准备工作：医院收集患者病史情况，判断是否适合进行PET/CT诊断。测量患者身高、体重，医生据此判断用药量。注射前测量患者血糖情况。

③核素分装：医生根据患者情况进行核素使用量确定，操作仪器进行分装，并测定活度。

④静脉注射：患者进入工作场所，在注射窗口接受注射。

⑤患者等候：注射后，患者进入注射后等候大厅，停留约50分钟～60分钟，排尿后即可接受扫描。

⑥PET/CT扫描：患者进入PET/CT机房，在医生指导下接受扫描；

⑦留观：扫描结束后，进入留观室留观约20分钟，如无异常，则经患者出口离开。

扫描流程如下图所示：

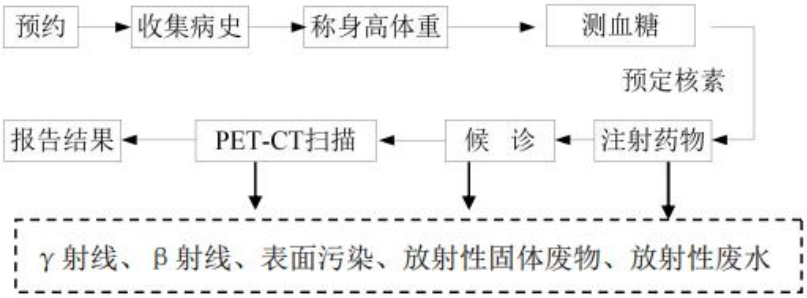


图2-5 ^{18}F患者诊疗流程及产污环节示意图

3、^{131}I

（1）^{131}I特性

^{131}I的半衰期为8.04天，衰变方式为β衰变（β%=100），能衰变出多条β射线，其中分支比最大的是89.2%，能量为606.3keV；还能释放多条γ射线，其中分支比最大的是81.1%，能量为364.5keV。^{131}I衰变纲图见图2-6。

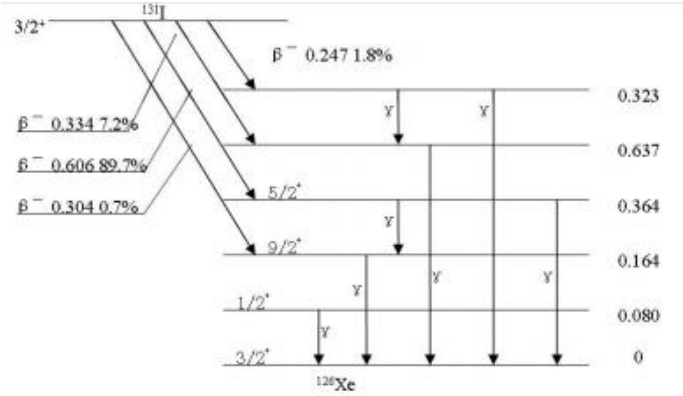


图 2-6 ^{131}I 衰变纲图

（2）诊疗原理

①甲功测定

甲状腺具有高度选择性摄取^{131}I的能力，功能亢进的甲状腺组织摄取量将更多，可高达血浆的几百倍，且在甲状腺内停留的时间较长，有效半衰期可达3.5～4.5天。在患者服用^{131}I后，90%以上的^{131}I都会聚集到患者的甲状腺，其余的^{131}I随代谢排出体外，基于^{131}I对甲状腺的摄取特性，以开展甲功测定工作。

②甲亢

^{131}I衰变为^{131}Xe时放射出95%的β射线，该射线能量低，在甲状腺内的平均射程仅有0.5mm，一般不会造成甲状腺周围组织例如甲状旁腺、喉返神经等的辐射损伤。^{131}I治疗可使部分甲状腺组织受到β射线的集中照射，使部分甲状腺细胞引发炎症、萎缩、直至功能丧失，从而减少甲状腺激素的分泌，使亢进的异常功能恢复正常，达到甲亢治疗的目的。

③甲癌患者治疗

由于^{131}I可以高度选择性聚集在分化型甲状腺癌及转移灶，且^{131}I衰变时发射出射程很短的β射线和能量跃迁时发出γ射线，通过高剂量^{131}I对病变组织进行内照射治疗，在局部 产生足够的电离辐射生物学效应，达到抑制或者破坏病变组织的目的，取得类似部分切除甲状腺的效果，从而达到甲癌治疗的目的。

（3）^{131}I治疗流程

甲亢和甲癌患者治疗前需先进行甲功测定，由职业人员利用碘全自动分装仪远程将药物分装，监督指导患者服药，甲功测定患者在服药后2h、4h、24h测定甲状腺部位及速率，计算甲状腺摄取^{131}I率，绘制^{131}I率曲线，并注明各时间点的摄碘率；职业人员根据甲亢患者测定情况对患者进行指导服药甲亢患者服药后，进行一定时间观察后（一般为10min）如无异常情况，患者即可离开医院；甲癌患者服药后进入甲癌患者病房住院（住院4天），出院当天依托SPECT/CT进行扫描复查，以观察甲癌残留灶及转移灶的摄碘情况。甲癌患者的治疗流程见图2-7。

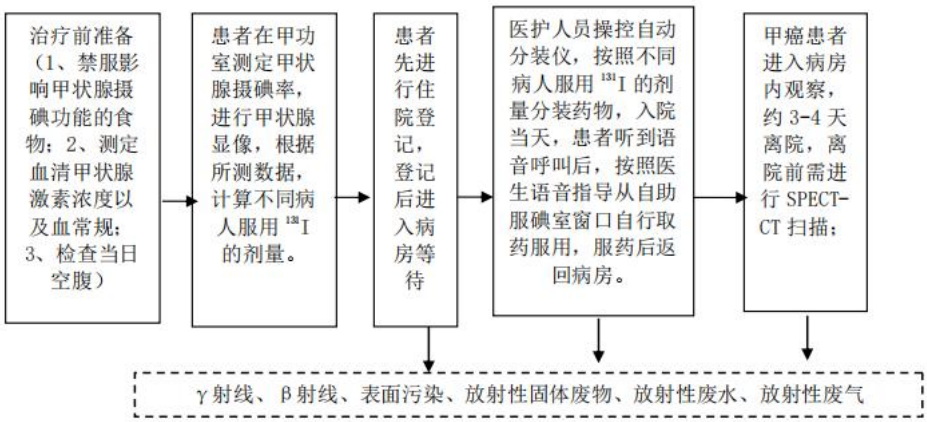


图 2-7 ^{131}I 核素治疗流程及产污环节示意图

4、^{89}Sr

（1）^{89}Sr特性

^{89}Sr发射纯β射线，β粒子的平均能量为0.58MeV，最大能量达1.49MeV，在组织内的辐射距离约2.4mm，半衰期为50.5天。通过对患者注射^{89}Sr药物，利用^{89}Sr在体内释放β射线治疗病症。衰变纲图见图2-8。

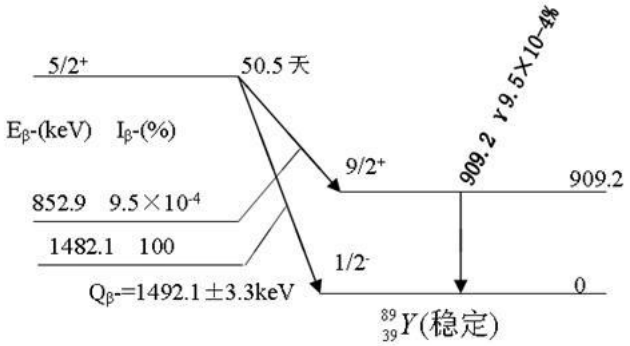


图 2-8 ^{89}Sr 衰变纲图

（2）^{89}Sr治疗原理

^{89}Sr是一种发射纯β射线的放射性核素，是目前临床治疗骨肿瘤应用较多的一种放射性药物。放射性核素^{89}Sr治疗为一种姑息治疗，通过静脉注入^{89}Sr，利用^{89}Sr与骨组织高特异性结合，在骨转移病灶或骨肿瘤部位出现较高的浓集。利用^{89}Sr发射的β射线对病灶进行照射，达到缓解疼痛、杀伤肿瘤细胞和提高生活质量的目的。

（3）^{89}Sr治疗流程

医生对患者进行检查，根据病情确定注射剂量，与患者预约，根据患者数量订购^{89}Sr注射药物，集中治疗，注射^{89}Sr后短暂观察如无异常情况，患者可离开医院。

2.3.2 污染源分析及评价因子

1、正常工况

本次验收核医学工作场所涉及 4 种非密封放射性核素 ^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{89}Sr 的应用，在正常工作情况下产生的放射性危害因素分析如下：

（1）γ射线、β射线及轫致辐射

①核素 ^{99m}Tc、^{131}I 在 IT 跃迁时释放γ射线和β射线。β射线穿透能力较弱，外照射的影响相对较小；γ射线穿透能力很强，对周围环境会造成一定的辐射影响，本项目主要考虑核素 ^{99m}Tc、^{123}I、^{131}I 的γ射线影响。

②核素 ^{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。

③核素 ^{89}Sr 衰变发射纯β射线，β射线穿透能力较弱，在组织内辐射距离较短，不会对环境产生明显影响，但β射线被放射源本身以及源周围的其他物质阻止时产生轫致辐射，轫致辐射会对周围环境产生辐射污染，本项目 ^{89}Sr 主要考虑核素的轫致辐射影响。

（2）放射性废气

本项目核医学工作场所使用的注射 ^{99m}Tc、^{89}Sr、^{18}F 属于非挥发性核素，操作过程比较

简单，不经过加热、振荡等步骤，无放射性气体产生；^{131}I 属于挥发性核素，正常使用过程中有微量放射性气体产生。

（3）放射性废水

本项目核医学工作场所放射性废水产生环节主要为患者注射 ^{99m}Tc、^{18}F、^{123}I、^{67}Ga、^{201}TI 和口服 ^{131}I 放射性药物后，所产生的排泄物（包括呕吐物）以及冲洗水，内含有放射性核素，具有放射性；注射 ^{89}Sr 患者整个治疗流程较短，注射后不作停留，几乎不产生废水。另外，日常清洗去污或事故情况下清洗均可产生放射性废水。

（4）放射性固体废物

本项目产生的放射性固废可分为四个方面：①剩余放射性药物；②被污染的注射器、针头、手套、导管、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿、擦拭表面污染的抹布等；③衰变池底部的沉渣；④定期更换的废活性炭。另外，患者使用过的被服，停留衰变至少一个半衰期后，经清洗处理后重复使用，不作为放射性固体废物。

（5）β 表面污染

工作人员在操作核素时，可能引起工作台、地面等放射性沾污，造成β表面污染。

（6）内照射

^{131}I 属挥发性核素，可能会对场所内工作人员造成内照射。本项目核素使用 ^{131}I 自动分装仪远程操作，核素裸露在空气中的时间和量均较小，且场所内设置通风系统，因此内照射影响较小，本次不再考虑内照射对职业人员的影响。

综上所述，本项目主要评价因子为γ射线、韧致辐射、β表面污染、放射性废气、放射性废水、放射性固体废物。

2、事故工况

（1）在核素转移、分装和注射（口服）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）患者服药后未经允许离开核医学科，可能对接近患者的人员造成过量照射。

（4）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。

2.3.3 核素使用情况及人员配置

1.核素使用情况

①^{99m}Tc

本项目核素^{99m}Tc由原子高科股份有限公司供应，医院直接订购分装好的针剂药品，药品

装于钨罐中，直接送至医院综合医技楼地下一层核医学工作场所储源室1内贮存。职业人员在质控室1手套箱内取药，于南侧注射窗口对患者进行注射。注射后患者根据就诊类型于SPECT/CT注射后等待大厅休息一定时间，经SPECT/CT扫描后进入留观室留观一段时间，无异常可直接离开。

②^{18}F

本项目核素^{18}F由原子高科或青岛安迪科供应，药品装于钨罐中，直接送至综合医技楼地下一层储源室2内贮存，医护人员在质控室2手套箱内根据患者用量进行手动分装，然后于北侧注射窗口处对患者进行注射，注射后患者根据疾病类型于PET/CT注射后等待大厅休息一定时间，经PET/CT扫描后进入留观室留观一段时间，无异常后离开。

③^{131}I

本项目^{131}I由原子高科股或成都欣科供应，药品装于钨罐中，送至医院综合医技楼地下一层^{131}I工作区域质控室3内的碘自动分装仪内暂存。由核医学科专人接收、登记、检测、签字。职业人员于值班室内操作计算机设定样品的分配活度、体积及计划使用时间，系统自动完成放射性原液的稀释、定量分配、在线活度测量和样品体积配比的工作，职业人员操作碘全自动分装仪将药物分装到预先放置的一次性杯子，通过对讲系统指导患者通过自助服碘室窗口拿取药物后口服。甲亢患者服药后无异常可直接离开，甲癌患者服药后进入甲癌患者病房住院，根据医院实际情况，甲癌患者一般在住院4天后进行SPECT/CT检查，无异常可直接离开。

④^{89}Sr

本项目核素^{89}Sr由原子高科股或成都欣科供应，医院直接订购分装好的针剂药品，药品装于钨罐中，直接送至医院综合医技楼地下一层核医学工作场所储源室2内贮存。职业人员在手套箱内取药，于注射窗口对患者进行注射，注射后患者无异常可直接离开。

本项目各核素用量见表2-6。

表2-6　核素使用时间及用量

序号	核素		每人最大用量	日最多接诊人数	日实际最大操作量	门诊安排	年最多诊疗人数	年用量
1	^{99m}Tc		7.4×10^{8}Bq（20mCi）	20	1.48×10^{10}Bq（400mCi）	5天/周	5000	3.7×10^{12}Bq（100Ci）
2	^{18}F		3.7×10^{8}Bq（10mCi）	10	3.7×10^{9}Bq（100mCi）	5天/周	2500	9.25×10^{11}Bq（25Ci）
3	^{131}I	甲功测定	3.7×10^{5}Bq（10μCi）	11	4.07×10^{6}Bq（0.11mCi）	5天/周	1550	5.735×10^{8}Bq（15.5mCi）
		甲亢	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	5	1.85×10^{9}Bq（50mCi）	5天/周	1250	4.625×10^{11}Bq（12.5Ci）

		甲癌	5.55×10^{9}Bq（150mCi）	6	3.33×10^{10}Bq（900mCi）	1 天/周	300	1.665×10^{12}Bq（45Ci）
4	^{89}Sr		1.85×10^{8}Bq（5mCi）	2	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	2 天/周	200	3.7×10^{10}Bq（1000mCi）

根据医院提供资料，^{99m}Tc、^{18}F、^{123}I、^{89}Sr核素可在同一天开展诊疗工作。根据上表，本项目核医学场所日等效最大操作量为3.5705×10^{9}Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所（乙级：2×10^{7}～4×10^{9}Bq）。

2.人员配置

本项目核医学科配备了9名辐射工作人员，其中医师3名、护士3名、技师2名、物理师1名，从事核素操作、摆位及扫描等相关工作。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 辐射防护设施/措施落实情况

本期验收核医学工作场所与环境影响报告表要求对照表见下表。根据现场核查，各场所主要房间屏蔽防护实际建设情况基本与环评阶段一致，具体详见表 3-1。

表 3-1　本项目核医学工作场所主要房间防护设计一览表

房间名称		长×宽×高(内径)	四周墙体材质及厚度	室顶、地板材质及厚度	防护门铅当量	窗铅当量
放射诊断区域	SPECT/CT 机房	8.04m×6.94m×4.8m	40mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	南门：4mmPb；北门：4mmPb	观察窗：4mmPb
	PET/CT 机房	8.24m×7.64m×4.8m	40mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	南门：8mmPb；北门：8mmPb	观察窗：8mmPb
	SPECT/CT 注射后等待大厅	6.34m×6.16m×4.8m	40mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	南门：4mmPb；北门：2mmPb	--
	SPECT/CT 注射后等待大厅卫生间	4.46m×1.46m×4.8m	40mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	2mmPb	--
	PET/CT 注射后等待大厅	5.84m×4.94m×4.8m	70mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	300mm、200mm 混凝土	南门：6mmPb；北门：12mmPb	--
	PET/CT 注射后等待大厅卫生间	3.16m×1.56m×4.8m	50mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	6mmPb	--
	SPECT/CT 留观室	5.06m×2.66m×4.8m	西墙：200mm 混凝土；东、南、北墙：30mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	东门：6mmPb；北门：2mmPb	--
	SPECT/CT 留观室卫生间	1.56m×1.31m×4.8m		200mm 混凝土	2mmPb	--
	PET/CT 留观室 1（含卫生间）	7.40m×5.06m×4.8m	东墙：60mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖；南、北墙：50mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖；西墙：50mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土	200mm 混凝土	东门：10mmPb；卫生间门：4mmPb	--
		卫生间：1.8m×1.3m×4.8m				
	PET/CT 留观室 2	3.26m×2.86m×4.8m	50mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	东门：10mmPb；西门：4mmPb	--
	PET/CT 留观室 2 卫生间	1.56m×1.31m×4.8m		200mm 混凝土	4mmPb	--
	抢救室	5.06m×2.86m×4.8m	南墙：30mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖；东、北墙：50mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖；西墙：200mm 混凝土	200mm 混凝土	10mmPb	--
	储源室 1	1.66m×1.64m×4.8m	30mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	4mmPb	--
	储源室 2	1.86m×1.54m×4.8m	50mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	8mmPb	--
	质控室 1	6.04m×3.96m×(最长边)	40mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	4mmPb	注射窗：10mmPb
	质控室 2	4.26m×3.56m×4.8m	50mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	8mmPb	注射窗：30mmPb
	注射室 1	2.14m×1.78m×4.8m	20mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	4mmPb	--
	注射室 2	2.04m×1.84m×4.8m	东、北墙：80mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖；西、南墙：50mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	300mm 混凝土	15mmPb	--

	衰变间 1	1.66m×1.46m×4.8m	40mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	4mmPb	--
	衰变间 2	2.14m×1.56m×4.8m	50mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	8mmPb	--
	肺通气室	3.74m×2.14m×4.8m	20mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	200mm 混凝土	4mmPb	--
	负荷室	3.74m×2.18m×4.8m	50mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖	300mm、200mm 混凝土	北门：6mmPb；南门：8mmPb	--
放射治疗区域	病房 1(含卫生间)	5.8m×2.4m×4.8m 卫生间：2.4m×1.8m×4.8m	东墙：110mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土；西墙：50mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土；南墙：60mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土；北墙：400mm 混凝土	300mm 混凝土	19mmPb	--
	病房 2(含卫生间)	5.8m×2.4m×4.8m 卫生间：2.4m×1.8m×4.8m	东墙：120mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土；西墙：110mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土；南墙：60mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土；北墙：400mm 混凝土	300mm 混凝土	19mmPb	-- --
	病房 3～6（含卫生间）	5.3m×3.8m×4.8m 卫生间：2.1m×1.5m×4.8m	东、南、西墙：120mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土；北墙：400mm 混凝土	300mm 混凝土	15mmPb	--
	敷贴室	4m×2.4m×4.8m	200mm 钢筋混凝土	300mm 混凝土	2mmPb	--
	储源室 3	2.5m×1.9m×4.8m	200mm 钢筋混凝土	300mm 混凝土	2mmPb	--
	甲功能测量室	3.56m×2.58m×4.8m	240mm 实心砖+200mm 钢筋混凝土	180mm 混凝土	--	--
	污物暂存间	2.5m×2m×4.8m	60mm 硫酸钡砂+200mm 钢筋混凝土	300mm 混凝土	5mmPb	--
	自助服碘室	2.5m×2m×4.8m	东墙、西墙：80mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土；南墙：100mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土；北墙：60mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土	300mm 混凝土	18mmPb	--
	质控室 3	2.5m×3.4m×4.8m	50mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土	300mm 混凝土	10mmPb	40mmPb
	应急抢救室	2.5m×3m×4.8m	东墙、西墙：50mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土；南墙：90mm 硫酸钡砂+200mm 钢筋混凝土；北墙：110mm 硫酸钡砂+200mm 钢筋混凝土	300mm 混凝土	18mmPb	--
	值班/监控室	5.76m×2.5m×4.8m	50mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土	300mm 混凝土	--	观察窗：15mmPb
	备餐间	2.28m×1.48m×4.8m	60mm 硫酸钡砂+240mm 实心砖+200mm 混凝土	300mm 混凝土	10mmPb	传递窗：15mmPb
	被服衰变间	3.9m×2.5m×4.8m	20mm 硫酸钡砂+200mm 混凝土	300mm 混凝土	5mmPb	--

注：根据医院提供资料，实心砖、混凝土、硫酸钡砂、铅的密度分别为 1.6g/cm^3、2.35g/cm^3、3.8g/cm^{3}和 11.3g/cm^3。

本期验收对环境影响报告表防护措施与现场实际情况进行对比，见表 3-2。

表 3-2　本项目核医学工作场所环境影响报告表防护措施与验收情况对比表

项目	环境影响报告表内容	实际情况
位置	医院综合医技楼地下一层	与环评一致
场所布局	本项目核医学场所整体可分为南侧放射诊断区域（包含^{99m}Tc、^{18}F、^{123}I、^{67}Ga、^{201}TI、^{89}Sr诊断）和北侧放射治疗区域（包含^{131}I、^{32}P治疗） 南侧放射诊断区域包括注射室（2 个）、质控室（2 个）、注射后等候大厅（2 个、含卫生间）、运动负荷室、清洁间（2 个）、PET/CT设备间、PET/CT机房、PET/CT留观室（2 个、含卫生间）、储源室（2 个）、衰变间（2 个）、淋洗/更衣室（2 个）、卫生通过间（2 个）、缓冲间、操作间（SPECT/CT机房和PET/CT机房共用）、SPECT/CT机房、抢救室、SPECT/CT留观室（含卫生间）、肺通气室、新风机房、仓库、更衣室、值班室、阅片室、办公室、护士办公室、护士站、医护卫生间等。 北侧放射治疗区域包括治疗室、诊室、甲功能测量室、二测候诊区、敷贴室、储源室、被服衰变间、病房（6 个单人间，含卫生间）、值班室、淋洗间、缓冲间、应急抢救室、质控室 3、自助服碘室、污物暂存间、清洁间、备餐间等。	布局与环评一致，本期开展的核素有南侧放射诊断区域（包含^{99m}Tc、^{18}F、^{89}Sr诊断）和北侧放射治疗区域（包含^{131}I 治疗）。
场所分级	乙级	与环评一致
人流、物流情况	设置有患者通道、医护人员通道、放射性废物及放射性药物通道，并规定了通行路线和方向	与环评一致
房间屏蔽参数	详见表3-1	与环评一致
防护门、窗	详见表3-1	与环评一致
防护器材配备	①根据医院提供资料，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，地板和墙壁接缝均为无缝设计，地板和室内墙面设计为易清洗、不易渗漏的PVC地胶或瓷砖。 ②本项目核医学工作场所SPECT/CT工作区域质控室 1 内配备手套箱 1 个（10mmPb），PET/CT工作区域质控室 2 内配备手套箱 1 个（30mmPb）。放射性药物 ^{99m}Tc、^{123}I、^{67}Ga、^{201}TI的操作在质控室 1 手套箱内进行，^{18}F、^{89}Sr在质控室 2 手套箱内进行操作，^{131}I贮存于质控室 3 碘全自动分装仪内。 ③医院拟为核医学工作场所配备钨罐 8 个，手套箱 2 个，碘全自动分装仪 1 台，注射器防护套 7 套，注射器转运防护盒 7 个，移动铅屏风 2 个，铅屏风若干，放射性废物污物桶若干，放射性废物衰变箱若干，活度计 2 个，表面污染检测仪 1 台、辐射监测仪器 1 台、个人剂量报警仪 9 个。 ④本项目核医学工作场所拟配备9名辐射工作人员，其中医师3名、护士3名、技师2名、物理师1名。工作人员根据诊疗需要轮换开展工作，其中医师和护士负责放射性药物的分装、取药和注射，技师和物理师主要负责摆位和扫描。医院拟为工作人员配备个人剂量计（每人1支，委托个人剂量检测后由检测单位配发）。拟利用表面污染检测仪对离开控制区的工作人员和患者及物品进行表面污染监测，若超标，采取相应的去污措施。同时医院拟为工作人员配备必要的防护用品，包括铅衣、铅围裙、铅围脖、铅帽及铅玻璃眼镜、放射性污染防护服等，为患者配备必要的防护用品，为场所配备应急及去污用品：一次性防水手套、气溶胶防	与环评一致

	护口罩、安全眼镜、防水工作服、胶鞋、去污剂；小刷子、一次性毛巾或吸水纸、毡头标记笔、不同大小的塑料袋、酒精湿巾、电离辐射警告标志、胶带、标签、不透水的塑料布、一次性镊子。 ⑤放射性药物贮存于核医学工作场所各储源室或质控室内。医院拟定期进行辐射水平监测，各储源室和质控室均设有门禁，无关人员不得入内，并建立放射性药物贮存使用台账。 放射性药物在运输过程均放置于供货方提供的专门屏蔽容器钨罐内，钨罐表面张贴电离辐射警告标志，并将钨罐放置于药物桶内，起到一定的固定作用。 ⑥SPECT/CT机房及PET/CT机房外门框上方均设计有工作状态指示灯。防护门设计有门灯联动装置，并张贴电离辐射警告标志。	
密闭和通风要求	本项目放射性废气产生环节主要为放射性药物的分装、取药、口服、注射等工序。对于各工序产生的放射性废气，医院拟于核医学工作场所内设置 4 套独立通风系统。其中甲癌病房、清洁间、污物暂存间、自助服碘室、质控室 3、应急抢救室、被服衰变间等设置一套排风系统，排风量 2600m^3/h；质控室 1 内手套箱和质控室 2 内手套箱设置一套独立的排风系统，排风量 4800m^3/h；运动负荷室、淋洗/更衣室、储源室 1、储源室 2 等设置一套排风系统，排风量 4800m^3/h；注射室、注射后等待大厅、患者通道等设置一套排风系统，排风量 2800m^3/h。 本项目核医学工作场所内的气流流向遵循清洁区向监督区再向控制区的方向，保持工作场所的负压和各区之间的压差，可防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。上述排风管道均至综合医技楼 21 层屋面，其中质控室 1 内手套箱、质控室 2 内手套箱与运动负荷室、淋洗/更衣室、储源室 1、储源室 2 等房间的排风管道合并为一根排气筒；屋面上方共设置三个独立排风机及排气筒，最终经三根排气筒高于所在综合医技楼楼顶排放，并分别在排放口设置活性炭高效过滤装置，过滤装置内安装柱状颗粒活性炭，碘值＞800mg/g，去除效率不低于 90%；拟安装过滤器压差报警装置，当活性炭吸附过多废气时，排风管道的进风口和出风口压差值会过高，此时，报警装置发出警报（一般设置大于 800Pa 时发出警报），医院需及时更换过滤装置内活性炭。排风管道采用镀锌风管，在穿墙位置尽量减小管道与墙壁的缝隙，并在穿墙位置使用混凝土抹面，以减小对外部环境的影响。最终三根排放口位于综合医技楼西北侧，高于屋脊 3m，且已尽可能地远离了周边的高层建筑（距离西侧感染性疾病楼（高 23.85m）最近约 20m，距离南侧华易青年城小区（高 85m）约 70m，距离东侧综合病房楼（高 67.2m）约 26m，距离北侧 3 号病房楼（高 17.1m）约 25m）。屋顶设抽风机与过滤装置联动控制，根据设计参数，风机运行后管道风速不低于 0.5m/s，可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）要求。	医院于核医学工作场所内设置4套独立通风系统，排气筒最终通至所在综合医技楼楼顶排放，与环评一致。
放射性废水收集、处理系统	1、放射性废液及废水的收集 a、医院拟于本项目综合医技楼北侧新建 2 套地下放射性废水处理系统，一套用于处理核医学场所 ^{131}I放射治疗区域产生的放射性废水，另一套用于处理核医学场所放射诊断区域产生的放射性废水。放射性废水处理系统区域周围为道路，不处在人员聚集区域，周围公众成员居留较少，选址满足要求。医院将于放射性废水处理系统建成后加设围栏，并张贴电离辐射警告标志，避免公众人员近距离接触。 b、医院拟根据患者预约量订购当天的药物，一般无放射性药物剩余，若患	医院于本项目综合医技楼北侧新建2套地下放射性废水处理系统，一套用于处理核医学场所^{131}I放射治疗区域产

	者未及时就诊，拟将剩余的放射性药物随钨罐（表面张贴电离辐射标志）放置于储源间内，由供货厂家回收。 c、核医学场所控制区内和卫生通过间内的盥洗水盆、清洗池、淋浴装置拟设置脚踏式或自动感的开关。 d、放射性废水收集管道具有一定坡度，使废水中的固废能够一并随废水排至衰变系统内，防止堵塞进出水口。且管道、阀门和连接处转弯较少，尽可能少的死区。拟在管道上方对应地面处设置标记，便于检测和维修。 2、放射性废水贮存、处理 本项目 2 个放射性废水处理系统均由混凝土一次浇筑完成，池底采用 500mm 混凝土、池壁采用 250mm混凝土材质，可耐酸碱腐蚀、无渗透性和防泄漏；池盖采用 8mmPb防护井盖；该系统共两层，其中一层为衰变池，二层为管道敷设层及化粪池。衰变池外围拟设置栅栏并黏贴电离辐射警告标志。 本项目 2 套放射性废水处理系统前端均设置 1 个集水坑，尺寸均为 1.6m×1.3m×1.1m，采用 8mmPb铅板防护，位于地下二层污水收集间内，其周围为合用前室及停车位，不处在人员聚集区域，周围公众成员居留较少。放射性废水收集管道采用铸铁管道+铅板防护，废水分两路分别在负二层集水坑内收集，其中 ^{131}I 工作区域排水管道在负二层顶部梁底向西敷设至污水收集间内集水坑。放射诊断区域排水管道在负二层顶部梁底向西汇集至南侧污水收集间内集水坑。污水汇集至各污水收集间后先于集水坑内暂存再经提升泵和专用排水管道最终排入各自的放射性废水衰变系统中暂存衰变。放射诊断区域废水收集管道为 3mmPb，^{131}I 病房区域废水收集管道为 8mmPb。 ^{131}I放射性废水处理系统共设计 1 个化粪池、4 个衰变池，其中化粪池尺寸为 5.2m×1.45m×2.45m，有效尺寸约为 18.47m^3；衰变池尺寸均为 5.2m×3.5m×3.0m，各池有效容积均约 54.6m^3。 本项目放射诊断区域废水处理系统共设计 1 个化粪池、2 个衰变池及 1 个溢流池，其中化粪池尺寸为 2.1m（长）×2.45m（高）×1.5m（宽），有效容积约为 7.72m^3；衰变池及溢流池尺寸均为 2.1m×1.5m×3.0m，各池有效容积均约 9.45m3。 本项目各衰变池均为并联运行，两套废水处理系统分别采用单独的智能化自动控制系统控制（位于负一层新风机房内），通过PLC和触摸屏设定工作参数和状态，设有报警机制，所有运行自行监测，可在无人值守状态下实现全自动稳定运行，实时监测并上传记录，配有打印功能。同时各衰变池内泵体均采用切割式潜水泵，可将大部分固体废物粉碎成颗粒，衰变后随废水一并排放。衰变池上方为夹层，地面设置一个设备安装及检修口，同时安装墙梯通至衰变池顶部，便于后期的维护维修。各衰变池均设计有液位传感器，传感器旁预留取样口，以便对衰变后废水进样检测；各衰变池上方设置清污口。同时设置排气管，使得夹层可与外界进行自然通风换气，防止维修人员进入夹层时造成窒息。本项目放射性废水经专用管道进入放射性废水处理系统。 衰变池 1 上部电磁阀打开，下部控制阀及其余衰变池电磁阀、控制阀关闭，废水经专用管道进入衰变池 1 内，当液面到达设定高度后联动前端的衰变池 1 上部电磁阀使其关闭，同时开启衰变池 2 的上部进水电磁阀，当衰变池 2 液面到达设定高度时，自动关闭衰变池 2 上部电磁阀，同时开启衰变池 3 的上部电磁阀，	生的放射性废水，另一套用于处理核医学场所放射诊断区域产生的放射性废水。放射性废水衰变池位于地下，日常公众接触不到，专业人员才能到达。

	当衰变池 3 液面到达设定高度时，自动关闭衰变池 3 上部电磁阀，同时开启衰变池 4 的上部电磁阀，当衰变池 4 液面到达设定高度时，自动关闭衰变池 4 上部电磁阀，启动衰变池 1 下部控制阀及提升泵，将废水通过管道排放，当水位低至一定程度后，关闭下部控制阀，等待接纳新产生的废水。 监测 ^{131}I的放射性活度浓度时，由取样检测系统完成，需在人为监控下，对需要排放的槽体内的液体进行取样，取样桶容积 100L，内置活度计，检测后生成检测报告存于控制系统，经检测废水放射性活度浓度低于 10Bq/L后排入医院污水处理站作进一步处理。其中活度计的校准两年一次，由中国计量科学院进行，校准后再返回安装。 综上，本项目放射性废水收集设计可满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中放射性废液收集和贮存要求。	
放射性固体废物收集、处理设施	本项目产生的放射性固废可分为三类： 第一类为被污染的注射器、针头、手套、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿、擦拭表面污染的抹布及病人使用的一次性杯子等。医院拟于各核素主要房间内放置放射性废物收集桶用于收集放射性固废，并于衰变间及污物暂存间内放置放射性废物衰变箱，定期将各房间产生的放射性固废转移至衰变间或污物暂存间内暂存衰变。 （1）医院拟于 ^{131}I工作区域自助服碘室、质控室 3、应急抢救室、甲功能测量室、6 个甲癌病房各放置 1 个放射性废物收集桶（屏蔽厚度为 10mmPb，容积为 10L），用于含 ^{131}I放射性废物收集；于污物暂存间内放置 2 个衰变箱（屏蔽厚度为 10mm铅当量，容积为 200L），用于 131I放射性废物暂存衰变，一个满后封存，启用另一个，交替使用；于污物暂存间内放置 1 个衰变箱用于废活性炭的衰变。 （2）医院拟于质控室 1、注射室 1、SPECT/CT注射后等待大厅、SPECT/CT机房、SPECT/CT留观室、抢救室内各放置 1 个放射性废物收集桶（屏蔽厚度为 10mm铅当量，容积为 10L），用于收集 ^{99m}Tc、^{123}I、^{67}Ga、^{201}TI放射性固废；拟于衰变间 1 内放置 2 个衰变箱（屏蔽厚度为 10mm铅当量，容积为 200L）用于放射性固废的暂存衰变，一个满后封存，启用另一个，交替使用。于衰变间 1 放置 1 个衰变箱用于废活性炭的衰变。 （3）医院拟于质控室 2、注射室 2、PET/CT注射后等待大厅各放置 2 个放射性废物收集桶（屏蔽厚度为 10mm铅当量，容积为 10L），分别用于收集含 ^{18}F、^{89}Sr放射性固废，于PET/CT机房、PET/CT留观室、抢救室各放置 1 个放射性废物收集桶（屏蔽厚度为 10mm铅当量，容积为 10L），用于收集含 ^{18}F放射性固废；于衰变间 2 内放置 4 个衰变箱，其中 2 个衰变箱（屏蔽厚度为 10mm铅当量，容积为 50L）用于含 ^{18}F放射性固废的暂存衰变，一个满后封存，启用另一个，交替使用；2 个衰变箱（屏蔽厚度为 10mm铅当量，容积为 50L）用于含 ^{89}Sr放射性固废的暂存衰变，一个满后封存，启用另一个，交替使用。于衰变间 2 放置 1 个衰变箱用于废活性炭的衰变。 （4）医院拟于敷贴室、储源室 3 内各放置 1 个放射性废物收集桶（屏蔽厚度为 10mm铅当量，容积为 10L），用于收集含 ^{32}P的放射性固废；于污物暂存间内放置 2 个衰变箱，用于含 ^{32}P放射性固废的暂存衰变，一个满后封存，启用另一个，交替使用。 本项目衰变间及污物暂存间均拟安装通风换气装置，防护门外张贴电离辐射	与环评一致

	警告标志，拟安装门禁，室内不存放易燃、易爆、腐蚀性物品。医院拟定期对衰变箱外表面30cm处的剂量率进行检测，确保低于2.5μSv/h，以满足HJ1188-2021第6.1.7款、第6.1.8款要求。 本项目拟于放射性废物收集桶和衰变箱上设置电离辐射警告标志，日常工作状态下进行密封加盖。定期将各房间产生的放射性固废转移至衰变箱内暂存衰变，衰变箱内放置专用塑料袋，装满后的废物袋进行密封，对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，同时注明核素名称、废物类别、重量、入库日期等信息，并做好登记记录。 本项目衰变箱内的放射性废物经设定周期存放并检测达标后可达到解控水平，按照一般医疗废物处理，其中辐射剂量率满足所处环境本底水平，β表面污染小于0.8Bq/cm^2，同时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。 第二类为衰变池内的少量沉渣，衰变池底部均设有切割式污水泵，排放废水时，沉渣经各池内切割式污水泵粉碎为小颗粒后，随废水一并排放，池内沉渣难于排出时，进行酸化预处理后再排放。 第三类为更换下的废活性炭，核医学工作场所各通风系统内活性炭饱和后进行更换，更换的废活性炭属放射性废物，置于相应衰变间衰变箱内，经设定周期存放后衰变达到解控水平同其它医疗废物一并处置。 本项目放射性固废的管理措施可满足HJ1188-2021第6.1.7款、7.2.1款～第7.2.3款要求。	
其他防护措施	根据建设单位提供资料，本项目各场所控制区入口及出口均设置门锁权限控制和单向门，限制患者的随意流动。PET/CT机房、SPECT/CT机房内及操作台上拟设紧急停机按钮；机房防护门均设计防夹装置、工作状态指示灯和电离辐射警告标志，且工作状态指示灯能够与防护门有效联动。核医学边界等处设置电离辐射警告标志，可对职业人员和公众人员可起到一定的警示作用，提示人们尽量减少停留时间，保障职业人员和公众人员的健康水平；场所内设有明确的患者导向标识和导向提示；PET/CT机房和SPECT/CT机房均设计观察窗和监控对讲装置，可满足相关要求。	与环评一致

3.1.2 辐射安全与防护设施/措施落实情况与环境影响报告表批复要求对比

辐射安全与防护设施/措施落实情况与环境影响报告表批复要求对比见表3-3。

表3-3　本项目辐射安全与防护设施/措施与环境影响报告表批复要求对照表

环境影响报告表批复意见（简述）		验收时落实情况
二、项目设计、建设和运行过程中	（一）严格执行辐射安全管理制度 1.落实辐射安全管理责任制。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《山东省辐射污染防治条例》等法律法规要求，设立辐射安全与环境保护管理机构，配备辐射安全与防护管理人员，明确岗位职责。 2.落实放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度等，建	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。医院成立了辐射安全管理领导小组，统一负责全院的辐射安全管理工作，明确了辐射工作岗位，落实了岗位职责。

要认真落实报告表中提出的各项污染措施和风险防范措施，并做好以下工作：	立辐射安全管理档案。	医院制定了《SPECT/CT 操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《设备维修维护制度》《射线装置使用登记制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射监测方案》等规章制度，建立了辐射安全管理档案。
	（二）加强辐射工作人员的安全和防护工作 1.认真落实培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训学习和报名考核，考核不合格的，不得上岗。 2.按照环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(部令18号)的要求，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，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到1人1档。安排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，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。	1.医院制定了《辐射工作人员培训制度》，本项目 9 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。 2.医院建立了辐射工作人员个人剂量档案，做到了 1 人 1 档，医院为辐射工作人员配备了个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理，项目运行期间，未发现个人剂量监测结果异常情况。
	（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作 1.严格落实《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)等文件中的辐射防护要求和报告表提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案，落实分区管理、实体屏蔽和通风设施、急停装置、警示标志等。周边辐射水平和人员所受年有效剂量须满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中有关要求，避免对人员造成辐射伤害。 2.制定并严格执行辐射环境监测计划。配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测、表面污染检测仪等仪器，定期开展监测，做好监测数据的记录工作。	1.本项目核医学工作场所按照相关要求进行了辐射安全防护，制定有《辐射监测方案》，落实了分区管理、场所采用实体屏蔽，安装有 4 套通风系统，场所内安装有急挺按钮，警示标志等。根据本次验收监测结果，场所周围的辐射水平和人员所受年有效剂量均满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。 2.制定有《辐射监测方案》，配备了辐射巡检仪，个人剂量报警仪，表面污染仪，定期开展监测。
	（四）做好放射性废气的处置工作。工作场所产生的放射性废气经四套独立通风系统收集、活性炭过滤装置过滤后经室顶排放。	本项目核医学工作场所设置有 4 套独立的通风系统，安装有活性炭过滤装置，最终排至综合医技楼 21 层屋面。
	（五）做好放射性废水的处置工作。设置放射性废水收集及衰变系统，妥善收集、暂存放射性废水，经衰变后确保满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)标准后，排入医院污水处理站处理后外排。	于本项目综合医技楼北侧新建了 2 套地下放射性废水处理系统，一套用于处理核医学场所 ^{131}I 放射治疗区域产生的放射性废水，另一套用于处理核医学场所放射诊断区域产生的放射性废水，本项目产生的放射性废水经衰变至满足标准要求后排入医院污水处理站。

	（六）做好放射性固体废物的处置工作。设置放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变降至满足解控水平后，可按一般医疗废物处理。	本项目核医学场所配置了放射性废物收集桶和放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变降至满足解控水平后，按一般医疗废物处理。
	（七）医院应定期检查通风系统活性炭过滤装置的有效性，及时更换活性炭。建立放射性固废和废水暂存和处理台账。	本项目通风系统安装有活性炭过滤装置，对活性炭装置定期检查更换。医院建立了放射性固废和废水暂存和处理台账。
	（八）要严格落实报告表提出的各项环境风险事故防范措施，须建立三级防控体系，定期修订辐射事故应急预案，有计划开展辐射事故应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫健等部门报告。	医院建立了三级防控体系，制定有《辐射事故应急预案》并定期修订，每年开展辐射事故应急演练。医院未发生过辐射事故。
	（九）严格落实各项生态环境安全责任，要落实企业生态环境安全主体责任，将环保设施和项目作为企业安全管理的重要组成部分，对环保设施和项目开展安全风险辨识管理，健全内部管理责任制度，严格依据标准规范建设环保设施和项目，把环保设施和项目安全落实到生产经营工作全过程、各方面。	医院落实了辐射安全管理责任制，本项目的辐射安全环保设施和措施符合要求。

3.2 辐射安全管理情况

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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护许管理办法》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。为此本次对医院的辐射环境管理和安全防护措施等进行了现场核查。

1.组织机构

医院签订了辐射工作安全责任书，成立了放射防护管理委员会，指定该机构专职和专人负责医院放射性同位素与射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

2.辐射安全管理制度及落实情况

（1）工作制度

医院制定了《辐射安全防护制度》《岗位职责》《辐射工作人员培训计划》《监测计划》《射线装置使用登记制度》《医疗设备维护保养制度》《台账管理制度》等制度，建立了辐射安全管理档案。医院建立了放射性核素使用管理记录、药品出入库记录，SPECT/CT、PET-CT 等设备使用记录。

（2）操作规程

医院制定了《SPECT/CT 操作规程》《PET-CT 操作规程》，辐射工作人员严格按照操作

规程进行操作。

（3）应急演练

医院编制了《辐射事故应急预案》，于 2024 年 3 月 27 日开展了辐射事故应急演练。

（4）人员培训

医院制定了《辐射工作人员培训计划》，本项目配备了 9 名辐射工作人员，均通过了核技术利用辐射安全与防护考核，且在有效期内。

（5）监测方案

医院制定了《监测计划》，按照监测计划每年进行辐射防护检测，并进行了自主监测。本项目配备了 1 台 AT1121 型便携式辐射巡检仪进行辐射巡检；为辐射工作人员配备了个人剂量计，委托有资质的单位进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案，做到 1 人 1 档。

（6）年度评估

医院每年开展自行检查及年度评估，对现有辐射项目编写了辐射安全与防护状况年度评估报告，已将 2023 年年度评估报告提报全国核技术利用辐射安全申报系统。

3.辐射安全防护设备

本项目配备了 1 台 AT1121 型便携式辐射巡检仪，1 台 RJ39-2100 型表面污染仪，9 部 PM1621 型个人剂量报警仪。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批决定

4.1 环境影响报告表结论（仅本期涉及的核医学部分）

1、山东第一医科大学第二附属医院位于泰安市泰山区泰山大街 366 号；医院现持有辐射安全许可证(鲁环辐证[09090])，有效期至 2025 年 6 月 27 日，许可种类和范围为使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

医院拟于综合医技楼地下一层北侧建设 1 处核医学工作场所，利用核素 ^{99m}Tc、^{18}F、^{123}I、^{67}Ga、^{201}TI 进行临床显像诊断；利用 ^{131}I 开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗；利用核素 ^{89}Sr 开展骨转移癌的疼痛治疗；在敷贴室利用 ^{90}Sr-^{90}Y、^{32}P 开展敷贴治疗。核医学科工作场所日等效最大操作量为 3.67×10^{9}Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

本项目的开展有利于提高医院的诊疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，符合“实践正当性”原则。

2、医院环保手续齐全，本项目建设于医院内部，不新增用地，用地符合规划要求。

本项目核医学场所位于医院综合医技楼地下一层北侧，其北侧为土层；南侧为过道、电梯厅、报警阀室、污物暂存间、配电室、设备机房等；东侧为汽车坡道；西侧为汽车坡道；楼上为内镜中心；楼下为地下车库。

本项目核医学科不邻接产科、儿科及食堂等部门，周围无关人员相对流动较少，场所独立，与周围区域以实体墙体进行物理隔离，并有单独的人员、物流通道，核医学科最终排风口位于综合医技楼楼顶，远离周围高层建筑，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中第 5.1 款“选址”的要求。核医学场所周围评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，因此本项目选址合理可行。

3、本项目核医学科工作场所拟建区域及周围γ辐射剂量率现状值为(53.2～61.3)nGy/h[(5.32～6.13)×10^{-8}Gy/h]，处于泰安市环境天然放射性水平范围内[道路(1.84～16.74)×10^{-8}Gy/h 和室内(4.63～21.84)×10^{-8}Gy/h]。核医学工作场所拟建区域周围土壤总α、总β放射性检测结果分别为 509.3Bq/kg、583.7Bq/kg，处于本底水平。

4、核医学科运营期环境影响分析结论

（1）本项目核医学场所日等效最大操作量为 3.67×10^{9}Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。根据 GB18871-2002 的有关规定，工作场所划分为“控制区”和“监督区”两区进行管理。控制区设计集中，气流通道、物流通道设计合理，患者通道和医护通道不交叉，核医学场所布局设计均合理。

（2）核医学场所诊断区域各房间墙体均采用实心砖+硫酸钡砂屏蔽，^{131}I 治疗区域各房

间墙体均采用实心砖+硫酸钡砂屏蔽；核医学各房间室顶采用混凝土屏蔽，地板均为混凝土结构。经估算，在现有设计条件下，核医学场所主要房间四周屏蔽墙、室顶、防护门及防护窗外辐射剂量率均满足本次评价提出的 2.5μGy/h 的限值要求。

（3）人员剂量：核医学场所辐射工作人员手部剂量最大为 23.29mSv/a、身体所受年有效剂量最大为 1.975mSv/a，公众成员年有效剂量最大为 0.053mSv/a。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、工作人员身体 20mSv/a、公众成员 1mSv/a 的剂量限值，也分别低于本评价提出的工作人员四肢 125mSv/a、身体 5mSv/a、公众成员 0.1mSv/a 的管理约束值。

（4）放射性废水：排入放射性废水衰变系统的衰变池内，经设定周期静态存放后排放。

（5）放射性固废：被污染的注射器、针头、手套、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿、擦拭表面污染的抹布及病人使用的一次性杯子等，经放射性废物衰变箱封存，经设定周期存放达到解控水平，并检测达标后作为一般医疗固体废物处理。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，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，进行酸化预处理后直接排入医院污水处理站。活性炭经衰变达到解控水平后同其它医疗废物一并处置。

（6）放射性废气：核素操作均在手套箱内进行，手套箱为负压工况操作，可避免职业人员吸入放射性废气造成内照射影响；核医学场所控制区内主要房间设置专门的排气管道，手套箱设置独立的排气管道，并分别在排放口设置活性炭高效过滤装置及风机，且设置压差报警装置、待活性炭饱和后报警并进行更换。排风管道的最终排放口高于大楼楼顶，且最终排放口远离周围建筑。经分析，放射性废气排放浓度满足标准限值要求。

（7）个人防护用品及仪器：医院拟为职业工作人员配备个人防护用品（包括铅衣、铅橡胶围脖、铅橡胶帽子、铅眼镜，0.5mmPb；铅手套、0.025mmPb）；拟为本项目陪护及慰问者配备个人防护用品（包括铅衣、铅橡胶帽子、铅橡胶围脖、铅防护眼镜，0.5mmPb）。

（8）拟配备 8 个钨罐（40mmPb）、2 个手套箱（10mmPb、30mmPb）、7 个注射器转运防护盒（10mmPb）、7 个注射器防护套（5mmPb）、若干个铅屏风（5mmPb、10mmPb）、若干个放射性废物衰变箱、若干个放射性废物收集桶、2 个活度计、1 台表面污染检测仪、1 台辐射监测仪、4 部个人剂量报警仪。

5、本项目核医学科拟配备 9 名辐射工作人员，从事核素操作、摆位及扫描等相关工作。上述人员目前均未确定，待人员到位后医院拟安排辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台网上培训，经考核合格后方可上岗。

6、医院已成立放射防护管理委员会，编制了《放射事件应急处理预案》，并按照有关

要求制定各项规章制度。在制定的风险防范措施和相应的事故应急救援预案条件下，通过进一步完善安全措施，其环境风险是可控的。

综上所述，山东第一医科大学第二附属医院核医学工作场所应用项目在切实落实报告中提出的辐射防护、辐射管理等各项措施，严格执行相关法律法规、标准规范等文件的前提下，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

4.2 审批部门审批决定

经研究，对《山东第一医科大学第二附属医院核医学工作场所应用项目环境影响报告表》(以下简称报告表)审批意见如下：

一、山东第一医科大学第二附属医院位于山东省泰安市泰山区泰山大街366号，医院拟于综合医技楼地下一层北侧建设1处核医学工作场所，应用核素^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{123}I、^{67}Ga、^{201}TI、^{89}Sr、^{32}P、^{90}Sr-^{90}Y敷贴开展诊疗工作，核医学工作场所日等效最大操作量为3.67×10^{9}Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。本项目药物拟由有核素销售资质的单位供应，不涉及药物的制备。该项目在落实报告表提出的辐射安全和防护措施及本审批意见的要求后，对环境的影响符合国家有关规定和标准，我局原则同意按照报告表中所列的项目性质、规模、地点和采取的辐射安全和防护措施建设该项目。

二、项目设计、建设和运行过程中要认真落实报告表中提出的各项污染措施和风险防范措施，并做好以下工作：

（一）严格执行辐射安全管理制度

1.落实辐射安全管理责任制。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《山东省辐射污染防治条例》等法律法规要求，设立辐射安全与环境保护管理机构，配备辐射安全与防护管理人员，明确岗位职责。

2.落实放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度等，建立辐射安全管理档案。

（二）加强辐射工作人员的安全和防护工作

1.认真落实培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训学习和报名考核，考核不合格的，不得上岗。

2.按照环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(部令18号)的要求，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，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到1人1档。安排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，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。

（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作

1.严格落实《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)等文件中的辐射防护要求和报告表提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案，落实分区管理、实体屏蔽和通风设施、急停装置、警示标志等。周边辐射水平和人员所受年有效剂量须满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中有关要求，避免对人员造成辐射伤害。

2.制定并严格执行辐射环境监测计划。配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测、表面污染检测仪等仪器，定期开展监测，做好监测数据的记录工作。

（四）做好放射性废气的处置工作。工作场所产生的放射性废气经四套独立通风系统收集、活性炭过滤装置过滤后经室顶排放。

（五）做好放射性废水的处置工作。设置放射性废水收集及衰变系统，妥善收集、暂存放射性废水，经衰变后确保满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)标准后，排入医院污水处理站处理后外排。

（六）做好放射性固体废物的处置工作。设置放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变降至满足解控水平后，可按一般医疗废物处理。

（七）医院应定期检查通风系统活性炭过滤装置的有效性，及时更换活性炭。建立放射性固废和废水暂存和处理台账。

（八）要严格落实报告表提出的各项环境风险事故防范措施，须建立三级防控体系，定期修订辐射事故应急预案，有计划开展辐射事故应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫健等部门报告。

（九）严格落实各项生态环境安全责任，要落实企业生态环境安全主体责任，将环保设施和项目作为企业安全管理的重要组成部分，对环保设施和项目开展安全风险辨识管理，健全内部管理责任制度，严格依据标准规范建设环保设施和项目，把环保设施和项目安全落实到生产经营工作全过程、各方面。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投用的“三同时制度”。项目建成后要按规定的程序进行竣工环境保护验收，经验收合格后方可正式投入使用。

四、本审批意见有效期为五年，若该项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防

护措施等发生重大变动，须重新向我局报批环境影响评价文件。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 质量保证目的

质量保证分为内部质量保证和外部质量保证。内部质量保证主要向管理者提供信任；外部质量保证主要向客户或公众提供信任，使其确信结果是准确可靠的。对于辐射环境监测来说，质量保证的目的是把监测的误差降低到可接受的程度，保证监测结果真实反映采样和监测时的环境放射性水平。

5.2 质量保证内容

质量保证的基本内容包括严密的组织、文件化管理、规范化操作、有效的控制四个方面。

5.2.1 严密的组织

本次验收监测由山东丹波尔环境科技有限公司进行，山东丹波尔环境科技有限公司具有 CMA 监测资质，开展监测时，监测资质在有效期内。山东丹波尔环境科技有限公司组织机构分工明确，管理层、技术负责人、质量负责人、授权签字人、监测人员、质量监督人员、样品管理员、设备管理员等各层次人员配备齐全，公司已对各层次人员赋予相应的权力和资源。公司受市场监督主管部门的监督检查和管理，在历次检查中，均未出现重大问题。

5.2.2 文件化管理

山东丹波尔环境科技有限公司制定有质量要求文件和质量证明文件。

质量要求文件主要由管理体系文件组成，包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格，以及外来文件等。它是辐射环境监测的质量立法，是将行之有效的质量管理手段和方法规范化，使各项质量活动有法可依，有章可循。

质量证明文件是依据质量要求文件内容完成的活动及其结果提供客观证据的文件，是辐射环境监测获得的质量水平和质量体系中各项活动结果的客观反映，分为质量记录和技术记录，包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录等。

5.2.3 规范化操作

山东丹波尔环境科技有限公司全部监测活动都有程序文件加以规定，并严格遵照执行。所有用于辐射环境监测的方法均参照现行有效的相关标准，包括分析测量、数据处理与报告等，相关人员均熟练掌握，严格遵照执行。

5.2.4 有效的控制

有效的控制是使监测过程处于受控状态，以达到质量要求所采取的作业技术活动。在辐射环境监测中，其作用是识别从采样、制样，到分析测量、数据处理、结果报告的全过程中造成缺陷的一些操作，以便采取有效措施。在控制技术中，统计技术是识别、分析和控制异常变化的重要手段。山东丹波尔环境科技有限公司建立了质量控制项目登记表，对质量控制项目、质控技术（方法）、执行标准、执行人员、监督人员、判定方法、判定结果、实施日期等进行详细的记录。公司制定有质量监督计划，定期开展质量监督，填写质量监督检查记录、质量控制结果评定表、质量控制项目实施结果分析报告并存档。可有效进行质量控制。

5.3 质量保证计划

公司在制定辐射环境监测方案的同时，制定了相应的质量保证计划，并覆盖监测的全过程。一般来说，质量保证计划可满足以下要求：

a）明确单位的组织架构、职责、权力层次和对应管理接口，以及工作内容和能力；解决所有的管理措施，包括规划、调度和资源。

b）建立并宣贯工作流程和程序。

c）满足辐射环境监测的监管要求。

d）使用合适的采样和测量方法，选择合适的设备及其文件记录，包括对设备和仪器进行恰当的维护、测试和校准，保证其能正常运行。

e）选择合适的环境介质采样和测量的地点及采样频度。

f）使用的校准标准可追溯至国家标准或国际标准。

g）有审查和评估监测方案整体效能的质量控制机制和程序（任何偏离正常程序的行为均应记录），必要时进行不确定度分析。

h）参加能力验证或实验室间比对。

i）满足记录及存档的规定要求。

j）培训从事特定设备操作的人员，使其拥有相应的资格（根据管理需要）。

公司质量保证计划可满足监管部门为辐射环境监测质量保证所规定的作为最低限度的基本通用要求。

5.4 监测方案的质量保证

5.4.1 监测方案内容

本项目验收监测前，对监测任务制定有详细的监测方案，内容包括：监测目的和要求、

监测点位、监测项目和频次、监测分析方法和依据、质量保证要求、监测结果评价标准、监测计划安排、提交报告时间等。

5.4.2 质量保证要求

对监测方案实施质量保证的目的是为保证监测结果反映环境真实水平的可靠性提供客观依据。由于监测结果被各种条件和因素影响，使得某一地区、某一时间采集的样品获得的监测结果未必反映当地当时的环境真实水平。

本项目在制订辐射环境监测方案时，同时制订有质量保证计划（方案），具有涉及监测活动全过程的质量保证措施。

5.5 监测人员素质要求

a）山东丹波尔环境科技有限公司各监测人员数量及其专业技术背景、工作经历、监测能力等均与所开展的监测活动相匹配，中级及以上专业技术职称或同等能力的人员数量不少于监测人员总数的 15%。

b）公司监测人员均具备良好的敬业精神和职业操守，认真执行国家生态环境和其他有关法规标准。坚持实事求是、探索求真的科学态度和踏实诚信的工作作风。

c）公司从事辐射环境监测人员均已接受相应的教育和培训，具备与其承担工作相适应的能力，掌握辐射防护基本知识，掌握辐射环境监测操作技术和质量控制程序，掌握数理统计方法。

d）公司从事辐射环境监测人员均具备一定的专业技术水平，持证上岗。

5.6 监测设备的检定/校准和核查

5.6.1 监测设备的检定/校准

本项目所有监测仪器均在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准，开展验收监测时，均在有效期内。

5.6.2 监测设备的核查

为保证监测数据的准确可靠，山东丹波尔环境科技有限公司定期核查监测设备，通过实验室比对等方法，选取个别关键指标进行核查，核查结果可确定仪器是否适用，核查误差均在误差要求范围内。

5.7 监测数据的质量控制

5.7.1 数据记录

本项目分析测量到结果计算的全过程，均按规定的格式和内容，清楚、详细、准确地记录，未随意涂改。

5.7.2 数据校核

公司进行分析数据之前，由专门的校核人员对原始数据进行必要的整理和校核。由校核人员逐一校核原始记录是否符合相关规范的要求，若有计算或记录错误，反复核算后予以订正。

5.7.3 数据审核

公司审核人员对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核。审核由二人独立进行或由未参与分析测量的人员进行核算。

5.7.4 数据保存

本项目监测任务合同（委托书/任务单）、原始记录、报告审核记录、监测报告、质量保证计划及其核查等资料均已归档保存。电子介质存储的报告和记录与纸质文档均有留存。

表 6 验收监测内容

为掌握本项目核医学工作场所正常运行情况下周围的辐射环境水平，本期验收委托山东丹波尔环境科技有限公司对本期验收的核医学工作场所及周围环境进行了剂量率和表面污染监测。同时根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），本次对核医学工作场所下风向土壤中总β放射性和衰变池中废水总β放射性进行了监测。

6.1 监测项目

核医学工作场所内部及周围X-γ辐射剂量率、β表面污染、核医学工作场所下风向土壤中总β、衰变池中废水总β放射性。根据项目所在地区气候气象条件，常年主导风向为东北风，因此在项目主导风向下风向（西南侧）取土样进行检测，与环评阶段取样位置一致。

6.2监测仪器

（1）X-γ辐射剂量率及β表面污染

本次验收监测仪器设备参数及技术指标见表6-1。

表 6-1　本次验收监测使用的监测仪器一览表

项　　目	参　　数	参　　数
仪器名称	便携式 X-γ剂量率仪	α、β表面污染测量仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10	BG9611
系统主机测量范围	10nGy/h～1Gy/h	0.1～99999cps
探测器测量范围	1nGy/h～100μGy/h	/
系统主机能量范围	36keV～1.3MeV	/
检定单位	山东省计量科学研究院	山东省计量科学研究院
检定证书编号	Y16-20222192	Y15-20230127
检定有效期	2024 年 12 月 19 日	2024 年 05 月 15 日

（2）土壤及衰变池废水中总β

分析仪器型号及名称：MPC-9604型流气式低本底α、β测量仪。

6.3监测分析方法

X-γ剂量率、β表面污染由两名检测人员共同进行现场监测，依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《表面污染测定第一部分β发射体（EβMAX＞0.15MeV）和α发射体》等相关要求进行现

场测量。将仪器接通电源预热15min以上，设置好测量程序，仪器自动读取10个数据，计算均值和标准偏差。

衰变池废水、土壤中总β参照《水中总β放射性测定蒸发法》（EJ/T900-1994）进行检测。

6.4监测布点

本次验收监测对核医学工作场所及周围环境进行了现场监测，^{99m}Tc区域γ辐射剂量率布设62个监测点位，即A1～A62，^{18}F区域γ辐射剂量率布设65个监测点位，即B1～B65，^{131}I区域γ辐射剂量率布设62个监测点位，即C1～C51；在核医学工作场所β表面污染布设62个监测点位，即d1～d56。

土壤中总β取核医学工作场所西南侧的土壤进行检测，根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），去除表层植被后使用土铲取表层土，取样位置见附图3。

γ剂量率、β表面污染监测布点情况见图6-1。

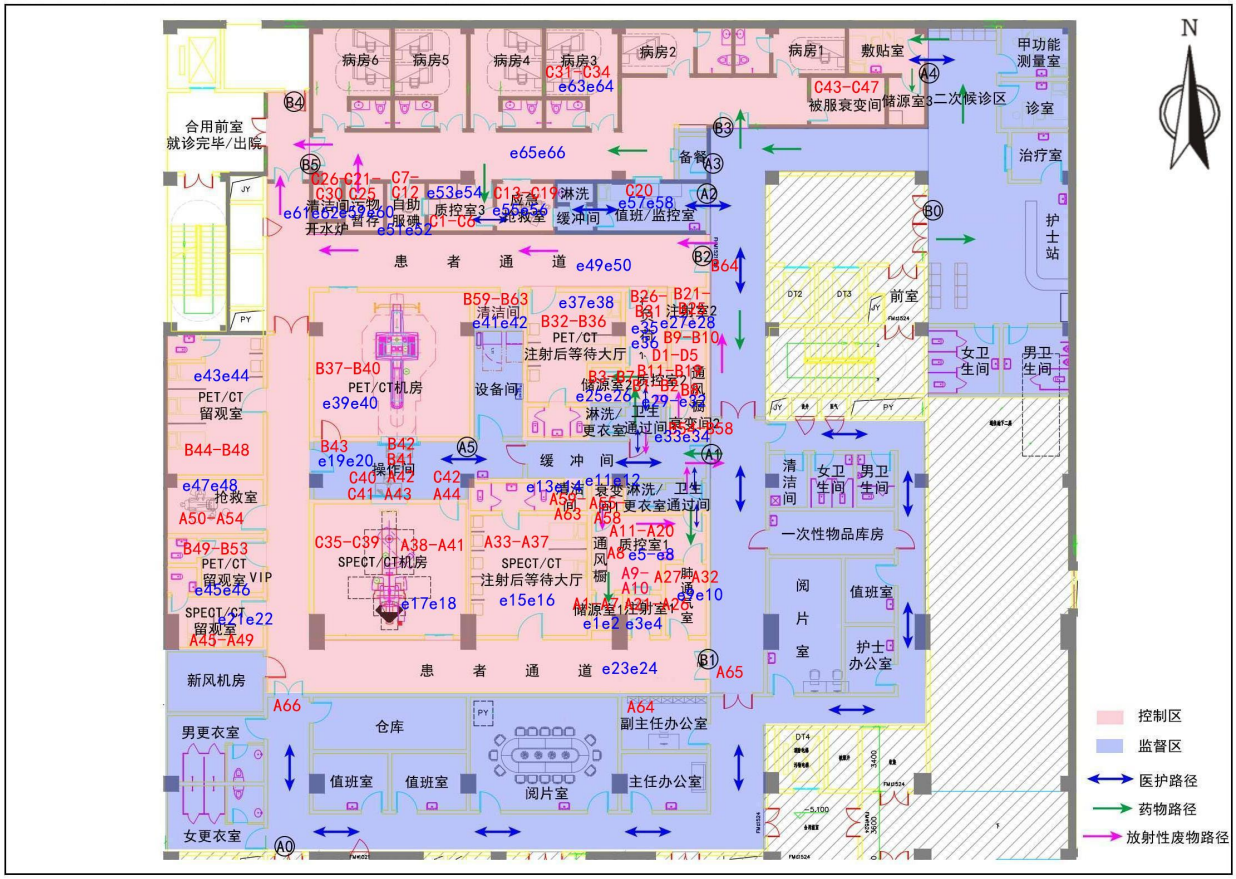


图 6-1　监测布点图

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况

本项目验收监测期间，各辐射安全与防护设施均正常，并能有效运行，验收监测期间，核素用量见监测结果表。

（1）X-γ剂量率、β表面污染

监测时间：2024 年 10 月 24 日；监测条件：天气：晴，温度：20.2℃，相对湿度：46.2%。检测时具体工况见监测结果表。

（2）衰变池废水及土壤中总β

取样时间：2024 年 10 月 24 日。

7.2 验收监测结果

核医学工作场所及周围监测结果见表 7-1～表 7-5。

表 7-1　使用核素 ^{99m}Tc 时核医学工作场所γ辐射剂量率检测监测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
A1	^{99m}Tc 储药铅罐外 5cm 处	209	1.9	^{99m}Tc 铅罐内药品活度为 20mCi
A2	^{99m}Tc 储药铅罐外 1m 处	109	1.8	
A3	储源室 1 东墙外 30cm	133	2.1	
A4	储源室 1 南墙外 30cm	132	1.4	
A5	储源室 1 南侧防护门外 30cm（巡测）	198	1.6	
A6	储源室 1 西墙外 30cm	135	1.6	
A7	储源室 1 北墙外 30cm	133	1.6	
A8	手套箱表面	187	1.9	手套箱内储存 140mCi ^{99m}Tc 药物
A9	^{99m}Tc 注射时工作人员手部	35.6μGy/h	0.4	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物
A10	^{99m}Tc 注射时工作人员身体部位	3.0μGy/h	0.1	
A11	质控室内 ^{99m}Tc 放射性废物桶表面	123	1.3	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物时进行检测
A12	质控室 1 注射窗外 30cm	303.1μGy/h	1.7	
A13	质控室 1 东墙外 30cm	143	1.8	
A14	质控室 1 北墙外 30cm	136	1.5	

A15	质控室 1 北侧防护门外 30cm（衰变间）	177	1.3	
A16	质控室 1 北侧防护门外 30cm(卫生通过间）	139	1.9	
A17	质控室 1 西墙外 30cm	133	1.4	
A18	质控室 1 南墙外 30cm	141	1.4	
A19	质控室 1 南侧防护门外 30cm（储源室 1）	189	1.6	
A20	质控室 1 南侧防护门外 30cm（肺通气室）	166	1.3	
A21	注射室 1 东墙外 30cm	142	1.5	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物时进行检测
A22	注射室 1 西墙外 30cm	135	1.3	
A23	注射室 1 南墙外 30cm	121	1.6	
A24	注射室 1 南侧防护门外 30cm	135	2.0	
A25	注射室 1 北墙外 30cm	116	1.7	
A26	注射室 1 注射窗外 30cm	119	1.5	
A27	肺通气室东墙外 30cm	117	1.5	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物时进行检测
A28	肺通气室南墙外 30cm	120	0.9	
A29	肺通气室南侧防护门外 30cm	150	2.0	
A30	肺通气室西墙外 30cm	109	1.6	
A31	肺通气室北墙外 30cm	120	1.3	
A32	肺通气室北侧防护门外 30cm	116	2.0	
A33	SPECT/CT 注射后等待大厅北墙外 30cm	121	1.6	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物时进行检测
A34	SPECT/CT 注射后等待大厅西墙外 30cm	123	1.2	
A35	SPECT/CT 注射后等待大厅南墙外 30cm	129	1.9	
A36	SPECT/CT 注射后等待大厅南侧防护门外 30cm（巡测）	140	1.7	
A37	SPECT/CT 注射后等待大厅东墙外 30cm	121	1.7	
A38	SPECT/CT 机房手术床外 1m 处	16.5μGy/h	0.2	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物后进入 SPECT/CT 机房进行检测
A39	SPECT 机房南侧防护门外 30cm（巡测）	189	1.8	
A40	SPECT 机房南墙外 30cm	120	1.7	
A41	SPECT 机房西墙外 30cm	121	1.6	
A42	操作位	119	1.3	
A43	SPECT 机房观察窗外 30cm	130	1.6	
A44	SPECT 机房北侧防护门外 30cm（巡测）	119	1.5	
A45	SPECT/CT 留观室东墙外 30cm	105	1.3	模拟患者注射

A46	SPECT/CT 留观室东侧防护门外 30cm	121	1.8	20mCi ^{99m}Tc 药物时进行检测
A47	SPECT/CT 留观室南墙外 30cm	121	1.7	
A48	SPECT/CT 留观室西墙外 30cm	125	1.6	
A49	SPECT/CT 留观室北墙外 30cm	139	1.7	
A50	抢救室东墙外 30cm	131	1.6	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物时进行检测
A51	抢救室东侧防护门外 30cm	163	1.6	
A52	抢救室南墙外 30cm	141	1.5	
A53	抢救室西墙外 30cm	130	1.3	
A54	抢救室北墙外 30cm	122	1.7	
A55	衰变间 1 东墙外 30cm	119	1.3	--
A56	衰变间 1 南侧防护门外 30cm	116	1.4	--
A57	衰变间 1 西墙外 30cm	112	1.9	--
A58	衰变间 1 北墙外 30cm	109	1.5	--
A59	清洁间东墙外 30cm	109	1.3	--
A60	清洁间南墙外 30cm	107	1.3	--
A61	清洁间西墙外 30cm	106	1.4	--
A62	清洁间北墙外 30cm	111	1.5	--
A63	清洁间北侧防护门外 30cm	178	2.0	--
A64	南侧患者通道南墙外 30cm	176	1.8	--
A65	南侧患者通道东侧防护门外 30cm	162	1.9	--
A66	南侧患者通道南侧防护门外 30cm	155	1.6	--
A67	核医学工作场所楼上走廊（距地面 1m 处）	135	1.5	--
A68	核医学工作场所楼下车库（距地面 1.7m 处）	125	1.8	--
范　围		105nGy/h～303.1μGy/h		--

表 7-2　使用核素 ^{18}F 时核医学工作场所γ辐射剂量率检测监测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
B1	^{18}F 储药铅罐外 5cm 处	14.2μGy/h	0.2	^{18}F 铅罐内药品活度为 20mCi
B2	^{18}F 储药铅罐外 1m 处	746	1.8	
B3	储源室 2 东墙外 30cm	165	1.6	
B4	储源室 2 东侧防护门外 30cm（巡测）	2.0μGy/h	0.04	
B5	储源室 2 南墙外 30cm	191	2.0	
B6	储源室 2 西墙外 30cm	176	1.5	
B7	储源室 2 北墙外 30cm	166	1.7	
B8	手套箱表面	131	1.4	手套箱内储存 20mCi ^{18}F 药物
B9	^{18}F 注射时工作人员手部	177.3μGy/h	1.6	模拟患者注射

B10	^{18}F 注射时工作人员身体部位	118.7μGy/h	1.2	10mCi^{18}F 药物
B11	质控室 2 注射窗外 30cm	142	1.3	
B12	质控室 2 东墙外 30cm	131	1.7	
B13	质控室 2 南墙外 30cm	143	1.6	
B14	质控室 2 南侧防护门外 30cm（卫生通过间）	147	1.5	
B15	质控室 2 西墙外 30cm	120	1.6	
B16	质控室 2 西侧防护门外 30cm（储源室 2）	120	1.6	
B17	质控室 2 北墙外 30cm	131	1.4	
B18	质控室 2 北侧防护门外 30cm（运动负荷室）	143	1.6	
B19	注射室 2 内 ^{18}F 放射性废物桶表面	300	1.8	--
B20	注射室 2 东墙外 30cm	144	1.6	模拟患者注射 10mCi^{18}F 药物时进行检测
B21	注射室 2 西墙外 30cm	154	1.5	
B22	注射室 2 南墙外 30cm	141	1.6	
B23	注射室 2 北墙外 30cm	131	1.3	
B24	注射室 2 北侧防护门外 30cm	186	1.9	
B25	注射室注射窗外	175	1.6	
B26	负荷室东墙外 30cm	165	1.5	模拟患者注射 10mCi^{18}F 药物时进行检测
B27	负荷室北墙外 30cm	154	1.6	
B28	负荷室北侧防护门外 30cm	187	1.5	
B29	负荷室西墙外 30cm	165	1.7	
B30	负荷室南墙外 30cm	147	1.8	
B31	负荷室南侧防护门外 30cm	176	1.7	
B32	PET/CT 注射后等待大厅北墙外 30cm	141	1.4	模拟患者注射 10mCi^{18}F 药物时进行检测
B33	PET/CT 注射后等待大厅北侧防护门外 30cm（巡测）	211	1.6	
B34	PET/CT 注射后等待大厅西墙外 30cm	132	1.6	
B35	PET/CT 注射后等待大厅南墙外 30cm	131	1.7	
B36	PET/CT 注射后等待大厅东墙外 30cm	142	1.5	
B37	PET/CT 机房手术床外 1m 处	65.2μGy/h	0.6	模拟患者注射 10mCi^{18}F 药物时进行检测
B38	PET/CT 机房北侧防护门外 30cm(巡测）	132	1.7	
B39	PET/CT 机房北墙外 30cm	120	1.4	
B40	PET/CT 机房西墙外 30cm	108	1.7	
B41	操作位	141	1.4	
B42	操作间观察窗外 30cm	484	2.1	
B43	操作间北侧防护门外 30cm（巡测）	130	1.3	
B44	PET/CT 留观室 1 东墙外 30cm	127	1.4	模拟患者注射

B45	PET/CT 留观室 1 东侧防护门外 30cm（巡测）	199	1.4	10mCi ^{18}F 药物时进行检测
B46	PET/CT 留观室 1 南墙外 30cm	117	1.7	
B47	PET/CT 留观室 1 西墙外 30cm	120	1.6	
B48	PET/CT 留观室 1 北墙外 30cm	176	1.4	
B49	PET/CT 留观室 2 东墙外 30cm	121	1.3	模拟患者注射 10mCi ^{18}F 药物时进行检测
B50	PET/CT 留观室 2 东侧防护门外 30cm（巡测）	188	1.3	
B51	PET/CT 留观室 2 南墙外 30cm	127	1.6	
B52	PET/CT 留观室 2 西墙外 30cm	109	1.7	
B53	PET/CT 留观室 2 北墙外 30cm	121	1.3	
B54	衰变间 2 东墙外 30cm	107	1.3	--
B55	衰变间 2 南墙外 30cm	108	1.3	--
B56	衰变间 2 西墙外 30cm	105	1.5	--
B57	衰变间 2 北墙外 30cm	105	1.4	--
B58	衰变间 2 北侧防护门外 30cm	104	1.0	--
B59	清洁间 2 东墙外 30cm	119	1.4	--
B60	清洁间 2 南墙外 30cm	107	1.4	--
B61	清洁间 2 西墙外 30cm	117	1.7	--
B62	清洁间 2 北墙外 30cm	119	1.3	--
B63	清洁间 2 北侧防护门外 30cm	107	1.5	--
B64	中间患者通道东侧防护门外 30cm	280	1.7	--
B65	核医学工作场所楼上走廊（距地面 1m 处）	121	1.6	--
B66	核医学工作场所楼下车库（距地面 1.7m 处）	126	1.4	--
范　　围		104nGy/h～118.7μGy/h		--

表 7-3　使用核素 ^{131}I 时核医学工作场所 γ 辐射剂量率检测监测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
C1	^{131}I 储药铅罐外 5cm 处	16.4μGy/h	0.3	^{131}I 铅罐内药品活度为 200mCi
C2	^{131}I 储药铅罐外 1m 处	838	2.5	
C3	^{131}I 铅罐打开时工作人员手部	137.8μGy/h	1.8	
C4	^{131}I 铅罐打开时工作人员身体部位	6.0μGy/h	0.0	
C5	^{131}I 放射性废物桶表面	278	1.8	--

C6	自动分装仪表面	185	6.9	内置有 ^{131}I200mCi
C7	自动服碘室给药窗口	244	1.8	
C8	自动服碘室东墙外 30cm	313	1.8	
C9	自动服碘室南墙外 30cm	140	1.6	
C10	自动服碘室西墙外 30cm	130	1.7	
C11	自动服碘室北墙外 30cm	164	1.4	
C12	自动服碘室北侧防护门外 30cm（巡测）	188	1.8	
C13	应急抢救室东墙外 30cm	104	1.2	模拟使用 200mCi ^{131}I 放入抢救室内进行检测
C14	应急抢救室东侧防护门外 30cm	106	1.3	
C15	应急抢救室南墙外 30cm	140	1.5	
C16	应急抢救室西墙外 30cm	174	1.2	
C17	应急抢救室西侧防护门外 30cm	143	1.8	
C18	应急抢救室北墙外 30cm	131	1.6	
C19	应急抢救室北侧防护门外 30cm	119	1.3	
C20	值班/监控室	108	1.1	--
C21	污物暂存间北墙外 30cm	116	1.5	--
C22	污物暂存间北侧防护门外 30cm（巡测）	106	1.3	--
C23	污物暂存间西墙外 30cm	119	1.3	--
C24	污物暂存间南墙外 30cm	114	1.7	--
C25	污物暂存间东墙外 30cm	113	1.5	--
C26	清洁间 3 东墙外 30cm	109	1.4	--
C27	清洁间 3 南墙外 30cm	119	1.4	--
C28	清洁间 3 西墙外 30cm	107	1.3	--
C29	清洁间 3 北墙外 30cm	117	1.2	--
C30	清洁间 3 北侧防护门外 30cm	117	1.7	--
C31	甲癌病房东墙外 30cm	181	1.9	模拟使用 200mCi ^{131}I 放入病房内进行检测
C32	甲癌病房西墙外 30cm	167	1.4	
C33	甲癌病房南墙外 30cm	152	1.5	
C34	甲癌病房南侧防护门外 30cm（巡测）	116	1.8	
C35	SPECT/CT 机房手术床外 1m 处	29.8μGy/h	0.6	模拟使用 100mCi ^{131}I 放入机房内进行检测
C36	SPECT 机房东墙外 30cm	153	1.5	
C37	SPECT 机房南墙外 30cm	153	1.6	
C38	SPECT 机房南侧防护门外 30cm（巡测）	143	1.4	

C39	SPECT 机房西墙外 30cm	166	1.8	
C40	操作位	131	1.6	
C41	SPECT 机房观察窗外 30cm	233	1.3	
C42	SPECT 机房北侧防护门外 30cm（巡测）	141	1.6	
C43	被服衰变间南墙外 30cm	131	1.8	房间内放置有被服
C44	被服衰变间西墙外 30cm	131	1.4	
C45	被服衰变间西侧防护门外 30cm（巡测）	128	1.3	
C46	被服衰变间北墙外 30cm	121	1.7	
C47	被服衰变间东墙外 30cm	120	1.3	
C48	核医学工作场所楼上大厅（距地面 1m 处）	118	1.0	--
C49	核医学工作场所楼下车库（距地面 1.7m 处）	109	1.5	--
范　　围		104nGy/h～137.8μGy/h		--

表 7-4　使用核素 ^{89}Sr 时核医学工作场所γ辐射剂量率检测监测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
D1	^{89}Sr 储药铅罐外 5cm 处	906	2.0	^{89}Sr 铅罐内药品活度为 4mCi
D2	^{89}Sr 储药铅罐外 1m 处	142	1.6	
D3	手套箱表面	106	1.6	手套箱内 ^{89}Sr 药品活度为 8mCi
D4	^{89}Sr 注射时工作人员手部	2.3μGy/h	0.03	模拟患者注射 4mCi ^{89}Sr 药物时进行检测
D5	^{89}Sr 注射时工作人员身体部位	117	1.4	
范　　围		106nGy/h～2.3μGy/h		--

表 7-5　β表面污染监测结果（Bq/cm^2）

点位号	点位描述	β表面污染	标准偏差
e1	储源室 1 地面	0.29	0.02
e2	储源室 1 墙面	0.28	0.02
e3	注射室 1 地面	0.22	0.03
e4	注射室 1 墙面	0.24	0.02
e5	质控室 1 地面	0.30	0.02
e6	质控室 1 墙面	0.29	0.02
e7	^{99m}Tc 放射性废物桶表面	0.24	0.02

e8	手套箱表面	0.29	0.02
e9	肺通气室地面	0.22	0.02
e10	肺通气室墙面	0.29	0.02
e11	衰变间 1 地面	0.20	0.02
e12	衰变间 1 墙面	0.20	0.02
e13	清洁间 1 地面	0.22	0.03
e14	清洁间 1 墙面	0.20	0.02
e15	SPECT/CT 注射后等待大厅地面	0.37	0.02
e16	SPECT/CT 注射后等待大厅墙面	0.32	0.02
e17	SPECT/CT 机房地面	0.22	0.02
e18	SPECT/CT 机房墙面	0.17	0.02
e19	操作间地面	0.12	0.02
e20	操作间墙面	0.09	0.02
e21	SPECT/CT 留观室地面	0.14	0.02
e22	SPECT/CT 留观室墙面	0.13	0.02
e23	南侧患者通道地面	0.34	0.02
e24	南侧患者通道墙面	0.34	0.02
e25	储源室 2 地面	0.33	0.02
e26	储源室 2 墙面	0.32	0.02
e27	注射室 2 地面	0.29	0.02
e28	注射室 2 墙面	0.25	0.02
e29	质控室 2 地面	0.22	0.02
e30	质控室 2 墙面	0.25	0.02
e31	手套箱表面	0.29	0.02
e32	放射性废物桶表面	0.28	0.03
e33	衰变间 2 地面	0.25	0.02
e34	衰变间 2 墙面	0.22	0.02
e35	负荷室地面	0.23	0.02
e36	负荷室墙面	0.25	0.02
e37	PET/CT 注射后等待大厅地面	0.27	0.02
e38	PET/CT 注射后等待大厅墙面	0.15	0.02
e39	PET/CT 机房地面	0.17	0.02
e40	PET/CT 机房墙面	0.24	0.02

e41	清洁间 2 地面	0.23	0.02
e42	清洁间 2 墙面	0.20	0.02
e43	PET/CT 留观室地面	0.22	0.02
e44	PET/CT 留观室墙面	0.25	0.02
e45	PET/CT 留观室 VIP 地面	0.17	0.02
e46	PET/CT 留观室 VIP 墙面	0.27	0.02
e47	抢救室地面	0.28	0.03
e48	抢救室墙面	0.30	0.02
e49	中间患者通道地面	0.32	0.02
e50	中间患者通道墙面	0.34	0.02
e51	自助服碘室地面	0.34	0.02
e52	自助服碘室墙面	0.30	0.02
e53	质控室 3 地面	0.32	0.02
e54	质控室 3 墙面	0.34	0.02
e55	应急抢救室地面	0.30	0.02
e56	应急抢救室墙面	0.29	0.02
e57	值班/监控室地面	0.27	0.02
e58	值班/监控室墙面	0.26	0.02
e59	污物暂存间地面	0.27	0.02
e60	污物暂存间墙面	0.27	0.02
e61	清洁间 3 地面	0.27	0.02
e62	清洁间 3 墙面	0.25	0.02
e63	甲癌病房地面	0.25	0.02
e64	甲癌病房墙面	0.22	0.02
e65	北侧患者通道地面	0.23	0.02
e66	北侧患者通道墙面	0.22	0.02
范　　围		0.09～0.37	

表7-6　土壤和衰变池废水中总β放射性分析结果　　单位：Bq/kg

取样点位	样品编号	样品位置	检测结果
1	231773-0001	核医学工作场所西南侧（下风向）	765.4（Bq/kg）
2	231773-0002	衰变池废水	0.406（Bq/L）

根据表 7-1 至 7-4 检测结果，核医学工作场所控制区和监督区的γ辐射剂量率为

105nGy/h～2.0μGy/h，即 126nSv/h～2.4μSv/h，低于环评报告表提出的 2.5μSv/h 的控制限值。

根据表 7-5 检测结果，核医学科β表面污染为(0.09～0.37)Bq/cm^2,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。

根据表 7-6 检测结果，本次核医学工作场所周围土壤总β放射性检测结果为 765.4Bq/kg，处于较低水平。衰变池废水总β放射性检测结果为 0.406Bq/L，处于较低水平。

7.3 职业人员与公众成员受照剂量

一、年有效剂量估算公式

$$H = 0.7 \times D_r \times T \times t \qquad (7\text{-}1)$$

式中

H	年有效剂量，Sv/a
D_r	X 剂量率，Gy/h
T	居留因子，无量纲
t	年受照时间，h

二、居留因子

居留因子参照《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），具体见表 7-7。

表 7-7 居留因子选取

场所	居留因子（T）		示例	本项目
	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、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区	操作间
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 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室	1/5：走廊

偶然居留	1/16	1/8-1/40	1/8：各治疗室房门 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 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	1/40：车库

三、操作时间

使用 ^{99m}Tc 过程中，取药过程约 10s/例、注射过程约 30s/例、摆位指导约 1min/例、扫描过程约 20min/例。医院每周开展 5 天，一年按 50 周计，年最大诊疗人数 5000 人，则取药时间为 13.89h/a、注射时间为 41.67h/a、摆位指导过程时间为 83.3h/a、扫描过程时间为 1666.7h/a。

使用核素 ^{18}F 过程中，职业人员进行分装、取药和注射、摆位指导过程、扫描，其中分装需 15s/次、取药过程约 10s/例、注射过程约 30s/例、摆位指导约 1min/例、扫描过程约 20min/例。医院每周开展 5 天，一年按 50 周计，年最大诊疗人数 2500 人，则分装时间为 10.5h/a、取药时间为 6.95h/a、注射时间为 20.9h/a、摆位指导过程 41.7h/a、扫描过程 833.4h/a。

使用 ^{131}I 过程中，职业人员转移铅罐过程约 20s/次，打开铅罐过程约 10s/次，医院每周订购 1 次，每年操作次数最多为 250 次，则转移铅罐过程受照射时间为 1.39h/a，打开铅罐过程受照射时间为 0.69h/a；在甲癌患者出院扫描时摆位指导过程约 1min/例、扫描过程约 20min/例，每年接诊 300 名甲癌患者，则年摆位指导过程 5.0h/a、扫描过程 100h/a。

使用 ^{89}Sr 过程中，职业人员取药过程约 10s/例、注射过程约 30s/例，医院年最大治疗人数为 200 人，则取药时间为 0.56h/a，注射时间为 1.67h/a，共计 2.23h/a。

四、职业人员受照剂量

本项目核医学科配备了 9 名辐射工作人员，其中医生 4 名、护士 3 名、技师 2 名，从事核素操作、摆位及扫描等相关工作，其中医护人员（医生和护士）负责各核素的分装、取送药、注射等核素操作，技师负责 SPECT/CT、PET/CT 控制室操作台操作及摆位指导工作。

（1）根据本次验收检测结果估算工作人员的受照剂量

表 7-7　辐射工作人员所受剂量

项目	序号	操作过程	接触时间（h）	身体部位	剂量率	受照剂量（mSv）
^{99m}Tc（20mCi）	1	取药	13.89	身体	3.0μGy/h	0.029
				手部	35.6μGy/h	0.346

	2	注射	41.67	身体	3.0μGy/h	0.088
				手部	35.6μGy/h	1.038
	3	摆位	83.33	身体	16.5μGy/h	0.096
				手部	16.5μGy/h	0.096
	4	扫描	1666.7	身体	119nGy/h	0.139
				手部	119nGy/h	0.139
^{18}F（10mCi）	1	分装	10.5	身体	131nGy/h	9.63E-04
				手部	177.3μGy/h	1.303
	2	取药	6.95	身体	118.7μGy/h	0.577
				手部	177.3μGy/h	0.863
	3	注射	20.9	身体	118.7μGy/h	1.737
				手部	177.3μGy/h	2.594
	4	摆位	41.7	身体	65.2μGy/h	1.903
				手部	65.2μGy/h	1.903
	5	扫描	833.4	身体	141nGy/h	0.082
				手部	141nGy/h	0.082
^{131}I	1	转移铅罐（200mCi）	1.39	身体	838nGy/h	8.15E-04
				手部	16.4μGy/h	0.016
	2	打开铅罐（200mCi）	0.69	身体	6.0μGy/h	2.90E-03
				手部	137.8μGy/h	0.067
	3	摆位（100mCi）	5	身体	29.8μGy/h	0.104
			5	手部	29.8μGy/h	0.104
	4	扫描（100mCi）	100	身体	131nGy/h	9.17E-03
			100	手部	131nGy/h	9.17E-03
^{89}Sr（4mCi）	1	取药	0.56	身体	117nGy/h	4.59E-05
				手部	2.3μGy/h	9.02E-04
	2	注射	1.67	身体	117nGy/h	1.37E-04
				手部	2.3μGy/h	2.69E-03

表 7-8　职业人员受照剂量汇总　单位：mSv/a

核素名称	操作过程	医护人员（医师、护士）		技师	
		手部剂量	躯干剂量	手部剂量	躯干剂量
^{99m}Tc	取药	0.346	0.029	--	--
	注射	1.038	0.088	--	--
	摆位	--	--	0.096	0.096
	扫描	--	--	0.139	0.139
^{18}F	分装	1.303	9.63E-04	--	--
	取药	0.863	0.577	--	--
	注射	2.594	1.737	--	--
	摆位	--	--	1.903	1.903
	扫描	--	--	0.082	0.082

^{131}I	转移铅罐	0.016	8.15E-04	--	--
	打开铅罐	0.067	2.90E-03	--	--
	摆位	--	--	0.104	0.104
	扫描	--	--	9.17E-03	9.17E-03
^{89}Sr	取药	9.02E-04	4.59E-05	--	--
	注射	2.69E-03	1.37E-04	--	--
合计		6.23	2.44	2.33	2.33

根据上表可知，本项目核医学工作场所运行过程中，医生分四组、护士分三组进行共组，保守按照医护人员参加全部诊断工作的二分之一考虑，则操作核素的医护人员手部年当量剂量最大值为6.23/2≈3.12mSv/a、躯干年有效剂量最大值为2.44/2=1.22mSv/a，技师分两组进行工作，则技师手部和身体年有效剂量为2.33/2≈1.17mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的职业人员四肢500mSv/a、身体20mSv/a的剂量限值，也低于环评报告中提出的职业人员四肢125mSv/a、工作人员身体5mSv/a的管理剂量约束值。

（2）工作人员的个人剂量监测结果

本项目配有9名辐射工作人员，已委托了有资质的单位每3个月开展个人剂量检测。医院已建立了个人剂量档案，1人1档，按照相关要求进行档案填写。

根据辐射工作人员2024年1月20日-2024年7月15日累积半年的个人剂量检测数据，辐射工作人员的有效累积剂量最大为0.18mSv，折算为一年的受照剂量为0.18×2=0.36mSv，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，也低于环评报告表提出的5.0mSv/a的管理剂量约束值。

五、公众成员受照剂量分析

根据验收监测结果计算核医学工作场所周围公众成员的年有效剂量，计算结果见表7-9。

表7-9　本项目公众成员年有效剂量计算结果

位置	对应场所名称	剂量率最大值（nGy/h）	受照时间（h）	居留因子	年有效剂量（mSv/a）
核医学工作场所四周	走廊	130	250×8	1/5	0.04
核医学场所楼上距地面1m处	走廊、大厅	135	250×8	1/5	0.04
核医学场所楼下距地面1.7m处	车库	125	250×8	1/40	4.4×10^{-3}

以上可知，核医学工作场所周围公众成员接受照射的年有效剂量最大值约为0.04mSv，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 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

表 8 验收监测结论

按照国家有关环境保护的法律法规，山东第一医科大学第二附属医院核医学工作场所应用项目进行了环境影响评价并履行了环境影响审批手续。项目需配套建设的环境保护设施已与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

一、项目概况

本项目位于山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号，本次验收规模为位于医院综合医技楼地下一层核医学工作场所。

医院已取得《辐射安全许可证》，证书编号：鲁环辐证[09090]，种类和范围为使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2025 年 6 月 27 日。本次验收的核素 ^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{89}Sr 已在辐射安全许可证中登记。

二、监测结果

根据检测结果，核医学工作场所控制区和监督区的γ辐射剂量率为 105nGy/h～2.0μGy/h，即 126nSv/h～2.4μSv/h，低于环评报告表提出的 2.5μSv/h 的控制限值。

根据检测结果，核医学科β表面污染为(0.09～0.37)Bq/cm^2,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。

根据检测结果，本次核医学工作场所周围土壤总β放射性检测结果为 765.4Bq/kg，处于较低水平。衰变池废水总β放射性检测结果为 0.406Bq/L，处于较低水平。

三、职业与公众受照剂量

根据验收结果估算，本项目职业人员四肢、身体年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的职业人员四肢 500mSv/a、身体 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告中提出的职业人员四肢 125mSv/a、工作人员身体 5mSv/a 的管理剂量约束值。

根据验收结果估算，核医学工作场所周围公众成员接受照射的年有效剂量最大值约为 0.04mSv，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 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

四、现场检查结果

核医学工作场所划分监督区和控制区进行管理；场所采取了满足标准要求的实体屏蔽；场所内主要房间室内地面与墙壁衔接处无接缝，易清洗、去污，设备表面、工作台台面等平整光滑；控制区的入口设有电离辐射警告标志，监督区与控制区分割处设置防护门，将控制区与监督区分开，设有门禁，人员不得随意出入；场所内设有明确的患者导向标识或

导向提示；医护人员和患者通道分开；配备有足够的个人防护用品(铅衣、放射性污染防护服等);设置专用通风系统。手套箱顶壁和排气管道从地下出地面位置安装活性炭过滤装置；SPECT-CT 机房和 PET/CT 机房设有工作状态指示灯，防护门设有门-灯联动装置，并张贴电离辐射警告标志；放射性废水经专用排水管道排至放射性废水衰变系统的槽式衰变池，经暂存衰变达标后进入医院污水站进一步处理；核医学科配备有剂量率检测仪器和表面污染检测仪器，应急去污用品、放射性固体废物收集桶(箱)和衰变箱。

五、环境管理

1.医院签订了辐射工作安全责任书，成立了放射安全与防护工作领导小组，指定该机构专职和专人负责医院射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

2.制定了《放射防护操作流程》《放射防护档案管理制度》《放射工作人员健康管理制度》《放射科设备维修维护制度》《辐射监测制度》《受检者放射防护制度》《核医学科工作人员岗位职责》《核医学科辐射安全和防护制度》《核医学科放射性核素操作规程》《放射性核素的订购、领取、保管、使用制度》《放射性废物处置方案》等制度，建立了辐射安全管理档案。编制了《放射事件应急处理预案》，并开展了辐射事故应急演练。按规定编制了辐射安全和防护状况年度评估报告并在全国核技术利用辐射安全申报系统提交。

3.本项目配备 9 名辐射工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，且在有效期内。已委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案。

4.本项目配备了 1 台 AT1121 型便携式辐射巡检仪进行辐射巡检，1 台 RJ39-2100 型表面污染仪。

综上所述，山东第一医科大学第二附属医院核医学工作场所应用项目（一期）基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，监测结果满足环境影响报告表及其审批部门审批决定，项目运行期间对辐射工作人员和公众的辐射影响满足验收执行标准，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，具备建设项目竣工环境保护验收条件。

附件一：

委 托 书

山东丹波尔环境科技有限公司：

根据《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，我单位**核医学工作场所应用项目（一期）**需进行竣工环境保护验收，现委托贵单位对该项目进行竣工环境保护验收监测。

特此委托

山东第一医科大学第二附属医院（盖章）

2024 年 10 月 22 日

附件二：环评批复

审批意见

泰环境审报告表〔2023〕23号

经研究，对《山东第一医科大学第二附属医院核医学工作场所应用项目环境影响报告表》（以下简称报告表）审批意见如下：

一、山东第一医科大学第二附属医院位于山东省泰安市泰山区泰山大街366号，医院拟于综合医技楼地下一层北侧建设1处核医学工作场所，应用核素^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{123}I、^{67}Ga、^{201}TI、^{89}Sr、^{32}P、^{90}Sr-^{90}Y敷贴开展诊疗工作，核医学工作场所日等效最大操作量为3.67×10^{9}Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。本项目药物拟由有核素销售资质的单位供应，不涉及药物的制备。该项目在落实报告表提出的辐射安全和防护措施及本审批意见的要求后，对环境的影响符合国家有关规定和标准，我局原则同意按照报告表中所列的项目性质、规模、地点和采取的辐射安全和防护措施建设该项目。

二、项目设计、建设和运行过程中要认真落实报告表中提出的各项污染措施和风险防范措施，并做好以下工作：

(一)严格执行辐射安全管理制度

1.落实辐射安全管理责任制。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《山东省辐射污染防治条例》等法律法规要求，设立辐射安全与环境保护管理机构，配备辐射安全与防护管理人员，明确岗位职责。

2.落实放射性同位素使用登记制度、操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度等，建立辐射安全管理档案。

(二)加强辐射工作人员的安全和防护工作

1.认真落实培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训学习和报名考核，考核不合格的，不得上岗。

2. 按照环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令18号）的要求，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，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到1人1档。安排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，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。

(三)做好辐射工作场所的安全和防护工作

1.严格落实《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）等文件中的辐射防护要求和报告表提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案，落实分区管理、实体屏蔽和通风设施、急停装置、警示标志等。周边辐射水平和人员所受年有效剂量须满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中有关要求，避免对人员造成辐射伤害。

2.制定并严格执行辐射环境监测计划。配备与辐射类型和辐射水

平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测、表面污染检测仪等仪器,定期开展监测，做好监测数据的记录工作。

(四)做好放射性废气的处置工作。工作场所产生的放射性废气经四套独立通风系统收集、活性炭过滤装置过滤后经室顶排放。

(五)做好放射性废水的处置工作。设置放射性废水收集及衰变系统，妥善收集、暂存放射性废水，经衰变后确保满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021）标准后，排入医院污水处理站处理后外排。

(六)做好放射性固体废物的处置工作。设置放射性固废衰变箱，放射性固体废物在衰变箱停留衰变降至满足解控水平后，可按一般医疗废物处理。

(七)医院应定期检查通风系统活性炭过滤装置的有效性，及时更换活性炭。建立放射性固废和废水暂存和处理台账。

(八)要严格落实报告表提出的各项环境风险事故防范措施，须建立三级防控体系，定期修订辐射事故应急预案，有计划开展辐射事故应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫健等部门报告。

(九)严格落实各项生态环境安全责任,要落实企业生态环境安全主体责任，将环保设施和项目作为企业安全管理的重要组成部分，对环保设施和项目开展安全风险辨识管理，健全内部管理责任制度，严格依据标准规范建设环保设施和项目，把环保设施和项目安全落实到生产经营工作全过程、各方面。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投用的“三同时制度”。项目建成后要按规定的程序进行竣工环境保护验收,经验收合格后方可正式投入使用。

四、本审批意见有效期为五年，若该项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防护措施等发生重大变动，须重新向我局报批环境影响评价文件。

经办人：胡晓晓

2023 年 11 月 22 日

附件三：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，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：山东第一医科大学第二附属医院

统一社会信用代码：12370000495570987W

地　　址：山东省泰安市泰山大街366号

法定代表人：肖强

证书编号：鲁环辐证[09090]

种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所（具体范围详见副本）。

有效期至：2025年06月27日

发证机关：山东省生态环境厅

（公章）

发证日期：2023年12月29日

中华人民共和国生态环境部监制

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，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	山东第一医科大学第二附属医院			
统一社会信用代码	12370000495570987W			
地　　址	山东省泰安市泰山大街 366 号			
法定代表人	姓　名	肖强	联系方式	0538-6236001
辐射活动场所	名　称	场所地址		负责人
	医院西北角核医学科	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		刘树永
	综合医技楼地下一层北侧核医学工作场所	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		刘树永
	综合病房楼三楼 307 手术间	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		张文生
	综合病房楼三楼 305 手术间	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		张文生
	综合病房楼三楼 304 手术间	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		张文生
	门诊楼四楼口腔科门诊拍片区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		雷印涛
	综合病房楼一楼拍片区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
证书编号	鲁环辐证[09090]			
有效期至	2025 年 06 月 27 日			
发证机关	山东省生态环境厅			（盖章）
发证日期	2023 年 12 月 29 日			

1 / 14

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，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	山东第一医科大学第二附属医院			
统一社会信用代码	12370000495570987W			
地　　址	山东省泰安市泰山大街 366 号			
法定代表人	姓　名	肖强	联系方式	0538-6236001
辐射活动场所	名　称	场所地址		负责人
	急诊楼二楼导管室工作区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
	综合病房楼一楼导管室工作区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
	急诊楼一楼拍片区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
	门诊楼一楼拍片区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
	综合病房楼 1 楼东侧的 CT 室	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
	肿瘤科放疗中心工作区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		刘海燕
证书编号	鲁环辐证[09090]			
有效期至	2025 年 06 月 27 日			
发证机关	山东省生态环境厅			（盖章）
发证日期	2023 年 12 月 29 日			

（一）放射源

证书编号：鲁环辐证[09090]

序号	活动种类和范围					使用台账						备注	
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度（贝可）×枚数	编码	出厂活度（贝可）	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
此页无内容													

（二）非密封放射性物质

证书编号：鲁环辐证[09090]

序号	活动种类和范围									备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量（贝可）	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	申请单位	监管部门
1	医院西北角核医学科	乙级	I-125(粒子源)	固态	使用	放射性药物治疗	3.552E+9	3.552E+6	3.552E+11		
2			I-131	液态	使用	放射性药物治疗	3.702E+9	3.702E+8	1.851E+11		
3			Tc-99m	液态	使用	放射性药物诊断	9.25E+9	9.25E+6	2.3125E+12		
4	综合医技楼地下一层北侧核医学工作场所	乙级	I-123	液态	使用	放射性药物诊断	7.696E+8	7.696E+6	3.85E+10		
5			P-32	液态	使用	放射性药物治疗	3.7E+8	3.7E+7	1.85E+10		
6			Ga-67	液态	使用	放射性药物诊断	8.88E+8	8.88E+7	4.44E+10		
7			Tl-201	液态	使用	放射性药物诊断	3.7E+8	3.7E+6	3.7E+10		
8			I-131	液态	使用	放射性药物诊断	3.515E+10	3.515E+9	2.13E+12		
9			Tc-	液态	使用	放射性药物诊	1.48E+10	1.48E+7	3.7E+12		

（二）非密封放射性物质

证书编号：鲁环辐证[09090]

序号	活动种类和范围									备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量（贝可）	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	申请单位	监管部门
			99m			断					
10			F-18	液态	使用	放射性药物诊断	3.7E+9	3.7E+6	9.25E+11		
11			I-125(粒子源)	固态	使用	放射性药物治疗	3.552E+9	3.552E+6	3.552E+11	该治疗项目使用药物（I-125粒子源）存放地点为综合医技楼地下一层北侧核医学工作场所储源室，植入操作地点位于综合病房楼1楼东侧的CT室。	
12			Sr-89	液态	使用	放射性药物治	3.7E+8	3.7E+7	3.7E+10		

5 / 14

（二）非密封放射性物质

证书编号：鲁环辐证[09090]

序号	活动种类和范围									备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量（贝可）	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	申请单位	监管部门
						疗					

6 / 14

（三）射线装置

证书编号：鲁环辐证[09090]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台（套）	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数（最大）	生产厂家	申请单位	监管部门
1	急诊楼一楼拍片区	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	透视拍片X线机	DRF-2	0501Y14-10-10	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	万东		
2	门诊楼四楼口腔科门诊拍片区	口腔（牙科）X射线装置	III类	使用	1	口腔颌面锥形束CT	OP300-1	IE807082	管电压 90 kV 管电流 16 mA	卡瓦盛邦		
3		口腔（牙科）X射线装置	III类	使用	1	口内牙片机	INTR	I1609637	管电压 70 kV 管电流 7 mA	芬兰 Soredex		
4	门诊楼一楼拍片区	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	钼靶X线机	Inspiration	3370	管电压 40 kV 管电流 15 mA	德国西门子公司		
5		口腔（牙科）X射线装置	III类	使用	1	牙科曲面断层机	9200	9200	管电压 90 kV 管电流 15 mA	德国西门子公司		
6		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	胃肠透视机	THUNIS-800+	2409796-2	管电压 150 kV 管电流 800 mA	美国 GE 公司		
7		医用诊断	III	使用	1	数字胃肠机	SONIAL	41C315B4B0	管电压 150	日本岛津		

（三）射线装置

证书编号：鲁环辐证[09090]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台（套）	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数（最大）	生产厂家	申请单位	监管部门
		X射线装置	类				VISION safire plus	05	kV 管电流 800 mA			
8		医用诊断X射线装置	III类	使用	2	摄影X线机	VR-500	12702056	管电压 120 kV 管电流 500 mA	美国 GE 公司		
						摄影X线机	Kodak 7500	C-0917	管电压 125 kV 管电流 500 mA	美国柯达公司		
9		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	车载DR	E7240X（XPLOR ER1600）	11F509	管电压 150 kV 管电流 500 mA	日本东芝		
10		医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	使用	3	CT	Brilliance	100480	管电压 150 kV 管电流 1500 mA	飞利浦		
						CT	Light Speed	286871CN9	管电压 150 kV 管电流 800 mA	美国 GE 公司		
						CT	VCT	VCCL0047	管电压 150 kV 管电流 800 mA	美国 GE 公司		

（三）射线装置

证书编号：鲁环辐证[09090]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台（套）	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数（最大）	生产厂家	申请单位	监管部门
11	医院西北角核医学科	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	SPECT/CT	Discovery NM/CT 670 Pro	PRGY52029	管电压 140 kV 管电流 440 mA	美国 GE 公司		
12	肿瘤科放疗中心工作区	粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	II类	使用	2	直线加速器	600D	A225	粒子能量 6 MeV	新华医疗器械厂		
						直线加速器	XHA1400	A196	粒子能量 10 MeV	新华医疗器械厂		
13		放射治疗模拟定位装置	III类	使用	1	模拟定位机	SL-IE	S389	管电压 150 kV 管电流 500 mA	新华医疗器械厂		
14		粒子能量小于100兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	医用电子加速器	Infinity	156392	粒子能量 10 MeV	医科达		
15	综合病房楼三楼304手术间	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	C型臂X线机	BV Endura	001648	管电压 125 kV 管电流 300 mA	飞利浦		
16	综合病房楼三楼	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	小C型臂	PLX112	1214126	管电压 110 kV 管电流	南京普爱		

9 / 14

（三）射线装置

证书编号：鲁环辐证[09090]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台（套）	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数（最大）	生产厂家	申请单位	监管部门
	305手术间								800 mA			
17	综合病房楼三楼307手术间	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	小C型臂	Cios select	10276	管电压 110 kV 管电流 30 mA	西门子		
18	综合病房楼一楼导管室工作区	血管造影用X射线装置	II类	使用	3	DSA	Lce+	N21459602	管电压 120 kV 管电流 500 mA	日本日立		
						DSA	UNIQFD20C	69413M164940	管电压 125 kV 管电流 1250 mA	飞利浦		
						DSA	FD20	001958	管电压 120 kV 管电流 1250 mA	飞利浦		
19	综合病房楼一楼拍片区	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动X线机	Mobilett XP	3322	管电压 133 kV 管电流 360 mA	德国西门子公司		
20		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	移动DR	DRXR-1	800283	管电压 150 kV 管电流 320 mA	锐珂医疗		

10 / 14

（三）射线装置

证书编号：鲁环辐证[09090]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台（套）	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数（最大）	生产厂家	申请单位	监管部门
21		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	数字胃肠机	AXIOM	3308	管电压 150 kV 管电流 800 mA	德国西门子公司		
22		医用诊断X射线装置	III类	使用	2	DR	ESSENTA	12000164	管电压 150 kV 管电流 800 mA	飞利浦		
						DR	Discovery XR-656	5397035	管电压 150 kV 管电流 500 mA	美国 GE 公司		
23	综合医技楼地下一层北侧核医学工作场所	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	PET-CT（新增）	uMI Vista	210034	管电压 140 kV 管电流 833 mA	上海联影医疗		

（四）许可证条件

证书编号：鲁环辐证[09090]

此页无内容

（五）许可证申领、变更和延续记录

证书编号：鲁环辐证[09090]

序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	重新申请	2023-12-29	为提高医院放射诊疗水平，更好地为患者服务，医院拟于新建综合医技楼（地上22层、 地下3层建筑）地下一层北侧建设1处核医学工作场所，应用核素99mTc、 18F、 131I、 123I、 67Ga、 201TI、89Sr、 32P、 90Sr- 90Y敷贴开展以下诊疗工作：（1）利用核素 99mTc、 18F、 123I、 67Ga、201TI 进行临床显像诊断；（2）利用 131I开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗；（3）利用核素 89Sr开 展骨转移癌的疼痛治疗；（4）在敷贴室利用 90Sr- 90Y、32P开展敷贴治疗。 医院拟将现有1台Discovery NM/CT 670 Pro型SPECT/CT搬迁至本项目工作场所SPECT/CT机房内，最大管电压140kV，最大管电流440mA；拟购置1台uMI Vista型PET/CT安装于本项目工作场所PET-CT机房内。该项目为乙级非密封放射性物质工作场所，SPECT/CT和PET-CT均属III类射线装置。	鲁环辐证[09090]
2	变更	2021-12-29	变更，批准时间：2021-12-29	鲁环辐证[09090]
3	重新申请	2021-02-01	重新申请，批准时间：2021-02-01	鲁环辐证[09090]
4	变更	2020-07-30	变更，批准时间：2020-07-30	鲁环辐证[09090]
5	重新申请	2020-06-28	重新申请，批准时间：2020-06-28	鲁环辐证[09090]
6	变更	2019-07-30	变更，批准时间：2019-07-30	鲁环辐证[09090]
7	重新申请	2019-05-10	重新申请，批准时间：2019-05-10	鲁环辐证[09090]
8	申请	2014-05-12	申请，批准时间：2014-05-12	鲁环辐证[09090]

（六）附件和附图

证书编号：鲁环辐证[09090]

附件四：本项目验收检测报告

221512052438

丹波尔环境科技

检 测 报 告

丹波尔辐检[2024]第 550 号

项目名称： 核医学工作场所应用项目（一期）

委托单位： 山东第一医科大学第二附属医院

检测单位： 山东丹波尔环境科技有限公司

山东丹波尔环境科技有限公司 检验检测专用章 3701037374113

报告日期： 2024 年 11 月 26 日

说　　明

1. 报告无本单位检测专用章、骑缝章及MA章无效。
2. 未经本【检测机构】书面批准,不得复制(全文复制除外)检测报告。
3. 自送样品的委托检测，其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）所代表的时间和空间负责。
4. 对检测报告如有异议，请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出，逾期不予受理。

山东丹波尔环境科技有限公司
地址：济南市历下区燕子山西路 58 号 2 号楼 1-101
邮编：250014
电话：0531-61364346
传真：0531-61364346

检 测 报 告

检测项目	γ辐射剂量率、β表面污染		
委托单位、联系人及联系方式	山东第一医科大学第二附属医院 徐宝俊　18553830767		
检测类别	委托检测	检测地点	核医学工作场所及周围
委托日期	2024年10月22日	检测日期	2024年10月24日
检测依据	1.HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》 2.HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 3.GB/T14056.1-2008《表面污染测定 第1部分 第一部分β发射体（$E_{\beta max}$＞0.15MeV）和α发射体》		
检测设备	检测仪器名称：便携式X-γ剂量率仪； 仪器型号：FH40G+FHZ672E-10；　内部编号：JC01-09-2013； 系统主机测量范围：10nGy/h～1Gy/h 探测器测量范围：1nGy/h～100μGy/h； 系统主机能量范围：36keV～1.3MeV；探测器能量范围：30keV～4.4MeV； 相对固有误差：-11.9%(相对于^{137}Cs参考γ辐射源)； 检定单位：山东省计量科学研究院；　检定证书编号：Y16-20232972； 检定有效期至：2024年12月19日；　校准因子：1.14。 BG9611型α、β表面污染测量仪： 测量范围：0.1～99999cps；　内部编号：JC01-13-2022； 探测效率：α≥0.30（^{241}Am），β≥0.25（^{204}TI）； 校准单位：山东省计量科学研究院；　校准证书编号：Y15-20240116； 校准有效期至：2025年5月16日。		
环境条件	天气：晴　温度：12.1℃　湿度：65.7%		
解释与说明	山东第一医科大学第二附属医院于新建综合医技楼地下一层北侧建设1处核医学工作场所，应用核素开展诊疗工作，目前已开展的核素有：^{99m}Tc、^{18}F、^{131}I、^{89}Sr，依据相关标准对该处核医学工作场所进行验收检测。 检测结果见第2-13页；检测布点图及现场照片见附图。		

检 测 报 告

表 1 核医学工作场所 γ 辐射剂量率检测结果(nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
A1	^{99m}Tc 储药铅罐外 5cm 处	209	1.9	^{99m}Tc 铅罐内药品活度为 20mCi
A2	^{99m}Tc 储药铅罐外 1m 处	109	1.8	
A3	储源室 1 东墙外 30cm	133	2.1	
A4	储源室 1 南墙外 30cm	132	1.4	
A5	储源室 1 南侧防护门外 30cm（巡测）	198	1.6	
A6	储源室 1 西墙外 30cm	135	1.6	
A7	储源室 1 北墙外 30cm	133	1.6	
A8	手套箱表面	187	1.9	手套箱内储存 140mCi ^{99m}Tc 药物
A9	^{99m}Tc 注射时工作人员手部	35.6 μGy/h	0.4	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物
A10	^{99m}Tc 注射时工作人员身体部位	3.0 μGy/h	0.1	
A11	质控室内 ^{99m}Tc 放射性废物桶表面	123	1.3	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物时进行检测
A12	质控室 1 注射窗外 30cm	303.1 μGy/h	1.7	
A13	质控室 1 东墙外 30cm	143	1.8	
A14	质控室 1 北墙外 30cm	136	1.5	
A15	质控室 1 北侧防护门外 30cm（衰变间）	177	1.3	
A16	质控室 1 北侧防护门外 30cm（卫生通过间）	139	1.9	
A17	质控室 1 西墙外 30cm	133	1.4	
A18	质控室 1 南墙外 30cm	141	1.4	
A19	质控室 1 南侧防护门外 30cm（储源室 1）	189	1.6	
A20	质控室 1 南侧防护门外 30cm（肺通气室）	166	1.3	

检 测 报 告

续表 1 核医学工作场所 γ 辐射剂量率检测结果(nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
A21	注射室 1 东墙外 30cm	142	1.5	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物时进行检测
A22	注射室 1 西墙外 30cm	135	1.3	
A23	注射室 1 南墙外 30cm	121	1.6	
A24	注射室 1 南侧防护门外 30cm	135	2.0	
A25	注射室 1 北墙外 30cm	116	1.7	
A26	注射室 1 注射窗外 30cm	119	1.5	
A27	肺通气室东墙外 30cm	117	1.5	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物时进行检测
A28	肺通气室南墙外 30cm	120	0.9	
A29	肺通气室南侧防护门外 30cm	150	2.0	
A30	肺通气室西墙外 30cm	109	1.6	
A31	肺通气室北墙外 30cm	120	1.3	
A32	肺通气室北侧防护门外 30cm	116	2.0	
A33	SPECT/CT 注射后等待大厅北墙外 30cm	121	1.6	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物时进行检测
A34	SPECT/CT 注射后等待大厅西墙外 30cm	123	1.2	
A35	SPECT/CT 注射后等待大厅南墙外 30cm	129	1.9	
A36	SPECT/CT 注射后等待大厅南侧防护门外 30cm（巡测）	140	1.7	
A37	SPECT/CT 注射后等待大厅东墙外 30cm	121	1.7	
A38	SPECT/CT 机房手术床外 1m 处	16.5 μGy/h	0.2	模拟患者注射 20mCi ^{99m}Tc 药物后进入 SPECT/CT 机房进行检测
A39	SPECT 机房南侧防护门外 30cm（巡测）	189	1.8	
A40	SPECT 机房南墙外 30cm	120	1.7	
A41	SPECT 机房西墙外 30cm	121	1.6	
A42	操作位	119	1.3	
A43	SPECT 机房观察窗外 30cm	130	1.6	
A44	SPECT 机房北侧防护门外 30cm（巡测）	119	1.5	

检 测 报 告

续表1 核医学工作场所γ辐射剂量率检测结果(nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
A45	SPECT/CT留观室东墙外30cm	105	1.3	模拟患者注射20mCi ^{99m}Tc药物时进行检测
A46	SPECT/CT留观室东侧防护门外30cm	121	1.8	
A47	SPECT/CT留观室南墙外30cm	121	1.7	
A48	SPECT/CT留观室西墙外30cm	125	1.6	
A49	SPECT/CT留观室北墙外30cm	139	1.7	
A50	抢救室东墙外30cm	131	1.6	模拟患者注射20mCi ^{99m}Tc药物时进行检测
A51	抢救室东侧防护门外30cm	163	1.6	
A52	抢救室南墙外30cm	141	1.5	
A53	抢救室西墙外30cm	130	1.3	
A54	抢救室北墙外30cm	122	1.7	
A55	衰变间1东墙外30cm	119	1.3	—
A56	衰变间1南侧防护门外30cm	116	1.4	—
A57	衰变间1西墙外30cm	112	1.9	—
A58	衰变间1北墙外30cm	109	1.5	—
A59	清洁间东墙外30cm	109	1.3	—
A60	清洁间南墙外30cm	107	1.3	—
A61	清洁间西墙外30cm	106	1.4	—
A62	清洁间北墙外30cm	111	1.5	—
A63	清洁间北侧防护门外30cm	178	2.0	—
A64	南侧患者通道南墙外30cm	176	1.8	—
A65	南侧患者通道东侧防护门外30cm	162	1.9	—
A66	南侧患者通道南侧防护门外30cm	155	1.6	—
A67	核医学工作场所楼上走廊（距地面1m处）	135	1.5	—
A68	核医学工作场所楼下车库（距地面1.7m处）	125	1.8	—
范　围		105nGy/h～303.1μGy/h		—

注：表中检测数据已扣除宇宙射线响应值14.8nGy/h，宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野和道路为1，平房取0.9。

检 测 报 告

表 2 核医学工作场所 γ 辐射剂量率检测结果(nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
B1	^{18}F 储药铅罐外 5cm 处	14.2 μGy/h	0.2	^{18}F 铅罐内药品活度为 20mCi
B2	^{18}F 储药铅罐外 1m 处	746	1.8	
B3	储源室 2 东墙外 30cm	165	1.6	
B4	储源室 2 东侧防护门外 30cm（巡测）	2.0 μGy/h	0.04	
B5	储源室 2 南墙外 30cm	191	2.0	
B6	储源室 2 西墙外 30cm	176	1.5	
B7	储源室 2 北墙外 30cm	166	1.7	
B8	手套箱表面	131	1.4	手套箱内储存 20mCi ^{18}F 药物
B9	^{18}F 注射时工作人员手部	177.3 μGy/h	1.6	模拟患者注射 10mCi ^{18}F 药物
B10	^{18}F 注射时工作人员身体部位	118.7 μGy/h	1.2	
B11	质控室 2 注射窗外 30cm	142	1.3	
B12	质控室 2 东墙外 30cm	131	1.7	
B13	质控室 2 南墙外 30cm	143	1.6	
B14	质控室 2 南侧防护门外 30cm（卫生通过间）	147	1.5	
B15	质控室 2 西墙外 30cm	120	1.6	
B16	质控室 2 西侧防护门外 30cm（储源室 2）	120	1.6	
B17	质控室 2 北墙外 30cm	131	1.4	
B18	质控室 2 北侧防护门外 30cm（运动负荷室）	143	1.6	
B19	注射室 2 内 ^{18}F 放射性废物桶表面	300	1.8	—
B20	注射室 2 东墙外 30cm	144	1.6	模拟患者注射 10mCi ^{18}F 药物时进行检测
B21	注射室 2 西墙外 30cm	154	1.5	
B22	注射室 2 南墙外 30cm	141	1.6	
B23	注射室 2 北墙外 30cm	131	1.3	
B24	注射室 2 北侧防护门外 30cm	186	1.9	
B25	注射室注射窗外	175	1.6	

检 测 报 告

续表 2 核医学工作场所 γ 辐射剂量率检测结果(nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
B26	负荷室东墙外 30cm	165	1.5	模拟患者注射 10mCi ^{18}F 药物时进行检测
B27	负荷室北墙外 30cm	154	1.6	
B28	负荷室北侧防护门外 30cm	187	1.5	
B29	负荷室西墙外 30cm	165	1.7	
B30	负荷室南墙外 30cm	147	1.8	
B31	负荷室南侧防护门外 30cm	176	1.7	
B32	PET/CT 注射后等待大厅北墙外 30cm	141	1.4	模拟患者注射 10mCi ^{18}F 药物时进行检测
B33	PET/CT 注射后等待大厅北侧防护门外 30cm（巡测）	211	1.6	
B34	PET/CT 注射后等待大厅西墙外 30cm	132	1.6	
B35	PET/CT 注射后等待大厅南墙外 30cm	131	1.7	
B36	PET/CT 注射后等待大厅东墙外 30cm	142	1.5	
B37	PET/CT 机房手术床外 1m 处	65.2 μGy/h	0.6	模拟患者注射 10mCi ^{18}F 药物时进行检测
B38	PET/CT 机房北侧防护门外 30cm（巡测）	132	1.7	
B39	PET/CT 机房北墙外 30cm	120	1.4	
B40	PET/CT 机房西墙外 30cm	108	1.7	
B41	操作位	141	1.4	
B42	操作间观察窗外 30cm	484	2.1	
B43	操作间北侧防护门外 30cm（巡测）	130	1.3	
B44	PET/CT 留观室 1 东墙外 30cm	127	1.4	模拟患者注射 10mCi ^{18}F 药物时进行检测
B45	PET/CT 留观室 1 东侧防护门外 30cm（巡测）	199	1.4	
B46	PET/CT 留观室 1 南墙外 30cm	117	1.7	
B47	PET/CT 留观室 1 西墙外 30cm	120	1.6	
B48	PET/CT 留观室 1 北墙外 30cm	176	1.4	

检 测 报 告

续表 2 核医学工作场所γ辐射剂量率检测结果(nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
B49	PET/CT 留观室 2 东墙外 30cm	121	1.3	模拟患者注射 10mCi^{18}F 药物时进行检测
B50	PET/CT 留观室 2 东侧防护门外 30cm（巡测）	188	1.3	
B51	PET/CT 留观室 2 南墙外 30cm	127	1.6	
B52	PET/CT 留观室 2 西墙外 30cm	109	1.7	
B53	PET/CT 留观室 2 北墙外 30cm	121	1.3	
B54	衰变间 2 东墙外 30cm	107	1.3	—
B55	衰变间 2 南墙外 30cm	108	1.3	—
B56	衰变间 2 西墙外 30cm	105	1.5	—
B57	衰变间 2 北墙外 30cm	105	1.4	—
B58	衰变间 2 北侧防护门外 30cm	104	1.0	—
B59	清洁间 2 东墙外 30cm	119	1.4	—
B60	清洁间 2 南墙外 30cm	107	1.4	—
B61	清洁间 2 西墙外 30cm	117	1.7	—
B62	清洁间 2 北墙外 30cm	119	1.3	—
B63	清洁间 2 北侧防护门外 30cm	107	1.5	—
B64	中间患者通道东侧防护门外 30cm	280	1.7	—
B65	核医学工作场所楼上走廊（距地面 1m 处）	121	1.6	—
B66	核医学工作场所楼下车库（距地面 1.7m 处）	126	1.4	—
范　围		104nGy/h～118.7μGy/h		—

注：表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h，宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野和道路为 1，平房取 0.9。

检 测 报 告

表 3 核医学工作场所 γ 辐射剂量率检测结果(nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
C1	^{131}I 储药铅罐外 5cm 处	16.4 μGy/h	0.3	^{131}I 铅罐内药品活度为 200mCi
C2	^{131}I 储药铅罐外 1m 处	838	2.5	
C3	^{131}I 铅罐打开时工作人员手部	137.8 μGy/h	1.8	
C4	^{131}I 铅罐打开时工作人员身体部位	6.0 μGy/h	0.02	
C5	^{131}I 放射性废物桶表面	278	1.8	--
C6	自动分装仪表面	188	1.8	内置有 ^{131}I200mCi
C7	自动服碘室给药窗口	244	1.8	
C8	自动服碘室东墙外 30cm	313	1.8	
C9	自动服碘室南墙外 30cm	140	1.6	
C10	自动服碘室西墙外 30cm	130	1.7	
C11	自动服碘室北墙外 30cm	164	1.4	
C12	自动服碘室北侧防护门外 30cm（巡测）	188	1.8	
C13	应急抢救室东墙外 30cm	104	1.2	模拟使用 200mCi ^{131}I 放入抢救室内进行检测
C14	应急抢救室东侧防护门外 30cm	106	1.3	
C15	应急抢救室南墙外 30cm	140	1.5	
C16	应急抢救室西墙外 30cm	174	1.2	
C17	应急抢救室西侧防护门外 30cm	143	1.8	
C18	应急抢救室北墙外 30cm	131	1.6	
C19	应急抢救室北侧防护门外 30cm	119	1.3	
C20	值班/监控室	108	1.1	--
C21	污物暂存间北墙外 30cm	116	1.5	--
C22	污物暂存间北侧防护门外 30cm（巡测）	106	1.3	--
C23	污物暂存间西墙外 30cm	119	1.3	--
C24	污物暂存间南墙外 30cm	114	1.7	--
C25	污物暂存间东墙外 30cm	113	1.5	--
C26	清洁间 3 东墙外 30cm	109	1.4	--
C27	清洁间 3 南墙外 30cm	119	1.4	--

检 测 报 告

续表 3 核医学工作场所γ辐射剂量率检测结果(nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
C28	清洁间 3 西墙外 30cm	107	1.3	--
C29	清洁间 3 北墙外 30cm	117	1.2	--
C30	清洁间 3 北侧防护门外 30cm	117	1.7	--
C31	甲癌病房东墙外 30cm	181	1.9	模拟使用 200mCi ^{131}I 放入病房内进行检测
C32	甲癌病房西墙外 30cm	167	1.4	
C33	甲癌病房南墙外 30cm	152	1.5	
C34	甲癌病房南侧防护门外 30cm（巡测）	116	1.8	
C35	SPECT/CT 机房手术床外 1m 处	29.8μGy/h	0.6	模拟使用 100mCi ^{131}I 放入机房内进行检测
C36	SPECT 机房东墙外 30cm	153	1.5	
C37	SPECT 机房南墙外 30cm	153	1.6	
C38	SPECT 机房南侧防护门外 30cm（巡测）	143	1.4	
C39	SPECT 机房西墙外 30cm	166	1.8	
C40	操作位	131	1.6	
C41	SPECT 机房观察窗外 30cm	233	1.3	
C42	SPECT 机房北侧防护门外 30cm（巡测）	141	1.6	
C43	被服衰变间南墙外 30cm	131	1.8	房间内放置有被服
C44	被服衰变间西墙外 30cm	131	1.4	
C45	被服衰变间西侧防护门外 30cm（巡测）	128	1.3	
C46	被服衰变间北墙外 30cm	121	1.7	
C47	被服衰变间东墙外 30cm	120	1.3	
C48	核医学工作场所楼上大厅（距地面 1m 处）	118	1.0	--
C49	核医学工作场所楼下车库（距地面 1.7m 处）	109	1.5	--
范　　围		104nGy/h～137.8μGy/h		--

注：表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h，宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野和道路为 1，平房取 0.9。

检 测 报 告

表 4 核医学工作场所核素 ^{89}Sr γ 辐射剂量率检测结果(nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准偏差	备注
D1	^{89}Sr 储药铅罐外 5cm 处	906	2.0	^{89}Sr 铅罐内药品活度为 4mCi
D2	^{89}Sr 储药铅罐外 1m 处	142	1.6	
D3	手套箱表面	106	1.6	手套箱内 ^{89}Sr 药品活度为 8mCi
D4	^{89}Sr 注射时工作人员手部	2.3μGy/h	0.03	模拟患者注射 4mCi ^{89}Sr 药物时进行检测
D5	^{89}Sr 注射时工作人员身体部位	117	1.4	
范　　围		106nGy/h～2.3μGy/h		—

注：表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 14.8nGy/h，宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野和道路为 1，平房取 0.9。

检 测 报 告

表 5 核医学工作场所表面污染检测结果(Bq/cm²)

点位号	点位描述	β 表面污染	标准偏差
e1	储源室 1 地面	0.29	0.02
e2	储源室 1 墙面	0.28	0.02
e3	注射室 1 地面	0.22	0.03
e4	注射室 1 墙面	0.24	0.02
e5	质控室 1 地面	0.30	0.02
e6	质控室 1 墙面	0.29	0.02
e7	^{99m}Tc 放射性废物桶表面	0.24	0.02
e8	手套箱表面	0.29	0.02
e9	肺通气室地面	0.22	0.02
e10	肺通气室墙面	0.29	0.02
e11	衰变间 1 地面	0.20	0.02
e12	衰变间 1 墙面	0.20	0.02
e13	清洁间 1 地面	0.22	0.03
e14	清洁间 1 墙面	0.20	0.02
e15	SPECT/CT 注射后等待大厅地面	0.37	0.02
e16	SPECT/CT 注射后等待大厅墙面	0.32	0.02
e17	SPECT/CT 机房地面	0.22	0.02
e18	SPECT/CT 机房墙面	0.17	0.02
e19	操作间地面	0.12	0.02
e20	操作间墙面	0.09	0.02
e21	SPECT/CT 留观室地面	0.14	0.02
e22	SPECT/CT 留观室墙面	0.13	0.02

检 测 报 告

续表 5 核医学工作场所表面污染检测结果(Bq/cm²)

点位号	点位描述	β 表面污染	标准偏差
e23	南侧患者通道地面	0.34	0.02
e24	南侧患者通道墙面	0.34	0.02
e25	储源室 2 地面	0.33	0.02
e26	储源室 2 墙面	0.32	0.02
e27	注射室 2 地面	0.29	0.02
e28	注射室 2 墙面	0.25	0.02
e29	质控室 2 地面	0.22	0.02
e30	质控室 2 墙面	0.25	0.02
e31	手套箱表面	0.29	0.02
e32	放射性废物桶表面	0.28	0.03
e33	衰变间 2 地面	0.25	0.02
e34	衰变间 2 墙面	0.22	0.02
e35	负荷室地面	0.23	0.02
e36	负荷室墙面	0.25	0.02
e37	PET/CT 注射后等待大厅地面	0.27	0.02
e38	PET/CT 注射后等待大厅墙面	0.15	0.02
e39	PET/CT 机房地面	0.17	0.02
e40	PET/CT 机房墙面	0.24	0.02
e41	清洁间 2 地面	0.23	0.02
e42	清洁间 2 墙面	0.20	0.02
e43	PET/CT 留观室地面	0.22	0.02
e44	PET/CT 留观室墙面	0.25	0.02

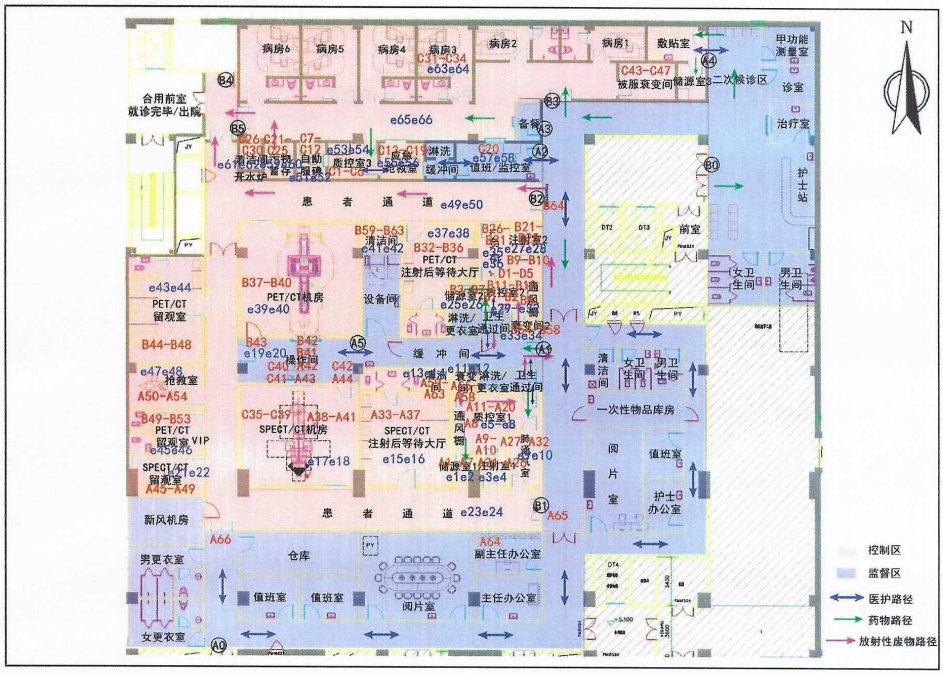
检 测 报 告

续表5 退役核医学工作场所表面污染检测结果(Bq/cm²)

点位号	点位描述	检测结果	标准偏差
e45	PET/CT留观室VIP地面	0.17	0.02
e46	PET/CT留观室VIP墙面	0.27	0.02
e47	抢救室地面	0.28	0.03
e48	抢救室墙面	0.30	0.02
e49	中间患者通道地面	0.32	0.02
e50	中间患者通道墙面	0.34	0.02
e51	自助服碘室地面	0.34	0.02
e52	自助服碘室墙面	0.30	0.02
e53	质控室3地面	0.32	0.02
e54	质控室3墙面	0.34	0.02
e55	应急抢救室地面	0.30	0.02
e56	应急抢救室墙面	0.29	0.02
e57	值班/监控室地面	0.27	0.02
e58	值班/监控室墙面	0.26	0.02
e59	污物暂存间地面	0.27	0.02
e60	污物暂存间墙面	0.27	0.02
e61	清洁间3地面	0.27	0.02
e62	清洁间3墙面	0.25	0.02
e63	甲癌病房地面	0.25	0.02
e64	甲癌病房墙面	0.22	0.02
e65	北侧患者通道地面	0.23	0.02
e66	北侧患者通道墙面	0.22	0.02
范　围		0.09～0.37	

检 测 报 告

附图 1：检测布点示意图



检 测 报 告

附图 2：现场照片

以　　下　　空　　白

检测人员 刘新宁　核验人员 韩帅帅　批 准 人 刘金强

编制日期 2024.11.26　核验日期 2024.11.26　批准日期 2024.11.26

CNNC

CMA 231820182527

分 析 检 测 报 告

报告批号：2024-1773

委托单位：山东丹波尔环境科技有限公司

样品类别：土壤、水样

样品数量：2

报告日期：2024年11月18日

核工业二三〇研究所

说　明

1 报告无本单位检测专用章、骑缝章无效；

2 报告未加盖 CMA 章，不具有对社会的证明作用；

3 复制报告未重新加盖“分析检测专用章”或本单位公章无效；

4 报告无检测人、校核人、签发人签字无效；

5 报告涂改增删无效；

6 自送样品的委托检测，其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）所代表的时间和空间负责；

7 对报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向本单位提出。

单位名称：核工业二三〇研究所

地　　址：湖南省长沙市雨花区桂花路34号11楼

邮政编码：410007

联系电话：0731－85496629

传　　真：0731－85496629

单位网址：http://www.cnnc230.cn

电子邮箱：fx230@126.com

核工业二三〇研究所
分析检测报告

报告批号：2024-1773　　共 3 页 第 1 页

1　基础信息

委托单位名　称	山东丹波尔环境科技有限公司		
项　目名　称	山东第一医科大学第二附属医院核医学工作场所竣工验收项目		
客　户地　址	-		
样品类别	土壤、水样	样品数量	2
检测类别	委托检测	委托日期	2024-11-05
样品来源	委托方送样	是否分包	否
检测项目	总β共一项		

2　检测方法及仪器设备

检测项目	分析方法	仪器名称/型号	检出限
总β	EJ/T 900-1994《水中总β放射性测定 蒸发法》	低本底α、β测量仪/MPC-9604	0.028Bq/L
总β	参照 EJ/T 900-1994《水中总β放射性测定 蒸发法》	低本底α、β测量仪/MPC-9604	17.8Bq/kg
意见和解释			

编制：赵思琪　　审核：李源　　签发：邵春明

核工业二三〇研究所
分析检测报告

报告批号：2024-1773　　共 3 页 第 2 页

序号	统一编号	样品原号	样品性质	检测结果
				Bq/kg
				总β
1	241773-0001	山东第一医科大学第二附属医院核医学工作场所下风向	土壤	765.4

本页以下空白

核工业二三〇研究所
分析检测报告

报告批号：2024-1773　　共 3 页 第 3 页

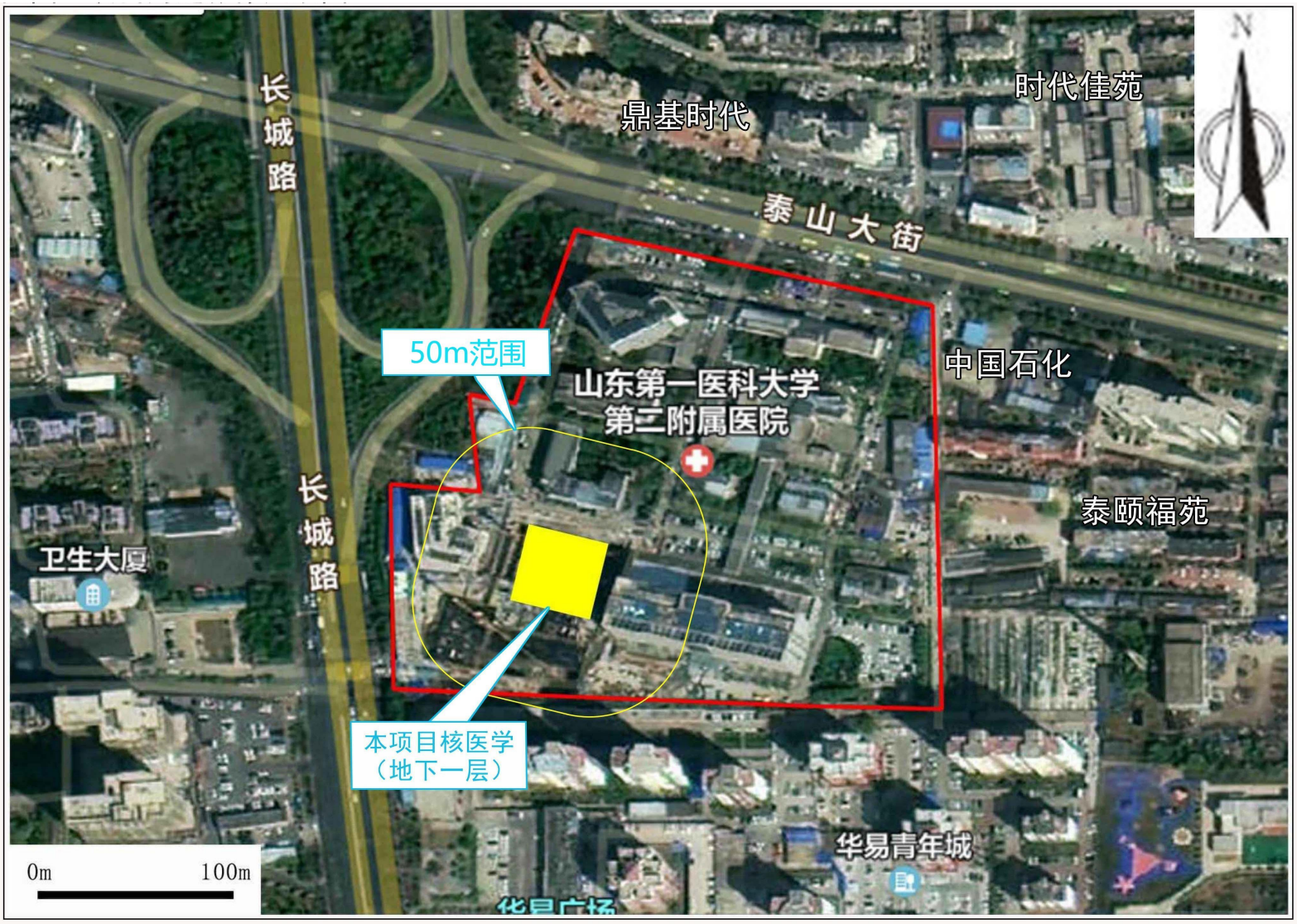
序号	统一编号	样品原号	样品性质	检测结果
				Bq/L
				总β
1	241773-0002	山东第一医科大学第二附属医院核医学工作场所衰变池废水	废水	0.406

报告结束

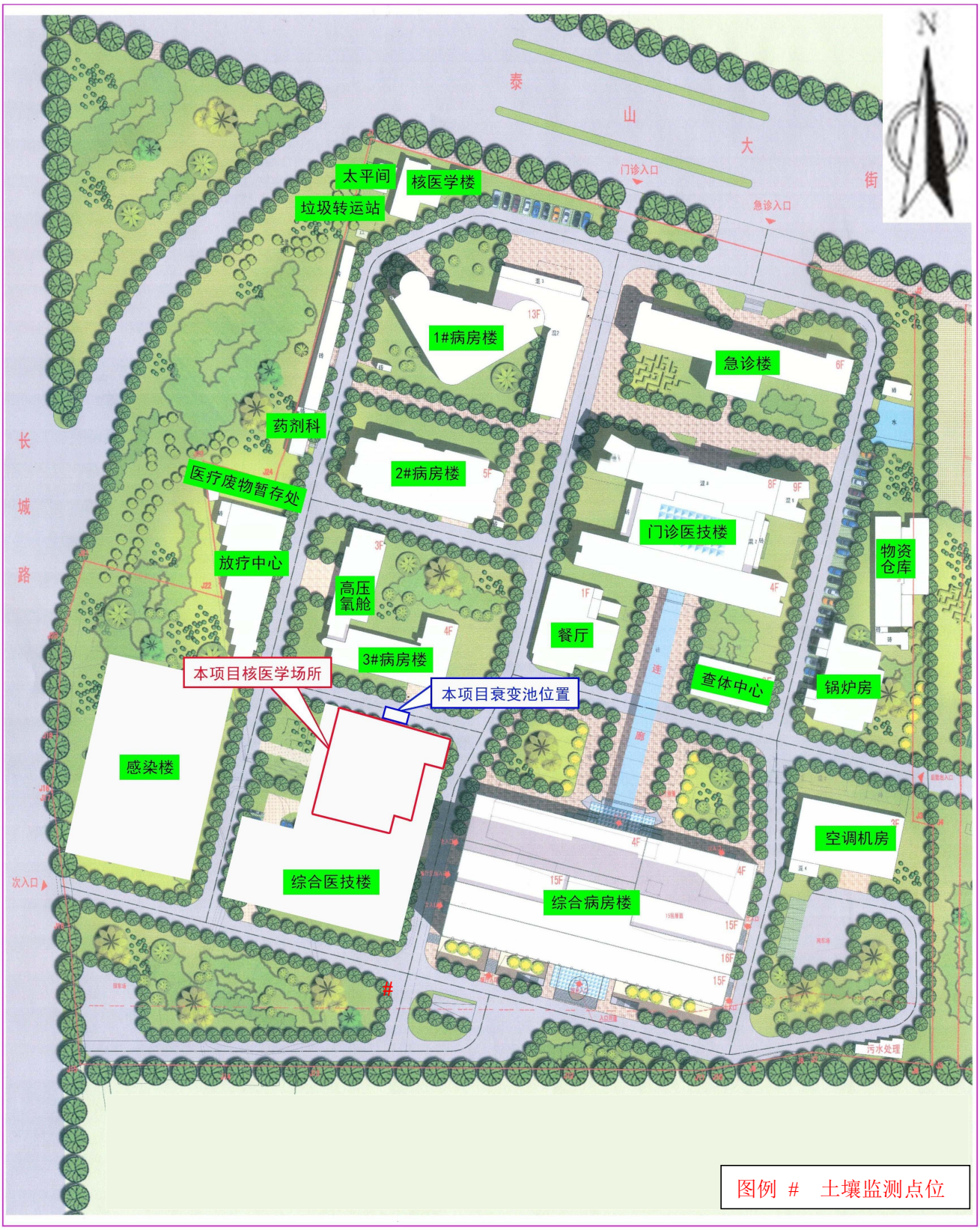
附图 1 地理位置示意图

泰 山 区 地 图
山东省标准地图
县（市、区）·基本要素版
N
图 例
设区市政府驻地
区政府驻地
乡、镇、街道驻地
村庄、社区
设区市界
县（市、区）界
乡、镇、街道界
河流、水库
沟渠
铁路
高速公路及编号
国道及编号
省道
县道
城区高架路
主要街道
次要街道
山峰
比例尺 1：100 000
本项目所在地理位置
大津口乡
泰山区
财源街道
泰前街道
岱庙街道
上高街道
徐家楼街道
省庄镇
邱家店镇
审图号：鲁SG（2023）026号
山东省自然资源厅监制 山东省地图院编制

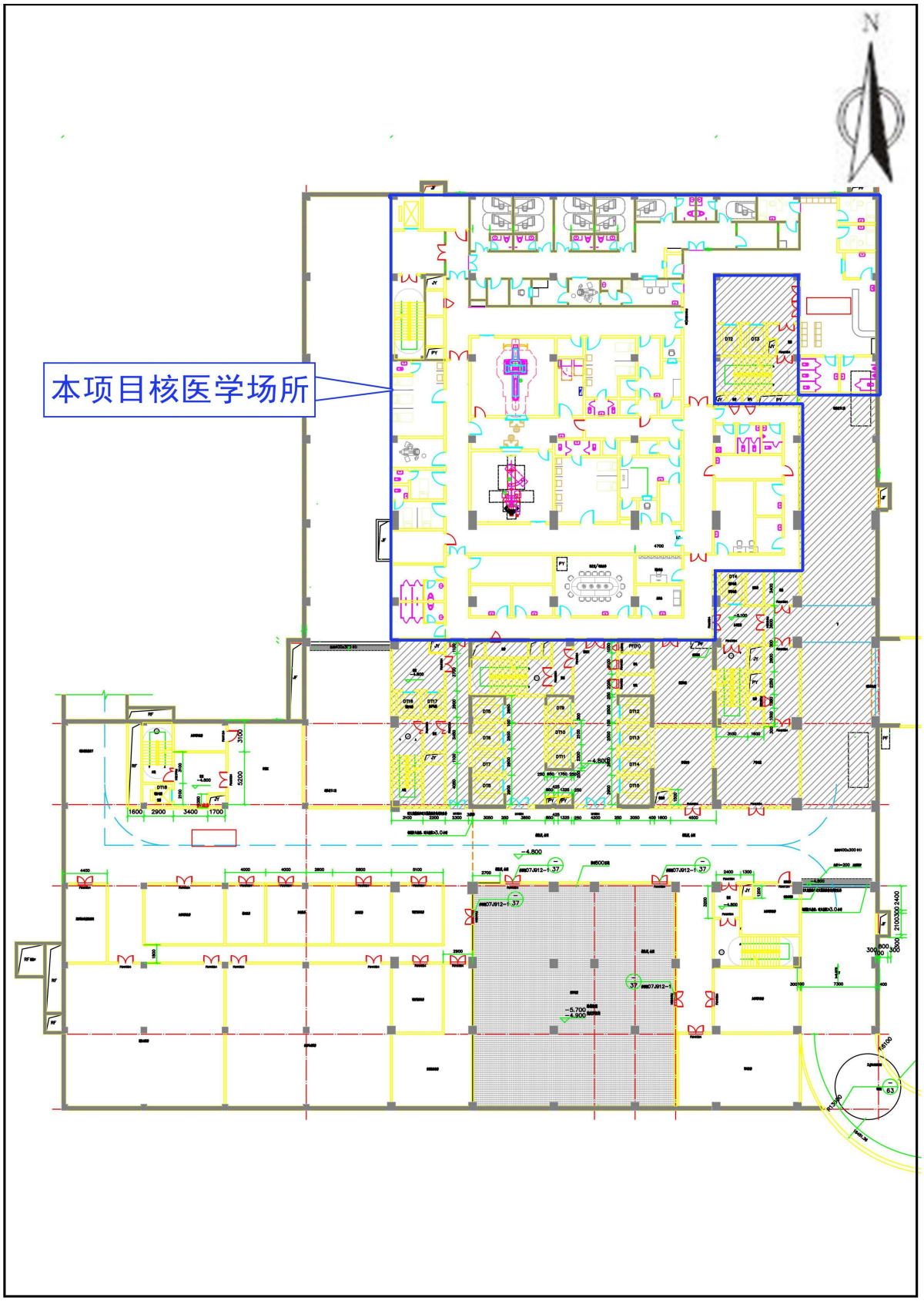
附图 2 项目周边环境关系影像图



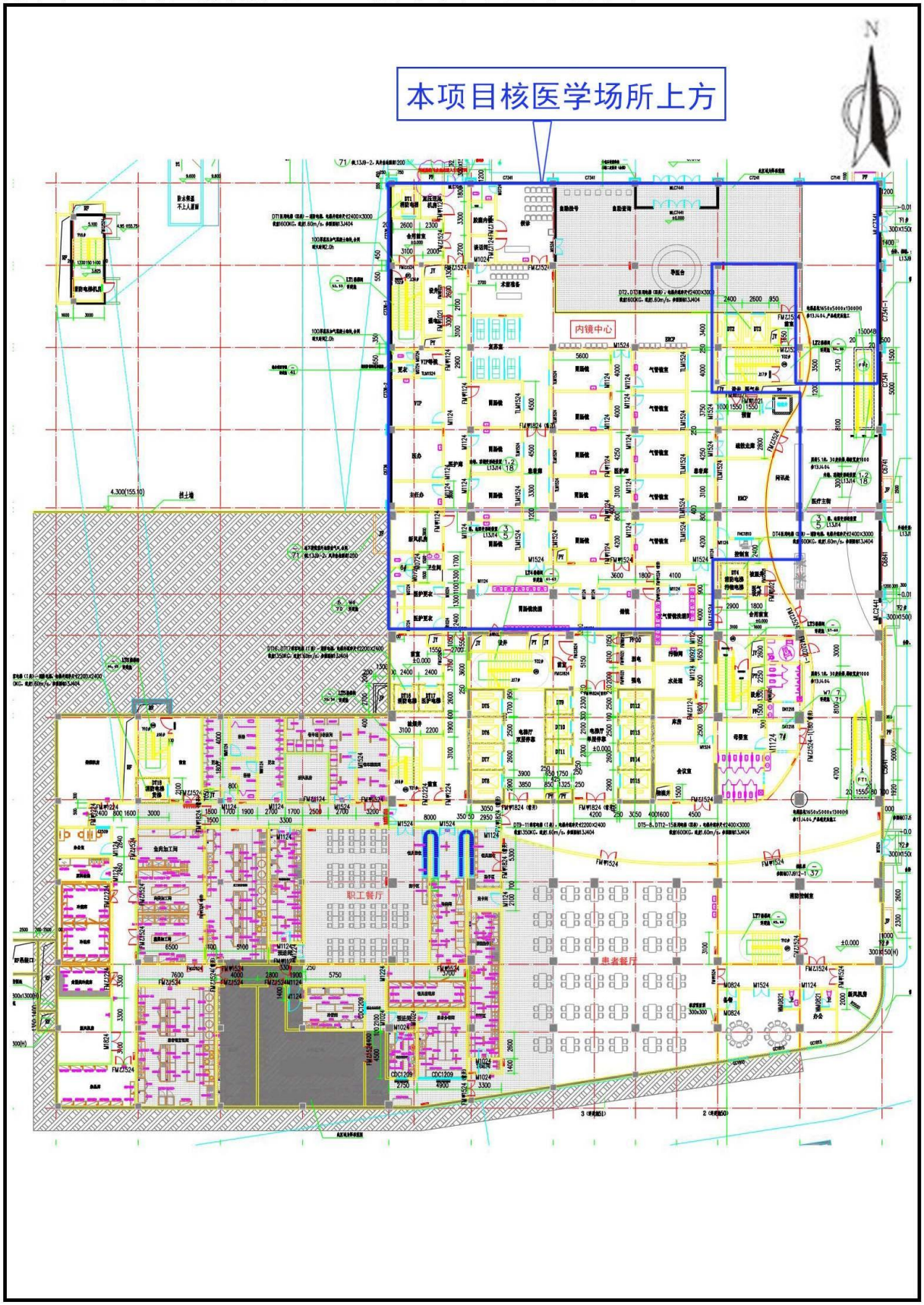
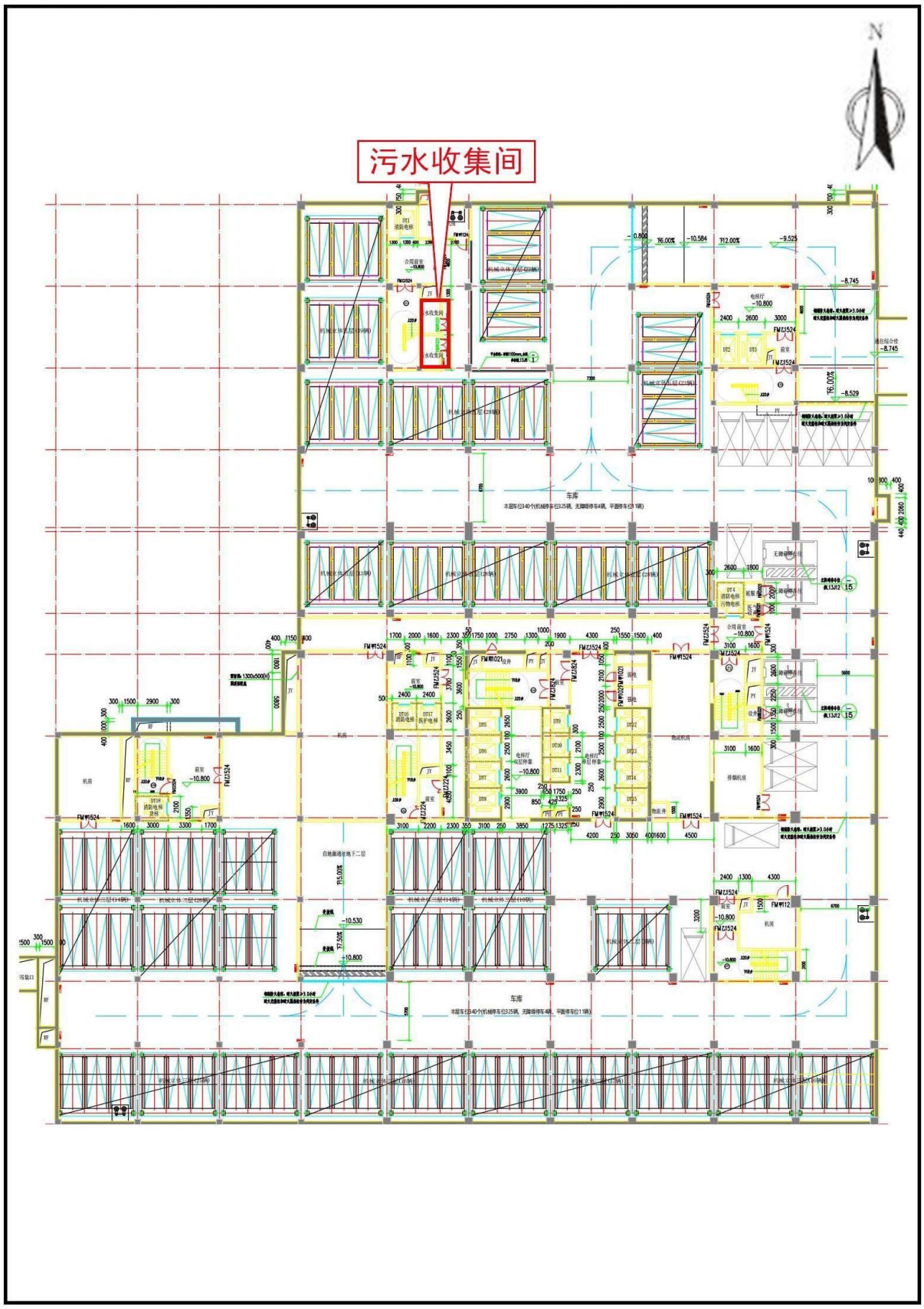
附图 3 医院总平面布置图



附图 4 综合医技楼地下一层平面布置图



附图 5 综合医技楼地上一层平面布置图



附图 6 综合医技楼地下二层平面布置图