

康复大学青岛中心医院  
PET-CT 工作场所应用项目竣工环境保护  
验收监测报告表

康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、  
建设单位： 青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病  
防治院)  
编制单位： 山东省环科院环境检测有限公司

二〇二五年八月

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：复大学青岛中心医院(青岛市中  
心医院、青岛市结核病防治研  
究所、青岛市职业病防治院)  
(盖章)

电 话：0532-84961800

传 真：/

邮 编：266042

地 址：青岛市市北区四流南路127号

编制单位：山东省环科院环境检测有限公司  
(盖章)

电 话：0531-66573791

传 真：/

邮 编：250109

地 址：济南市历城区唐冶街道唐冶中路  
2420号悦唐商务中心8号楼

# 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 项目建设概况 .....	5
表 3 辐射安全与防护设施/措施 .....	18
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 .....	46
表 7 验收监测 .....	50
表 8 验收监测结论 .....	60
附件 1 委托书 .....	63
附件 2 环评批复 .....	64
附件 3 辐射安全许可证 .....	70
附件 4 辐射安全与防护考核证书 .....	79
附件 5 检测报告 .....	86

表 1 项目基本情况

建设项目名称	康复大学青岛中心医院PET-CT工作场所应用项目				
建设单位名称	康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院)				
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	青岛市市北区四流南路 127 号，医院 7 号楼负一层				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	<sup>18</sup> F: 每人最大用量 $5.55 \times 10^8$ Bq (15mCi)，日等效最大操作量为 $1.11 \times 10^7$ Bq，每年最大用量 $2.886 \times 10^{12}$ Bq; <sup>11</sup> C: 每人最大用量 $5.55 \times 10^8$ Bq (15mCi)，日等效最大操作量为 $2.775 \times 10^7$ Bq，每年最大用量 $4.44 \times 10^{10}$ Bq。			
	射线装置	1 台西门子医疗系统有限公司产 Biograph Vision(配置 600)型 PET-CT			
建设项目环评批复时间	2024 年 10 月 28 日	开工建设时间	2024 年 11 月 2 日		
取得辐射安全许可证时间	2025 年 1 月 23 日(本项目)；2025 年 6 月 24 日(目前持有)	项目投入运行时间	2025 年 4 月 22 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 4 月 22 日	验收现场监测时间	2025 年 4 月 23 日		
环评报告表审批部门	青岛市生态环境局	环评报告表编制单位	山东省环科院环境检测有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	青岛市建筑设计研究院集团股份有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	青岛一建集团有限公司		
投资总概算	3549 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	50 万元	比例	1.4%
实际总概算	3549 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	50 万元	比例	1.4%

验收依据	<p><b>1、法律法规</b></p> <p>(1)《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第九号公布，2015年1月1日施行；</p> <p>(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六号公布，2003年10月1日施行；</p> <p>(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21日修订，2017年10月1日施行；</p> <p>(4)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12月1日施行，2019年3月2日第二次修订。</p> <p><b>2、部门规章</b></p> <p>(1)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第31号，2006年3月1日施行，2021年1月4日第四次修订；</p> <p>(2)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环保总局环发[2006]145号，2006年9月26日发布；</p> <p>(3)《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；</p> <p>(4)《关于发布&lt;射线装置分类&gt;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；</p> <p>(5)《关于发布&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;的公告》，环境保护部，国环规环评[2017]4号，2017年11月20日施行；</p> <p>(6)《关于发布&lt;建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类&gt;的公告》，生态环境部公告2018年第9号，2018年5月16日。</p> <p><b>3、地方性法规</b></p> <p>(1)《山东省环境保护条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第41号，2019年1月1日起施行；</p> <p>(2)《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日起施行；</p> <p>(3)《山东省辐射事故应急预案》，鲁环发[2021]11号，2021年12月29日。</p>
------	---

	<p><b>4、建设项目竣工环境保护验收技术规范</b></p> <p>(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>(2)《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)；</p> <p>(3)《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)；</p> <p>(4)《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)；</p> <p>(5)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(6)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(7)《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(8)《表面污染测定第1部分：<math>\beta</math>发射体(<math>E_{\beta\max}&gt;0.15\text{MeV}</math>)和<math>\alpha</math>发射体》(GB/T14056.1-2008)；</p> <p>(9)《水质 总<math>\alpha</math>放射性的测定 厚源法》(HJ 898-2017)；</p> <p>(10)《水质 总<math>\beta</math>放射性的测定 厚源法》(HJ 899-2017)。</p> <p><b>5、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定</b></p> <p>(1)《康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院)PET-CT工作场所应用项目环境影响报告表》，山东省环科院环境检测有限公司，2024年10月；</p> <p>(2)《青岛市生态环境局关于康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院)PET-CT工作场所应用项目环境影响报告表的批复》(青环审[2024]37号)。</p> <p><b>6、其他相关文件</b></p> <p>康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院)PET-CT工作场所应用项目竣工环境保护验收监测委托书。</p>
验收执行标准	<p>本次验收执行环评阶段的有关标准进行验收。</p> <p><b>1、职业人员及公众年有效剂量限值</b></p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、环境影响报告表及批复要求，以20mSv、1mSv作为辐射工作人员、公众人员的年有效剂量限值；以5.0mSv、0.1mSv作为辐射工作人员、公众人员年管理剂量约束值。</p>

## 2、辐射工作场所剂量率及表面污染控制限值

根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《关于核医学标准相关条款咨询的复函》(国家核安全局,辐射函(2023)20号)、环境影响报告表及批复要求,执行以下标准:

①控制区内 PET-CT 扫描室大防护门外、PET 候诊室防护门外、留观室防护门外、注射室防护门外的剂量率目标控制值为  $10 \mu\text{Sv/h}$ ;

②控制区内其他屏蔽体外 30cm 处的剂量率目标控制值执行  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ;

③手套箱外表面操作位的周围剂量当量率小于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ , 非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于  $25 \mu\text{Sv/h}$ 。

④PET-CT 工作场所内控制区、监督区  $\beta$  放射性物质表面污染控制水平分别不大于  $40\text{Bq/cm}^2$ 、 $4\text{Bq/cm}^2$ ; 工作服、手套、工作鞋控制区、监督区  $\beta$  放射性物质表面污染控制水平不大于  $4\text{Bq/cm}^2$ 。

## 3、环境天然放射性水平

青岛市环境天然  $\gamma$  空气吸收剂量率, 摘自山东省环境监测中心站于 1989 年编制的《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》, 见表 1-1。

表 1-1 青岛市环境天然  $\gamma$  空气吸收剂量率 ( $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ )

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	4.24~13.00	6.62	1.45
道 路	1.15~12.40	6.90	2.38
室 内	3.12~16.16	11.09	2.33

## 表 2 项目建设概况

### 2.1 项目建设内容

#### 2.1.1 建设单位情况

康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院,以下简称康复大学青岛中心医院)始建于1953年是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复于一体的现代化三级甲等综合医院,也是青岛市唯一一所三级肿瘤专科医院。医院历史悠久,底蕴深厚。1986年,医院成为青岛大学医学院第二附属医院;1994年,医院成为青岛市首批创建成功的三级甲等医院,并于2013、2017、2021年连续三次顺利通过等级复审;2001年,医院整体划归原青岛市卫生局;2016年,医院加挂青岛大学第二临床医学院牌子。2023年12月成为康复大学直属附属医院。

医院目前持有辐射安全许可证的证号为鲁环辐证[02100],有效期至2027年9月21日;许可种类和范围:使用III类、V类放射源;使用II类、III类射线装置;生产、使用非密封放射性物质,乙级非密封放射性物质工作场所,见附件3。

#### 2.1.2 项目建设内容和规模

医院委托山东省环科院环境检测有限公司编制完成了《PET-CT工作场所应用项目环境影响报告表》,并于2024年10月28日取得了青岛市生态环境局对该项目环境影响报告表的批复(批复文号为:青环审[2024]37号),见附件2。本项目的环评规模及验收规模如下:

**环评规模:**7号楼负一层新建PET/CT工作场所,使用2台PET-CT,属使用III类射线装置,开展 $^{18}\text{F}$ 和 $^{11}\text{C}$ 诊断项目,日等效最大操作量为 $3.885\times 10^7\text{Bq}$ ,为乙级非密封放射性物质工作场所。

**验收规模:**7号楼负一层新建PET/CT工作场所,使用1台PET-CT,属使用III类射线装置,开展 $^{18}\text{F}$ 和 $^{11}\text{C}$ 诊断项目,日等效最大操作量为 $3.885\times 10^7\text{Bq}$ ,为乙级非密封放射性物质工作场所。

#### 2.1.3 项目建设地点、总平面图布置和周围环境敏感目标

康复大学青岛中心医院位于青岛市市北区四流南路127号。医院地理位置示意图见图2-1,周边影像关系见图2-2。医院总平面布置示意图见图2-3,PET中心负一层、一层平面布置示意图见图2-4~图2-5。

本项目位于7号楼负一层,涉及区域周围人员相对流动较少。根据医院的院区布局及

现场勘查，本项目周围 50m 范围内存在的环境敏感目标为医院西侧的办公楼、西北及西南侧的居民楼（医院家属楼）、北侧的发热门诊。项目周边的保护目标主要为评价范围内活动的职业人员和公众成员。本项目环境保护目标见表 2-1。

表 2-1 本项目保护目标一览表

保护目标		人数	方位、距离	环境敏感目标特征	
职业人员		13 人	PET/CT 工作场所内、四周毗邻	--	
公众人员	5 处环境敏感目标	PET/CT 工作场所西北约 10m 居民楼（医院家属楼）	约 150 人	PET/CT 工作场所西北约 10-50m	5 层
		PET/CT 工作场所西北约 30m 居民楼（医院家属楼）	约 150 人	PET/CT 工作场所西北约 30-50m	5 层
		PET/CT 工作场所西侧约 10m 办公楼（医院家属楼）	约 100 人	PET/CT 工作场所西侧约 10-50m	3 层
		PET/CT 工作场所西南约 16m 居民楼（医院家属楼）	约 150 人	PET/CT 工作场所西南约 16-50m	5 层
		PET/CT 工作场所北侧约 30m 发热门诊	约 60 人	PET/CT 工作场所北侧约 30-50m	2 层
	场所周围经过的其他就诊患者及偶然经过的其他公众		--	PET/CT 工作场所周围 50m 以内	--

#### 2.1.4 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对比情况

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 2-2，环境影响报告表批复建设内容与现场验收情况对比见表 2-3。

表 2-2 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	7 号楼地下一层新建 PET/CT 工作场所，使用 $^{18}\text{F}$ 和 $^{11}\text{C}$ 进行诊断，日等效最大操作量为 $3.885 \times 10^7\text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所。			7 号楼地下一层新建 PET/CT 工作场所，使用 $^{18}\text{F}$ 和 $^{11}\text{C}$ 进行诊断，日等效最大操作量为 $3.885 \times 10^7\text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所。			与环评一致
	使用 2 台 PET-CT			使用 1 台 PET-CT			与环评相比，少 1 台 PET-CT
核素使用方案	每人最大用量 (Bq)	日患者最大人数 (人)	每年最大用量 (Bq)	每人最大用量 (Bq)	日患者最大人数 (人)	每年最大用量 (Bq)	备注
$^{18}\text{F}$ (使用)	$5.55 \times 10^8$	20	$2.886 \times 10^{12}$	$5.55 \times 10^8$	20	$2.886 \times 10^{12}$	与环评

	(15mCi)			(15mCi)			一致
<sup>11</sup> C (使用)	5.55×10 <sup>8</sup> (15mCi)	5	4.44×10 <sup>10</sup>	5.55×10 <sup>8</sup> (15mCi)	5	4.44×10 <sup>10</sup>	

表 2-3 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
<p>项目位于市北区四流南路 127 号康复大学青岛中心医院，将 7 号楼地下一层库房改建为 PET/CT 工作场所，使用 <sup>18</sup>F 和 <sup>11</sup>C 进行诊断，日等效最大操作量为 3.885×10<sup>7</sup>Bq，为乙级非密封放射性物质工作场所。场所内新建 2 台 PET/CT，为 III 类射线装置。配套建设槽式放射性废水处理系统 1 套，活性炭装置 2 套。一层原 PET/CT 工作场所 <sup>18</sup>F 和 <sup>11</sup>C 使用区域停用。</p> <p><sup>18</sup>F 每日最大诊断量为 20 人次，最大用量 1.11×10<sup>10</sup>Bq，全年最多开展 5200 人次诊断；<sup>11</sup>C 每日最大诊断量为 5 人次，最大用量 2.775×10<sup>9</sup>Bq，全年最多开展 80 人次诊断。放射性物质 <sup>18</sup>F 的生产及 <sup>11</sup>C 的生产、分装和质控依托医院一层现有回旋加速器、PET/CT 校准源、原 PET/CT 工作场所退役均不在本次评价范围内。</p>	<p>项目位于市北区四流南路 127 号康复大学青岛中心医院 7 号楼地下一层，使用 <sup>18</sup>F 和 <sup>11</sup>C 进行诊断，日等效最大操作量为 3.885×10<sup>7</sup>Bq，为乙级非密封放射性物质工作场所。场所内目前新建 1 台 PET/CT，为 III 类射线装置。配套建设槽式放射性废水处理系统 1 套，活性炭装置 1 套。</p> <p><sup>18</sup>F 每日最大诊断量为 20 人次，日最大用量 1.11×10<sup>10</sup>Bq，全年最多开展 5200 人次诊断；<sup>11</sup>C 每日最大诊断量为 5 人次，日最大用量 2.775×10<sup>9</sup>Bq，全年最多开展 80 人次诊断。</p>	与环评批复相比，少 1 台 PET-CT

## 2.2 源项情况

本次验收内容详见表 2-4。

表 2-4 本次验收 PET-CT 中心涉及使用的核素

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	<sup>18</sup> F	液态，半衰期 109.8min，毒性分组为低毒组，其衰变类型为 β + EC	使用	1.11×10 <sup>10</sup>	1.11×10 <sup>7</sup>	2.886×10 <sup>12</sup>	很简单的操作
2	<sup>11</sup> C	液态，半衰期为 20.39min，毒性分组为低毒组，其衰变类型为 β + EC	使用	2.775×10 <sup>9</sup>	2.775×10 <sup>7</sup>	4.44×10 <sup>10</sup>	简单操作

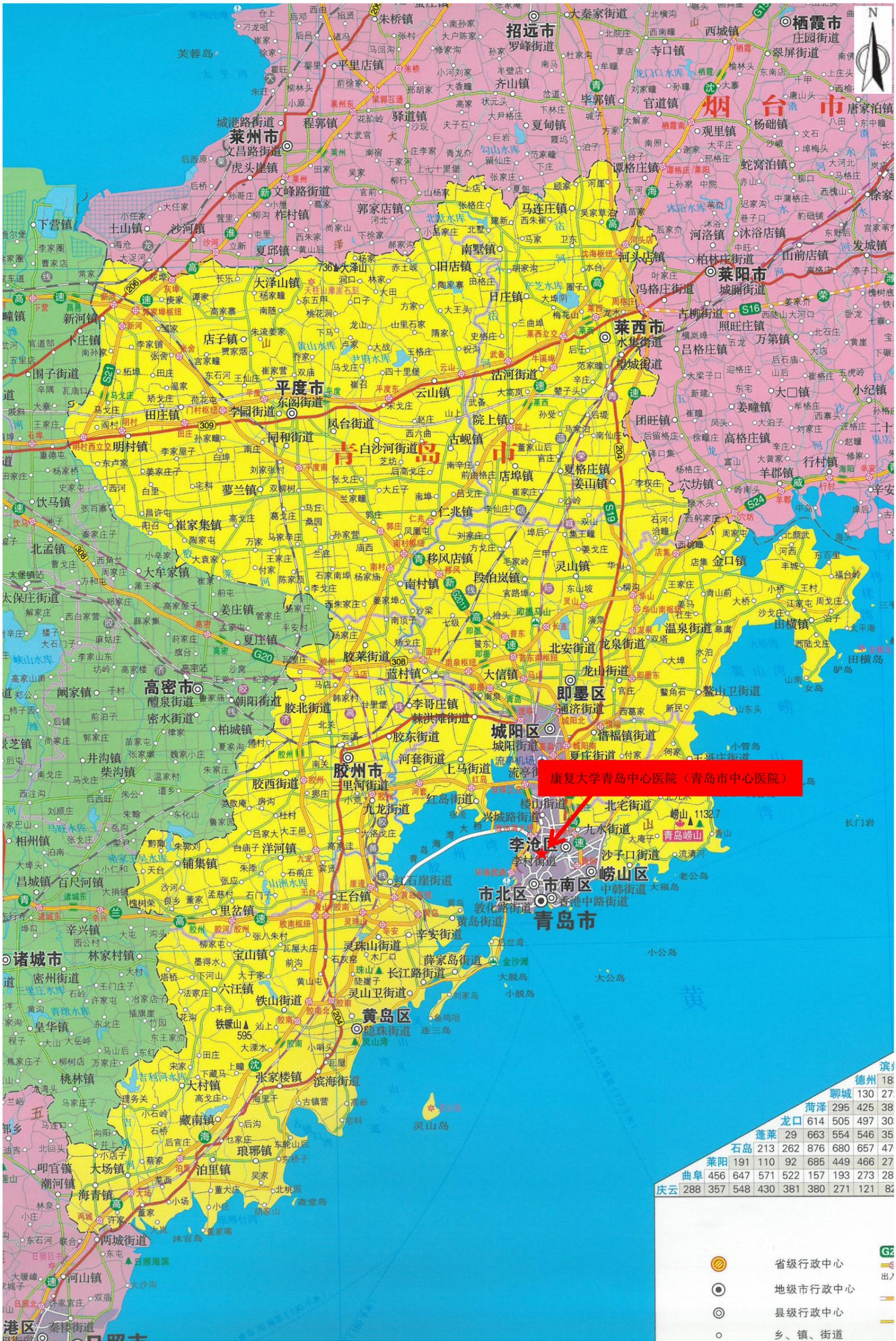


图 2-1 医院地理位置示意图

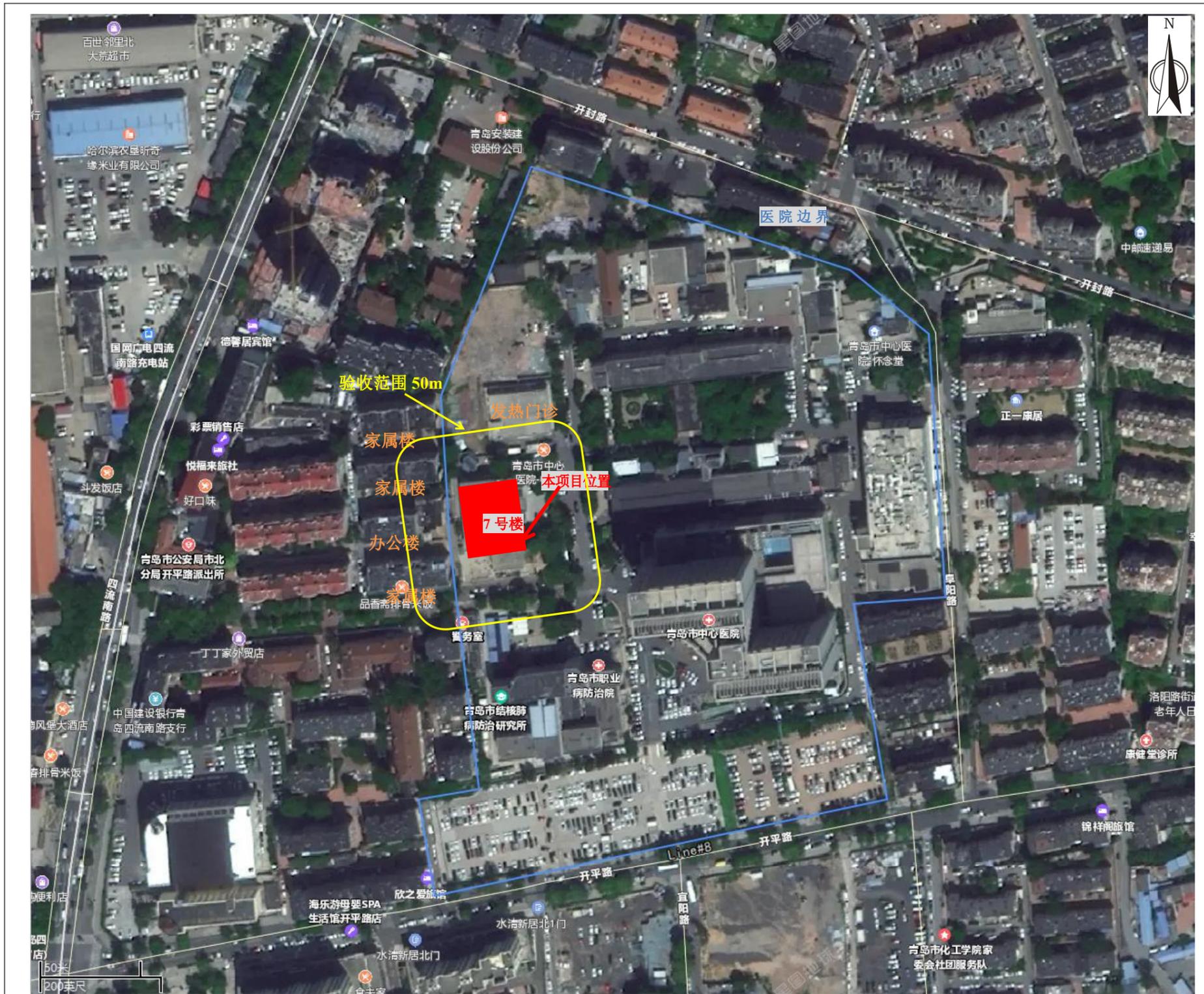


图 2-2 医院周边关系影像图

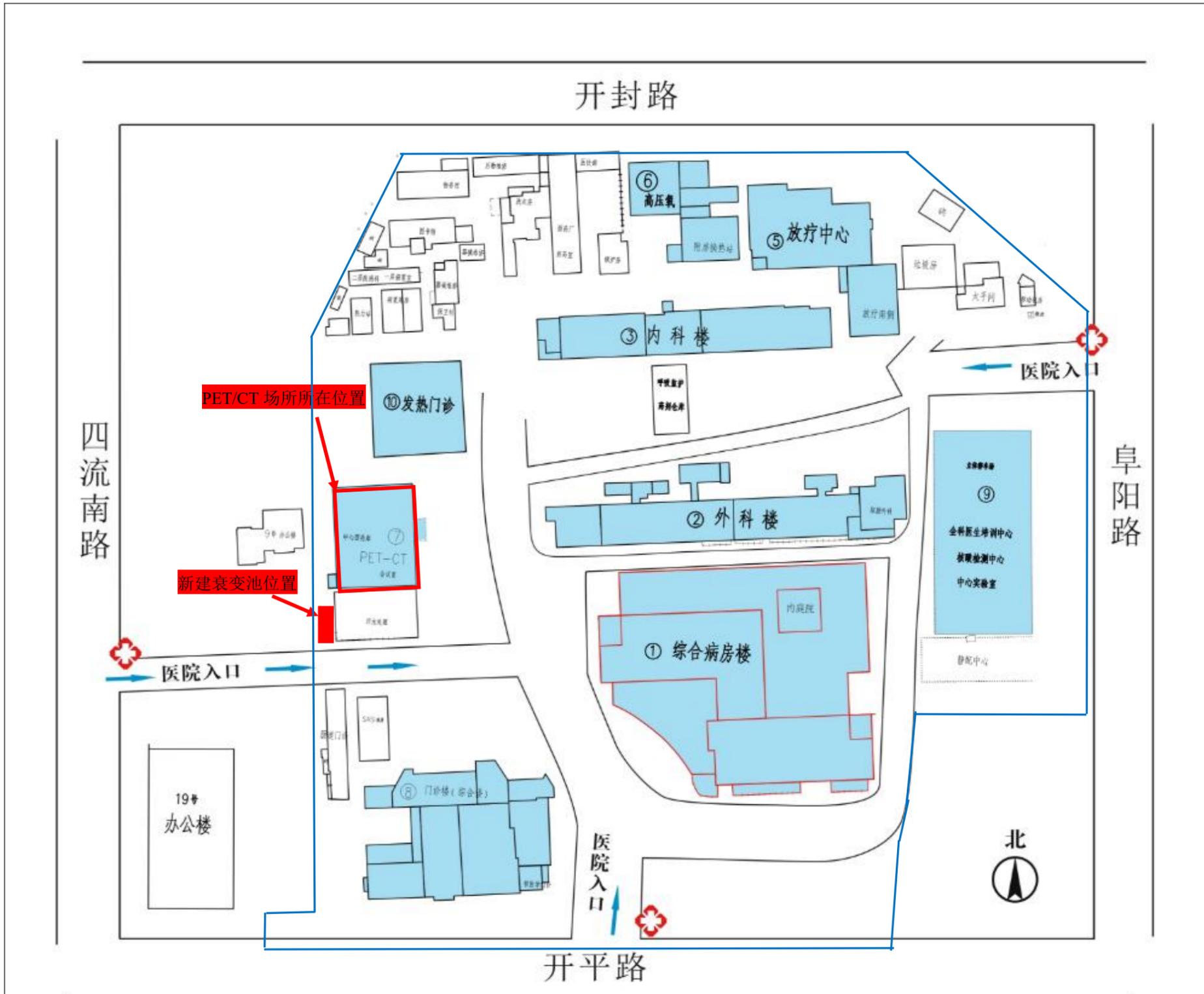


图 2-3 医院总平面布置示意图

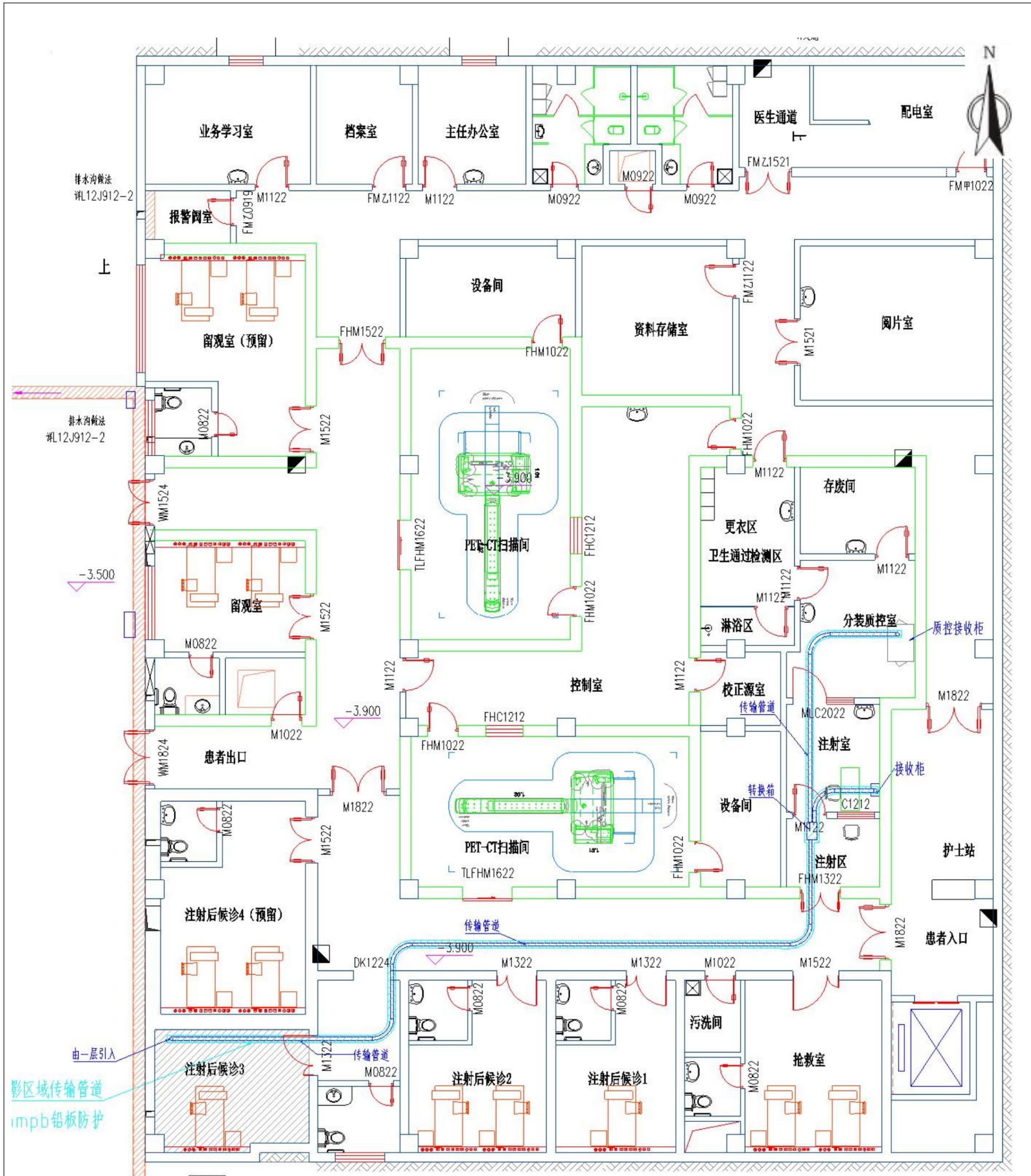


图 2-4 PET/CT 中心地下一层平面布置示意图

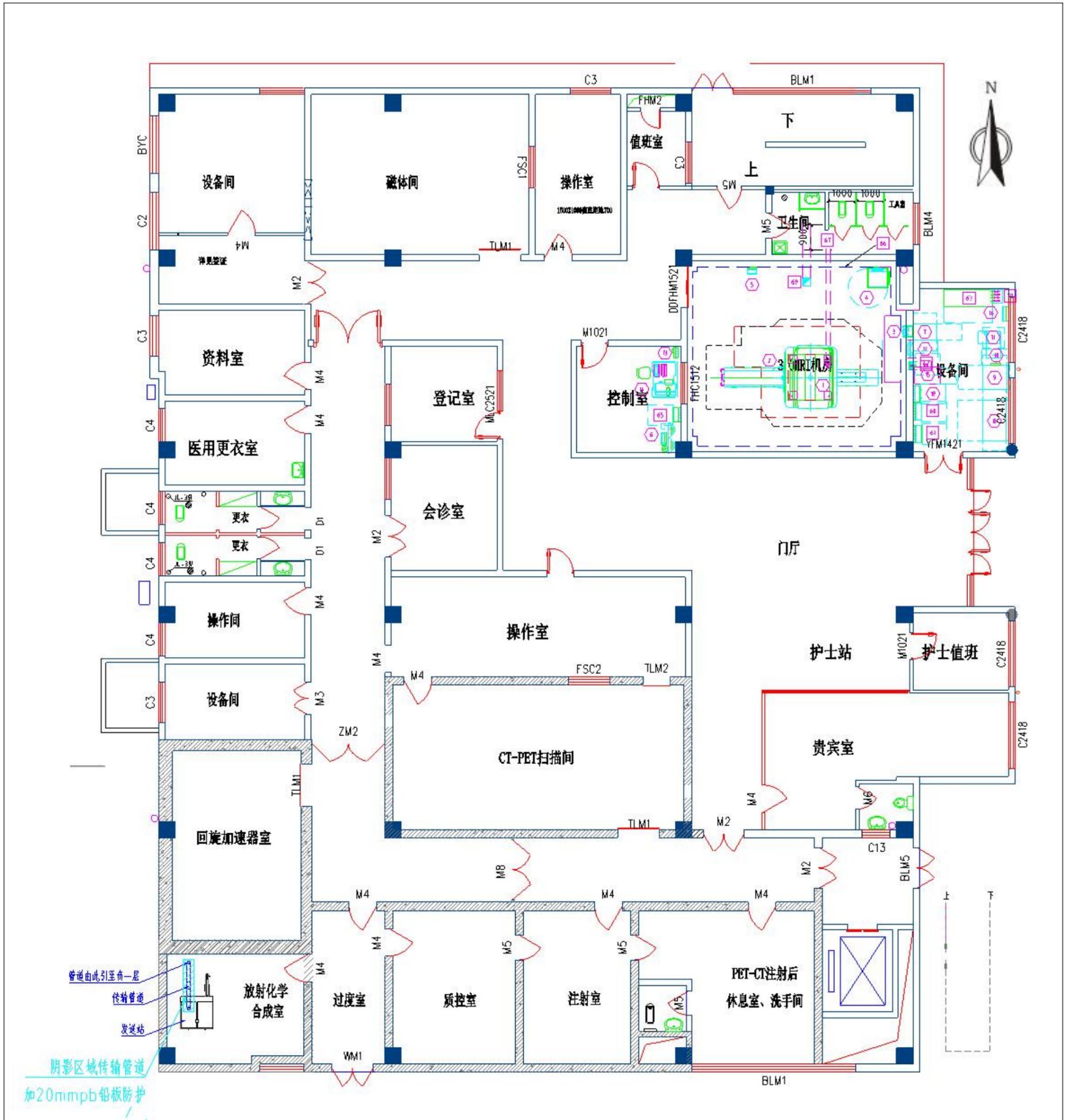


图 2-5 PET/CT 中心一层平面布置示意图 (项目上方)

## 2.3 工程设备与工艺分析

本次为在医院 7 号楼地下一层新建 1 处 PET/CT 工作场所，使用  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  两核素用于开展 PET/CT 放射诊断。

### 2.3.1 核素使用流程

医院根据患者使用放射性药物量及用药时间，由 7 号楼一层回旋加速器制备分装好的  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ ，辐射工作人员将盛有  $^{18}\text{F}$  的自动注射车转运至 7 号楼地下一层 PET/CT 工作场所的分装质控室内，当天用完； $^{11}\text{C}$  放射性物质利用气动传输装置传送到分装质控室手套箱内暂存或注射室内直接给患者注射，此过程药物为一针一针传输。

注射核素后的患者于注射后候诊室 1#~4#休息一定时间，经 PET/CT 扫描后，直接经 PET 患者出口门禁离开 PET 中心，或进入留观室经留观无异常后，经西侧患者出口门禁离开 PET 中心，见图 3-2。

### 2.3.2 放射性药物使用量与诊断规模

#### (1) $^{18}\text{F}$

根据医院提供资料，本项目使用  $^{18}\text{F}$  放射性药物每日最大诊断量为 20 人次，患者每次最大注射活度为  $5.55 \times 10^8 \text{Bq}$  (15mCi)，则日最大使用量为  $1.11 \times 10^{10} \text{Bq}$  (300mCi)，每周开展 5 天，每年按 52 周计，全年开展 5200 人次诊断，则年最大使用量为  $2.886 \times 10^{12}$  (78Ci)。本项目注射  $^{18}\text{F}$  患者诊断工作依托 PET-CT 开展。

#### (2) $^{11}\text{C}$

根据医院提供资料，本项目使用  $^{11}\text{C}$  放射性药物每日最大诊断量为 5 人次，患者每次最大注射活度为  $5.55 \times 10^8 \text{Bq}$  (15mCi)，则日最大使用量为  $2.775 \times 10^9 \text{Bq}$  (75mCi)，每年开展 16 天计，全年开展 80 人次诊断，则年最大使用量为  $4.44 \times 10^{10} \text{Bq}$  (1.2Ci)。本项目注射  $^{11}\text{C}$  患者诊断工作依托 PET-CT 开展。

### 2.3.3 放射性核素特性

正电子放射性核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  自然衰变过程为  $\beta^+$  辐射， $\beta^+$  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  $\gamma$  光子，即  $\gamma$  射线， $\gamma$  射线对周围环境产生外照射辐射影响。

核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  自然衰变过程为纯  $\beta$  辐射， $\beta$  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  $\beta^+$  粒子发生湮灭反应后产生的  $\gamma$  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 2-6。

正电子放射性核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  的最大特点是半衰期较短。放射性核素  $^{18}\text{F}$  的半衰期最长，仅为 109.8min。正电子放射性核素的湮灭光子能量为 0.511MeV。本项目正电子放射性核素的衰变参数如表 2-5 所示。

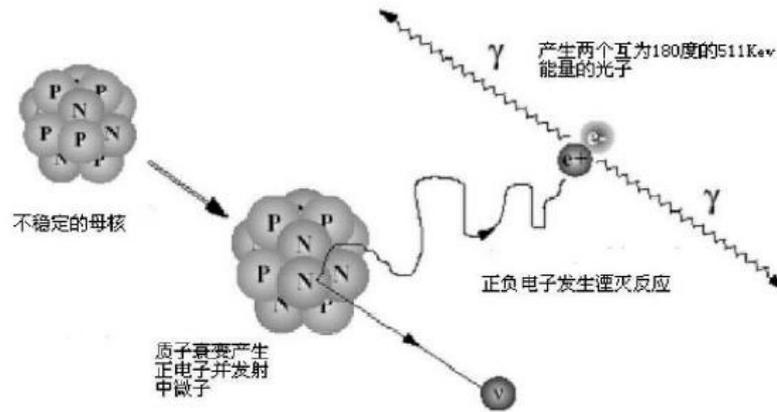


图 2-6 正电子发射及其湮灭简图

表 2-5 本项目正电子放射性核素的衰变参数

核素	衰变类型	半衰期	$\alpha$ $\beta$ 最大能量 (MeV)	光子能量 (MeV)	周围剂量当量率常数 ( $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{MBq} \cdot \text{h}$ )
$^{18}\text{F}$	$\beta^+$ 、EC	109.8min	0.63 (+)	$\gamma$ 0.511	0.143
$^{11}\text{C}$	$\beta^+$ 、EC	20.39min	0.96 (+)	$\gamma$ 0.511	0.148

### 2.3.4 PET/CT 诊断原理和流程

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

PET 使用正电子示踪剂（如  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ ），核素释放的正电子在组织内移行的距离很短，依据能量的不同一般在  $10^{-1}\text{cm}$  到  $10^{-2}\text{cm}$  的范围内。核素衰变过程中正电子从原子核内放出后很快与自由电子碰撞湮灭，转化成一对方向相反的  $\gamma$  光子。在光子飞行方向上设置一

对探测器，几乎可同时接收到这两个光子，通过环绕 360° 排列的多组配对探头，得到探头对连线上的一维信息，将信号向中心点反投射并加以适当的数学处理，便可形成断层示踪剂分布图像。当由正电子放射性核素所标记的示踪剂（显像剂）注入血流后，到达全身，聚集在特定的器官或某一部位，凡代谢率高的组织或病变在 PET 上呈明确的高代谢亮信号，凡代谢率低的组织或病变在 PET 上呈低代谢暗信号。

### 2.3.5 诊断流程

①医院接受患者预约登记，收集患者病史，并对患者进行常规检查，确定注射剂量及诊断时间；

②根据患者注射剂量及诊断时间，由 7 号楼一层回旋加速器制备分装好  $^{18}\text{F}$  放射性药物，辐射工作人员将盛有  $^{18}\text{F}$  放射性药物的自动注射车转运至 7 号楼地下一层 PET/CT 工作场所分装质控室内；或利用气动传输装置传输单支注射器中盛有  $^{11}\text{C}$  放射性药物到分装质控室手套箱内暂存或注射室内直接给患者注射；

③注射前，辐射工作人员将放射性药物从手套箱内取出，隔着注射窗口对注射室内患者进行静脉注射；或直接将气动传输装置传过来的放射性药物隔着注射窗口对注射室内患者进行静脉注射；

④注射放射性药物的患者在注射后候诊室静卧休息一定时间（约 50-60min）后，进入 PET/CT 扫描间进行检查；

⑤检查结束后，检查结束后，患者直接经患者出口离开，或者进入留观室，经留观无异常后再经患者出口离开。

PET/CT 诊断流程及产污环节见下图。

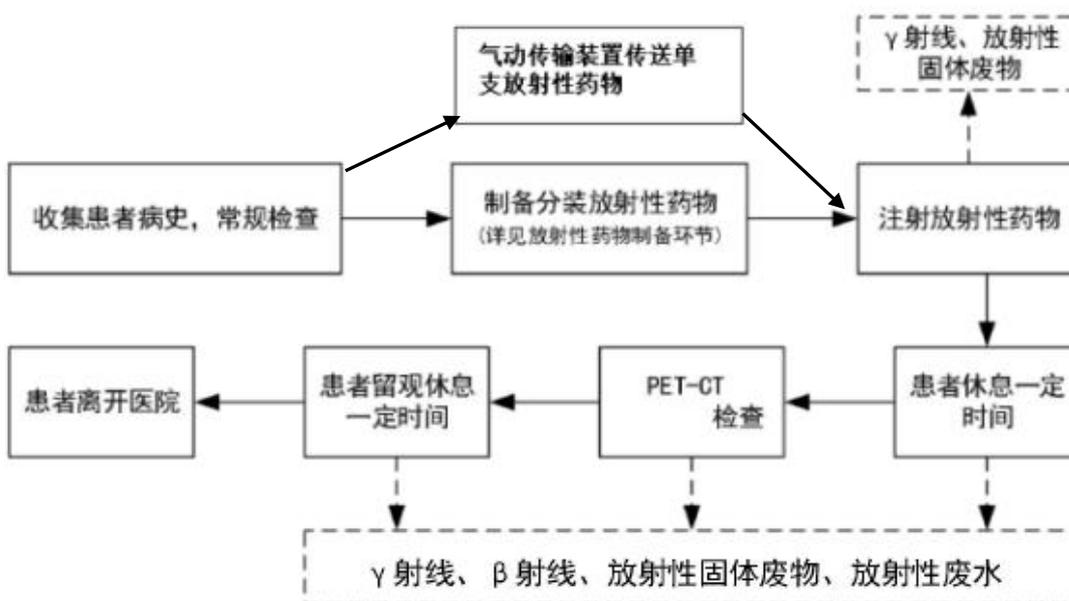


图 2-7 PET/CT 诊断流程及产污环节图

### 2.3.6 辐射工作人员情况及工作负荷

医院为负一层 PET 工作场所配备 13 名辐射工作人员，负责放射性药物的转运、注射等工作；技师轮换开展 PET/CT 操作、摆位等工作；负责同一类型工作的人员交替开展相关工作。配备人员均通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核，考核证书均处于有效期内，见附件 4。

根据医院提供的材料，使用核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  过程中，辐射工作人员进行转运、注射、摆位指导、扫描，年最多开展 260 天、最大诊断人数 5280 人（ $^{18}\text{F}$  为 5200 人、 $^{11}\text{C}$  为 80 人）。

### 2.3.7 污染源项分析

#### (1) $\gamma$ 射线、 $\beta$ 射线

核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  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  $\gamma$  光子（0.511MeV），即  $\gamma$  射线，也会产生  $\beta$  射线；由于  $\beta$  或（ $\beta^+$ ）穿透能力较弱， $\gamma$  射线穿透能力较强，因此本项目主要考虑核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  的  $\gamma$  射线影响。

#### (2) $\beta$ 表面污染

工作人员在操作核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  时，可能引起工作台、地面等放射性沾污，造成  $\beta$  表面污染。

#### (3) X 射线

本项目 PET/CT 装置开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响，关机后 X 射线随之消失。

#### **(4)放射性废气**

本项目使用的核素  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  属于非挥发性核素，操作比较简单，不经过加热、振荡等步骤，基本无废气产生。 $^{18}\text{F}$  分装时放射性废气产生量极少，此过程在手套箱内进行；静脉注射给药属于很简单操作，正常情况下产生极少量的气溶胶和蒸汽等，不会造成工作环境的空气污染。

#### **(5)放射性废液**

放射性废液主要为患者注射  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  放射性药物后所产生的排泄物(包括呕吐物、痰液等)以及冲洗水等，内含有放射性核素，具有放射性。

PET/CT 工作场所放射性废液产生环节主要包括注射  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  患者的排泄物(包括呕吐物)及冲洗水。

#### **(6)放射性固体废物**

放射性固体废物主要分为三类，第一类为废活性炭；第二类为被污染的针头、手套、药棉、纱布、吸水纸、擦拭污染地面的物品及患者就诊不及时，可能剩余少量放射性药物等，第三类为放射性废液衰变系统沉积物污泥。

#### **(7)非放射性气体**

在 PET/CT 开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧 ( $\text{O}_3$ ) 和氮氧化物，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。通过排风系统，可明显降低其浓度。

综合分析，PET/CT 工作场所主要验收因子为  $\gamma$  射线、X 射线、表面污染、放射性废气、放射性废液、放射性固体废物、非放射性废气。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

### 3.1 工作场所的布局

本项目PET/CT工作场所主要包括分装质控室、注射室、注射候诊室、PET/CT扫描间、PET留观室、PET/CT控制室、设备间、校正源室、更衣区、淋浴区、存废间等房间。

医护人员出入口位于东北侧；PET患者入口位于东侧南部，PET患者出口位于西侧；PET用药物<sup>18</sup>F、<sup>11</sup>C由回旋加速器中心制备，<sup>18</sup>F核素盛放在自动注射车中，转运至7号楼地下一层PET/CT工作场所分装质控室内进行注射；<sup>11</sup>C核素利用气动传输装置传输到分装质控室手套箱内暂存或注射室内接收柜直接给患者注射。剩余放射性药物暂存于存废间内；污物出口位于东南侧。

PET/CT工作场所根据就诊流程合理设计了场所布局，存废间、分装质控室、注射室等区域相对集中，防止交叉污染。注药后候诊室、留观室等房间能够有效限制给药后患者的活动空间。PET患者通道、医护通道分开，用药前和用药后的患者不交叉；放射性药物通道以及放射性固体废物运输通道设计紧凑、便捷。各出入口设计了门禁，控制无关人员进入和控制用药后的患者随意流动。控制区医护人员出入口通过卫生通过间，卫生通过间内设置防护用品、可更换衣物、冲洗设施和淋浴、表面污染监测设备，控制区内设置有患者专用卫生间。患者离开出口处未设置在门诊大厅或收费处等人员稠密区域。

### 3.2 分区管理

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中4.3款规定。医院将PET/CT工作场所划分为“控制区”和“监督区”两区管理。

控制区：将PET/CT工作场所诊疗区分装质控室、注射室、校正源室、存废间、抢救室、PET注药后候诊室、PET/CT扫描间、设备间、留观室、PET患者通道、污洗间、放射性废液处理系统等划为控制区。

监督区：将PET/CT工作场所的医护通道、卫生通过间（更衣区、淋浴区）、控制室等与控制区相邻的区域划为监督区。与环评一致，PET/CT工作场所分区图见图3-1。

以上控制区和监督区划分布局合理。

### 3.3 人流、物流情况

PET/CT工作场所人流路径分为医护通道和患者通道，医护通道和患者通道分开不交

叉，药物  $^{18}\text{F}$  有专门的运输路线、 $^{11}\text{C}$  有专门的气动传输通道。

### ① 人流

医护人员由医护通道东北侧医护出入口进入场所内，部分医护人员经医护通道、卫生通过间（更衣区、淋浴区）进入分装质控室、注射室，工作完成后，再经卫生通过间（淋浴区、更衣区）、医护通道、医护出入口离开。

PET 患者由 PET 患者通道东南侧的 PET 患者入口进入，经 PET 患者通道，在注射区窗口接受注射，注射后进入 PET 注射后候诊室，然后进入 PET/CT 扫描间，扫描后直接经 PET 患者出口离开，或者进入留观室，经留观无异常后再经 PET 患者出口离开。

### ② 物流

经与医院确认，目前放射性药物路径共有 2 种方案：

第 1 种是自产正电子放射性药物  $^{18}\text{F}$  通过东南角电梯进入负一层，一直往北通过卫生通过间进入分装质控室，此过程使用自动注射车进行防护，且在开诊之前进行。

第 2 种是自产正电子放射性药物  $^{11}\text{C}$  由地上一层至负一层的专用气动传输通道，输送至负一层分装质控室、注射室。气动传输通道自地上一层回旋加速器工作场所的热室间—负一层净化机房管道间—负一层候诊区北侧 PET 患者通道的吊顶内，然后输送至分装质控室、注射室接收柜，此过程药物为一针一针传输。

放射性废物路径：PET 工作场所放射性废物统一集中存废间的衰变箱内暂存，衰变后经检测达到解控水平，可按医疗废物处理。运输放射性废物的人员在存废间进行废物的简单打包预处理后，经卫生通过间、护士站、患者出入口将废物带离。与环评一致，PET/CT 工作场所人流、物流示意图见图 3-2。

## 3.4 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

场所名称	尺寸 (m)	四周墙体	室顶	防护门	窗
分装质控室	3.71×4.5× 3.9	南墙、东墙为 370mm 实心砖；北墙为 200mm 混凝土砌块，西墙为 200mm 混凝土砌块 +8mmPb	120mm 混凝土 +3mmPb	2 个防护门 15mmPb	/
卫生通过	3.05×5.83	北墙为 370mm 实心砖；	120mm 混凝土	2 个防护门	/

间（含淋浴）	×3.9	其余三面墙为200mm混凝土砌块		15mmPb	
注射室	3.03×5.93 ×3.9	东墙为370mm实心砖，南墙、北墙为200mm混凝土砌块，西墙为200mm混凝土砌块+8mmPb（与注射区分割+8mmPb）	120mm混凝土+3mmPb	1个防护门 15mmPb	注射窗口 50mmPb
抢救室	4.5×2.35× 3.9	350mm混凝土。西墙与污洗间、卫生间的200mm混凝土砌块+5mmPb	120mm混凝土	1个防护门 15mmPb	床之间铅屏风5mmPb
污洗间	1.8×5.6× 3.9	北、西墙为350mm混凝土，南墙为200mm混凝土砌块+5mmPb	120mm混凝土	1个防护门 15mmPb	/
注射后候诊室1（含卫生间）	3.9×5.6× 3.9	四周墙体为350mm混凝土，和卫生间之间墙体+5mmPb	120mm混凝土	1个防护门 15mmPb	/
注射后候诊室2（含卫生间）	4.45×5.6× 3.9	四周墙体为350mm混凝土，和卫生间之间墙体+5mmPb	120mm混凝土	1个防护门 15mmPb	床之间铅屏风5mmPb
注射后候诊室3（含卫生间）	4.0×5.0× 3.9	四周墙体为350mm混凝土，和卫生间之间墙体+5mmPb	120mm混凝土	1个防护门 15mmPb	/
注射后候诊室4（含卫生间）	4.7×6.9× 3.9	四周墙体为350mm混凝土，和卫生间之间墙体+5mmPb	120mm混凝土	1个防护门 15mmPb	后期配备
PET/CT扫描间1	9.01×4.88 ×3.9	东、西、南墙为370mm实心砖+2mmPb，北墙为370mm实心砖+7mmPb	120mm混凝土+3mmPb	3个防护门 15mmPb	观察窗 10mmPb
PET/CT扫描间2	9.47×5.16 ×3.9	西墙、北墙为370mm实心砖+2mmPb，南、东侧为370mm实心砖+7mmPb	120mm混凝土+3mmPb	3个防护门 15mmPb	观察窗 10mmPb
校正源室	2.6×2.38× 3.9	东墙、西墙为200mm混凝土砌块，南、北墙为200mm混凝土砌块+5mmPb	120mm混凝土+3mmPb	1个防护门 15mmPb	/
留观室	4.88×3.63	四周墙为200mm混凝土	120mm混凝土	2个防护门	床之间铅屏

(含卫生间)	×3.9	砌块	+3mmPb	15mmPb	风 5mmPb
留观室 (预留, 含卫生 间)	5.18×6.55 ×3.9	四周墙为 200mm 混凝土 砌块	120mm 混凝土 +3mmPb	2 个防护门 15mmPb	后期配备
存废间	3.71×2.83 ×3.9	南墙为 370mm 实心砖, 东墙为 370mm 实心砖, 西墙为 200mm 混凝土砌 块+8mmPb、北墙为 200mm 混凝土砌块 +8mmPb	120mm 混凝土 +3mmPb	1 个防护门 15mmPb	/
注: 1. 采用红砖的密度为 1.65g/cm <sup>3</sup> , 混凝土的密度为 2.35g/cm <sup>3</sup> , 混凝土砌块的密度为 2.0g/cm <sup>3</sup> ; 2. 本项目 PET 工作场所位于地下一层, 下方为混凝土+土层。					

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
防护器材 配备	<b>1、易清洗表面</b> PET工作场所控制区及监督区内各设备表面、工作台台面等平整光滑, 室内地面与墙壁衔接处无接缝, 易清洗、去污, 地面采取PVC材质;	工作场所内配备了 1 个 10mmPb 的注射器防护套, 配备了 1 个 15mmPb 防护提盒, 7 个 10mmPb 铅箱。注药候诊 2 室、抢救室、留观室内设置 3 张留观床间的设置 5mmPb 铅屏风, 减少患者之间的照射。
	<b>2、其他</b> (1) 分装质控注射室内 1 个正电子放射性药物接收柜、1 个手套箱。其中接收柜为 50mmPb; 1 个手套箱用于 <sup>18</sup> F 分装和质控, 尺寸约为 1.5m×0.5m×2.0m, 不锈钢外壳, 正面铅玻璃铅钢复合板作为防护, 其他防护面以铅钢复合板作为防护, 防护能力为 50mmPb。质控室与注射室均加锁;	
	(2) 分装质控注射室配备若干注射防护套, 注射器防护套为 10mmPb, 配备 2 个 15mmPb 防护提盒, 3 个 15mmPb 铅罐。	
	(3) 注药后候诊室内设置 2 张留观床间的设置 1.5mmPb 铅屏风, 减少患者之间的照射; (4) PET/CT 中心负一层辐射工作人员每人配置 1 只个人剂量计, 已配置个人剂量报警仪 6 部、1 台辐射监测仪、1 台表面污染监测仪, 1 套多点位辐射监测系统 (检测探头位于护士站、注射室、更衣间、分装质控室、PET 控制室)。	
	使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。	
	(5) 医护人员配置放射性污染防护服。	

	<p>(6) 应急去污用品</p> <p>场所配置一次性防水手套、气溶胶防护口罩、安全眼镜、防水工作服、胶鞋、去污剂或喷雾；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、不透水塑料布、一次性镊子。</p> <p>(7) 场所内分装质控室、注射室、控制区出入口等均设置门禁，无关人员不得入内，并建立放射性药物贮存使用台账。</p> <p>(8) 正电子放射性药物 (<math>^{18}\text{F}</math>、<math>^{11}\text{C}</math>) 有单支传送气动传输通道和 15mmPb 铅罐防护（具体见上文放射性药物路径描述）。</p> <p>(9) PET/CT扫描间防护门外均设计工作状态指示灯。防护门设计有门灯联动装置，并张贴电离辐射警告标志。</p>	
<p>密闭和通风要求</p>	<p>核医学工作场所分别设置了场所排风系统和手套箱排风系统。</p> <p>(1) PET/CT工作场所设置有专用通风系统,按照气流由清洁区向监督区、再向控制区的方向设计,控制区均采用微负压通风,气流总体根据非放射性区气压&gt;监督区气压&gt;控制区气压进行设计,使气体由非放射性区域流向监督区,再流向控制区。排风管道设反风阀,防止排风反流。控制区内各房间均设置通风管道,各房间的场所排风管道汇集至7号楼西侧排风管道,在PET/CT中心楼顶排放,综上所述,PET/CT工作场所排风系统设计符合HJ1188-2021和GBZ120-2020的规定。</p> <p>(2)核素操作(分装、质控等)均在密闭的手套箱内进行,操作时手套箱内保持负压。手套箱均设置单独的排气管道,手套箱顶壁安装1套活性炭高效过滤装置,可避免职业人员吸入放射性废气造成内照射影响。PET/CT工作场所手套箱的通风管道进入通风竖井,与场所排风系统排风管道合并,在PET/CT中心楼顶管道末端口排放。</p> <p>(3)根据设计资料,通风系统风速不小于0.5m/s。最终排放口均位于7号楼楼顶上方,高于楼顶3m后高于周围建筑物。</p> <p>(4)各排风管道末端以及密闭的手套箱顶壁共设置2套活性炭高效过滤装置(重量约3kg,约10L)。活性炭过滤装置采取柱状颗粒活性炭,去除效率不低于80%,按照厂家推荐的使用时间由厂家定期进行更换。</p>	<p>与环评一致</p>
<p>放射性废水收集、处理系统</p>	<p>1、放射性废液的收集</p> <p>PET/CT工作场所卫生通过间、淋浴区、患者专用卫生间、污洗间,以及控制区相关房间产生的放射性废液先通过专用管道收集进入相对较近的集水坑,再经提升泵和专用排水管道最终排入放射性废液处理系统,经市政管网排入李村河污水处理厂。</p>	<p>与环评基本一致</p>

	<p>2、放射性废水贮存、处理</p> <p>医院于PET/CT工作场所西南侧地下建设一套槽式放射性废液处理系统，用于处理本项目PET/CT工作场所产生的放射性废液，周围设置栅栏，防止无关人员靠近。且放射性废液处理系统靠近本项目PET/CT工作场所，可有效防止下水道较长导致管道内废水堆积等问题发生。</p> <p>放射性废液处理系统包括1个沉淀池、1个集水池、3个独立的衰变池和1个排水池，单个衰变池有效容积均为10.75m<sup>3</sup>。3个衰变池交替贮存，各电动控制阀旁设计有手动控制阀，电动控制阀损坏时使用。根据医院提供的资料，同时根据环评估算，PET/CT工作场所内每周产生的放射性废液总量为1.512m<sup>3</sup>，则单池充满时间约为10.75÷1.512≈7.10周，单个衰变池每14周(约98天，按照最后进入衰变池废水的停留衰变时间保守估算)排放一次，所含核素半衰期小于24小时，能够满足停留时间超过30天的要求，医院按照HJ1188-2021相关规定进行管理，安排专人负责放射性废液的暂存和处理，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间和监测结果等。</p> <p>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。</p>	
放射性固体废物收集、处理设施	<p>1、PET/CT工作场所内，患者在注射、候诊、留观等过程产生的被污染的注射器、针管、针头、棉签、手套、药棉、纱布、吸水纸、破碎杯皿及擦拭表面污染的一次性抹布、剩余放射性药物等，利用放射性废物桶进行收集。</p> <p>于分装质控室放置1个放射性废物桶(20mPb、5L)用于沾染正电子放射性药物(<sup>18</sup>F、<sup>11</sup>C)的废物收集；PET患者通道、留观室、注射后候诊室内各1个放射性废物桶(20mmPb、5L)用于沾染正电子放射性药物(<sup>18</sup>F、<sup>11</sup>C)的废物收集。存废间设置2个衰变箱(20mPb、单个50L)用于沾染正电子放射性药物(<sup>18</sup>F、<sup>11</sup>C)的废物暂存衰变。各房间每天收集的放射性固体废物转入存废间相应的衰变箱内。</p> <p>2、放射性废物桶内放置专用塑料袋，每袋废物重量不超过20kg，对于有尖刺和棱角的废物，医院预先进行包装处理，再装入塑料袋内。</p> <p>放射性废物桶及衰变箱外均张贴电离辐射标志，密封加盖。同时存废间内安装有通风换气装置，其防护门外张贴电离辐射警告标志，安装有门禁，污物间内不存放易燃、易爆、腐蚀性物品。</p> <p>3、衰变池内的大部分沉渣随放射性废液经设定的衰变时间后达到解控水平，经审管部门确认或批准，由切割式潜水泵粉碎后随废水一并排放，对于少量难于排出的沉渣确保达到清洁解控水平后，进行酸化预处理，然后排入</p>	与环评一致

	<p>医院污水处理站进一步处理。</p> <p>4、放射性废气处理系统更换的废活性炭属于放射性固体废物，存废间设置 2 个衰变箱，用于暂存手套箱及排风口末端更换的 2 套废活性炭，暂存至 30 天后，经检测达到清洁解控水平后按照医疗废物处置。本项目产生的放射性固体废物于存废间暂存，存废间防护门及墙体均具有屏蔽能力，同时放射性污物桶和衰变箱均具有屏蔽能力，医院应定期对污物桶外表面 30cm 处的剂量率进行检测，确保低于 2.5 μSv/h，以满足 HJ1188-2021 第 6.1.7 款、第 6.1.8 款要求。</p> <p>医院按照 HJ1188-2021 相关规定进行管理，在经设定时间存放并检测达标后可达到解控水平，按照医疗废物处理。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，并安排专人负责放射性固体废物存储和处理工作，建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、废物类别、重量、废物产生起始时间、责任人员、出库时间和监测结果等。</p> <p>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。</p>	
其他防护措施	<p>PET/CT 场所内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。控制区入口、边界等处设计有电离辐射警告标志，可对职业人员和公众人员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；机房控制室与注射后候诊室、留观室及扫描间之间设计有监控设备和对讲装置，扫描间防护门均设计有闭门装置、工作状态指示灯，且工作状态指示灯能够与防护门有效联动，可满足相关要求。</p>	与环评一致

### 3.5 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
项目设计、建设和运行过程中	<p>（一）严格落实辐射防护与安全管理制</p> <p>度。按照《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和防护管理办法》《山东省辐射污染防治条例》等要求，做好全过程辐射安全和防护措施，落实辐射安全管理制度、防护和安全保卫制度、污染防治责任制度。落实场所使用</p>	<p>已落实。</p> <p>医院严格落实了辐射安全管理责任制，制定了《辐射安全工作制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射监测计划和实施方案》、《仪器设备的使用、管理制度》、《体内放射性药品使用观察制度》、《放射性废物处理制度》、《放射性污染的紧急处理和报告制度》、</p>

<p>要认真落实《报告表》提出的各项环境污染防治和风险防范措施，并做好以下工作：</p>	<p>规定、装置操作规程、设备检修维护制度等，建立辐射安全管理档案。</p>	<p>《卫生防护制度》、《放射性药物采购使用管理制度》、《放射性药物配制、质控及记录制度》、《PET/CT 机器操作规程》、《放射性药品不良反应处理及报告制度》、《辐射设备检修维护制度》、《台账登记制度》、《自行检查和年度评估制度》以及《青岛市中心医疗集团放射性事故应急处理预案》等规章制度，建立了辐射安全管理档案。</p>
	<p>（二）做好辐射工作场所的防护和安全工作。严格落实《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的辐射防护要求和《报告表》提出的辐射与安全防护措施等，控制项目运营对周边环境的影响，避免对人员造成辐射伤害。</p> <p>严格落实《报告表》中辐射工作场所分区、选址和布局、屏蔽要求，对工程设计、施工材料等资料存档。落实工作场所控制区和监督区人员出入、个人防护、定期审查等辐射防护管理和职业照射控制措施。落实密闭和通风要求，控制区和监督区微负压通风，确保气体由非放射性区域流向监督区再流向控制区，排风管道设反风阀，防止排风反流。在醒目位置设置电离辐射警告标志，做好放射性工作场所内辐射安全与防护设施的建设与维护，确保辐射安全与防护设施有效。配备相应辐射监测仪器，落实监测计划，定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测，保存监测记录。</p>	<p>已落实。</p> <p>医院做好了辐射工作场所的防护和安全工作。严格落实了《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的辐射防护要求和《报告表》提出的辐射与安全防护措施等，通过现场检测数据，项目运营对周边环境的影响较小，可以避免对人员造成辐射伤害。</p> <p>医院落实了《报告表》中辐射工作场所分区、选址和布局、屏蔽等要求，对工程设计、施工材料等资料进行了存档。</p> <p>对工作场所分为控制区和监督区人员，对工作人员的出入、个人防护、等辐射防护管理定期进行审查，职业人员的年有效剂量进行控制。</p> <p>PET/CT 场所落实了密闭和通风要求，控制区和监督区微负压通风，能确保气体由非放射性区域流向监督区再流向控制区，排风管道设置了反风阀，防止排风反流。在醒目位置上设置电离辐射警告标志，能确保辐射安全与防护设施有效。配备了 1 台多功能辐射监测仪（可以监测表面污染和辐射剂量率）、1 台表面污染监测仪，落实了监测计划，后期定期对 PET-CT 工作场所及周围环境进行辐射监测，保存监测记录。</p>
	<p>（三）做好工作人员的辐射安全和防护工作。落实《中华人民共和国放射性污染防</p>	<p>已落实。</p> <p>本项目共配备 13 名辐射工作人员，均为现有 PET/CT 中心人员，均已参加国家核技术利用</p>

<p>治法》等有关要求，加强辐射工作人员辐射安全与防护的专业教育和培训，配备防护用品，配备个人剂量计，委托有资质单位定期对辐射工作人员进行个人剂量监测，建立和完善个人剂量监测档案，确保工作人员的辐射安全。</p>	<p>辐射安全与防护培训，并考核合格，考核证书到期后要及时参加国家核技术利用辐射安全与防护培训，做到持证上岗。</p> <p>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13名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。</p>
<p>（四）加强放射性物质、废物和废液管控。建立贮存的放射性物质、废物和废液暂存和处理台账，详细记录放射性废物和废液的核素名称、重量或体积、废物和废液产生起始日期、责任人员、出库或排放时间和监测结果等信息，定期检查通风系统活性炭过滤装置的有效性并及时更换，更换周期不超过厂家推荐的使用时间。</p>	<p>已落实。</p> <p>医院加强了放射性物质、废物和废液管控。建立了贮存的放射性物质、废物和废液暂存和处理台账，详细记录了放射性废物和废液的核素名称、重量或体积、废物和废液产生起始日期、责任人员、出库或排放时间和监测结果等信息，定期检查通风系统活性炭过滤装置的有效性并及时更换，更换周期不超过厂家推荐的使用时间。</p>
<p>（五）严格落实放射性“三废”收集处置措施。<sup>18</sup>F核素分装、质控等操作在密闭的手套箱内进行，手套箱安装1套活性炭高效过滤装置；控制区设专用通风系统，排风管道末端安装1套活性炭高效过滤装置。上述处理过的废气经排风管道一并由高于所在建筑物楼顶3米的排风口排放。</p> <p>注射<sup>18</sup>F、<sup>11</sup>C患者的排泄物（包括呕吐物）及清洗废水等放射性废液，通过专用管道排入沉淀池、集水池后，进入衰变池，停留衰变30天以上，达到解控水平后排入医院污水处理站后，处理后经市政管网排入李村河污水处理厂。</p> <p>通风系统过滤装置产生的废活性炭，含<sup>18</sup>F、<sup>11</sup>C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及剩余放射性药品等，置于放射性废物间的衰变箱内，暂存衰变30天以上，满足解</p>	<p>已落实。</p> <p>医院严格落实了放射性“三废”收集处置措施。<sup>18</sup>F核素分装、质控等操作在密闭的手套箱内进行，手套箱安装1套活性炭高效过滤装置；控制区设专用通风系统，排风管道末端安装1套活性炭高效过滤装置。上述处理过的废气经排风管道一并由高于所在建筑物楼顶3米的排风口排放。</p> <p>注射<sup>18</sup>F、<sup>11</sup>C患者的排泄物（包括呕吐物）及清洗废水等放射性废液，通过专用管道排入沉淀池、集水池后，进入衰变池，停留衰变30天以上，达到解控水平后排入医院污水处理站后，处理后经市政管网排入李村河污水处理厂。</p> <p>通风系统过滤装置产生的废活性炭，含<sup>18</sup>F、<sup>11</sup>C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及剩余放射性药品等，置于放射性废物间的衰变箱内，暂存衰变30天以上，满足解控水平后作为</p>

<p>控水平后作为一般医疗废物处置。集水池、衰变池内产生的少量沉渣停留衰变 30 天以上，随废水排入医院污水处理站处理。</p>	<p>一般医疗废物处置。集水池、衰变池内产生的少量沉渣停留衰变 30 天以上，随废水排入医院污水处理站处理。</p>
<p>(六) 严格落实环境风险防范措施。修订辐射事故应急预案，并到当地生态环境部门备案；对污染防治设施依法依规开展安全评价评估、事故隐患排查治理，并按规定报安全生产主管部门；配备必要的应急设备，定期开展应急培训和演练，有效防范并妥善处置突发环境事件，确保环境安全。</p>	<p>已落实。</p> <p>医院严格落实了环境风险防范措施。及时修订了辐射事故应急预案，并到当地生态环境部门备案；按时对污染防治设施依法依规开展安全评价评估、事故隐患排查治理，并按规定报安全生产主管部门；配备了应急设备，定期开展应急培训和演练，有效防范并妥善处置突发环境事件，确保环境安全。</p> <p>医院辐射项目运行至今，未发生过辐射安全事故。医院每年定期进行辐射事故应急演练，模拟辐射事故，编制应急演练记录，并对演练效果进行了总结和评价。</p>
<p>(七) 建立畅通的公众参与途径，主动接受社会监督，并及时回应和解决公众关切的环境问题，切实维护公众合法的环境权益。</p>	<p>已落实。</p> <p>待本项目通过竣工环保验收会后，在网站进行公示，主动接受社会监督，并及时回应和解决公众关切的环境问题，切实维护公众合法的环境权益。</p>

### 3.6 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，成立了医学工程部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《辐射安全工作制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射监测计划和实施方案》、《仪器设备的使用、管理制度》、《体内放射性药品使用观察制度》、《放

射性废物处理制度》、《放射性污染的紧急处理和报告制度》、《卫生防护制度》、《放射性药物采购使用管理制度》、《放射性药物配制、质控及记录制度》、《PET/CT 机器操作规程》、《放射性药品不良反应处理及报告制度》、《辐射设备检修维护制度》、《台账登记制度》、《自行检查和年度评估制度》以及《青岛市中心医疗集团放射性事故应急处理预案》等规章制度，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，PET-CT 等设备使用记录。

#### （2）操作规程

医院制定了《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

医院制定了《放射性事故应急处理预案》，于 2025 年 4 月 29 日开展了辐射事故应急演练。

#### （4）人员培训

医院制定了《放射工作人员培训制度》，本项目配备了 13 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《辐射监测计划和实施方案》，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 台多功能辐射监测仪进行辐射巡检；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 2024 年年度评估报告提报全国核技术利用辐射安全申报系统。

### 3.7 项目变动情况分析

根据核技术利用项目重大变动清单征求意见稿，本项目在性质、地点、规模、工艺流程、辐射安全防护措施等方面均未发生变动。



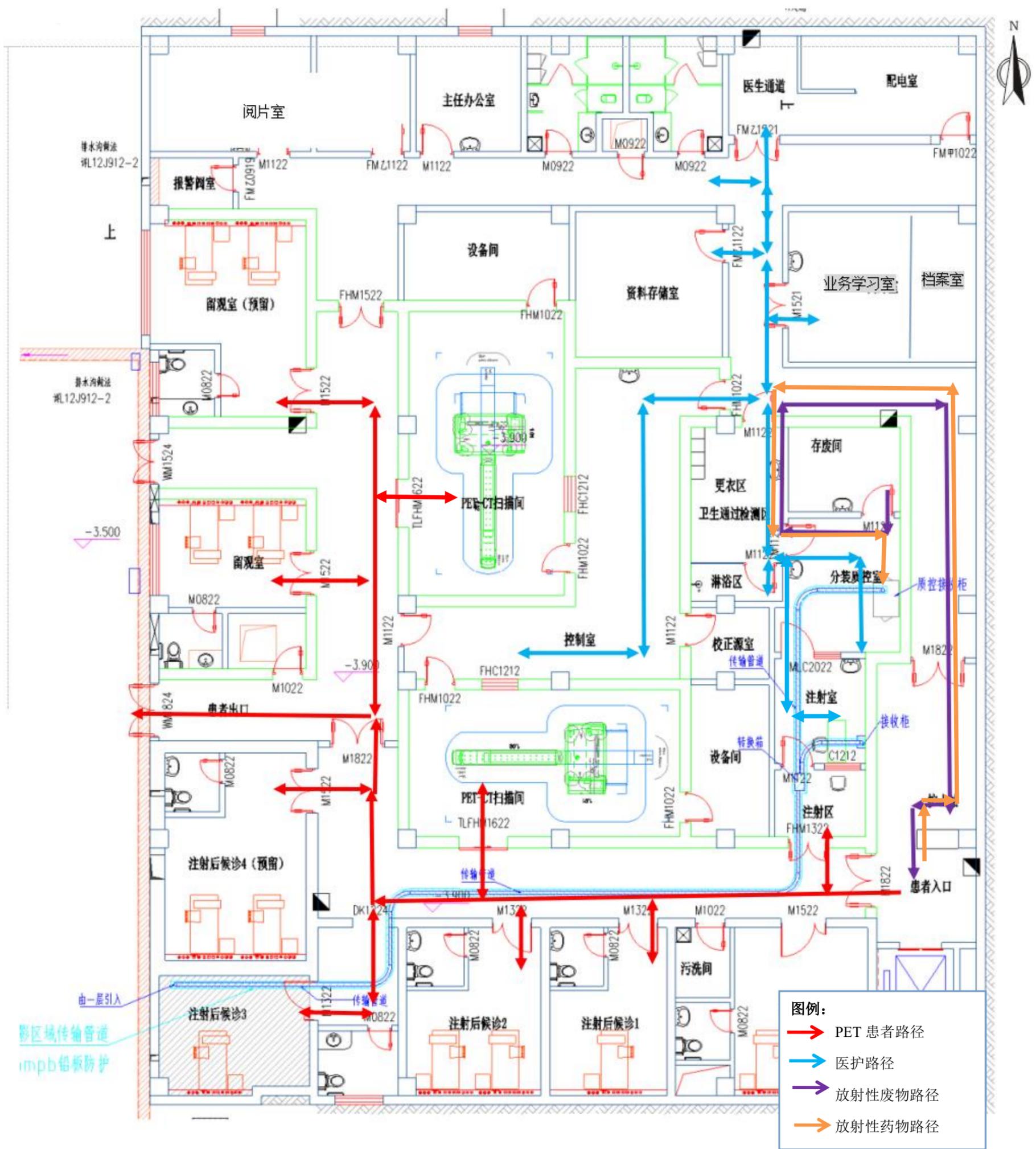


图 3-2 PET/CT 工作场所人流、物流图（地下一层）

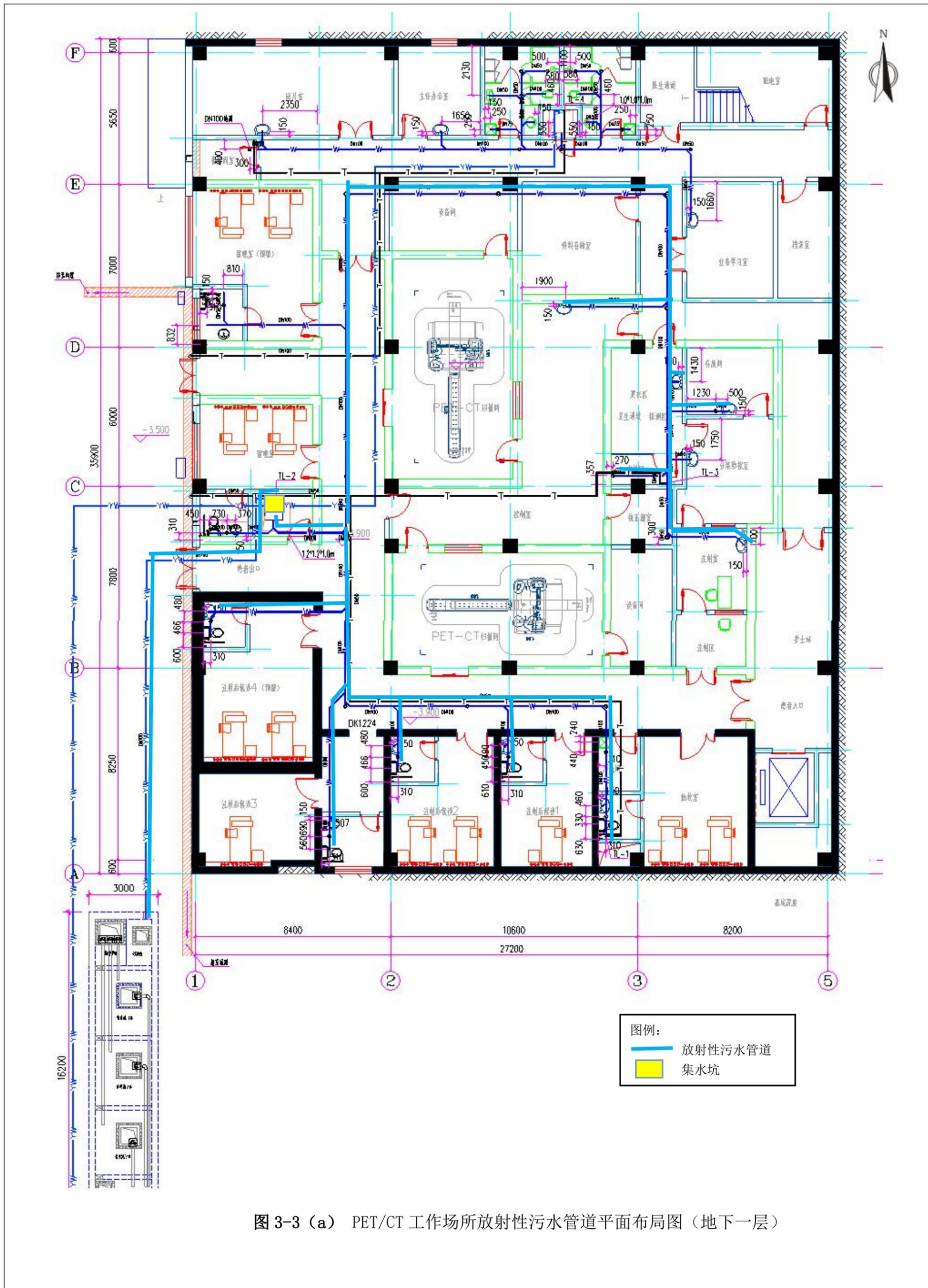


图 3-3 (a) PET/CT 工作场所放射性污水管道平面布局图 (地下一层)

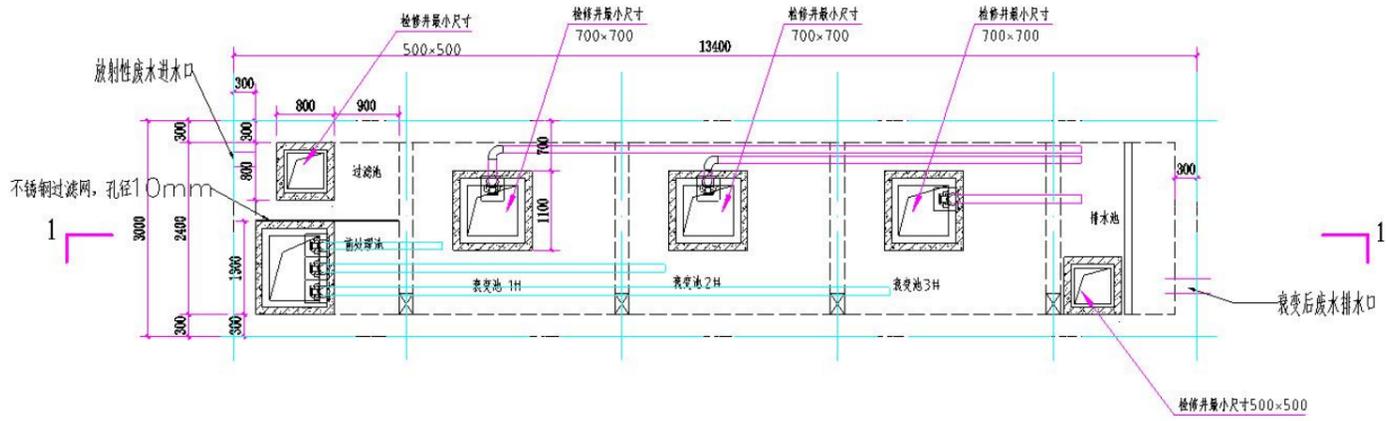


图 3-3 (b) PET/CT 工作场所新建衰变池平面布置示意图

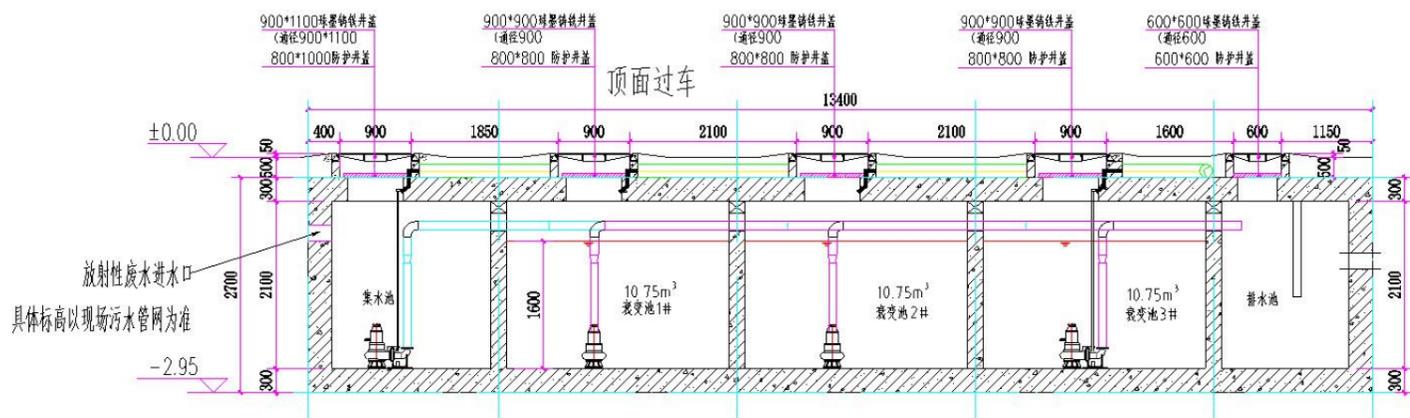


图 3-3 (c) PET/CT 工作场所新建衰变池剖示意图

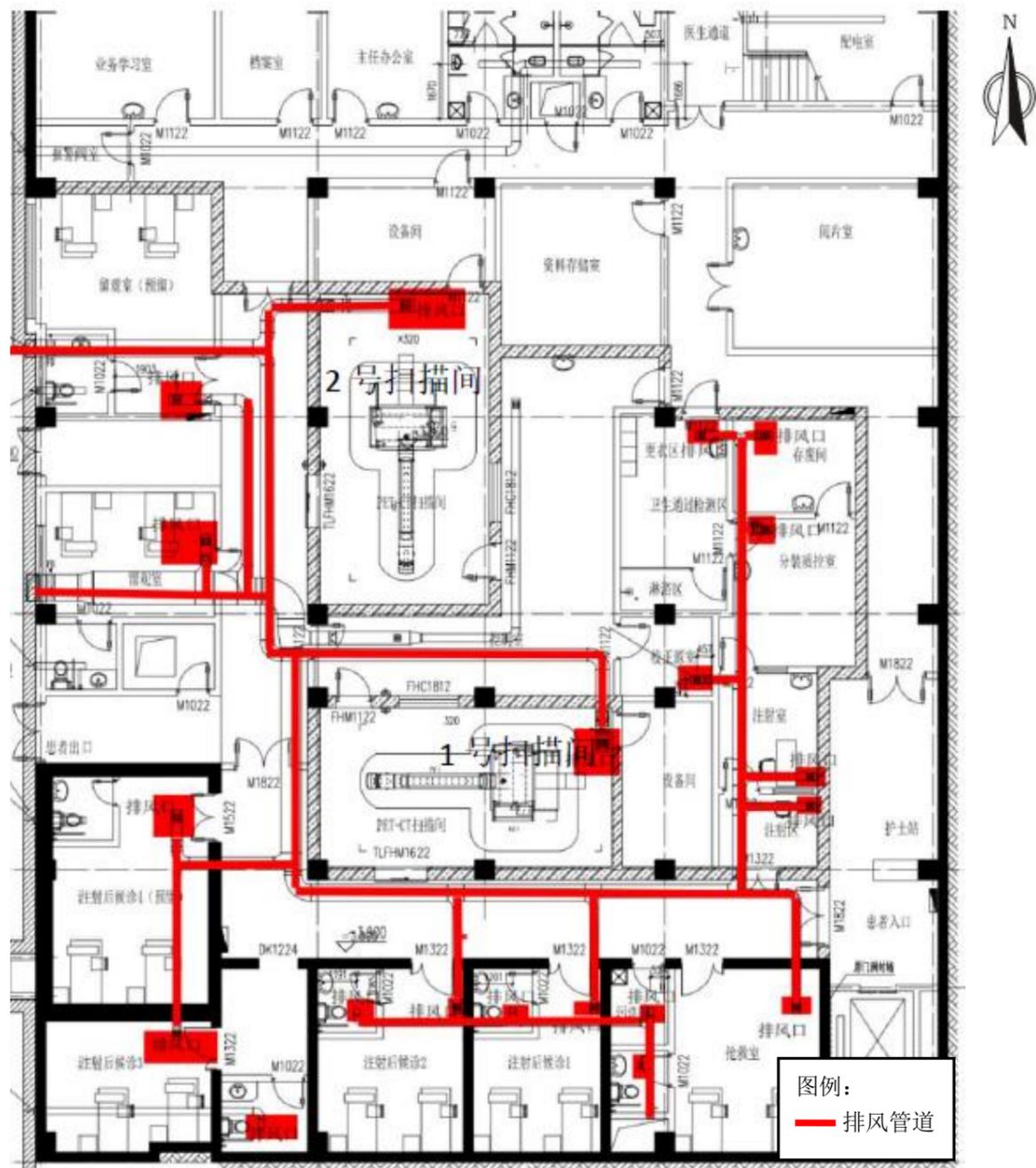


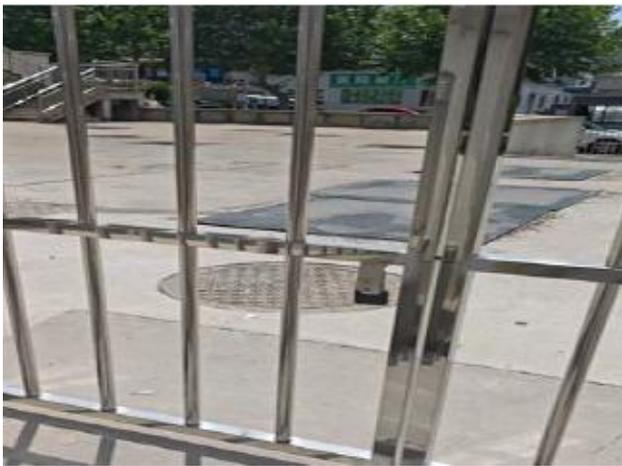
图 3-4 PET/CT 工作场所通风管道平面布局图 (地下一层)



规章制度上墙 (1)



规章制度上墙 (2)



衰变池



分装质控室电离辐射警告标志



存废间电离辐射警告标志



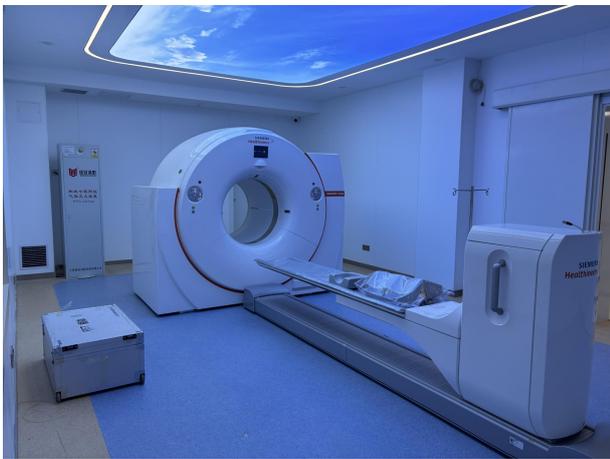
注射区电离辐射警告标志



护士站



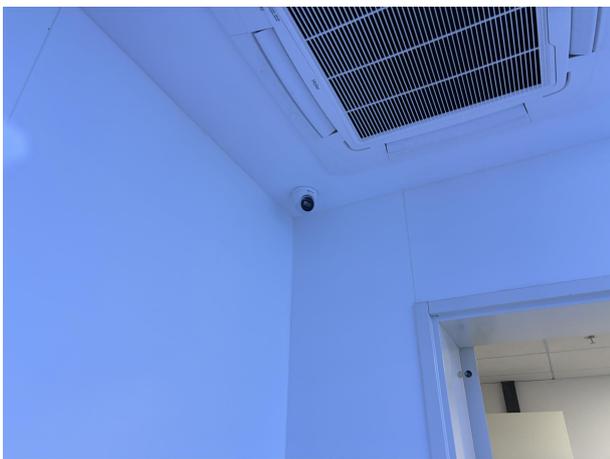
PET 场所指引地标



PET-CT



PET-CT 机房内急停按钮及观察窗



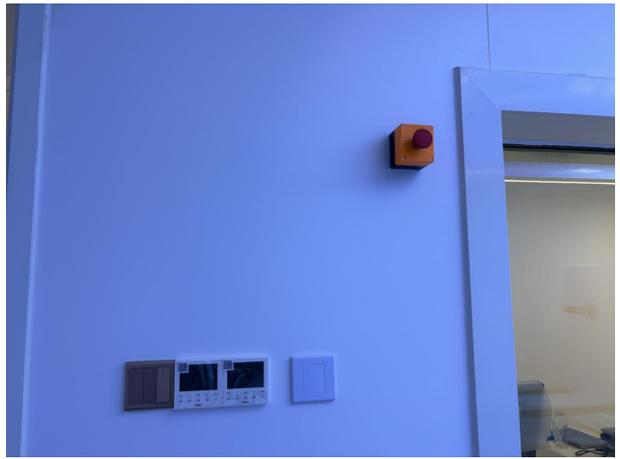
PET-CT 机房内视频监控



PET-CT 机房工作状态指示灯、电离辐射警告标志



PET-CT 操作台上急停按钮



PET-CT 机房内急停按钮



手套箱



分装质控室内



存废间内衰变箱



存废间内视频监控



衰变箱



衰变桶



辐射检测系统显示屏

图 3-5 现场图片

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

#### 4.1 环境影响报告表结论主要结论

1. 康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院)将 7 号楼负一层的库房改建为 PET/CT 工作场所,涉及非密封放射性物质  $^{18}\text{F}$  和  $^{11}\text{C}$  (利用 PET 中心一层回旋加速器(已取得辐射许可)生产);PET/CT 工作场所使用的 PET/CT 为 III 类射线装置。地下一层 PET/CT 工作场所日等效最大操作量为  $3.885 \times 10^7 \text{Bq}$ ,属乙级非密封放射性物质工作场所。本项目的开展,有利于提高医院放射治疗水平,具有良好的社会效益和经济效益,符合实践的正当性原则。

2. 经现场勘查,本项目位于 7 号楼地下一层,涉及区域周围人员相对流动较少。根据医院的院区布局及现场勘查,本项目周围 50m 范围内存在的环境敏感目标主要为医院西侧的办公楼、西北及西南侧的居民楼(医院家属楼)、北侧的发热门诊。项目周边的保护目标主要为评价范围内活动的职业人员和公众成员,经下文分析,本项目运行对保护目标的影响较小。

根据医院提供的图纸及现场勘查,本项目 PET 工作场所位于 7 号楼地下一侧,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,最终排风口远离周围高层建筑,满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)中关于选址的相关要求,故本项目选址合理。

##### 3. 现状监测

###### ① $\gamma$ 空气吸收剂量率

根据现状检测表明,拟建区域周围环境  $\gamma$  辐射剂量率室内检测结果范围为(104.3~137.1) nGy/h;室外环境保护目标处  $\gamma$  空气吸收剂量率范围为(89.3~119.3) nGy/h,均处于青岛市天然放射性本底水平范围内。

###### ② 土壤放射水平

根据监测结果,PET/CT 中心拟建工作场所周围土壤中总  $\beta$  放射性检测结果范围为( $1.12 \times 10^3 \sim 1.22 \times 10^3$ ) Bq/kg,略高于南水北调山东段沿线土壤中的总  $\beta$  放射性水平。

##### 4. 运营期环境影响分析结论

1) 本项目工作场所各功能间采取了辐射防护措施,经预测分析和理论计算,在现有核素使用量条件下,核医学工作场所内、外的辐射水平均低于本评价确定的相应辐射剂量率日标控制值,对环境是安全的。

2) 人员所受剂量估算:

①辐射工作人员所受剂量: PET/CT 工作场所每组辐射工作人员人均身体躯干、眼晶体年及手部所受剂量分别低于本次评价提出的辐射工作人员躯干 5mSv/a、四肢(手和脚) 125mSv/a 眼晶体 37.5mSv/a 年管理剂量约束值的要求。

②公众受照剂量: 负一层 PET 工作场所边界外公众可到达区域年受到的有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的公众 1mSv 的年有效剂量限值, 同时低于本评价提出的 0.1mSv 的公众成员年管理剂量约束值。

3) 放射性废气: 本项目使用的  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  均属于非挥发性核素, 正常操作过程中放射性气体产生极少; 本项目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, 通风系统设置活性炭高效过滤装置, 排风口均位于楼顶上方, 高于楼顶 3m, 因此本项目产生的放射性废气对周围环境影响较小。

4) 放射性废液: 核素应用过程中产生的放射性废液排入放射性废液处理系统, 在目前核素用量和废水处理系统设计条件下:

本项目西南侧放射性废液衰变系统单个衰变池每 14 周(约 98 天)排放一次, 所含核素半衰期小于 24 小时, 能够满足停留时间超过 30 天的要求, 经估算, 排放时废水中  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  近似为 0。由此可知, 废水经放射性废液衰变系统处理后, 外排废水中核素浓度远低于《电离辐射防护与辐射源基本安全标准》(GB 18871-2002) 规定的放射性废液月排放限值和一次排放限值。排放浓度也满足《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021) 中放射性废液总排放口总  $\beta$  不大于 10Bq/L 的要求。

5) 放射性固体废物: PET/CT 工作场所每周产生 10.5L 含  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  的放射性固废, 产生的放射性固废放置于存废间 50L 的衰变箱内暂存衰变, 暂存时间为 33.3 天, 以上核素半衰期均小于 24 小时, 暂存时间满足 HJ1188-2021 第 7.3.3.1 款 a) 要求。PET 放射诊断区更换的废活性炭暂存在存废间内 50L 的衰变箱内暂存衰变, 满足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 天的要求, 经检测辐射剂量率满足所处环境本底水平,  $\beta$  表面污染小于 0.8Bq/cm<sup>3</sup> 后, 达到解控水平, 按照医疗废物处置。

6) 分区管理: 根据 GB18871-2002 及 GBZ120-2006 的有关规定, 工作场所划分为“控制区”和“监督区”进行管理。

5. 医院已成立放射防护安全管理委员会, 负责医院的辐射防护与安全工作, 并按照有关

要求建立健全了各项规章制度。制定的防护制度,正常情况下可以确保工作人员和公众成员的安全;制定的辐射事故应急预案正常情况下可以应对突发事件的发生。

6. 在已有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,康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院)PET-CT工作场所应用项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件,切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施,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

《青岛市生态环境局关于康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院)PET-CT工作场所应用项目环境影响报告表的批复》提出审批意见如下:

一、项目位于市北区四流南路127号康复大学青岛中心医院,将7号楼地下一层库房改建为PET/CT工作场所,使用 $^{18}\text{F}$ 和 $^{11}\text{C}$ 进行诊断,日等效最大操作量为 $3.885\times 10^7\text{Bq}$ ,为乙级非密封放射性物质工作场所。场所内新设2台PET/CT,为III类射线装置。配套建设槽式放射性废水处理系统1套,活性炭装置2套。一层原PET/CT工作场所 $^{18}\text{F}$ 和 $^{11}\text{C}$ 使用区域停用。

$^{18}\text{F}$ 每日最大诊断量为20人次,最大用量 $1.11\times 10^{10}\text{Bq}$ ,全年最多开展5200人次诊断; $^{11}\text{C}$ 每日最大诊断量为5人次,最大用量 $2.775\times 10^9\text{Bq}$ ,全年最多开展80人次诊断。放射性物质 $^{18}\text{F}$ 的生产及 $^{11}\text{C}$ 的生产、分装和质控依托医院一层现有回旋加速器、PET/CT校准源、原PET/CT工作场所退役均不在本次评价范围内。

本项目总投资3549万元,其中环保投资50万元。

根据《报告表》结论和技术评估意见,我局原则同意《报告表》中所列建设项目的性质、规模、地点和生态环境保护措施。

二、项目设计、建设和运行过程中要认真落实《报告表》提出的各项环境污染防治和风险防范措施,并做好以下工作:

(一)严格落实辐射防护与安全管理制。按照《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和防护管理办法》《山东省辐射污染防治条例》等要

求，做好全过程辐射安全和防护措施，落实辐射安全管理制度、防护和安全保卫制度、污染防治责任制度。落实场所使用规定、装置操作规程、设备检修维护制度等，建立辐射安全管理档案。

（二）做好辐射工作场所的防护和安全工作。严格落实《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中的辐射防护要求和《报告表》提出的辐射与安全防护措施等，控制项目运营对周边环境的影响，避免对人员造成辐射伤害。

严格落实《报告表》中辐射工作场所分区、选址和布局、屏蔽要求，对工程设计、施工材料等资料存档。落实工作场所控制区和监督区人员出入、个人防护、定期审查等辐射防护管理和职业照射控制措施。落实密闭和通风要求，控制区和监督区微负压通风，确保气体由非放射性区域流向监督区再流向控制区，排风管道设反风阀，防止排风反流。在醒目位置设置电离辐射警告标志，做好放射性工作场所内辐射安全与防护设施的建设与维护，确保辐射安全与防护设施有效。配备相应辐射监测仪器，落实监测计划，定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测，保存监测记录。

（三）做好工作人员的辐射安全和防护工作。落实《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关要求，加强辐射工作人员辐射安全与防护的专业教育和培训，配备防护用品，配备个人剂量计，委托有资质单位定期对辐射工作人员进行个人剂量监测，建立和完善个人剂量监测档案，确保工作人员的辐射安全。

（四）加强放射性物质、废物和废液管控。建立贮存的放射性物质、废物和废液暂存和处理台账，详细记录放射性废物和废液的核素名称、重量或体积、废物和废液产生起始日期、责任人员、出库或排放时间和监测结果等信息，定期检查通风系统活性炭过滤装置的有效性并及时更换，更换周期不超过厂家推荐的使用时间。

（五）严格落实放射性“三废”收集处置措施。<sup>18</sup>F核素分装、质控等操作在密闭的手套箱内进行，手套箱安装1套活性炭高效过滤装置；控制区设专用通风系统，排风管道末端安装1套活性炭高效过滤装置。上述处理过的废气经排风管道一并由高于所在建筑物楼顶3米的排风口排放。

注射<sup>18</sup>F、<sup>11</sup>C患者的排泄物（包括呕吐物）及清洗废水等放射性废液，通过专用管道排入沉淀池、集水池后，进入衰变池，停留衰变30天以上，达到解控水平后排入医院污水处理站后，处理后经市政管网排入李村河污水处理厂。

通风系统过滤装置产生的废活性炭，含<sup>18</sup>F、<sup>11</sup>C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及剩余放射性药品等，置于放射性废物间的衰变箱内，暂存衰变30天以上，满足解控水平后作为一般医疗废物处置。集水池、衰变池内产生的少量沉渣停留衰变30天以上，随废水排入医院污水处理站处理。

（六）严格落实环境风险防范措施。修订辐射事故应急预案，并到当地生态环境部门备案；对污染防治设施依法依规开展安全评价评估、事故隐患排查治理，并按规定报安全生产主管部门；配备必要的应急设备，定期开展应急培训和演练，有效防范并妥善处置突发环境事件，确保环境安全。

（七）建立畅通的公众参与途径，主动接受社会监督，并及时回应和解决公众关切的环境问题，切实维护公众合法的环境权益。

三、项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动时，须依法重新报批环评文件。本《报告表》批准之日起超过5年方决定开工建设的，环评文件须报我局重新审核。

四、项目建设须严格执行配套建设的辐射污染防治设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的“三同时”制度。应将优化和细化后的各项生态环境保护措施及概算纳入到设计和施工等招标文件及合同，并明确责任。项目建成后须按规定开展竣工环保验收，经验收合格并依法取得辐射安全许可证后，方可正式投入运行，并依法向社会公开环境保护设施验收报告。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

### 5.1 监测单位

本项目检测单位为山东省环科院环境检测有限公司，单位具有相关 CMA 检测资质。

### 5.2 人员能力

监测人员均已通过相关辐射环境检测机构技术人员上岗考核，持证上岗。监测人员按操作规程操作仪器，检测仪器在使用前、后进行性能检查，确保工作状态正常，并做好现场记录。

### 5.3 质量保证及质量控制

#### 5.3.1 质量保证

##### 1. 公司资质

本项目检测单位为山东省环科院环境检测有限公司，是一家专业的环境检测机构，有完整的组织管理机构体系和检测工作体系，包括评价标准规范、规程标准体系以及国家计量认证的质量检验机构体系。公司装备有一批精良的仪器设备。核与辐射监测检验范围包括环境监测、放射性及放射性核素检测、土壤、水和废水、空气和废气检测。拥有便携式中子剂量当量仪、便携式 X- $\gamma$  剂量率仪、表面污染测量仪、低本底  $\alpha$   $\beta$  测量仪等大中型核与辐射监测与其它仪器及辅助设备。

##### 2. 监测人员素质

从事检测的工作人员均具有承担该项任务的知识水平和业务水平，经过上岗培训，并考核合格后上岗操作。

##### 3. 计量、监测仪器的检定和监测方法的选用

计量、监测仪器都有合格证书并按国家质量管理体系的规定进行刻度或检定，并经常参加国家有关部门组织的比对，并在使用前均认真地进行了仪器的自检；采用国家标准推荐的监测方法，以保证监测结果的准确与可靠。

#### 5.3.2 质量控制

##### 1. 计划阶段质量控制

根据项目建设内容、环境特征、流出物特性和环境影响报告表中的相关要求，检测单位成立项目组，编制了《康复大学青岛中心医院 PET-CT 工作场所应用项目竣工环境保护验收检

测方案》，确保满足项目实施要求。

## 2. 采样过程中质量控制

### (1) 仪器检定质量控制

仪器设备管理主要是通过建立仪器设备台帐，指定专人保管；用要求填写使用记录本。

对于每个监测点位，均通过监测平台记录经纬度坐标，保证点位可重现性，保证后续测量数据的持续可比性。

### (2) 测量质量控制

测量采用统一的原始记录，详细记录测点名称、地点、日期、天气情况、温湿度等信息。要求字迹清楚，不随意涂改，以备随时查阅，并及时整理电子档案。

### (3) 采样质量控制

1) 保证采样器和样品容器的清洁，防止交叉污染。严格遵守采样操作规范，采集足够的样品量。

2) 详细填写采样记录，包含准确的点位信息，检测指标，采样时间等信息。

3) 样品送达实验室后，接样人员和送样人员清点样品。分析人员对分析完毕的样品，加贴状态标识以免发生混淆，使样品具有可追溯性。

4) 接样人员将接收的样品放于样品室内，同时防止挤压、刺破样品袋。

5) 样品如遇意外损坏或丢失，应详细记录其情况，及时采取补救措施。

6) 为了避免分析的样品在存储、处置和监测过程中发生非正常损坏，样品应分类存放，以保证分析结果的准确可靠。

## 3. 实验室处理过程中的质量控制

### (1) 仪器检定质量控制

实验室建立了严格的规章制度，采用国家标准推荐的分析方法，并使用标准物质对质量进行控制，同时对测量装置定期进行性能检验。实验室分析测试仪器设备根据国家检定规程定期对测量仪器进行检定，检定或校准所用标准源、标准参考物质或计量器具，应根据国家规定的准确度等级正确的使用。

### (2) 实验过程中质量控制

样品的预处理和分析测量方法应采用国标、行标或技术规范的方法。任何操作人员不得擅自修改常规采用的方法或程序。为了发现和确定样品的预处理、分析过程中的沾污和提供

适当扣除本底的资料，以及为检查实验用水和化学试剂的放射性及分析人员的操作能力，在分析时应同时分析测量空白样品，且空白样品与待测样品同时进行预处理和分析测量。空白样品的计数率与仪器本底的计数率应没有明显的差异。

实验室分析测量人员必须经过专业培训，不经考试合格不能独立从事分析测量工作。

#### **4. 成果质量控制**

严格按照规定的程序进行数据的记录、检查、复审、保存。内部成果审查采用三级质量检查制度，即项目负责人、审核人、授权签字人三级审核。

**表 6 验收监测内容**

为掌握本项目工作场所正常运行情况下周围的辐射环境水平，对本期验收的核医学工作场所及周围环境进行了X-γ辐射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），本次对工作场所上、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。

**1、监测项目**

X-γ辐射剂量率、β表面污染、放射性废水总α总β放射性、土壤中总β。

**2、监测点位**

依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《表面污染测定第一部分β发射体（Eβ MAX>0.15MeV）和α发射体》（GB/T 14056.1-2008）等相关要求，进行PET-CT应用项目现场布点，布点示意图见图6-1。

**3、监测时间与环境条件**

（1）X-γ辐射剂量率及β表面污染

时间：2025年4月23日

天气：晴；环境温度（℃）：16~19；相对湿度（%RH）：42~45。

（2）衰变池放射性废水总β

取样时间：2025年4月23日；测试时间：2025年4月24日-2025年5月13日。

（3）土壤中总β

取样时间：2025年4月23日；测试时间：2025年4月24日-2025年5月13日。

**4、监测仪器**

①X-γ辐射剂量率检测仪器

**表 6-1 X-γ辐射剂量率检测仪器及仪器技术指标**

仪器名称	型号	编号	仪器校准/检定	技术指标
便携式 X-γ 剂量率仪	FH40G-L+ FHZ672E- 10	YQ0775	校准单位：山东省计量 科学研究院；证书编号： Y16-20250724 有效期 至：2026年4月1日	主机测量范围：10nSv/h~100mSv/h； 主机能量范围：36keV~1.3MeV； 探头测量范围：1nSv/h~100μSv/h； 探头能量范围：40keV~4.4MeV；

## ② β 表面污染检测仪器

表 6-2 β 表面污染检测仪器及仪器技术指标

仪器名称	型号	编号	仪器校准/检定	技术指标
a、β 表面污染测量仪	CoMo170 型	YQ0982	校准单位：山东省计量科学研究院；证书编号：Y15-20250079 有效期至：2026 年 4 月 8 日	测量范围：α 通道：0~5000cps；β 通道：0~50000cps 探测面积：170cm <sup>2</sup>

## ③总 α 总 β 检测仪器

表 6-3 低本底 α β 测量仪及仪器技术指标

仪器名称	型号	编号	仪器校准/检定	技术指标
低本底 α β 测量仪	FYFS-400X	YQ0785	检定单位：山东省计量科学研究院；证书编号：Y15-20250082；有效期至：2027 年 3 月 30 日	单位面积平均本底计数率（计数 cm <sup>-2</sup> *min <sup>-1</sup> ）：α ≤ 0.013 β ≤ 0.145；效率比：α ≥ 70% β ≥ 49.7%；串道比：α 射线对 β 道 ≤ 2.29% β 射线对 α 道 ≤ 0.56%

## 5、监测方法

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的要求和方法进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，每个监测点读取 10 个测量值为一组，取其平均值，经过仪器效率校准并扣除宇宙射线响应值后作为最终测量结果。

依据《表面污染测定 第 1 部分 第一部分 β 发射体（ $E_{\beta \max} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）的要求进行表面污染的检测。

实验室依据《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》（HJ 898-2017）、《水质总 β 放射性的测定 厚源法》（HJ 899-2017）等相关要求对放射性废水及医院内土壤进行检测，经前处理后测量样品总 β 放射性活度浓度，计算得最终结果。

## 6、监测技术规范

- (1) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- (2) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。
- (3) 《表面污染测定 第 1 部分 第一部分 β 发射体（ $E_{\beta \max} > 0.15\text{MeV}$ ）和 α 发射体》

(GB/T14056.1-2008) ;

(4) 《水质 总α放射性的测定 厚源法》(HJ 898-2017) ;

(5) 《水质 总β放射性的测定 厚源法》(HJ 899-2017)。

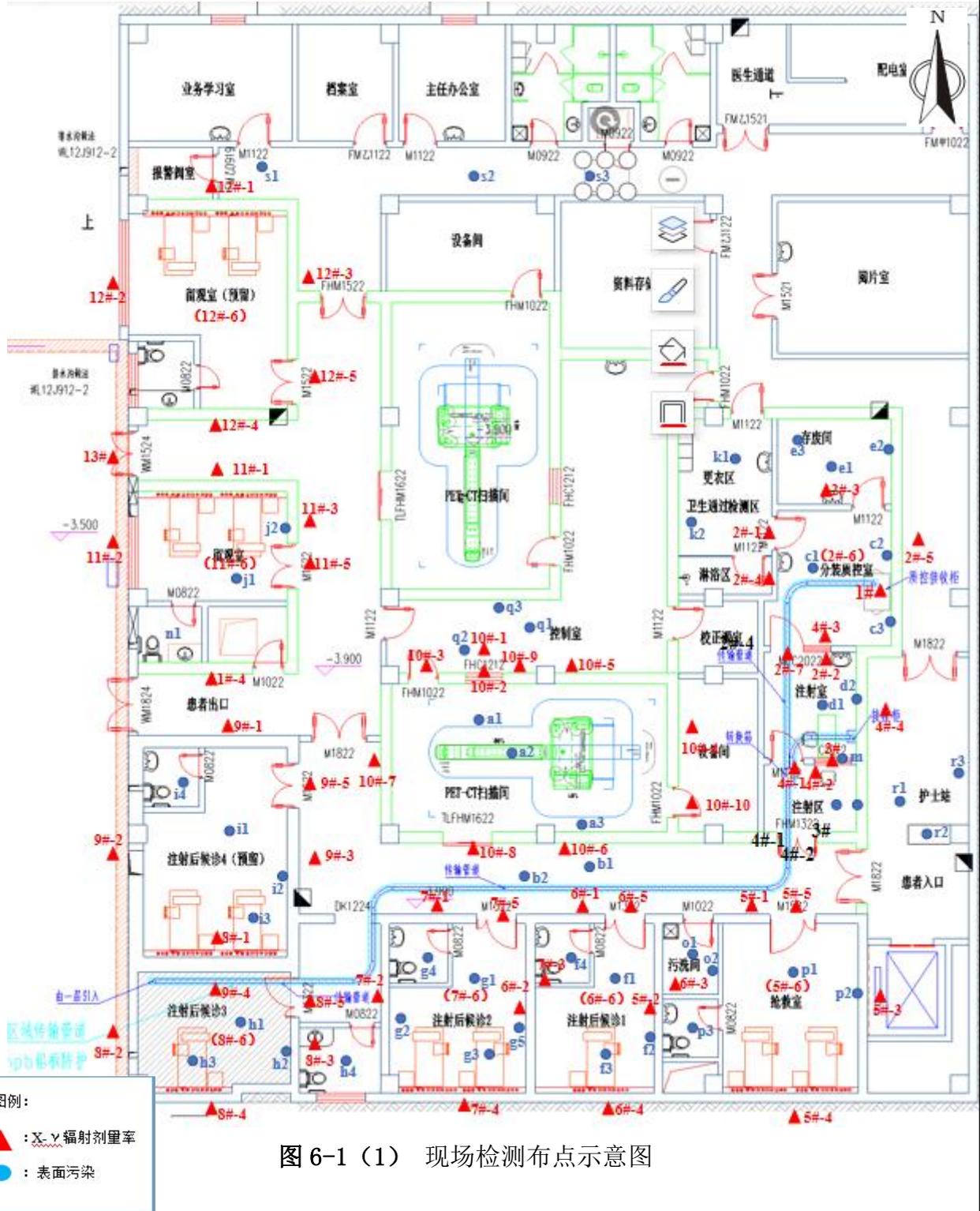


图 6-1 (1) 现场检测布点示意图



图 6-1 (2) 现场检测布点示意图

## 表 7 验收监测

### 7.1 验收监测期间生产工况记录

本次竣工环保验收工况见下表：

表 7-1 PET-CT 工作场所验收监测工况一览表

验收内容	工作场所	额定工况	验收工况
PET-CT 工作场所	7 号楼负一层	$^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ ：每人最大用量为 $5.55 \times 10^8 \text{Bq}$ (15mCi)	检测时手套箱内为 $^{18}\text{F}$ 共 15mCi；其余房间放置每人最大用量 (Bq)： $^{18}\text{F}$ $5.55 \times 10^8 \text{Bq}$ (15mCi)
备注：验收工况满足《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》中“验收监测应当在确保主体工程工况稳定、环境保护设施运行正常的情况下进行”要求。			

### 7.2 验收监测结果

康复大学青岛中心医院 PET/CT 工作场所内及周围环境敏感目标 X- $\gamma$  辐射剂量率结果见表 7-2，医院 PET/CT 工作场所内  $\beta$  表面污染结果见表 7-3。

表 7-2 PET/CT 工作场所内及周围环境敏感目标 X- $\gamma$  辐射剂量率结果 (nSv/h)

序号	点位描述	检测结果	标准差	备注
1#-1	分装质控室手套箱西侧外表面	159.0	1.0	/
1#-3	分装质控室手套箱观察窗外 30cm 处	311.1	2.1	/
1#-4	分装质控室手套箱北侧外表面 30cm 处	152.4	0.9	/
1#-5	分装质控室手套箱南侧外表面 30cm 处	162.6	0.9	/
1#-6	手套箱左伸手孔	327.0	0.6	/
1#-7	手套箱右伸手孔	396.1	0.6	/
2#-1	分装质控室西墙门外 30cm 处	1.179	0.006	$\mu\text{Sv/h}$
2#-2	分装质控室南墙外 30cm 处	263.0	0.7	/
2#-3	分装质控室北墙外 30cm 处	471.5	0.6	/
2#-4	分装质控室西墙外 30cm 处	817.2	0.9	/
2#-5	分装质控室东墙外 30cm 处	776.3	0.9	/
2#-6	分装质控室楼上距地面 100cm 处	349.3	1.1	/

序号	点位描述	检测结果	标准差	备注
2#-7	分装质控室南门外 30m	2.018	0.004	$\mu$ Sv/h
3#-1	注射时工作人员手部	1.110	0.004	$\mu$ Sv/h
3#-2	注射时工作人员身体部位	342.6	0.6	/
3#-3	注射窗外 30cm 处	1.053	0.005	$\mu$ Sv/h
4#-1	注射室门外 30cm 处(南侧)	6.331	0.004	$\mu$ Sv/h
4#-2	注射室南墙外 30cm 处	410.2	0.7	/
4#-3	注射室北墙外 30cm 处	2.857	0.008	$\mu$ Sv/h
4#-4	注射室东墙外 30cm 处	329.6	3.6	/
5#-1	抢救室北墙外 30cm 处	175.6	0.7	/
5#-2	抢救室西墙外 30cm 处	1.589	0.004	$\mu$ Sv/h
5#-3	抢救室东墙外 30cm 处	154.6	0.7	/
5#-4	抢救室南墙外 30cm 处	127.3	0.8	/
5#-5	抢救室门外 30cm 处	1.413	0.005	$\mu$ Sv/h
5#-6	抢救室楼上距地面 100cm 处	203.9	1.2	/
6#-1	注射后候诊室 1 北墙外 30cm 处(候诊一室)	136.1	0.8	/
6#-2	注射后候诊室 1 西墙外 30cm 处	218.8	0.6	/
6#-3	注射后候诊室 1 东墙外 30cm 处	173.0	0.7	/
6#-4	注射后候诊室 1 南墙外 30cm 处	126.6	0.6	/
6#-5	注射后候诊室 1 门外 30cm 处	1.040	0.004	$\mu$ Sv/h
6#-6	注射后候诊室 1 楼上距地面 100cm 处	328.0	0.6	/
7#-1	注射后候诊室 2 北墙外 30cm 处(候诊二室)	164.6	0.8	/
7#-2	注射后候诊室 2 西墙外 30cm 处	185.6	0.7	/
7#-3	注射后候诊室 2 东墙外 30cm 处	218.6	0.6	/

序号	点位描述	检测结果	标准差	备注
7#-4	注射后候诊室 2 南墙外 30cm 处	130.8	0.6	/
7#-5	注射后候诊室 2 门外 30cm 处	1.109	0.005	$\mu$ Sv/h
7#-6	注射后候诊室 2 楼上距地面 100cm 处	411.8	0.7	/
8#-1	注射后候诊室 3 北墙外 30cm 处(候诊三室)	145.6	0.6	/
8#-2	注射后候诊室 3 西墙外 30cm 处	126.8	0.7	/
8#-3	注射后候诊室 3 东墙外 30cm 处 卫生间	131.5	0.9	/
8#-4	注射后候诊室 3 南墙外 30cm 处	130.8	0.6	/
8#-5	注射后候诊室 3 门外 30cm 处	838.0	0.7	/
8#-6	注射后候诊室 3 楼上距地面 100cm 处	351.4	1.6	/
9#-1	注射后候诊室 4 北墙外 30cm 处	152.4	0.7	/
9#-2	注射后候诊室 4 西墙外 30cm 处	129.7	0.7	/
9#-3	注射后候诊室 4 东墙外 30cm 处	152.7	0.6	/
9#-4	注射后候诊室 4 南墙外 30cm 处	139.5	1.0	/
9#-5	注射后候诊室 4 门外 30cm 处	551.3	1.0	/
10#-1	PET-CT 扫描间控制室操作位	242.8	0.8	/
10#-2	PET-CT 扫描间观察窗外 30cm 处	159.9	0.8	/
10#-3	PET-CT 扫描间小防护门中间外 30cm 处	106.0	0.6	/
	PET-CT 扫描间小防护门下侧门缝外 30cm 处	108.9	0.6	/
	PET-CT 扫描间小防护门左侧门缝外 30cm 处	114.0	0.7	/
	PET-CT 扫描间小防护门右侧门缝外 30cm 处	114.6	0.6	/
10#-4	PET-CT 扫描间东墙外 30cm 处	153.5	0.7	/
10#-5	PET-CT 扫描间北墙外 30cm 处	152.4	0.6	/
10#-6	PET-CT 扫描间南墙外 30cm 处	168.7	0.7	/

序号	点位描述	检测结果	标准差	备注
10#-7	PET-CT 扫描间西墙外 30cm 处	174.1	0.6	/
10#-8	PET-CT 扫描间大防护门中间外 30cm 处	274.4	1.1	/
	PET-CT 扫描间大防护门下侧门缝外 30cm 处	423.0	0.6	/
	PET-CT 扫描间大防护门上侧门缝外 30cm 处	463.5	1.0	/
	PET-CT 扫描间大防护门左侧门缝外 30cm 处	272.9	0.7	/
	PET-CT 扫描间大防护门右侧门缝外 30cm 处	426.8	0.6	/
10#-9	PET-CT 扫描间管线口处	219.9	0.6	/
10#-10	PET-CT 扫描间东侧防护门	420.1	0.6	/
11#-1	留观室 1 北墙外 30cm 处	205.4	0.7	/
11#-2	留观室 1 西墙外 30cm 处	337.6	0.7	/
11#-3	留观室 1 东墙外 30cm 处	232.8	0.7	/
11#-4	留观室 1 南墙外 30cm 处	198.3	1.0	/
11#-5	留观室 1 门外 30cm 处	545.2	0.7	/
11#-6	留观室 1 楼上距地面 100cm 处	156.3	0.6	/
12#-1	留观室 2 北墙外 30cm 处	94.2	0.6	/
12#-2	留观室 2 西墙外 30cm 处	182.1	1.3	/
12#-3	留观室 2 东墙外 30cm 处	140.2	0.6	/
12#-4	留观室 2 南墙外 30cm 处	161.2	0.8	/
12#-5	留观室 2 门外 30cm 处	261.9	0.6	/
12#-6	留观室 2 楼上距地面 100cm 处	158.7	0.8	/
11#-1	留观室 1 北墙外 30cm 处	205.4	0.7	/
13#-1	患者出口防护门外 30cm 处	275.0	0.7	/
13#-2	患者出口防护门南门缝外 30cm 处	288.3	0.6	/

序号	点位描述	检测结果	标准差	备注
13#-3	患者出口防护门北门缝外 30cm 处	284.3	0.7	/
13#-4	患者出口防护门上门缝外 30cm 处	262.4	0.8	/
13#-5	患者出口防护门下门缝外 30cm 处	332.1	0.7	/
14#	衰变池表面 30cm 处	118.8	0.6	/
15#	PET/CT 工作场所西北约 10m 居民楼（医院家属楼）	111.8	0.6	/
16#	PET/CT 工作场所西北约 30m 居民楼（医院家属楼）	92.0	0.6	/
17#	PET/CT 工作场所西侧约 10m 办公楼（医院家属楼）	128.5	0.5	/
18#	PET/CT 工作场所西南约 16m 居民楼（医院家属楼）	122.5	0.7	/
19#	PET/CT 北侧 30m 发热门诊	106.7	0.5	/

注：①表格中 X-γ 辐射剂量率数据已扣除宇宙射线响应值（ $12.9 \pm 0.3$ ）nSv/h；  
②检测时各房间内放置 15mCi 的  $^{18}\text{F}$ ；检测时，PET-CT 管电压为 120 kV，管电流为 200mA。

表 7-3 医院 PET/CT 工作场所内 β 表面污染结果（Bq/cm<sup>2</sup>）

序号	点位描述	检测值
a1	PET-CT 扫描间地面	0.01
a2	PET-CT 扫描间诊疗床面	0.02
a3	PET-CT 扫描间墙面	0.01
b1	患者通道地面	0.03
b2	患者通道墙面	0.03
c1	分装质控室地面	0.02
c2	分装质控室墙面	0.01
c3	分装质控室工作台面	未检出
d1	注射室地面	0.02
d2	注射室墙面	0.01

序号	点位描述	检测值
e1	存废间地面	未检出
e2	存废间墙面	0.01
e3	放射性废物箱表面	未检出
f1	注射后候诊室 1 地面(候诊一室)	0.03
f2	注射后候诊室 1 墙面	0.01
f3	注射后候诊室 1 床面	0.01
f4	候诊一室卫生间地面	0.02
g1	注射后候诊室 2 地面(候诊二室)	0.03
g2	注射后候诊室 2 墙面	未检出
g3	注射后候诊室 2 床面	未检出
g4	候诊二室卫生间地面	0.02
g5	候诊二室沙发表面	未检出
h1	注射后候诊室 3 地面	0.03
h2	注射后候诊室 3 墙面(候诊三室)	未检出
h3	注射后候诊室 3 床面	未检出
h4	候诊三室卫生间地面	0.02
i1	注射后候诊室 4 地面	0.02
i2	注射后候诊室 4 墙面	未检出
i3	注射后候诊室 4 床面	0.01
i4	注射候诊室四卫生间地面	0.03
j1	留观室地面	0.01
j2	留观室墙面	0.01
k1	卫生通过间地面	0.03

序号	点位描述	检测值
k2	卫生通过间墙面	0.02
m1	注射台表面	0.02
m2	中转室地面	0.01
m3	中转室墙面	未检出
n1	留观一室卫生间地面	0.02
o1	污洗间地面	0.01
o2	污洗间墙面	0.02
p1	抢救室地面	0.03
p2	抢救室墙面	0.03
p3	抢救室卫生间地面	0.05
控制区检测结果范围		未检出~0.05
序号	点位描述	检测值
q1	PET-CT 扫描间控制室地面	0.02
q2	PET-CT 扫描间控制室台面	0.03
q3	PET-CT 控制室墙面	0.01
r1	护士站地面	0.01
r2	护士站桌面	未检出
r3	护士站墙面	未检出
s1	学习室地面	0.02
s2	诊断室地面	0.02
s3	走廊	0.03
监督区检测结果范围		未检出~0.03

表 7-4 土壤中总 α 放射性、总 β 放射性分析结果

采样点位	样品编号	总 α 放射性		总 β 放射性	
		检测值 (Bq/kg)	探测下限 (Bq/kg)	检测值 (Bq/kg)	探测下限 (Bq/kg)
PET/CT 工作场所 主导风向上风向	TG20250327-0423 -001	123	0.043	$1.48 \times 10^3$	0.015
PET/CT 工作场所 主导风向下风向	TG20250327-0423 -002	133	0.043	$1.27 \times 10^3$	0.015

表 7-5 废水中总 α 放射性、总 β 放射性分析结果

采样点位	样品编号	总 α 放射性		总 β 放射性	
		检测值 (Bq/L)	探测下限 (Bq/L)	检测值 (Bq/L)	探测下限 (Bq/L)
衰变池	WSG20250327- 0423-001	0.095	0.043	1.42	0.015

检测结果分析:

(1) 根据表 7-2 可知, PET-CT 工作场所控制区内和控制区边界屏蔽墙及防护门外 30cm 处辐射剂量率为  $94.2 \text{ nSv/h} \sim 6.331 \mu \text{ Sv/h}$ , 低于本报告表提出的 PET-CT 工作场所各房间屏蔽墙及防护门外 30cm 可达界面处空气比释动率不大于  $2.5 \mu \text{ Sv/h}$ 、 $10 \mu \text{ Sv/h}$  以及  $25 \mu \text{ Sv/h}$  的限值要求。PET-CT 中心周围环境保护目标剂量率为  $(92.0 \sim 128.5) \text{ nSv/h}$ , 处于青岛地区环境天然辐射水平本底范围内。

(2) 根据表 7-3, PET-CT 工作场所 β 表面污染检测结果, 控制区内 β 表面污染水平为 (未检出  $\sim 0.05$ )  $\text{Bq/cm}^2$ , 监督区内 β 表面污染水平为 (未检出  $\sim 0.03$ )  $\text{Bq/cm}^2$ , 分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 控制区 ( $40 \text{ Bq/cm}^2$ ) 和监督区 ( $4 \text{ Bq/cm}^2$ ) 的表面污染控制水平。

(3) 根据表 7-5, PET-CT 工作场所衰变池排污水中总 α 为  $0.095 \text{ Bq/L}$ , 总 β 为  $1.42 \text{ Bq/L}$ , 满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》(DB 37/596-2020) 中规定的医疗机构污水处理系统放射性衰变池出口总 α  $1 \text{ Bq/L}$  的排放标准和总 β  $10 \text{ Bq/L}$  的排放标准。

(4) 根据表 5-5, PET-CT 工作场所上、下风向土壤中总  $\beta$  为  $1.27 \times 10^3$  Bq/kg- $1.48 \times 10^3$  Bq/kg, 参考《南水北调山东段沿线土壤的放射性水平》(邓大平、许家昂等, 中国辐射卫生, 2006 年 12 月第 15 卷第 4 期), 略高于南水北调东线山东段沿线土壤中总  $\beta$  水平 (510~858) Bq/kg。

## 7.2 职业人员与公众受照剂量

### 7.2.1 职业工作人员受照剂量

本项目 13 名辐射工作人员为原 7 号楼一层 PET/CT 工作场所的工作人员, 目前 7 号楼一层 PET/CT 工作场所已停止使用。负一层 PET/CT 工作场所  $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$  每日最大用量与一层原 PET/CT 工作场所实际使用量是相同的, 因此本项目按 13 名工作人员在一层工作时的个人剂量检测数据来衡量负一层开展工作时的年有效剂量可行。

根据该医院提供的 2024 年 6 月 18 日~2025 年 6 月 12 日 4 个季度的个人剂量检测报告, 2025 年 3 月 15 日~2025 年 6 月 12 日期间的年有效剂量检测数据包含工作人员在负一层工作的数据, 分别换算为 1 年的个人剂量情况见表 7-6, 个人累积剂量检测报告由山东中测校准质控技术有限公司出具。

表 7-6 本项目工作人员个人剂量监测结果汇总表 (mSv)

序号	姓名	佩戴起始日期 (佩戴时间)				根据 2024. 6. 18~ 2024. 6. 12 换算一年的 剂量	根据 2025. 3. 15~ 2025. 6. 12 换算一年的剂 量
		2024. 6. 18 (90 天)	2024. 9. 1 6 (90 天)	2024. 12. 15 (90 天)	2025. 3. 15 (90 天)		
1	曾磊	0.13	0.17	0.12	0.11	0.64	0.45
2	刘翠玉	0.09	0.05	<MDL	<MDL	0.22	0.08
3	靳飞	0.10	0.04	0.08	<MDL	0.29	0.08
4	姜雯雯	<MDL	<MDL	<MDL	0.08	0.17	0.32
5	隋玉栋	0.19	0.15	0.06	0.19	0.72	0.77
6	王清	0.15	0.16	0.22	0.18	0.86	0.73
7	高山	0.18	0.23	0.17	0.24	<b>1.00</b>	<b>0.97</b>
8	王艳丽	0.13	<MDL	0.13	<MDL	0.37	0.08
9	房娜	0.13	0.13	0.13	0.15	0.66	0.61
10	肖泳钦	0.16	0.24	0.19	0.20	0.96	0.81
11	赵秀妹	0.14	0.19	0.15	0.17	0.79	0.69
12	李铁英	/	/	/	0.06	0.24	0.24
13	李颖	/	/	/	0.16	0.64	0.65

注：①最低探测下限 MDL 为 0.02mSv；隋玉栋、王清、高山、肖泳钦佩戴两枚个人剂量计；  
②2025.3.15（90 天）的检测报告为工作人员在负一层工作的年有效剂量检测结果。

由以上数据可知，辐射工作人员最大年有效剂量约为 1.00mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 20mSv/a 的剂量限值，也低于验收报告出的 5mSv 的年管理剂量约束值。

### 7.2.2 公众成员受照剂量

本项目 PET-CT 工作场所运行过程中，因地处 7 号楼负一层，一般公众成员无法进入 PET-CT 工作场所内部区域，对公众的影响主要集中在监督区外，由于楼上为现有 PET/CT 工作区域，检测数据主要是一层 PET/CT 区域产生的影响，其它公众人员可能到的区域，主要集中在患者通道外西侧区域，该区域为部分居留，居留因子取 1/16，按年工作时间 260 天，每天 8h 计。本项目 PET-CT 工作场所周围公众成员年有效剂量计算结果详见表 7-7。

表 7-7 PET-CT 工作场所周围公众成员年有效剂量计算结果

位置	对应区域场所名称	剂量率最大值 (nSv/h)	居留因子 (T)	时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv/a)
PET-CT 工作场所西侧	患者通道外西侧等区域	332.0	1/16	2080	0.04

由以上计算可知，公众成员最大年有效剂量约为 0.04mSv/a，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，也低于验收报告提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值，在正常情况下对公众是安全的。

### 7.2.3 PET/CT 工作场所周围敏感目标

PET/CT 工作场所周围主要有 5 处环境保护目标，分别为西北约 10m 居民楼（医院家属楼）、西北约 30m 居民楼（医院家属楼）、西侧约 10m 办公楼（医院家属楼）、西南约 16m 居民楼（医院家属楼）、北侧 30m 发热门诊。本项目 PET/CT 工作场所周围敏感目标处 X- $\gamma$  辐射剂量率最大值为 128.5nGy/h（西侧约 10m 办公楼），处于青岛地区环境天然辐射本底水平范围内，对其影响可以忽略不计。

## 表 8 验收监测结论

### 8.1 项目概况

康复大学青岛中心医院位于青岛市市北区四流南路 127 号。该院已取得辐射安全许可证：鲁环辐证[02100]，种类与范围：使用 III 类、V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；生产、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 2027 年 9 月 21 日。本项目验收项目为 7 号楼负一层新建 PET/CT 工作场所，使用 1 台 PET-CT，属使用 III 类射线装置，开展  $^{18}\text{F}$  和  $^{11}\text{C}$  诊断项目，日等效最大操作量为  $3.885 \times 10^7 \text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所。

### 8.2 现场监测结果

PET-CT 工作场所控制区内和控制区边界屏蔽墙及防护门外 30cm 处辐射剂量率为  $94.2 \text{ nSv/h} \sim 6.331 \mu\text{Sv/h}$ ，低于本报告表提出的 PET-CT 各工作室、屏蔽墙及防护门外 30cm 可达界面处空气比释动率不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 、 $10 \mu\text{Sv/h}$  以及  $25 \mu\text{Sv/h}$  的限值要求。PET-CT 中心周围环境保护目标剂量率为  $(92.0 \sim 128.5) \text{ nSv/h}$ ，处于青岛地区环境天然辐射水平本底范围内。

PET-CT 工作场所  $\beta$  表面污染检测结果，控制区内  $\beta$  表面污染水平为（未检出 $\sim 0.06$ ） $\text{Bq/cm}^2$ ，监督区内  $\beta$  表面污染水平为  $(0.01 \sim 0.04) \text{ Bq/cm}^2$ ，分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)控制区  $(40 \text{ Bq/cm}^2)$  和监督区  $(4 \text{ Bq/cm}^2)$  的表面污染控制水平。

PET-CT 工作场所衰变池排污水中总  $\alpha$  为  $0.095 \text{ Bq/L}$ ，总  $\beta$  为  $1.42 \text{ Bq/L}$ ，满足《山东省医疗机构污染物排放控制标准》(DB 37/596-2020)中规定的医疗机构污水处理系统放射性衰变池出口总  $\alpha$   $1 \text{ Bq/L}$  的排放标准和总  $\beta$   $10 \text{ Bq/L}$  的排放标准。

PET-CT 工作场所上、下风向土壤中总  $\beta$  为  $1.27 \times 10^3 \text{ Bq/kg} \sim 1.48 \times 10^3 \text{ Bq/kg}$ ，参考《南水北调山东段沿线土壤的放射性水平》(邓太平、许家昂等，中国辐射卫生，2006 年 12 月第 15 卷第 4 期)，略高于南水北调东线山东段沿线土壤中总  $\beta$  水平  $(510 \sim 858) \text{ Bq/kg}$ 。

### 8.3 职业人员与公众受照剂量结果

经估算，本项目职业工作人员年有效剂量最大为  $0.93 \text{ mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中规定  $20 \text{ mSv/a}$  的剂量限值，也低于报告表提出的  $5 \text{ mSv}$

的年管理剂量约束值。

经估算，本项目所致周围公众成员年有效剂量最大为 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，也低于环评报告表提出的 0.1mSv/a 的剂量约束值。对周围环境保护目标基本不造成附加剂量影响。

## 8.4 现场检查结果

### （1）辐射安全与防护情况检查结果

PET/CT 工作场所划分为监督区和控制区进行管理，患者通道和医护通道分开，地面及墙面进行了标注。PET/CT 工作场所各个房间均落实了实体屏蔽，控制区的出入口均设置了电离辐射警告标志，患者通道设置了明确的患者导向提示，PET/CT 检查室设置了视频监控和对讲装置，PET/CT 扫描间设置了观察窗，PET/CT 检查室防护门上方设置了工作状态指示灯，各防护门外均张贴了电离辐射警告标志，PET/CT 控制室设置了紧急停机按钮。PET/CT 工作场所设置有通风系统、放射性废水处理系统。

PET/CT 工作场所依托现有场所内的 1 台辐射监测仪、1 台表面污染监测仪、6 台个人剂量报警仪、1 台活度计。

### （2）辐射安全管理制度及落实情况检查

1. 医院签订了辐射工作安全责任书，成立了放射防护安全管理委员会，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. 医院制定了《辐射安全工作制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射监测计划和实施方案》、《仪器设备的使用、管理制度》、《体内放射性药品使用观察制度》、《放射性废物处理制度》、《放射性污染的紧急处理和报告制度》、《卫生防护制度》、《放射性药物采购使用管理制度》、《放射性药物配制、质控及记录制度》、《PET/CT 机器操作规程》、《放射性药品不良反应处理及报告制度》、《辐射设备检修维护制度》、《台账登记制度》、《自行检查和年度评估制度》以及《青岛市中心医疗集团放射性事故应急处理预案》等规章制度。

3. 医院制定了《PET/CT 操作规程》。

4. 医院制定了《放射性事故应急处理预案》，于 2025 年 4 月 29 日开展了辐射事故应急演练。

5. 医院制定了《放射工作人员培训制度》，本项目配备了 13 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。

6. 该院建立了较为健全的辐射安全管理档案。

7. 医院制定了《辐射监测计划和实施方案》，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 台多功能辐射监测仪进行辐射巡检；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。

8. 医院 PET/CT 工作场所内设置有明显的电离辐射警告标志。

9. 医院每年开展自行检查及年度评估，医院每年对现有辐射项目编写辐射安全与防护状况年度评估报告，2024 年度评估报告已提交至生态环境部门。

综上所述，康复大学青岛中心医院 PET-CT 工作场所应用项目基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，该项目对职业人员和公众成员是安全的，对放射性固体废物、放射性废水等均采取了妥善的处理措施，对周围环境产生的影响较小，建议通过建设项目竣工环境保护验收。

## 委 托 书

山东省环科院环境检测有限公司：

根据《国务院关于修改〈建设项目竣工环境保护管理条例〉的决定》（国务院令 第 682 号），以及环保部《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》（国环规环评[2017]4 号）有关规定的要求，我单位 PET-CT 工作场所应用项目 需进行竣工环保验收，现在委托贵单位对本项目进行竣工环保验收监测。

特此委托

康复大学青岛中心医院(青岛市中心  
医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院)

2025 年 4 月

# 青岛市生态环境局文件

青环审〔2024〕37号

青岛市生态环境局  
关于康复大学青岛中心医院  
(青岛市中心医院、青岛市结核病防治研  
究所、青岛市职业病防治院)  
PET-CT 工作场所应用项目  
环境影响报告表的批复

康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院):

你单位申请的《康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院)PET-CT工作场所应用项目环境影响报告表》(以下简称《报告表》)环境影

- 1 -



扫描全能王 创建

响评价审批有关材料收悉。根据《中华人民共和国行政许可法》第三十八条第一款、《中华人民共和国环境影响评价法》第二十二条第三款，经审查，批复如下：

一、项目位于市北区四流南路 127 号康复大学青岛中心医院，将 7 号楼地下一层库房改建为 PET/CT 工作场所，使用  $^{18}\text{F}$  和  $^{11}\text{C}$  进行诊断，日等效最大操作量为  $3.885 \times 10^7\text{Bq}$ ，为乙级非密封放射物质工作场所。场所内新设 2 台 PET/CT，为 III 类射线装置。配套建设槽式放射性废水处理系统 1 套，活性炭装置 2 套。一层原 PET/CT 工作场所  $^{18}\text{F}$  和  $^{11}\text{C}$  使用区域停用。

$^{18}\text{F}$  每日最大诊断量为 20 人次，最大用量  $1.11 \times 10^{10}\text{Bq}$ ，全年最多开展 5200 人次诊断； $^{11}\text{C}$  每日最大诊断量为 5 人次，最大用量  $2.775 \times 10^9\text{Bq}$ ，全年最多开展 80 人次诊断。放射性物质  $^{18}\text{F}$  的生产及  $^{11}\text{C}$  的生产、分装和质控依托医院一层现有回旋加速器，PET/CT 校准源、原 PET/CT 工作场所退役均不在本次评价范围内。

本项目总投资 3549 万元，其中环保投资 50 万元。

根据《报告表》结论和技术评估意见，我局原则同意《报告表》中所列建设项目的性质、规模、地点和生态环境保护措施。

二、项目设计、建设和运行过程中要认真落实《报告表》提出的各项环境污染防治和风险防范措施，并做好以下工作：

（一）严格落实辐射防护与安全管理制。按照《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和防护管理办法》《山东省辐射污染防治条例》等要求，做好



全过程辐射安全和防护措施，落实辐射安全管理制度、防护和安全保卫制度、污染防治责任制度。落实场所使用规定、装置操作规程、设备检修维护制度等，建立辐射安全管理档案。

（二）做好辐射工作场所的防护和安全工作。严格落实《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)、《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)、中的辐射防护要求和《报告表》提出的辐射与安全防护措施等，控制项目运营对周边环境的影响，避免对人员造成辐射伤害。

严格落实《报告表》中辐射工作场所分区、选址和布局、屏蔽要求，对工程设计、施工材料等资料存档。落实工作场所控制区和监督区人员出入、个人防护、定期审查等辐射防护管理和职业照射控制措施。落实密闭和通风要求，控制区和监督区微负压通风，确保气体由非放射性区域流向监督区再流向控制区，排风管道设反风阀，防止排风反流。在醒目位置设置电离辐射警告标志，做好放射性工作场所内辐射安全与防护设施的建设与维护，确保辐射安全与防护设施有效。配备相应辐射监测仪器，落实监测计划，定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射监测，保存监测记录。

（三）做好工作人员的辐射安全和防护工作。落实《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关要求，加强辐射工作人员辐射安全与防护的专业教育和培训，配备防护用品，配备个人剂量计，委托有资质单位定期对辐射工作人员进行个人剂量监测，建



立和完善个人剂量监测档案，确保工作人员的辐射安全。

（四）加强放射性物质、废物和废液管控。建立贮存的放射性物质、废物和废液暂存和处理台账，详细记录放射性废物和废液的核素名称、重量或体积、废物和废液产生起始日期、责任人员、出库或排放时间和监测结果等信息，定期检查通风系统活性炭过滤装置的有效性并及时更换，更换周期不超过厂家推荐的使用时间。

（五）严格落实放射性“三废”收集处置措施。 $^{18}\text{F}$ 核素分装、质控等操作在密闭的手套箱内进行，手套箱安装1套活性炭高效过滤装置；控制区设专用通风系统，排风管道末端安装1套活性炭高效过滤装置。上述处理过的废气经排风管道一并由高于所在建筑物楼顶3米的排风口排放。

注射 $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 患者的排泄物（包括呕吐物）及清洗废水等放射性废液，通过专用管道排入沉淀池、集水池后，进入衰变池，停留衰变30天以上，达到解控水平后排入医院污水处理站，处理后经市政污水管网排入李村河污水处理厂。

通风系统过滤装置产生的废活性炭，含 $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 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及剩余放射性药品等，置于放射性废物间的衰变箱内，暂存衰变30天以上，满足解控水平后作为一般医疗废物处置。集水池、衰变池内产生的少量沉渣停留衰变30天以上，随废水排入医院污水处理站处理。



(六) 严格落实环境风险防范措施。修订辐射事故应急预案，并到当地生态环境部门备案；对污染防治设施依法依规开展安全评价评估、事故隐患排查治理，并按规定报安全生产主管部门；配备必要的应急设备，定期开展应急培训和演练，有效防范并妥善处置突发环境事件，确保环境安全。

(七) 建立畅通的公众参与途径，主动接受社会监督，并及时回应和解决公众关切的环境问题，切实维护公众合法的环境权益。

三、项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动时，须依法重新报批环评文件。本《报告表》批准之日起超过5年方决定开工建设的，环评文件须报我局重新审核。

四、项目建设须严格执行配套建设的辐射污染防治设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的“三同时”制度。应将优化和细化后的各项生态环境保护措施及概算纳入到设计和施工等招标文件及合同，并明确责任。项目建成后须按规定开展竣工环保验收，经验收合格并依法取得辐射安全许可证后，方可正式投入运行，并依法向社会公开环境保护设施验收报告。

五、如你单位认为本批复侵害了你单位的合法权益，可自收到本批复之日六十日内依法向青岛市人民政府行政复议委员会办公室申请行政复议，或者在六个月内依法向青岛市市南区人民法院（或李沧区人民法院、崂山区人民法院、青岛铁路运输法院）



提起行政诉讼。



---

抄 送：青岛市应急管理局，山东省环科院环境检测有限公司。

内部发：青岛市生态环境局市北分局，青岛市生态环境综合行政执法支队。

---

青岛市生态环境局办公室

2024年10月28日印发

---





# 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： 康复大学青岛中心医院（青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院）

统一社会信用代码： 123702004274025861

地 址： 山东省青岛市市北区四流南路127号

法定代表人： 邢立泉

证书编号： 鲁环辐证[02100]

种类和范围： 使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；生产、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： 2027年09月21日



发证机关： 山东省生态环境厅



发证日期： 2025年06月24日

中华人民共和国生态环境部监制



# 辐射安全许可证

(副本)



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	康复大学青岛中心医院（青岛市中心医院、青岛市结核病防治研究所、青岛市职业病防治院）		
统一社会信用代码	123702004274025861		
地 址	山东省青岛市市北区四流南路 127 号		
法定代表人	姓 名	邢立泉	联系方式 0532-84961866
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	放射物理科	山东省青岛市市北区四流南路 127 号 5 号楼一楼	王惠
	核医学科	山东省青岛市市北区四流南路 127 号 2 号楼一楼	柳炳吉
	分子影像科一楼	山东省青岛市市北区四流南路 127 号 7 号楼一楼	王艳丽
	分子影像科负一楼	山东省青岛市市北区四流南路 127 号 7 号楼负一楼	王艳丽
	导管室	山东省青岛市市北区四流南路 127 号 1 号楼一楼	宁建红
	放射介入科	山东省青岛市市北区四流南路 127 号发热门诊一楼	李雷
	核医学影像科	山东省青岛市市北区四流南路 127 号 8 号楼一楼	袁明刚
	手术室	山东省青岛市市北区四流南路 127 号 1 号楼四楼	李俊
	口腔门诊	山东省青岛市市北区四流南路 127 号	林红雨
	放射科一楼	山东省青岛市市北区四流南路 127 号 1 号楼一楼	林红雨
	放射科二楼	山东省青岛市市北区四流南路 127 号 1 号楼二楼	林红雨
	健康管理中心	山东省青岛市市北区四流南路 127 号 8 号楼一楼	林红雨
	发热门诊	山东省青岛市市北区四流南路 127 号	林红雨
	证书编号	鲁环辐证[02100]	
有效期至	2027 年 09 月 21 日		
发证机关	山东省生态环境厅		(盖章)
发证日期	2025 年 06 月 24 日		



### (一) 放射源

证书编号: 鲁环辐证[02100]

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)×核数	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
1	放射物理科	Ir-192	III类	使用	3.7E+11*1	NL24IR011693	3.7E+11	2024-12-02	D36H9391	后装治疗机	瑞典	后装治疗室	
						NL25IR007023	3.7E+11	2025-06-02	D36J0045	后装治疗机	瑞典		
2	分子影像科负一楼	Ge-68	V类	使用	4.6E+7*2	US25GE000735	4.6E+7	2025-02-20	40021	刻度/校准源	美国	校正源室	
						US25GE000745	4.6E+7	2025-02-20	40022	刻度/校准源	美国		
3		Ge-68	V类	使用	1.11E+8*1	US25GE000725	1.11E+8	2025-02-20	22754	刻度/校准源	美国	校正源室	



### (二) 非密封放射性物质

证书编号: 鲁环辐证[02100]

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	放射介入科	乙级	I-125(粒子源)	固态	使用	放射性药物治疗	5.92E+9	5.92E+7	7.4E+11		
2	分子影像科负一楼	乙级	F-18	液态	使用	放射性药物诊断	1.11E+10	1.11E+7	2.88E+12		
3			C-11	液态	使用	放射性药物诊断	2.77E+9	2.77E+7	4.44E+10		
4	分子影像科一楼	乙级	C-11	液态	生产,使用	放射性药物诊断	1.3E+10	1.3E+8	1.5E+12		
5			F-18	液态	生产,使用	放射性药物诊断	4.4E+10	4.4E+7	5.1E+11		
6	核医学科	乙级	P-32	液态	使用	放射性药物治疗	3.7E+9	3.7E+7	1.11E+10		



### (二) 非密封放射性物质

证书编号: 鲁环辐证[02100]

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
7			I-131	液态	使用	放射性药物治疗	2.96E+10	2.96E+9	2.072E+12		
8			Sr-89	液态	使用	放射性药物治疗	3.7E+9	3.7E+7	4.07E+10		
9	核医学影像科	乙级	Tc-99m	液态	使用	放射性药物诊断	2.59E+10	2.59E+7	6.48E+12		

4 / 15



### (三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02100]

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	导管室	血管造影用X射线装置	II类	使用	1	DSA	Azurion 7 M20	/	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	飞利浦	导管室 2号	
2		血管造影用X射线装置	II类	使用	1	DSA	Aqtis zee III Ceiling	106154	管电压 125 kV 管电流 1000 mA	西门子	导管室 1号	
3	发热门诊	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	X射线计算机断层摄影设备	uCT 528	230389	管电压 140 kV 管电流 350 mA	联影	CT室	
4	放射科二楼	医用诊断X射线装置	III类	使用	1	乳腺X射线机	HOLOGICSELENI A	100005080	管电压 39 kV 管电流 100 mA	美国 HOLOGIC	乳腺摄片 1室	
5		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	乳腺X射线机	AMULET	641121	管电压 40 kV 管电流 188 mA	日本富士	乳腺摄片 2室	
6		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	乳腺三维立体成像	HOLOGIC	100010840	管电压 34 kV 管电流	美国 HOLOGIC	乳腺透照室	

5 / 15



### (三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02100]

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
							Multicare Platinum		80 mA			
7	放射科一楼	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	CT	Brilliance	0101000160001	管电压 140 kV 管电流 500 mA	美国飞利浦	放射科 1 号机房	
8		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	X 射线计算机断层摄影设备	Incisive CT Power	554039	管电压 140 kV 管电流 667 mA	飞利浦	放射科 2 号机房	
9		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	DR 机	Discovery XR 656	531530173462	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	美国 GE	放射科 3 号机房	
10		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	医院诊断 X 射线机	Proteus XP/a-50	70s05181	管电压 150 kV 管电流 630 mA	美国通用	放射科 5 号机房	
11		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	医院诊断 X 射线机	Proteus XP/a-50	70s05108	管电压 150 kV 管电流 630 mA	美国通用	放射科 7 号机房	

6 / 15



### (三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02100]

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
12		医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	全身螺旋 CT	Brilliance iCT	85067	管电压 140 kV 管电流 1000 mA	美国飞利浦	放射科 9 号机房	
13		口腔 (牙科) X 射线装置	III 类	使用	1	口腔 CT	Promax 3D	205937	管电压 90 kV 管电流 16 mA	普兰梅卡	口腔 CT 检查室	
14		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	数字胃肠机	Winscope Plessart EX8	0101000070001	管电压 150 kV 管电流 1000 mA	日本东芝	胃肠检查室	
15		医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	4	移动式 X 射线机	MUX-10J	0101000080001	管电压 125 kV 管电流 320 mA	日本岛津		
						移动 X 光机	Mobilett Mira Max	507949	管电压 133 kV 管电流 450 mA	西门子		
						移动式数字化医用 X 射线摄影系统	WG-YD-N2	DR1202220001	管电压 150 kV 管电流 500 mA	威海威高医疗影像科技有限公司		

7 / 15



### (三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02100]

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
						移动 X 射线机	AMX4plus	959148wk8	管电压 125 kV 管电流 320 mA	美国通用		
16	放射物理科	放射治疗模拟定位装置	III类	使用	1	全身螺旋 CT	Brilliance CT BigBore	75053	管电压 150 kV 管电流 200 mA	美国飞利浦	CT 定位室	
17		粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	1	螺旋断层放射治疗系统 (TOMO)	Radixact X5	4010194	粒子能量 6 MeV	ACCURAY	TOMO 室	
18		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	Unique	2195	粒子能量 6 MeV	美国瓦里安	第 11 治疗室	
19		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	Edge	3429	粒子能量 10 MeV	美国瓦里安	第 1 治疗室	
20		粒子能量小于 100 兆电子伏的医用	II类	使用	1	医用直线加速器	21CX	100005360	粒子能量 15 MeV	美国瓦里安	第 2 治疗室	

8 / 15



### (三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02100]

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
		加速器										
21		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	Elekta Synergy vmat	100021740	粒子能量 18 MeV	瑞典医科达	第 3 治疗室	
22		放射治疗模拟定位装置	III类	使用	1	模拟定位机	Acuity	100016080	管电压 110 kV 管电流 100 mA	美国瓦里安	模拟定位室	
23	分子影像科负一楼	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III类	使用	1	PET/CT	Biograph Vision	11242	管电压 140 kV 管电流 666 mA	SIEMENS	1 号 PET/CT 扫描间	
24	分子影像科一楼	制备正电子发射计算机断层显像装置 (PET) 放射性药物的加速器	II类	使用	1	回旋加速器	RDS111	DW130	粒子能量 11 MeV	德国西门子	回旋室	
25		医用 X 射线计算机断层扫描	III类	使用	1	PET-CT	Biograph16	701069	管电压 140 kV 管电流	德国西门子	扫描室	

9 / 15



### (三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02100]

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
		层扫描(CT)装置							665 mA			
26		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	X射线骨密度检测仪	Prodigy pro	511292MA	管电压 76 kV 管电流 3 mA	GE	骨密度室	
27	核医学影像科	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	SEPCT-CT	Discovery NM/CT 670	100023500	管电压 140 kV 管电流 440 mA	美国 GE 公司	显像室	
28		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	查体车 DR	AKHX-50/200D-RAD	203641	管电压 150 kV 管电流 500 mA	深圳艾克瑞		
29	健康管理中心	医用X射线计算机断层扫描(CT)装置	III类	使用	1	16排 CT	Brilliance	101000160001	管电压 140 kV 管电流 500 mA	美国飞利浦	CT室	
30		医用诊断X射线装置	III类	使用	1	DR机	Aere DR	17X11403086	管电压 150 kV 管电流	柯尼卡美能达	DR室	

10/15



### (三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02100]

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
31	口腔门诊	口腔(牙科)X射线装置	III类	使用	1	牙科X射线机	eXpert DC	3015087	630 mA 管电压 65 kV 管电流 7 mA	芬兰 PaloDEx	拍片室	
32		术中放射治疗装置	II类	使用	1	放射外科手术系统(术中放疗)	INTRABE AM PRS500	206417	管电压 50 kV 管电流 0.04 mA	德国蔡司	17号手术间	
33	手术室	医用诊断X射线装置	III类	使用	4	移动式C型臂X射线系统	BV Vectra DATA	SN190022	管电压 110 kV 管电流 21 mA	飞利浦(中国)		
						G型臂X射线机	Orca Digiarc 100AC	XG1234BK16G	管电压 110 kV 管电流 21 mA	北京惠尔		
						移动式X线诊断设备	ARCADIS VARIC	100022300	管电压 110 kV 管电流 23 mA	德国西门子		
						移动式C型臂X射线机	OEC Elite MiniView	BB55C1900012HL	管电压 80 kV 管电流 0.16 mA	中国 GE		
34		血管造影用X射线装置	II类	使用	1	DSA	INFX-9000V	206178	管电压 125 kV 管电流	日本佳能	16号手术间	

11/15



### (三) 射线装置

证书编号：鲁环辐证[02100]

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
									1000 mA			



附件 4 辐射安全与防护考核证书

核技术利用辐射安全与防护考核

**成绩报告单**



曾磊，男，1972年04月25日生，身份证：622726197204250011，于2021年04月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21SD0300062      有效期：2021年05月07日至2026年05月07日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

**成绩报告单**



房娜，女，1978年06月14日生，身份证：230102197806141324，于2021年04月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21SD0300096      有效期：2021年05月07日至2026年05月07日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



高山，男，1984年11月07日生，身份证：370205198411075510，于2021年04月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21SD0300063

有效期：2021年05月07日至2026年05月07日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



姜雯雯，女，1991年12月30日生，身份证：371083199112300021，于2025年08月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SD0300170

有效期：2025年08月21日至2030年08月21日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

## 成绩报告单



靳飞，女，1990年01月10日生，身份证：37082619900110228X，于2023年04月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23SD0300069

有效期：2023年04月04日至2028年04月04日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

## 成绩报告单



刘翠玉，女，1982年03月22日生，身份证：370285198203224421，于2023年03月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23SD0300030

有效期：2023年03月13日至2028年03月13日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

## 成绩报告单



隋玉栋，男，1995年12月08日生，身份证：370785199512083679，于2023年03月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23SD0300031

有效期：2023年03月13日至2028年03月13日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

## 成绩报告单



赵秀妹，女，1976年12月29日生，身份证：370206197612294826，于2020年12月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS20SD0300079

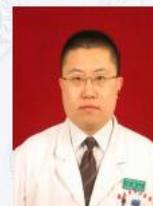
有效期：2020年12月17日至2025年12月17日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

## 成绩报告单



王清，男，1981年06月08日生，身份证：371082198106080017，于2022年06月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22SD0300046

有效期：2022年06月23日至2027年06月23日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

## 成绩报告单



王艳丽，女，1975年11月05日生，身份证：370622197511050066，于2021年04月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21SD0300061

有效期：2021年05月07日至2026年05月07日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

## 成绩报告单



肖泳钦，男，1992年04月21日生，身份证：370203199204217039，于2021年10月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21SD0300377

有效期：2021年10月18日至2026年10月18日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

## 成绩报告单



李铁瑛，女，1978年09月21日生，身份证：370203197809212629，于2025年04月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SD0300070

有效期：2025年04月24日至2030年04月24日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)



核技术利用辐射安全与防护考核

## 成绩报告单



李颖，女，1978年11月10日生，身份证：370202197811104962，于2025年03月参加核医学辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25SD0300032

有效期：2025年03月28日至2030年03月28日

报告单查询网址：[fushe.mee.gov.cn](http://fushe.mee.gov.cn)





G20250326

# 检测报告

## Test Report

鲁环科检字 G20250326 号

项目名称	康复大学青岛中心医院
Name of Sample:	PET-CT 工作场所应用项目验收检测
委托单位	康复大学青岛中心医院(青岛市中心医院、青 岛市结核病防治研究所、青岛市职业病
Name of Clients:	防治院)
检验类别	
Type of Inspection:	委托检测
报告日期	
Date of Issue:	2025 年 06 月 26 日

山东省环科院环境检测有限公司  
检验检测专用章



## 检测报告说明

- 1、报告无本公司检验检测专用章、骑缝章标记无效。
- 2、报告内容需填写齐全，无审批签发者签字或等效标识无效。
- 3、报告需填写清楚，涂改无效。
- 4、检测委托方若对检测报告有异议，须于收到本检测报告之日（以邮戳或领取报告签字为准）起十五个自然日内向本公司提出，逾期不予受理。
- 5、由委托方自行采集的样品，本公司只对送检样品的检测数据负责，不对样品来源负责。
- 6、本报告未经同意不得用于广告宣传。
- 7、未经检验检测机构书面批准，不得复制（全文复制除外）检验检测报告。
- 8、加盖 CMA 章的检验检测报告中的数据、结果具有证明作用的效力；不加盖 CMA 章的检验检测报告中的数据、结果，仅供科研、教学、内部质量控制等活动所用，不具有社会证明作用。

公司名称：山东省环科院环境检测有限公司

地址：山东省济南市历山路 50 号

邮编：250013

电话：400-600-3890

传真：0531-66573313

## 检测报告

检测项目	电离辐射 (X- $\gamma$ 辐射剂量率和 $\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染)		
委托单位	康复大学青岛中心医院	委托单位地址	青岛市市北区四流南路 127 号
检测类别	委托检测	检测方式	现场检测
委托日期	2025 年 4 月 17 日		
检测日期	2025 年 4 月 23 日		
检测结果	见第 3~10 页		
检测所依据的技术文件名称及代号	1. 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 2. 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 3. 《表面污染测定第一部分 $\beta$ 发射体 ( $E_{\beta \text{ MAX}} > 0.15\text{MeV}$ ) 和 $\alpha$ 发射体》(GB/T14056.1-2008)		
检测结论	不予判定		
备注	/		

检测单位

## 检测报告

检测所使用的主要仪器设备名称、型号规格及编号	仪器名称：便携式 X-γ 剂量率仪 仪器型号：FH40G+FHZ672E-10 仪器编号：YQ0775；仪器校准单位：山东省计量科学研究院； 校准证书编号：Y16-20250724；校准有效期至：2026 年 4 月 1 日				
	仪器名称：表面污染测量仪 仪器型号：CoMo170 仪器编号：YQ0982；仪器校准单位：山东省计量科学研究院； 校准证书编号：Y15-20250079；校准有效期至：2026 年 4 月 8 日				
技术指标	便携式 X-γ 剂量率仪： 主机测量范围：10nSv/h~100mSv/h；主机能量范围：36keV~1.3MeV； 探头测量范围：1nSv/h~100 μ Sv/h；探头能量范围：40keV~4.4MeV。				
	表面污染测量仪： 测量范围：α 通道：0~5000cps；β 通道：0~50000cps 探测面积：170cm <sup>2</sup>				
环境条件	检测时段	天气	温度 (°C)	相对湿度 (%RH)	风速
	9:00~13:00	晴	16~19	42~45	/
检测地点	青岛市市北区四流南路127号，7号楼PET/CT工作场所内及周围环境敏感目标。				

## 检测报告

康复大学青岛中心医院 PET/CT 工作场所内及周围环境敏感目标 X- $\gamma$  辐射剂量率结果见表 1, 医院 PET/CT 工作场所内  $\beta$  表面污染结果见表 2, 检测点位示意图见图 1, 现场检测照片见图 2。

表 1 康复大学青岛中心医院 PET/CT 工作场所内及周围环境敏感目标 X- $\gamma$  辐射剂量率结果 (nSv/h)

序号	点位描述	检测结果	标准差	备注
1#-1	分装质控室手套箱西侧外表面	159.0	1.0	/
1#-3	分装质控室手套箱观察窗外 30cm 处	311.1	2.1	/
1#-4	分装质控室手套箱北侧外表面 30cm 处	152.4	0.9	/
1#-5	分装质控室手套箱南侧外表面 30cm 处	162.6	0.9	/
1#-6	手套箱左伸手孔	327.0	0.6	/
1#-7	手套箱右伸手孔	396.1	0.6	/
2#-1	分装质控室西墙门外 30cm 处	1.179	0.006	$\mu$ Sv/h
2#-2	分装质控室南墙外 30cm 处	263.0	0.7	/
2#-3	分装质控室北墙外 30cm 处	471.5	0.6	/
2#-4	分装质控室西墙外 30cm 处	817.2	0.9	/
2#-5	分装质控室东墙外 30cm 处	776.3	0.9	/
2#-6	分装质控室楼上距地面 100cm 处	349.3	1.1	/
2#-7	分装质控室南门外 30m	2.018	0.004	$\mu$ Sv/h
3#-1	注射时工作人员手部	1.110	0.004	$\mu$ Sv/h
3#-2	注射时工作人员身体部位	342.6	0.6	/
3#-3	注射窗外 30cm 处	1.053	0.005	$\mu$ Sv/h
4#-1	注射室门外 30cm 处(南侧)	6.331	0.004	$\mu$ Sv/h
4#-2	注射室南墙外 30cm 处	410.2	0.7	/

# 检测报告

续表 1

序号	点位描述	检测结果	标准差	备注
4#-3	注射室北墙外 30cm 处	2.857	0.008	$\mu$ Sv/h
4#-4	注射室东墙外 30cm 处	329.6	3.6	/
5#-1	抢救室北墙外 30cm 处	175.6	0.7	/
5#-2	抢救室西墙外 30cm 处	1.589	0.004	$\mu$ Sv/h
5#-3	抢救室东墙外 30cm 处	154.6	0.7	/
5#-4	抢救室南墙外 30cm 处	127.3	0.8	/
5#-5	抢救室门外 30cm 处	1.413	0.005	$\mu$ Sv/h
5#-6	抢救室楼上距地面 100cm 处	203.9	1.2	/
6#-1	注射后候诊室 1 北墙外 30cm 处(候诊一室)	136.1	0.8	/
6#-2	注射后候诊室 1 西墙外 30cm 处	218.8	0.6	/
6#-3	注射后候诊室 1 东墙外 30cm 处	173.0	0.7	/
6#-4	注射后候诊室 1 南墙外 30cm 处	126.6	0.6	/
6#-5	注射后候诊室 1 门外 30cm 处	1.040	0.004	$\mu$ Sv/h
6#-6	注射后候诊室 1 楼上距地面 100cm 处	328.0	0.6	/
7#-1	注射后候诊室 2 北墙外 30cm 处(候诊二室)	164.6	0.8	/
7#-2	注射后候诊室 2 西墙外 30cm 处	185.6	0.7	/
7#-3	注射后候诊室 2 东墙外 30cm 处	218.6	0.6	/
7#-4	注射后候诊室 2 南墙外 30cm 处	130.8	0.6	/
7#-5	注射后候诊室 2 门外 30cm 处	1.109	0.005	$\mu$ Sv/h
7#-6	注射后候诊室 2 楼上距地面 100cm 处	411.8	0.7	/

## 检测报告

续表 1

序号	点位描述	检测结果	标准差	备注
8#-1	注射后候诊室 3 北墙外 30cm 处(候诊三室)	145.6	0.6	/
8#-2	注射后候诊室 3 西墙外 30cm 处	126.8	0.7	/
8#-3	注射后候诊室 3 东墙外 30cm 处卫生间	131.5	0.9	/
8#-4	注射后候诊室 3 南墙外 30cm 处	130.8	0.6	/
8#-5	注射后候诊室 3 门外 30cm 处	838.0	0.7	/
8#-6	注射后候诊室 3 楼上距地面 100cm 处	351.4	1.6	/
9#-1	注射后候诊室 4 北墙外 30cm 处	152.4	0.7	/
9#-2	注射后候诊室 4 西墙外 30cm 处	129.7	0.7	/
9#-3	注射后候诊室 4 东墙外 30cm 处	152.7	0.6	/
9#-4	注射后候诊室 4 南墙外 30cm 处	139.5	1.0	/
9#-5	注射后候诊室 4 门外 30cm 处	551.3	1.0	/
10#-1	PET-CT 扫描间控制室操作位	242.8	0.8	/
10#-2	PET-CT 扫描间观察窗外 30cm 处	159.9	0.8	/
10#-3	PET-CT 扫描间小防护门中间外 30cm 处	106.0	0.6	/
	PET-CT 扫描间小防护门下侧门缝外 30cm 处	108.9	0.6	/
	PET-CT 扫描间小防护门左侧门缝外 30cm 处	114.0	0.7	/
	PET-CT 扫描间小防护门右侧门缝外 30cm 处	114.6	0.6	/
10#-4	PET-CT 扫描间东墙外 30cm 处	153.5	0.7	/
10#-5	PET-CT 扫描间北墙外 30cm 处	152.4	0.6	/
10#-6	PET-CT 扫描间南墙外 30cm 处	168.7	0.7	/
10#-7	PET-CT 扫描间西墙外 30cm 处	174.1	0.6	/

# 检测报告

续表 1

序号	点位描述	检测结果	标准差	备注
10#-8	PET-CT 扫描间大防护门中间外 30cm 处	274.4	1.1	/
	PET-CT 扫描间大防护门下侧门缝外 30cm 处	423.0	0.6	/
	PET-CT 扫描间大防护门上侧门缝外 30cm 处	463.5	1.0	/
	PET-CT 扫描间大防护门左侧门缝外 30cm 处	272.9	0.7	/
	PET-CT 扫描间大防护门右侧门缝外 30cm 处	426.8	0.6	/
10#-9	PET-CT 扫描间管线口处	219.9	0.6	/
10#-10	PET-CT 扫描间东侧防护门	420.1	0.6	/
11#-1	留观室 1 北墙外 30cm 处	205.4	0.7	/
11#-2	留观室 1 西墙外 30cm 处	337.6	0.7	/
11#-3	留观室 1 东墙外 30cm 处	232.8	0.7	/
11#-4	留观室 1 南墙外 30cm 处	198.3	1.0	/
11#-5	留观室 1 门外 30cm 处	545.2	0.7	/
11#-6	留观室 1 楼上距地面 100cm 处	156.3	0.6	/
12#-1	留观室 2 北墙外 30cm 处	94.2	0.6	/
12#-2	留观室 2 西墙外 30cm 处	182.1	1.3	/
12#-3	留观室 2 东墙外 30cm 处	140.2	0.6	/
12#-4	留观室 2 南墙外 30cm 处	161.2	0.8	/
12#-5	留观室 2 门外 30cm 处	261.9	0.6	/
12#-6	留观室 2 楼上距地面 100cm 处	158.7	0.8	/
13#-1	患者出口防护门外 30cm 处	275.0	0.7	/
13#-2	患者出口防护门南门缝外 30cm 处	288.3	0.6	/

## 检测报告

续表 1

序号	点位描述	检测结果	标准差	备注
13#-3	患者出口防护门北门缝外 30cm 处	284.3	0.7	/
13#-4	患者出口防护门上门缝外 30cm 处	262.4	0.8	/
13#-5	患者出口防护门下门缝外 30cm 处	332.1	0.7	/
14#	衰变池表面 30cm 处	118.8	0.6	/
15#	PET/CT 工作场所西北约 10m 居民楼 (医院家属楼)	111.8	0.6	/
16#	PET/CT 工作场所西北约 30m 居民楼 (医院家属楼)	92.0	0.6	/
17#	PET/CT 工作场所西侧约 10m 办公楼 (医院家属楼)	128.5	0.5	/
18#	PET/CT 工作场所西南约 16m 居民楼 (医院家属楼)	122.5	0.7	/
19#	PET/CT 北侧 30m 发热门诊	106.7	0.5	/

注：①表格中 X-γ 辐射剂量率数据已扣除宇宙射线响应值 ( $12.9 \pm 0.3$ ) nSv/h；  
②检测时各房间内放置 15mCi 的  $^{18}\text{F}$ ；检测时，PET-CT 管电压为 120kV，管电流为 200mA。

## 检测报告

表 2 医院 PET/CT 工作场所内  $\beta$  表面污染结果 (Bq/cm<sup>2</sup>)

序号	点位描述	检测值
a1	PET-CT 扫描间地面	0.01
a2	PET-CT 扫描间诊疗床面	0.02
a3	PET-CT 扫描间墙面	0.01
b1	患者通道地面	0.03
b2	患者通道墙面	0.03
c1	分装质控室地面	0.02
c2	分装质控室墙面	0.01
c3	分装质控室工作台面	未检出
d1	注射室地面	0.02
d2	注射室墙面	0.01
e1	存废间地面	未检出
e2	存废间墙面	0.01
e3	放射性废物箱表面	未检出
f1	注射后候诊室 1 地面(候诊一室)	0.03
f2	注射后候诊室 1 墙面	0.01
f3	注射后候诊室 1 床面	0.01
f4	候诊一室卫生间地面	0.02
g1	注射后候诊室 2 地面(候诊二室)	0.03
g2	注射后候诊室 2 墙面	未检出
g3	注射后候诊室 2 床面	未检出
g4	候诊二室卫生间地面	0.02

## 检测报告

续表 2

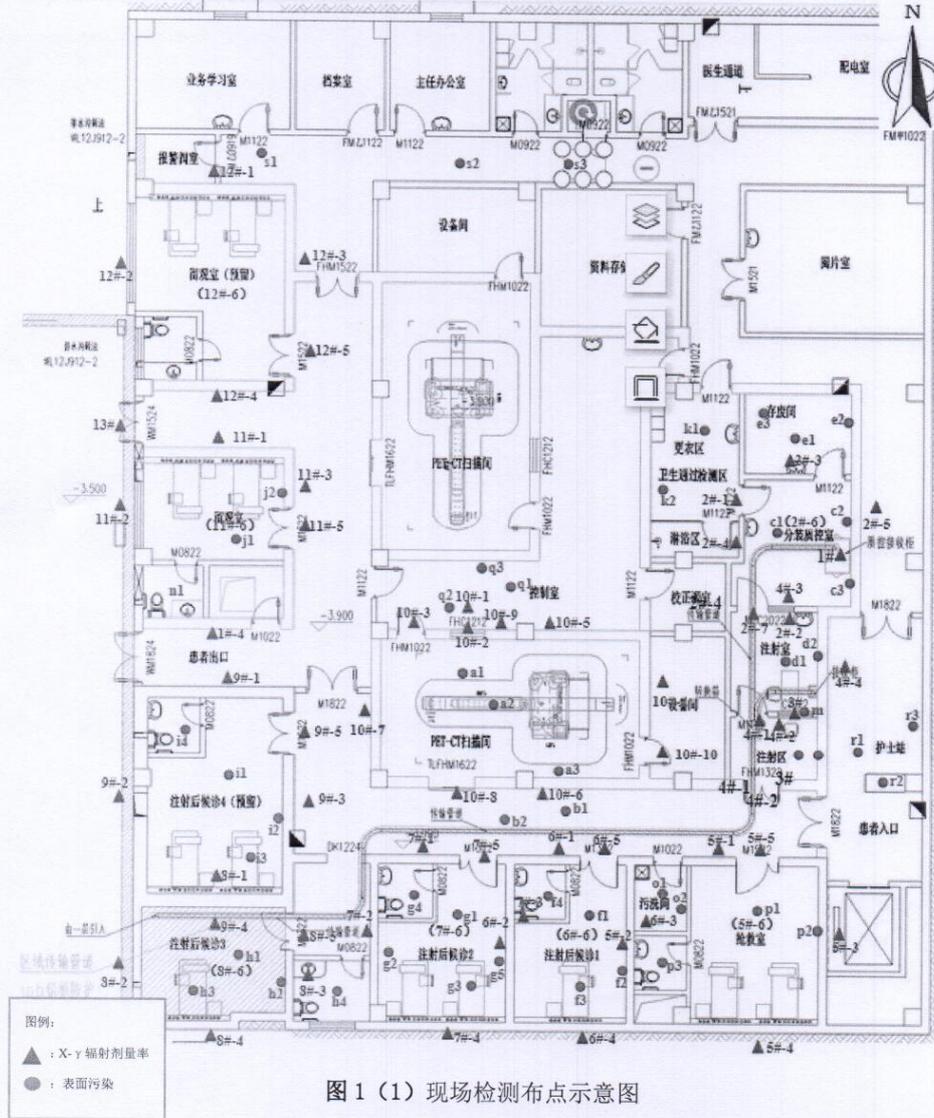
序号	点位描述	检测值
g5	候诊二室沙发表面	未检出
h1	注射后候诊室 3 地面	0.03
h2	注射后候诊室 3 墙面(候诊三室)	未检出
h3	注射后候诊室 3 床面	未检出
h4	候诊三室卫生间地面	0.02
i1	注射后候诊室 4 地面	0.02
i2	注射后候诊室 4 墙面	未检出
i3	注射后候诊室 4 床面	0.01
i4	注射候诊室四卫生间地面	0.03
j1	留观室地面(一室)	0.01
j2	留观室墙面(一室)	0.01
k1	卫生通过间地面	0.03
k2	卫生通过间墙面	0.02
l1	校准源室地面	0.02
l2	校准源室墙面	0.01
m1	注射台表面	未检出
m2	中转室地面	0.02
m3	中转室墙面	0.01
n1	留观一室卫生间地面	0.02
o1	污洗间地面	0.02
o2	污洗间墙面	0.02

## 检测报告

续表 2

序号	点位描述	检测值
p1	抢救室地面	0.03
p2	抢救室墙面	0.03
p3	抢救室卫生间地面	0.05
控制区检测结果范围		未检出~0.05
q1	PET-CT 扫描间控制室地面	0.02
q2	PET-CT 扫描间控制室台面	0.03
q3	PET-CT 控制室墙面	0.01
r1	护士站地面	0.01
r2	护士站桌面	未检出
r3	护士站墙面	未检出
s1	学习室地面	0.02
s2	诊断室地面	0.02
s3	走廊	0.03
监督区检测结果范围		未检出~0.03

# 检测报告



# 检测报告

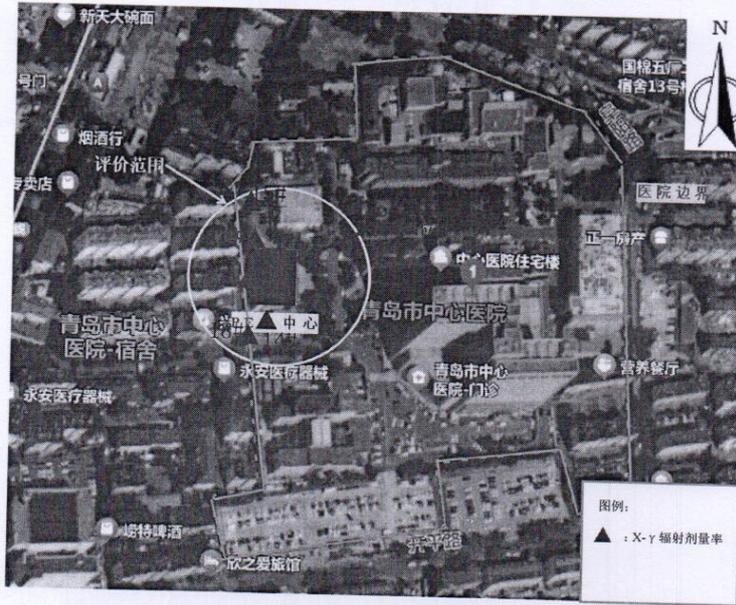


图 1 (2) 现场检测布点示意图

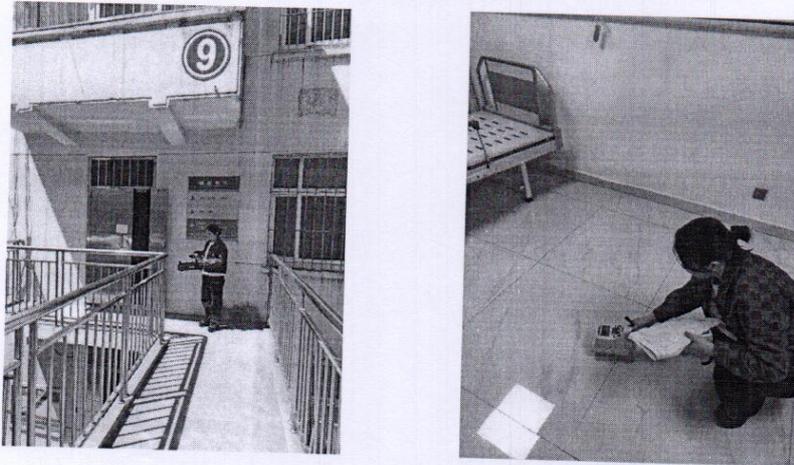


图 2 现场检测照片

以下空白

编制人: 刘倩倩 审核: 方舟 授权签字人: 徐志燕 签发日期: 2025年6月26日