

深圳市南山区人民医院
核技术利用改扩建项目（阶段性验收）竣工
环境保护验收监测报告表

报告编号：RDYS2025440008

建设单位：深圳市南山区人民医院

编制单位：深圳市瑞达检测技术有限公司

2025年10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: 深圳市南山区人民医院 (盖章)

编制单位: 深圳市瑞达检测技术有限公司
(盖章)

电话: 13714662340

电话: 0755-85257090

传真: /

传真: /

邮编: 518000

邮编: 518000

地址: 深圳市南山区桃园路 89 号

地址: 深圳市龙华区大浪街道高峰社区华
荣路鸟石岗工业区 3 栋 1 层-2 层

目 录

表一、项目基本情况	1
表二、项目建设情况	8
表三、辐射安全与防护设施/措施	58
表四、环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	156
表五、验收监测质量保证及质量控制	165
表六、验收监测内容	166
表七、验收监测结果	173
表八、验收监测结论	287
附件 1 事业单位法人证书	290
附件 2 辐射安全许可证	291
附件 3 环境影响报告表的批复	312
附件 4 培训证书	322
附件 5 竣工验收监测报告	369
附件 5-1 核医学场所辐射剂量率检测报告	369
附件 5-2 核医学场所表面污染检测报告	430
附件 5-3 核医学场所分装柜风速检测报告	444
附件 5-4 衰变池水中总 α 、 β 放射性检测报告	448
附件 5-5 核医学敷贴治疗工作场所辐射剂量率检测报告	452
附件 5-6 3 号直线加速器工作场所辐射剂量率检测报告	467
附件 5-7 4 号直线加速器工作场所辐射剂量率检测报告	476
附件 5-8 模拟定位 CT 工作场所辐射剂量率检测报告	485
附件 5-9 两间直线加速器工作场所平均风速、排风量检测报告	491
附件 5-10 DSA 工作场所辐射剂量率检测报告	499
附件 5-11 普通射线诊断工作场所辐射剂量率检测报告	543
附件 5-12 周边环境辐射剂量率检测报告	604
建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表	609

表一、项目基本情况

建设项目名称	深圳市南山区人民医院核技术利用改扩建项目				
建设单位名称	深圳市南山区人民医院				
项目性质	新建□ 改建☑ 扩建☑				
建设地点	深圳市南山区桃园路 89 号				
源项	放射源	1 枚 ^{90}Sr - ^{90}Y 放射源（敷贴器）			
	非密封放射性物质	^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 、 ^{131}I			
	射线装置	1 台 PET/CT、1 台 SPECT/CT、2 台直线加速器、1 台模拟定位 CT、4 台 DR、3 台 CT、1 台口内牙片机、1 台口腔 CBCT、1 台牙科全景机、4 台 DSA、1 台全身骨密度仪			
建设项目环评批复时间	2019 年 10 月 9 日、 2025 年 1 月 24 日	开工建设时间	2019 年 11 月		
取得辐射安全许可证时间	2024 年 7 月 16 日、 2025 年 9 月 19 日	项目投入运行时间	2025 年 11 月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2024 年 9 月	验收现场监测时间	2024 年 12 月、2025 年 1 月、2025 年 5 月、2025 年 9 月		
环评报告表审批部门	广东省生态环境厅	环评报告表 编制单位	核工业二七〇研究所、 工物研（广州）科技有限公司		
辐射安全与防护设施 设计单位	深圳市建筑设计研究总院有限公司	辐射安全与防护 设施施工单位	广州筑美辐射防护科技有限公司		
投资总概算	20000 万元	辐射安全与防护设施投资总概算		10000 万元	比例 50%
实际总投资	20000 万元	辐射安全与防护设施实际总概算		10000 万元	比例 50%
验收依据	<p>1. 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度</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 9 号，2014 年，2015 年 1 月 1 日）；</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 6 号，2003 年 10 月 1 日）；</p> <p>(3) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 7 月 16 日）；</p>				

	<p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005年12月1日国务院令第449号公布，2019年3月2日国务院令第709号修订）；</p> <p>(5) 《广东省环境保护条例》（广东省人民代表大会常务委员会公告第29号，2019年11月29日修正）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006年1月18日，国家环境保护总局令第31号公布，2021年1月4日经生态环境部令第20号修改）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号，2011年5月1日）；</p> <p>(8) 《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）；</p> <p>(9) 《关于发布<放射源分类办法>的公告》（国家环境保护总局公告2005年第62号），自2005年12月23日起施行；</p> <p>(10) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（环境保护部国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日）；</p> <p>(11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部2019年第57号公告）；</p> <p>(12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年第9号，2021年3月15日）；</p> <p>(13) 《深圳经济特区建设项目环境保护条例》，深圳市第六届人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈深圳经济特区环境保护条例〉等十二项法规的决定》第三次修正），2018年12月27日修正；</p> <p>(14) 《关于印发《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的通知》（环办环评函〔2020〕688号）。</p>
	<p>2.建设项目竣工环境保护验收技术规范</p> <p>(1) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023)。</p> <p>3.建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定</p> <p>(1) 《深圳市南山区人民医院核技术利用改扩建项目环境影响报告表》（编号：HP-2019-150），核工业二七〇研究所，2019年7月；</p>

	<p>(2) 《广东省生态环境厅关于深圳市南山区人民医院核技术利用改建项目环境影响报告表的批复》(粤环审〔2019〕473号), 2019年10月9日;</p> <p>(3) 《华中科技大学协和深圳医院核技术利用建设项目环境影响报告表》(编号:PPRYHP-20240715), 工物研(广州)科技有限公司, 2025年1月;</p> <p>(4) 《广东省生态环境厅关于华中科技大学协和深圳医院核技术利用建设项目环境影响报告表的批复》(粤环深审〔2025〕7号), 2025年1月24日。</p> <p>4.其他相关文件</p> <p>(1) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021);</p> <p>(2) 本项目检测报告。</p>
验收执行标准	<p>1.剂量限值和剂量约束值</p> <p>(1) 剂量限值</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第4.3.2.1款, 应对个人受到的正常照射加以限制, 以保证除本标准6.2.2规定的特殊情况外, 由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录B(标准的附录)中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。</p> <p>B1.1 职业照射</p> <p>B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制, 使之不超过下述限值:</p> <p>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;</p> <p>d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量为500mSv。</p> <p>B1.2 公众照射</p> <p>实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:</p> <p>a) 年有效剂量, 1mSv;</p> <p>(2) 剂量约束值</p> <p>根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021):</p> <p>4.4.2.1 一般情况下, 职业照射的剂量约束值不超过5mSv/a。</p> <p>4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。</p>

	<p>根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）：</p> <p>4.9 从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求：</p> <ul style="list-style-type: none">a) 一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为5mSv/a。b) 公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。 <p>本次验收按照环评报告提出本项目的剂量约束值：工作人员的年有效剂量不超过5mSv，公众的年有效剂量不超过0.1mSv。</p> <p>2.剂量率限值</p> <p>(1) 根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）：</p> <p>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，其周围剂量当量率小于10μSv/h。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>根据关于核医学标准相关条款咨询的复函（辐射函〔2023〕20号），《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）第6.1.5节规定的具体定义为：</p> <ul style="list-style-type: none">1.控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子>1/2），周围剂量当量率应小于2.5μSv/h。2.控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子<1/2），如给药/注射室防护门外、给药后患者候诊室防护门外、核素治疗住院病房防护门外以及核医学科患者走廊等位置，周围剂量当量率应小于10μSv/h。 <p>(2) 根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）：</p> <ul style="list-style-type: none">a) 具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间
--	---

	<p>b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$;</p> <p>c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$, 当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。</p> <p>(3) 根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）：</p> <p>a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c:</p> <p>1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依附录 A 选取），由以下周剂量参考控制水平 (\dot{H}_c) 求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}(\mu\text{Sv}/\text{h})$:</p> <p>机房外辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$；</p> <p>机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$。</p> <p>2) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}(\mu\text{Sv}/\text{h})$:</p> <p>人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$；</p> <p>人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 10\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 $250\mu\text{Sv}$ 加以控制。</p> <p>c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 加以控制(可在相应位置处设置辐射告示牌)。</p> <p>3. 核医学工作场所表面污染控制水平</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的有关规定，密封源工作场所的表面放射性物质污染控制水平见表 1-1。</p>
--	--

表 1-1 非密封源工作场所的表面放射性物质污染控制水平 (Bq/cm²)

类别	α 放射性物质 (Bq/cm ²)		β 放射性物质 (Bq/cm ²)
	极毒性	其他	
工作台、设备、墙面、地面	控制区 ^a	4	4×10
	监督区	4×10^{-1}	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4×10^{-1}	4×10^{-1}
	监督区		4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}
			4×10^{-1}

注: ^a该区内的高污染子区除外。

4. 核医学工作场所放射性三废排放控制水平:

本次按照现行标准进行验收: 根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)、《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)中的相关规定, 放射性三废排放控制水平见表 1-2。

表 1-2 放射性三废排放控制水平

名称	标准	章节	具体内容
放射性废液	《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)	7.3.3.1	对于槽式衰变池贮存方式: 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。 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。
固体放射性废物	《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)	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, 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; b) 所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍; c) 含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。
		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 发射体应小于 4Bq/cm ² 、其他 α 发射体应小于 0.4Bq/cm ² 。
	《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)	8.8	每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h, 质量不超过 20kg。
		8.11	废物包装体外表面的污染控制水平: $\beta < 0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。

	气态放射性废物	《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）	5.2.3	操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于0.5m/s。
	本项目放射性固体废物包装外表面污染控制水平从严要求， β 表面污染按《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中“ $\beta < 0.4 \text{Bq/cm}^2$ ”进行管理。			

表二、项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位情况

深圳市南山区人民医院（以下简称“建设单位”）始于 1946 年的宝安县卫生院，1991 年随南山区的成立更名为南山区人民医院，1995 年晋升为二甲医院，2003 年成为广东省高等医学院校教学基地，2011 年晋升三级甲等综合医院，2017 年获批国家住院医师规范化培训主基地。2019 年将第一名称变更为华中科技大学协和深圳医院，2024 年第一名称变更为深圳市南山区人民医院。建设单位现有床位 1906 张，截至 2024 年 9 月 30 日，全院共有院聘职工 2404 人，其中卫技人员 2122 人，硕士研究生以上学历人员占比 30.66%，中级以上职称人员占比为 71.67%。

建设单位现持有辐射安全许可证（编号：粤环辐证[B9037]），许可的种类和范围：使用 III 类、V 类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物工作场所。发证日期为 2025 年 09 月 19 日，证书有效期至 2026 年 3 月 11 日。

2.1.2 项目建设内容和规模

《深圳市南山区人民医院核技术利用改扩建项目环境影响报告表》（编号：**HP-2019-150**）主要建设内容：

（1）放疗科项目：

①拟在新住院楼负三层放疗科建设 5 个直线加速器机房，使用医用电子直线加速器 5 台（最大电子线能量≤22MeV，最大 X 射线能量≤15MV）；

②拟在新住院楼负三层放疗科建设 1 个后装机机房，使用 1 台 ^{192}Ir 近距离后装治疗机（以下简称“后装机”）1 台，含 1 枚 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}(10\text{Ci})^{192}\text{Ir}$ III类放射源；

③拟新住院楼负三层放疗科建设 2 个模拟定位机房，使用 1 台 CT 模拟定位机，1 台模拟定位机；

综上，放疗科项目含 5 台 II 类射线装置，2 台 III类射线装置，1 枚 III类放射源；放疗科项目全部位于医院新住院楼负三层。

（2）核医学科项目：

①拟在新住院楼负一层核医学科建设 1 个 PET/CT 机房及一个 PET/MR 机房，使用

1台 PET/CT，1台 PET/MR，拟利用¹⁸F 正电子核素进行医学显像；

②拟在新住院楼负一层核医学科建设1个SPECT/CT机房，使用1台SPECT/CT，拟利用^{99m}Tc、¹³¹I 单光子核素作为显像剂进行医学显像；

③拟在新住院楼负一层核医学科建设5个甲癌病房，共设置5张病床，利用¹³¹I 进行甲癌、甲亢治疗；

④拟利用⁸⁹Sr 开展骨转移癌治疗；

⑤拟在新住院楼负一层核医学科建设1个敷贴治疗室，利用3枚⁹⁰Sr 放射源（敷贴器）开展敷贴治疗；

⑥拟在新住院楼负一层核医学科建设1个骨密度机房，使用1台骨密度仪；

⑦拟在新住院楼负三层直线加速器机房南侧设置衰变池，具体位置见附图一，衰变池距离地面标高负11.1米，衰变池顶部与新住院楼负二层楼层标高持平。

综上：核医学科项目含3台III类射线装置、1个乙级非密封放射性物质工作场所、3枚V放射源。核医学科项目均位于医院新住院楼负一层。

(3) DSA 介入手术项目：

拟在国际诊疗中心大楼五层手术中心建设1个DSA机房，使用1台DSA；

拟在医技楼四层介入中心建设5个DSA机房，使用5台DSA；

拟在医技楼五层手术中心建设2个DSA机房，使用2台DSA；

拟在旧住院楼1层急诊科建设1个DSA机房，拟使用1台DSA；

综上：DSA 介入手术项目含9台II类射线装置。

(4) 普通放射诊断项目：

拟在国际诊疗中心大楼地下一层体检中心建设2个DR机房、1个碎石机房，使用2台DR、1台碎石机；

拟在国际诊疗中心大楼一层影像中心建设1个间DR机房、1个CT机房，使用1台DR、1台CT、1台移动DR；

拟在国际诊疗中心大楼三层内镜中心建设1个ERCP机房，使用1台ERCP；

拟在国际诊疗中心大楼五层手术中心建设1个防护手术室，拟使用1台移动式C型臂X射线机；

拟在国际诊疗中心大楼六层口腔科建设1个口腔CT机房、1个牙片机房、1个牙

科全景机房，拟使用 1 台口腔 CT、1 台牙科全景机、1 台牙片机；

拟在医技楼一层影像中心建设 7 个 CT 机房、8 个 DR 机房、1 个数字胃肠机房、1 个骨密度机房、2 个乳腺钼靶机房，拟使用 7 台 CT、8 台 DR、1 数字胃肠机、1 台骨密度仪、2 台乳腺钼靶机；

拟在医技楼三层内镜中心建设 2 个 ERCP 机房，使用 2 台 ERCP；

拟在医技楼四层介入中心建设 1 个 CT 机房，使用 1 台 CT；

拟在医技楼五层手术中心建设 2 个 CT 术中复合手术室、14 个防辐射手术室，使用 2 台 CT（CT 术中复合手术室）、7 台移动式 C 型臂 X 射线机（14 个防辐射手术室）；

拟在新住院楼一层体检中心建设 2 个 DR 机房、1 个骨密度机房，拟使用 2 台 DR、1 台骨密度仪；

拟在门诊楼一层发热门诊使用 1 台移动 X 光机；

拟在门诊楼六层疼痛中心建设 1 个防护手术室：拟使用 1 台移动式 C 型臂 X 射线机；

拟在门诊楼九层口腔科建设 1 个口腔全景 CT 一体机房、1 个牙片机房，拟使用 1 台口腔全景 CT 一体机、1 台牙片机；

拟在感染楼一层感染门诊拟使用 1 台移动 X 光机；

拟在旧住院楼一层急诊科建设 1 个 CT 机房、1 个 DR 机房，拟使用 1 台 CT、1 台 DR；

拟在旧住院楼五层碎石中心建设 1 个防护手术室：拟使用 1 台移动式 C 型臂 X 射线机；

综上，普通放射诊断项目含 53 台III类射线装置。

取得环评批复（粤环审〔2019〕473 号）后，建设单位按照报告要求建设上述辐射工作场所，部分相关场所实际设计方案较原环评进行了优化性变动，功能用房、机房布局和防护设计等发生变动，根据《中华人民共和国环境影响评价法》第二十四条“建设项目的环境影响评价文件经批准后，建设项目的性质、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的，建设单位应当重新报批建设项目的环境影响评价文件。”，因此建设单位重新委托工物研（广州）科技有限公司编制环境影响评价报告表（《华中科技大学协和深圳医院核技术利用建设项目环境影

响报告表》，编号：PPRYHP-20240715））。

《华中科技大学协和深圳医院核技术利用建设项目环境影响报告表》编号：
PPRYHP-20240715）主要建设内容：

核医学项目：

（1）本项目核医学诊断区变动情况

1.调整新住院楼地下一层核医学诊断区布局：原 2019 年设计的 SPECT/CT 休息室仅 25.3m²，最多容纳 3 名患者。由于设计上的限制，可能使得患者在等待时感到不适，难以有效提升休息室的整体舒适度和使用效率。为了解决这一问题，医院将原 2019 年设计的独立的 SPECT/CT 休息室和 VIP 休息室合并为一个 SPECT/CT 休息区，为提高 SPECT/CT 休息室接受患者人数和 SPECT/CT 休息室的舒适度，医院将原 2019 年设计的 SPECT/CT 休息室和 VIP 休息室合并为一个 SPECT/CT 休息区，合并后核医学诊断区 ^{99m}Tc（SPECT 影像诊断）患者行走路线发生较小变化；

2.原 2019 年设计的 SPECT 室、PET-CT 室和 PET-MRI 室的控制室西北侧的防护门，调整至控制室北侧的中部后，缩短了工作人员到核医学办公区，SPECT 室、PET-CT 室和 PET-MRI 室的距离，工作人员可直行进入核医学办公区。

3.医院已取消放射免疫治疗，原骨密度室、甲功测定室和敷贴治疗室的诊疗场所面积较小，为调整诊疗场所布局使诊疗场所使用更便捷、房间内可用面积更大，将原放射免疫分析室变更为甲功测定室和敷贴治疗室。并将核医学诊断区东侧北端的原骨密度室、甲功测定室和敷贴治疗室变动为骨密度室和准备间；

4.原 2019 年设计的核医学诊断区放射性药物运输需从核医学中部走廊进入核医学科→卫生通过间→分装间→储源室。现扩大储源室并将储源室南侧单开一扇防护门，作为药物通道，方便放射性药物的运输。建设单位使用放射性药物种类和用量增加，含有长半衰期核素的放射性废液应单独收集存放，建设单位适当扩大废物间。

5、原核医学诊断区 ¹³¹I（SPECT 影像诊断）日最大诊疗人数、年工作天数不变，单人最大用量减少，^{99m}Tc（SPECT 影像诊断）的日实际最大操作量和日等效操作量增加，⁸⁹Sr（骨转移癌治疗项目）的单人最大用药量、日最大诊疗人数和年使用天数均不变，但核医学诊断区辐射防护部分变动，因此对原环评中 ¹³¹I（SPECT 影像诊断）、^{99m}Tc（SPECT 影像诊断）项目进行重新评价，⁸⁹Sr 骨转移癌治疗项目对辐射防护变动部分

进行完善。

(2) 本项目核医学治疗区变化

1. 调整新住院楼地下一层核医学治疗区部分功能用房：将原医护工作站、打印室和更衣卫浴调整为配餐间、保洁间、医护办公室和医护工作站。

2. 核医学治疗区患者入口墙上增设传递窗用于患者取餐。

3. 不改变非密封放射性同位素 (¹³¹I) 的用于甲癌治疗情况下，增加非密封放射性同位素 ¹³¹I 的使用量，增加 ¹³¹I 用量后核医学治疗区工作场所与原环评一致均属于乙级非密封放射性物质工作场所。

4. 核医学治疗区核素病房（1、2、3、4、5）、药品储存分装间、患者走廊、服碘间的辐射防护设计变动。

核医学排风系统改造项目：

医院原在核医学诊断区设置 4 套独立的排风系统，在核医学治疗区设置 3 套独立的排风系统，医院为优化排风走向新增了 3 套排风系统。

衰变池改造项目：

医院核医学治疗区放射性废液管道走向设计未变动，医院核医学诊断区的分装室内水盆从分装室东墙变动至南墙，卫生通过间流向分装室的废液管道从原设计的从南向北变更为从东至西。

原设计衰变池设计内容原为诊断区和治疗区共用 1 套 6 级并联衰变池。

设计变动后：在衰变池正上方新增 1 间衰变池管道间，衰变池管道间内设置 3 个沉渣池。并将 6 级并联衰变池调整为 1 套 2 级并联池和 1 套 4 级并联池，分别用于收集核医学治疗区域和核医学诊断区域的放射性废液。

因原环评未对 ⁸⁹Sr 骨转移癌治疗项目的患者行走路线进行分析，因此本次环评将对此缺失部分完善。

同时建设单位根据医疗需求，新增核素诊疗项目，具体如下：

1. 拟在核医学诊断区新增非密封放射性同位素 ⁶⁸Ga 开展 PET 诊断；
2. 拟在核医学诊断区新增非密封放射性同位素 ²²³Ra 开展骨转移癌治疗；
3. 拟在核医学诊断区新增非密封放射性同位素 ¹³¹I 用于甲功测定；
4. 拟在核医学治疗区新增非密封放射性同位素 ¹⁷⁷Lu 的使用。

介入手术项目（重大变动）：

1. 调整医技楼三层内镜中心 1 间 ERCP 防辐射手术室的布局；
2. 调整五层手术室中心的布局，原设置 2 间 DSA 机房现调整为 3 间 DSA 复合手术室（其中 1 间用于 DSA 与 MR 复合使用，2 间用于 DSA 与 CT 复合使用）。

普通放射诊断项目：

调整新住院楼地下三层、门诊楼九楼口腔科等位置的多台Ⅲ类射线装置的布局或辐射源项。

1. 调整新住院楼地下三层模拟定位 CT 室（东）的布局，并拟使用 1 台 CT；
2. 调整门诊楼九楼口腔科全景室和牙片室的布局，并拟使用 1 台牙科全景机和口内牙片机。

同时建设单位根据医疗需求，新增**普通放射诊断项目**，具体如下：

1. 地下三层战时人防配备 2 台 DR，并拟设置 2 间 DR 机房；
2. 感染楼地下二层配备 1 台 C 臂机，并拟设置 1 间 C 臂机房（解剖室）；
3. 新住院楼十一层卒中中心配备 1 台 CT，并设置 1 间 CT 机房（CT 机由住院楼四楼神经外科 CT 室拟搬迁至新住院楼十一层卒中中心 CT 机房）；
4. 门诊楼五层配备 1 台 C 臂机和 1 台碎石机，并拟设置 1 间 C 臂机房（影像尿动力室）和 1 间碎石机房（碎石机由国际诊疗中心负一楼体外碎石机房拟搬迁至门诊楼五层碎石机房）。
5. 门诊楼九层口腔科配备 1 台口腔 CT 机和 1 台口内牙片机，并拟设置 1 间口腔 CT 室和 1 间牙片室；
6. 医技楼五层手术中心拟配备 4 台 C 臂机，并设置 4 间防辐射手术室，每个防辐射手术室每次手术仅 1 台射线装置出束；
7. 医技楼五层手术室中心配备 1 台移动 O 臂机。并设置 1 间 E37 防辐射手术室（移动 O 臂机从住院部三楼拟搬迁至医技楼五层手术室中心防辐射手术室 E37）。

本次验收内容：

（1）放疗科项目：

- ① 在新住院楼负三层放疗科建设 2 个直线加速器机房（3 号直线加速器机房、4 号直线加速器机房），使用医用电子直线加速器 2 台（最大电子线能量 18MeV，最大 X

射线能量 10MV)；

②在新住院楼负三层放疗科建设 1 个 CT 模拟定位室，使用 1 台 CT 模拟定位机；

综上，放疗科项目含 2 台 II 类射线装置，1 台 III 类射线装置；放疗科项目全部位于医院新住院楼负三层。

(2) 核医学科项目：

①在新住院楼负一层核医学科建设 1 个 PET/CT 机房，使用 1 台 PET/CT，利用 ¹⁸F、⁶⁸Ga 正电子核素进行医学显像；

②在新住院楼负一层核医学科建设 1 个 SPECT/CT 机房，使用 1 台 SPECT/CT，拟利用 ^{99m}Tc、¹³¹I 单光子核素作为显像剂进行医学显像；

③利用 ⁸⁹Sr、²²³Ra 开展骨转移癌等治疗；

④利用 ¹³¹I 开展甲功测定；

⑤在新住院楼负一层核医学科建设 1 个敷贴治疗室，利用 1 枚 ⁹⁰Sr 放射源（敷贴器）开展敷贴治疗；

⑥在新住院楼负三层直线加速器机房南侧设置衰变池。

综上：核医学科项目含 2 台 III 类射线装置、1 个乙级非密封放射性物质工作场所、1 枚 V 放射源。核医学科项目均位于医院新住院楼负一层。

(3) DSA 介入手术项目：

①在国际诊疗中心大楼五层手术中心建设 1 个 DSA 机房（手术中心二区 OR-4），使用 1 台 DSA；

②在医技楼四层介入中心建设 3 个 DSA 机房（介入手术室 DSA2、3、4），使用 3 台 DSA。

综上：DSA 介入手术项目含 4 台 II 类射线装置。

(4) 普通放射诊断项目：

①在国际诊疗中心大楼六层口腔科建设 1 个口腔 CBCT 机房、1 个牙科全景机房、1 个牙片机房，使用 1 台口腔 CBCT、1 台牙科全景机、1 台牙片机；

②在医技楼一层影像中心建设 3 个 CT 机房、3 个 DR 机房，使用 3 台 CT、3 台 DR；

③在新住院楼一层体检中心建设 1 个 DR 机房、1 个骨密度机房，使用 1 台 DR、1

台骨密度仪；

综上，普通放射诊断项目含 11 台Ⅲ类射线装置。

本次验收内容为：1 枚 V 类放射源，14 台Ⅲ类射线装置，6 台Ⅱ类射线装置，1 个乙级非密封放射性物质工作场所。

建设单位已重新申领了《辐射安全许可证》（粤环辐证[B9037]）（见附件 3）。

受建设单位委托，深圳市瑞达检测技术有限公司开展了深圳市南山区人民医院核技术利用改扩建项目（阶段性验收）竣工环境保护验收报告编制工作。在现场调查、检查和查阅相关资料的基础上，编制项目竣工环境保护验收监测报告表。

2.2 项目地理位置

建设单位位于深圳市南山区桃园路 89 号，其地理位置见图 2.2-1。

建设单位北侧为如意家园和桃园路，西侧为常兴新村，南侧为荔苑小区、桃苑小区，东侧为南侨花园。建设单位院内建筑有门诊楼、医技楼、老住院楼、新住院楼、国际诊疗中心大楼、感染楼、行政楼等。



图 2.2-1 地理位置图

本次验收项目的工作场所主要位于国际诊疗中心大楼、新住院楼、医技楼，所有项目位置与环评一致。医院总平面图及项目所在位置图见图 2.2-2。

放疗科项目位于新住院楼地下三层，核医学科项目新住院楼地下一层。新住院楼南面约 43m 为住宅区，东面约 20m 为国际诊疗中心大楼，西侧约 21m 为感染楼，北面紧邻医技楼。放疗科 50m 范围四至图见图 2.2-3，核医学科 50m 范围四至图见图 2.2-4，本项目 50m 评价范围图见图 2.1-5。

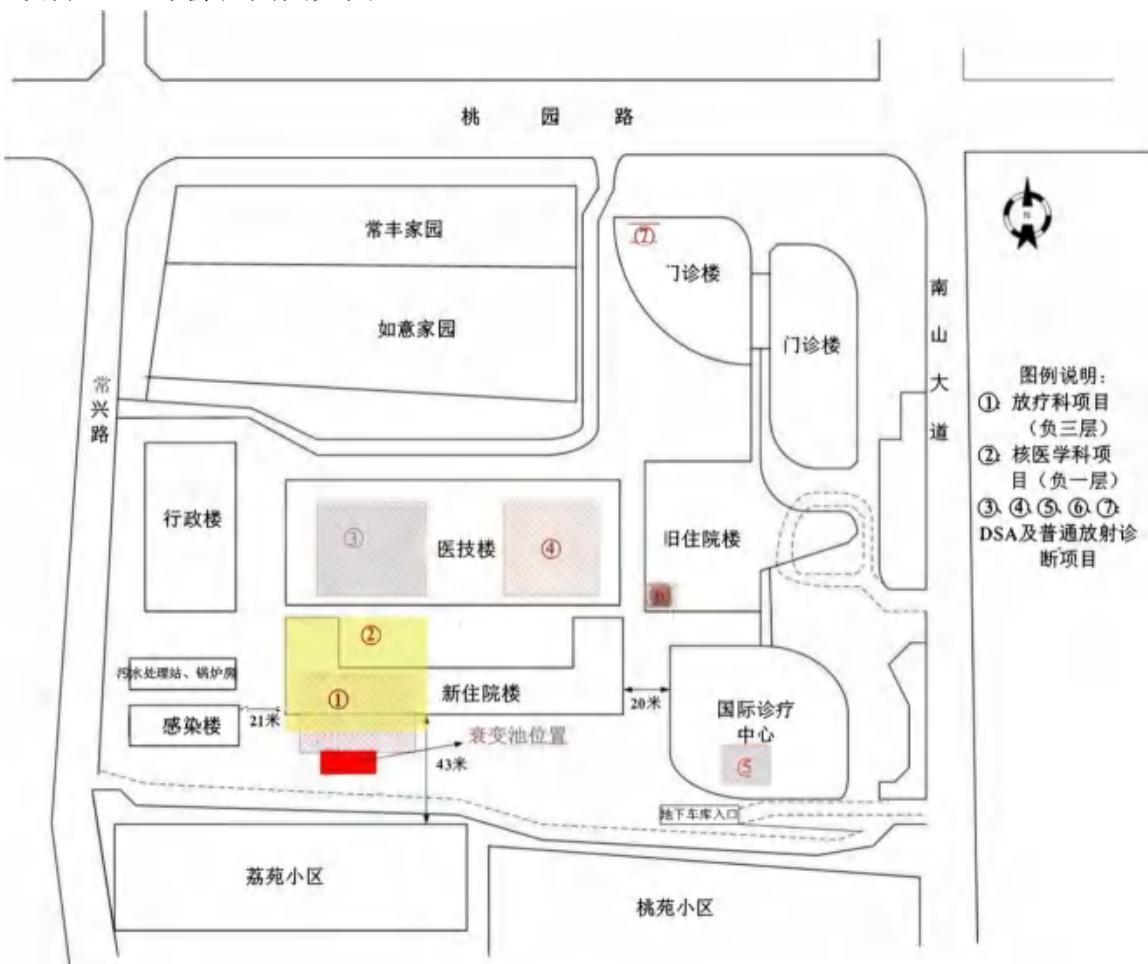


图 2.2-2 医院总平面示意图及项目所在位置图

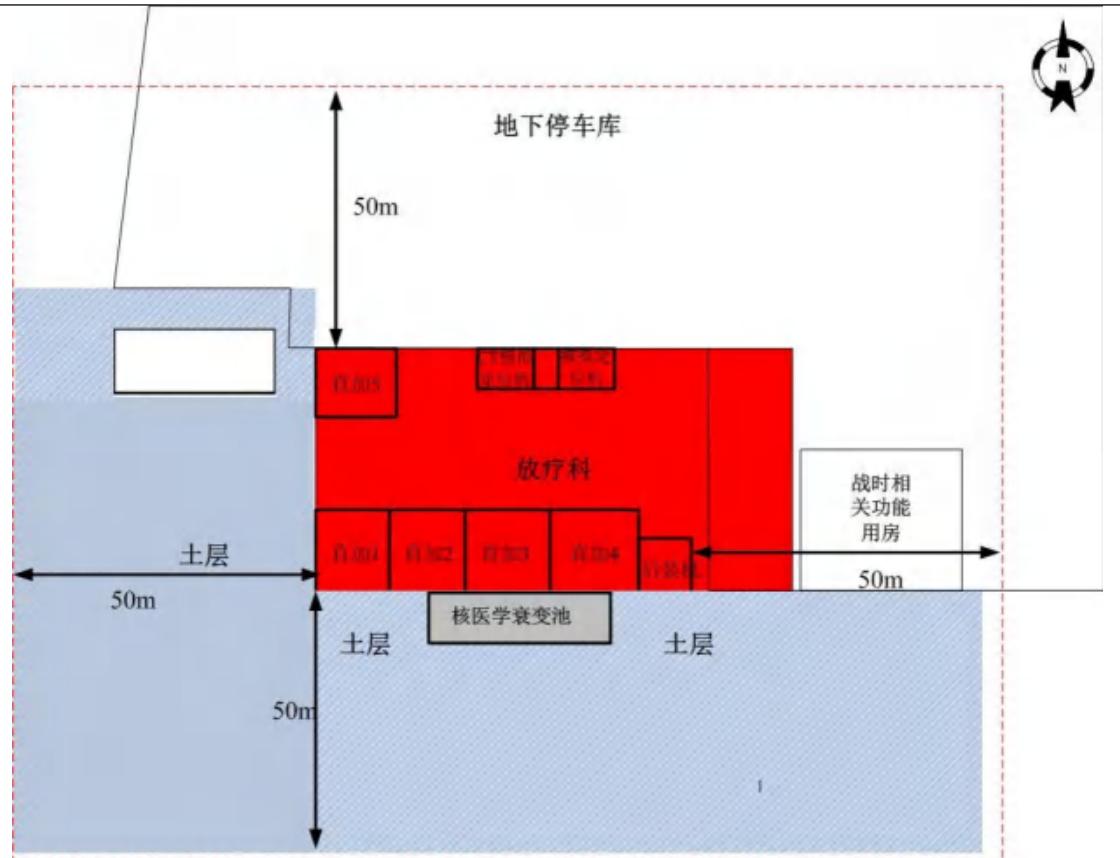


图 2.2-3 放疗科 50m 范围四至图

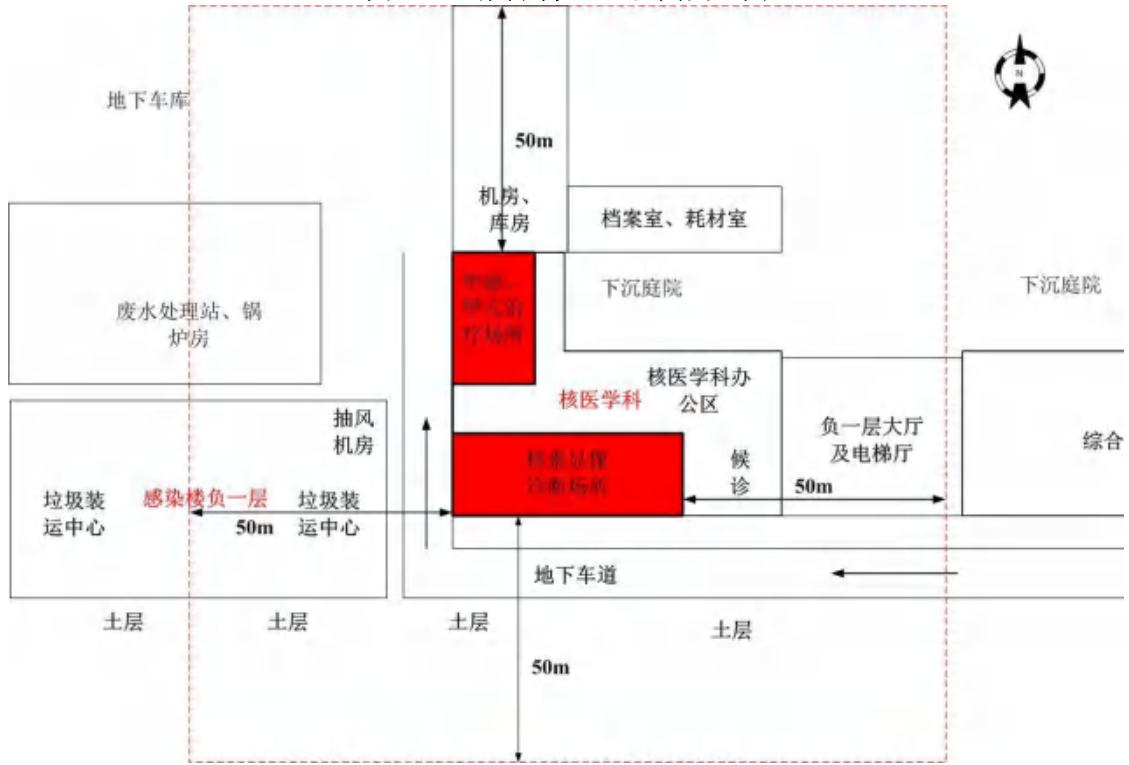


图 2.2-4 核医学科 50m 范围四至图



图 2.2-5 本项目 50m 评价范围图

2.3 工程变动情况

(1) 建设单位加强了 CT 模拟定位室四侧墙体、观察窗、机房门的整体屏蔽铅当量，方案优于环评设计，折合铅当量满足标准要求。

(2) 为满足院感要求，参考《洁净手术部建筑技术规范》（GB 50333-2013），洁净区域非洁净区之间必须设置缓冲间或者传递窗，DSA 机房属于洁净区，机房东侧污物打包间与设备机房之间的通道属于非洁净区，因此建设单位将医技楼四层介入中心污物打包间与设备机房之间的通道设置为缓冲间。为了方便医技楼南北通道的连接，建设单位压缩医技楼四层介入中心控制室、DSA 机房面积，将腾出的面积用做通道。DSA 机房变动后未导致评价范围内出现新的环境保护目标，不属于重大变动。

2.4 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

环评批复内容和实际验收内容对比见表 2.4-1。

表 2.4-1 环评批复和实际验收内容对比

《广东省生态环境厅关于深圳市南山区人民医院核技术利用改建项目环境影响报告表的批复》（粤环审〔2019〕473号）内容	本次验收实际建设内容	对比情况
核技术利用扩建项目位于深圳市南山区桃园路 89 号。项目内容为：在医院院区西侧新建医技楼、新住院楼、感染楼等，在新建的医技楼、新住院楼、感染楼以及原有的国际诊疗中心、旧住院楼、门诊楼开展放疗、核医学、介入以及普通放射诊断项目，具体包括： (一) 在新建住院楼负三层建设放疗科辐射工作场所，开展放射治疗项目。建设 5 间直线加速器机房，1 间后装机机房以及 2 间模拟定位机房。在直线加速器机房内安装使用 5 台医用电子直线加速器（X 射线最大能量均为 15 兆伏，电子线最大能量均为 22 兆电子伏，均属II类射线装置）用于放射治疗；在后装机机房内安装使用 1 台近距离后装治疗机（内含 1 枚铱-192 放射源，活度为 3.7×10^{11} 贝可，属III类放射源）用于放射治疗；在模拟定位机房分别安装使用 1 台 CT 模拟定位机和 1 台普通模拟定位机（均属III类射线装置）用于定位诊断。 (二) 在新建住院楼负一层建设核医学科辐射工作场所，设置 SPECT 机房、PET/CT 机房、PET/MR 机房、骨密度机房、分装室、注射室、敷贴治疗室、注射后休息室等功能用房。在 SPECT 机房中安装使用 1 台 SPECT/CT（属III类	核技术利用扩建项目位于深圳市南山区桃园路 89 号。项目内容为：在医院院区西侧新建医技楼、新住院楼、感染楼等，在新建的医技楼、新住院楼、感染楼以及原有的国际诊疗中心、旧住院楼、门诊楼开展放疗、核医学、介入以及普通放射诊断项目，具体包括： (一) 在新建住院楼负三层建设放疗科辐射工作场所，开展放射治疗项目。建设 2 间直线加速器机房，以及 1 间 CT 模拟定位机房。在 2 间直线加速器机房内安装使用 1 台医用电子直线加速器（X 射线最大能量均为 10 兆伏，电子线最大能量均为 18 兆电子伏，均属II类射线装置）用于放射治疗；在 CT 模拟定位机房安装使用 1 台 CT 模拟定位机（属III类射线装置）用于定位诊断。 (二) 在新建住院楼负一层建设核医学科辐射工作场所，设置 SPECT 机房、PET/CT 机房、分装室、注射室、敷贴治疗室、注射后休息室等功能用房。在 SPECT 机房中安装使用 1 台 SPECT/CT（属III类	本次验收内容均在环评批复内容内，其余暂未建设完成不在本次验收范围内

<p>射线装置），使用放射性核素锝-99m、碘-131 开展显像诊断，在 PET/CT 机房和 PET/MR 机房中分别安装使用 1 台 PET/CT（属III类射线装置）和 1 台 PET/MR，使用放射性核素氟-18 开展显像诊断；使用放射性核素碘-131 开展甲状腺治疗和甲癌治疗，设置 5 间甲癌病房，每个病房设有 1 张床位；使用放射性核素锶-89 开展骨转移瘤治疗；在敷贴治疗室使用 3 枚锶-90 放射源开展敷贴治疗，均属V类密封放射源；在骨密度机房内安装使用 1 台骨密度仪（属III类射线装置）开展放射诊断。核医学科属乙级非密封放射性物质工作场所。</p> <p>（三）分别在国际诊疗中心大楼五层手术中心建设 1 间介入手术室，在医技楼四层介入中心建设 5 间介入手术室，在医技楼五层手术中心建设 2 间介入手术室以及在旧住院楼一层急诊科建设 1 间介入手术室，在各介入手术室分别安装使用 1 台数字减影血管造影装置（均属于II类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗。</p> <p>（四）在国际诊疗中心大楼、医技楼、新住院楼、门诊楼、感染楼、旧住院楼共安装使用 CT 机、DR 机、C 臂机等 53 台医用III类 X 射线装置用于放射诊断。</p>	<p>治疗室、注射后休息室等功能用房。在 SPECT 机房中安装使用 1 台 SPECT/CT（属III类射线装置），使用放射性核素锝-99m、碘-131 开展显像诊断，在 PET/CT 机房安装使用 1 台 PET/CT（属III类射线装置），使用放射性核素氟-18 开展显像诊断；使用放射性核素锶-89 开展骨转移瘤治疗；在敷贴治疗室使用 1 枚锶-90 放射源开展敷贴治疗，属V类密封放射源。核医学科属乙级非密封放射性物质工作场所。</p> <p>（三）分别在国际诊疗中心大楼五层手术中心建设 1 间介入手术室，在医技楼四层介入中心建设 3 间介入手术室，在各介入手术室分别安装使用 1 台数字减影血管造影装置（均属于II类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗。</p> <p>（四）在国际诊疗中心大楼、医技楼、新住院楼共安装使用 CT 机、DR 机等 11 台医用III类 X 射线装置用于放射诊断。</p>	
<p>《广东省生态环境厅关于华中科技大学协和深圳医院核技术利用建设项目环境影响报告表的批复》（粤环深审〔2025〕7号）内容</p> <p>核技术利用改扩建项目位于深圳市南山区桃园路 89 号华中科技大学协和深圳医院医技楼、新住院楼、感染楼门诊楼、地下三层战时人防。</p> <p>(一)核医学诊断区</p> <p>核医学诊断区位于新住院楼地下一层，经调整后属于乙级非密封放射性物质工作场所。</p> <ol style="list-style-type: none"> 拟将原 SPECT/CT 休息室和 VIP 休息室合并为一个 SPECT/CT 休息区； 拟将原 SPECT 室、PET-CT 室和 PET-MRI 室的控制室西北侧的防护门调整至控制室北侧的中部； 将原放射免疫分析室变更为甲功测定室和敷贴治疗室，并将核医学诊断区东侧北端的原骨密度室、甲功测定室和敷贴治疗室变动为骨密度室和准备室； 拟扩大储源室和废物间，并将储源室南侧单开一扇防护门，用于放射性药物的运输； 原核医学诊断区 ^{131}I(SPECT 影像诊断)核素用量减少(日等效最大操作量变更为 $3.7\text{E}+7\text{Bq}$，年最大使用量变更为 $9.25\text{E}+10\text{Bq}$)，$^{99\text{m}}\text{Tc}$(SPECT 影像诊断)核素用量增加(日等效最大操作量变更为 $2.78\text{E}+7\text{Bq}$，年最大使用量变更为 $6.94\text{E}+12\text{Bq}$)，且核医学诊断区辐射防护部分变动； 拟新增非密封放射性同位素 ^{68}Ga(日等效最大操作量 $1.43\text{E}+6\text{Bq}$，年最大使用量变更为 	<p>本次验收实际建设内容</p> <p>核技术利用改扩建项目位于深圳市南山区桃园路 89 号华中科技大学协和深圳医院医技楼、新住院楼、感染楼门诊楼、地下三层战时人防。</p> <p>(一)核医学诊断区</p> <p>核医学诊断区位于新住院楼地下一层，经调整后属于乙级非密封放射性物质工作场所。</p> <ol style="list-style-type: none"> 将原 SPECT/CT 休息室和 VIP 休息室合并为一个 SPECT/CT 休息区； 将原 SPECT 室、PET-CT 室和 PET-MRI 室的控制室西北侧的防护门调整至控制室北侧的中部； 将原放射免疫分析室变更为甲功测定室和敷贴治疗室，并将核医学诊断区东侧北端的原骨密度室、甲功测定室和敷贴治疗室变动为骨密度室和准备室； 扩大储源室和废物间，并将储源室南侧单开一扇防护门，用于放射性药物的运输； 原核医学诊断区 ^{131}I(SPECT 影像诊断)核素用量减少(日等效最大操作量变更为 $3.7\text{E}+7\text{Bq}$，年最大使用量变更为 	<p>对比情况</p> <p>本次验收内容均在环评批复内容内，其余暂未建设完成不在本次验收范围内</p>

<p>量 $7.17E+10\text{Bq}$)开展 PET 诊断;</p> <p>7.拟新增非密封放射性同位素 ^{223}Ra(日等效最大操作量 $7.4E+7\text{Bq}$, 年最大使用量 $3.7E+8\text{Bq}$)开展骨转移癌治疗;</p> <p>8.拟新增非密封放射性同位素 ^{131}I(日等效最大操作量 $7.4E+4\text{Bq}$, 年最大使用量 $1.85E+8\text{Bq}$)用于甲功测定</p> <p>(二)核医学治疗区</p> <p>核医学治疗区位于新住院楼地下一层, 经调整后属于乙级非密封放射性物质工作场所。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.拟将原医护工作站、打印室和更衣卫浴调整为配餐间、保洁间、医护办公室和医护工作站; 2.拟在核医学治疗区患者入口墙上增设传递窗用于患者取餐; 3.拟增加非密封放射性同位素 ^{131}I 用于甲癌治疗的使用量(日等效最大操作量变更为 $3.7E+9\text{Bq}$, 年最大使用量变更为 $3.7E+12\text{Bq}$); 4.核医学治疗区核素病房(1、2、3、4、5)、药品储存分装间、患者走廊、服碘间的辐射防护设计变动; 5.拟新增使用非密封放射性同位素 ^{177}Lu(日等效最大操作量 $7.4E+8\text{Bq}$, 年最大使用量 $3.7E+11\text{Bq}$)。 <p>(三)核医学排风系统</p> <p>为优化排风走向, 拟在核医学诊断区新增 2 套排风系统, 在核医学治疗区新增 1 套排风系统。</p> <p>(四)衰变池</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.核医学诊断区的分装室内水盆从分装室东墙变动至南墙, 卫生通过间流向分装室的废液管道从原设计的从南向北变更为从东至西; 2.在衰变池正上方建设衰变池管道间, 衰变池管道间内设置 3 个沉渣池; 3.拟将 6 级并联衰变池调整为 1 套 2 级并联池和 1 套 4 级并联池, 分别用于收集核医学治疗区域和核医学诊断区域的放射性废液。 <p>(五)介入手术</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.调整医技楼三层内镜中心 1 间 ERCP 防辐射手术室的布局; 2.调整五层手术室中心的布局, 原设置 2 间 DSA 机房现调整为 3 间 DSA 复合手术室(其中 1 间用于 DSA 与 MR 复合使用, 2 间用于 DSA 与 CT 复合使用)。 <p>(六)普通放射诊断</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.调整新住院楼地下三层模拟定位 CT 室(东)的布局, 并拟使用 1 台 CT; 2.调整门诊楼九楼口腔科全景室和牙片室的布局, 并拟使用 1 台牙科全景机和 	<p>$9.25E+10\text{Bq}$), ^{99m}Tc(SPECT 影像诊断)核素用量增加(日等效最大操作量变更为 $2.78E+7\text{Bq}$, 年最大使用量变更为 $6.94E+12\text{Bq}$), 且核医学诊断区辐射防护部分变动;</p> <p>6.新增非密封放射性同位素 ^{68}Ga(日等效最大操作量 $1.43E+6\text{Bq}$, 年最大使用量 $7.17E+10\text{Bq}$)开展 PET 诊断;</p> <p>7.新增非密封放射性同位素 ^{223}Ra(日等效最大操作量 $7.4E+7\text{Bq}$, 年最大使用量 $3.7E+8\text{Bq}$)开展骨转移癌治疗;</p> <p>8.新增非密封放射性同位素 ^{131}I(日等效最大操作量 $7.4E+4\text{Bq}$, 年最大使用量 $1.85E+8\text{Bq}$)用于甲功测定。</p> <p>(三)核医学排风系统</p> <p>为优化排风走向, 在核医学诊断区新增 2 套排风系统。</p> <p>(四)衰变池</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.核医学诊断区的分装室内水盆从分装室东墙变动至南墙, 卫生通过间流向分装室的废液管道从原设计的从南向北变更为从东至西; 2.在衰变池正上方建设衰变池管道间, 衰变池管道间内设置 3 个沉渣池; 3.将 6 级并联衰变池调整为 1 套 2 级并联池和 1 套 4 级并联池, 分别用于收集核医学治疗区域和核医学诊断区域的放射性废液。
--	---

口内牙片机; 3.地下三层战时人防配备 2 台 DR(型号待定, 最大管电压均为 150kV, 最大管电流均为 1000mA, 属III类射线装置), 并拟设置 2 间 DR 机房; 4.感染楼地下二层配备 1 台 C 臂机(型号未定, 最大管电压 125kV, 最大管电流 500mA, 属III类射线装置), 并拟设置 1 间 C 臂机房(解剖室); 5.新住院楼十一层卒中中心设置 1 间 CT 机房, 原住院楼 4 楼神经外科 CT 室内 CT 机(型号为 NL4000 型, 最大管电压 140kV, 最大管电流 300mA, 属类射线装置)搬迁至该机房; 6.门诊楼五层配备 1 台 C 臂机(型号未定, 最大管电压 125kV, 最大管电流 500mA, 属III类射线装置)和 1 台碎石机(型号为 Dornier Compact DeltaI1, 最大管电压 110kV, 最大管电流 4mA, 属III类射线装置), 并拟设置 1 间 C 臂机房(影像尿动力室)和 1 间碎石机房; 7.门诊楼九层口腔科配备 1 台口腔 CT 机(型号未定, 最大管电压 130kV, 最大管电流 20mA, 属III类射线装置)和 1 台口内牙片机(型号未定, 最大管电压 70kV, 最大管电流 10mA, III类射线装置), 并拟设置 1 间口腔 CT 室和 1 间牙片室; 8.医技楼五层手术中心拟配备 4 台 C 臂机(型号未定, 最大管电压 125kV, 最大管电流 500mA, 属III类射线装置), 并设置 4 间防辐射手术室, 每个防辐射手术室每次手术仅 1 台射线装出束; 9.医技楼五层手术室中心配备 1 台移动 O 臂机(型号为 O-arm1000, 最大管电压 125kV, 最大管电流 3.3mA, 属III类射线装置), 并设置 1 间 E37 防辐射手术室。		
--	--	--

2.5 源项情况

本项目放射源情况见表 2.5-1，非密封放射性物质情况见表 2.5-2，直线加速器情况见表 2.5-3，射线装置基本信息一览表见表 2.5-4。

表 2.5-1 放射源情况

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y	7.4E+08/7.4E+08×1	V	使用	敷贴治疗	新住院楼负一层核医学科敷贴治疗室	敷贴治疗室保险柜	/

注：建设单位通过放射源备案手续形式拟新增 6 枚活度为 1.48E+09Bq 的 ⁹⁰Sr-⁹⁰Y 放射源（备案号：202444030500000029），实际已购置 2 枚活度为 1.48E+09Bq 的 ⁹⁰Sr-⁹⁰Y 放射源。

本次验收的放射源活度与环境影响报告表及其批复一致。放射性药物均为外购。

表 2.5-2 非密封放射性物质情况

序号	核素名称	理化性质	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	使用场所	贮存方式与地点
1	¹⁸ F	液态/低毒 /半衰期 109.7min	1.11E+10	1.11E+07	2.775E+12	PET/CT 显像诊断	新住院楼负一层核医学科	核医学科储源室保险柜
2	⁶⁸ Ga	液态/低毒 /半衰期 68.3min	1.43E+9	1.43E+06	7.17E+10	PET/CT 显像诊断		
3	^{99m} Tc	液态/低毒 /半衰期 =6.02h	2.78E+10	2.78E+07	6.94E+12	SPECT/CT 显像诊断		
4	⁸⁹ Sr	液态/中毒 /半衰期 =50.55h	5.55E+08	5.55E+07	1.387E+11	骨转移癌治疗		
5	²²³ Ra	液态/极毒 /半衰期 =11.44d	7.4E+06	7.4E+07	3.7E+8	骨转移癌治疗		
6	¹³¹ I	液态/中毒 /半衰期 =8.04d	3.7E+08	3.7E+07	9.25E+10	SPECT/CT 显像诊断		
7	¹³¹ I	液态/中毒 /半衰期 =8.04d	7.4E+05	7.4E+04	1.85E+8	甲功测定		

注：1. 日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；
2.¹⁸F环评操作量包括了PET/CT和PET/MRI显像用量，由于PET/MRI未安装，故本次验收¹⁸F操作量为PET/CT显像用量。

本次验收的非密封放射性物质日最大操作量、年最大用量与环境影响报告表及其批复一致。

表 2.5-3 直线加速器情况

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量(MeV)	额定电流(mA) / 剂量率(Gy/h)	用途	工作场所
1	医用直线加速器	II	2	True Beam	电子	电子线最大能量: 18MeV, X射线最大能量 10MV	电子线的最大输出剂量率 600Gy/h (1000MU/min); 10MV: X射线最大输出剂量率 1440Gy/h (2400MU/min); 6MV: X射线最大输出剂量率 840Gy/h (1400MU/min)	放射治疗	新住院楼负三层3号、4号直线加速器机房

本次验收的直线加速器参数不大于环境影响报告表及其批复参数。

表 2.5-4 射线装置基本信息一览表

序号	名称	型号	类型	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	使用场所
1	单光子发射断层及 X 射线计算机体层摄影成像系统(SPECT/CT)	Discovery NM/CT 670	III	140	440	D 栋住院楼地下1层核医学科SPECT/CT 影像检查室
2	正电子发射断层及 X 射线计算机体层摄影成像系统(PET/CT)	Discovery MI	III	140	600	D 栋住院楼地下1层核医学科PCT/CT 影像检查室
3	数字医用 X 射线摄影系统(DR)	Definition 6000	III	150	1000	E 栋医技楼 1 层三区 21 号 DR 室
4	口腔内成像 X 射线机(口内牙片机)	Planmeca ProX	III	70	7	国际诊疗中心楼6层口腔科拍片室①
5	全景 X 射线系统(牙科全景机)	ProMax 3D	III	90	16	国际诊疗中心楼6层口腔科拍片室③
6	医用血管造影 X 射线系统(双球管 DSA)	Azurion 7B20	II	125	813	E 栋医技楼 4 层介入手术室 DSA3
7	医用血管造影 X 射线机(DSA)	Artisze III ceiling	II	125	1000	E 栋医技楼 4 层介入手术室 DSA4
8	双能 X 射线骨密度仪(全身骨	Horizon-A	III	140	10	D 栋新住院楼 1 层健康体检中心

	密度仪)					102 骨密度检查室
9	全景、头颅和 X 射线数字化体层摄影设备(口腔 CBCT)	New Tom Giano	III	90	10	国际诊疗中心 6 层口腔科拍片室 ②
10	数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)	Digital Diagnost3	III	150	1000	E 栋医技楼 1 层三区 20 号 DR 室
11	X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	Aquilion ONE TSX-305A	III	135	900	E 栋医技楼 1 层放射影像科 12 号 CT 室
12	数字化医用 X 射线摄影系统 (双板 DR)	uDR 780i	III	150	800	D 栋新住院楼 1 层健康体检中心 X 线检查室 101
13	X 射线计算机体层摄影设备 (64 排 CT)	IQon Spectral CT	III	140	1000	E 栋医技楼 1 层放射科 E1 区 25 号 CT 室
14	数字化医用 X 射线摄影系统 (双板 DR)	DRX-Evolution Plus	III	150	1000	E 栋医技楼 1 层放射科 E1 区 7 号 DR 室
15	X 射线计算机体层摄影设备 (CT)	uCT 860	III	140	833	E 栋医技楼 1 层放射科 E1 区 11 号 CT 室
16	医用血管造影 X 射线机 (DSA)	Artis Q zeego	II	125	1000	E 栋医技楼 4 层一区介入手术室 2 号 DSA 室
17	X 射线计算机体层摄影设备 (模拟定位 CT)	Philips CT Big Bore	III	140	665	D 栋新住院楼负 3 层放疗中心 CT 模拟定位室
18	医用血管造影 X 射线机 (DSA, 具有 CBCT 功能)	Discovery IGS7 OR	II	125	1000	国际诊疗中心五楼手术中心二区 OR-4

本次验收的 PET/CT、SPECT/CT、DSA、CT、DR、口腔 CBCT、牙科全景机、口腔牙片机、全身骨密度仪参数均不大于环境影响报告表及其批复参数。

2.6 工程设备与工艺分析

2.6.1 核医学科项目

2.6.1.1 工程设备组成和工作原理

(1) PET/CT 显像诊断

PET 是正电子发射计算机断层成像的英文 Positron Emission Tomography 的缩写，是反映病变基因、分子、代谢及功能状态的显像设备，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，从而为进行临

床提供疾病的生物代谢信息诊断。PET 扫描系统主要由扫描仪 (scanner)、显像(imaging table)、电子柜(electronics cabinet)、操作工作站 (operator workstation, OWS) 、分析工作站 (analysis workstation, AWS) 和影像硬拷贝等组成。PET 扫描仪的外形为一个柱状的支架 (gantry) , 扫描视野位于支架的中央, 由探测器、射线屏蔽装置等组成。

PET/CT 由正电子发射断层成像 (PET) 和 X 射线断层成像扫描 (CT) 组成, 使用同一个检查床和 PET 图像与 CT 图像融合对位工作站, 同时具有 PET 与 CT 功能, 同时利用 PET 和 CT 进行临床疾病的诊断。



PET/CT



GENERAL ELECTRIC COMPANY
MILWAUKEE, WISCONSIN USA
MODEL 5900/5920
S/N CLW1000001
MANUFACTURED September 2004
DESC GE 64 PET SYSTEM Milwaukee

PET/CT 铭牌

图 2.6-1 本项目 PET/CT 现场图

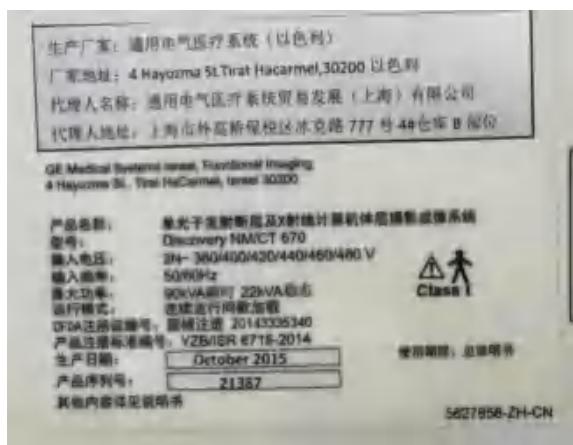
(2) SPECT/CT 显像诊断

SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography, 单光子发射型计算机体层显像), 是一种利用放射性核素的检查方法。SPECT/CT 的全称是单光子发射计算机断层扫描仪 (Single-Photo Emission Computed Tomography)。其进行诊断的基本原理是: 患者注射放射性药物后, 药物在特定的器官或组织发射出一定能量的光子 (γ 射线), 穿过组织器官后到达 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 射线能力转换为光信号, 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形。其主要的功能特点是: 除了显示脏器形态结构外, 更重要的是可观察到脏器血流灌注、功能和代谢的变化。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。SPECT/CT 主要由三部分组成, 即探头、旋转运动机架、计算机及其辅助设备。探头部分主要由准直器、晶体、光导、光电倍增管、模拟定位计算电路

组成。SPECT/CT 自身带有一个 CT 球管，在 SPECT 核素扫描的基础上，可以同时获得 CT 解剖图像，从而更有利于对疾病作出全面、准确的判断。



SPECT/CT



SPECT/CT 铭牌

图 2.6-2 本项目 SPECT/CT 现场图

(3) 敷贴治疗

^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴治疗是利用核素放射 β 射线，使局部病灶产生辐射生物效应而达到治疗目的，使用时根据病变形状在保护周围正常皮肤前提下直接敷贴，治疗可用一次大剂量法或多次小剂量法。 ^{90}Sr - ^{90}Y 是一种纯 β 放射源，主要治疗局限性毛细血管瘤，局限性慢性湿疹和牛皮癣等皮肤疾患等。



图 2.6-3 本项目敷贴器现场图

(4) 骨转移癌治疗项目

本项目使用 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 开展骨转移癌治疗。

骨转移癌治疗的工作原理为静脉注射趋骨性放射性药物，通过高度选择性聚集在病变部位的放射性核素所发射出 β 射线或 α 射线，对病变进行集中照射，在局部产生足够的电离辐射生物学效应，达到抑制或破坏病变组织的目的，其有效射程很短，因而邻近正常组织和全身辐射吸收剂量很低，从而达到止痛和破坏肿瘤的目的。

⁸⁹Sr 是纯 β 射线体，不伴 γ 射线，其发射的 β 射线能量较高，对病变组织进行集中照射，在骨组织内的射程约为 3mm，在病灶骨中的浓聚能保持很长时间。在转移灶的摄取高于正常骨 2~25 倍，这样，对病灶骨就有足够的照射剂量，而对病灶骨以外、周围的正常组织照射很少，不致引起不可逆的骨髓损伤。

²²³Ra 是纯 α 衰变，可模拟钙在骨转换增强（如：骨转移）的区域与骨矿物质羟磷灰石形成复合物，发射 α 粒子所生成的高线性能量转移可导致邻近细胞 DNA 的双链断裂，在骨转移灶产生抗肿瘤作用。²²³Ra 发射 α 粒子的范围小于 100 微米（小于 10 个细胞直径），对周围正常组织的损害有限。

（5）甲功测定项目

碘是甲状腺合成甲状腺激素的原料之一，放射性 ¹³¹I 也能被摄取并参与甲状腺激素的合成，其被摄取的量和速度与甲状腺功能密切相关。将 ¹³¹I 引入受检者体内，利用体外探测仪器测定甲状腺部位放射性计数的变化，可以了解 ¹³¹I 被甲状腺摄取的情况，从而判断甲状腺的功能。

2.6.1.2 工作方式和工艺流程

（1）PET/CT 显像诊断

订药：核医学所需含 ¹⁸F、⁶⁸Ga 药物需外购，医院根据患者预约情况，提前向有资质的放射性药物供货商订购药物，并按照受检者需求由供药方将含 ¹⁸F、⁶⁸Ga 药物运输到核医学，核医学安排专人接收放射性药物，核对放射性药物名称、活度，检查药品包装和外观质量等，办理交接手续并存档。计划每日送药 1 次。

PET/CT 诊断工作流程：

- 1) 接收受检者，开具 PET/CT 诊断单并告知患者诊断流程；
- 2) 医生根据患者身高、体重和血糖等确定使用含 ¹⁸F、⁶⁸Ga 放射性药物的剂量；
- 3) 由分装人员在分装橱内进行手动分装，分装好后进行注射，工作人员手持带钨合金屏蔽套的注射器，在注射室 PET 注射窗口 50mmPb 屏蔽下为患者注射，单次注射时间约 0.5min。

在药品分装注射过程中存在 β/γ 射线污染，同时会产生放射性废液（清洗）、固废（注射器、棉球、安瓿瓶等）；

- 4) 患者注射完放射性药物后前往 PET 休息区等候（注射后需在 PET 休息区等

候 40min~50min)；

5) 待药物充分代谢后，通过语音呼叫，进入相应机房，经技师进行语音提示摆位，必要时进入机房指导，随后离开机房进入控制室，PET/CT 扫描时间约 10min，PET/CT 每次摆位时间约 1min，扫描完成后，病人离开机房，根据医生指导部分患者需要在留观室留观，留观时间约 10min，无碍后从患者出口离开。

PET/CT 显像诊断工艺流程及产污环节与环评一致。

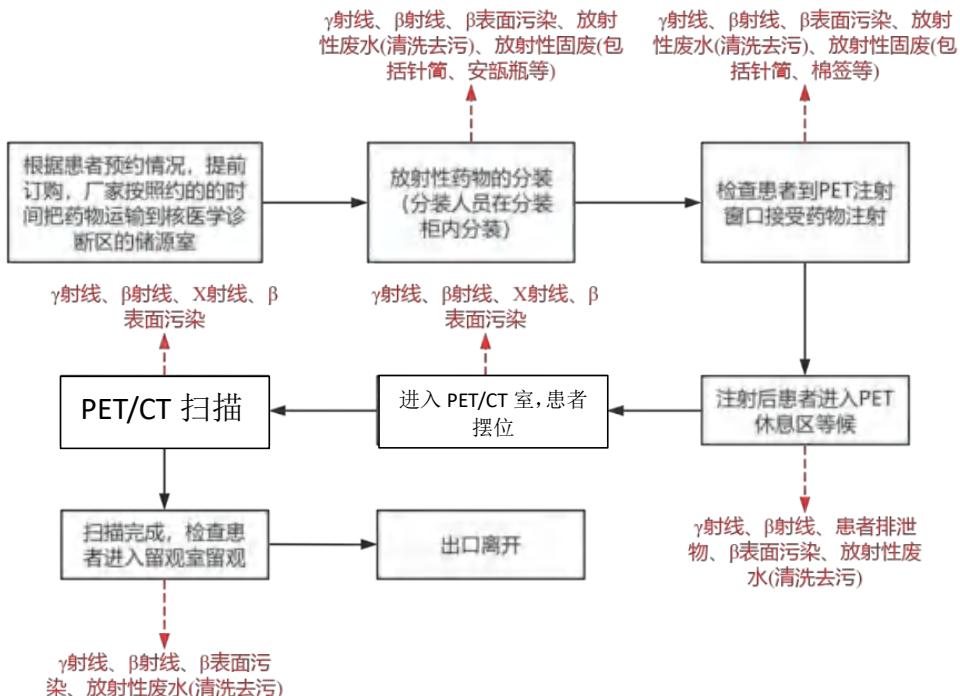


图 2.6-4 PET/CT 工艺流程图及产污环节图

(2) SPECT/CT 显像诊断

订药：核医学诊断所需放射性药物需外购，医院根据患者预约情况，提前向有资质的放射性药物供药单位订购药物，并按照受检者需求由供药方将含放射性药物运输到核医学诊断区储源室； ^{99m}Tc 外购单支成品药物和 ^{131}I （影像诊断）为外购单瓶成品药物。核医学安排专人接收放射性药物，核对放射性药物名称、活度，检查药品包装和外观质量等，办理交接手续并存档。计划每日送药一次。

SPECT/CT 诊断工作流程：

建设单位计划每日先进行 PET 诊断项目再进行 SPECT 诊断项目。 ^{99m}Tc 显像患者和 ^{131}I 显像患者分批次注射/服药，建设单位通过预约、时间管控，完全能够实现避免 ^{99m}Tc 显像患者与 ^{131}I 显像患者患者的交叉，同时避免 ^{99m}Tc 和 ^{131}I 显像诊断项目患者

受到其它核素不必要的照射。

- 1) 接受检者，开具 SPECT/CT 诊断单并告知患者诊断流程；
 - 2) 医生确定 ^{99m}Tc 显像患者和 ^{131}I 显像患者使用核素 ^{99m}Tc 、 ^{131}I 的剂量；
 - 3) 本项目使用的含 ^{99m}Tc 药物在手套箱内测活后在注射室 SPECT 注射窗的屏蔽下为病人注射（为心肌显像患者注射时，医护人员需移动注射防护车和药物进入心肌负荷室进行注射，再原路返回分装室）。 ^{131}I 影像诊断给药时，工作人员位于分装室的 SPECT 注射窗口处指导患者进行服药；
 - 4) ^{99m}Tc 显像：①静态显像患者在 SPECT 注射窗口注射放射性药物后根据工作人员指导，在 SPECT/CT 休息区休息一段时间后扫描。②动态显像患者根据指引自行摆位（行动不便则由技师协助摆位），摆位后由医护人员在 SPECT 室移动注射防护车（20mmPb）防护下对其进行注射，待扫描床上患者注射放射性药物后医护人员离开。技师隔室操作 SPECT/CT 对患者实施扫描诊断。诊断结束后，患者从患者专用出口离开扫描间。
 ^{131}I 显像：患者在 SPECT 注射窗口服药后由核医学诊断区患者出口直接离开，24 小时或者 48 小时后回到核医学诊断区 SPECT 室进行扫描。
 - 5) 患者进入 SPECT 室，经医生摆位，医生隔室操作对患者进行 SPECT/CT 扫描诊断，诊断结束后，患者从核医学诊断区出口处离开核医学工作场所。
- SPECT/CT 显像诊断工艺流程及产污环节与环评一致。

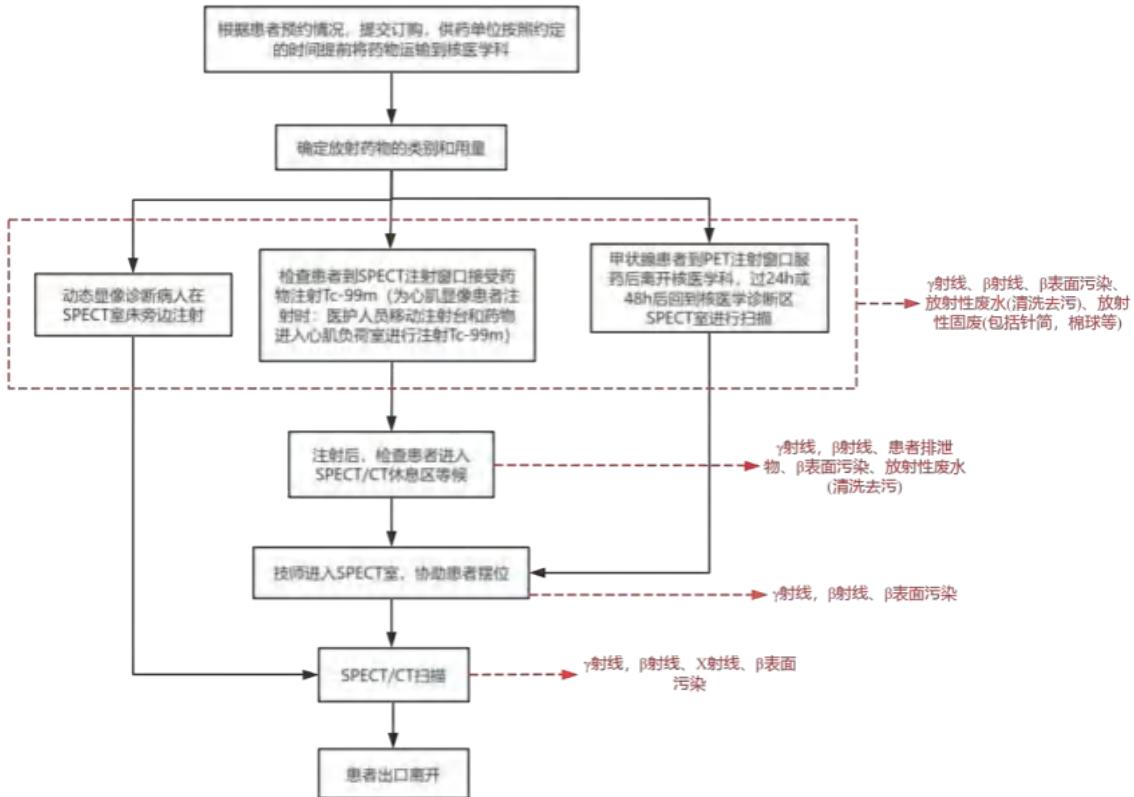


图 2.6-5 SPECT/CT 显像检查及产污环节图

(3) 敷贴治疗

本项目 ^{90}Sr 敷贴治疗项目所用的 ^{90}Sr 敷贴器（放射源）需外购，作为放射源管理，平时贮存在敷贴室保险柜内，保险柜双人双锁。使用时，由辐射工作人员取出后直接对患者实施敷贴治疗，使用完成后存入保险柜。

敷贴治疗工艺流程及产污环节与环评一致。

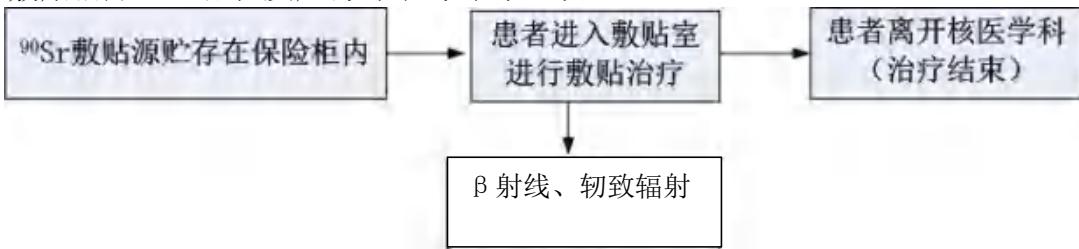


图 2.6-6 ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴治疗项目工作流程

(4) ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 骨转移癌治疗

订药：本项目 ^{89}Sr 、 ^{223}Ra 为单支成品药物形式的外购药物，核医学工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约人数，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位将按人份将药物分装好单独屏蔽包装，在约定的时间送达，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将药物放于诊断区储源室内暂存。

给药：开展骨转移癌治疗时，工作人员将储源室铅罐内的单支成品药物取出，接受⁸⁹Sr或²²³Ra治疗患者到达核医学注射室内SPECT注射窗口，医护人员隔室对患者进行注射，患者注射后即可离开核医学。

核医学诊断区核素门诊治疗项目患者较少，因此建设单位将在注射窗旁粘贴相关指示说明，通过预约、时间管控，可避免骨转移癌治疗患者与核素显像诊断患者的交叉，同时避免骨转移癌治疗患者受到其它核素不必要的照射，注射前工作人员将仔细核对患者姓名、用药种类和用药量等相关信息，确认无误后方可注射。

⁸⁹Sr、²²³Ra骨转移癌治疗工艺流程及产污环节与环评一致。

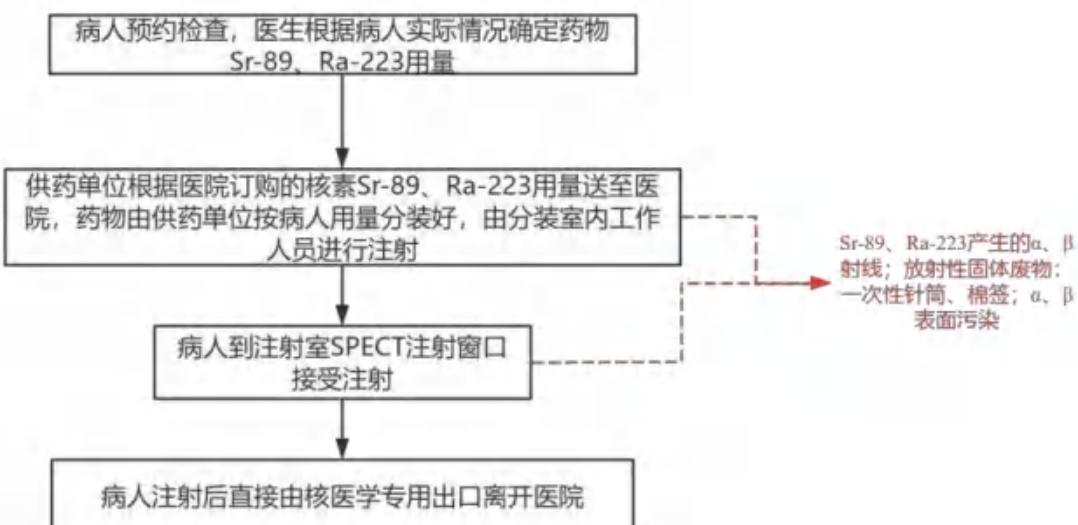


图 2.6-7 骨转移癌治疗流程图

(5) 甲功测定

订药：订购按单人份分装好的单瓶成品药物。工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约检查的人数，提前一天向供药单位订购放射性药物，供药单位在用药当天送达药品，安排专人接收放射性药物，核对放射性药物名称、活度，检查药品包装和外观质量等，办理交接手续并存档，将¹³¹I甲功测定药物放于核医学诊断区储源室。计划每日送药一次。

指导服药：甲功测定患者在核医学诊断区的注射室内PET注射窗口处进行服药。医院核医学诊断区核素治疗项目患者较少，因此建设单位将在注射窗旁粘贴相关指示说明，通过预约、时间管控，完全能够实现¹³¹I甲功测定患者与¹³¹I核素显像诊断患者的交叉，同时避免¹³¹I甲功测定患者和¹³¹I核素显像诊断患者受到其它核素不必要的照射。

的照射，指导服药前工作人员将仔细核对患者姓名、用药种类和用药量等相关信息，确认无误后方可给药。

甲功测定患者服药后离开核医学，2h、4h、6h 和 24h 后返回核医学的甲功测定室进行检查。

2.6.2 放射治疗项目

2.6.2.1 工程设备组成和工作原理

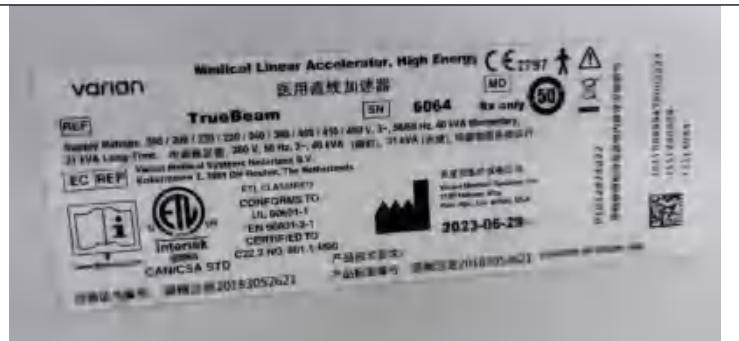
(1) 医用电子直线加速器

医用电子直线加速器是利用微波电场（频率范围为 1000-10000 MHz，一般为 2856 MHz）加速，将电子枪产生的电子经加速管加速后形成高能电子束的装置，主要由电子枪、加速管、束流控制和靶系统四个主要部分及其辅助设备组成。它既可以产生高能电子束，也可以利用高能电子束与靶物质相互作用时的轫致辐射产生 X 射线束。由主控制台的触发器将脉冲调制器触发，产生系列脉冲（脉冲宽度通常为几微秒，重复频率为几百 Hz），同时加到磁控管阴极及电子枪的阳极，因而磁控管发生振荡，产生微波功率，同时电子枪发射的电子也从轴向进入加速管，在加速管中微波与电子相互作用，使电子从微波电磁场中不断获得能量，最后由加速管终端输出至偏转盒，作为电子束输出，或者打靶作为 X 射线输出。靶的下面是均整器，其下面有平板电离室。平板电离室一方面将电子或 X 射线在其中的电离电流信号输送至剂量监测仪，以确定治疗剂量；另一方面将束流强度变化的信号输送至束流控制系统，通过前、后驾驶线圈来控制电子的运动轨道和输出量。

本项目医用电子直线加速器同时具有 CBCT 功能，CBCT 其原理为 X 线发生器以较低的射量围绕投照体做环形 DR（数字式投照），然后将围绕体多次“交集”中所获得的数据在计算机中重组后进而获得三维图像。该系统采用定位床，用负压袋将患者固定，用十字激光灯对患者位置进行初始定位，确定三维立体坐标，将 CT/MRI 图像中病灶的坐标转换到辐射装置的坐标系中，在治疗前，通过基于 CBCT 的图像引导定位装置进行摆位验证，通过三维床各轴的微动来调整患者的姿态，以确保放射治疗前靶区的准确性，CBCT 与直线加速器不会同时出束。



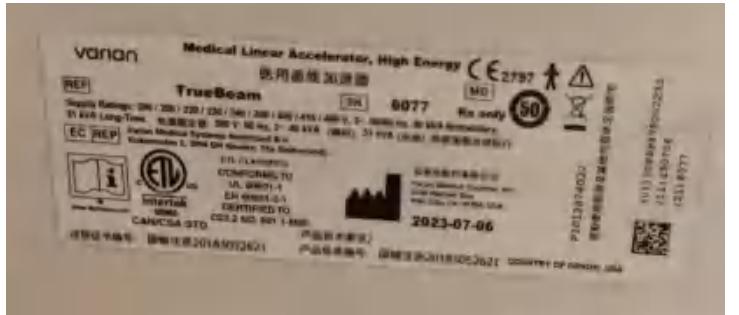
3号直线加速器外观



3号直线加速器铭牌



4号直线加速器外观



4号直线加速器铭牌

图 2.6-8 本项目加速器外观图

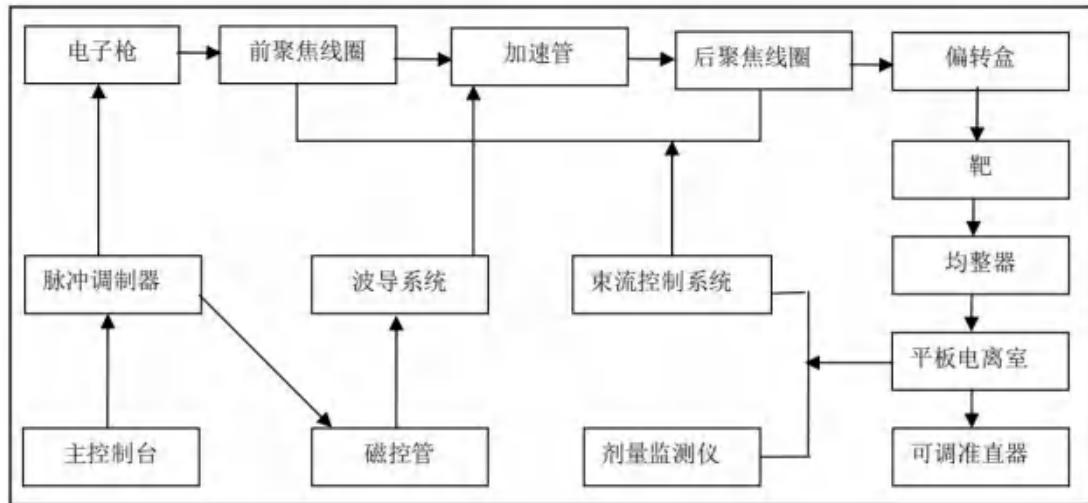


图 2.6-9 医用电子直线加速器运行原理方框图

(2) 模拟定位 CT

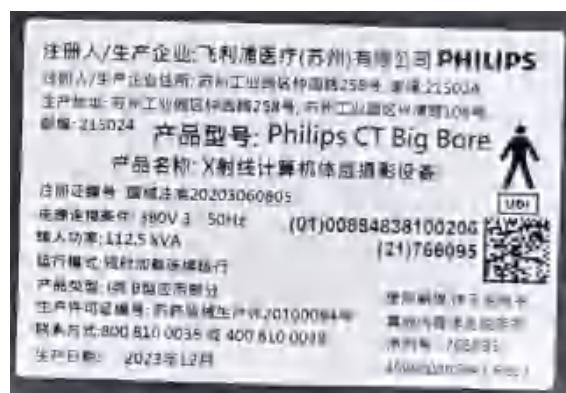
模拟定位机是模拟放射治疗机治疗的几何条件而定出照射部位的放射治疗辅助设备，它实际上是一台特殊的 X 射线机，其 X 射线由 X 射线管产生。X 射线管由阴极和阳极组成。当阴极灯丝通电加热时，电子则从阴极逸出来，而聚焦杯使这些电子聚集形成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面被靶所阻挡，导致轫致辐射产生 X 射线。

模拟定位 CT 可以看作是诊断性 CT 与传统 X 射线模拟机的有机结合。模拟定位

CT不仅可以像诊断 CT 机一样为治疗计划系统提供高质量的横断面 CT 影像资料，帮助临床医生精确勾画出肿瘤靶区及危险器官的轮廓，进而帮助计算机计划系统进行组织不均匀性校正，提高剂量计算的准确性；还能够借助复杂的计算机软件，将计划设计的照射野三维空间分布结果重叠在 CT 重建的病人解剖资料之上，在相应的激光定位系统的辅助下，实现对治疗条件的虚拟模拟。CT 模拟定位机综合了部分影像系统、计划设计系统和传统 X 光模拟机的功能。CT 模拟定位机和 CT 一样，出束时球管绕受检部位做圆周运动，由于设备有自身屏蔽，故机房内主要是散漏射线，扫描电压通常在 120~140kV。



设备外观



铭牌

图 2.6-10 本项目模拟定位 CT 示意图

2.6.2.2 工作方式和工艺流程

(1) 直线加速器

- ① 进行定位。先通过模拟定位机或者 CT 对病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位。
- ② 制订治疗计划。根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间。
- ③ 固定患者体位。在利用加速器进行治疗时需对患者进行定位，标记，调整照射角度及射野。
- ④ 开机治疗。除了待治疗病人，其余人员撤出治疗室，关闭大门，加速器出束，进行治疗。
- ⑤ 治疗完毕，加速器停止出束，方可打开迷路防护门，护理人员将病人送出治疗室。

直线加速器工艺流程及产污环节与环评一致。

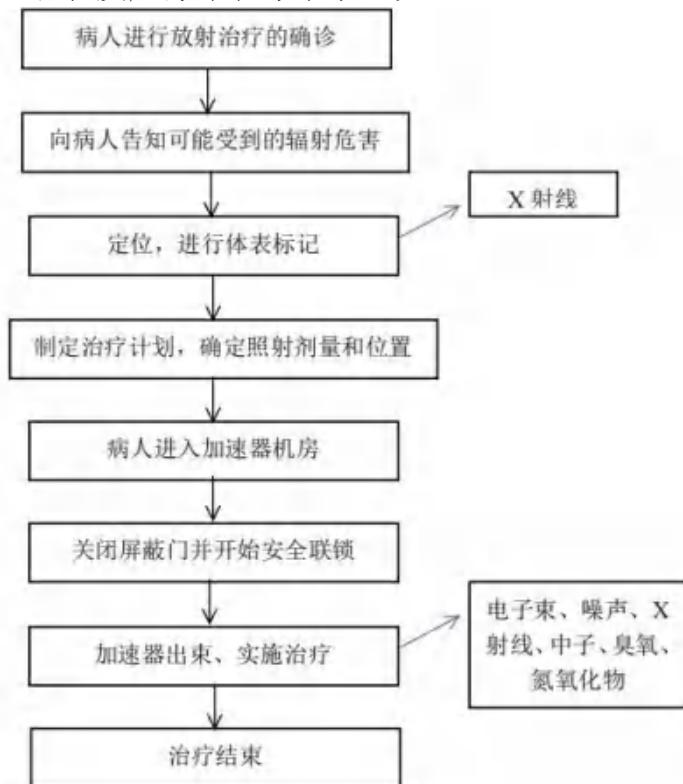
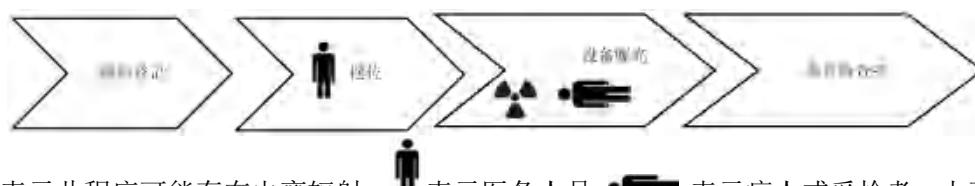


图 2.6-11 医用电子直线加速器放射治疗工作流程图

(2) 模拟定位 CT

- 1.患者由医生确认需进行 CT 模拟定位时，进行预约登记。
- 2.检查室内的影像医生的指导下正确摆位。
- 3.医生隔室操作进行模拟定位。
- 4.定位结束离开检查室。

模拟定位 CT 工艺流程及产污环节与环评一致。



(表示此程序可能存在电离辐射， 表示医务人员， 表示病人或受检者，上下的文字注明所处的区域)

图 2.6-12 模拟定位 CT 诊断工作流程图

2.6.3 介入手术项目

2.6.3.1 工程设备组成和工作原理

数字减影血管造影系统 (DSA) 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于

一体的系统。DSA 射线装置主要由 X 射线发生系统、C 型支架、接收器、图像显示器、导管床、操作台等系统组成。X 射线发生系统位于接收器正对方向；操作台集合控制系统和设备状态显示等功能，位于操作室内；机房内控制装置一般为脚闸控制，通过设备电缆引出、位于地面。



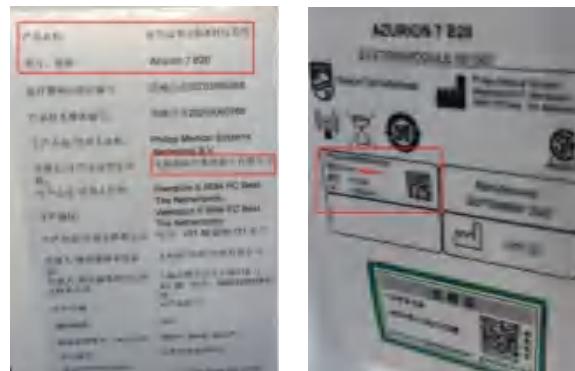
DSA2 设备外观图



DSA2 设备铭牌图



DSA3 设备外观图





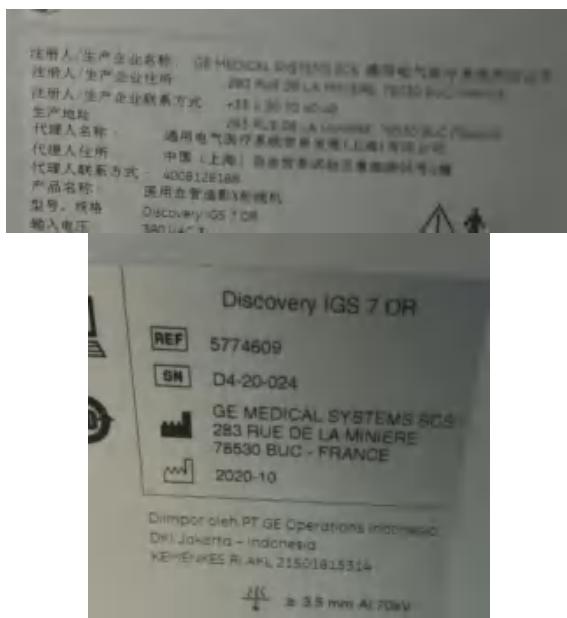
DSA4 设备外观图



DSA4 设备铭牌图



国际诊疗中心五楼手术中心二区 OR-4 DSA



国际诊疗中心五楼手术中心二区 OR-4 DSA 铭牌

图 2.6-13 本项目 DSA 现场图

数字减影血管造影装置 (DSA 装置) 实质上是一个基于固定式 C 型臂 X 射线机的造影系统, 是将受检部位注入造影剂前后的两幅血管造影 X 射线荧光图像相减, 除去了不变的骨骼和软组织等结构, 浓度很低的造影剂充盈的血管被突出的显示出来, 并可以动态显示出血液流动情况, 因而能清楚的显示病灶, 提高诊断的准确率, 成像原理见图 2.6-14。

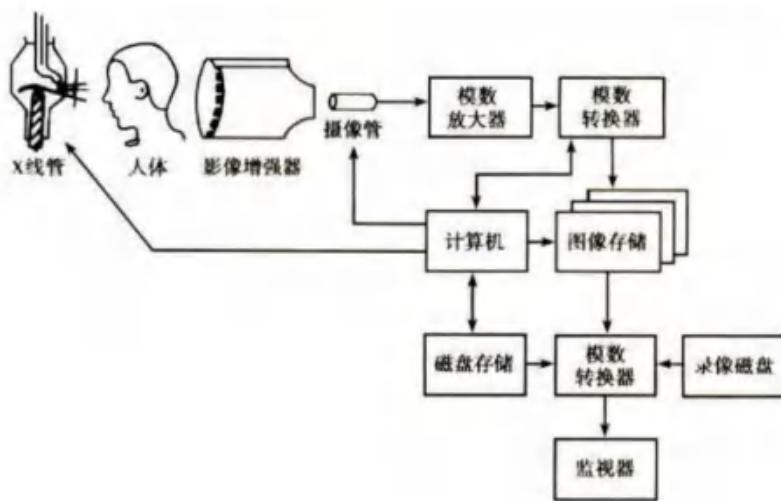


图 2.6-14 数字减影血管造影装置成像原理示意图

2.6.3.2 工程设备组成和工作原理

(1) DSA 手术工艺流程

工作流程具体描述如下：

①告知辐射危害：医师接诊患者，告知介入手术存在的辐射危害，并让患者或其家属签署知情同意书。

②术前准备：开机检查设备使用状态，按照患者的个体情况、治疗部位的特性制定检查模式、X射线发生模式、采集频率、采集视野等。诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，患者麻醉后，介入手术医师经皮穿刺静脉先后送入引导钢丝、扩张管与外鞘，之后退出钢丝、扩张管，将外鞘保留于静脉内。介入手术医师经外鞘插入导管，推送导管，在X射线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留X线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

③DSA 在进行曝光时分为两种情况：第一种情况，操作人员采取隔室操作的方式，即影像技师在操作间内对患者进行X射线曝光摄像，医师通过铅玻璃观察窗观察机房内患者情况，并通过对讲系统与患者交流。

第二种情况，医师需进行手术治疗时，为更直观地对患者进行介入操作，会采用X射线连续脉冲透视的形式，此时手术医师穿戴个人防护用品，使用床侧防护帘、铅防护吊帘等辅助防护设施，在诊断床旁对患者进行手术操作；护士承担同室传递医疗器械及辅助医生手术的工作，也承担隔室记录手术情况的工作，同室操作时，身着个人防护用品位于铅屏风后进行手术辅助工作。

④手术结束后，关闭设备，推送患者离开。

DSA 工艺流程及产污环节与环评一致。



图2.6-15 DSA介入手术工作流程及产污环节图

2.6.4 普通放射诊断项目

2.6.4.1 工程设备组成和工作原理

本项目使用的普通放射诊断射线装置主要有 CT、DR、口腔 CBCT、牙科全景机、口内牙片机、全身骨密度仪。根据《射线装置分类》，均属于III类射线装置，主要功能就是扫描和摄影，因此 X 射线装置是 X 射线检查的射线来源。产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚光杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚光杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。

靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

①CT 机（非头颅移动 CT）

CT 机使用了精确准直的 X 射线从各种不同的离散角度扫描所关注的平面，利用探测器记录透射光束的衰减量，并经过数学运算，电子计算机处理相应数据，从而产生

一个以检查层的相对衰减系数为依据的躯体横断面的影像。



11号 CT 设备外观



11号 CT 设备铭牌



12号 CT 设备外观图



12号 CT 设备铭牌图



25号 CT 室设备外观



25号 CT 室设备铭牌

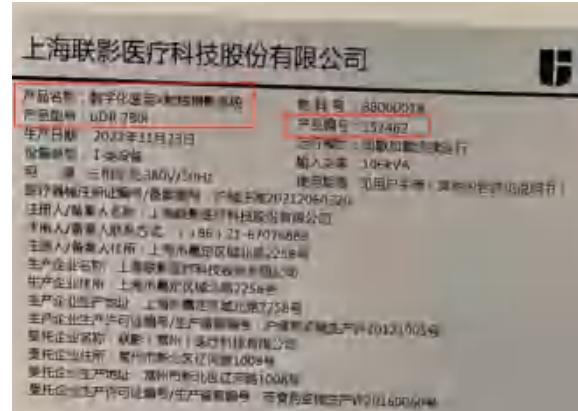
图 2.6-16 本项目 CT 现场图

②DR

DR 射线装置是利用 X 射线对人体不同组织穿透力不同的原理，寻找病灶部位、形状及体积大小并予以定位、摄影，永久记录被检部位影像的设备，这种方法比透视能发现更多有诊断价值的信息。



X 线检查室 101 DR 外观图



X 线检查室 101 DR 铭牌图



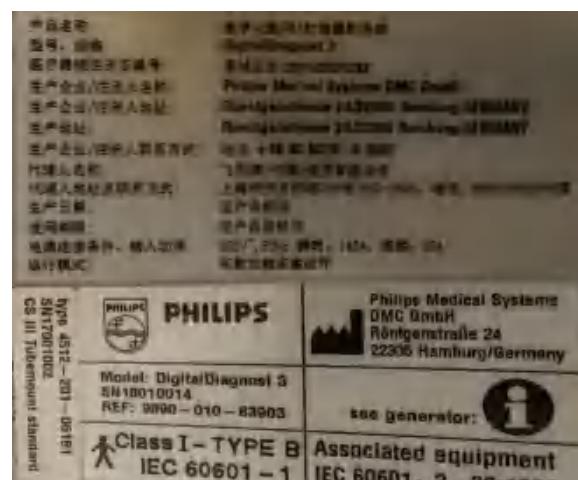
7 号 DR 设备外观



7 号 DR 设备铭牌



20 号 DR 设备外观



20 号 DR 设备铭牌



21号DR设备外观



21号DR设备铭牌

图2.6-17 本项目DR现场图

③全身骨密度仪

全身骨密度仪是测定人体骨矿并获得各项相关数据的医疗检测仪器，通过X射线管球经过一定的装置所获得两种能量、即低能和高能光子峰。此种光子峰穿透身体后，扫描系统将所接受的信号送至计算机进行数据处理，得出骨矿物质含量。该仪器可测量全身任何部位的骨量，精确度高，对人体危害较小，检测一个部位的放射剂量相当于一张胸片的1/30，QCT的1%。



全身骨密度仪外观图



全身骨密度仪铭牌图

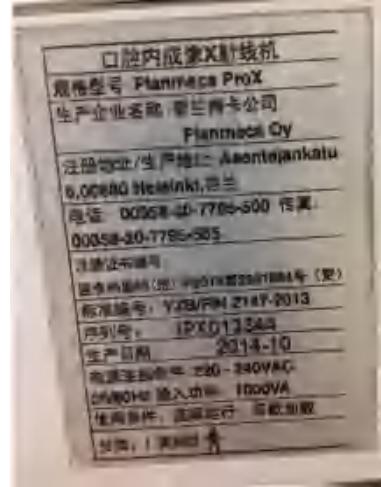
图2.6-18 本项目全身骨密度仪现场图

④牙片机

牙片机通常由X射线发生装置及其支撑部件组成，配合口内影像接收器使用。用于对牙齿进行X射线摄影，获得影像供临床诊断用。



牙片机外观图



牙片机铭牌图

图 2.6-19 本项目牙片机现场图

⑤牙科全景机

牙科全景机（该设备为三合一设备，含全景摄影、头颅侧位和CBCT模式）是口腔科常用的X射线诊断设备，利用X射线进行口腔进行摄影，得到人体口腔组织影像，通过影像辅助牙科医生进行诊断。



牙科全景机外观图



牙科全景机铭牌图

图 2.6-20 本项目牙科全景机现场图

⑥口腔CBCT

口腔CBCT由球管、平板探测器和成像系统等组成，口腔CBCT是从三维的角度，

即矢状位、冠状位和横断位来显示病变组织和正常组织结构。可以360°全方位立体观测牙床的骨质密度、牙槽骨本身的高度、宽度等数据，不仅能重建整个颅面区的结构，对颌面骨质结构进行测量，而且还能重建精细的解剖细节。



口腔 CBCT 外观图



口腔 CBCT 铭牌图

图 2.6-21 本项目口腔 CBCT 现场图

2.6.4.2 工程设备组成和工作原理

本项目射线装置如 CT、DR、全身骨密度仪、口腔 CBCT、全景机和牙片机均固定在相应机房内进行使用，操作模式为隔室操作，工艺流程及产污环节与环评一致。其工作流程如下：

- ①接诊患者，告知辐射危害。
- ②推送患者检查室、协助患者摆位。
- ③选择病人需拍片的部位，按位置调整好曝光视野，按情况调整好参数。
- ④所有人退出机房，隔室操作设备进行曝光。
- ⑤检查结束后，关闭设备，引导患者离开。

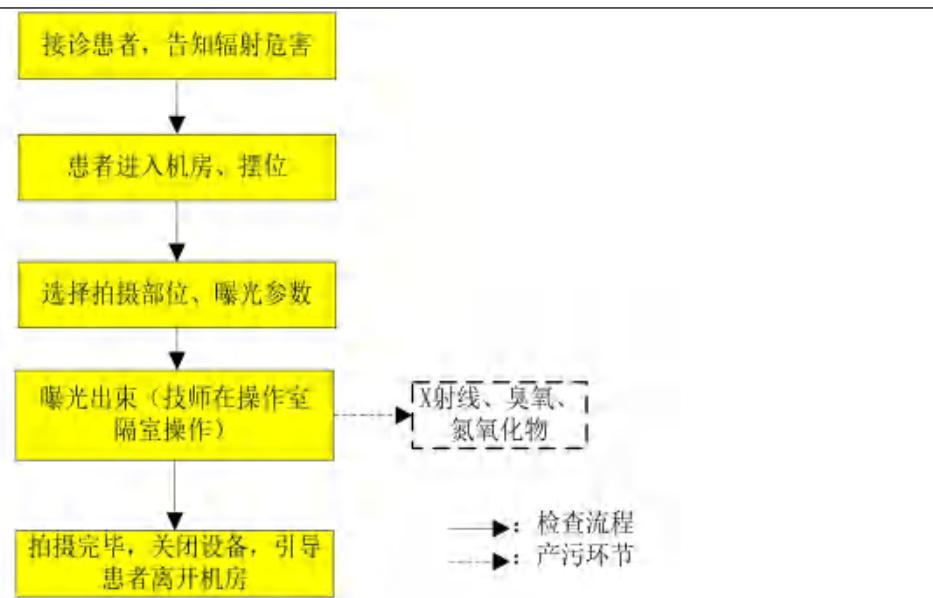


图 2.6-22 X 射线影像诊断工作流程及产污环节图

2.7 岗位设置人员配备情况

人员配置情况如下表所示：

表 2.7-1 人员配置情况表

序号	姓名	成绩报告单编号	有效期至	负责项目
1	陈宇玲	FS20GD0101831	2025.10.28	
2	李剑明	FS22GD0101546	2027.8.16	
3	汪润	FS23GD0100152	2028.2.10	
4	黄佳彬	FS22GD0100856	2027.6.9	
5	卞因剑	FS21GD0103016	2026.10.23	
6	李猛	FS21GD0102807	2026.10.1	
7	林子祥	FS21GD0103042	2026.10.25	医用 X 射线诊断与介入放射学
8	黄碧汉	FS21GD0102695	2026.9.10	
9	许波	FS23GD0102496	2028.7.29	
10	黄坤	FS23GD0101687	2028.6.8	
11	陈宇新	FS23GD0102524	2028.7.29	
12	杨德俊	FS23GD0104821	2028.12.15	
13	陈显金	FS23GD0104413	2028.11.20	

14	李迪森	FS22GD0100851	2027.6.9	
15	王昊	FS22GD0100533	2027.5.19	
16	胡鹏涛	FS23GD0101648	2028.6.8	
17	贺诗荃	FS23GD0103256	2028.9.16	
18	刘荣志	FS21GD0102696	2026.9.10	
19	林杉	FS22GD0101536	2027.8.12	
20	何长春	FS23GD0100092	2028.2.7	
21	冯旨	FS23GD0100246	2028.2.20	
22	周美红	FS2GD0104559	2028.11.30	
23	丁博亮	FS22GD0100968	2027.6.17	
24	陈汉林	FS22GD0100625	2027.5.27	
25	吴振垣	FS23GD0104832	2028.12.15	
26	崔敬禄	FS22GD0101468	2027.8.12	
27	李卓伦	FS23GD0101564	2028.5.30	
28	魏发建	FS22GD0101544	2027.8.16	
29	阮元	FS22GD0100537	2027.5.19	
30	张刚平	FS22GD0101534	2027.8.12	
31	胡彬彬	FS23GD0103016	2028.9.2	
32	汤跃强	FS22GD0100825	2027.6.8	
33	曾娘华	FS23GD0100826	2028.4.4	
34	郭飞	FS21GD0102973	2026.10.19	
35	闫栋	FS23GD0101638	2028.6.6	
36	谢春汉	FS23GD0100588	2028.3.16	
37	刘欣民	FS23GD0100289	2028.2.25	
38	张大波	FS22GD0100755	2027.6.2	
39	李琴	FS23GD0102796	2028.8.19	

40	梁豪文	FS23GD0101071	2028.4.17	
41	魏强国	FS23GD0100454	2028.3.3	
42	罗裕辉	FS23GD0101665	2028.6.8	
43	黄芳	FS21GD0103269	2026.11.11	
44	金娅芳	FS21GD0103019	2026.10.23	
45	谈山峰	FS22GD0100761	2027.6.2	
46	秦国强	FS22GD0100764	2027.6.2	
47	郑永彬	FS23GD0103214	2028.9.13	
48	王磊	FS23GD0101516	2028.5.23	
49	张清平	FS23GD0100242	2028.2.20	
50	陈少源	FS23GD0101490	2028.5.22	
51	李夏林	FS22GD0100805	2027.6.7	
52	周娜	FS23GD0101668	2028.6.8	
53	王传明	FS23GD0103398	2028.9.22	
54	宋其琴	FS22GD0101537	2027.8.12	
55	宋伟健	FS23GD0100241	2028.2.20	
56	罗杰	FS23GD0100248	2028.2.20	
57	保莲	FS22GD0100908	2027.6.10	
58	张强	FS23GD0101660	2028.6.8	
59	明健中	FS21GD0103268	2026.11.11	
60	胡广询	FS21GD0103018	2026.10.23	
61	肖礼祖	FS23GD0100565	2028.3.12	
62	谢培益	FS23GD0104826	2028.12.15	
63	王执兵	FS23GD0103384	2028.9.22	
64	郑虎山	FS23GD0101073	2028.4.17	
65	相呈县	FS21GD0103598	2026.12.6	

66	汪惠芝	FS23GD0104829	2028.12.15	
67	蓝惠琴	FS23GD0101059	2028.4.17	
68	梁华	FS23GD0100954	2028.4.12	
69	索质君	FS21GD0102833	2026.10.1	
70	张峰涛	FS23GD0100120	2028.2.9	
71	李华英	FS21GD0102801	2029.10.1	
72	邱小燕	FS21GD0102693	2026.9.10	
73	高雅(核医学医师)	FS21HB0300127	2026.9.16	
74	姜梅(核医学医师)	FS23GD0300163	2028.5.30	
75	周世洪(核医学技师)	FS24GD0300124	2029.6.16	
76	廖绍宗(核医学技师)	FS21HB0300078	2026.6.24	
77	练李淘(核医学技师)	FS22GD0300124	2027.8.8	
78	甘家诚(核医学技师)	FS21HB0300185	2026.11.19	
79	詹伟杰(核医学技师)	FS21GD0300223	2026.9.7	
80	李金艳(核医学护士)	FS23GD0300161	2028.5.30	
81	何紫璇(核医学护士)	FS24GD0300125	2029.6.16	
82	林淑慧(肿瘤医师)	FS21GD0200461	2026.10.1	
83	李娟(肿瘤医师)	FS25GD0200003	2030.1.4	
84	朱逸凡(物理师)	FS25GD0200117	2030.4.3	
85	黄深铭(物理师)	FS25GD0200271	2030.7.7	
86	陈焕鑫(技师)	FS21GD0200090	2026.4.9	
87	郭雨军(技师)	FS24GD0200016	2029.1.15	
88	陈胜基(技师)	FS24GD0200499	2029.12.21	
89	邱璐璐(技师)	FS24GD0200498	2029.12.21	
90	周淑婷(护士)	FS25GD0200158	2030.5.11	
91	冷静(护士)	FS25GD0200270	2030.7.7	

核医学

放射治疗

其余 III 类射线装置辐射工作人员共 108 名，均已进行自主培训。

本项目配备 199 名辐射工作人员负责本项目操作，均已通过辐射安全与防护培训考核，满足开展本次验收项目的要求。

2.8 工作负荷

建设单位年工作天数为 250 天，各项目工作负荷如下：

(1) 核医学项目

核医学科放射性核素使用情况见表 2.8-1，工作负荷见表 2.8-2。

表 2.8-1 核医学科放射性核素使用情况

核素	日最大检查/治疗人 数(人)	单名患者最大使用量 Bq	年最大检查/治疗 人数(人)	用途
¹⁸ F	30	3.7×10^8	7500	PET/CT 显像检查
⁶⁸ Ga	2	3.7×10^8	500	PET/CT 显像检查
^{99m} Tc	30	9.25×10^8	7500	SPECT/CT 显像 检查
¹³¹ I	5	7.4×10^7	1250	SPECT/CT 显像 检查
⁸⁹ Sr	3	1.85×10^8	750	骨转移癌治疗
²²³ Ra	1	7.4×10^6	50	骨转移癌治疗
⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y	10	7.40×10^8	2500	敷贴治疗
¹³¹ I	4	1.85×10^5	1000	甲功测定

表 2.8-2 核医学项目工作负荷一览表

工作场所		工作流程	工作内容	操作时间	每天次数	岗位配置	人员数量
核医学诊断辐射工作场所	分装室	分装	放射性药物 ¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga 分装	1min	32 次	护士	2 人轮岗
	注射室	注射	放射性药物 ¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga 注射	0.5min	32 次		
			放射性药物 ⁸⁹ Sr、 ²²³ Ra 注射	0.5min	4 次		
			放射性药物 ^{99m} Tc 静态注射	0.5min	15 次		
			放射性药物 ^{99m} Tc 动态注射	0.5min	15 次		
		指导服药	放射性药物 ¹³¹ I 指导服药(碘扫)	0.5min	5 次		
	PET/CT 机房	摆位以及解除摆位	指导、解除 ¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga 患者摆位	1min	32 次	技师	3 人轮岗
	操作间	扫描	操作 PET/CT 设备进行检查	10min	32 次		

	SPECT/CT 机房	摆位以及解除摆位	指导、解除 $^{99m}\text{Tc}/^{131}\text{I}$ 患者摆位	1min	35 次	
	操作间	扫描	操作 SPECT/CT 设备进行检查	10min	35 次	
	敷贴治疗室	敷贴治疗	转运、固定敷贴器	1min	10 次	

(2) 放射治疗项目

放疗项目工作负荷见表 2.8-3。

表 2.8-3 放射治疗项目工作负荷一览表

工作场所	工作负荷
3号直线加速器机房	设备每天治疗 80 人，每周工作 5d，每年工作 50 周。其中常规放射治疗量约占 1/4，调强放射治疗量约占 3/4。常规放射治疗患者治疗照射出束时间平均为 2min，调强放射治疗患者治疗照射出束时间平均为 3min。每台设备总的周治疗出束时间为 18.3h，年治疗出束时间为 915h
4号直线加速器机房	设备每天治疗 80 人，每周工作 5d，每年工作 50 周。其中常规放射治疗量约占 1/4，调强放射治疗量约占 3/4。常规放射治疗患者治疗照射出束时间平均为 2min，调强放射治疗患者治疗照射出束时间平均为 3min。每台设备总的周治疗出束时间为 18.3h，年治疗出束时间为 915h
CT 模拟定位室	CT 每天扫描 10 次，每次扫描 30s，每周工作 5 天，每年工作 50 周，年出束时间为 20.83h

(3) 介入手术项目

介入手术项目工作负荷见表 2.8-4。

表 2.8-4 介入手术项目工作负荷一览表

机房名称	手术类型	年手术量(台)	每台手术曝光时间(min)		累计曝光时间(h)
			摄影	透视	
DSA2 室	介入手术	500	3	30	275
DSA3 室	介入手术	500	3	30	275
DSA4 室	介入手术	500	3	30	275
手术中心二区 OR-4	介入手术	500	3	30	275

(4) 普通放射诊断项目

普通放射诊断项目工作负荷见表 2.8-5。

表 2.8-5 普通放射诊断项目工作负荷一览表

工作场所		出束时间(s/次)	年接诊人数(人次/台)	年出束时间(h)
D 栋新住院楼 1 层健康体检中心	102 骨密度检查室	90	5000	125
	X 线检查室 101	0.2	25000	1.39

E 栋医技楼 1 层放射科	E1 区 11 号 CT 室	20	15000	83.33
	E1 区 12 号 CT 室	20	15000	83.33
	E1 区 25 号 CT 室	20	15000	83.33
	E1 区 7 号 DR 室	0.2	25000	1.39
	E3 区 20 号 DR 室	0.2	25000	1.39
	E3 区 21 号 DR 室	0.2	25000	1.39
国际诊疗中心	6 层口腔科拍片室①	0.5	12500	1.74
	6 层口腔科拍片室②	30	6250	52.08
	6 层口腔科拍片室③	30	6250	52.08

2.9 主要污染源

2.9.1 非密封放射性物质工作场所

射线外照射将伴随核素在核医学项目整个开展过程中，包括分装、注射、注射后候诊、扫描、留观等过程。受诊患者注射放射性药物后，本身短时间内也成为一个“辐射体”，随着患者的移动，将对周围环境造成辐射影响，排泄物也成为放射性污染物。在诊疗过程产生的一次性注射器、纸杯、手套等固体废物也可能受放射性污染而成为放射性固体废物。工作过程中可能引起内照射，通常是放射性物质经由空气吸入、食品食入，或经皮肤、伤口吸收并沉积在体内，在体内释出 α 、 β 粒子对周围组织或器官造成内照射。本项目放射性核素药物操作在分装柜内进行，且不易挥发，因此工作人员正常工况下可不考虑内照射的影响，但应注意内照射防护。核医学项目整个开展过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

1、正常工况：

（1）放射性核素

①本项目使用的核素在发生衰变时会伴随产生 γ 射线，在进行药物交接、分装、注射等操作时，在周围停留的操作人员和患者可能受到核素释放出的 γ 射线外照射影响。

②患者注射放射性药物后，本身短时间内是一个辐射体（源），对周围的环境可能造成外照射影响。

③进行 PET/CT 或 SPECT/CT 扫描时，受诊病人身体中的放射性核素产生的 γ 射线将对操作人员造成外照射影响。经过机房的屏蔽，射线可能仍有一定的泄漏，环境影

响途径为外照射。

④放射性药物使用活动过程中，可能会引起工作台、设备、墙壁、地面、工作服、手套等产生放射性沾污，造成 β 放射性表面污染。

（2）X射线

由上述产污环节可知，PET/CT或SPECT/CT运行期间高能电子束与靶物质相互作用时将产生X射线，X射线随机器的开、关而产生和消失。

（3）放射性固体废物

放射性药物操作使用过程中沾染放射性药物的固体废物（包括一次性注射器、棉签、滤纸、手套等），这些废弃物中都会有残余的核素。

（4）放射性废液

诊疗期间，用药患者在核医学辐射工作场所可能产生含放射性核素的排泄物，辐射工作人员去污、应急洗消、场所清洁时也会产生一定量的放射性废液，因此，患者产污及核素其他操作产生的放射性废液是水环境的污染因子。

（5）放射性废气

在放射性药物转移、使用过程中，空气活化、放射性气体挥发、放射性气溶胶生成等途径可以产生气载放射性废物。

（6）敷贴器放射源： ^{90}Sr - ^{90}Y 敷贴器属于密封放射源，正常使用过程不产生放射性废物，在进行校准源操作时会对工作人员产生 γ 射线外照射，进行敷贴器操作时会对工作人员产生 β 射线外照射。

2、事故工况：

（1）由于管理不善，放射性药物被盗、丢失，造成公众受到核素释放出的 γ 射线外照射或核素经由空气吸入、食品食入，或经皮肤、伤口吸收并沉积在公众体内，在体内释出 β 粒子对周围组织或器官造成内照射。

（2）在转移过程中由于操作人员违反操作规程或误操作引起的意外泄漏，造成台面、地面辐射污染，工作人员受到核素释放出的 γ 射线外照射或核素经由空气吸入、食品食入，或经皮肤、伤口吸收并沉积在工作人员体内，在体内释出 β 粒子对周围组织或器官造成内照射。

（3）工作人员未按要求穿戴个人防护用品等，造成额外附加照射剂量。

(4) 放射性废液或放射性固废未达到解控水平或排放标准即进行处理，造成公众受到核素释放出的 γ 射线外照射或核素经由空气吸入、食品食入，或经皮肤、伤口吸收并沉积在公众体内，在体内释出 β 粒子对周围组织或器官造成内照射。

2.9.2 医用直线加速器

医用直线加速器在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

(1) 正常工况：

加速器产生的电子束和 X 射线束，以及在产生这两种辐射的过程中产生的其他 X 射线和中子等次级辐射，一般均可称之为瞬时辐射，它在加速器运行中产生，关机后立即消失，是加速器屏蔽、防护和监测的主要对象。

与瞬时辐射相对应的还有剩余辐射，剩余辐射是加速器初级粒子束和次级辐射在加速器结构材料及环境介质（空气、屏蔽物等）诱发生成的感生放射性，这种辐射在加速器运行停止后继续存在，对于加速器的屏蔽设计不是重点考虑的对象，但对加速器停机后的维修，常规调试，换靶操作等工作而言，都是防护的重点。

① 电子束

电子加速器加速的电子本身在物质中的射程很短，很容易被加速器的靶件或其他构件所阻止，不会直接造成危害，然而被加速器加速的电子束穿过薄膜窗从加速器中引出后，成为能量较高的外电子束，它在空气中的射程较长，这时要绝对禁止非治疗人员在加速器开机时误入治疗室，以防被电子束或散射电子照射造成事故。

② 高能 X 射线

加速器发出的高能 X 射线一般指电子束被靶或其他物质阻止所产生的具有连续能谱的轫致辐射。它的发射率与电子的能量、束流强度、靶物质原子序数及靶厚度有关，并随发射角度而异，加速电子轰击靶物质时，不仅沿电子入射方向（即 0° 方向）有 X 射线发射，即使沿其他方向也有 X 射线发射。屏蔽设计时，除了关心对 0° 方向的 X 射线的屏蔽防护，还须对 90° 方向甚至 180° 方向发射的 X 射线的防护。

对于特征 X 射线，由于其能量一般低于数十千伏，强度也远小于轫致辐射，所以比较而言，在防护上一般可忽略。

被靶或电子束引出窗反射的电子往往具有足够高的能量，它们打到其他材料上产生 X 射线，X 射线又在各种材料上产生反散射，这些构成的杂散 X 射线也是辐射防护

上不可忽视的辐射来源。

③中子

本项目直线加速器最大 X 射线能量为 10MV，直线加速器放射治疗时可能产生少量中子。

④感生放射性

根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020），对高于 10MV X 射线治疗束和质子重离子治疗束的放射治疗，在日常操作中应考虑感生放射线的放射防护。本项目直线加速器最大 X 射线能量为 10MV，故不考虑感生放射性。

⑤其他

高能电子与空气中的氧分子作用还会产生臭氧及 NO_x 废气。

因此，在开机期间，X 射线成为加速器污染环境的主要因子，其次为中子及臭氧及 NO_x 废气。极少量的放射性固体废物来自加速器的废弃靶。

（2）事故工况：

直线加速器的 X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此，检修方便，断电状态下也较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

①工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离治疗室，加速器运行可能产生误照射。

②安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的加速器治疗室受到照射。

③工作人员误操作导致病人受到不必要的照射。

2.9.3 介入手术项目

DSA 装置曝光时产生 X 射线，在辐射场中可分为三种射线：由 X 射线管窗口出射的用于诊断检查/介入治疗的有用射线；由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射线；以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。X 射线装置在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

1. 正常工况：

在采取隔室操作的情况下，并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，X 射线机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线照射。

介入手术由于介入放射的特殊性需同室操作，进行手术操作的医生、其他医务人员、病患可能长时间暴露在 X 射线下，将会受到较大外照射影响，特别是长期参与介入手术的医生累积接受的射线剂量可能更高，因此需要注意 DSA 机房内的辐射防护与管理。

2.事故工况：

- (1) 在使用 X 射线装置进行手术时，人员误入机房引起误照射；
- (2) 射线装置工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离 X 射线机房，X 射线机等辐射设备运行可能产生误照射；
- (3) 介入室进行介入手术的医生或护士未穿戴铅衣、铅围裙、铅帽以及铅颈套等防护用具，未配合使用铅屏风等辅助防护设施，而受到超剂量外照射；
- (4) 射线装置安全联锁装置发生故障状况的情况下，人员误入正在运行的 X 射线装置机房受到外照射。

2.9.4 III类射线装置

本项目III类射线装置包括 CT、DR、骨密度仪、牙片机、牙科全景机、口腔 CBCT、CT 模拟定位机、PET/CT、SPECT/CT。X 射线在辐射场中可分为三种射线：由 X 射线管窗口出射的用于诊断检查的有用射线；由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射线；以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。III类射线装置在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

(1) 正常工况：

在采取隔室操作的情况下，并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，X 射线机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。

(2) 事故工况：

①X 射线装置发生 X 射线无法停束故障，人员入内受到误照射。

②工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离射线装置所在机房，X 射线装置运行可能产生误照射。

③安全装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 X 射线装置机房内。

本次评价项目中使用的III类射线装置为数字化设备，不会产生废显影水、定影水，因此不存在污水污染的问题。

2.9.5 非放射性污染

在工作过程中 X 射线与空气作用可能会产生少量的臭氧和氮氧化物，通过机房内排风装置排出室外。

本项目使用的 X 射线机均在显示屏上观察诊断结果，并采用数字打印机打印诊断结果，不使用胶片摄影，不会产生含有重金属银的废显影水、定影水，因此不存在污水污染的问题。

表三、辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所的布局和分区管理

3.1.1 工作场所布局

辐射工作场所周围布局较环评阶段变化一览表见表 3.1-1。环评布局图如图 3.1-1 所示，机房验收布局图和毗邻场所布局图见图 3.1-2 所示。

表 3.1-1 辐射工作场所周围布局较环评阶段变化一览表

场所	环评阶段	验收阶段	对比情况
D 栋住院楼地下 1 层核医学科诊断工作站	布局	核素显像诊断项目工作场所设置有分装室、注射室、扫描室（PET/CT 室、PET/MRI 室和 SPECT 室）、PET 休息区、SPECT/CT 休息区、留观室、污洗间、废物间、卫生通过间等功能房间，分装室、注射室与扫描室分开设置并有专用的医患通道。PET 休息区和 SPECT/CT 休息区设置有注射后病人专用厕所。卫生通过间的淋浴间设置淋浴去污设施，并配备表污监测仪，每次工作结束经监测达标后方可离开，能避免工作人员把污染扩散到核医学辐射工作场所外。	核素显像诊断项目工作场所设置有分装室、注射室、扫描室（PET/CT 室和 SPECT 室）、PET 休息区、SPECT/CT 休息区、留观室、污洗间、废物间、卫生通过间等功能房间，分装室、注射室与扫描室分开设置并有专用的医患通道。PET 休息区和 SPECT/CT 休息区设置有注射后病人专用厕所。卫生通过间的淋浴间设置淋浴去污设施，并配备表污监测仪，每次工作结束经监测达标后方可离开，能避免工作人员把污染扩散到核医学辐射工作场所外。
	东侧	大厅	一致
	南侧	地下停车场和行车道	一致
	西侧	地下停车场和行车道	一致
	北侧	下沉庭院和过道	一致
	上方	新住院楼体检大厅	基本一致，环评时新住院楼体检大厅实际为保健中心（特诊）
	下方	被服库、设备机房、配电房等	一致
D 栋新住院楼地下 3 层放疗	东侧	4 号直线加速器机房	一致
	南侧	实土层	一致
	西侧	2 号直线加速器机房	一致

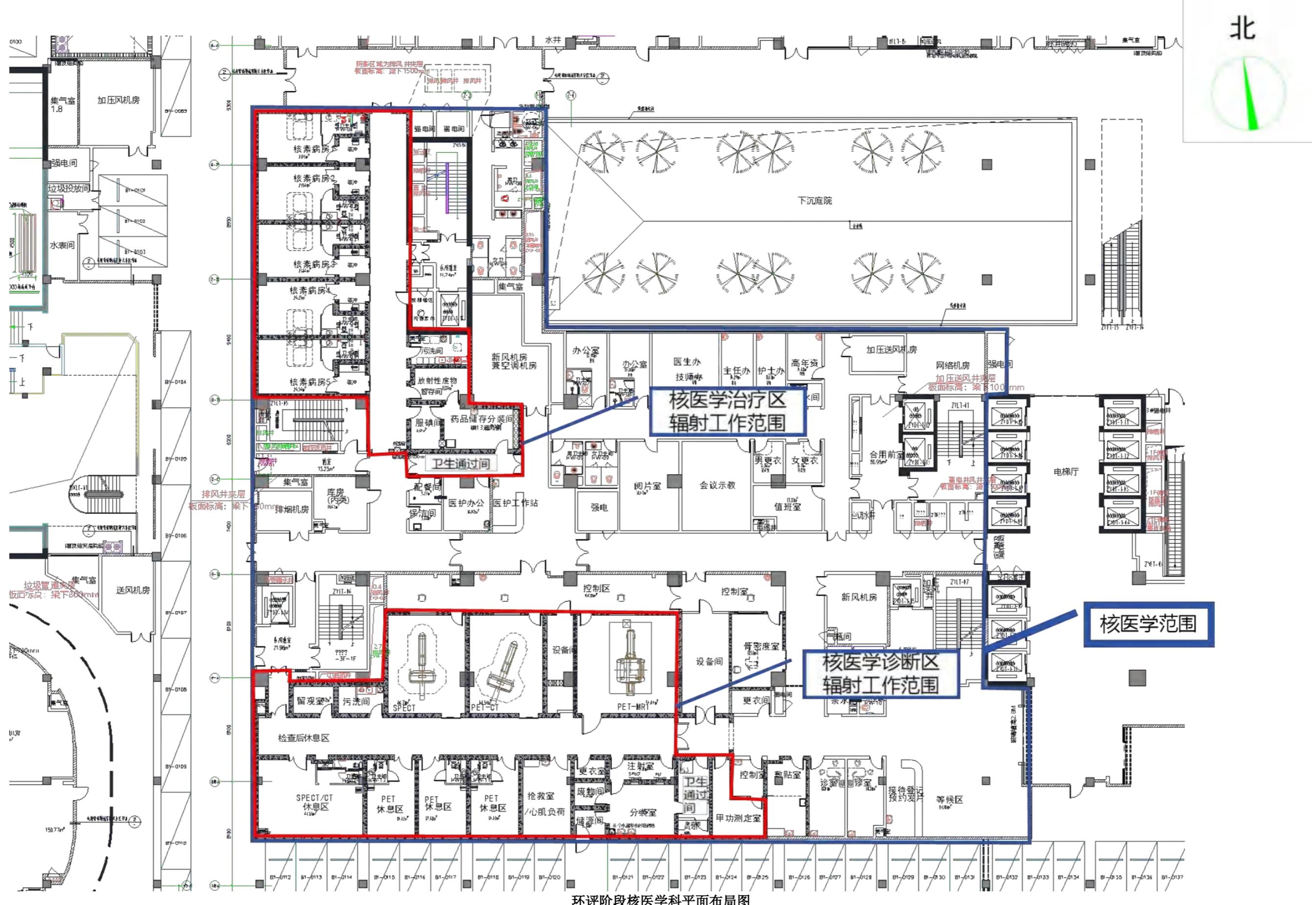
中心3号直线加速器机房	北侧	辅助机房、控制室、过厅	辅助机房、控制室、过厅	一致
	上方	设备机房、配电房等	生物样本库、组织处理区、血液处理区（2间）、更衣区、内部通道	不一致，变化后仍不属于儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。
	下方	实土层	实土层	一致
D栋新住院楼地 下3层放疗 中心4号直线加速器机房	东侧	后装机房、后装机房控制室	后装机房、后装机房控制室	一致
	南侧	实土层	实土层	一致
	西侧	3号直线加速器机房	3号直线加速器机房	一致
	北侧	辅助机房、控制室、过厅	辅助机房、控制室、过厅	一致
	上方	设备机房、配电房等	拖把清洗/消毒间、污洗间、打包间	不一致，变化后仍不属于儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。
	下方	实土层	实土层	一致
D栋新住院楼地 下3层放疗 中心CT模拟定位室	东侧	控制室	控制室	一致
	南侧	走廊	走廊	一致
	西侧	楼梯间、楼梯前室	楼梯间、楼梯前室	一致
	北侧	过道	过道	一致
	上方	设备机房、配电房等	被服库	不一致
	下方	实土层	实土层	一致
E栋医技楼4层介入手术室 DSA2	东侧	设备机房、通道、污物打包间	设备机房、缓冲间、污物打包间	基本一致，未新增敏感人群功能用房
	南侧	介入手术室DSA3	介入手术室DSA3	一致
	西侧	控制室	控制室	一致
	北侧	介入手术室DSA1	介入手术室DSA1	一致
	上方	未提及	手术室、通道	/

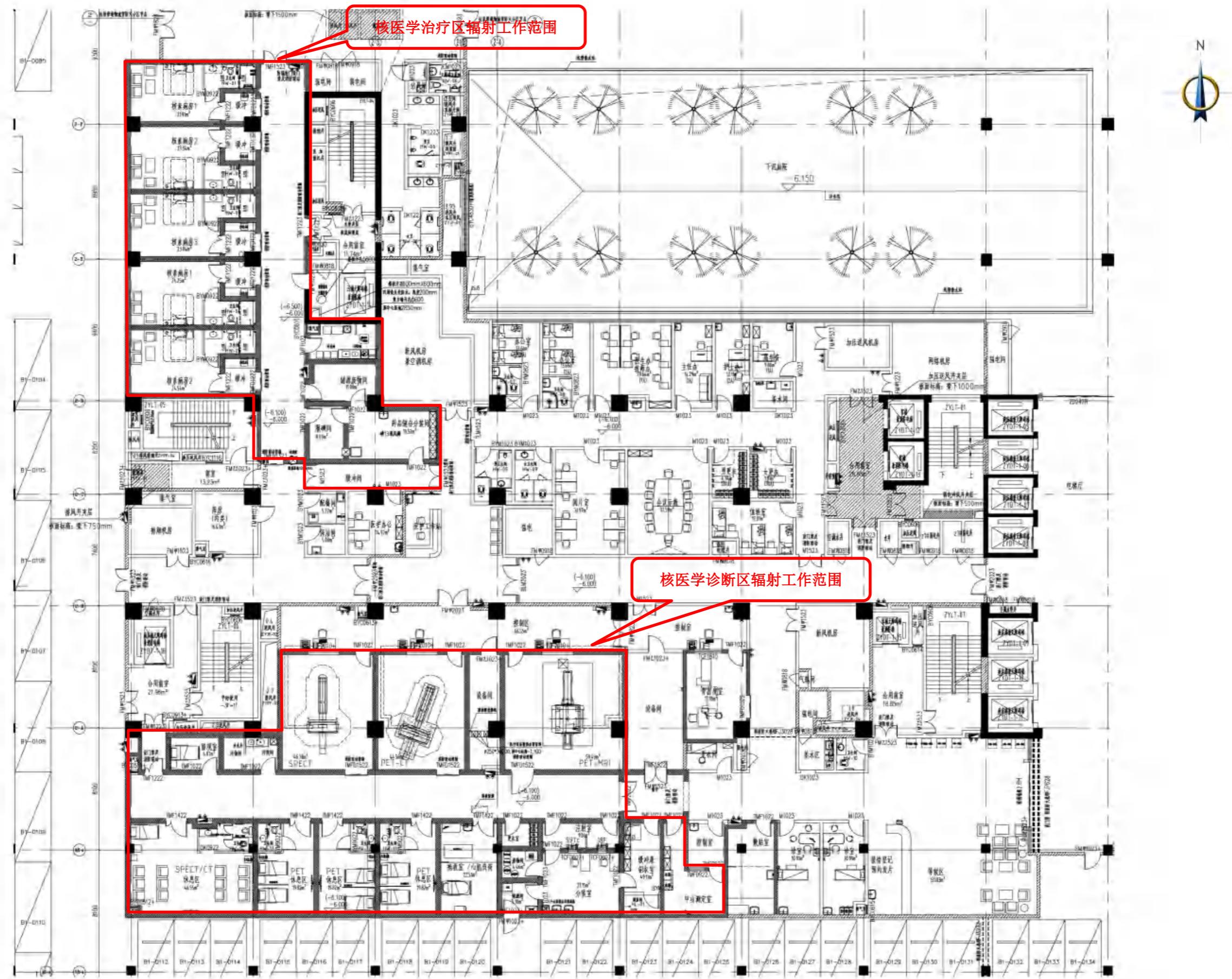
	下方	未提及	超声诊室、通道	/
E 栋医 技楼 4 层介 入手 术室 DSA3	东侧	设备机房、通道、污物打包间	设备机房、缓冲间、污物打包间	基本一致，未新增敏感人群功能用房
	南侧	介入手术室DSA4	介入手术室DSA4	一致
	西侧	控制室	控制室	一致
	北侧	介入手术室DSA2	介入手术室DSA2	一致
	上方	未提及	手术室、通道	/
	下方	未提及	超声诊室、通道	/
E 栋医 技楼 4 层介 入手 术室 DSA4	东侧	设备机房、通道、污物打包间	设备机房、缓冲间、污物打包间	基本一致，未新增敏感人群功能用房
	南侧	介入手术室DSA5	介入手术室DSA5	一致
	西侧	控制室	控制室	一致
	北侧	介入手术室DSA3	介入手术室DSA3	一致
	上方	未提及	手术室、通道	/
	下方	未提及	超声诊室、通道	/
国际 诊疗 中心 五楼 手 术 中 心 二 区 OR-4	东侧	工具间、紧急消毒间	精细器械间、工具间	基本一致，未新增敏感人群功能用房
	南侧	洁净通道	洁净通道	一致
	西侧	设备间、控制室、耗材室	设备间、控制室、耗材室	一致
	北侧	清洁通道	清洁通道	一致
	上方	未提及	净化设备机房、草药库、通道	/
	下方	未提及	超声检查室（4间）、患者通道、动态心电图、脑电图	/
D 栋新 住 院 楼 1 层 健 康 体 检 中 心 102 骨 密 度 检 查	东侧	未提及	通道	/
	南侧	未提及	新风机房	/
	西侧	通道	通道	一致
	北侧	控制室	控制室	一致
	上方	未提及	体检科候诊大厅	/

室	下方	未提及	空房	/
D 栋新 住院 楼 1 层 健康 体检 中心 X 线检 查室 101	东侧	未提及	通道	/
	南侧	控制室	控制室	一致
	西侧	通道	通道	一致
	北侧	新风井	新风井	一致
	上方	未提及	口腔科诊室、眼科、通道	/
	下方	未提及	新风机房	/
E 栋医 技楼 1 层放 射科 E1 区 7 号 DR 室	东侧	患者走道	患者走道	一致
	南侧	库房、女更	库房、女更	一致
	西侧	医护走道	医护走道	一致
	北侧	操作间	操作间	一致
	上方	未提及	检验医学中心	/
	下方	未提及	职工餐厅	/
E 栋医 技楼 1 层放 射科 E1 区 11 号 CT 室	东侧	医护走道	医护走道	一致
	南侧	操作间	操作间	一致
	西侧	患者走道	患者走道	一致
	北侧	设备间、男更	设备间、男更	一致
	上方	未提及	检验医学中心	/
	下方	未提及	职工餐厅	/
E 栋医 技楼 1 层 E1 区 12 号 CT 室)	东侧	医护走道	医护走道	一致
	南侧	设备间、女更	设备间、女更	一致
	西侧	患者走道	患者走道	一致
	北侧	操作间	操作间	一致
	上方	未提及	检验医学中心	/
	下方	未提及	职工餐厅	/

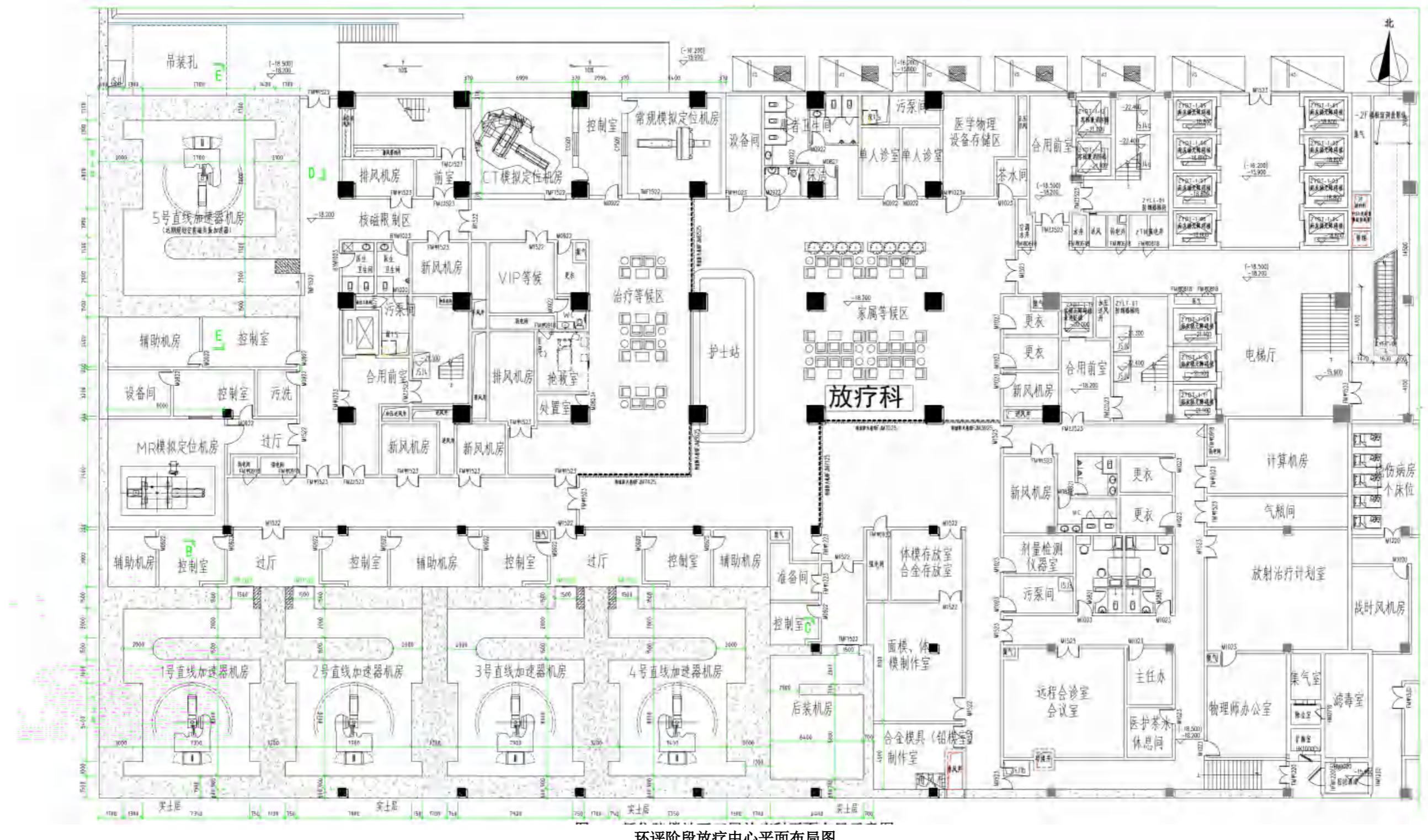
E 栋医 技楼 1 层 E3 区 20 号 DR 室	东侧	医疗走道	医疗走道	一致
	南侧	观察室	护士办公室、抢救观察室	基本一致
	西侧	患者走道	患者走道	一致
	北侧	控制室	控制室	一致
	上方	未提及	中心药房	/
	下方	未提及	装修中空房	/
E 栋医 技楼 1 层 E3 区 21 号 DR 室	东侧	医疗走道	医疗走道	一致
	南侧	控制室	控制室	一致
	西侧	患者走道	患者走道	一致
	北侧	后处理打印室	男更、档案室	不一致，未新增敏感人群功能用房
	上方	未提及	中心药房	/
	下方	未提及	装修中空房	/
E 栋医 技楼 1 层放 射科 E1 区 25 号 CT 室	东侧	患者走道	患者走道	一致
	南侧	控制室	控制室	一致
	西侧	医疗走道	医疗走道	一致
	北侧	备用机房、女更	设备间、女更	基本一致，未新增敏感人群功能用房
	上方	未提及	中心药房	/
	下方	未提及	通道	/
国际 诊疗 中心 楼 6 层 口腔 科拍 片室 ①(牙 片室)	东侧	控制室	控制室	一致
	南侧	通道	通道	一致
	西侧	空调机房	空调机房	一致
	北侧	牙科全景室	拍片室②(牙科全景室)	一致
	上方	未提及	日间手术中心	/
	下方	未提及	治疗室⑥	/

国际诊疗中心楼6层口腔科拍片室②(口腔CBCT室)	东侧	通道	通道	一致
	南侧	牙片室	拍片室①(牙片室)、控制室	基本一致, 未新增敏感人群功能用房
	西侧	空调机房	空调机房	一致
	北侧	控制室	控制室	一致
	上方	未提及	日间手术中心	/
	下方	未提及	治疗室⑦	/
国际诊疗中心楼6层口腔科拍片室③(牙科全景室)	东侧	口腔诊室	口腔洁牙室A612	一致
	南侧	排风井、器械间	排风井、口腔洁牙室A612(器械间)	一致
	西侧	通道	走廊	一致
	北侧	控制室	控制室	一致
	上方	未提及	日间手术中心	/
	下方	未提及	治疗室⑩	/

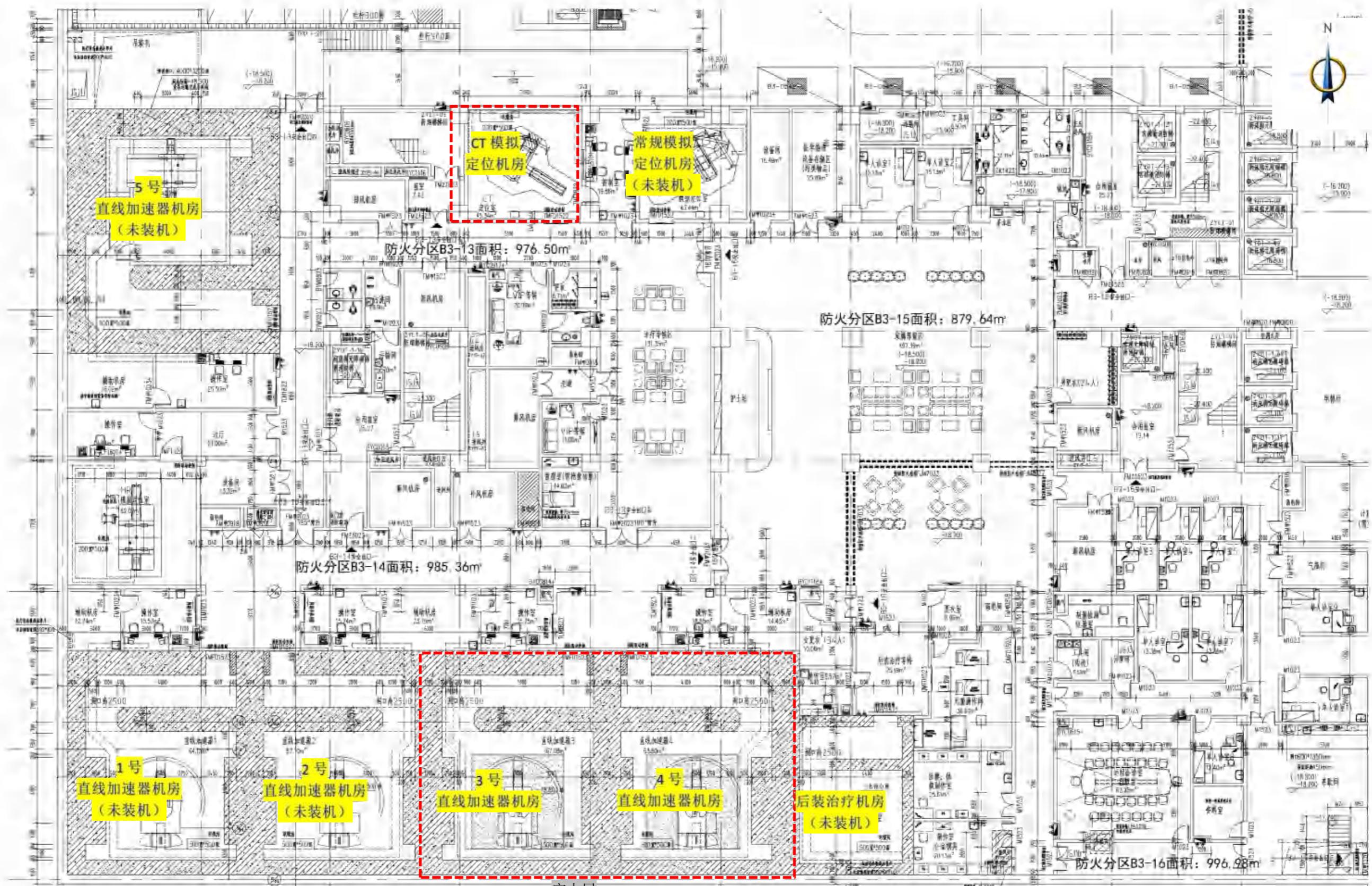




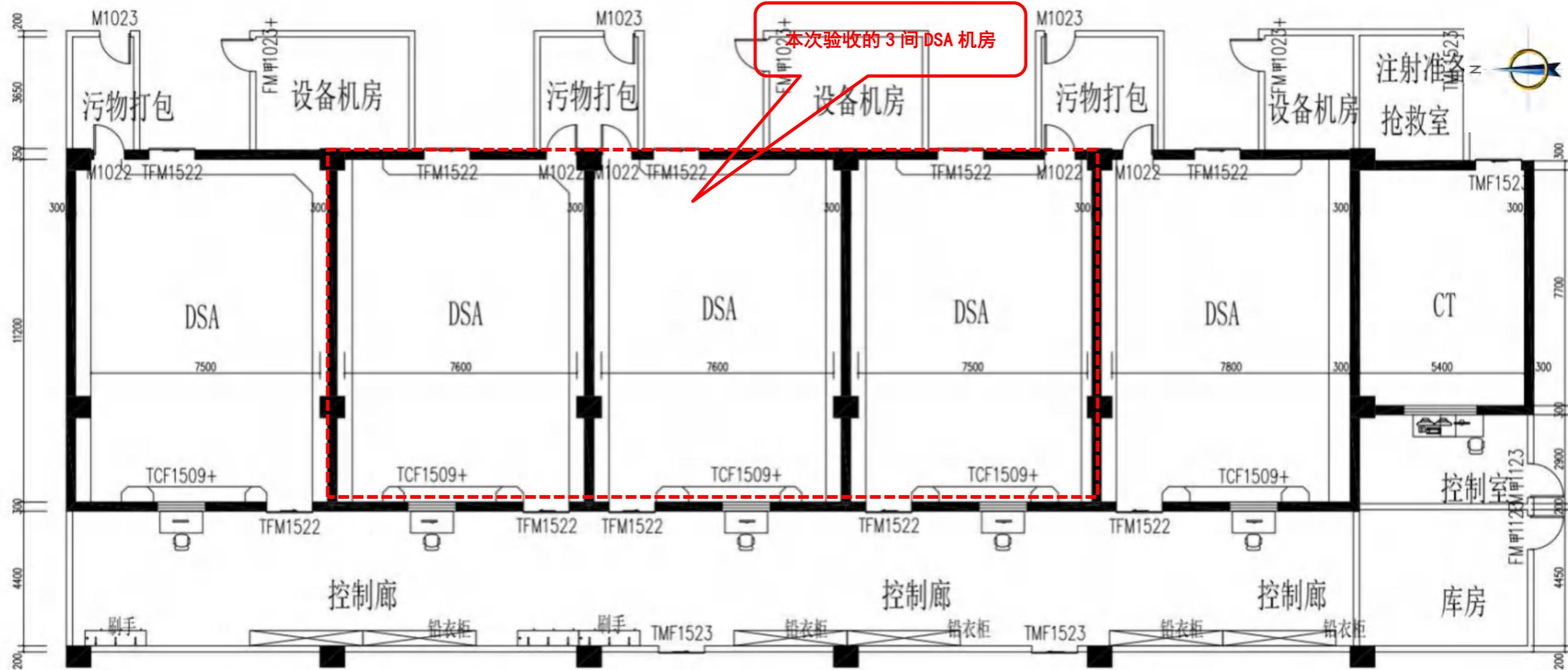
验收阶段核医学科平面布局图

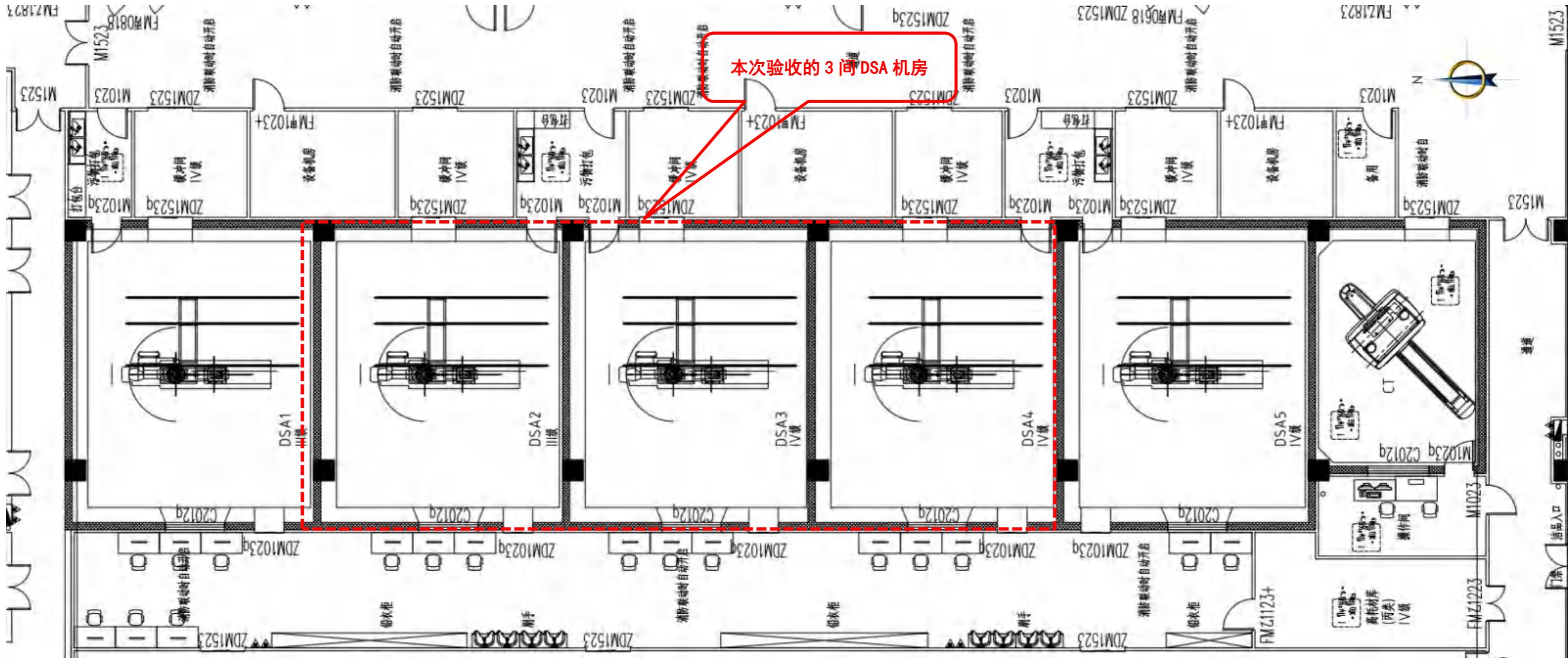


环评阶段放疗中心平面布局图

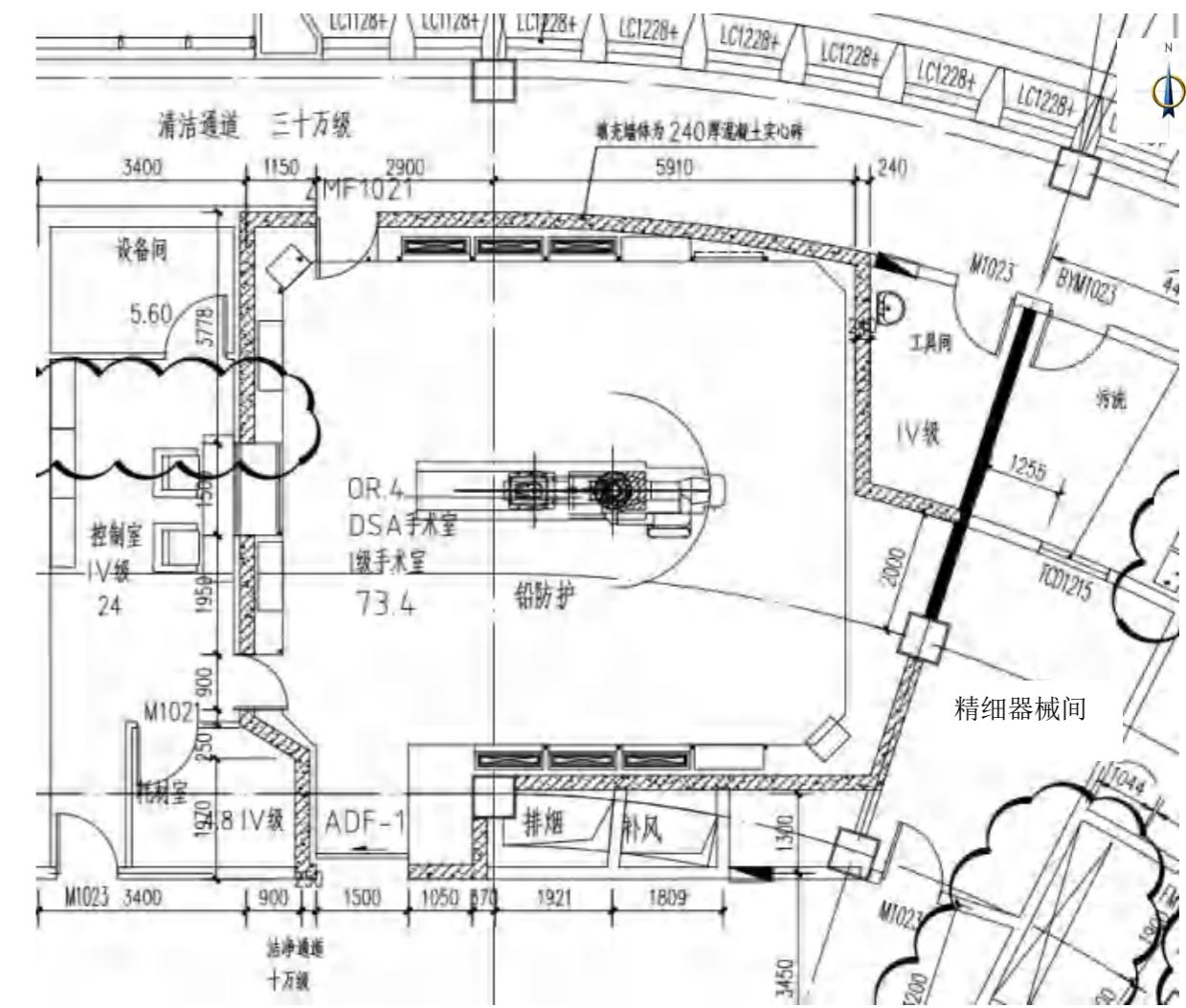
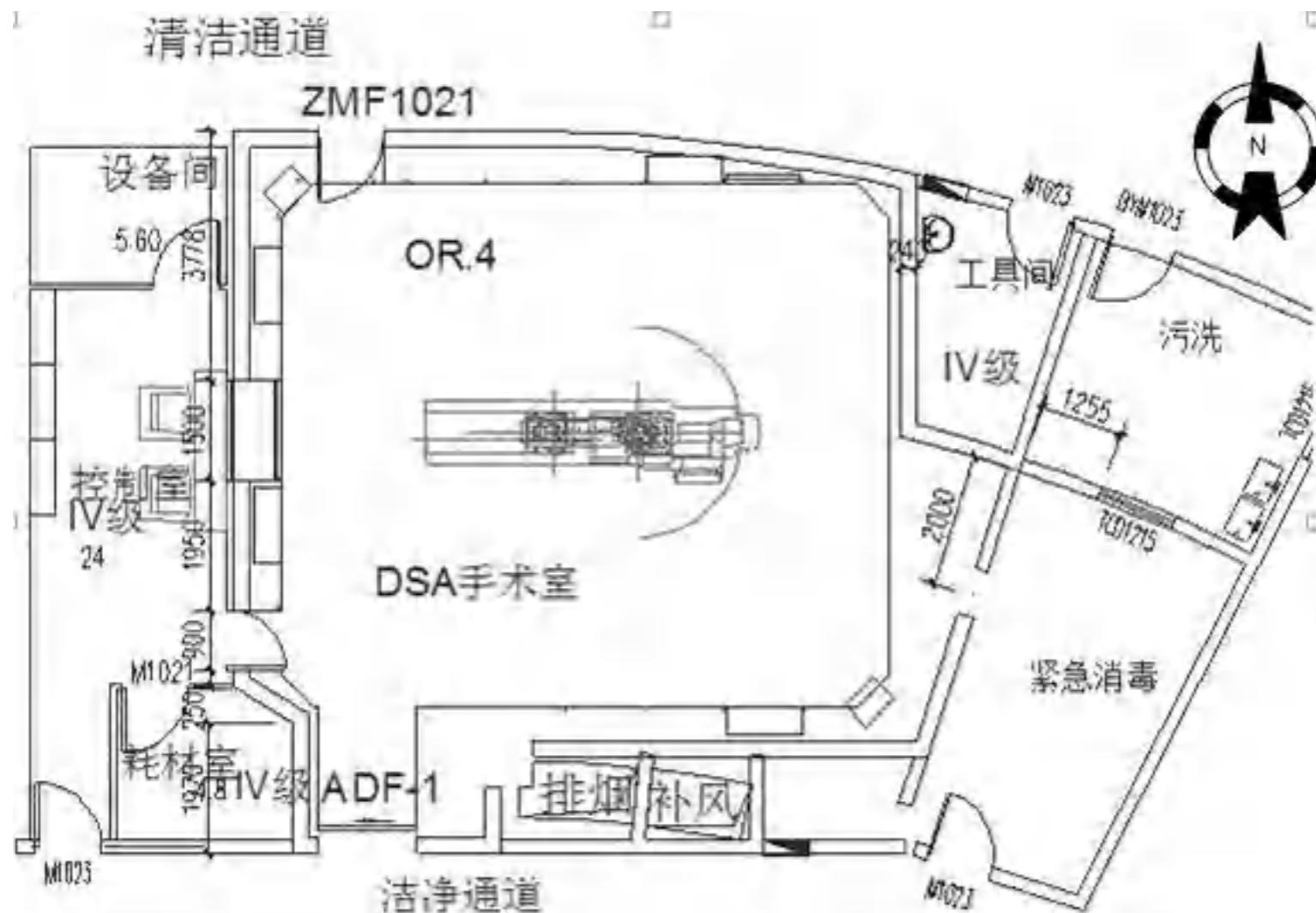


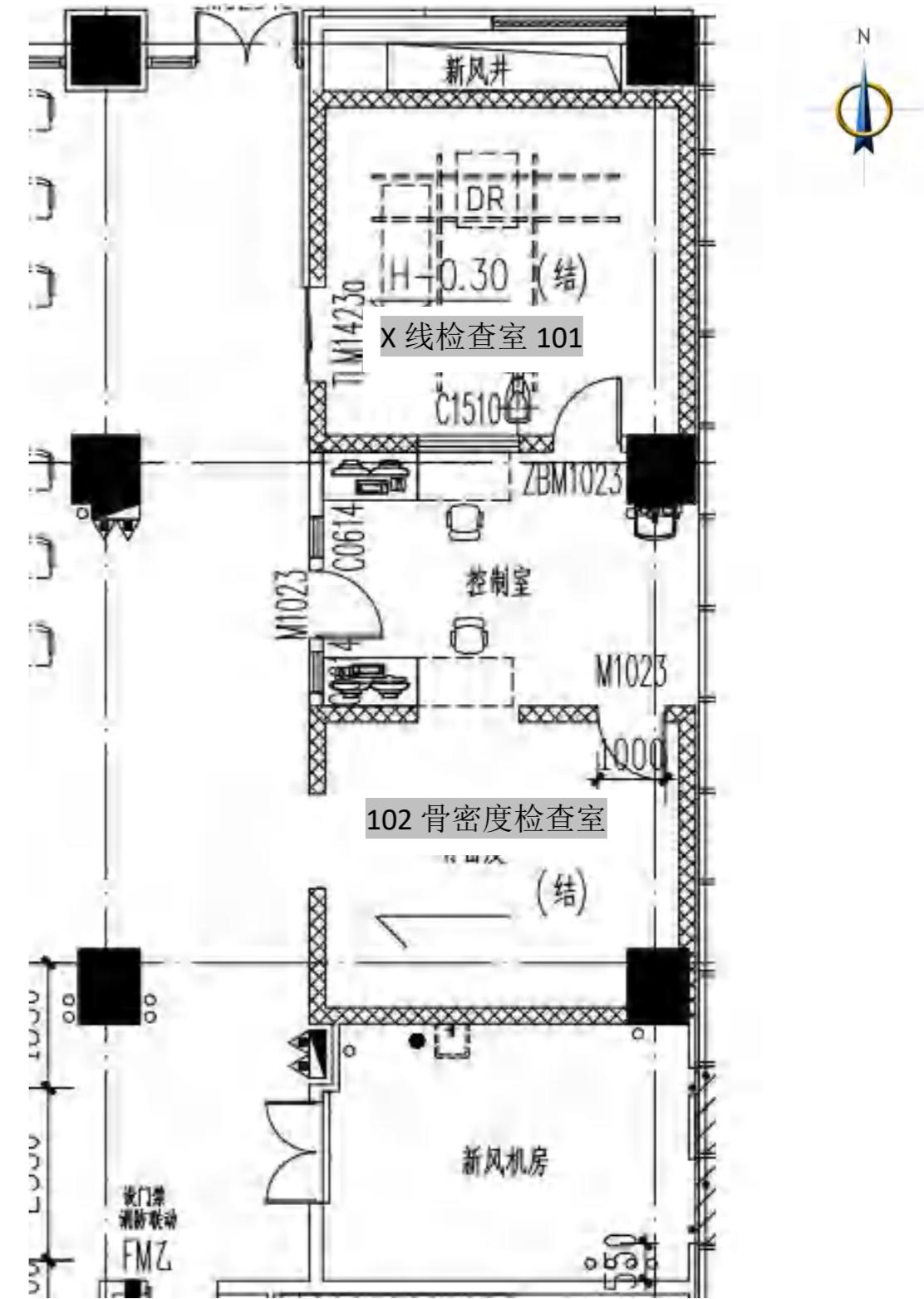
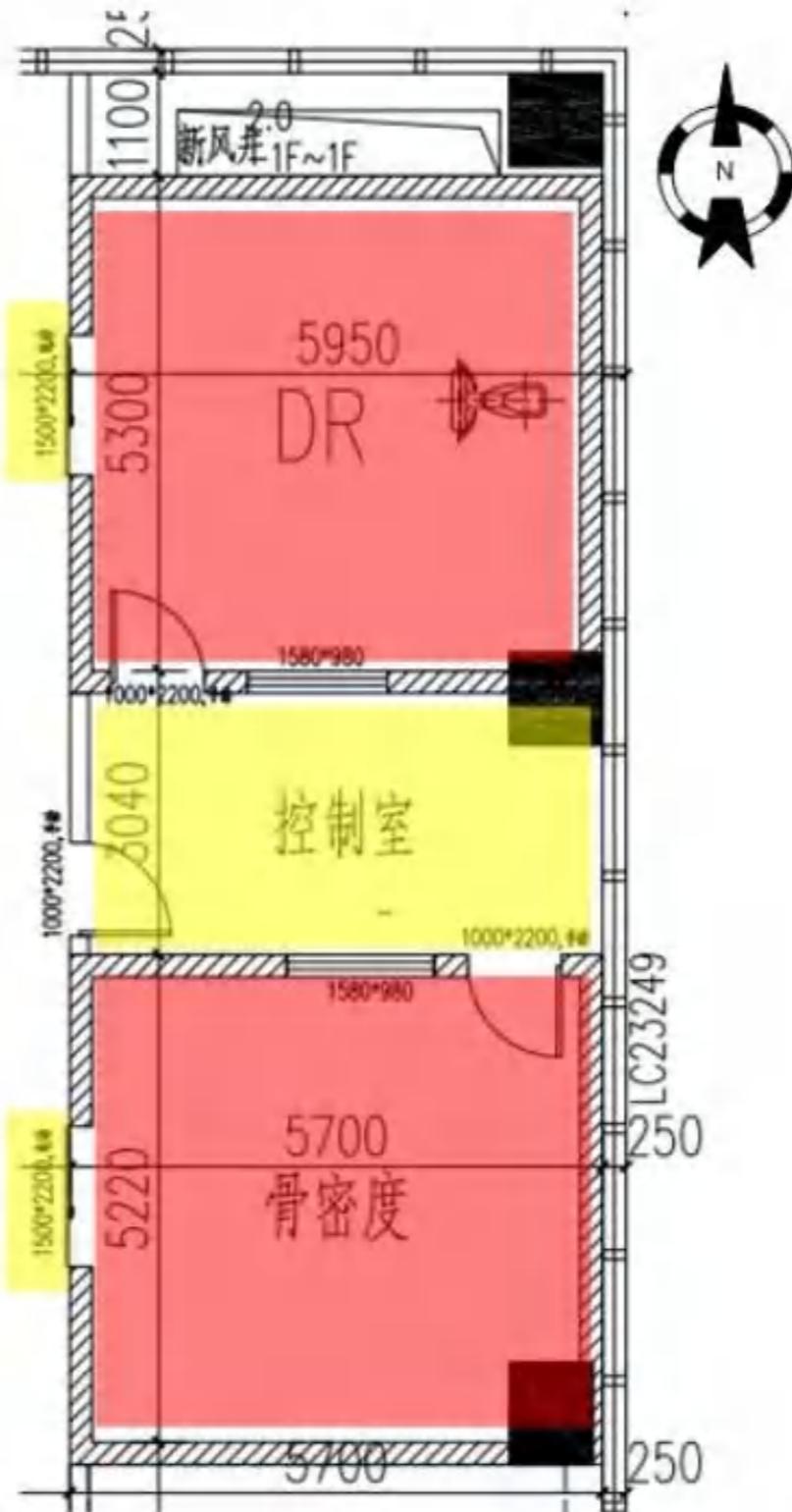
验收阶段放疗中心平面布局图





环评阶段医技楼四层介入中心平面布局图







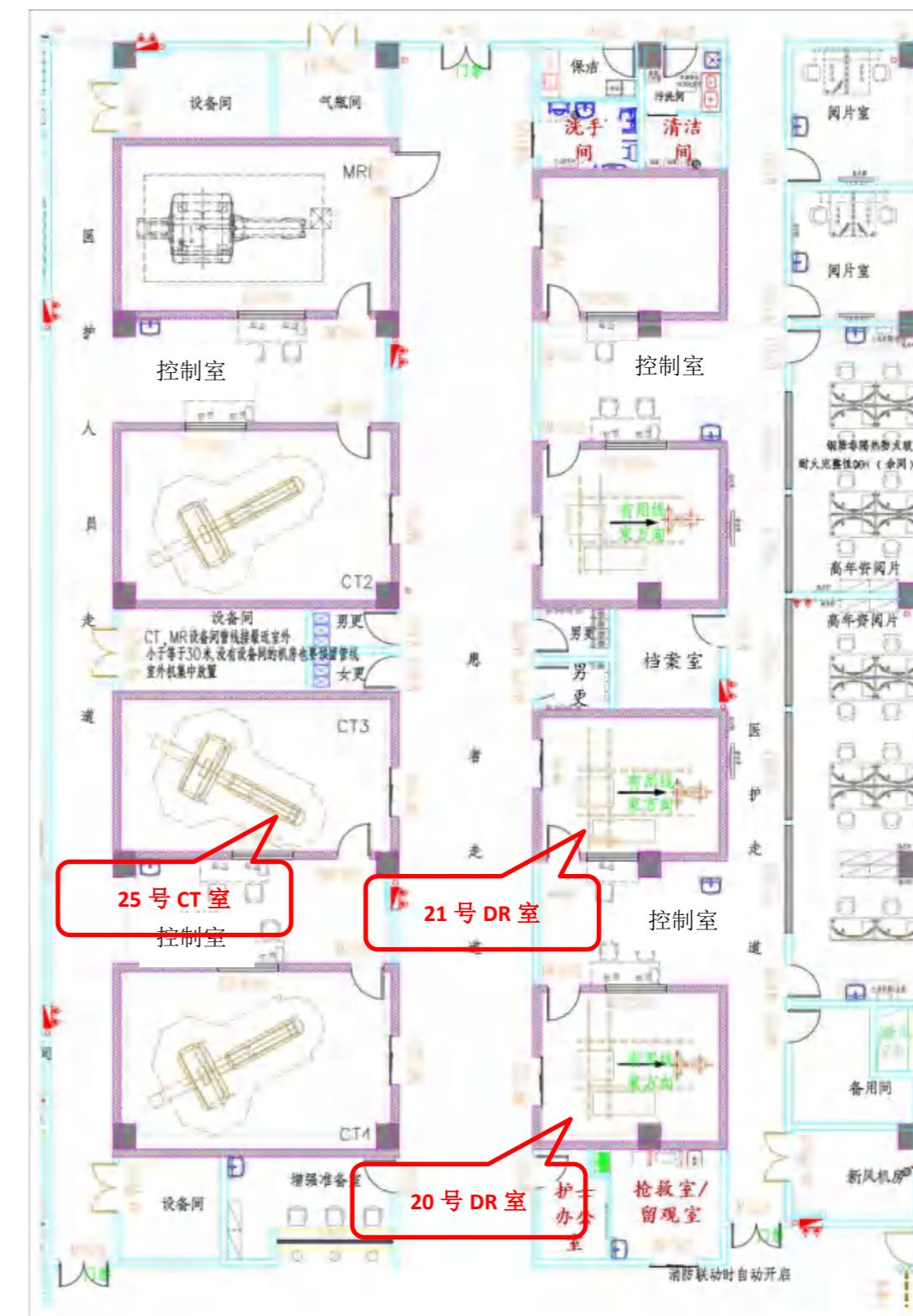
环评阶段 E 栋医技楼 1 层 E1 区 7 号 DR 室、11 号 CT 室、12 号 CT 室平面布局图



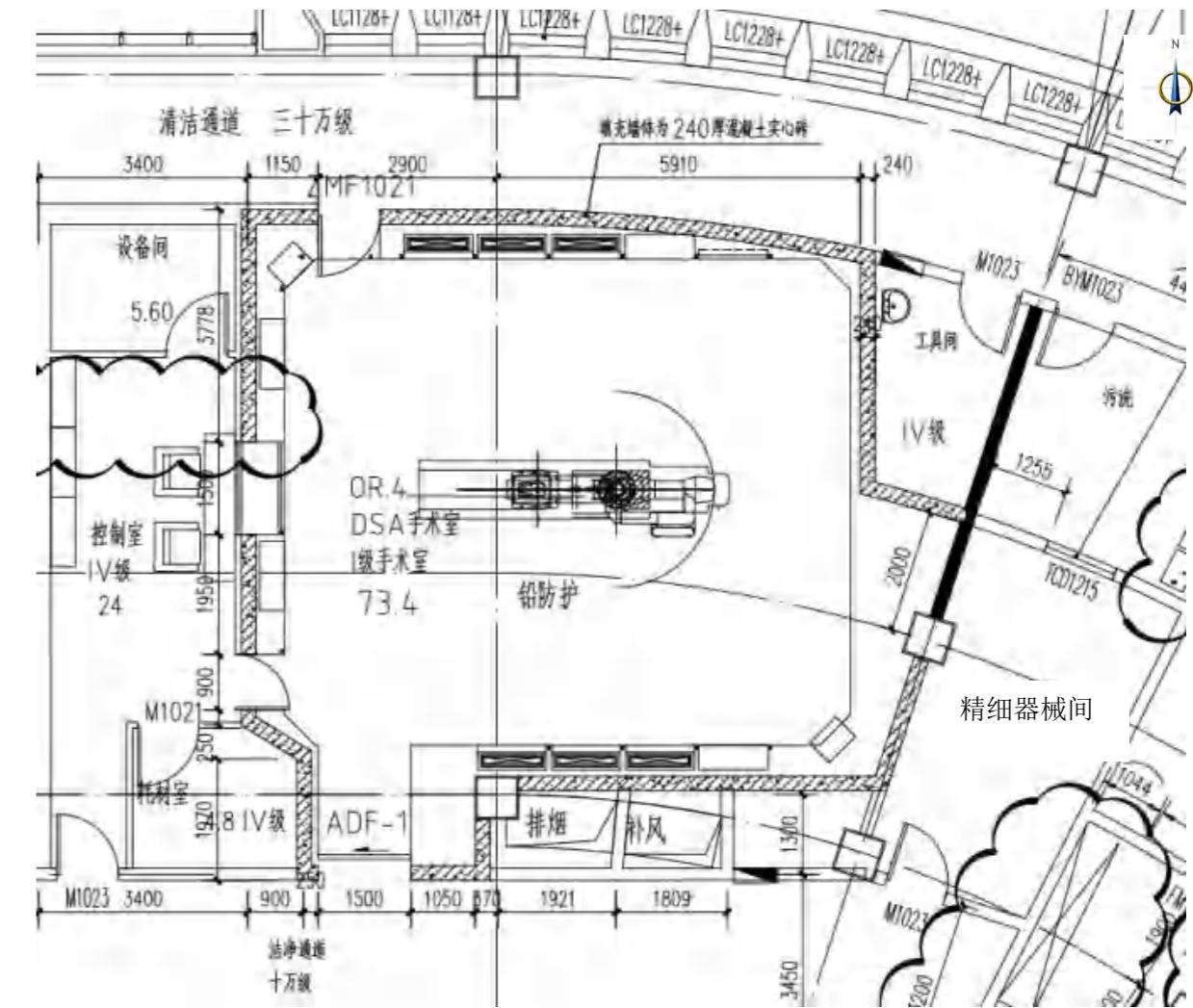
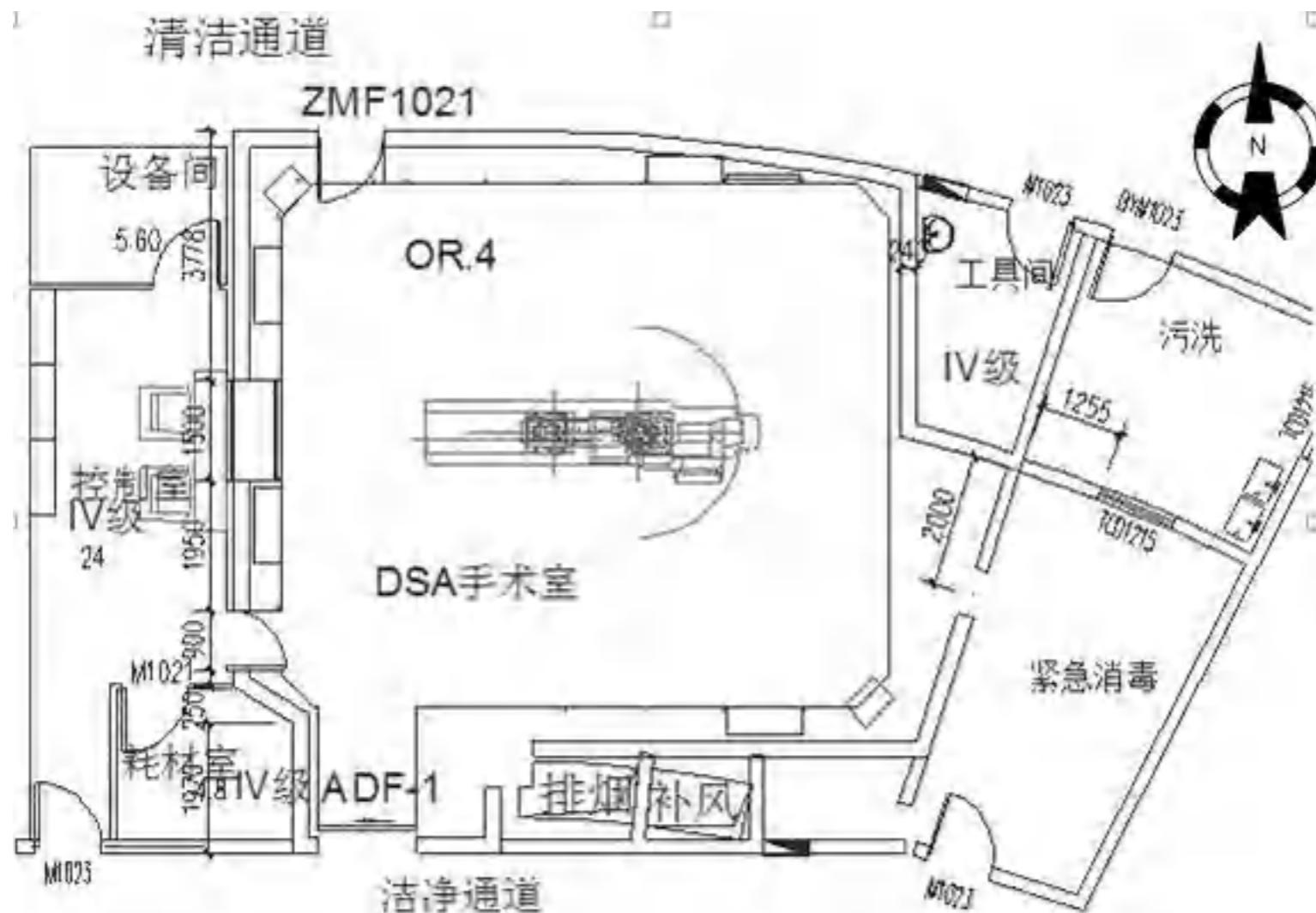
验收阶段 E 栋医技楼 1 层 E1 区 7 号 DR 室、11 号 CT 室、12 号 CT 室平面布局图



环评阶段医技楼1层E1区20号DR室、21号DR室、25号CT室机房平面布局图

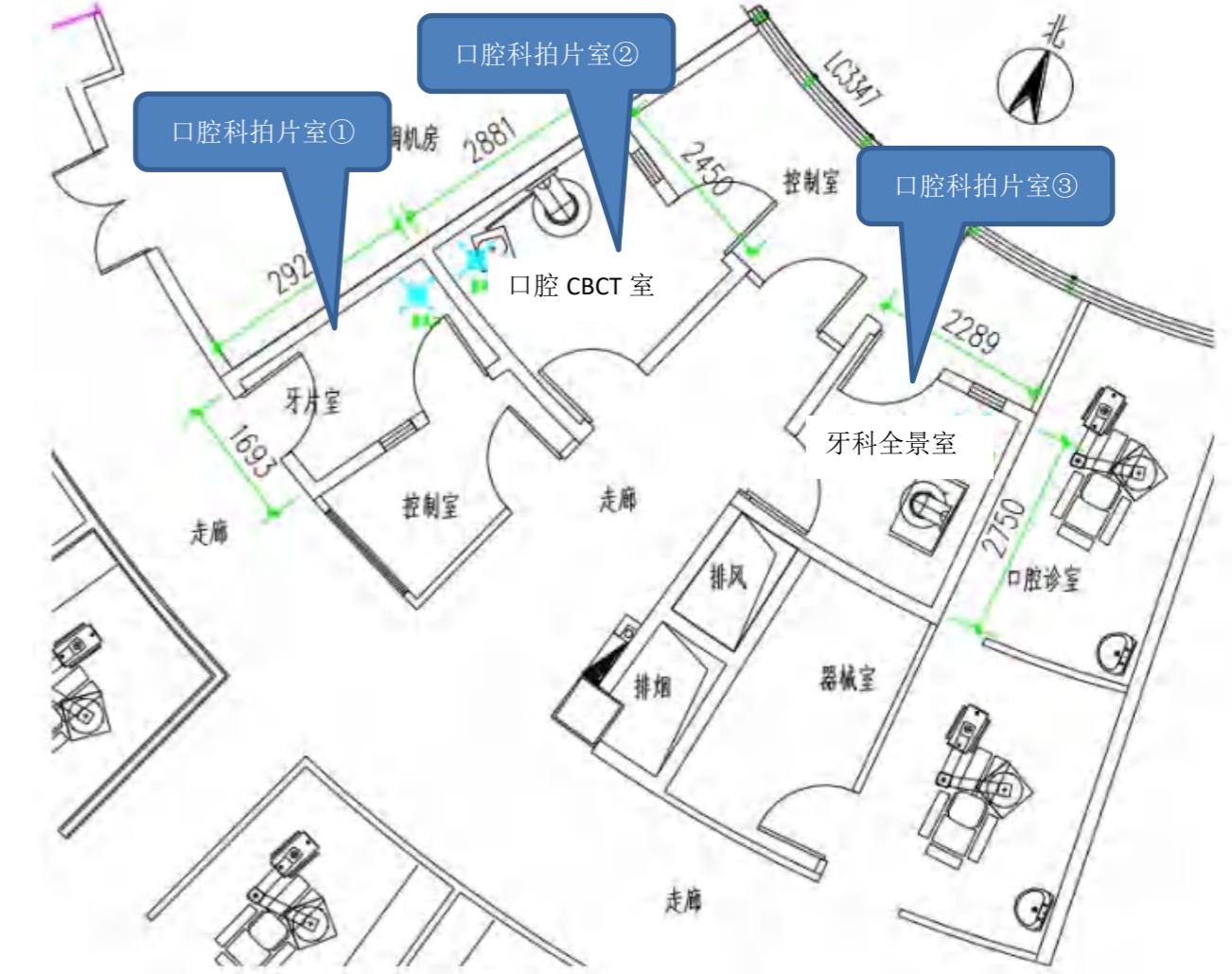


验收阶段医技楼1层E1区20号DR室、21号DR室、25号CT室平面布局图





环评阶段国际诊疗中心 6 层口腔机房平面布局图



验收阶段国际诊疗中心 6 层口腔机房平面布局图

图 3.1-1 环评阶段、验收阶段平面布局图

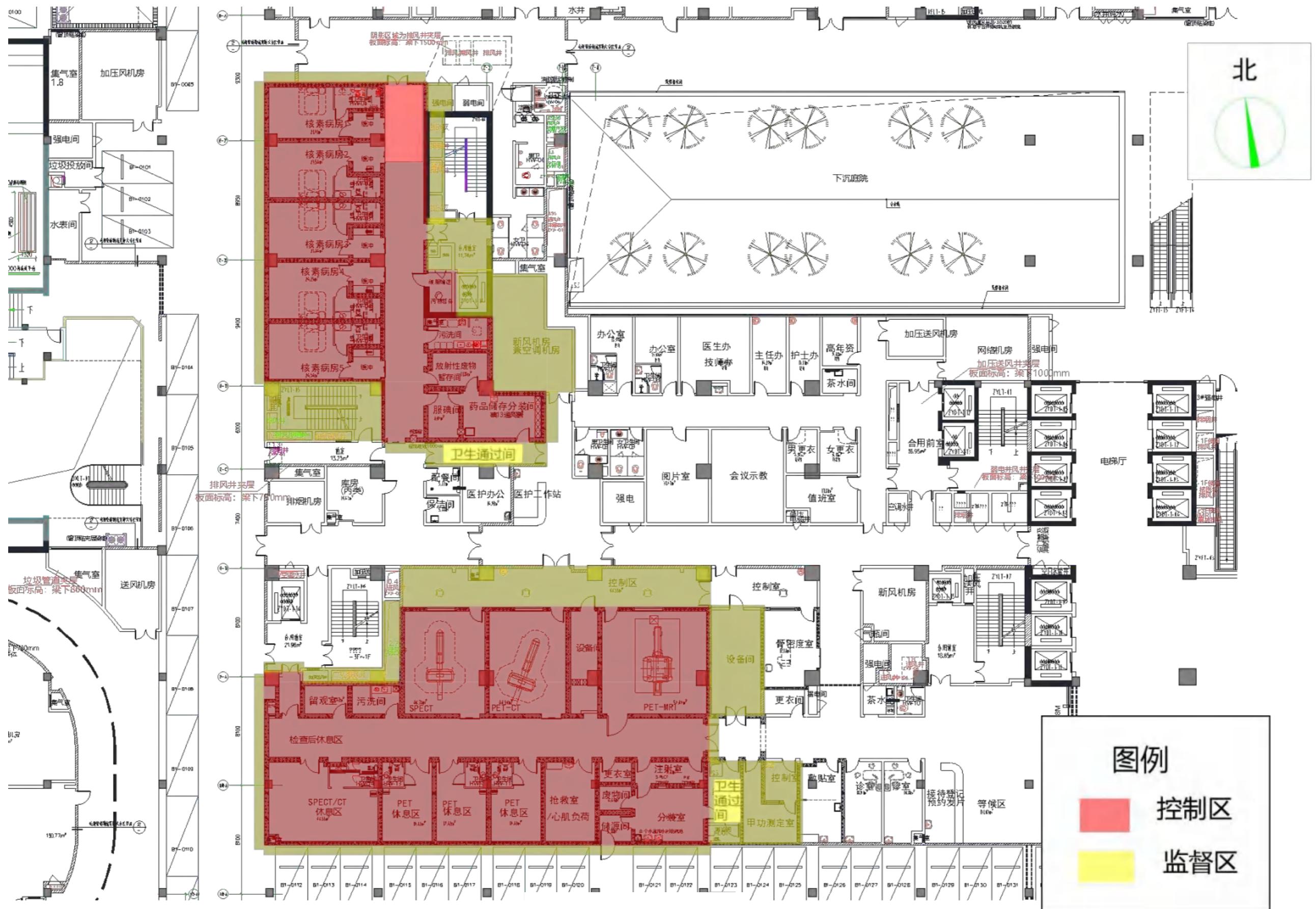
3.1.2 分区管理

医院对各机房工作场所进行分区管理，设立了监督区和控制区。

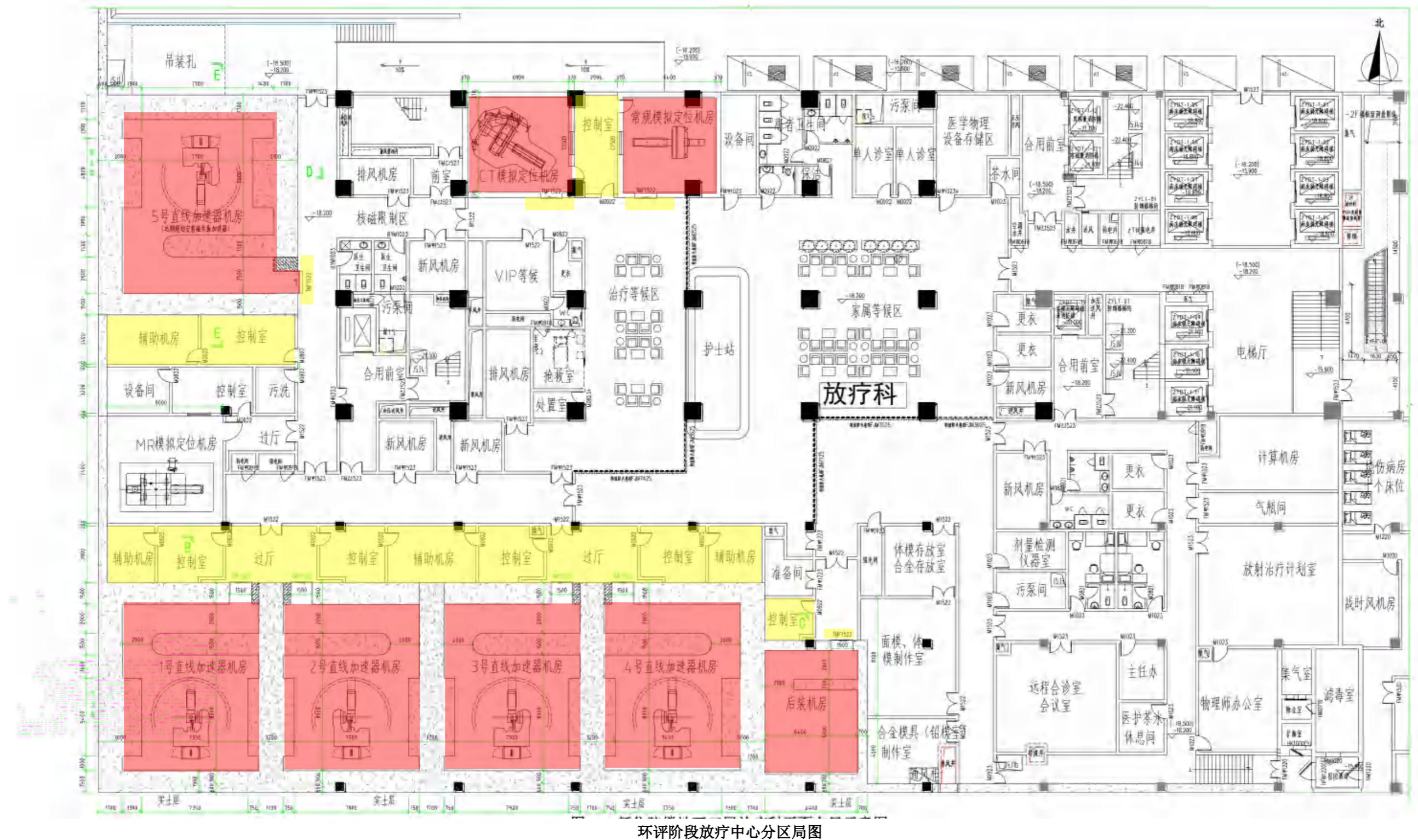
小结：本项目机房控制区、监督区划分与环评一致。



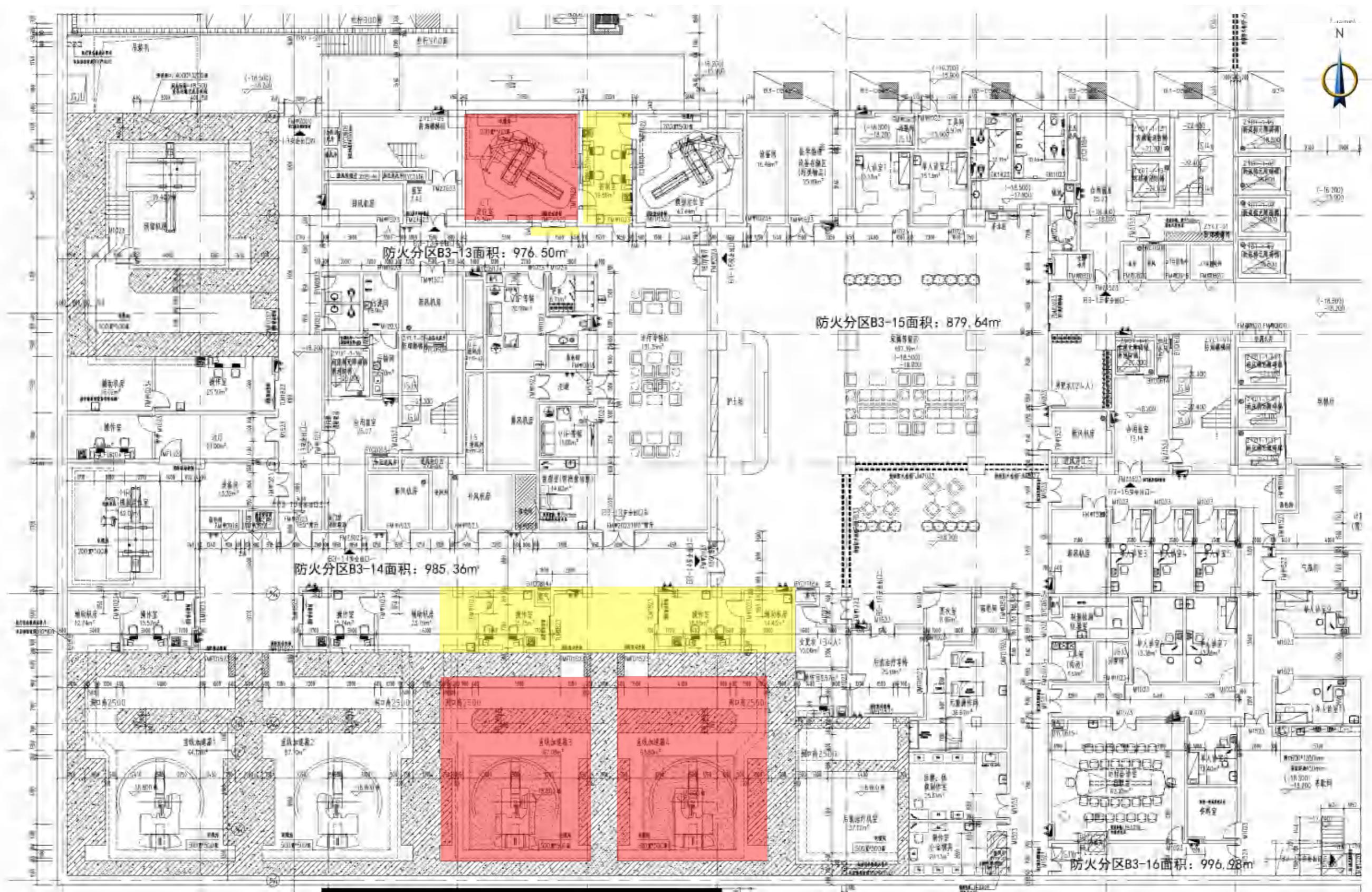
环评阶段核医学科分区图



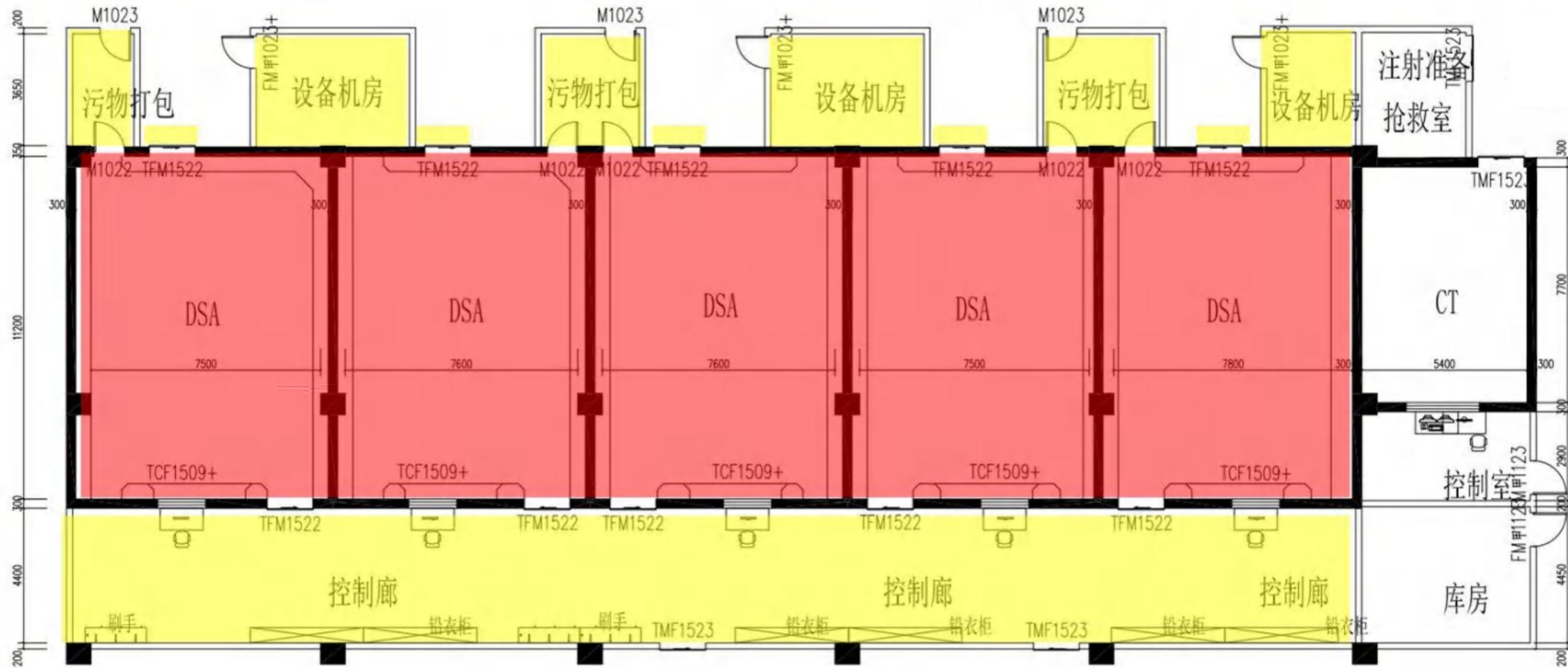
验收阶段核医学科分区图

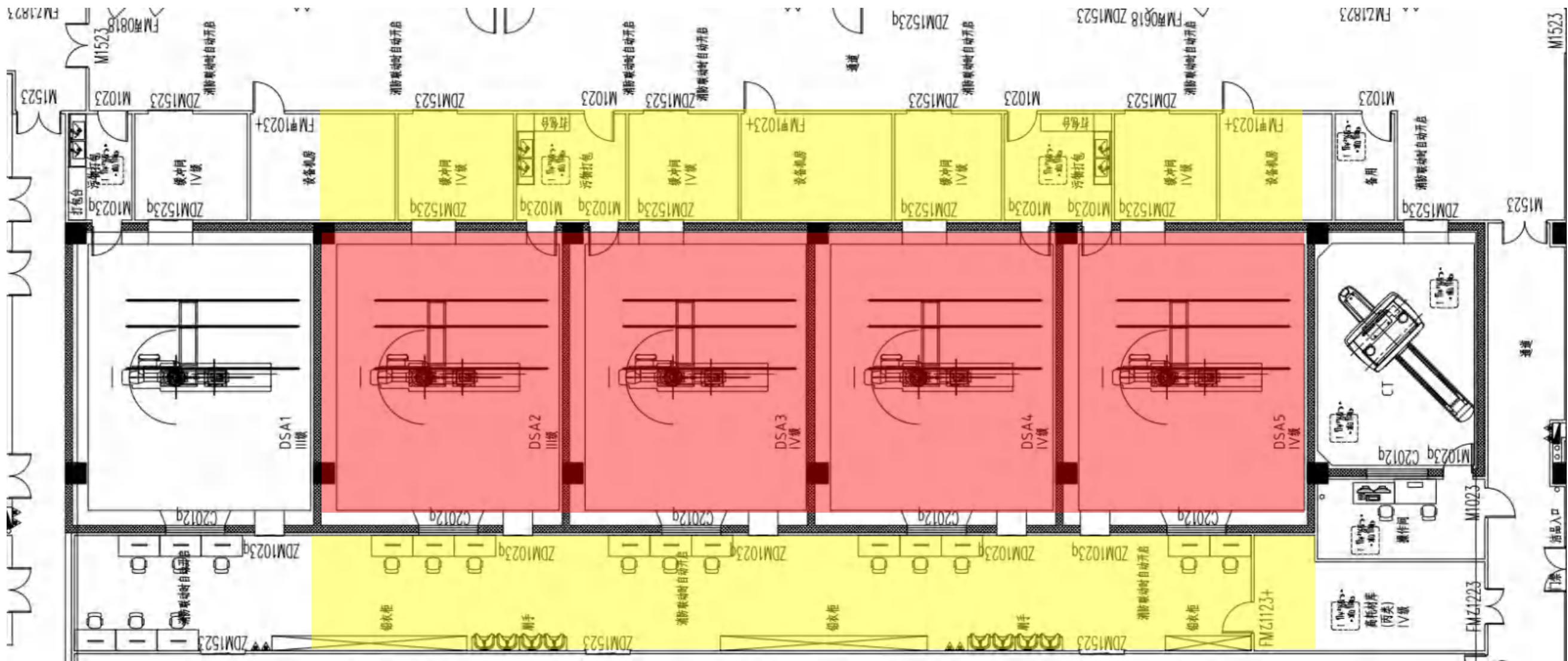


环评阶段放疗中心分区局图



验收阶段放疗中心分区图

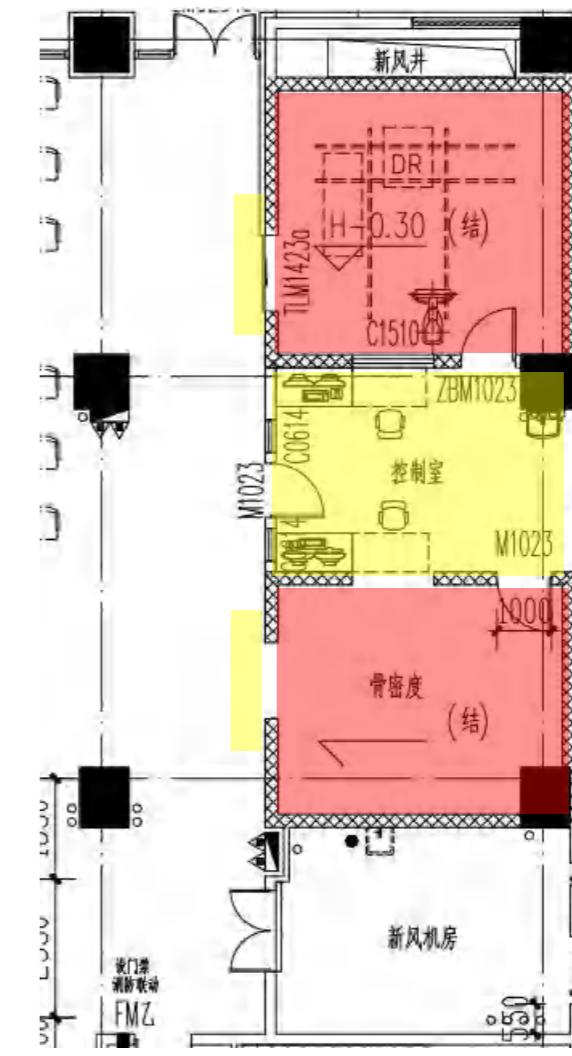




验收阶段医技楼四层介入中心分区图

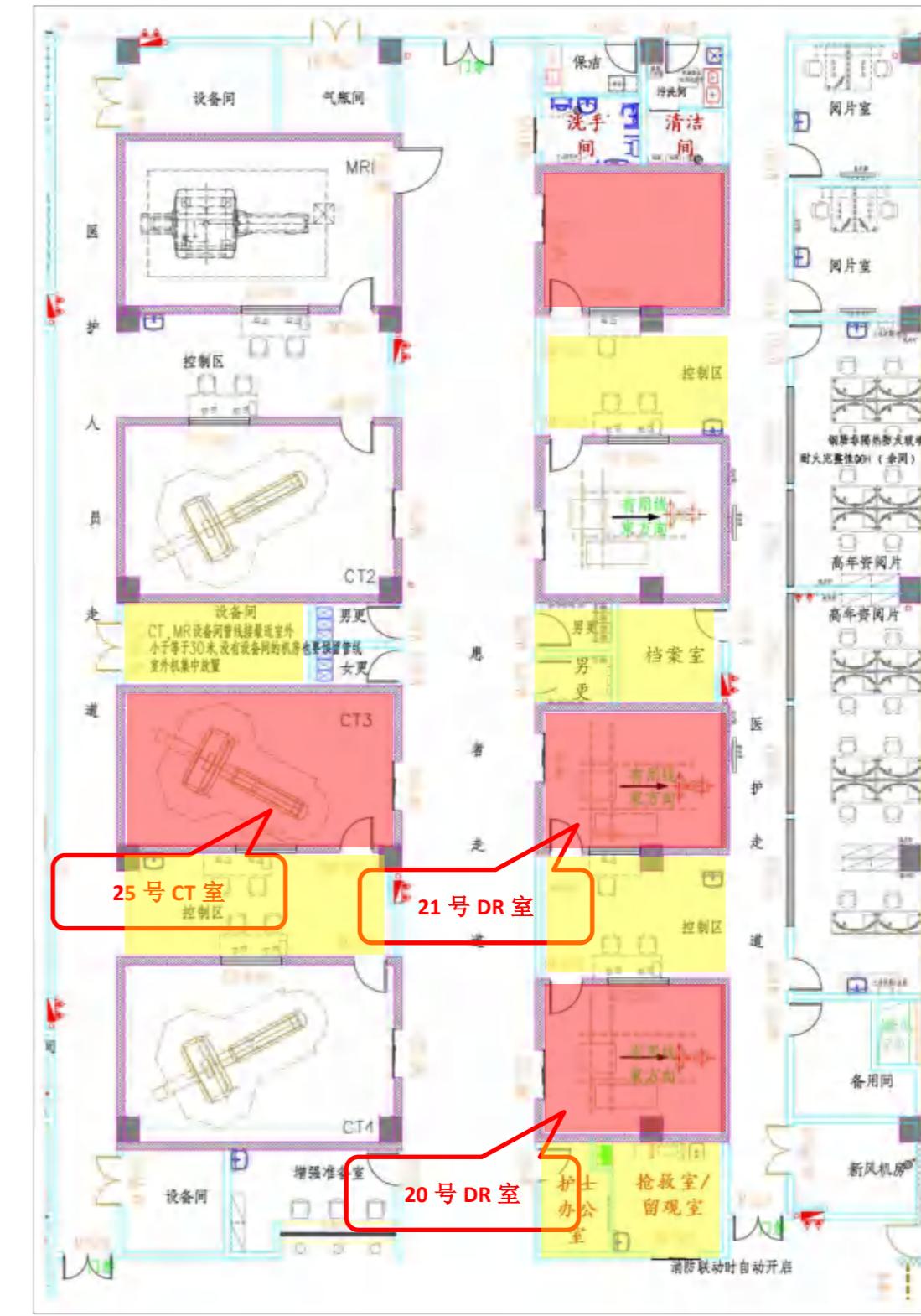


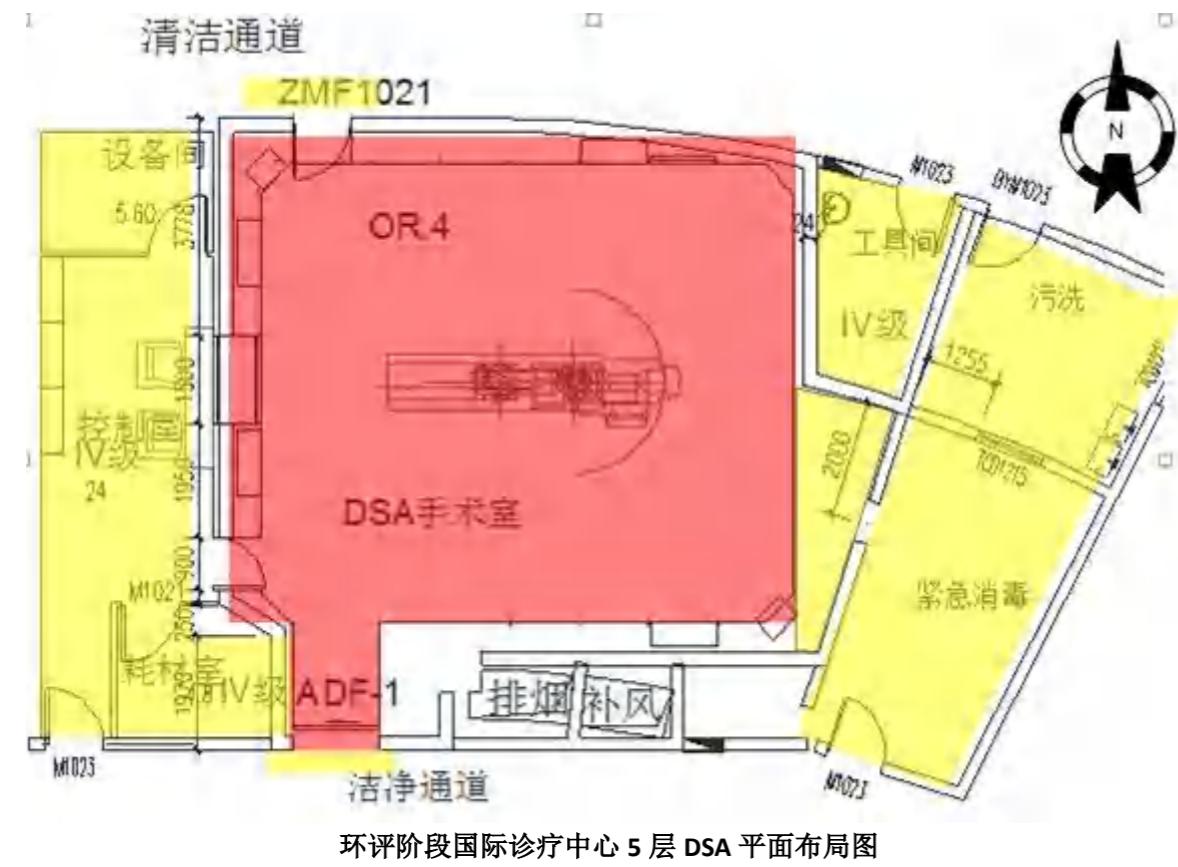
环评阶段 D 栋新住院楼 1 层健康体检中心 DR 机房、骨密度机房分区图



验收阶段 D 栋新住院楼 1 层健康体检中心 DR 机房、骨密度机房分区图







环评阶段国际诊疗中心 5 层 DSA 平面布局图



验收阶段国际诊疗中心 5 层 DSA 平面布局图



环评阶段国际诊疗中心 6 层口腔机房平面布局图



验收阶段国诊疗中心 6 层口腔机房平面布局图

图 3.1-2 环评阶段、验收阶段项目平面布局图

3.2 屏蔽设施建设情况

本次验收的辐射工作场所已采取了屏蔽防护措施，辐射工作场所屏蔽防护设施（核医学科）具体见表 3.2-1，辐射工作场所屏蔽设施（放疗中心直线加速器机房）见表 3.2-2，辐射工作场所屏蔽设施（放疗中心 CT 模拟定位室）见表 3.2-3，辐射工作场所屏蔽设施（DSA）见表 3.2-4，辐射工作场所屏蔽设施（普通 X 射线诊断机房）见表 3.2-5。

表 3.2-1 辐射工作场所屏蔽设施（核医学科）

房间	屏蔽体	设计情况	施工情况	评价
分装室	¹⁸ F 分装柜	50mmPb 铅	50mmPb 铅	与环评一致
	⁹⁹ Tc 分装柜	20mmPb 铅	20mmPb 铅	与环评一致
	四侧墙体	240mm 实心砖+6mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+60mm 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	防护门	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致
	PET 注射窗	50mmPb	50mmPb	与环评一致
	SPECT 注射窗	20mmPb	20mmPb	与环评一致
PET/CT 机房	四侧墙体	240mm 实心砖+10mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+100mm 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	防护门	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致
	观察窗	10mmPb 铅玻璃	10mmPb 铅玻璃	与环评一致
SPECT/CT 机房	四侧墙体	240mm 实心砖+10mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+100mm 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	防护门	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致
	观察窗	10mmPb 铅玻璃	10mmPb 铅玻璃	与环评一致
注射室	四侧墙体	240mm 实心砖+10mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+100mm 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	防护门 (2)	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致
储源室	四侧墙体	240mm 实心砖+6mmPb 防护	240mm 实心砖+60mm	与环评一致

		涂料	防护涂料	
废物间	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	防护门	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致
	四侧墙体	240mm 实心砖+6mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+60mm 防护涂料	与环评一致
更衣室	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	防护门	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致
	四侧墙体	240mm 实心砖+6mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+100mm 防护涂料	与环评一致
心肌负荷抢救间	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	防护门	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致
	四侧墙体	240mm 实心砖+6mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+100mm 防护涂料	与环评一致
PET 休息区 (3 间)	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	防护门	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致
	四侧墙体	240mm 实心砖+6mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+60mm 防护涂料	与环评一致
SPECT/CT 休息区	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	防护门	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致
	四侧墙体	240mm 实心砖+10mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+100mm 防护涂料	与环评一致
留观室	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm 防护涂料	与环评一致
	防护门	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致

汚洗间	四侧墙体	240mm 实心砖+6mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+60mm Pb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm Pb 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm Pb 防护涂料	与环评一致
	防护门	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致
敷贴室	四侧墙体	240mm 实心砖+6mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+60mm Pb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm Pb 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm Pb 防护涂料	与环评一致
	防护门	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致
走廊(控制区)	四侧墙体	240mm 实心砖+10mmPb 防护涂料	240mm 实心砖+100mm Pb 防护涂料	与环评一致
	顶棚	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm Pb 防护涂料	与环评一致
	地板	120mm 混凝土+6mmPb 防护涂料	120mm 混凝土+60mm Pb 防护涂料	与环评一致
	防护门(2)	10mmPb 铅	10mmPb 铅	与环评一致

注: 1.混凝土密度 $\geq 2.35t/m^3$, 铅板密度 $\geq 11.34t/m^3$; 硫酸钡涂料密度 $\geq 3.4t/m^3$, 硫酸钡与水泥的比例不小于4:1, 10mm 防护涂料相当于1mmPb。

2.共用墙体仅在一侧增加屏蔽防护。

由上表可知, 本次验收的核医学科辐射工作场所屏蔽设施与环评一致。

表 3.2-2 辐射工作场所屏蔽设施(放疗中心直线加速器机房)

机房名称	屏蔽体		环评机房屏蔽情况	实际机房屏蔽情况	对比
3号直线加速器机房	北墙	迷道内墙	150cm 混凝土	150cm 混凝土	一致
		迷道外墙	150cm 混凝土	150cm 混凝土	一致
	西墙	主屏蔽区	320cm 混凝土	320cm 混凝土	一致
		次屏蔽区	170cm 混凝土	170cm 混凝土	一致
		主屏蔽宽度	540cm	540cm	一致
	南墙	侧屏蔽墙	150cm 混凝土+实土层	150cm 混凝土+实土层	一致
	东墙	主屏蔽区	320cm 混凝土	320cm 混凝土	一致
		次屏蔽区	170cm 混凝土	170cm 混凝土	一致
		主屏蔽宽度	540cm	540cm	一致
	顶棚	主屏蔽区	320cm 混凝土	320cm 混凝土	一致
		次屏蔽区	180cm 混凝土	180cm 混凝土	一致
		主屏蔽宽度	540cm	540cm	一致

4号直线加速器机房	地面		混凝土，下方无建筑	混凝土，下方无建筑	一致
	防护门		18mm 铅板+15cm 含硼聚乙烯（含硼 5%）	18mm 铅板+15cm 含硼聚乙烯（含硼 5%）	一致
	北墙	迷道内墙	150cm 混凝土	150cm 混凝土	一致
		迷道外墙	150cm 混凝土	150cm 混凝土	一致
	西墙	主屏蔽区	320cm 混凝土	320cm 混凝土	一致
		次屏蔽区	170cm 混凝土	170cm 混凝土	一致
		主屏蔽宽度	540cm	540cm	一致
	南墙	侧屏蔽墙	150cm 混凝土+实土层	150cm 混凝土+实土层	一致
	东墙	主屏蔽区	300cm 混凝土	300cm 混凝土	一致
		次屏蔽区	170cm 混凝土	170cm 混凝土	一致
		主屏蔽宽度	540cm	540cm	一致
	顶棚	主屏蔽区	320cm 混凝土	320cm 混凝土	一致
		次屏蔽区	180cm 混凝土	180cm 混凝土	一致
		主屏蔽宽度	540cm	540cm	一致
	地面		混凝土，下方无建筑	混凝土，下方无建筑	一致
	防护门		18mm 铅板+15cm 含硼聚乙烯（含硼 5%）	18mm 铅板+15cm 含硼聚乙烯（含硼 5%）	一致

注：1.混凝土密度 $\geq 2.35t/m^3$ ，铅板密度 $\geq 11.34t/m^3$ ，防护涂料密度 $\geq 2.8t/m^3$ 。

2. 防护门的搭接宽度都不小于门缝间距的 10 倍。

3. 电缆管线均以“U”型地沟形式从地坪下方穿越墙体；物理测试孔采用斜 45 度穿过墙体；排风管采用“Z”型穿墙出机房，穿墙处采用 10mmPb 屏蔽补偿。

由上表可知，本次验收的放疗中心 3 号和 4 号直线加速器机房辐射工作场所屏蔽设施与环评一致。

表 3.2-3 辐射工作场所屏蔽设施（放疗中心 CT 模拟定位室）

机房名称	屏蔽体	是否有用线束	环评屏蔽材料	实际屏蔽材料	折合铅当量 mmPb	标准要求 mmPb	屏蔽评价
CT 模拟定位室	四侧墙体	/	37cm 灰砂砖 +3mmPb 防护涂料	240mm 实心砖 +4mmPb 防护涂料	6.0	2.5	符合要求
	顶棚	/	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板	4.2	2.5	符合要求
	地面	/	楼下无建筑，不做额外防护				
	观察窗	/	3mmPb 观察窗	5mmPb 观察窗	5.0	2.5	符合要求

	机房大门	/	4mmPb 防护门	5mmPb 防护门	5.0	2.5	符合要求
	控制室门	/	4mmPb 防护门	5mmPb 防护门	5.0	2.5	符合要求

注：10cm 混凝土（密度不小于 2.35g/cm^3 ）约 1mmPb；12cm 实心砖（密度不低于 1.65g/cm^3 ）约 1mmPb。

由上表可知，本次验收的放疗中心 CT 模拟定位室屏蔽设施与环评基本一致。建设单位加强了 CT 模拟定位室四侧墙体、观察窗、机房门的整体屏蔽铅当量，方案优于环评设计，折合铅当量满足标准要求。

表 3.2-4 辐射工作场所屏蔽设施（DSA）

机房名称	项目	环评设计	实际参数	放射诊断放射防护要求》 （GBZ130-2020） 标准要求	是否符合标准要求
国际诊疗中心 大楼五层手术中心 DSA 机房	最小单边长度	7.8m	7.05m	$\geq 3.5\text{m}$	符合
	有效使用面积	71.21m^2	64.9m^2	$\geq 20\text{m}^2$	符合
	四侧墙体	240mm 实心砖墙 +4mmPb 硫酸钡防护涂料	240mm 实心砖墙 +4mmPb 硫酸钡防护涂料 (6.0mmPb)	$\geq 2.0\text{mmPb}$	符合
	地面	120mm 混凝土+3mmPb 厚硫酸钡护涂料	120mm 混凝土 +3mmPb 厚硫酸钡护涂料 (4.2mmPb)		符合
	顶棚	120mm 混凝土+3mmPb 铅板	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板 (4.2mmPb)		符合
	防护门	4mmPb	4mmPb		符合
	观察窗	4mmPb	4mmPb		符合
医技楼 四层介入中心 DSA2 机房	最小单边长度	7.6m	7.5m	$\geq 3.5\text{m}$	符合
	有效使用面积	85.1m^2	72.4m^2	$\geq 20\text{m}^2$	符合
	四侧墙体	240mm 实心砖墙 +3mmPb 硫酸钡防护涂料	240mm 实心砖墙 +3mmPb 硫酸钡防护涂料 (5.0mmPb)	$\geq 2.0\text{mmPb}$	符合
	地面	120mm 混凝土+2mmPb 厚硫酸钡护涂料	120mm 混凝土 +2mmPb 厚硫酸钡护涂料 (3.2mmPb)		符合
	顶棚	120mm 混凝土+2mmPb 铅板	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)		符合
	防护门	3mmPb	3mmPb		符合
	观察窗	3mmPb	3mmPb		符合

医技楼 四层介入中心 DSA3 机房	最小单边长 度	7.6m	7.39m	$\geq 3.5m$	符合
	有效使用面 积	$85.1m^2$	$65.92m^2$	$\geq 20m^2$	符合
	四侧墙体	240mm 实心砖墙 +3mmPb 硫酸钡防护涂 料	240mm 实心砖墙 +3mmPb 硫酸钡防 护涂料 (5.0mmPb)	$\geq 2.0mmPb$	符合
	地面	120mm 混凝土+2mmPb 厚硫酸钡护涂料	120mm 混凝土 +2mmPb 厚硫酸钡 护涂料 (3.2mmPb)		符合
	顶棚	120mm 混凝土+2mmPb 铅板	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)		符合
	防护门	3mmPb	3mmPb		符合
	观察窗	3mmPb	3mmPb		符合
医技楼 四层介入中心 DSA4 机房	最小单边长 度	7.5m	7.50m	$\geq 3.5m$	符合
	有效使用面 积	$84m^2$	$66.90m^2$	$\geq 20m^2$	符合
	四侧墙体	240mm 实心砖墙 +3mmPb 硫酸钡防护涂 料	240mm 实心砖墙 +3mmPb 硫酸钡防 护涂料 (5.0mmPb)	$\geq 2.0mmPb$	符合
	地面	120mm 混凝土+2mmPb 厚硫酸钡护涂料	120mm 混凝土 +2mmPb 厚硫酸钡 护涂料 (3.2mmPb)		符合
	顶棚	120mm 混凝土+2mmPb 铅板	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)		符合
	防护门	3mmPb	3mmPb		符合
	观察窗	3mmPb	3mmPb		符合

注：1.12cm 实心砖（密度不低于 $1.65g/cm^3$ ）相当于 1mmPb，10cm 混凝土（密度不低于 $2.35g/cm^3$ ）
相当于 1mmPb；防护涂料为硫酸钡防护涂料，1cm 硫酸钡防护涂料（配比为 4: 1）相当于 1mmPb。
2.两间机房墙体共用部分仅在较高一侧的墙体批荡硫酸钡防护涂料；

由上表可知，本次验收的国际诊疗中心大楼五层手术中心 DSA 机房的最小单边长
度、有效使用面积与环评基本一致。为了方便医技楼南北通道的连接，建设单位压缩了
医技楼 4 层介入中心 DSA 控制室和 DSA 机房面积，将腾出的面积用做通道，导致医技
楼四层介入中心 DSA2、3、4 机房面积相比环评缩小，缩小后的 DSA2、3、4 机房面积
仍满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

表 3.2-5 辐射工作场所屏蔽设施（普通 X 射线诊断机房）

机房名称	屏蔽体	环评设计	实际参数	放射诊断放射防护要求》 （GBZ130-2020） 标准要求	是否符合 标准要求
国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室①(牙片机)	最小单边长度	2.05m	1.85m	$\geq 1.0\text{mmPb}$	符合
	有效使用面积	5.98m^2	5.5m^2		符合
	四侧墙体	240mm 灰砂砖 +3mmPb 防护涂料 (3.0mmPb)	240mm 灰砂砖 +3mmPb 防护涂料 (3.0mmPb)		符合
	顶棚	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)		符合
	地面	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)		符合
	防护门	3mmPb	3mmPb		符合
	观察窗	3mmPb	3mmPb		符合
国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室②(口腔 CBCT)	最小单边长度	2.42m	2.72m	$\geq 2.0\text{m}$ $\geq 2.0\text{mmPb}$, 非有用线束方向 $\geq 1.0\text{mmPb}$	符合
	有效使用面积	6.97m^2	8.0m^2		符合
	四侧墙体	240mm 灰砂砖 +3mmPb 防护涂料 (3.0mmPb)	240mm 灰砂砖 +3mmPb 防护涂料 (3.0mmPb)		符合
	顶棚	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)		符合
	地面	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)		符合
	防护门	3mmPb	3mmPb		符合
	观察窗	3mmPb	3mmPb		符合
国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室③(牙科全景机)	最小单边长度	2.39m	2.28m	$\geq 2.0\text{m}$ $\geq 2.0\text{mmPb}$, 非有用线束方向 $\geq 1.0\text{mmPb}$	符合
	有效使用面积	6.57m^2	6.0m^2		符合
	四侧墙体	240mm 灰砂砖 +3mmPb 防护涂料 (3.0mmPb)	240mm 灰砂砖 +3mmPb 防护涂料 (3.0mmPb)		符合
	顶棚	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)		符合
	地面	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)		符合

			(3.2mmPb)		
D 栋新住院楼 1 层健康体检中心 102 骨密度检查室	防护门	3mmPb	3mmPb	$\geq 2.5\text{m}$	符合
	观察窗	3mmPb	3mmPb		符合
D 栋新住院楼 1 层健康体检中心 X 线检查室 101 (DR)	最小单边长度	5.22m	4.00m	$\geq 1.0\text{mmPb}$, 非有用线束方向 $\geq 1.0\text{mmPb}$	符合
	有效使用面积	29.7m^2	17.00m^2		符合
	四侧墙体	240mm 实心砖 +3mmPb 防护涂料	240mm 实心砖 +3mmPb 防护涂料 (5.0mmPb)		符合
	顶棚	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)		符合
	地面	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板	120mm 混凝土 +2mmPb 铅板 (3.2mmPb)		符合
	防护门	3mmPb	3mmPb		符合
	观察窗	3mmPb	3mmPb		符合
E 栋医技楼 1 层放射科 E1 区 7 号 DR 室	最小单边长度	5.3m	4.63m	$\geq 3.0\text{mmPb}$, 非有用线束方向 $\geq 2.0\text{mmPb}$	符合
	有效使用面积	31.5m^2	23.15m^2		符合
	四侧墙体	240mm 实心砖 +3mmPb 防护涂料	240mm 实心砖 +3mmPb 防护涂料 (5.0mmPb)		符合
	顶棚	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板 (4.2mmPb)		符合
	地面	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板 (4.2mmPb)		符合
	防护门	4mmPb	4mmPb		符合
	观察窗	4mmPb	4mmPb		符合

	防护门	4mmPb	4mmPb		符合
	观察窗	4mmPb	4mmPb		符合
E 栋医 技楼 1 层放射 科 E1 区 11 号 CT 室	最小单边长 度	4.7m	4.87m	$\geq 4.5m$	符合
	有效使用面 积	33.46m ²	31.90m ²	$\geq 30m^2$	符合
	四侧墙体	240mm 实心砖 +5mmPb 防护涂料	240mm 实心砖 +5mmPb 防护涂料 (7.0mmPb)	$\geq 2.5mmPb$	符合
	顶棚	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板 (5.2mmPb)		符合
	地面	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板 (5.2mmPb)		符合
	防护门	5mmPb	5mmPb		符合
E 栋医 技楼 1 层放射 影像科 12 号 CT 室	观察窗	5mmPb	5mmPb		符合
	最小单边长 度	4.7m	5.0m	$\geq 4.5m$	符合
	有效使用面 积	33.46m ²	34.25m ²	$\geq 30m^2$	符合
	四侧墙体	240mm 实心砖 +5mmPb 防护涂料	240mm 实心砖 +5mmPb 防护涂料 (7.0mmPb)	$\geq 2.5mmPb$	符合
	顶棚	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板 (5.2mmPb)		符合
	地面	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板 (5.2mmPb)		符合
E 栋医 技楼 1 层三区 20 号 DR 室	防护门	5mmPb	5mmPb		符合
	观察窗	5mmPb	5mmPb		符合
	最小单边长 度	4.04m	3.87m	$\geq 3.5m$	符合
	有效使用面 积	22.3m ²	20.32m ²	$\geq 20m^2$	符合
	四侧墙体	240mm 实心砖 +3mmPb 防护涂料	240mm 实心砖 +3mmPb 防护涂料 (5.0mmPb)	有用线束方向 $\geq 3.0mmPb$, 非有 用线束方向 $\geq 2.0mmPb$	符合
	顶棚	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板 (4.2mmPb)		符合
	地面	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板 (4.2mmPb)		符合
	防护门	4mmPb	4mmPb		符合

	观察窗	4mmPb	4mmPb		符合
E 栋医 技楼 1 层三区 21 号 DR 室	最小单边长 度	4.7m	3.92m	$\geq 3.5m$	符合
	有效使用面 积	26m ²	20.66m ²	$\geq 20m^2$	符合
	四侧墙体	240mm 实心砖 +3mmPb 防护涂料	240mm 实心砖 +3mmPb 防护涂料 (5.0mmPb)	有用线束方向 $\geq 3.0mmPb$, 非有 用线束方向 $\geq 2.0mmPb$	符合
	顶棚	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板 (4.2mmPb)		符合
	地面	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板	120mm 混凝土 +3mmPb 铅板 (4.2mmPb)		符合
	防护门	4mmPb	4mmPb		符合
	观察窗	4mmPb	4mmPb		符合
E 栋医 技楼 1 层放射 科 E1 区 25 号 CT 室	最小单边长 度	4.7m	4.50m	$\geq 4.5m$	符合
	有效使用面 积	39.3m ²	35.24m ²	$\geq 50m^2$	符合
	四侧墙体	240mm 实心砖 +5mmPb 防护涂料	240mm 实心砖 +5mmPb 防护涂料 (7.0mmPb)	$\geq 2.5mmPb$	符合
	顶棚	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板 (5.2mmPb)		符合
	地面	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板	120mm 混凝土 +4mmPb 铅板 (5.2mmPb)		符合
	防护门	5mmPb	5mmPb		符合
	观察窗	5mmPb	5mmPb		符合

注：1.12cm 实心砖（密度不低于 1.65g/cm³）相当于 1mmPb，10cm 混凝土（密度不低于 2.35g/cm³）相当于 1mmPb；防护涂料为硫酸钡防护涂料，1cm 硫酸钡防护涂料（配比为 4: 1）相当于 1mmPb。
2.两间机房墙体共用部分仅在较高一侧的墙体批荡硫酸钡防护涂料；

由上表可知，本次验收的普通 X 射线诊断机房的最小单边长度、有效使用面积与环评基本一致，屏蔽情况与环评一致。

本项目 PET/CT 检查室、SPECT/CT 检查室、CT 模拟定位室规格与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）符合情况见表 3.2-6。

表 3.2-6 机房规格与标准要求符合情况

机房名称	标准要求		环评设计情况		现场核查情况		符合情况
	最小单边长度 (m)	最小有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	最小有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	最小有效使用面积 (m ²)	
PET/CT 检查室	4.5	30	5.3	40.545	5.24	39.04 (5.24×7.45)	符合
SPECT/CT 检查室	4.5	30	6.9	52.164	5.46	40.68 (5.46×7.45)	符合
CT 模拟定位室	4.5	30	6.56	45.91	6.59	44.28 (6.59m×6.72m)	符合

由上表可以看出，PET/CT 检查室、SPECT/CT 检查室、CT 模拟定位室规格与环评设计基本一致，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

3.3 辐射安全与防护措施

3.3.1 核医学科

(1) 工作场所表面及装备结构要求

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）附录 G，日操作最大量放射性核素的加权活度（MBq）等于计划的日操作最大活度与该核素毒性权重因子的积除以与操作性质修正因子所得的商。

各个功能用房加权活度计算结果详见表 3.3-1 所示。

表 3.3-1 核医学工作场所分类计算结果

工作场所	操作核素	毒性权重因子	操作性质修正因子	日操作最大活度(MBq)	加权活度(MBq)	总加权活度(MBq)	分类
分装室、注射室	¹⁸ F	1	1	11100	11100	140230	I
	¹⁸ Ga	1	1	1430	1430		
	^{99m} Tc	1	1	27800	27800		
	¹³¹ I (SPECT/ CT 扫描)	100	1	370	37000		
	⁸⁹ Sr	100	1	555	55500		
	²²³ Ra	100	1	74	7400		
储源室	¹⁸ F	1	100	111	11.1	1402.3	II
	¹⁸ Ga	1	100	1430	143		
	^{99m} Tc	1	100	278	27.8		

	¹³¹ I (SPECT/ CT 扫描)	100	100	3.7	37		
	⁸⁹ Sr	100	100	5.55	55.5		
	²²³ Ra	100	100	0.74	7.4		
废物间、污 洗间	¹⁸ F	1	10	111	11.1	281.8	II
	¹⁸ Ga	1	10	1430	143		
	^{99m} Tc	1	10	278	27.8		
	¹³¹ I (SPECT/ CT 扫描)	100	10	3.7	37		
	⁸⁹ Sr	100	10	5.55	55.5		
	²²³ Ra	100	10	0.74	7.4		
心肌负荷抢 救室	^{99m} Tc	1	10	27800	2780	2780	II
PET 休息室 (3 间)	¹⁸ F	1	10	3700	370	513	II
	¹⁸ Ga	1	10	1430	143		
SPECT/CT 休息室	^{99m} Tc	1	10	27800	2780	6480	II
	¹³¹ I	100	10	370	3700		
SPECT/CT 检查室	^{99m} Tc	1	10	27800	2780	6480	II
	¹³¹ I	100	10	370	3700		
PET/CT 检 查室	¹⁸ F	1	10	11100	1110	1253	II
	¹⁸ Ga	1	10	1430	143		
留观室	¹⁸ F	1	10	11100	1110	4033	II
	¹⁸ Ga	1	10	1430	143		
	^{99m} Tc	1	10	27800	2780		
甲功室	¹³¹ I	100	10	0.74	7.4	7.4	III

注：1.废物间、污洗间活度按最大用药量的千分之一考虑。

2. 日操作最大量放射性核素的加权活度>50000MBq属于I类核医学工作场所，50~50000MBq属于II类核医学工作场所，<50MBq属于III类核医学工作场所。

由上表可知，本项目核医学科工作场所含有 I 类、II 类、III 类工作场所，根据《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020) 对临床核医学工作场所具体分类办法，采取的辐射防护措施与标准要求对照情况见下表。

表 3.3-2 核医学工作场所室内表面及装备结构与标准要求对照表

《核医学放射防护要求》 (GBZ 120-2020)		已采取的防护措施	判定
结构屏蔽	需要	各屏蔽体均采取相应的屏蔽防护措施	符合
地面	与墙壁接缝无缝隙	地面平整光滑，易于清洗，铺设 PVC 材料或防滑地砖并用水泥擦缝，与墙壁接缝无缝隙。	符合
表明	易清洗	通风柜台面和注射操作台面用光滑易清洗易去污材料（不锈钢），卫生间墙面采用瓷砖，墙面采用乳胶漆，易清洗	符合
分装柜	需要	安装 2 个分装柜，分装柜设置独立的排风，且分装柜的排风口高出该建筑物屋脊，设有活性炭过滤装置。	符合
通风	I: 特殊的强制通风 II: 良好通风	高活区设置独立排风管道，排风口高出该建筑物屋脊，设有活性炭过滤装置，风向由低活度区向高活度区流动。	符合
管道	I: 特殊的管道 II: 普通管道	衰变池位于核医学科正下方，下水管道与核医学距离较近，管道较短。大水流管道处将按要求设有标记，以便维修检测。	符合
盥洗与去污	洗手盆和去污设备，洗手盆应为感应式或脚踏式等手部非接触开关控制	洗手盆均为感应式开关控制，配备相应的辐射监测设备；清洗间内已经配备清洁用品和去污设备	符合
对通风橱的要求	合成和操作放射性药物所用的通风橱，工作中应有足够风速（一般风速不小于 0.5m/s），排风口应高于本建筑物的屋顶并安装专用过滤装置	经检测，通风橱风速大于均 0.5m/s。核医学排风管道的排风口位于屋顶，排风管道出口前设有活性炭过滤装置	符合

（2）其他安全防护措施

核医学各功能用房安全装置、防护措施及警告标识设置情况见下表 3.3-3。

表3.3-3 核医学各功能用房采取的安全防护措施一览表

《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)	采取的防护措施	结论
6.2.1 核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。	操作放射性核素的分装柜、注射台等台面均平整光滑，室内地面为 PVC 或者瓷砖铺设，地面与与墙壁衔接处踢脚线上沿约 9cm，易于清洗、去污。	符合要求
6.2.2 操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其他患者和医护人员的照射。	操作放射性药物在分装柜（手套箱式）内进行，为工作人员配备铅橡胶衣、铅橡胶围裙和放射性污染防护服、铅橡胶围脖、敷贴专用远距离操作工具等防护用品，并配备有钨合金注射器防护套。给药后患者候诊室内设置有铅屏风。	符合要求
6.2.3 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。	在缓冲间内设置有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。	符合要求

6.2.4 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。	放射性物质应贮存在储源室内，并定期进行辐射水平监测，储源室设置门禁无关人员无法进入。已建立放射性物质出入库台账。	符合要求
6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性物质运送配备有足够屏蔽的贮存、转运等容器，容器表面应张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施。	本项目配备有药物贮存铅罐、转运注射罐，容器表面张贴电离辐射标志，容器在运送时有适当的固定措施。	符合要求
6.2.7 敷贴器治疗场所应设置专门的治疗室，治疗时严禁将敷贴源带出治疗室外。敷贴治疗中，医务人员应采取有效的个人防护措施，对病人的正常组织应采用合适的屏蔽措施。敷贴器使用中应避免锐器损坏源窗面，不得将敷贴器浸入水、酒精等溶剂中，使用后应存放于干燥的贮源箱内。	本项目已设置专门的敷贴治疗室，制定制度规定治疗时严禁将敷贴源带出治疗室外。为工作人员配备了远距离操作工具，为对病人的正常组织使用橡胶板屏蔽。制定制度规定。敷贴器使用中应避免锐器损坏源窗面，不得将敷贴器浸入水、酒精等溶剂中，使用后应存放于干燥的贮源箱内。	符合要求
6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。	已在PET/CT、SPECT/CT扫描机房外门框上方设置工作状态指示灯。	符合要求

小结：本项目核医学工作场所各功能用房安全装置、防护措施及警告标识设置与环评一致，能满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）的要求。



患者检查入口



患者检查出口



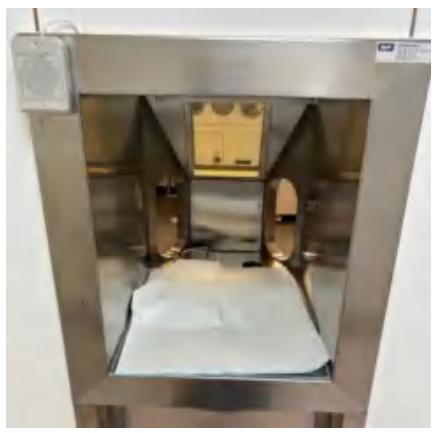
地面导识线



分装柜



注射器防护套



注射窗



对讲装置



监控装置



监控显示器（位于护士站）



PET/CT 检查室大门开闭情况



SPECT/CT 检查室大门开闭情况



留观室



注射室



自动感应出水洗手盆（去污淋浴间）



SPECT 注射后休息室



分装注射室



储源间、放射性废物间门



抢救/运动室内的抢救车



抢救/运动室内的运动设备



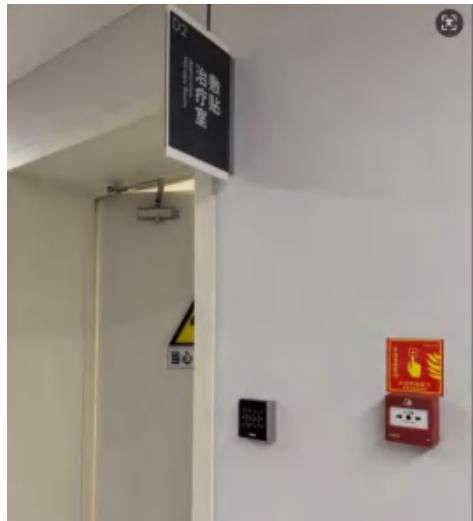
敷贴器保险柜



敷贴专用橡胶板



敷贴贮源箱



敷贴治疗室及门禁

图 3.3-1 场所管理设施设置情况

(3) 防护用品

核医学工作场所配备的个人防护用品如表 3.3-4。

表 3.3-4 个人防护用品和辅助设施配置情况与《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)

要求对比情况

GBZ 120-2020 标准要求	配备情况			评价
	防护用品名称	数量	铅当量 mmPb	
应为放射性物质内部运输配备有足够屏蔽的储存、转运等容器。	储源铅罐	1 个	50	符合要求
	注射器转运铅罐	1 个	20	
	铅废物箱 (废物间)	2 个	10	
根据工作内容及实际需要,合理选择使用移动铅屏风、注射器屏蔽套、带有屏蔽的容器、托盘、长柄镊子、分装柜或生物安全柜、屏蔽运输容器/放射性废物桶等辅助用品。	移动铅屏风	1 扇	10	符合要求
	注射器防护套	6 个	5mmPb、10mmPb	
	托盘、长柄镊子	1 个	/	
	吸水滤纸、纱布	若干	/	
应急及去污用品	应急及去污用品	1 套	/	
开展核医学工作的医疗机构应根据工作内容,为工作人员配备合适的防护用品和去污用品(见附录 K),其数量应满足开展工作需要。对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。	铅橡胶衣	2 件	前 1mmPb, 后 0.25mmPb	符合要求
	铅橡胶围裙	2 件	前 0.5mmPb, 后 0.25mmPb	符合要求
	放射性污染防护服	2 件	/	符合要求
	铅橡胶围脖	2 件	1 件 0.5mmPb, 1 件 1mmPb	符合要求
	宜使用远距离操作工具	2 个	/	符合要求
	不小于 3 mm 厚的橡皮泥或橡胶板等	若干	/	符合要求



储源铅罐、注射器转运铅罐 (部分)



铅废物箱 (部分)



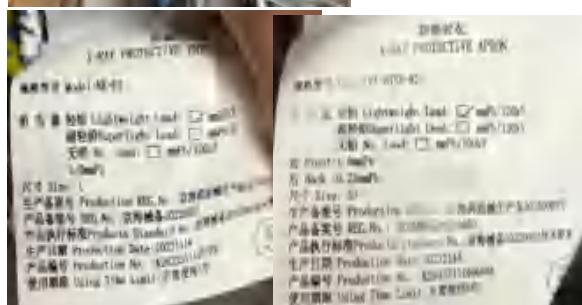
注射窗下方自带铅废物桶



移动铅屏风



应急及去污用品



防护用品



敷贴远距离操作工具

橡胶板

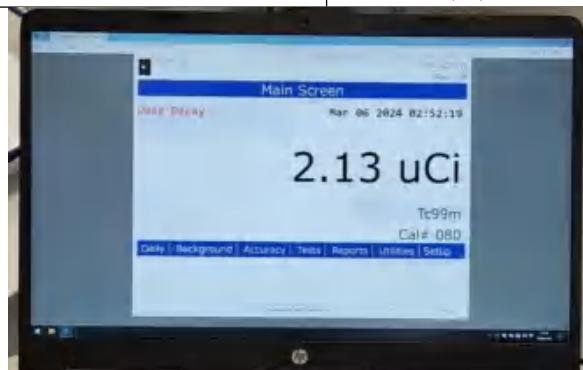
图 3.3-2 现场照片

(4) 辐射监测设备

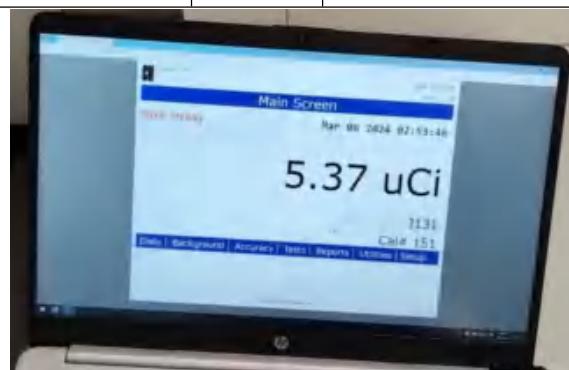
核医学科配备的辐射监测设备见表 3.3-5。

表 3.3-5 核医学科配备的辐射监测设备

装置	生产厂家	型号	数量	检定/校准情况
放射性核素活度计	美国 CAPINITE	CRC-PC	2	2025 年已检定
多功能便携式辐射剂量率仪(可检测 α 、 β 表面污染及 X、 γ 射线)	IMI Internstional Medcom, Inc.	IA-V2 / Inspector	2	2025 年已检定
个人剂量报警仪	RAYSCAN 美国子 公司	RadTarge-Mini	3	非强检设备



活度计 1



活度计 2



个人剂量报警仪



多功能便携式辐射剂量率仪

图 3.3-3 辐射监测设备现场照片

3.3.2 放射治疗项目

(1) 安全装置和警示标志

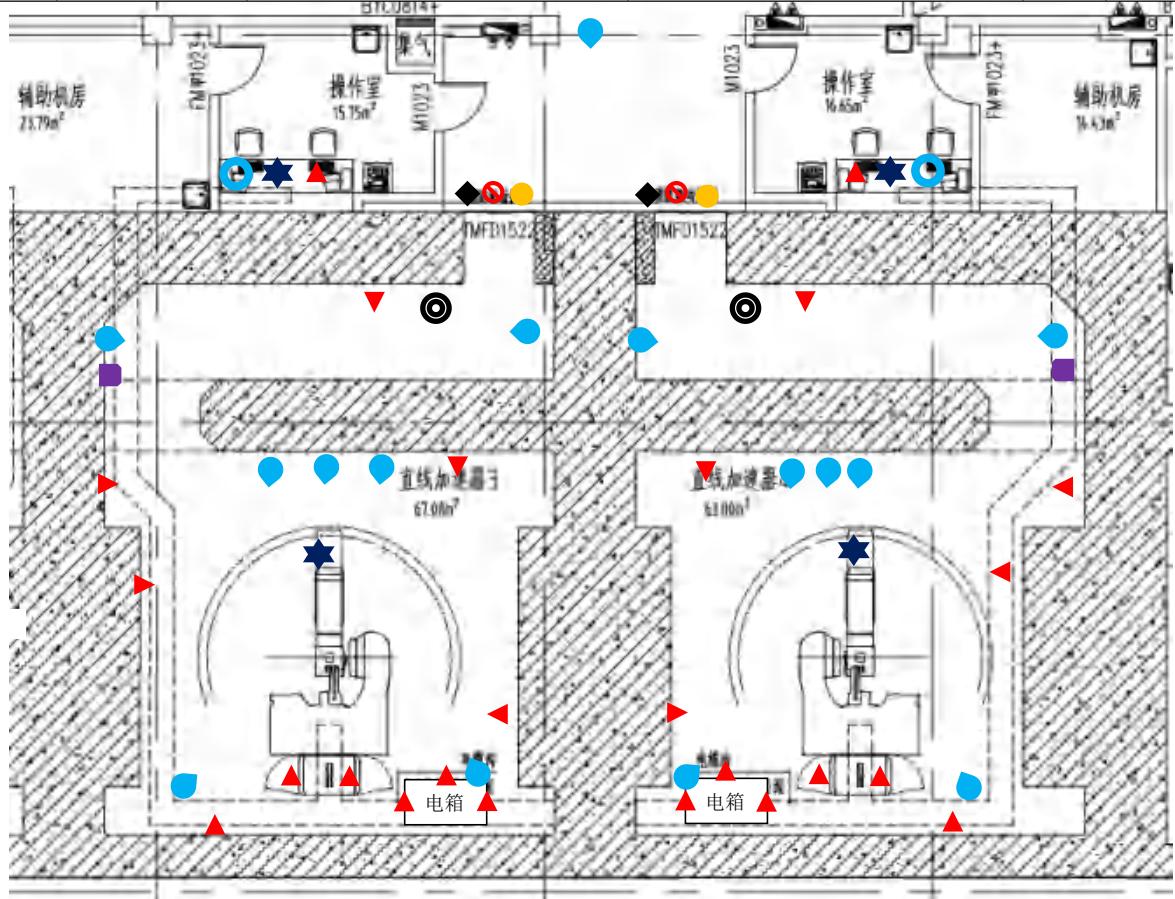
① 直线加速器机房

直线加速器机房与《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) 对照分析见表 3.3-6。

表 3.3-6 本项目直加机房防护安全装置及警示标识等情况汇总表

序号	标准要求		已采取的防护措施	效果	判定
1	GBZ 121-2020 (6.4.2)	放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。	防护门与设备联锁，开门时设备停止出束；防护门入口内侧设置有开关门按钮，防护门门框设置有防挤压装置	有效	符合
2	GBZ 121-2020 (6.4.3)	医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志： a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志； b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。	分区管理，在加速器机房门上设置电离辐射警告标志，门上方设置有1个工作指示灯，1个三色指示灯（出束时显示红色，不出束时显示绿色，准备出束时显示黄色）	有效	符合
3	GBZ 121-2020 (6.4.4)	放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。	设置有紧急停机按钮（治疗室墙面5个，迷路1个，操作室1个，设备表面2个，设备电箱3个），设置位置便于触发	有效	符合
4	GBZ 121-2020 (6.4.6)	控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。	治疗室内设置5个监控摄像头，迷道内入口设置2个监控摄像头，迷道外口处设置1个监控摄像头，操作室内设置监控显示器，可对机房进行全景观察，并在控制台和设备旁设有对讲装置	有效	符合
5	HJ1198-2021 (6.2.1)	放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等： a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明； b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯； c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。	机房防护门上设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯，机房内设有监控装置和对讲装置	有效	符合
6	HJ1198-2021 (6.2.2)	质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗	机房迷道内入口处设有固定式剂量探头，并在控制室内设有	有效	符合

		室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。	剂量显示单元		
7	HJ1198-2021 (6.2.3)	放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施： c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流运输通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；	设置有紧急停机按钮（治疗室墙面5个，迷路1个，操作室1个，设备表面2个，设备电箱3个），设置位置便于触发，并设置有醒目标识及文字显示	有效	符合



图例：

摄像头 ● 急停按钮 ▲ 固定式剂量仪探头 ■ 电离辐射警告标志和工作状态指示灯
 门机连锁 ○ 防挤压装置 ◆ 机房内开门装置 ○ 开关门控制装置 ○ 对讲系统 ★

监控摄像、急停开关、固定式报警仪等位置示意图



控制面板（3号加速器机房）



控制面板（4号加速器机房）



操作室监控显示器（3号加速器机房）



操作室监控显示器（4号加速器机房）





3号直线加速器机房西墙安全装置



3号直线加速器机房南墙安全装置



3号直线加速器机房北墙安全装置



3号直线加速器机房东墙安全装置



4号直线加速器机房迷道安全装置



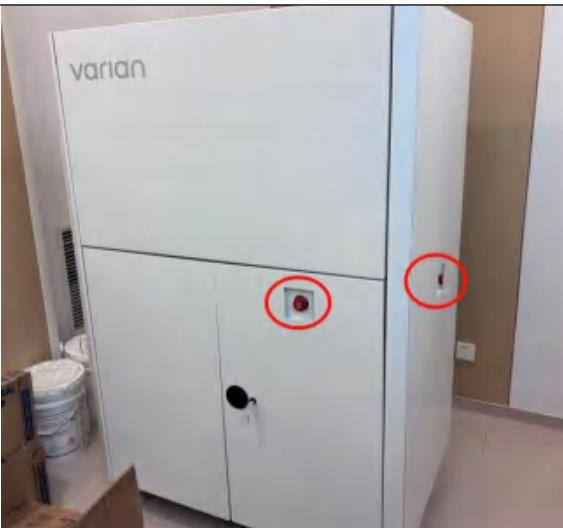


4号直线加速器机房北墙安全装置



4号直线加速器机房东墙、南墙安全装置





直线加速器电箱急停开关



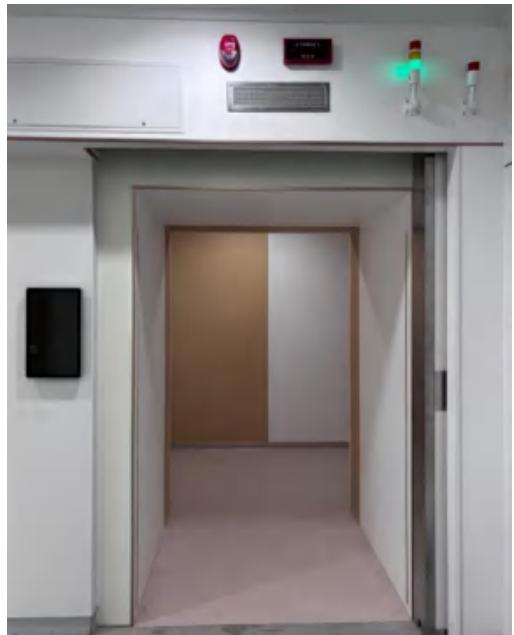
3号直线加速器机房
操作室固定式报警仪显示面板



4号直线加速器机房
操作室固定式报警仪显示面板



3号直线加速器机房
机房大门关闭状态



3号直线加速器机房
机房大门打开状态



4号直线加速器机房
机房大门关闭状态



4号直线加速器机房
机房大门打开状态



3号直线加速器机房
防护门防挤压装置



4号直线加速器机房
防护门防挤压装置

图 3.3-4 本项目直加机房安全装置和警告标识现场图

(2) CT 模拟定位室

CT 模拟定位室设置的安全防护装置与措施及其与《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 对照情况列于表 3.3-7。

表 3.3-7 CT 模拟定位室设置的安全和防护措施核查表

序号	要求		已采取的防护措施	效果	判定
1	《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 6.4.1	机房应设有观察窗或摄像监控装置,其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	定位室内设置有观察窗和监控装置,控制室内可观察到受检者状态和防护门情况	有效	符合
2	《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 6.4.4	机房门外应有电离辐射警告标志;机房上方应有醒目的工作状态指示灯,灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句;候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	定位室门上设置有电离辐射警告标志,机房大门上设置有放射防护注意事项,上方设置有工作状态指示灯,灯箱处设置有“射线有害,灯亮勿入”的警示语句	有效	符合
3	《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 6.4.5	平开机房门应有自动闭门装置;推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施;工作状态指示灯能与机房门有效关联。	操作室门平开机房门,设置了自动闭门装置;为机房大门设置有电动闭门装置,现场核实工作状态指示灯和机房大门能有效联动	有效	符合
4	《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 6.4.6	电动推拉门宜设置防夹装置。	机房大门设置有防夹装置	有效	符合
5	《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 6.4.9	CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。	控制室可观察受检者状态	有效	符合
6	《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 6.4.10	机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。	机房门处于辐射散射较低的位置	有效	符合
7	《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 6.5.3、6.5.4 和表 4	除介入防护手套外,防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb; 介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb; 甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb。 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品,防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。	现场核实,已经配备 0.5mmPb 铅方巾 2 件, 0.5mmPb 铅颈套 2 件, 0.5mmPb 铅帽子 2 件, 0.5mmPb 铅衣 1 件, 0.5mmPb 包裹式铅毯 (1.2m*0.6m) 1 件	有效	符合



机房大门关门状态



机房大门开门状态



操作室防护门自动闭门装置



操作室监控画面



防护用品

图 3.3-5 CT 模拟室防护安全装置和防护用品

3.3.3 介入手术与普通放射诊断项目

(1) 防护安全装置

①介入手术项目

经现场核查，介入手术室设置的安全防护装置与措施及《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)要求对照情况列于表 3.3-8。安全防护装置与措施设置情况见下图。

表 3.3-8 本项目介入手术室防护安全装置及警示标识等情况汇总表

机房名称	《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 要求	实际设置情况	评价
DSA2 室	机房门外应有电离辐射警告标志	防护门上已设置符合标准要求的电离辐射警告标志	符合要求
	候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	机房大门已设置放射防护注意事项	符合要求
	机房门上方应有醒目的工作状态指示灯	机房大门上方已设置醒目的工作状态指示灯	符合要求
	灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句	灯箱上已设置警示语句：射线有害、灯亮勿入	符合要求
	平开机房门应有自动闭门装置	污物通道门为平开机房门，已设置自动闭门装置	符合要求
	推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；电动推拉门宜设置防夹装置	机房大门、控制室门为电动推拉门，设置有防夹装置	符合要求
DSA3 室	工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动	机房大门与工作状态指示灯能有效联动	符合要求
	机房门外应有电离辐射警告标志	防护门上已设置符合标准要求的电离辐射警告标志	符合要求
	候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	机房大门已设置放射防护注意事项	符合要求
	机房门上方应有醒目的工作状态指示灯	机房大门上方已设置醒目的工作状态指示灯	符合要求
	灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句	灯箱上已设置警示语句：射线有害、灯亮勿入	符合要求
	平开机房门应有自动闭门装置	污物通道门为平开机房门，已设置自动闭门装置	符合要求
DSA4 室	推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；电动推拉门宜设置防夹装置	机房大门、控制室门为电动推拉门，设置有防夹装置	符合要求
	工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动	机房大门与工作状态指示灯能有效联动	符合要求
	机房门外应有电离辐射警告标志	防护门上已设置符合标准要求的电离辐射警告标志	符合要求
	候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	机房大门已设置放射防护注意事项	符合要求
	机房门上方应有醒目的工作状态指示灯	机房大门上方已设置醒目的工作状态指示灯	符合要求
	灯箱上应设置如“射线有害、灯亮	灯箱上已设置警示语句：	符合要求

	勿入”的可视警示语句	射线有害、灯亮勿入	
	平开机房门应有自动闭门装置	污物通道门、控制室门为平开机房门，已设置自动闭门装置	符合要求
	推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；电动推拉门宜设置防夹装置	机房大门为电动推拉门，设置有防夹装置	符合要求
	工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动	机房大门与工作状态指示灯能有效联动	符合要求
手术中心二区 OR-4	机房门外应有电离辐射警告标志	防护门上已设置符合标准要求的电离辐射警告标志	符合要求
	候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	机房大门已设置放射防护注意事项	符合要求
	机房门上方应有醒目的工作状态指示灯	机房大门上方已设置醒目的工作状态指示灯	符合要求
	灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句	灯箱上已设置警示语句： 射线有害、灯亮勿入	符合要求
	平开机房门应有自动闭门装置	污物通道门、控制室门为平开机房门，已设置自动闭门装置	符合要求
	推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；电动推拉门宜设置防夹装置	机房大门为电动推拉门，设置有防夹装置	符合要求
	工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动	机房大门与工作状态指示灯能有效联动	符合要求



DSA2 室机房大门闭合状态



DSA2 室机房大门打开状态



DSA2 室控制室门



DSA2 室污物通道门



DSA3 室机房大门闭合状态



DSA3 室机房大门打开状态



DSA2 室控制室门



DSA2 室污物通道门



DSA4 室机房大门闭合状态



DSA4 室机房大门打开状态



DSA4 工作人员通道门



DSA4 污物通道门



国际诊疗中心五楼手术中心二区 OR-4
机房大门（开门状态）



国际诊疗中心五楼手术中心二区 OR-4
机房大门（关门状态）



国际诊疗中心五楼手术中心二区 OR-4
操作室门



国际诊疗中心五楼手术中心二区 OR-4
污物通道门

图 3.3-6 防护用品现场照片

小结：本项目介入手术室安全装置及警告标志满足环评要求，同时也满足现行标准的要求。

②普通放射诊断项目

经现场核查，普通放射诊断项目射线装置机房设置的安全防护装置与措施及其与标准要求对照情况列于表 3.3-9。安全防护装置与措施设置情况见下图。

表 3.3-9 本项目普通放射诊断项目射线装置机房防护安全装置及警示标识等情况汇总表

机房名称	《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 要求	实际设置情况	评价
国际诊疗中心 6 层 口腔科拍片室①、口腔科拍片室②、口腔科拍片室③	机房门外应有电离辐射警告标志	防护门上已设置符合标准要求的电离辐射警告标志	符合要求
	候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	机房大门已设置放射防护注意事项	符合要求
	机房门上方应有醒目的工作状态指示灯	机房大门上方已设置醒目的工作状态指示灯	符合要求
	灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句	灯箱上已设置警示语句：射线有害、灯亮勿入	符合要求
	平开机房门应有自动闭门装置	机房门为平开机房门，已设置自动闭门装置	符合要求
	工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动	机房大门与工作状态指示灯能有效联动	符合要求

	联动		
D 栋新住院楼 1 层 健康体检中心 102 骨密度检查室、1 层 健康体检中心 X 线 检查室 101	机房门外应有电离辐射警告标志	防护门上已设置符合标准要求的电离辐射警告标志	符合要求
	候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	机房门已设置放射防护注意事项	符合要求
	机房门上方应有醒目的工作状态指示灯	机房门上方已设置醒目的工作状态指示灯	符合要求
	灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句	灯箱上已设置警示语句： 射线有害、灯亮勿入	符合要求
	平开机房门应有自动闭门装置	控制室门为平开机房门，已设置自动闭门装置	符合要求
	推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；电动推拉门宜设置防夹装置	机房大门为电动推拉门，设置有防夹装置	符合要求
	工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动	机房门与工作状态指示灯能有效联动	符合要求
E 栋医技楼 1 层 7 号 DR 室、10 号 CT 室、11 号 CT 室、12 号 CT 室、20 号 DR 室、21 号 DR 室、25 号 CT 室	机房门外应有电离辐射警告标志	防护门上已设置符合标准要求的电离辐射警告标志	符合要求
	候诊区应设置放射防护注意事项告知栏	机房大门已设置放射防护注意事项	符合要求
	机房门上方应有醒目的工作状态指示灯	机房大门上方已设置醒目的工作状态指示灯	符合要求
	灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句	灯箱上已设置警示语句：射线有害、灯亮勿入	符合要求
	平开机房门应有自动闭门装置	机房操作室门为平开机房门，已设置自动闭门装置	符合要求
	推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；电动推拉门宜设置防夹装置	机房大门为电动推拉门，设置有防夹装置	符合要求
	工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动	机房大门与工作状态指示灯能有效联动	符合要求



机房大门（开）



机房大门（关）



控制室门

新住院楼一楼 102 骨密度检查室



机房大门（开）



机房大门（关）
新住院楼一楼 102X 线检查室



控制室门



国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室①（关门状态）



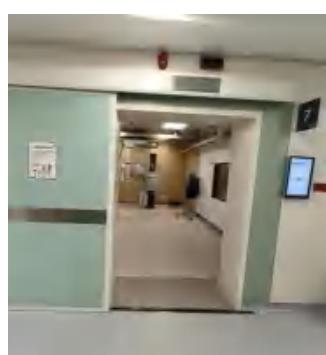
国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室①（开门状态）



国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室② (关门状态) 国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室② (开门状态)



国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室③门 (关门状态) 国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室③门 (开门状态)



机房大门 (开)



机房大门 (关)

E 栋医技楼 1 层一区 7 号 DR 室



控制室门



机房大门（开）



机房大门（关）
E 栋医技楼 1 层放射科 E1 区 11 号 CT 室



控制室门



机房大门（开）



机房大门（关）
E 栋医技楼 1 层放射科 E1 区 12 号 CT 室



控制室门



机房大门（开）



机房大门（关）
E 栋医技楼 1 层三区 20 号 DR 室



控制室门



图 3.3-7 本项目普通放射诊断项目射线装置机房安全装置和警告标识现场图
E 栋医技楼 1 层三区 21 号 DR 室
E 栋医技楼 1 层放射科 E1 区 25 号 CT 室

(2) 防护用品

①介入项目

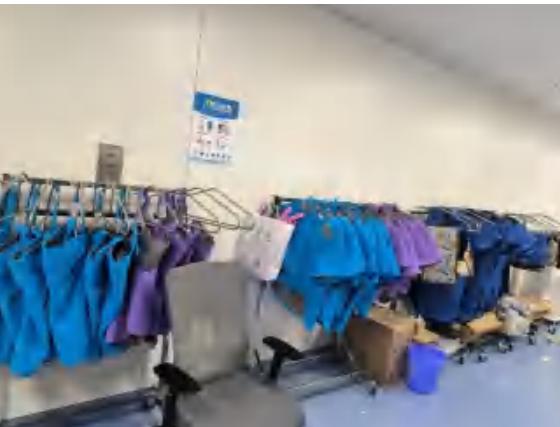
本项目介入手术室存在同室操作和隔室操作，已为工作人员和成人、儿童患者配备有防护用品和辅助防护设施，包括铅衣、铅围裙、铅帽、铅颈套等，配备齐全。防护用品配备一览表见表 3.3-10。

表 3.3-10 防护用品配备一览表

机房名称	标准/规范要求			配备情况			评价
	受检人群	防护用品名称	铅当量 mmPb	防护用品名称	铅当量 mmPb	数量	
DSA2 室	成人受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	≥0.5	铅方巾	0.5	1	符合要求
		铅橡胶颈套	≥0.5	铅橡胶颈套	0.5	1	符合要求

		铅橡胶帽子（选配）	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	1	符合要求
儿童受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	≥ 0.5	铅方巾	0.5	1	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	1	符合要求
	铅橡胶帽子（选配）	铅橡胶帽子（选配）	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	1	符合要求
	铅橡胶围裙	铅橡胶围裙	≥ 0.5	铅橡胶围裙	0.5	5	符合要求
工作人员	铅橡胶颈套	铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	5	符合要求
	铅橡胶帽子（选配）	铅橡胶帽子（选配）	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	5	符合要求
	铅防护眼镜	铅防护眼镜	≥ 0.25	铅防护眼镜	0.75	2	符合要求
	介入防护手套	介入防护手套	≥ 0.025	介入防护手套	0.05	2	符合要求
	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	≥ 0.25	铅悬挂防护屏	0.5	1	符合要求
辅助防护用品	床侧防护帘/床侧防护屏	床侧防护帘/床侧防护屏	≥ 0.25	床侧防护帘、床侧防护屏	0.5	1	符合要求
	移动铅防护屏风（选配）	移动铅防护屏风（选配）	≥ 2	/	/	/	/
DSA3室	成人受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	≥ 0.5	铅方巾	0.5	1	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	1	符合要求
		铅橡胶帽子（选配）	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	1	符合要求
	儿童受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	≥ 0.5	铅方巾	0.5	1	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	1	符合要求
		铅橡胶帽子（选配）	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	1	符合要求
	工作人员	铅橡胶围裙	≥ 0.5	铅橡胶围裙	0.5	10	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	10	符合要求
		铅橡胶帽子（选配）	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	10	符合要求
		铅防护眼镜	≥ 0.25	铅防护眼镜	0.75	10	符合要求
		介入防护手套	≥ 0.025	介入防护手套	0.05	2	符合要求
	辅助防护用品	铅悬挂防护屏	≥ 0.25	铅悬挂防护屏	0.5	1	符合要求
		铅防护吊帘	≥ 0.25	铅防护吊帘	0.5	1	符合要求
		床侧防护帘	≥ 0.25	床侧防护帘	0.5	1	符合要求
		床侧防护屏	≥ 0.25	床侧防护屏	0.5	1	符合要求
		移动铅防护屏风（选配）	≥ 2	移动铅防护屏风	2	1	符合要求

DSA4 室	成人 受检 者	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾	≥ 0.5	铅方巾	0.5	1	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	1	符合要求
		铅橡胶帽子 (选配)	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	1	符合要求
	儿童 受检 者	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾	≥ 0.5	铅方巾	0.5	1	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	1	符合要求
		铅橡胶帽子 (选配)	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	1	符合要求
	工作 人员	铅橡胶围裙	≥ 0.5	铅橡胶围裙	0.5	10	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	10	符合要求
		铅橡胶帽子 (选配)	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	10	符合要求
		铅防护眼镜	≥ 0.25	铅防护眼镜	0.75	10	符合要求
		介入防护手套	≥ 0.025	介入防护手套	0.05	2	符合要求
	辅助 防护 用品	铅悬挂防护屏	≥ 0.25	铅悬挂防护屏	0.5	1	符合要求
		铅防护吊帘	≥ 0.25	铅防护吊帘	0.5	1	符合要求
		床侧防护帘	≥ 0.25	床侧防护帘	0.5	1	符合要求
		床侧防护屏	≥ 0.25	床侧防护屏	0.5	1	符合要求
手 术 中 心 二 区 OR-4	成人 受检 者	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾	≥ 0.5	铅方巾	0.5	1	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	1	符合要求
		铅橡胶帽子 (选配)	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	1	符合要求
	儿童 受检 者	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾	≥ 0.5	铅方巾	0.5	1	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	1	符合要求
		铅橡胶帽子 (选配)	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	1	符合要求
	工作 人员	铅橡胶围裙	≥ 0.5	铅橡胶围裙	0.5	10	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	10	符合要求
		铅橡胶帽子 (选配)	≥ 0.25	铅橡胶帽子	0.5	10	符合要求
		铅防护眼镜	≥ 0.25	铅防护眼镜	0.75	10	符合要求
		介入防护手套	≥ 0.025	介入防护手套	0.05	2	符合要求
	辅助 防护 用品	铅悬挂防护屏	≥ 0.25	铅悬挂防护屏	0.5	1	符合要求
		铅防护吊帘	≥ 0.25	铅防护吊帘	0.5	1	符合要求
		床侧防护帘	≥ 0.25	床侧防护帘	0.5	1	符合要求

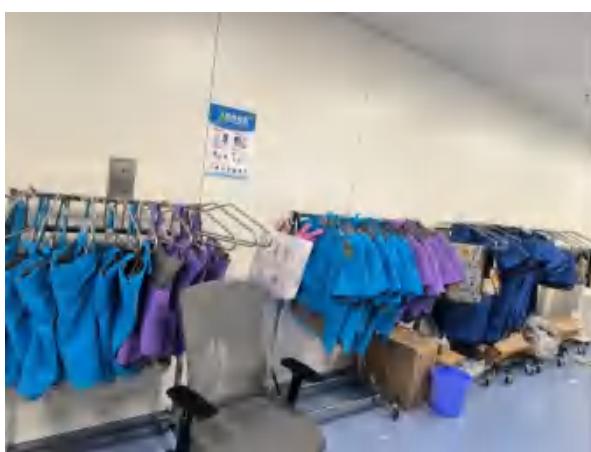
		床侧防护屏	≥0.25	床侧防护屏	0.5	1	符合要求
							
DSA2 室工作人员防护用品	介入防护手套						
							
铅眼镜	辅助防护设施						
							
DSA2 室防护用品							



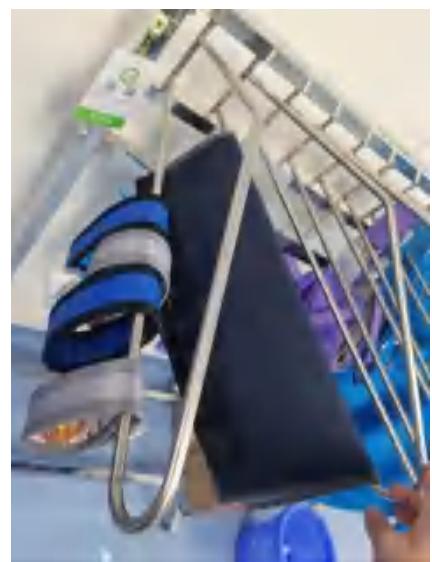
DSA3 辅助防护设施



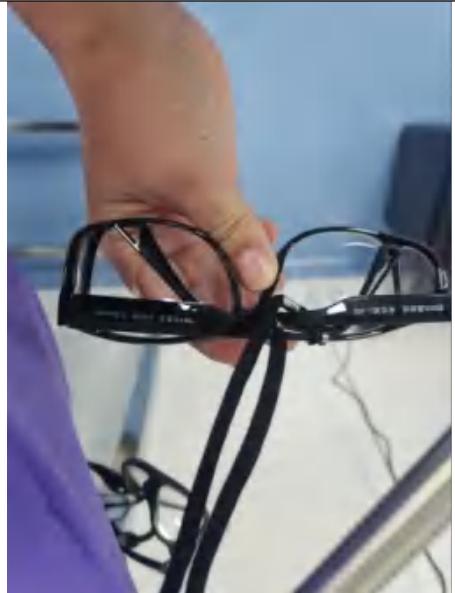
DSA4 辅助防护设施



DSA3、DSA4 工作人员防护用品



DSA3、DSA4 工作人员防护用品



DSA3、DSA4 工作人员防护用品



国际诊疗中心五楼手术中心二区 OR-4 (机房外)



国际诊疗中心五楼手术中心二区 OR-4 (机房内)

图 3.3-8 防护用品现场照片

小结：本项目介入手术室防护用品满足环评的要求，同时也满足现行标准的要求。

②普通放射诊断项目

本项目已为陪检者和患者配备有防护用品，包括铅衣、铅围裙、铅帽以及铅颈套等，配备齐全，符合要求。防护用品/辅助防护设施配备一览表见表 3.3-11。

表 3.3-11 本项目普通放射诊断射线装置机房防护用品/辅助防护设施配备一览表

机房	标准要求			实际配备情况			结论
	使用人群	防护用品/辅助防 护设施名称	铅当量 mmPb	防护用品/辅助 防 护设施名称	铅当量 mmPb	数量	
国际诊疗中心 6 层拍片室③(牙科全景机)	成人受检者	大领铅橡胶颈套	≥0.5	大领铅橡胶颈套	0.5	1 件	符合要求
		铅橡胶帽子(选配)	≥0.25	/	/	/	/
	儿童受检者	大领铅橡胶颈套	≥0.5	大领铅橡胶颈套	0.5	1 件	符合要求
		铅橡胶帽子(选配)	≥0.25	/	/	/	/
	陪检者	铅橡胶防护衣	≥0.25	铅橡胶防护衣	0.5	1 件	符合要求
国际诊疗中心 6 层拍片室②(口腔 CBCT)	成人受检者	大领铅橡胶颈套	≥0.5	大领铅橡胶颈套	0.5	1 件	符合要求
		铅橡胶帽子(选配)	≥0.25	/	/	/	/
	儿童受检者	大领铅橡胶颈套	≥0.5	大领铅橡胶颈套	0.5	1 件	符合要求
		铅橡胶帽子(选配)	≥0.25	/	/	/	/
	陪检者	铅橡胶防护衣	≥0.25	铅橡胶防护衣	0.5	1 件	符合要求
国际诊疗中心 6 层拍片室①(牙片机)	成人受检者	大领铅橡胶颈套	≥0.5	大领铅橡胶颈套	0.5	1 件	符合要求
	儿童受检者	大领铅橡胶颈套	≥0.5	大领铅橡胶颈套	0.5	1 件	符合要求
	陪检者	铅橡胶防护衣	≥0.25	铅橡胶防护衣	0.5	1 件	符合要求
新住院楼一楼 X 线检查室 101 (DR)	成人受检者	铅橡胶性腺防护围裙或铅方巾	≥0.5	铅方巾	0.5	1 件	符合要求
		铅橡胶颈套	≥0.5	铅橡胶颈套	0.5	1 件	符合要求
		铅橡胶帽子(选配)	≥0.25	铅橡胶帽子	0.5	1 件	符合要求
	陪检者	铅衣	≥0.25	铅衣	0.5	1 件	符合要求
	辅助设施	可调节窗口的立位防护屏	≥0.5	可调节窗口的立位防护屏	0.5	1 件	符合要求
新住院楼 1 层健康体检中心 102 骨密度检查室	成人受检者	铅橡胶性腺防护围裙或铅方巾	≥0.5	铅方巾	0.5	1 件	符合要求
		铅橡胶颈套	≥0.5	铅橡胶颈套	0.5	1 件	符合要求
		铅橡胶帽子(选配)	≥0.25	铅橡胶帽子	0.5	1 件	符合要求

	陪检者	铅衣	≥ 0.25	铅衣	0.5	1 件	符合要求
E 栋医技楼 1 层一区 7 号、20 号、 21 号 DR 室	成人受检者	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾	≥ 0.5	铅橡胶性腺防护 方巾	0.5	各 1 件	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	各 1 件	符合要求
		铅橡胶帽子(选配)	≥ 0.25	/	/	/	/
	儿童受检者	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾	≥ 0.5	铅橡胶性腺防护 方巾	0.5	各 1 件	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	各 1 件	符合要求
		铅橡胶帽子(选配)	≥ 0.25	/	/	/	/
	陪检者	铅橡胶防护衣	≥ 0.25	铅橡胶防护衣	0.5	各 1 件	符合要求
	辅助设施	可调节窗口的立位 防护屏	≥ 0.5	可调节窗口的立位 防护屏	0.5	各 1 件	符合要求
E 栋医技楼 1 层一区 11 号、12 号、 25 号 CT 室	成人受检者	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾	≥ 0.5	铅橡胶性腺防护 方巾	0.5	各 1 件	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	各 1 件	符合要求
		铅橡胶帽子(选配)	≥ 0.25	/	/	/	/
	儿童受检者	铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾	≥ 0.5	铅橡胶性腺防护 方巾	0.5	各 1 件	符合要求
		铅橡胶颈套	≥ 0.5	铅橡胶颈套	0.5	各 1 件	符合要求
		铅橡胶帽子(选配)	≥ 0.25	/	/	/	/
	陪检者	铅橡胶防护衣	≥ 0.25	铅橡胶防护衣	0.5	各 1 件	符合要求
	辅助防护用 品	建议在 CT 扫描中 对受检者采用包裹 式屏蔽防护措施	/	铅床单	0.5	各 1 件	符合要求

注：1. 铅橡胶帽子为选配，对其不配置情况不做评价。

2. 新住院楼一楼 X 线检查室 101、102 仅对成人进行检查，故不配备儿童防护用品。



国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室①

国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室②

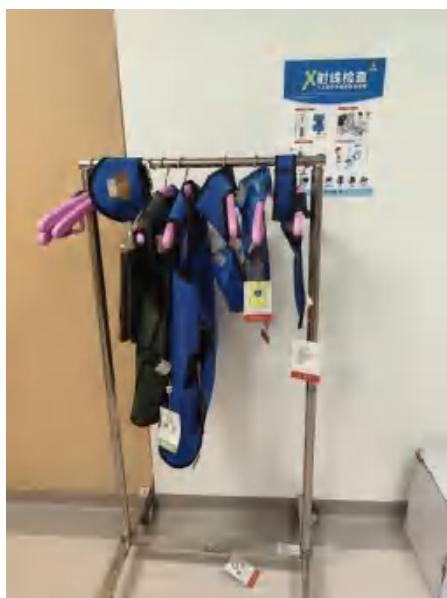


国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室③



新住院楼一楼 102 骨密度检查室

新住院楼一楼 X 线检查室 101



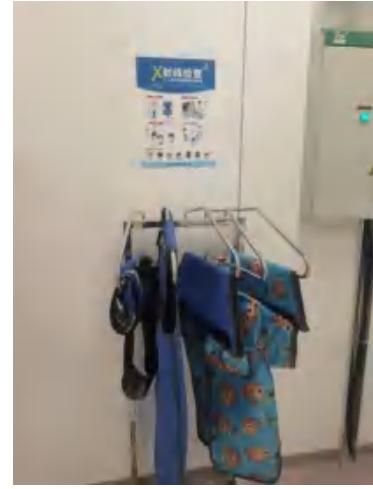
E 栋医技楼 1 层一区 7 号 DR 室



E 栋医技楼 1 层放射科 E1 区 11 号 CT 室



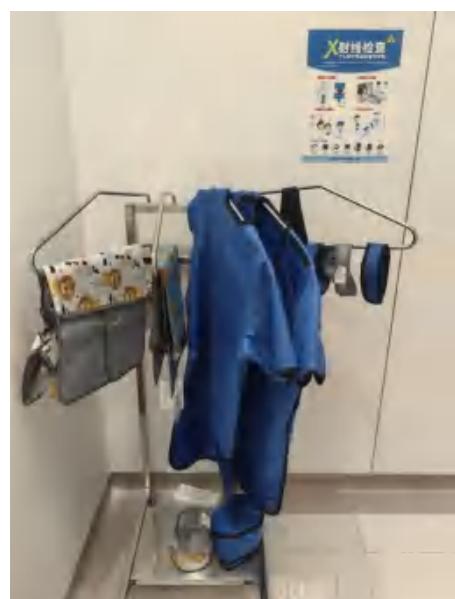
E栋医技楼1层放射科E1区12号CT室



E栋医技楼1层三区20号DR室



E栋医技楼1层三区21号DR室



E栋医技楼1层放射科E1区25号CT室

图3.3-9 防护用品现场照片

小结：本项目普通放射诊断类项目防护用品满足环评的要求，同时也满足现行标准的要求。

3.4 三废治理

(1) 核医学科

1. 放射性固废处理措施

环评要求：核医学科放射性废物主要是一次性注射器、棉签、滤纸等，常规放射性固废日产生量约 1kg，年产生量约 300kg。核医学科产生的放射性废物，收集在铅垃圾桶内，并在废物铅桶的显著位置标明废物类型、核素种类、比活度和存放日期等，最终集中放置在废物间中暂存至少十个半衰期，满足相应核素解控水平后，作为一般医疗固

体废物处理。废旧⁹⁰Sr敷贴源由放射源供应单位回收。

实际建设：本项目放射性固体废物主要来源于放射性药物操作过程中注射器、棉签、手套、一次性卫生防护用品、导管、纱布、吸水纸等。

建设单位已在注射窗下方、废物间、注射后休息室分别设置铅防护收集桶，用于收集放射性固体废物。核医学科将放射性固体废物按核素种类、半衰期、活度水平和理化性质等，将放射性废物进行分类收集，先置于专用铅制放射性废物桶内，铅制放射性废物桶内放置专用塑料袋，当废物装满后，将塑料袋密封好暂存于相应的废物间内，袋上贴上标签，注明废物类型、放射性核素种类、存放日期等说明。待放射性物质自行衰变后的活度达到清洁解控水平以下，按普通医疗废物处理。对于放射性物质处理标准，建设单位建立了放射性废物处置管理制度，规定处理前进行检测，监测数值 α 表面污染小于0.08 Bq/cm²、 β 表面污染小于<0.8 Bq/cm²按普通医疗废物进行集中处置。

核医学科放射性固体废物的放射防护措施符合要求。



废物间铅废物箱



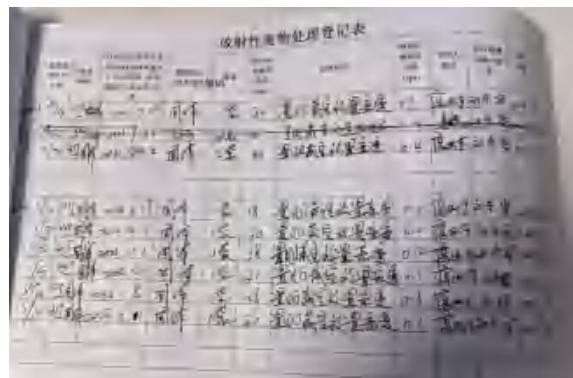
注射窗下方铅废物箱



注射后休息室铅废物桶



电离辐射警告标志



放射性废物登记本

图 3.4-1 现场照片

2. 放射性废液的放射防护措施

放射性废液的放射防护措施的实际设置情况与环评一致：本项目产生的放射性废液产生依托地下三层南侧的两套衰变池处理，一套用于核医学诊断区（ ^{18}F 、 ^{68}Ga 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ）的放射废水处理，一套用于核医学治疗区（ ^{131}I 和 ^{177}Lu ）废水的处理。 ^{131}I 甲测患者、 ^{131}I 甲状腺显像患者服药后直接离开核医学诊断区，正常情况下不需要在核医学候诊以及留观，正常工作流程上患者不会有放射性废液产生。

核医学诊断区衰变池为 1 个沉渣池 3+2 个并联衰变池（衰变池 5 和衰变池 6）。每个衰减池容积为 60m^3 ，总有效容积为 120m^3 ；沉渣池容积均为 4.08m^3 ($1.7\text{m} \times 2\text{m} \times 1.2\text{m}$)。

废液处理流程：

废水管道控制阀门同时设置电磁阀和手动阀门，正常情况采用电磁阀自动控制，放射性废水通过泵进入衰变池配套的沉渣池，通过沉渣池设置的斜管自流进入衰变池 5，

当衰变池 5 废水到达控制液位时关闭衰变池 5 进水阀门并打开衰变池 6 进水阀门，放射性废水流入衰变池 6，当衰变池 6 到达控制液位时关闭衰变池 6 进水阀门，由排污泵将衰变池 5 废液排空，排至医院污水处理站进一步处理后排至市政管网。排空后关闭衰变池 5 排水阀门并打开衰变池 5 进水阀门，放射性废水流入衰减池 5 进行暂存，衰变池 5 废水到达控制液位时关闭衰变池 5 进水阀门，对衰减池 6 排水阀门进行取样检测，监测总 α 、总 β 、I-131，满足排放标准（I-131 放射性活度浓度不大于 10Bq/L，放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L）后利用排污泵快速排出，排至医院污水处理站进一步处理后排至市政管网。

实际设置情况（与环评一致）：

核医学诊断区衰变池为 1 个沉渣池 3+2 个并联衰变池（衰变池 5 和衰变池 6）。每个衰减池容积为 60m³，总有效容积为 120m³；沉渣池容积均为 4.08m³(1.7m×2m×1.2m)。

废液处理流程：

废水管道控制阀门同时设置电磁阀和手动阀门，正常情况采用电磁阀自动控制，放射性废水通过泵进入衰变池配套的沉渣池，通过沉渣池设置的斜管自流进入衰变池 5，当衰变池 5 废水到达控制液位时关闭衰变池 5 进水阀门并打开衰变池 6 进水阀门，放射性废水流入衰变池 6，当衰变池 6 到达控制液位时关闭衰变池 6 进水阀门，由排污泵将衰变池 5 废液排空，排至医院污水处理站进一步处理后排至市政管网。排空后关闭衰变池 5 排水阀门并打开衰变池 5 进水阀门，放射性废水流入衰减池 5 进行暂存，衰变池 5 废水到达控制液位时关闭衰变池 5 进水阀门，对衰减池 6 排水阀门进行取样检测，监测总 α 、总 β 、I-131，满足排放标准（I-131 放射性活度浓度不大于 10Bq/L，放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L）后利用排污泵快速排出，排至医院污水处理站进一步处理后排至市政管网。

根据2025年1月出具的衰变池废水检测报告（报告编号：SZRD2025XFH0143），衰变池排放前放射性废水总 α 、总 β 检测结果均满足标准要求。

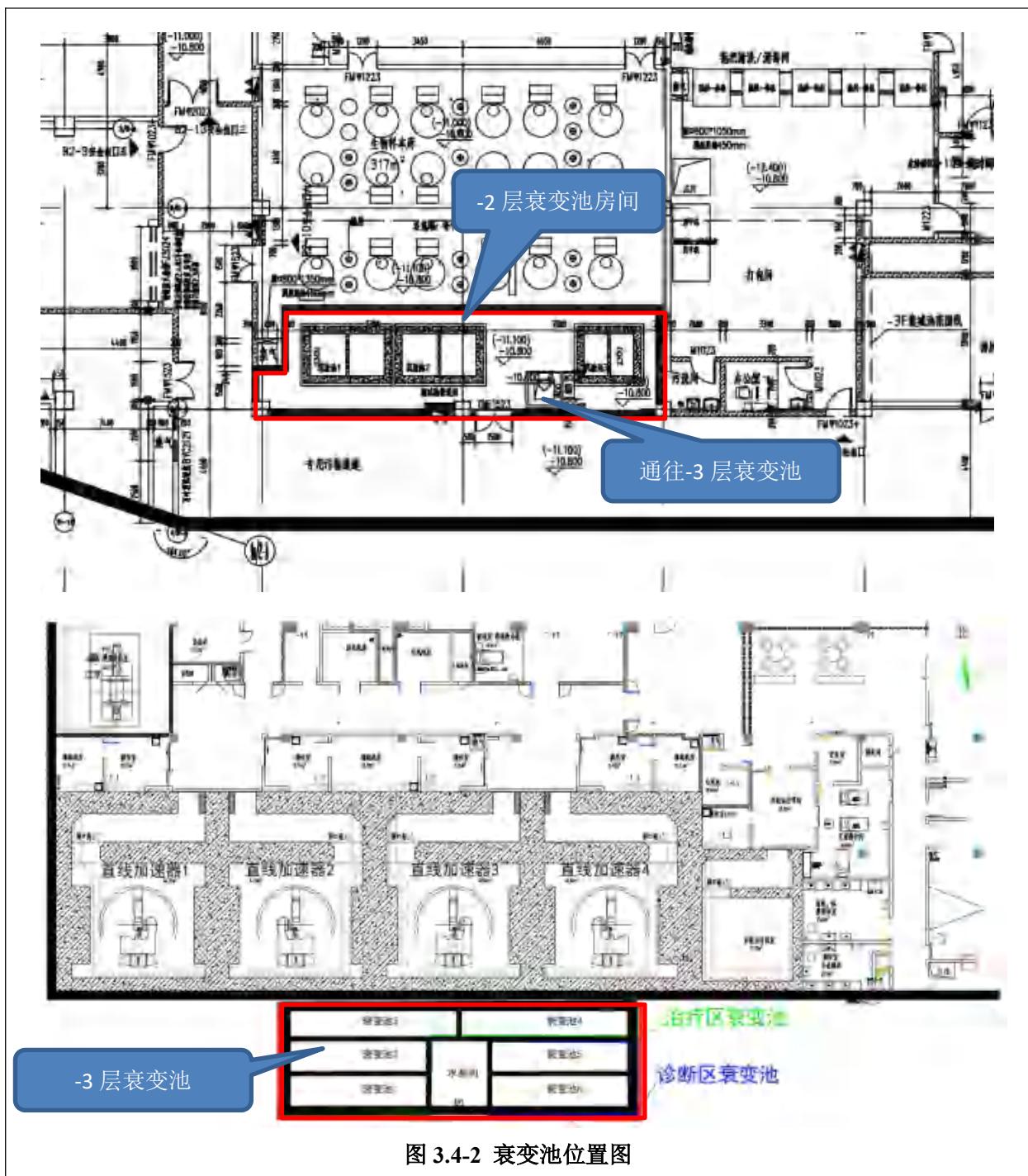


图 3.4-2 衰变池位置图

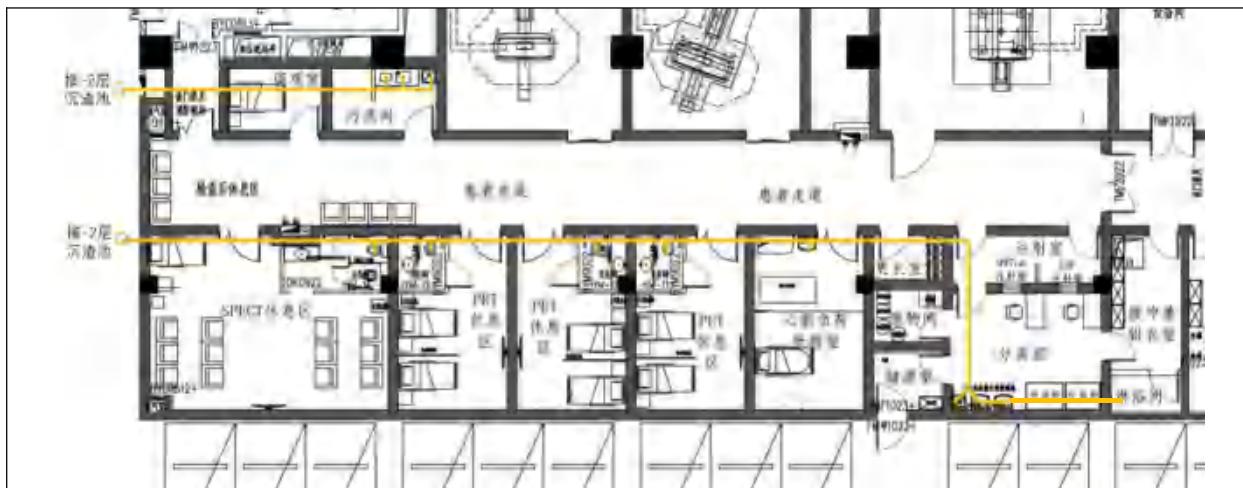
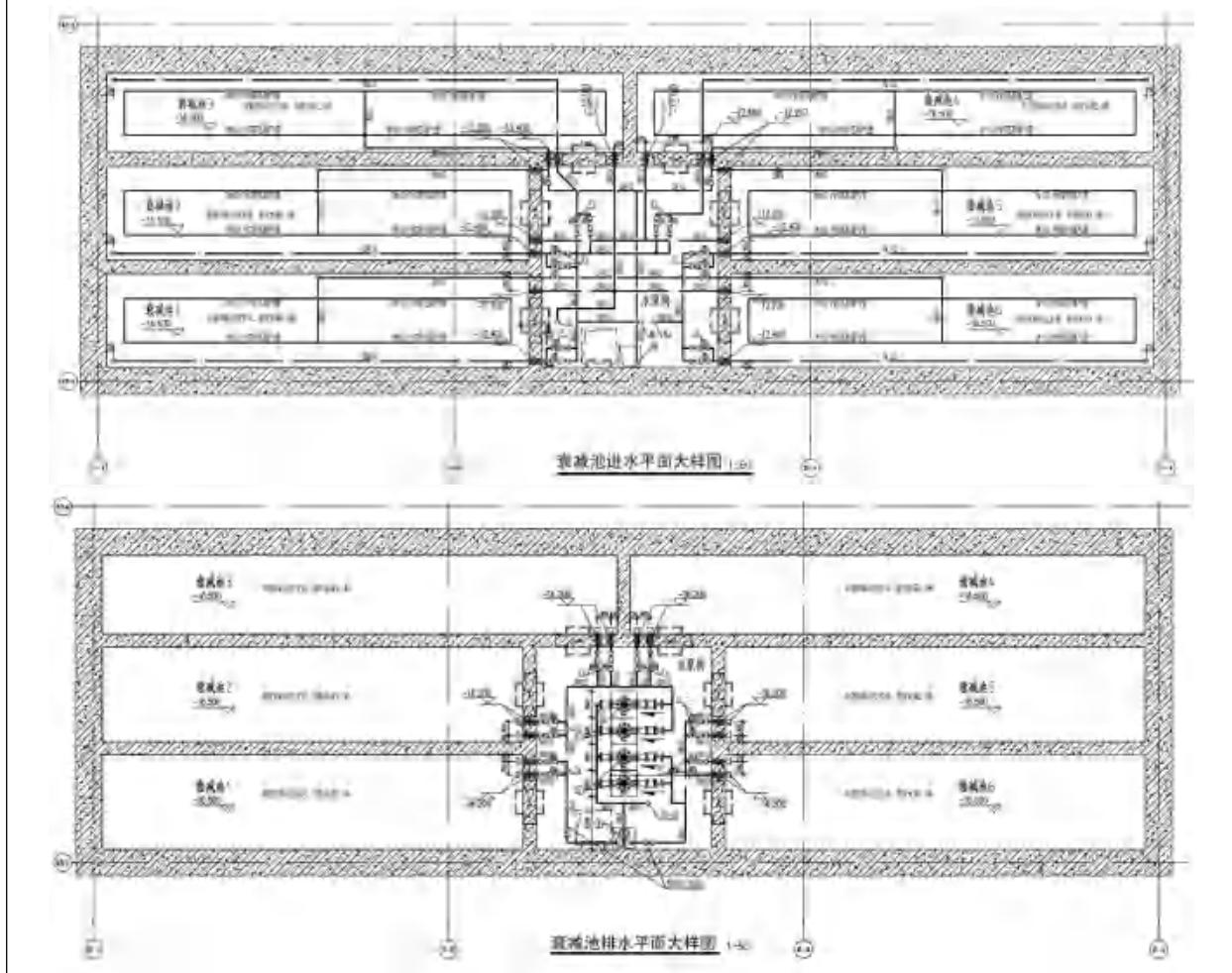
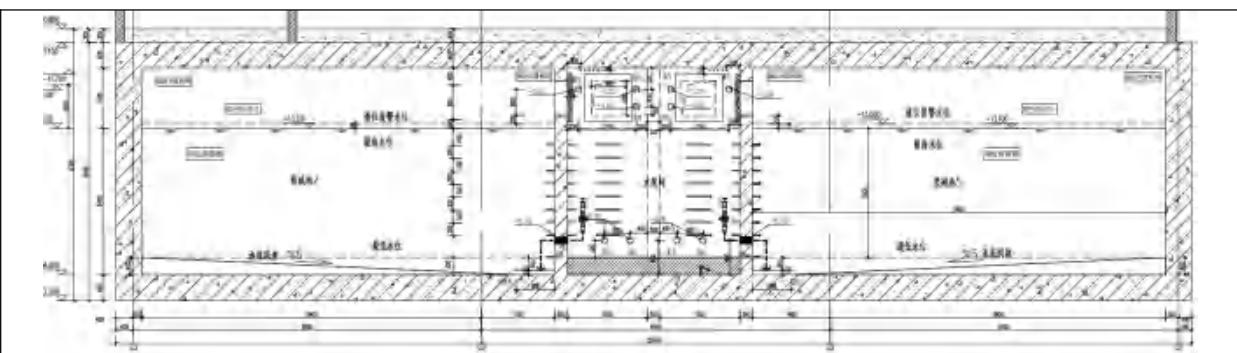


图 3.4-3 排水走向图





衰变池剖面图

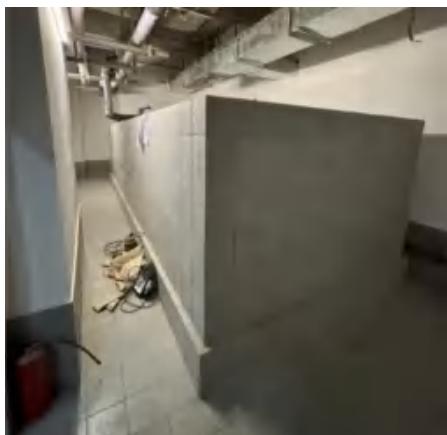
图 3.4-4 衰变池方案



排水管道使用铅板包裹



-2 层沉渣池入口



-2 层沉渣池



-3 层衰变池入口（位于-2层）



衰变池控制面板



取样池

图 3.4-5 衰变池现场照片

3.放射性废气的放射防护安全措施

放射性废气的放射防护安全措施与环评设计一致：核医学辐射工作场所内共设置了10套独立的系统已安装完成，每套排风系统设有独立排风机，每套排风系统设有独立排风管道，经单独管道进入排风井，由独立的管道通向新住院楼楼顶，在新住院楼楼顶排风口排放。通风系统设计风量保证各功能房间为负压状态管道，可保持工作场所的负压和各区之间的压差，并在各功能房间设有止回阀，不存在回流现象，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

10套独立的排风系统分别为：

(1) 核医学诊断区

- ①连接 SPECT 室、PET/CT 室和 PET/MRI 室。
- ②PET/MRI 室设置专用故障排风，保障事故情况下 PET/MRI 室仍保持恒温恒湿状态。
- ③储源室、废物间、分装室、注射室等高活度区设置一套专用排风管道。
- ④PET 分装柜和 SPECT 分装柜设置一条共用的排风管道单独排风，分装柜风速不小于 0.5m/s。
- ⑤连接污洗间、SPECT/CT 休息区和 3 间 PET 休息区排风。
- ⑥连接留观室、心肌负荷/抢救室、卫生通过间、患者走廊、甲功测定室兼其控制室、敷贴室。

(2) 核医学治疗区

- ①5 间核素病房及其卫生间均设置单独的通风系统，病房的门设置封闭措施，保持治疗区域内的负压。
- ②分装柜设置一条独立的排风管道单独排风，分装柜风速不小于 0.5m/s。
- ③连接药品储存分装间、服碘间、放射性废物暂存间、洗污间、被服输送/污物暂存间等高活性区配套用房排风。
- ④患者走廊设置一条独立的排风管道单独排风。

核医学各排风管均以独立的管道连接至排风井，10 条独立排风管道从新住院楼地下一层排风井引至新住院楼最高处屋顶后经活性炭处理后排放，核医学诊断区和治疗区排风口位于排风井上，核医学辐射工作场所排风口位于新住院屋顶西北侧和中部，附近

无高于新住院楼建筑。排风口位核医学辐射工作场所气流基本满足由低活度区流向至高活度区，每组排风是所有房间都是同时进行排风的，各个功能用房安装止回阀防止回流现象的发生，分装柜设置了独立的排风管道，保证工作时排风不小于 0.5m/s。于新住院楼屋顶设置活性炭过滤装置，排放口进行防雨、防鸟、防虫设计。

经检测检测 ^{18}F 分装柜左手孔风速为 0.72m/s，右手孔风速为 0.75m/s； $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装柜左手孔风速为 0.71m/s，右手孔风速为 0.57m/s，符合要求。



楼顶排风口



过滤箱



排风验证

图3.4-6 排风现场照片

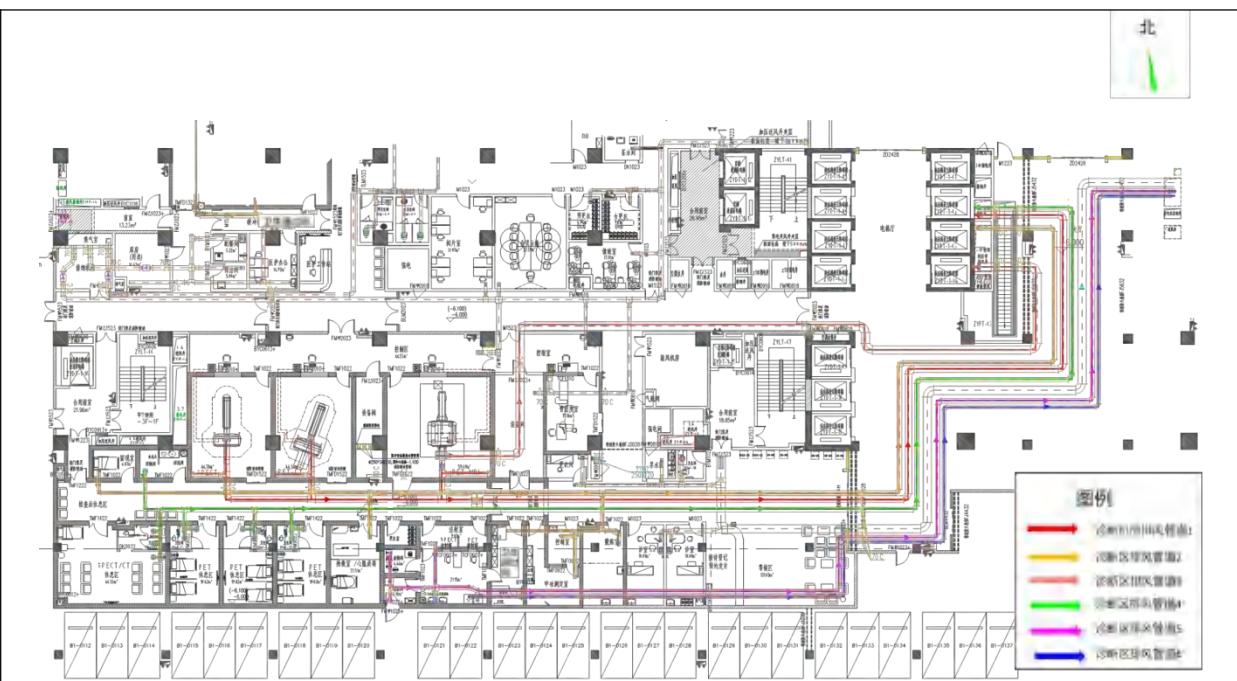


图3.4-7 核医学工作场所排风管道图



图3.4-8 核医学工作场所排风口位置示意图

(2) 放疗中心

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) 8.4.1 的要求：放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排风口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

环评要求：加速器机房内拟设置通风系统，进风管道从迷道口上方屏蔽墙穿墙引入，新风管道沿迷道延伸至治疗室内。1~4 直线加速器送风口位于治疗室北侧两角上部。排风口位东北角，距地面 0.2m，排风管道在机房北侧防护门上方穿过屏蔽墙后汇集在一起沿通道向北一直延伸至直加排风井，由排风井引至大楼顶外排风口排放，外排风口周围临空，人员无法到达。

在 CT 模拟定位机房设置机械排风扇。

实际建设：两间直线加速器机房的两个排风口均设在治疗室内东墙、西墙距离地面约 30cm 处，两个排新风口均设置在吊顶。直线加速器机房新风口与排风口对角设置，遵循“上进下出”的原则，设计位置较合理。进风口和排风口经管道连接在防护门门洞上方采用“Z”型穿墙经过道引至屋面。

根据 3 号直线加速器机房风速风量检测报告，3 号直线加速器机房换气次数为 4.6 次/h，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中直线加速器机房内通风换气次数不小于 4 次/h 的要求。

根据 4 号直线加速器机房风速风量检测报告，4 号直线加速器机房换气次数为 4.3 次/h，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中直线加速器机房内通风换气次数不小于 4 次/h 的要求。

模拟定位 CT 机房西南侧墙角距地面 30cm 处设置有一个排风口，机房吊顶设置新风口和排风口，管道铺设在天花吊顶内，通过南侧防护墙上方靠近顶棚的位置穿过机房，汇集到排风总管，保证模拟定位 CT 机房内保持良好的通风。

模拟定位 CT 机房的通风满足《放射射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中 6.4.3 款“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。



3 号直线加速器机房排风口



4号直线加速器机房



CT模拟定位室下排风口

熔铅通风橱通风情况

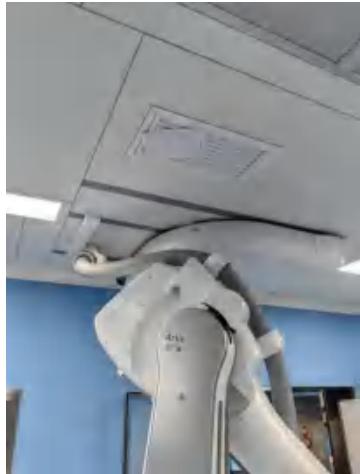


图 3.4-9 机房通风相关图片

(3) 介入手术与普通放射诊断项目

环评要求：建设单位拟在机房配备一台排风装置，机房内微量臭氧通过排风装置排出机房，以保持良好通风，可以最大限度降低有害气体的浓度。

实际建设：本项目机房内均设置通风装置，正常运行可保证相关放射机房的良好通风。



DSA2 室排风口照片



DSA3 室排风口照片



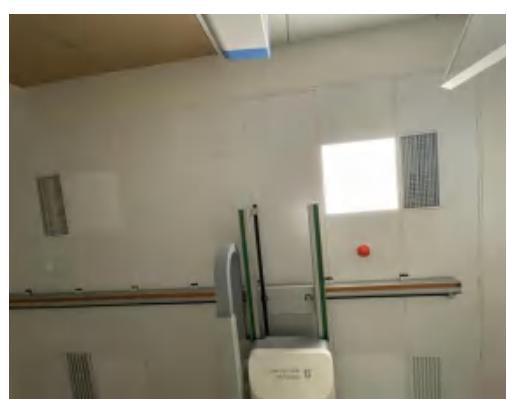
DSA4 室排风口照片



手术中心二区 OR-4 室通风口照片



新住院楼一楼 102 骨密度检查室排风口照片



新住院楼一楼 101X 线检查室排风口照片



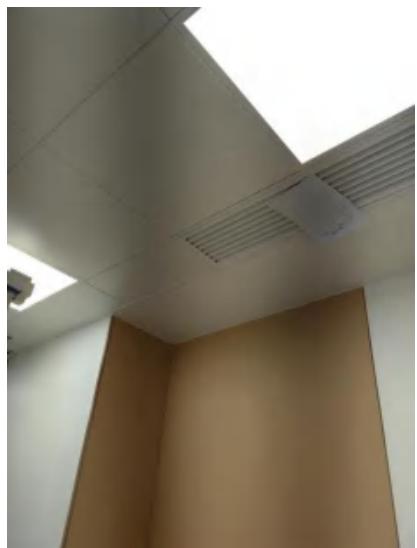
E 栋医技楼 1 层一区 7 号 DR 室排风口照片



E 栋医技楼 1 层放射科 E1 区 11 号 CT 室



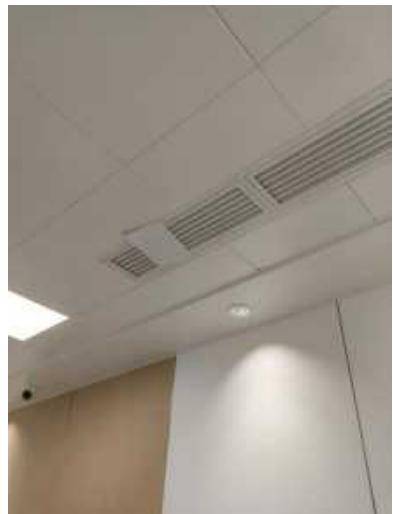
E 栋医技楼 1 层放射科 E1 区 12 号 CT 室



E 栋医技楼 1 层三区 20 号 DR 室



E 栋医技楼 1 层三区 21 号 DR 室



E 栋医技楼 1 层放射科 E1 区 25 号 CT 室



国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室①



国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室②



国际诊疗中心楼 6 层口腔科拍片室③

图 3.4-10 本项目机房通风设置现场照片

3.5 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》等相关法规提出的安全管理要求，并结合自身工作实际情况，建设单位制定《成立放（辐）射防护管理领导小组的通知》和《辐射事故应急预案》等管理制度，并成立了辐射安全管理委员会和辐射事故应急处理领导小组等组织。

(1) 应急预案

建设单位按照相关法律法规的要求建立了《深圳市南山区人民医院辐射事故应急预案》，预案中建立有辐射事故应急处理领导小组，明确了工作组的职责，应急预案内容包括了事故报告程序、等级划分、应急处理、响应的终止以及分析与总结等有关内容。

(2) 管理制度

为规范管理本单位的辐射工作，有效预防和控制可能发生的辐射事故，强化辐射事故危害意识和责任意识，建设单位制定了辐射安全管理规章制度，包括：《深圳市南山区人民医院关于成立辐射防护与辐射安全管理小组的通知》《辐射工作人员岗位职责》《核医学各类人员职责》《核医学科护士职责》《核医学科放射性物品库保管员职责》《辐射防护和安全保卫制度》《设备检修维护制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射环境监测方案》《年度评估报告制度》《X射线诊断中受检者防护规定》《放射性同位素储存与使用登记制度》《射线装置使用登记制度》《核医学辐射安全管理制度》《放射性废物处理制度》《放射源安全管理制度》《射线装置操作规程》《DSA操作规程》《Discovery MI PET-CT 操作规范》《SPECT-CT 设备操作规程及质量保障措施》《骨密度仪设备操作规程》《敷贴治疗操作规程及放射源使用登记、台帐维护制度》《开放性放射性工作去污清洁操作规程》《PET-CT 设备操作规程及质量保障制度》《放疗科工作场所辐射监测方案》《直线加速器治疗师岗位职责》《模拟定位 CT 室技师岗位职责》《直线加速器质量控制监测制度》《TrueBeam 直线加速器操作流程》《飞利浦 CT Big Bore 系统操作规程》等，并将应急预案、操作规程等相关制度上墙。

(3) 人员管理

建设单位已为本项目配备了 199 名辐射工作人员，均已通过辐射安全与防护考核，持证上岗。建设单位已委托深圳市瑞达检测技术有限公司对建设单位辐射工作人员进行了个人剂量监测。

(4) 年度评估情况

在每年 1 月 31 日前向环保监管部门提交上一年度的辐射安全年度评估报告。

小结：本项目规章制度与人员管理已按照环评及批复要求落实。

表四、环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影响评价报告表回顾

建设单位委托核工业二七〇研究所对其核技术利用项目进行了环境影响评价，评价单位在对辐射环境现状水平监测的基础上，按照国家有关辐射项目环境影响报告表的内容和格式，编制了《深圳市南山区人民医院核技术利用改扩建项目环境影响报告表》（HP-2019-150）。

取得环评批复后，建设单位按照报告要求建设上述辐射工作场所，部分相关场所实际设计方案较原环评进行了优化性变动，功能用房、机房布局和防护设计等发生变动，故暂未对原环评所评价的核技术利用项目进行验收。建设单位重新委托工物研（广州）科技有限公司对其核技术利用项目进行了环境影响评价，评价单位在对辐射环境现状水平监测的基础上，按照国家有关辐射项目环境影响报告表的内容和格式，编制了《华中科技大学协和深圳医院核技术利用建设项目环境影响报告表》（PPRYHP-20240715）。

4.2 建设项目环境影响报告表主要结论

4.2.1 《深圳市南山区人民医院核技术利用改扩建项目环境影响报告表》(HP-2019-150) 主要结论如下：

（1）环境质量与辐射现状评价

本项目位于深圳市南山区桃园路 89 号，根据项目拟建址周围环境辐射水平现状调查结果，拟建项目位置周围环境（室内）监测值在 $0.118\sim0.193 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 之间，拟建项目位置周围环境（室外）监测值在 $0.138\sim0.167 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 之间，与深圳市环境天然贯穿辐射水平范围基本相当，属正常环境本底辐射水平。

（2）辐射安全与防护分析评价

①工作场所布局与分区评价：

本建设项目建设射线装置均设有独立机房，并辐射工作场所进行分区管理，设立监督区和控制区，分区布局合理。

核医学科整体布局能够保证放射性活度由高到低梯次设置，工作程序沿着相关房间单向开展，控制区内医护人员及病人都具有独立的出入口和通道，注射后病人有专用卫生间连接衰变池，辐射工作场所布局满足《临床核医学卫生防护标准》（GBZ120-2006）中关于临床核医学工作场所对于布局的要求，布局合理。

②辐射安全措施评价：

本次评价项目射线装置均设有单独的机房，且机房的屏蔽设施符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）、《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）等技术标准的相关要求。机房充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

③保护目标剂量：

按照建设单位给出的屏蔽设计方案，本评价项目的普通放射诊断项目射线装置机房的使用面积、辐射屏蔽厚度及相关防护措施均符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中对相应诊断 X 射线机房的防护设施的技术要求，则可进一步得知本次评价的普通放射诊断项目射线装置正常运行对机房外环境的影响可满足人员受照剂量不超过剂量约束值的要求。

根据类比分析及个人剂量估算结果，本次 DSA 项目投入使用后各辐射工作人员年有效剂量的最大值为 0.2mSv，公众年有效剂量最大值为 0.004mSv。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员年有效剂量限值和公众人员年有效剂量限值的要求，同时也满足本项目提出的对职业人员年有限剂量约束值≤5mSv/a 及公众年有效剂量约束值≤0.10mSv/a 的要求。

通过理论估算结果表明，此次核医学科项目正常运行时，本次项目辐射工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 4.375mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也不超过剂量约束值 5mSv。公众受照的最大年有效剂量值为 0.08mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也不超过剂量约束值 0.1mSv。

根据理论估算结果，本次放疗项目投入使用后各辐射工作人员年有效剂量的最大值为 0.3mSv，公众年有效剂量最大值为 0.033mSv。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员年有效剂量限值和公众人员年有效剂量限值的要求，同时也满足本项目提出的对职业人员年有限剂量约束值≤5mSv/a 及公众年有效剂量约束值≤0.10mSv/a 的要求。

（3）辐射安全管理评价

建设单位成立了辐射安全管理领导小组，落实了机构的成员及其职责并对本次核技术应用项目已制定了较完善的辐射安全管理相关制度，结合了本次项目情况制定了较为符合建设单位实际情况的、切实可行的辐射事故应急预案和监测计划。制定了相关射线装置和药物使用的操作规程，明确了相关科室及工作人员的岗位职责。综上所述，建设单位基本符合《放射性同位素与射线装置安全管理办法》的相关要求，具有一定的辐射安全管理能力。

（4）项目建设可行性分析结论

项目实践正当性分析

本项目建成后具有良好的社会经济效益，其建设有利于快速提升南山区医疗服务能力和服务水平，可满足南山区日益增长的医疗保障需求，促进南山区医疗卫生事业发展，同时完善城市功能，为南山区的社会经济快速发展提供有力的民生保障。在落实本次评价提出的各项污染防治措施后其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

项目选址合理性分析

项目地址位于深圳市南山区桃园路 89 号，目选址周围 50 米范围内，无中小学等环境敏感目标，各机房屏蔽设施和辐射防护措施考虑了周围场所的防护与安全，因此从环境保护方面论证，选址合理可行。

（5）产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修正版），该项目属于国家鼓励类的全科医疗服务、医疗卫生服务设施建设项目，符合国家产业政策。

（6）代价利益分析

该项目的投入符合区域医疗服务需要，能有效提高区域医疗服务水平。同时完善城市功能，为南山区的社会经济快速发展提供有力的民生保障。在落实本次评价提出的各项污染防治措施后其获得的利益远大于辐射所造成的损害。

（7）环境影响评价结论

综述所述，本次评价项目建设方案中按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行设计，建设过程如能严格按照设计方案进行施工，建筑施工质量能达到要求时，并且落实

本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，则本评价项目正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该建设评价项目可行。

4.2.2 《华中科技大学协和深圳医院核技术利用建设项目环境影响报告表》 (PPRYHP-20240715) 主要结论如下：

1.项目概况

(1) 核医学项目

本项目拟在华中科技大学协和深圳医院新住院楼地下一层核医学，属乙级非密封放射性物质工作场所，开展放射性药物诊断、治疗项目。

①PET/MRI、PET/CT 诊断项目：新增使用含 ^{68}Ga 放射性药物开展 PET 诊断。

②SPECT/CT 诊断项目：使用含 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 放射性药物开展 SPECT 诊断。

③甲癌治疗和甲功测定项目：使用 ^{131}I 放射性药物进行甲癌治疗和甲功测定，甲癌治疗使用 ^{131}I 放射性药物量增加，新增使用 ^{131}I 放射性药物量用于甲功测定。

④骨转移癌治疗：使用 ^{89}Sr 和 ^{223}Ra 开展骨转移癌治疗。

⑤神经内分泌瘤治疗、前列腺癌治疗、骨转移癌治疗：使用 ^{177}Lu 开展神经内分泌瘤治疗、前列腺癌治疗、骨转移癌治疗。

(2) 介入手术项目

本项目医技楼层建设 1 间 ERCP 机房，在机房内安装 1 台 ERCP，用于经内镜逆行性胰胆管造影手术；调整医技楼五层手术中心的布局，将原设置的 2 间 DSA 机房，调整为 DSA-CT 复合手术室，用于 DSA+CT 复合使用，另设置 1 间 DSA-MRI 复合手术室，用于与 MRI 手术室复合使用，用于介入手术中的放射诊疗。

(3) 普通放射诊断项目

①地下三层战时人防配备 2 台 DR 机，并拟设置 2 间 DR 机房；②新住院楼下三层配备 1 台 CT 机，并设置 1 间模拟定位室；③感染楼地下二层配备 1 台 C 臂机，并拟设置 1 间 C 臂防辐射手术室（解剖室）；④新住院楼十一层卒中中心配备 1 台 CT 机，并设置 1 间 CT 机房；⑤门诊楼五层配备一台 C 臂机和一台碎石机；⑥

门诊楼九层口腔科配备 1 台全景机、1 台口腔 CT 机和 2 台口内牙片机，并拟配备相应机房；⑦医技楼五层手术中心拟配备 4 台 C 臂机和 1 台 O 臂机，并设置 5 间防辐射手术室。

2. 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射防护结论

本项目核医学各屏蔽防护墙及防护门的屏蔽防护设计，室内表面及装备结构设计、核医学工作场所的布局、防护用品和监测仪器的配备均满足《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）的相关要求。核医学、介入手术室及普通放射诊断项目中射线装置机房的屏蔽防护设计方案均能达到《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准的要求。本项目各辐射工作场所拟采取和已采取的屏蔽措施均能够满足辐射防护的要求，控制区和监督区划分合理，并符合机房的辐射屏蔽规范。

（2）放射性三废的治理和控制结论

① 放射性废气

核医学产生的放射性废气采取独立的排放管道引至新住院楼楼顶，排气管出口高度高于所在建筑屋脊 3m，核医学废气设高效活性炭过滤装置，更换下来的废活性炭按放射性固体废物处理，根据不同季节、湿度、温度条件下，吸附效率、效果不同的特点，选择适宜的时间更换活性炭滤料，保证经处理后的废气排放能够满足标准要求。更换下来的废活性炭按放射性固体废物处理，对处理后排放的放射性废气进行定期监测，以确定活性炭的更换时间，保证经处理后的废气排放能够满足标准要求。

② 放射性废液

本项目针对核医学运行过程中产生的放射性废液设置了 2 套衰变池，核医学诊断区域和治疗区域各使用 1 套衰变池，其产生的放射性废液分开处理。衰变池的容积能够满足放射性废液暂存时间要求，可满足每月排放的总活度不超过 10ALImin 及每一次排放的活度不超过 1ALImin 的排放要求，两套衰变池放射性废液经衰变均能满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中总 β 小于 10Bq/L 的要求后排放。

③ 放射性固体废物

本项目核医学废气排放口产生的活性炭以及核医学产生的其他受放射性污染的物品作为放射性固体废物，在废物间存储，放射性固体废物暂存一定时间，其活度低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的清洁解控水平和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）后，并经审管部门确认后，作为普通医疗废物处理，不会对周围环境产生污染。

3.环境现状与辐射现状评价

本项目辐射工作场所及周围环境的室外 γ 辐射剂量率为84~88nGy/h，室内 γ 辐射剂量率为92~148nGy/h，根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社2015年7月）可知深圳市室内的 γ 辐射剂量率水平在127.4~153.1nGy/h之间，室外道路 γ 辐射剂量率水平在101.5~127.8nGy/h之间。可见，本项目所在场址和周边区域的辐射剂量率水平与天然辐射正常水平相当。

本项目新住院楼地下一层核医学诊断区辐射工作场所满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中控制区的工作台、设备、墙壁、地面的 β 表面污染控制水平小于40Bq/cm²的要求，监督区的工作台、设备、墙壁、地面的 β 表面污染控制水平小于4Bq/cm²的要求，核医学科工作人员的工作服、手套、工作鞋的 β 表面污染控制水平小于4Bq/cm²的要求。核医学科工作人员的手、皮肤的 β 表面污染控制水平小于0.4Bq/cm²的要求。

4.辐射环境影响分析

根据本报告表10和表11对本次核技术利用项目运行过程中，对周边环境及人员的辐射影响分析可知，在正常情况下，辐射工作场所周围辐射剂量率水平满足相关标准的要求，在运行过程中对周围环境中的工作人员和公众的辐射影响均能满足本报告提出的剂量约束值的要求，即工作人员有效剂量控制值不超过5mSv/a，公众照射剂量约束值不超过0.1mSv/a，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

5.辐射安全管理分析结论

辐射安全与环境保护管理机构：医院成立了辐射防护与辐射安全管理小组、辐射事故应急工作小组成员，明确各成员的职责，并将加强监督管理。

已制定的规章制度：《辐射防护和安全保卫制度》《辐射工作人员培训制度》《设

备检修维护制度》《辐射工作人员岗位职责》《核医学辐射安全管理制度》《核医学科各类人员职责》《核医学科护士职责》《核医学放射性物品库保管员职责》《放射性废物处置制度》《辐射环境监测方案》《华中科技大学协和深圳医院放射源安全管理制度》《放射性同位素储存与使用登记制度》《III类射线装置操作规程》《DSA 操作规程》《ERCP 操作规程》《华中科技大学协和深圳医院辐射事故应急预案》等。

项目开展后，新增的辐射工作人员应根据射线装置使用类别对应参加生态环境部辐射安全与防护培训平台或医院自行组织的培训，考核合格后方可上岗，从事III类射线装置使用活动的辐射工作人员由医院自行组织考核；辐射工作人员将按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计每季度送检。可满足各项核技术利用项目对辐射安全管理的要求。

6.产业政策符合性分析

据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 1 日经国家发展改革委第 6 次委务会通过 2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布自 2024 年 2 月 1 日起施行），本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类“医疗服务设施建设”，因此，本项目符合国家产业政策。

综上所述，华中科技大学协和深圳医院核技术利用建设项目环境影响报告表在落实本报告提出的各项污染防治措施，按照辐射防护设计进行施工，落实辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

4.3 环境影响评价文件要求落实情况

本项目环境影响评价文件要求及落实情况见表 4-1。由表 4-1 可知，项目环境影响评价文件中提出的要求已落实。

表 4-1 环境影响评价文件要求及落实情况

《深圳市南山区人民医院核技术利用改扩建项目环境影响报告表》（HP-2019-150）要求	落实情况
建设单位未来如需增加辐射装置或对其使用功能进行调整，则应按法律法规要求向有关环保部门进行申报，并采取相应的污染治理措施，主动接受环保部门的监督管理。	建设单位承诺未来如需增加辐射装置或对其使用功能进行调整，则应按法律法规要求向有关环保部门进行申报，并采取相应的污染治理措施，主动接受环保部门的监督管理。

尽快落实工作人员，并组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训。	已落实工作人员，并组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训。
放疗科、放射科和核医学科辐射防护设计过当，环评建议建设单位及设计单位在满足建筑结构安全的前提下适当减少放疗科加速器机房南侧墙的厚度，放射科射线机房参照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求，在满足标准要求的防护铅当量的前提下适当减少机房的屏蔽厚度，核医学科 SPECT/CT 机房四周墙体及门窗的防护厚度可适当减少屏蔽厚度。	为保证周围人员安全，建设单位未采纳降低屏蔽厚度的建议，按环评设计进行施工。
《华中科技大学协和深圳医院核技术利用建设项目环境影响报告表》（PPRYHP-20240715）要求	落实情况
认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，加强核与辐射安全知识宣传，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。	建设单位承诺认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，加强核与辐射安全知识宣传，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作
本项目竣工后，建设单位应按照相关程序和要求，在项目竣工后组织自主竣工环保验收，环保设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限最长不超过 12 个月。本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入运营；未经验收或验收不合格的，不得投入使用。本项目射线装置设备数量多，建设单位应安排专人跟进，根据机房建成情况合理分批次验收。	建设单位对已经建成并且安装设备的项目正在进行分批验收，并办理环保验收手续。
建设单位应完善个人剂量检测制度，定期核查辐射工作个人剂量计数量和定期为辐射工作人员做个人剂量检测。当辐射工作人员个人剂量计丢失时，应及时补办。未佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪不得进行辐射工作。	建设单位已完善个人剂量检测制度，定期核查辐射工作个人剂量计数量和定期为辐射工作人员做个人剂量检测。当辐射工作人员个人剂量计丢失时，应及时补办。未佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪不得进行辐射工作。

4.4 环境影响评价文件批复要求落实情况

环评批复文件要求及落实情况见表 4-2。由表 4-2 可知，环评批复文件提出的要求已落实。

表 4-2 环评批复要求及其落实情况

《广东省生态环境厅关于深圳市南山区人民医院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复》（粤环审〔2019〕473 号）要求	落实情况
本项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施，确保辐射工作人员年有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。	经计算，满足“年有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年”的要求。
本项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产	本项目配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，辐射安全

使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序重新申请辐射安全许可证。	许可证已办理办成。
《广东省生态环境厅关于华中科技大学协和深圳医院核技术利用建设项目环境影响报告表的批复》（粤环深审〔2025〕7号）要求	落实情况
本项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序重新申请辐射安全许可证。	本项目配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，辐射安全许可证已办理办成。

表五、验收监测质量保证及质量控制

5.1 质量保证

- ①监测前制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位时充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；
- ②监测所用仪器经国家法定计量检定部门检定/校准合格，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；
- ③定期进行仪器比对；通过仪器的期间核查等质控手段保证仪器设备的正常运行；
- ④监测实行全过程的质量控制，严格按照公司《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定实行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗；
- ⑤验收报告严格按相关技术规范编制，数据处理及汇总经相关人员校核、监测报告经授权签字人审核，最后由授权签字人签发。

5.2 质量控制

(1) 监测仪器

监测使用的仪器经国家法定计量检定部门检定/校准合格、并在有效使用期内；每次测量前、后均对仪器的工作状态进行检查，确认仪器是否正常。

(2) 监测方法

监测前制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性。

(3) 人员能力

参加本次现场监测的人员，均经过相应的教育和培训，掌握一定的辐射防护基本知识、辐射环境监测操作技术和质量控制程序，并经考核合格。

(4) 审核制度

验收监测报告严格按照相关技术规范编制，数据处理及汇总实行三级审核制度。

(5) 认证制度

本项目的监测机构已通过了广东省市场监督管理局计量认证。

表六、验收监测内容

6.1 核医学项目

(1) 监测项目

场所 X- γ 辐射剂量率、场所表面污染水平、风速、衰变池水中总 α 、 β 放射性。

(2) 监测布点

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 和《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 中的方法布设监测点。用监测仪器对场所周围及周边环境关注点辐射水平进行监测，以发现可能出现的高辐射水平区。

(3) 监测方法

监测方法见表 6-1。

表 6-1 监测方法

序号	监测项目	监测方法
1	核医学工作场所辐射剂量率	《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)
2	敷贴工作场所辐射剂量率	《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)
3	核医学工作场所表面污染水平	《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 《表面污染测定 第 1 部分： β 发射体 (E β max>0.15MeV) 和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008)
4	风速	《排风罩的分类及技术条件》(GB/T 16758-2008) 《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020)
5	衰变池废水中总 α 、 β 放射性	HJ 898-2017 《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》 HJ 899-2017 《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》

(4) 监测仪器

表 6-2 监测仪器检定情况

辐射检测仪	型号: AT1121 编号: 46077 检定日期: 2025 年 5 月 28 日 检定证书编号: 2025H21-20-5917756001 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2025 年 9 月 11 日
	型号: AT1121 编号: 45091 检定/校准日期: 2024 年 5 月 24 日、2024 年 6 月 18 日 检定/校准证书编号: DLjl2024-06247、DLjl2024-07544 检定单位: 中国计量科学研究院 检测日期: 2025 年 5 月 16 日

α、β表面污染测量仪	型号: CoMo 170 编号: 8497 检定日期: 2024年8月12日 检定证书编号: JL2412576981 检定单位: 深圳市计量质量检测研究院 检测日期: 2025年5月19日
	型号: CoMo 170 编号: 10997 检定日期: 2025年7月7日 检定证书编号: JL2511018901 检定单位: 深圳市计量质量检测研究院 检测日期: 2025年9月11日
环境X、γ剂量率测量仪	型号: ZPM-100+ZRM-EG10 编号: 211101+11080017 检定日期: 2024年8月6日 检定证书编号: 2024H21-20-5408180001-01 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2025年5月16日
智能式热式风速风量仪	型号: 6036-0C 编号: 410303 检定日期: 2025年2月13日 检定证书编号: NJJ202500150 检定单位: 华南国家计量测试中心(广东省计量科学研究院) 检测日期: 2025年5月19日
单路低本底α、β测量仪	型号: RMS5121 编号: 20170681 检定日期: 2024年12月19日 检定证书编号: JL2419746911 检定单位: 深圳市计量质量检测研究院 检测日期: 2024年12月27日~2025年1月2日
6.2 放射治疗项目	
<p>(1) 监测项目</p> <p>场所 X/γ 辐射剂量率、中子周围剂量当量率、换气次数。</p>	
<p>(2) 监测布点</p> <p>依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)、《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)和《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)中的方法布设监测点。用监测仪器对场所周围及周边环境关注点辐射水平进行监测，以发现可能出现的高辐射水平区。</p>	
<p>机房的操作位、四周墙体、防护门设置场所 X/γ 辐射剂量率和中子周围剂量当量率监测点位，机房内排风口设置风量监测点位。</p>	
<p>(3) 监测方法</p>	

监测方法见表 6-3。

表 6-3 监测方法

序号	检测项目	检测依据
1	直线加速器机房外 X、 γ 辐射剂量率	《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)
2	中子周围剂量当量率	《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)
3	换气次数	《排风罩的分类及技术条件》(GB/T 16758-2008)
4	CT 模拟定位机房外辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

(4) 监测仪器

监测使用仪器情况见表 6-4。

表 6-4 监测仪器检定情况

辐射检测仪	型号: AT1121 编号: 45625 检定/校准日期: 2024 年 7 月 18 日、2024 年 7 月 22 日 检定/校准证书编号: DLjl2024-11029、DLjl2024-11173 检定单位: 中国计量科学研究院 检测日期: 2024 年 11 月 22 日
	型号: AT1121 编号: 46093 检定日期: 2024 年 4 月 17 日 检定证书编号: 2024H21-20-5195738001 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2024 年 11 月 19 日、2024 年 11 月 25 日
	型号: AT1121 编号: 46093 检定日期: 2025 年 4 月 27 日 检定证书编号: 2025H21-20-5862000001 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2025 年 8 月 14 日
中子周围剂量当量仪	型号: AT1117M/ATKN 编号: 19215 检定日期: 2024 年 3 月 5 日 检定证书编号: DLjs2024-00509 检定单位: 中国计量科学研究院 检测日期: 2024 年 11 月 19 日、2024 年 11 月 25 日
	型号: AT1117M/ATKN 编号: 18197 检定日期: 2025 年 3 月 5 日 检定证书编号: DLjs2025-00586 检定单位: 中国计量科学研究院 检测日期: 2025 年 8 月 14 日
环境 X、 γ 剂量率测量仪	型号: SCK-200+SCK-200-EN 编号: 22001+22002

	<p>检定日期: 2025 年 5 月 27 日 检定证书编号: 2025H21-20-5922526001 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2025 年 8 月 14 日</p> <p>型号: ZPM-100+ZRM-EG10 编号: 211101+11080017 检定日期: 2024 年 8 月 6 日 检定证书编号: 2024H21-20-5408180001-01 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2024 年 11 月 25 日</p> <p>型号: 6150 AD 6/H+6150 AD-b/H 编号: 179947+178566 检定日期: 2024 年 5 月 7 日 检定证书编号: DLjl2024-05116 检定单位: 中国计量科学研究院 检测日期: 2024 年 11 月 22 日</p>
智能式热式风速风量仪	<p>型号: 6036-0C 编号: 410371 检定日期: 2024 年 6 月 3 日 检定证书编号: JL2408061851 检定单位: 华南国家计量测试中心(广东省计量科学研究院) 检测日期: 2024 年 12 月 20 日</p>

6.3 介入手术项目

(1) 监测项目

场所 X/ γ 辐射剂量率。

(2) 监测布点

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 和《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 中的方法布设监测点。用监测仪器对场所周围及周边环境关注点辐射水平进行监测，以发现可能出现的高辐射水平区。

机房外的操作位、四周墙体、防护门、防护窗、楼上设置监测点位，机房内的术者位设置检测点位。

(3) 监测方法

监测方法见表 6-5。

表 6-5 监测方法

序号	检测项目	检测依据
1	X、 γ 辐射剂量率	《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)

(4) 监测仪器

监测使用仪器情况见表 6-6。

表 6-6 监测仪器检定情况

辐射检测仪	型号: AT1121 编号: 45090 检定日期: 2023 年 11 月 21 日 检定证书编号: 2023H21-20-4942745002 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2024 年 7 月 3 日
	型号: AT1121 编号: 45090 检定日期: 2024 年 11 月 29 日 检定证书编号: 2024H21-20-5625230002 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2024 年 12 月 24 日、2025 年 1 月 2 日
	型号: AT1121 编号: 45091 检定/校准日期: 2024 年 5 月 24 日、2024 年 6 月 18 日 检定/校准证书编号: DLjI2024-06247、DLjI2024-07544 检定单位: 中国计量科学研究院 检测日期: 2025 年 5 月 16 日、2025 年 5 月 19 日
环境 X、 γ 剂量率测量仪	型号: SCK-200+SCK-200-EN 编号: 22000+22001 检定日期: 2023 年 10 月 11 日 检定证书编号: 2023H21-20-4877174001 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2024 年 7 月 3 日
	型号: SCK-200+SCK-200-EN 编号: 22000+22001 检定日期: 2024 年 11 月 25 日 检定证书编号: 2024H21-20-5625773001-01 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2025 年 1 月 2 日

6.4 普通放射诊断项目

(1) 监测项目

场所 X/ γ 辐射剂量率。

(2) 监测布点

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 和《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 中的方法布设监测点。用监测仪器对场所周围及周边环境关注点辐射水平进行监测，以发现可能出现的高辐射水平区。

机房外的操作位、四周墙体、防护门、防护窗、楼上、楼下设置监测点位。

(3) 监测方法

监测方法见表 6-7。

表 6-7 监测方法

序号	检测项目	检测依据
1	X、 γ 辐射剂量率	《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)

(4) 监测仪器

监测使用仪器情况见表 6-8。

表 6-8 监测仪器检定情况

辐射检测仪	型号: AT1121 编号: 45090 检定日期: 2024 年 11 月 29 日 检定证书编号: 2024H21-20-5625230002 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2024 年 12 月 18 日、2024 年 12 月 19 日、2024 年 12 月 20 日、2024 年 12 月 23 日、2025 年 1 月 8 日、2025 年 1 月 16 日
	型号: AT1121 编号: 45091 检定/校准日期: 2024 年 5 月 24 日、2024 年 6 月 18 日 检定/校准证书编号: DLjl2024-06247、DLjl2024-07544 检定单位: 中国计量科学研究院 检测日期: 2025 年 3 月 27 日

6.5 建设单位周围环境**(1) 监测项目**

场所 X/ γ 辐射剂量率。

(2) 监测布点

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 中的方法布设监测点。

用监测仪器对场所周围及周边环境关注点辐射水平进行监测，以发现可能出现的高辐射水平区。

建设单位周围环境设置监测点位。

(3) 监测方法

监测方法见表 6-9。

表 6-9 监测方法

序号	检测项目	检测依据
1	X、 γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

(4) 监测仪器

监测使用仪器情况见表 6-10。

表 6-10 监测仪器检定情况

环境 X、 γ 剂量率测量仪	<p>型号: ZPM-100+ZRM-EG10 编号: 211101+11080017 检定日期: 2024 年 8 月 6 日 检定证书编号: 2024H21-20-5408180001-01 检定单位: 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检测日期: 2025 年 5 月 19 日</p>
-----------------------	--

表七、验收监测结果

7.1 验收监测期间生产工况记录

验收监测期间设备和环保设施正常运行，射线装置按临床最大条件开机运行，密封放射源和非密封放射性物质放置在指定位置，放射源活度与环评基本一致。

根据环评报告，核医学科 PET/CT 显像项目使用 ^{18}F 、 ^{68}Ga 核素， ^{18}F 、 ^{68}Ga 核素衰变产生的 γ 射线能量相同，但 ^{18}F 核素周围剂量当量率常数相对较大，故采用 ^{18}F 核素进行验收检测。

7.2 验收监测结果

(1) 核医学项目

表 7-1 核医学工作场所周围剂量当量率检测结果

表 1 ^{18}F 分装柜工作场所检测结果

场所代码	A			
场所名称	^{18}F 分装柜			
检测条件	约 $1.2 \times 10^{10}\text{Bq}$ 的 ^{18}F 裸源位于 ^{18}F 分装柜中间			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
A1	分装柜外表面 30cm	1.99	1.66	—
	分装柜外表面 30cm	2.13	1.78	—
	分装柜外表面 30cm	1.08	0.90	—
	分装柜外表面 30cm	0.61	0.51	—
	分装柜外表面 30cm	2.12	1.77	—
	分装柜外表面 30cm	2.03	1.69	—
	分装柜外表面 30cm	0.35	0.29	—
	分装柜外表面 30cm	1.64	1.37	—
	分装柜外表面 30cm	2.01	1.68	—
	分装柜外表面 30cm	0.19	0.16	监督区

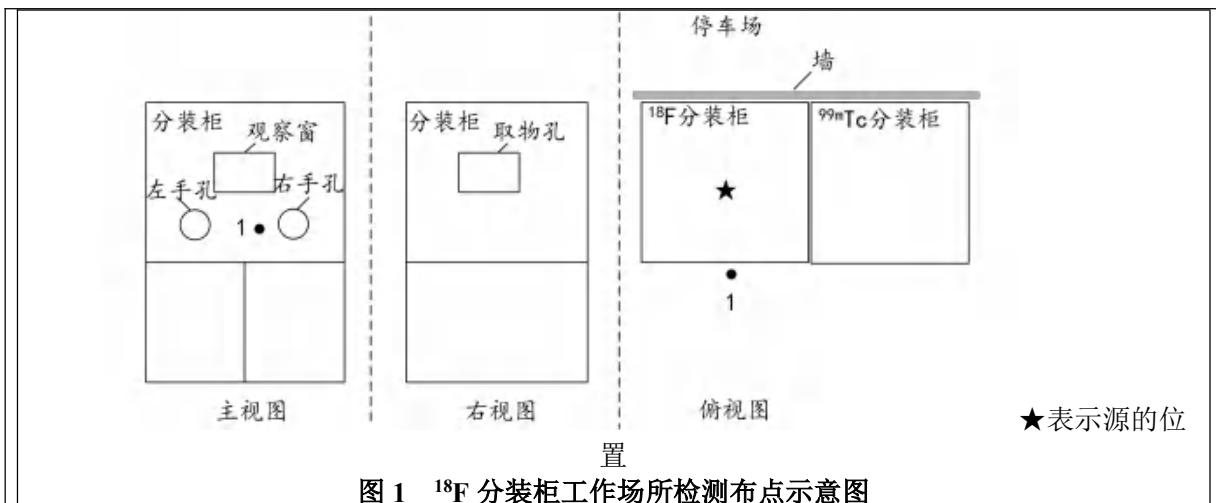


图 1 ^{18}F 分装柜工作场所检测布点示意图

表 2 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装柜工作场所检测结果

场所代码	B			
场所名称	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装柜			
检测条件	约 $9.3 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 裸源位于 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 分装柜中间			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	场所分区
B1	分装柜外表面 30cm	观察窗	0.23	0.19
	分装柜外表面 30cm	胸部	0.21	0.18
	分装柜外表面 30cm	腹部	0.25	0.21
	分装柜外表面 30cm	下肢	0.23	0.19
	分装柜外表面 30cm	左手孔 (关)	0.26	0.22
	分装柜外表面 30cm	右手孔 (关)	0.25	0.21
	分装柜外表面 30cm	右侧	0.25	0.21
	分装柜外表面 30cm	上方	0.23	0.19
	分装柜外表面 30cm	取物孔	0.25	0.21
	分装柜外表面 30cm	后方 (停车场)	0.18	0.15
				监督区

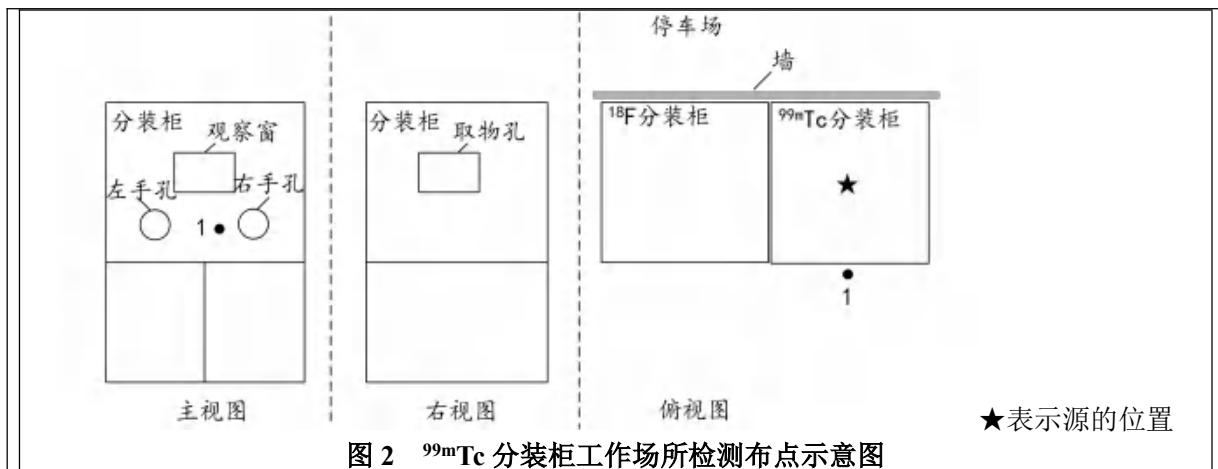


图 2 ^{99m}Tc 分装柜工作场所检测布点示意图

★表示源的位置

表 3 分装室工作场所检测结果

场所代码	C				
场所名称	分装室				
检测条件	约 $1.2 \times 10^{10}\text{Bq}$ 的 ^{18}F 裸源位于 ^{18}F 分装柜中间, $8.1 \times 10^9\text{Bq}$ 的 ^{99m}Tc 裸源位于 ^{99m}Tc 分装柜中间				
检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
C1	防护门 1	上侧	0.23	0.19	控制区
		下侧	0.25	0.21	控制区
		左侧	0.24	0.20	控制区
		右侧	0.26	0.22	控制区
		中部	0.26	0.22	控制区
		门把手	0.25	0.21	控制区
C2	防护门 2	上侧	0.19	0.16	监督区
		下侧	0.17	0.14	监督区
		左侧	0.18	0.15	监督区
		右侧	0.18	0.15	监督区
		中部	0.19	0.16	监督区
		门把手	0.17	0.14	监督区
C3	防护门 3	上侧	0.17	0.14	控制区
		下侧	0.19	0.16	控制区

		左侧	0.20	0.17	控制区
		右侧	0.24	0.20	控制区
		中部	0.25	0.21	控制区
		门把手	0.21	0.18	控制区
C4	防护门 4	上侧	0.18	0.15	控制区
		下侧	0.18	0.15	控制区
		左侧	0.18	0.15	控制区
		右侧	0.17	0.14	控制区
		中部	0.18	0.15	控制区
		门把手	0.17	0.14	控制区
C5	墙体 1	淋浴间	0.20	0.17	监督区
C6	墙体 1	卫生通过间	0.19	0.16	监督区
C7	墙体 2	注射室	0.19	0.16	控制区
C8	墙体 3	放射性废物 暂存间	0.25	0.21	控制区
C9	墙体 3	储源间	0.24	0.20	控制区
C10	墙体 4	停车场	0.19	0.16	监督区
C11	机房楼上	通道	0.19	0.16	监督区
C12	机房楼下	通道	0.19	0.16	监督区
C13	机房楼下	医用布巾地巾 洗消间	0.21	0.18	监督区
C14	墙体 2	PET 注射窗口	0.24	0.20	控制区
C15	墙体 2	SPECT 注射窗口	0.25	0.21	控制区

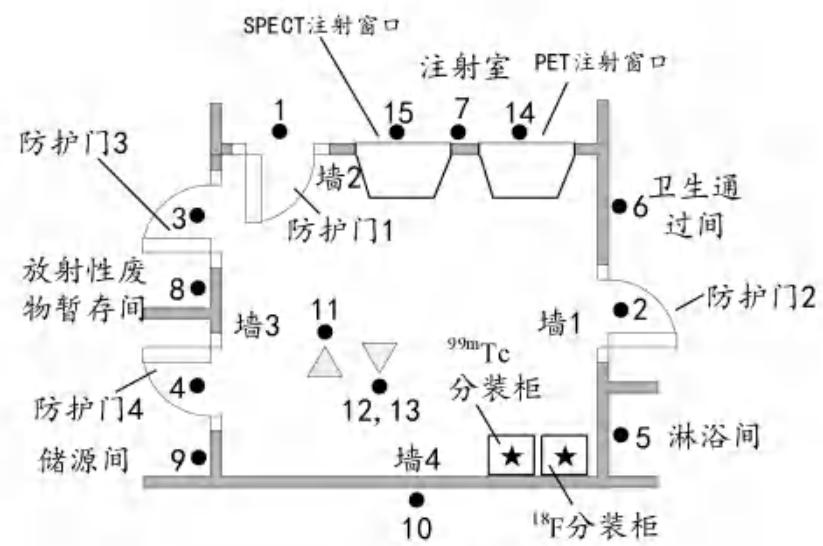
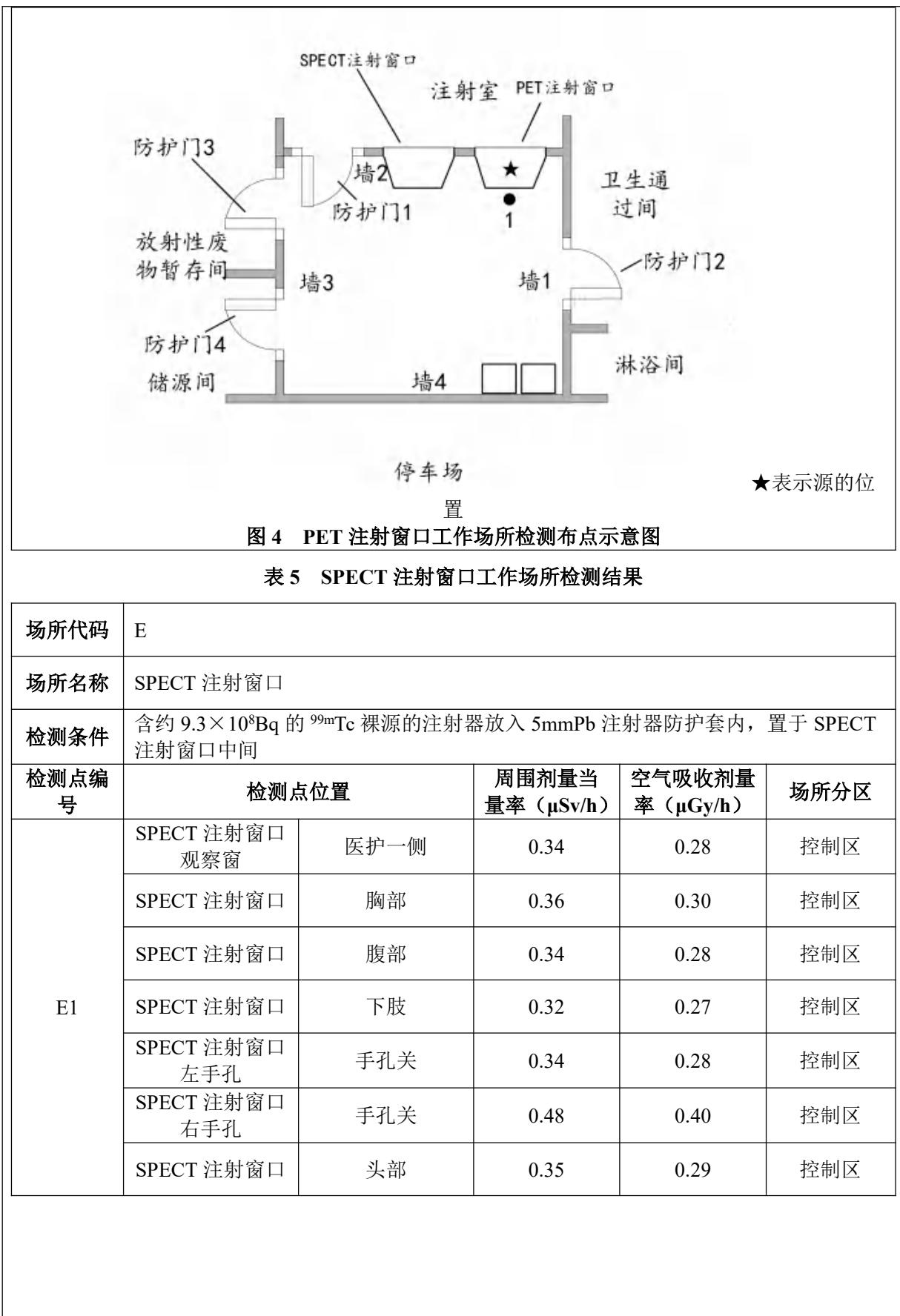


图 3 分装室工作场所检测布点示意图

★表示源的位置

表 4 PET 注射窗口工作场所检测结果

场所代码	D			
场所名称	PET 注射窗口			
检测条件	含约 4.7×10^8 Bq 的 ^{18}F 裸源的注射器放入 10mmPb 注射器防护套内，置于 PET 注射窗口中间			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
D1	PET 注射窗口 观察窗	0.81	0.68	控制区
	PET 注射窗口	0.40	0.33	控制区
	PET 注射窗口	0.41	0.34	控制区
	PET 注射窗口	0.39	0.32	控制区
	PET 注射窗口 左手孔	0.42	0.35	控制区
	PET 注射窗口 右手孔	0.59	0.49	控制区
	PET 注射窗口 头部	0.50	0.42	控制区



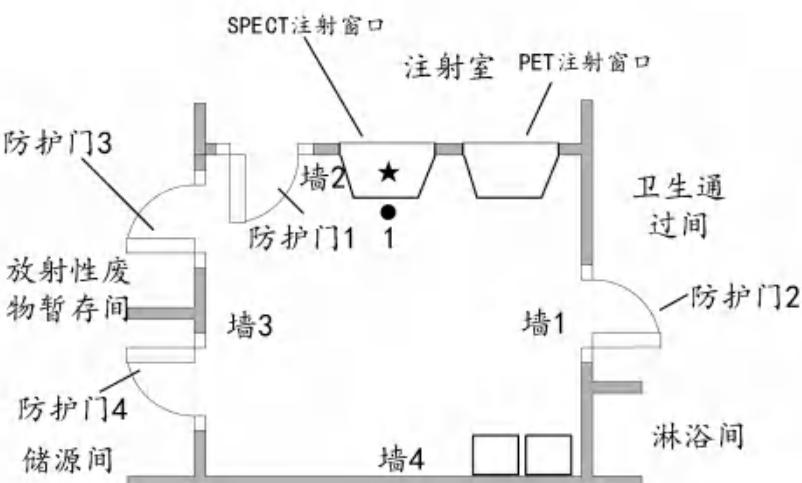


图 5 SPECT 注射窗口工作场所检测布点示意图
★表示源的位置

表 6 注射室工作场所检测结果

场所代码	F-1			
场所名称	注射室			
检测条件	约 4.7×10^8 Bq 的 ^{18}F 裸源位于 PET 注射窗台中间			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
F1-1	防护门 1 上侧	1.57	1.31	控制区
	防护门 1 下侧	0.68	0.57	控制区
	防护门 1 左侧	1.73	1.44	控制区
	防护门 1 右侧	1.85	1.54	控制区
	防护门 1 中部	1.84	1.53	控制区
	防护门 1 门把手	1.85	1.54	控制区
F2-1	防护门 2 上侧	0.19	0.16	控制区
	防护门 2 下侧	0.21	0.18	控制区
	防护门 2 左侧	0.23	0.19	控制区
	防护门 2 右侧	0.24	0.20	控制区
	防护门 2 中部	0.24	0.20	控制区

	防护门 2	门把手	0.23	0.19	控制区
F3-1	防护门 3	上侧	0.50	0.42	控制区
	防护门 3	下侧	0.55	0.46	控制区
	防护门 3	左侧	0.54	0.45	控制区
	防护门 3	右侧	0.59	0.49	控制区
	防护门 3	中部	0.55	0.46	控制区
	防护门 3	门把手	0.59	0.49	控制区
F4-1	墙体 1	分装室	0.79	0.66	控制区
F5-1	墙体 2	卫生通过间	0.20	0.17	监督区
F6-1	墙体 3	患者通道	0.19	0.16	控制区
F7-1	墙体 4	更衣室	0.31	0.26	控制区
F8-1	机房楼上	通道	0.19	0.16	监督区
F9-1	机房楼下	通道	0.20	0.17	监督区
F10-1	机房楼下	医用布巾地巾洗消间	0.21	0.18	监督区
F11-1	墙体 1	PET 注射窗口	0.80	0.67	控制区
F12-1	墙体 1	SPECT 注射窗口	0.31	0.26	控制区

患者通道

★表示源的位置

图 6 注射室工作场所检测布点示意图

表 7 注射室工作场所检测结果

场所代码	F-2
------	-----

场所名称	注射室				
检测条件	约 $9.3 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 ^{99m}Tc 裸源位于 SPECT 注射窗台中间				
检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	场所分区
F1-2	防护门 1	上侧	0.19	0.16	控制区
	防护门 1	下侧	0.20	0.17	控制区
	防护门 1	左侧	0.21	0.18	控制区
	防护门 1	右侧	0.22	0.18	控制区
	防护门 1	中部	0.20	0.17	控制区
	防护门 1	门把手	0.21	0.18	控制区
F2-2	防护门 2	上侧	0.20	0.17	控制区
	防护门 2	下侧	0.21	0.18	控制区
	防护门 2	左侧	0.22	0.18	控制区
	防护门 2	右侧	0.22	0.18	控制区
	防护门 2	中部	0.21	0.18	控制区
	防护门 2	门把手	0.22	0.18	控制区
F3-2	防护门 3	上侧	0.98	0.82	控制区
	防护门 3	下侧	0.50	0.42	控制区
	防护门 3	左侧	1.08	0.90	控制区
	防护门 3	右侧	0.97	0.81	控制区
	防护门 3	中部	0.62	0.52	控制区
	防护门 3	门把手	0.97	0.81	控制区
F4-2	墙体 1	分装室	0.88	0.73	控制区
F5-2	墙体 2	卫生通过间	0.19	0.16	监督区
F6-2	墙体 3	患者通道	0.19	0.16	控制区
F7-2	墙体 4	更衣室	0.34	0.28	控制区

F8-2	机房楼上	通道	0.19	0.16	监督区
F9-2	机房楼下	通道	0.19	0.16	监督区
F10-2	机房楼下	医用布巾地巾 洗消间	0.21	0.18	监督区
F11-2	墙体 1	PET 注射窗口	0.22	0.18	控制区
F12-2	墙体 1	SPECT 注射窗口	0.50	0.42	控制区

患者通道

★表示源的位置

图 7 注射室工作场所检测布点示意图

表 8 注射室工作场所检测结果

场所代码	F-3			
场所名称	注射室			
检测条件	约 $9.9 \times 10^7 \text{Bq}$ 的 ^{131}I 裸源位于 SPECT 注射窗台中间			
检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
F1-3	防护门 1	上侧	0.23	0.19
	防护门 1	下侧	0.25	0.21
	防护门 1	左侧	0.23	0.19
	防护门 1	右侧	0.22	0.18
	防护门 1	中部	0.24	0.20
	防护门 1	门把手	0.22	0.18
F2-3	防护门 2	上侧	0.20	0.17
	防护门 2	下侧	0.24	0.20

	防护门 2	左侧	0.24	0.20	控制区
	防护门 2	右侧	0.24	0.20	控制区
	防护门 2	中部	0.25	0.21	控制区
	防护门 2	门把手	0.23	0.19	控制区
F3-3	防护门 3	上侧	0.45	0.38	控制区
	防护门 3	下侧	0.61	0.51	控制区
	防护门 3	左侧	0.50	0.42	控制区
	防护门 3	右侧	0.60	0.50	控制区
	防护门 3	中部	0.54	0.45	控制区
	防护门 3	门把手	0.59	0.49	控制区
F4-3	墙体 1	分装室	0.25	0.21	控制区
F5-3	墙体 2	卫生通过间	0.22	0.18	监督区
F6-3	墙体 3	患者通道	0.21	0.18	控制区
F7-3	墙体 4	更衣室	0.35	0.29	控制区
F8-3	机房楼上	通道	0.20	0.17	监督区
F9-3	机房楼下	通道	0.20	0.17	监督区
F10-3	机房楼下	医用布巾地巾 洗消间	0.21	0.18	监督区
F11-3	墙体 1	PET 注射窗口	0.24	0.20	控制区
F12-3	墙体 1	SPECT 注射窗口	0.27	0.22	控制区

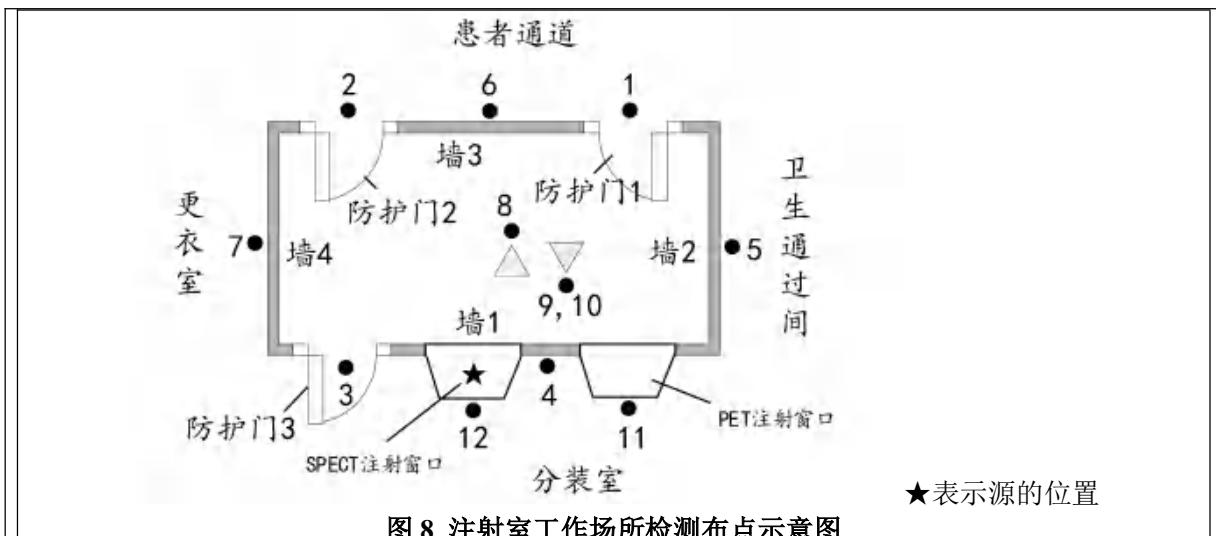


图 8 注射室工作场所检测布点示意图

表 9 储源间工作场所检测结果

场所代码	G				
场所名称	储源间				
检测条件	约 1.1×10^{10} Bq 的 ^{18}F 、 2.8×10^{10} Bq 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 和 3.7×10^8 Bq 的 ^{131}I 裸源位于各自的铅罐内，铅罐位于房间中间				
检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	场所分区
G1	防护门 1	上侧	0.23	0.19	控制区
	防护门 1	下侧	0.40	0.33	控制区
	防护门 1	左侧	0.24	0.20	控制区
	防护门 1	右侧	0.25	0.21	控制区
	防护门 1	中部	0.27	0.22	控制区
	防护门 1	门把手	0.24	0.20	控制区
G2	防护门 2	上侧	0.23	0.19	监督区
	防护门 2	下侧	0.25	0.21	监督区
	防护门 2	左侧	0.23	0.19	监督区
	防护门 2	右侧	0.24	0.20	监督区
	防护门 2	中部	0.26	0.22	监督区
	防护门 2	门把手	0.23	0.19	监督区
G3	墙体 1	分装室	0.24	0.20	控制区

G4	墙体 2	放射性废物 暂存间	0.63	0.52	控制区
G5	墙体 3	抢救室	0.20	0.17	控制区
G6	墙体 4	停车场	0.21	0.18	监督区
G7	机房楼上	通道	0.20	0.17	监督区
G8	机房楼下	通道	0.21	0.18	监督区

放射性废
物暂存间

★表示源的位置

图 9 储源间工作场所检测布点示意图

表 10 放射性废物暂存间工作场所检测结果

场所代码	H				
场所名称	放射性废物暂存间				
检测条件	约 $1.1 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 ^{18}F 、 $2.8 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 和 $3.7 \times 10^6 \text{Bq}$ 的 ^{131}I 裸源位于放射性废物桶内				
检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	场所分区
H1	防护门	上侧	0.23	0.19	控制区
	防护门	下侧	0.25	0.21	控制区
	防护门	左侧	0.20	0.17	控制区
	防护门	右侧	0.24	0.20	控制区
	防护门	中部	0.26	0.22	控制区
	防护门	门把手	0.20	0.17	控制区
H2	墙体 1	分装室	0.24	0.20	控制区
H3	墙体 2	更衣室	0.20	0.17	控制区

H4	墙体 3	抢救室	0.21	0.18	控制区
H5	墙体 4	储源间	0.25	0.21	控制区
H6	机房楼上	通道	0.20	0.17	监督区
H7	机房楼下	医用布巾地巾 洗消间	0.21	0.18	监督区

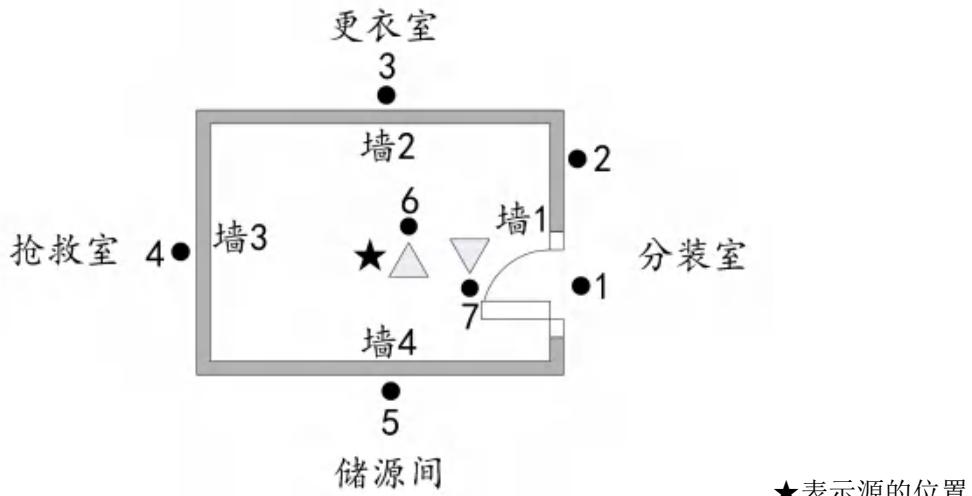


图 10 放射性废物暂存间工作场所检测布点示意图

表 11 放射性废物桶工作用品检测结果

用品代码	I			
用品名称	放射性废物桶			
检测条件	约 1.1×10^8 Bq 的 ^{18}F 、 2.8×10^8 Bq 的 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 和 3.7×10^6 Bq 的 ^{131}I 裸源位于放射性废物桶内			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
I1	放射性废物桶外表面 5cm	9.3	7.8	—
I2	放射性废物桶外表面 100cm	0.81	0.68	—
I3	放射性废物桶外表面 30cm	2.18	2.00	—

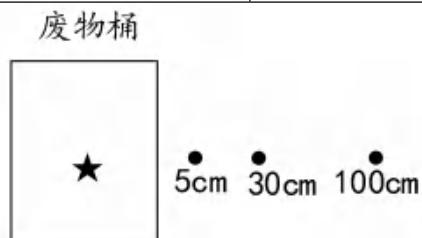


图 11 放射性废物桶工作用品检测布点示意图

表 12 更衣室工作场所检测结果

场所代码	J-1			
场所名称	更衣室			
检测条件	约 4.7×10^8 Bq 的 ^{18}F 裸源位于房间中间			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
J1-1	防护门 上侧	0.19	0.16	控制区
	防护门 下侧	0.20	0.17	控制区
	防护门 左侧	0.21	0.18	控制区
	防护门 右侧	0.21	0.18	控制区
	防护门 中部	0.22	0.18	控制区
	防护门 门把手	0.21	0.18	控制区
J2-1	墙体 1 注射室	0.24	0.20	控制区
J3-1	墙体 2 患者通道	0.22	0.18	控制区
J4-1	墙体 3 抢救室	0.19	0.16	控制区
J5-1	墙体 4 放射性废物暂存间	0.36	0.30	控制区
J6-1	机房楼上 通道	0.19	0.16	监督区
J7-1	机房楼下 医用布巾地巾洗消间	0.21	0.18	监督区

患者通道

放射性废物暂存间

★表示源的位置

图 12 更衣室工作场所检测布点示意图

表 13 更衣室工作场所检测结果

场所代码	J-2
场所名称	更衣室

检测条件		约 9.3×10^8 Bq 的 ^{99m}Tc 裸源位于房间中间			
检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
J1-2	防护门	上侧	0.19	0.16	控制区
	防护门	下侧	0.20	0.17	控制区
	防护门	左侧	0.21	0.18	控制区
	防护门	右侧	0.21	0.18	控制区
	防护门	中部	0.21	0.18	控制区
	防护门	门把手	0.20	0.17	控制区
J2-2	墙体 1	注射室	0.22	0.18	控制区
J3-2	墙体 2	患者通道	0.21	0.18	控制区
J4-2	墙体 3	抢救室	0.19	0.16	控制区
J5-2	墙体 4	放射性废物暂存间	0.31	0.26	控制区
J6-2	机房楼上	通道	0.20	0.17	监督区
J7-2	机房楼下	医用布巾地巾洗消间	0.20	0.17	监督区
患者通道					
放射性废物暂存间					
★表示源的位置					
图 13 更衣室工作场所检测布点示意图					

表 14 更衣室工作场所检测结果

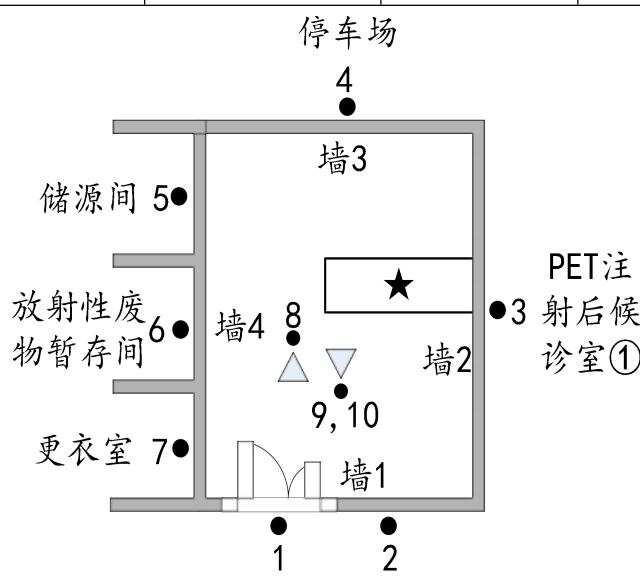
场所代码	J-3			
场所名称	更衣室			
检测条件	约 9.9×10^7 Bq 的 ^{131}I 裸源位于房间中间			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区

J1-3	防护门	上侧	0.18	0.15	控制区
	防护门	下侧	0.19	0.16	控制区
	防护门	左侧	0.19	0.16	控制区
	防护门	右侧	0.19	0.16	控制区
	防护门	中部	0.20	0.17	控制区
	防护门	门把手	0.19	0.16	控制区
J2-3	墙体 1	注射室	0.23	0.19	控制区
J3-3	墙体 2	患者通道	0.20	0.17	控制区
J4-3	墙体 3	抢救室	0.18	0.15	控制区
J5-3	墙体 4	放射性废物 暂存间	0.32	0.27	控制区
J6-3	机房楼上	通道	0.20	0.17	监督区
J7-3	机房楼下	医用布巾地巾 洗消间	0.20	0.17	监督区
<p style="text-align: center;">患者通道</p> <p style="text-align: right;">★表示源的位置</p> <p style="text-align: center;">★</p> <p style="text-align: center;">放射性废物暂存间</p> <p style="text-align: center;">图 14 更衣室工作场所检测布点示意图</p>					

表 15 抢救室工作场所检测结果

场所代码	K-1				
场所名称	抢救室				
检测条件	约 $4.7 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 ^{18}F 裸源位于床上				
检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	场所分区
K1-1	防护门	上侧	0.69	0.58	控制区
	防护门	下侧	0.54	0.45	控制区

	防护门	左侧	0.72	0.60	控制区
	防护门	右侧	0.31	0.26	控制区
	防护门	中部	0.55	0.46	控制区
	防护门	门把手	0.54	0.45	控制区
K2-1	墙体 1	患者通道	0.20	0.17	控制区
K3-1	墙体 2	PET 注射后候诊室①	0.21	0.18	控制区
K4-1	墙体 3	停车场	0.20	0.17	监督区
K5-1	墙体 4	储源间	0.63	0.52	控制区
K6-1	墙体 4	放射性废物暂存间	0.35	0.29	控制区
K7-1	墙体 4	更衣室	0.20	0.17	控制区
K8-1	机房楼上	通道	0.20	0.17	监督区
K9-1	机房楼下	通道	0.21	0.18	监督区
K10-1	机房楼下	医用布巾地巾洗消间	0.21	0.18	监督区



★表示源的位置

图 15 抢救室工作场所检测布点示意图

表 16 抢救室工作场所检测结果

场所代码	K-2
场所名称	抢救室

检测条件	约 9.3×10^8 Bq 的 ^{99m}Tc 裸源位于床上				
检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
K1-2	防护门	上侧	0.19	0.16	控制区
	防护门	下侧	0.23	0.19	控制区
	防护门	左侧	0.19	0.16	控制区
	防护门	右侧	0.20	0.17	控制区
	防护门	中部	0.20	0.17	控制区
	防护门	门把手	0.19	0.16	控制区
K2-2	墙体 1	患者通道	0.20	0.17	控制区
K3-2	墙体 2	PET 注射后候诊室①	0.19	0.16	控制区
K4-2	墙体 3	停车场	0.19	0.16	监督区
K5-2	墙体 4	储源间	0.26	0.22	控制区
K6-2	墙体 4	放射性废物暂存间	0.30	0.25	控制区
K7-2	墙体 4	更衣室	0.19	0.16	控制区
K8-2	机房楼上	通道	0.20	0.17	监督区
K9-2	机房楼下	通道	0.20	0.17	监督区
K10-2	机房楼下	医用布巾地巾洗消间	0.21	0.18	监督区

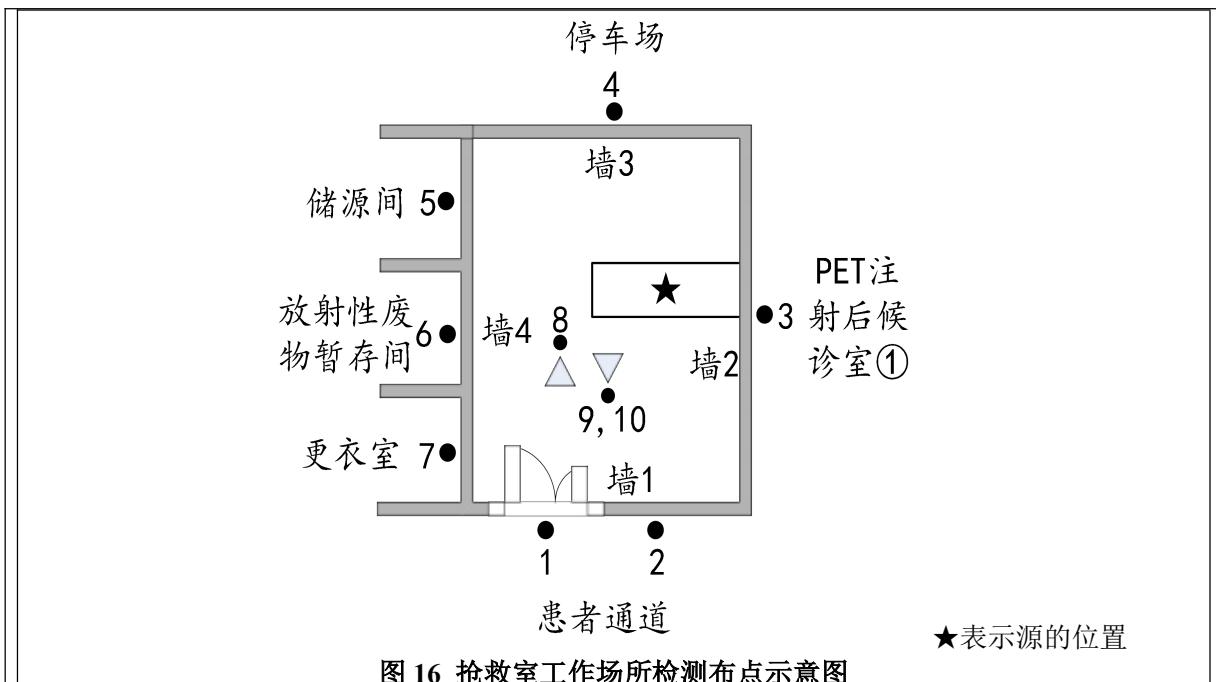


表 17 抢救室工作场所检测结果

场所代码	K-3			
场所名称	抢救室			
检测条件	约 $9.9 \times 10^7 \text{Bq}$ 的 ^{131}I 裸源位于床上			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	场所分区
K1-3	防护门 上侧	0.18	0.15	控制区
	防护门 下侧	0.19	0.16	控制区
	防护门 左侧	0.20	0.17	控制区
	防护门 右侧	0.20	0.17	控制区
	防护门 中部	0.21	0.18	控制区
	防护门 门把手	0.20	0.17	控制区
K2-3	墙体 1 患者通道	0.19	0.16	控制区
K3-3	墙体 2 PET 注射后候诊室①	0.21	0.18	控制区
K4-3	墙体 3 停车场	0.22	0.18	监督区
K5-3	墙体 4 储源间	0.26	0.22	控制区
K6-3	墙体 4 放射性废物暂存间	0.30	0.25	控制区

K7-3	墙体 4	更衣室	0.19	0.16	控制区
K8-3	机房楼上	通道	0.20	0.17	监督区
K9-3	机房楼下	通道	0.20	0.17	监督区
K10-3	机房楼下	医用布巾地巾 洗消间	0.21	0.18	监督区

停车场

★表示源的位置

图 17 抢救室工作场所检测布点示意图

表 18 PET 注射后候诊室①工作场所检测结果

场所代码	L				
场所名称	PET 注射后候诊室①				
检测条件	约两个 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 ^{18}F 裸源置于床上				
检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
L1	防护门	上侧	0.55	0.46	控制区
	防护门	下侧	0.45	0.38	控制区
	防护门	左侧	0.83	0.69	控制区
	防护门	右侧	0.23	0.19	控制区
	防护门	中部	0.60	0.50	控制区
	防护门	门把手	0.60	0.50	控制区
L2	墙体 1	患者通道	0.19	0.16	控制区

L3	墙体 2	PET 注射后候诊室②	0.30	0.25	控制区
L4	墙体 3	停车场	0.20	0.17	监督区
L5	墙体 4	抢救室	0.19	0.16	控制区
L6	机房楼上	通道	0.20	0.17	监督区
L7	机房楼下	通道	0.21	0.18	监督区
L8	机房楼下	临床生物样品库	0.21	0.18	监督区

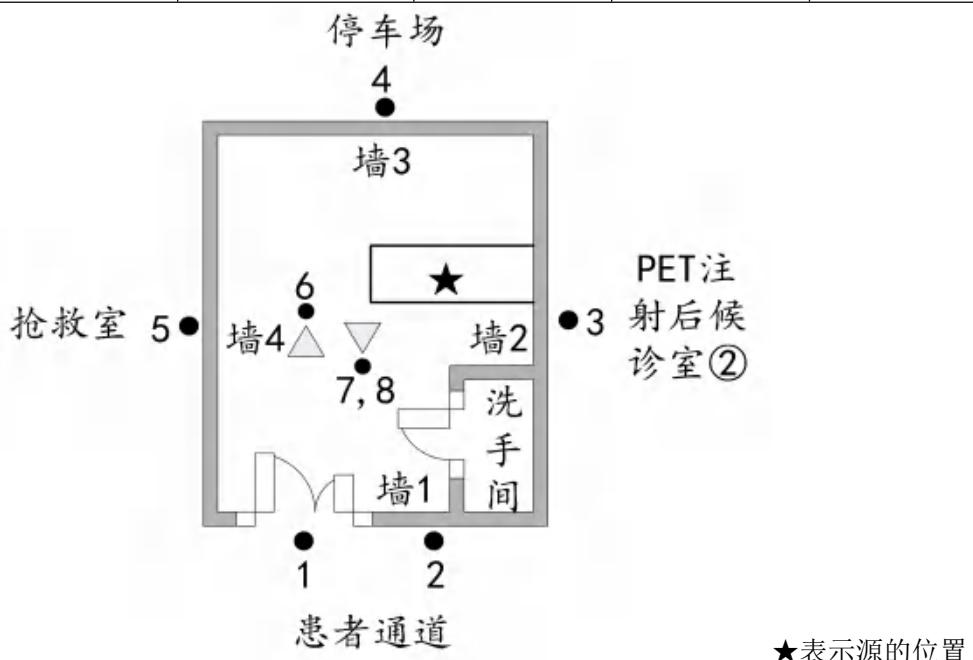


图 18 PET 注射后候诊室①工作场所检测布点示意图

表 19 PET 注射后候诊室②工作场所检测结果

场所代码	M			
场所名称	PET 注射后候诊室②			
检测条件	约两个 3.7×10^8 Bq 的 ^{18}F 裸源分别置于两张床上			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
M1	防护门	上侧	0.50	0.42
	防护门	下侧	0.53	0.44
	防护门	左侧	0.23	0.19
	防护门	右侧	0.54	0.45

	防护门	中部	0.50	0.42	控制区
	防护门	门把手	0.50	0.42	控制区
M2	墙体 1	患者通道	0.19	0.16	控制区
M3	墙体 2	PET 注射后候诊室③	0.19	0.16	控制区
M4	墙体 3	停车场	0.20	0.17	监督区
M5	墙体 4	PET 注射后候诊室①	0.20	0.17	控制区
M6	机房楼上	通道	0.20	0.17	监督区
M7	机房楼下	通道	0.19	0.16	监督区
M8	机房楼下	临床生物样品库	0.21	0.18	监督区

停车场

★表示源的位置

图 19 PET 注射后候诊室②工作场所检测布点示意图

表 20 PET 注射后候诊室③工作场所检测结果

场所代码	N			
场所名称	PET 注射后候诊室③			
检测条件	约两个 $3.7 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 ^{18}F 裸源分别置于两张床上			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	场所分区
N1	防护门 上侧	0.21	0.18	控制区
	防护门 下侧	0.25	0.21	控制区
	防护门 左侧	0.23	0.19	控制区

	防护门	右侧	0.24	0.20	控制区
	防护门	中部	0.23	0.19	控制区
	防护门	门把手	0.22	0.18	控制区
N2	墙体 1	患者通道	0.19	0.16	控制区
N3	墙体 2	SPECT 注射后候诊室	0.19	0.16	控制区
N4	墙体 3	停车场	0.20	0.17	监督区
N5	墙体 4	PET 注射后候诊室②	0.20	0.17	控制区
N6	机房楼上	通道	0.20	0.17	监督区
N7	机房楼下	通道	0.21	0.18	监督区
N8	机房楼下	临床生物样品库	0.21	0.18	监督区

停车场

★表示源的位置

图 20 PET 注射后候诊室③工作场所检测布点示意图

表 21 SPECT 注射后候诊室工作场所检测结果

场所代码	O				
场所名称	SPECT 注射后候诊室				
检测条件	约 10 个 9.3×10^8 Bq 的 ^{99m}Tc 裸源分别置于 9 个座椅及一张床上，3 个 9.3×10^8 Bq 的 ^{99m}Tc 裸源置于房间中间，一个 3.7×10^8 Bq 的 ^{131}I 裸源置于床上				
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区	检测点编号
O1	防护门	上侧	0.18	0.15	控制区
	防护门	下侧	0.21	0.18	控制区

	防护门	左侧	0.19	0.16	控制区
	防护门	右侧	0.20	0.17	控制区
	防护门	中部	0.21	0.18	控制区
	防护门	门把手	0.20	0.17	控制区
O2	墙体 1	患者通道	0.21	0.18	控制区
O3	墙体 2	PET 注射后 候诊室③	0.19	0.16	控制区
O4	墙体 2	卫生间	0.19	0.16	控制区
O5	墙体 3	停车场	0.18	0.15	监督区
O6	墙体 4	停车场	0.19	0.16	监督区
O7	机房楼上	通道	0.18	0.15	监督区
O8	机房楼下	临床生物样品库	0.21	0.18	监督区
O9	墙体 1	消火栓	0.20	0.17	控制区

停车场

★表示源的位置

图 21 SPECT 注射后候诊室工作场所检测布点示意图

表 22 PET 核医学影像检查室工作场所检测结果

场所代码	P
场所名称	PET 核医学影像检查室
检测条件	约 $4.7 \times 10^8 \text{Bq}$ 的 ^{18}F 裸源位于诊断床上, 曝光参数为 140kV, 200mA, 15.64s, 散射模体为 CT 体模, 准直宽度为 10mm

检测点编号	检测点位置		周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
P1	工作人员操作位		0.54	0.45	监督区
P2	管线洞口		0.18	0.15	监督区
P3	观察窗	上侧	1.29	1.08	监督区
	观察窗	下侧	0.84	0.70	监督区
	观察窗	左侧	1.16	0.97	监督区
	观察窗	右侧	1.25	1.04	监督区
	观察窗	中部	1.24	1.03	监督区
P4	控制室门	上侧	0.77	0.64	监督区
	控制室门	下侧	0.32	0.27	监督区
	控制室门	左侧	0.63	0.52	监督区
	控制室门	右侧	0.57	0.48	监督区
	控制室门	中部	0.98	0.82	监督区
	控制室门	门把手	0.57	0.48	监督区
P5	墙体 1	控制走廊	0.27	0.22	监督区
P6	墙体 1	控制走廊	0.27	0.22	监督区
P7	墙体 2	SPECT 核医学 影像检查室	0.28	0.23	控制区
P8	墙体 2	SPECT 核医学 影像检查室	0.29	0.24	控制区
P9	墙体 3	患者通道	0.25	0.21	控制区
P10	墙体 3	患者通道	0.25	0.21	控制区
P11	墙体 4	设备间	0.26	0.22	监督区
P12	墙体 4	设备间	0.27	0.22	监督区
P13	机房楼上	诊室 7	0.27	0.22	监督区
P14	机房楼上	诊室 8	0.27	0.22	监督区
P15	机房楼下	污衣区	0.26	0.22	监督区

P16	机房楼下	污衣区	0.26	0.22	监督区
P17	机房大门	上侧	0.27	0.22	控制区
	机房大门	下侧	0.28	0.23	控制区
	机房大门	左侧	0.26	0.22	控制区
	机房大门	右侧	0.26	0.22	控制区
	机房大门	中部	0.25	0.21	控制区
<p style="text-align: center;">患者通道</p> <p style="text-align: right;">★表示源的位置</p>					
图 22 PET 核医学影像检查室工作场所检测布点示意图					

表 23 SPECT 核医学影像检查室工作场所检测结果

场所代码	Q-1			
场所名称	SPECT 核医学影像检查室			
检测条件	约 9.3×10^8 Bq 的 ^{99m}Tc 裸源位于诊断床上, 曝光参数为 140kV, 200mA, 7.41s, 散射模体为 CT 体模, 准直宽度为 10mm			
检测点编号	检测点位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	空气吸收剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	场所分区
Q1-1	工作人员操作位	0.31	0.26	监督区
Q2-1	管线洞口	0.26	0.22	监督区
Q3-1	观察窗 上侧	0.28	0.23	监督区
	观察窗 下侧	0.29	0.24	监督区
	观察窗 左侧	0.28	0.23	监督区
	观察窗 右侧	0.30	0.25	监督区

	观察窗	中部	0.31	0.26	监督区
Q4-1	控制室门	上侧	0.49	0.41	监督区
	控制室门	下侧	0.29	0.24	监督区
	控制室门	左侧	0.29	0.24	监督区
	控制室门	右侧	0.29	0.24	监督区
	控制室门	中部	0.30	0.25	监督区
	控制室门	门把手	0.28	0.23	监督区
Q5-1	机房大门	上侧	0.26	0.22	控制区
	机房大门	下侧	0.26	0.22	控制区
	机房大门	左侧	0.28	0.23	控制区
	机房大门	右侧	0.27	0.22	控制区
	机房大门	中部	0.30	0.25	控制区
Q6-1	墙体 1	控制走廊	0.26	0.22	控制区
Q7-1	墙体 2	楼梯间	0.28	0.23	监督区
Q8-1	墙体 2	污洗间/污物间	0.30	0.25	控制区
Q9-1	墙体 3	患者通道	0.26	0.22	控制区
Q10-1	墙体 4	PET 核医学影像 检查室	0.30	0.25	控制区
Q11-1	机房楼上	通道	0.30	0.25	监督区
Q12-1	机房楼上	诊室	0.27	0.22	监督区
Q13-1	机房楼下	通道	0.29	0.24	监督区
Q14-1	机房楼下	污衣区	0.29	0.24	监督区