

浙江省肿瘤医院射线装置扩建项目
(阶段性验收) 竣工环境保护验收
监测报告表

浙亿检(2023年)验字第005号

(公示版)

建设单位: 浙江省肿瘤医院

编制单位: 卫康环保科技(浙江)有限公司

编制日期: 二〇二四年七月·杭州

目录

表一 项目基本情况	1
表二 项目建设情况	20
2.1 项目建设内容	20
2.2 源项情况	39
2.3 工程设备与工艺分析	39
表三 辐射安全与防护设施/措施	52
3.1 工作场所布局和分区管理	52
3.2 屏蔽防护设施	55
3.3 辐射安全与防护措施	57
3.4 辐射安全管理措施	60
3.5 污染物的排放及处理	62
表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	67
4.1 环境影响评价制度执行情况	67
4.2 审批部门的审批决定	77
4.3 环评批复文件落实情况	82
表五 验收监测质量保证和质量控制	85
5.1 监测单位	85
5.2 监测项目	85
5.3 监测方法及技术规范	85
5.5 监测人员资格	85
5.6 监测分析过程中的质量保证和质量控制	85
表六 验收监测内容	87
6.1 监测因子及频次	87
6.2 监测布点	87
6.3 监测仪器	91
表七 验收监测	92
7.1 验收监测期间生产工况	92

7.2 验收监测结果	92
表 8 验收监测结论	107
8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况	107
8.2 污染物排放监测结果	107
8.3 工程建设对环境的影响	107
8.4 辐射安全防护、环境保护管理	107
8.5 后续要求	108

表一 项目基本情况

建设项目名称	浙江省肿瘤医院射线装置扩建项目（阶段性验收）		
建设单位名称	浙江省肿瘤医院		
建设项目性质	改扩建		
建设地址	浙江省杭州市拱墅区半山东路1号		
源项	放射源	/	
	非密封放射性物质	/	
	射线装置	使用 II 类、III 类射线装置（1 台模拟定位机、1 台 ERCP、1 台射波刀（内置 1 台 X-ray）、1 台 DSA、1 台 DSA-CT）	
建设项目环评 批复时间	杭环辐评批[2009]0105 号： 2009 年 7 月 28 日	取得辐射安全许可证时间	2023 年 1 月 11 日
	浙环辐[2017]6 号： 2017 年 6 月 09 日		
	杭环辐评批[2020]28 号： 2020 年 11 月 19 日		
	杭环辐评批[2022]11 号： 2022 年 5 月 19 日		
开工建设时间	1 台模拟定位机：2009 年 12 月 11 日； 1 台 ERCP：2017 年 12 月 21 日； 1 台射波刀及内置 1 台 Xray：2021 年 4 月 15 日； 1 台 DSA：2022 年 7 月 10 日； 1 台 DSA-CT：2022 年 7 月 10 日；		
项目投入运行 时间	1 台模拟定位机：2023 年 8 月 21 日； 1 台 ERCP：2023 年 8 月 26 日； 1 台射波刀及内置 1 台 Xray：2023 年 7 月 18 日； 1 台 DSA：2023 年 8 月 10 日； 1 台 DSA-CT：2023 年 8 月 15 日；		
验收现场监测 时间	2023 年 9 月 15 日		
辐射安全与防 护设施投入运 行时间	1 台模拟定位机：2023 年 8 月 21 日； 1 台 ERCP：2023 年 8 月 26 日； 1 台射波刀及内置 1 台 Xray：2023 年 7 月 18 日； 1 台 DSA：2023 年 8 月 10 日； 1 台 DSA-CT：2023 年 8 月 15 日；		

续表一 项目基本情况

环评报告表 审批部门	杭环辐评批[2009]0105号： 原杭州市环境保护局		环评报告表 编制单位	国家环境保护总局辐射 环境监测技术中心	
	浙环辐[2017]6号： 原浙江省环境保护厅			浙江问鼎环境工程有限 公司	
	杭环辐评批[2020]28号： 杭州市生态环境局			杭州卫康环保科技有限 公司	
	杭环辐评批[2022]11号： 杭州市生态环境局			杭州卫康环保科技有限 公司	
辐射安全与 防护设施设 计单位	浙江省现代建筑设计研究院 有限公司、宁波恒盾医用工 程有限公司		辐射安全与 防护设施施 工单位	杭州建工集团有限公 司、宁波恒盾医用工程 有限公司	
投资总概算 (万元)	2500	辐射安全与防护 设施投资总概算 (万元)	100	比例	4%
实际总投资 (万元)	2380	辐射安全与防护 设施投资实际总 概算(万元)	230	比例	9.66%
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，自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253号，1998年11月29日；2017年7月16日国务院第682号令修改；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12月1日起实施；2014年7月29日国务院令第653号第一次修订；2019年3月2日国务院令第709号第二次修订；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021修订）》，生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行；</p>				

续表一 项目基本情况

<p>验收依据</p>	<p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(7) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日；</p> <p>(8) 《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日；</p> <p>(9) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评[2017]4 号，原国家环境保护部，2017 年 11 月 20 日；</p> <p>(10) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》，生态环境部公告 2018 年第 9 号，2018 年 5 月 15 日；</p> <p>(11) 《关于发布射线装置分类办法的公告》（原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>(12) 《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》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 日施行；</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》，HJ1326-2023；</p> <p>(2) 《辐射环境监测技术规范》，HJ61-2021；</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》，HJ1157-2021；</p> <p>(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，GB 18871-2002；</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》，GBZ 130-2020；</p> <p>(6) 《放射治疗辐射安全与防护要求》，HJ1198-2021；</p> <p>(7) 《放射治疗放射防护要求》，GBZ121-2020；</p> <p>3、建设项目环境影响报告表及其审批部门的审批决定：</p> <p>(1) 《浙江省肿瘤医院加速器机房及模拟机房等配套项目（扩建）环境影响报告表》，国家环境保护总局辐射环境监测技术中心，2009 年 6 月；</p> <p>(2) 浙江省肿瘤医院加速器机房及模拟机房等配套项目（扩建）环境</p>
-------------	--

续表一 项目基本情况

验收依据	<p>影响报告表审查意见，杭环辐评批[2009]0105号，原杭州市环境保护局，2009年7月28日；</p> <p>(3) 《浙江省肿瘤医院¹³¹I核素治疗和射线装置应用项目（迁扩建）环境影响报告表》，浙江问鼎环境工程有限公司，2017年5月；</p> <p>(4) 浙江省肿瘤医院¹³¹I核素治疗和射线装置应用项目（迁扩建）环境影响报告表审查意见，浙环辐[2017]6号，原浙江省环境保护厅，2017年6月09日；</p> <p>(5) 《浙江省肿瘤医院新建一台射波刀项目环境影响报告表》，杭州卫康环保科技有限公司，2020年10月；</p> <p>(6) 浙江省肿瘤医院新建一台射波刀项目环境影响报告表审查意见，杭环辐评批[2020]28号，杭州市生态环境局，2020年11月19日；</p> <p>(7) 《浙江省肿瘤医院核医学科、介入科与直线加速器改扩建项目环境影响报告表》，杭州卫康环保科技有限公司，2022年4月；</p> <p>(8) 浙江省肿瘤医院核医学科、介入科与直线加速器改扩建项目环境影响报告表审查意见，杭环辐评批[2022]11号，杭州市生态环境局，2022年5月19日；</p> <p>4、其他相关文件</p> <p>(1) 浙江省肿瘤医院放射性医用设备基本项目竣工环境保护验收意见，浙环辐验[2009]61号，2009年1月22日；</p> <p>(2) 浙江省肿瘤医院加速器机房、模拟定位机和医用X光机建设项目（扩建）竣工环境保护验收意见，杭环辐验[2015]1号，2015年1月8日；</p> <p>(3) 关于浙江省肿瘤医院医用放射性同位素应用项目环境保护设施竣工验收意见的函，浙环辐验[2015]7号，2015年1月15日；</p> <p>(4) 关于浙江省肿瘤医院¹²⁵I粒子植入及射线装置应用项目（扩建）环境保护设施竣工验收意见的函，浙环辐验[2016]36号，2016年9月2日；</p>
------	--

续表一 项目基本情况

验收依据	<p>(5) 关于模拟定位机等医用射线装置应用项目（扩建）环境保护设施竣工验收审批意见，杭环拱辐验[2016]1号，2016年11月1日；</p> <p>(6) 关于浙江省肿瘤医院医用放射性同位素及射线装置应用项目（扩建）竣工环境保护自主验收意见，浙江省肿瘤医院，2018年4月2日；</p> <p>(7) 关于浙江省肿瘤医院扩建使用 III 类放射源（^{192}Ir 后装机）及射线装置应用项目竣工环境保护自主验收意见，浙江省肿瘤医院，2021年1月6日；</p> <p>(8) 验收委托书；</p> <p>(9) 辐射安全许可证；</p> <p>(10) 辐射安全管理机构文件及各项辐射安全管理规章制度；</p> <p>(11) 辐射防护与安全知识培训证书；</p> <p>(12) 个人剂量检测报告；</p> <p>(13) 职业健康体检报告；</p> <p>(14) 本项目检测报告及资质。</p>
验收执行标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中的源的安全。</p> <p>4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制</p> <p>4.3.2.1 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 B）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 剂量限值</p>

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<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>B1.2 公众照射</p> <p>B1.2.1 剂量限值</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不应超过下述限值:</p> <p>a) 年有效剂量, 1mSv;</p> <p>6.4.1 控制区</p> <p>6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区, 以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散, 并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。</p> <p>6.4.2 监督区</p> <p>6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区: 这种区域未被定为控制区, 在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施, 但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。</p> <p>数量。</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)</p> <p>本标准规定了放射诊断的防护要求, 包括 X 射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及其相关防护检测要求。</p> <p>本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。</p> <p>5 X 射线设备防护性能的技术要求</p> <p>5.3 摄影用 X 射线设备防护性能的专用要求</p> <p>5.3.1 200mA 及以上的摄影用 X 射线设备应有可安装附加滤过板的装置, 并配备不同规格的附加滤过板。</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>5.3.2 X 射线设备应有能调节有用线束照射野的限束装置，并提供可标示照射野的灯光野指示装置。</p> <p>5.4 CT 设备防护性能的专用要求</p> <p>5.4.1 在扫描程序开始之前，应指明某一扫描程序期间所使用的 CT 运行调节。</p> <p>5.4.2 对于任何一种 CT 扫描程序，都应在操作者控制台上显示剂量信息。</p> <p>5.4.3 应设置急停按钮，以便在 CT 扫描过程中发生意外时可以及时停止出束。</p> <p>5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求</p> <p>5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。</p> <p>5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。</p> <p>5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。</p> <p>5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。</p> <p>6 X 射线设备机房防护设施的技术要求</p> <p>6.1 X 射线设备机房布局</p> <p>6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。</p> <p>6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设备应充分考虑邻室（含楼下和楼上）及周围场所的人员防护与安全。</p> <p>6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。</p> <p>6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行 标准	线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。	
	表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求	
	设备类型	机房内最小有效使用面积, m ²
	CT 机(不含头颅移动 CT)	30
	单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20
	^b 单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。 ^d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。 ^e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。	
	6.2 X 射线设备机房屏蔽	
	6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。	
	表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求	
	机房类型	有用线束方向铅当量, mmPb
标称 125kV 以上的摄影机房	3.0	
标称 125kV 以下的摄影机房	2.0	
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	
CT 机房（不含头颅移动 CT） CT 模拟定位机房	2.5	
模拟定位机房	1.0	
6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。		
6.2.4 距 X 射线设备表面 100cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 时且 X 射线设备表面与机房墙体距离不小于 100cm 时，机房可不作专门屏蔽防护。		
6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平		
6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：		
a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；		
b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄		

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$;</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 $25\mu\text{Sv/h}$，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>6.4 X 射线设备工作场所防护</p> <p>6.4.1 机房应设有观察窗或摄影监控装置，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。</p> <p>6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</p> <p>6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p> <p>6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>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。</p> <p>6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。</p> <p>6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。</p> <p>6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。</p> <p>6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。</p> <p>6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求</p> <p>6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。</p> <p>6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.25mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不</p>
--------	--

续表一 项目基本情况

验收执行标准	小于 2mmPb。				
	6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。				
	6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。				
	表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求				
	放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
	CT 体层扫描（隔室）	--	--	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	--
	介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	--
	注 1：“—”表示不做要求。				
	注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				
a 工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。					
7 X 射线设备操作的防护安全要求					
7.3 摄影检查用 X 射线设备操作的防护安全要求					
7.3.1 应根据使用的不同 X 射线管电压更换附加滤过板。					
7.3.2 应严格按所需的投照部位调节照射野，使有用线束限制在临床实际需要的范围内并与成像器件相匹配。					
7.4 CT 设备操作的防护安全要求					
7.4.1 CT 工作人员应根据临床的实际需要，正确选取并优化设备工作参数，在满足诊断需要的同时，尽可能减少受检者受照剂量。					
7.4.2 对儿童进行 CT 检查时，应正确选取扫描参数，以减少受照剂量，使儿童的 CT 应用达到最优化。					

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>7.4.3 CT 工作人员应定期检查操作系统上所显示的剂量信息（如 DLP、$CTDI_w$ 或 CTD_{vol}），发现异常时应找出原因并加以纠正。</p> <p>7.6 乳腺摄影 X 射线设备操作的防护安全要求</p> <p>7.6.1 应做好乳腺摄影受检者甲状腺部位的防护。</p> <p>7.6.2 根据乳房类型和压迫厚度选择合适靶/滤过材料组合，宜使用摄影设备的自动曝光控制功能，获得稳定采集效果，达到防护最优化要求。</p> <p>(6) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）</p> <p>4、一般要求</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> <p>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 $5mSv/a$。</p> <p>b) 公众照射的剂量约束值不超过 $0.1mSv/a$。</p> <p>5、选址、布局与分区要求</p> <p>5.1 选址与布局</p> <p>5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。</p> <p>5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、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。</p> <p>5.1.3 术中放射治疗手术室应采取适当的辐射防护措施，并尽量设在医院手术区的最内侧，与相关工作用房（如控制室或专用于术中放射治疗设备调试、维修的房间）形成一个相对独立区域；手术治疗室应确定为临时控制区。</p> <p>5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>6 放射治疗场所辐射安全与防护要求</p> <p>6.1 屏蔽要求</p> <p>6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。</p> <p>6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。使用中子源放射治疗设备、质子/重离子加速器或大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。</p> <p>6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。</p> <p>6.1.4 剂量控制应符合以下要求：</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 处和在该中控制台应与治疗设备分离，实行隔室操作，控制台可设在控制室或走廊内。</p> <p>5.2 分区原则</p> <p>5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时，术中放射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（可依照附录 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$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$):</p> <p>机房外辐射工作人员：$\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$；</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<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$\dot{H}_{c,\text{max}}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$):</p> <p>人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所：$\dot{H}_{c,\text{max}} \leq 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$;</p> <p>人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所：$\dot{H}_{c,\text{max}} \leq 10 \mu\text{Sv}/\text{h}$。</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>6.2 安全防护设施和措施要求</p> <p>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：</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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连锁措施：</p> <p>a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门—机/源连锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>设有断电自动回源措施；</p> <p>b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；</p> <p>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；</p> <p>c) 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；</p> <p>d) 质子/重离子治疗装置安全联锁系统还应包括清场巡检系统、门钥匙开关（身份识别系统）。质子/重离子治疗室、加速器大厅和束流运输通道应建立分区清场巡检和束流控制的逻辑关系，清场巡检系统应考虑清场巡检的最长响应时间和分区调试情况的联锁设置。日常清场巡检时，如超出设定的清场巡检响应时间，需重新进行清场巡检；</p> <p>e) 质子/重离子治疗装置应考虑建立调试、检修、运行维护人员的人身安全联锁系统，将调试、检修、运行维护人员的受照剂量与进入控制区的权限实施联锁管控；</p> <p>f) 安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。</p> <p>6.2.4 后装治疗室内应配备合适的应急贮源容器和长柄镊子等应急工具。</p> <p>7 操作的辐射安全与防护要求</p> <p>7.1 医疗机构应对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。</p> <p>7.2 治疗期间，应有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；加速器试用、调试、检修期间，控制室须有工作人员值守。</p> <p>7.3 任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员须在确</p>
--------	--

续表一 项目基本情况

<p>验收执行标准</p>	<p>认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下方可进入放射治疗室，进入含放射源或质子/重离子装置的治疗室前须携带个人剂量报警仪。</p> <p>7.4 应加强放射源倒装活动的辐射安全管理，倒装工作应由有相应能力且通过辐射安全考核的专业人员进行；应制定放射源倒装活动方案，对辐射监测与报警仪器的有效性、操作场所分区隔离设置、倒源屏蔽体搭建进行确认；倒装放射源时应对倒装热室周围和含源设备表面进行辐射监测，关注倒源屏蔽体的辐射防护效果和含源设备的表面污染情况，做好安装和更换的放射源清点并记录；倒源结束后对含放射源的放射治疗设备、场所与周围环境进行辐射监测。</p> <p>8 放射性废物管理要求</p> <p>8.2 固体废物管理要求</p> <p>8.2.1 废旧放射源管理要求</p> <p>废旧放射源应按法律法规要求返回放射源生产厂家或原出口方。确定无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交有相应资质的单位收贮，并承担相关费用。</p> <p>8.2.2 其他固体废物管理要求</p> <p>8.2.2.1 质子/重离子加速器、直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固体废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。</p> <p>8.2.2.3 建立放射性固体废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固体废物处置，并做好存档记录。</p> <p>9 辐射监测要求</p> <p>9.2 放射治疗工作场所监测</p>
----------------------	---

续表一 项目基本情况

<p>验收监测 评价标 准、标号、 级别、限 值</p>	<p>9.2.1 应根据使用放射治疗设备种类、能量和使用方式配备相应的辐射监测设备,对辐射工作场所的辐射水平(X-γ辐射周围剂量当量率、中子辐射周围剂量当量率等)进行监测。</p> <p>9.2.2 应对放射治疗工作场所机房四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚、操作位、观察窗、防护门,以及其他关注处点开展 X-γ辐射周围剂量当量率监测;中子源治疗装置、质子/重离子加速器治疗装置、大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备还应对前述位置开展中子剂量当量率监测。</p> <p>9.2.3 放射治疗设备安装调试阶段,应在最大工况下,由辐射工作人员进行全面的辐射监测,评估辐射安全状况,确保辐射水平达标。</p> <p>9.2.4 含放射源的放射治疗设备进行放射源倒装时应根据倒装源实施方案开展外照射剂量率监测。</p> <p>(7) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)</p> <p>6、工作场所放射防护要求</p> <p>6.1 布局要求</p> <p>6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端;放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造,并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。</p> <p>6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区;其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施,但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。</p> <p>6.1.3 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求,其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。</p> <p>6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置,治疗设备辅助机械、电器、水冷设备,凡是可以与治疗设备分离的,尽可能设置于治疗机房外。</p> <p>6.1.5 应合理设置有用线束的朝向,直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室,尽可能避开被有用线束直接</p>
--	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>照射。</p> <p>6.1.6 X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路；γ刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。</p> <p>6.2 空间、通风要求</p> <p>6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。</p> <p>6.2.2 放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于4次/h。</p> <p>6.3 屏蔽要求</p> <p>6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平</p> <p>6.3.1.1 治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外30cm处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述a）、b）和c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平\dot{H}_c：</p> <p>a）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，由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平\dot{H}_c，见式（1）：</p> $\dot{H}_c \leq H_e / (t \times U \times T) \dots\dots\dots \text{式（1）}$ <p>式中：</p> <p>\dot{H}_c：周围剂量当量率参考控制水平，单位为$\mu\text{Sv/h}$；</p> <p>H_e：周剂量参考控制水平，单位为$\mu\text{Sv/周}$，其值按如下方式取值：放射治疗机房外控制区的工作人员：$\leq 100\mu\text{Sv/周}$；放射治疗机房外非控制区的工作人员：$\leq 5\mu\text{Sv/周}$；</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>t: 设备周最大累积照射的小时数, 单位为 h/周;</p> <p>U: 治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子;</p> <p>T: 人员在关注点位置的居留因子, 取值方法参见附录 A。</p> <p>b) 按照关注点人员居留因子 (T) 的不同, 分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$:</p> <p>1) 人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$;</p> <p>2) 人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$;</p> <p>c) 由上述 a) 中的导出周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c 和 b) 中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$, 选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c。</p> <p>6.4 安全装置和警示标志要求</p> <p>6.4.1 监测报警装置</p> <p>含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置, 应确保其报警功能正常。</p> <p>6.4.2 联锁装置放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设防挤压功能。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。</p> <p>6.4.3 标志</p> <p>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:</p> <p>a) 放射治疗工作场所的入口处, 设有电离辐射警告标志;</p> <p>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。</p> <p>6.4.4 急停开关</p> <p>6.4.4.1 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</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>内旁侧和控制台等处设置。</p> <p>6.4.4.2 放射源后装近距离治疗工作场所，应在控制台、后装机设备表面人员易触及位置以及治疗机房内墙面各设置一个急停开关。</p> <p>6.4.5 应急储存设施</p> <p>6.4.5.1 γ 源后装治疗设施应配备应急储源器。</p> <p>6.4.6 视频监控、对讲交流系统</p> <p>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。</p> <p>7 放射治疗操作中的放射防护要求</p> <p>7.2 后装放射治疗操作中，当自动回源装置功能失效时，应有手动回源的应急处理措施。</p> <p>7.3 操作人员应遵守各项操作规程，认真检查安全联锁，应保障安全联锁正常运行。</p> <p>7.4 工人人员进入涉放射源的放射治疗机房时应佩戴个人剂量报警仪。</p> <p>7.5 实施治疗期间，应有两名及以上操作人员协同操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度，密切注视控制台仪器及患者状况，发现异常及时处理，操作人员不应擅自离开岗位。</p> <p>(8) 本项目管理目标</p> <p>综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《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）等评价标准，确定本项目的管理目标。</p> <p>周围剂量当量率：机房四周周围剂量当量率 $2.5\mu\text{Sv/h}$。</p> <p>剂量约束值：职业人员年有效剂量不超过 5mSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv。</p>
--------	--

表二 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 项目概况及项目建设内容

浙江省肿瘤医院（以下简称“医院”）始建于1963年10月，是新中国成立最早的四所肿瘤医院之一，集肿瘤预防、医疗、科研、教学、康复于一体，承担着国家肿瘤防治重任，是浙江省唯一的一所集临床、科研、教学及培训为一体的三级甲等肿瘤专科医院。2019年5月，浙江省人民政府与中国科学院签署医学合作协议，医院正式挂牌“中国科学院肿瘤与基础医学研究所、中国科学院大学附属肿瘤医院、中国科学院大学杭州临床医学院”。浙江省肿瘤医院分为总院半山院区（位于杭州市拱墅区半山东路1号）及机场路院区（位于杭州市机场路30号）两个院区。

医院前期分期已建有7台直线加速器，3台TOMO、3台DSA、23台III类射线装置、1台小动物精确辐照仪、1枚 ^{192}Ir 放射源（后装治疗机内）；同时建设 ^{90}Sr - ^{90}Y 和 ^{125}I 粒子源工作场所，建设了甲癌治疗工作场所；并建设1台SPECT（配套使用 ^{131}I 等同位素），1台SPECT/CT（配套使用 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 等同位素）、1台PET-CT（配套使用 ^{18}F 等同位素），为乙级非密封工作场所，配套5枚 ^{68}Ge V类放射源用于刻度/校准。以上所有辐射活动均经环评文件审批同意，并在此基础上取得《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐[A0001]。

为了更好地为患者服务，提高医疗水平，医院在总院对1号楼二楼内镜中心、4号楼放疗中心、6号楼介入治疗科进行改扩建，改扩建内容如下：

（1）在1号楼二楼内镜中心新增1台西门子 Cios Fusion 型 ERCP 机（最大管电压为110kV、最大管电流为25mA，属于III类射线装置），位于ERCP机房；

（2）在4号楼A楼三层3号模拟定位机房新增1台Brilliance CT Big Bore 型CT定位机（最大管电压为140kV、最大管电流为500mA，属于III类射线装置）；

（3）在4号楼放疗中心B楼一层新建一间射波刀机房，并配备一台Accuray Incorporated 型射波刀（最大X射线能量6MV，属于II类射线装置）及内置1台X-ray（管电压150kV、管电流640mA，属于III类射线装置）；

（4）在6号楼5层介入手术室2内新增1台东软 NeuAngio30C 型 DSA（最大管电压为125kV、最大管电流为800mA，属于II类射线装置）；介入手术室3内新增1台 DSA-CT 射线装置（DSA 部分：型号为西门子 ArtisQceiling，最大管电压为

续表二 项目建设情况

125kV、最大管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置；CT 部分：型号为西门子 SOMATOMConfidence，最大管电压为 140kV、最大管电流为 800mA，属于 III 类射线装置）。

环评和验收阶段项目射线装置内容及规模见表 2-1；医院现有非密封放射性核素应用内容及规模见表 2-2；现有密封源应用内容及规模见表 2-3。由表 2-1~表 2-3 可知，本次验收项目内容和规模符合环评审批要求。

受浙江省肿瘤医院委托，卫康环保科技（浙江）有限公司于 2023 年 9 月开展该项目竣工环境保护验收监测工作。在现场监测、检查的基础上，编制项目竣工环境保护验收监测表。

表 2-1 环评和验收阶段射线装置项目及规模对照表

序号	环评阶段					竣工验收阶段							
	设备名称	型号	主要技术指标	位置	环评批复或备案登记情况	设备名称	型号	主要技术指标	目前位置	类别	验收情况	辐射许可证序号	备注
1	模拟定位机	GE LightSpeed RT	150kV/500mA	4号楼3层放射物理室机房（总院区）	杭环辐评批（2008）0163号	模拟定位机	GE LightSpeed RT	150kV/500mA	4号楼3层放射物理室机房（总院区）	III类	浙环辐验（2015）7号	1	/
2	模拟定位机	PHILIPS BIG Bore	150kV/500mA	4号楼3层放射物理室机房（总院区）	杭环辐评批（2009）0105号	模拟定位机	PHILIPS BIGBore	150kV/500mA	4号楼3层放射物理室机房（总院区）	III类		2	/
3	模拟定位机	Brilliance CT Big Bore	150kV/500mA	4号楼3层放射物理室机房（总院区）		模拟定位机	Brilliance CT Big Bore	140kV/500mA	4号楼3层放射物理室机房（总院区）	III类	本次验收	3	/
4	直线加速器	Halcyon	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科2号机房（总院区）	浙环建（2004）58号	直线加速器	Halcyon	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科2号机房（总院区）	II类	浙环辐验[2009]61号	4	/
5	射波刀	Accuray Incorporated	6MV X-RAY	4号楼1层放射物理科射波刀机房（总院区）	杭江环辐评批（2020）28号	射波刀	Accuray Incorporated	6MV X-RAY	4号楼1层放射物理科射波刀机房（总院区）	II类	本次验收	5	/
6	TOMO	TomoH	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科8号机房（总院区）	杭环辐评批（2009）0105号	TOMO	TomoH	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科8号机房（总院区）	II类	浙环辐验（2015）7号	6	/
7	直线加速器	Elekta Infinity	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科9号机房（总院区）	杭环辐评批（2009）0105号	直线加速器	Elekta Infinity	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科9号机房（总院区）	II类	浙环辐验（2015）7号	7	/
8	直线加速器	医科达 Synergy	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科5号机房（总院区）	杭环辐评批（2009）0105号	直线加速器	医科达 Synergy	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科5号机房（总院区）	II类	浙环辐验（2015）7号	8	/
9	直线加速器	VARIAN Trilogy	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科7号机房（总院区）	杭环辐评批（2009）0105号	直线加速器	VARIAN Trilogy	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科7号机房（总院区）	II类	浙环辐验（2015）7号	9	/
10	直线加速器	Truebeam	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科4号机房（总院区）	浙环建（2004）58号（现状环评）	直线加速器	Truebeam	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科4号机房（总院区）	II类	无需验收	10	/
11	直线加速器	VARIAN Clinac 23EX	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科6号机房（总院区）	杭环辐评批（2009）0105号	直线加速器	VARIAN Clinac 23EX	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科6号机房（总院区）	II类	浙环辐验（2015）7号	11	/
12	TOMO（11号LA）	Radixact X5 螺旋断层放射治疗系统	/	4号楼1层一层放射物理科（总院区）	杭环辐评批（2022）11号	/	/	/	/	II类	/	12	暂未购买
13	直线加速器	VARIAN Trilogy	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科1号机房（总院区）	浙环建（2004）58号（现状环评）	直线加速器	VARIAN Trilogy	10MV X-RAY	4号楼1层放射物理科1号机房（总院区）	II类	无需验收	13	/
14	TOMO	安科锐 TOMOH-0000-0003	6MV X-RAY	4号楼1层放射物理室3号机房（总院区）	浙环建（2001）152号	TOMO	安科锐 TOMOH-0000-0003	6MV X-RAY	4号楼1层放射物理室3号机房（总院区）	II类	2003年验收	14	/

续表 2-1 环评和验收阶段射线装置项目内容及规模对照表

序号	环评阶段					竣工验收阶段							
	设备名称	型号	主要技术指标	位置	环评批复或备案登记情况	设备名称	型号	主要技术指标	目前位置	类别	验收情况	辐射许可证序号	备注
15	X-ray	X-ray	150kV/500mA	4号楼1层放射物理科射波刀机房（总院区）	杭环辐评批（2020）28号	X-ray	X-ray	150kV/640mA	4号楼1层放射物理科射波刀机房（总院区）	III类	本次验收	15	/
16	小动物精确辐照仪	SARRP	250kV/13mA	4号楼2层浙江省放射肿瘤学重点实验室	浙环辐[2017]6号	小动物精确辐照仪	SARRP	250kV/13mA	4号楼2层浙江省放射肿瘤学重点实验室	III类	2018年4月2号自主验收	16	/
17	Nexaris Angio-ct 系统：DSA	西门子 ArtisQceiling;	150kV、1250mA	6号楼5层介入治疗科 DSA-CT 机房（总院区）	杭环辐（2022）11号	Nexaris Angio-ct 系统：DSA	西门子 ArtisQceiling;	125kV、1000mA	6号楼5层介入治疗科 DSA-CT 机房（总院区）	II类	本次验收	17	/
18	DSA	飞利浦 AlluraXperFD20C	125kV/1250mA	6号楼5层介入治疗科（总院区）	浙环辐（2015）23号	DSA	飞利浦 AlluraXperFD20C	125kV/1250mA	6号楼5层介入治疗科（总院区）	II类	浙环辐验（2016）36号	18	/
19	DSA	东软 NeuAngio30C	150kV、1250mA	6号楼5层介入治疗科（总院区）	杭环辐（2022）11号	DSA	东软 NeuAngio30C	125kV/800mA	6号楼5层介入治疗科（总院区）	II类	本次验收	19	/
20	DSA	GE OEC9800	150kV/800mA	6号楼4层放射物理科（总院区）	浙环建（2004）58号	DSA	GE OEC9800	150kV/800mA	6号楼4层放射物理科（总院区）	II类	浙环辐验（2009）61号	20	/
21	车载 CT	ScintCareBlue755	140kV/300mA	车载 CT 机房(浙 FQ5308)	备案登记	车载 CT	ScintCareBlue755	140kV/300mA	车载 CT 机房(浙 FQ5308)	III类	无需验收	21	/
22	CT	上海联影 uCT760	140kV/667mA	6号楼3层(总院区)	备案登记	CT	上海联影 uCT760	140kV/667mA	6号楼3层(总院区)	III类	无需验收	22	/
23	16排 CT	BrightspeedElite	150kV/500mA	6号楼3层放射科机房（总院区）	备案登记	16排 CT	BrightspeedElite	150kV/500mA	6号楼3层放射科机房（总院区）	III类	无需验收	23	/
24	螺旋 CT	西门子 Definition Flash	140kV/500mA	6号楼2层放射科机房（总院区）	备案登记	螺旋 CT	西门子 Definition Flash	140kV/500mA	6号楼2层放射科机房（总院区）	III类	无需验收	24	/
25	64排 CT	Ingenuity CT	140kV/665mA	6号楼3层放射科机房（总院区）	备案登记	64排 CT	Ingenuity CT	140kV/665mA	6号楼3层放射科机房（总院区）	III类	无需验收	25	/
26	CT机	OptimaCT680Expert	140kV/560mA	6号楼2层放射科机房（总院区）	备案登记	CT机	OptimaCT680Expert	140kV/560mA	6号楼2层放射科机房（总院区）	III类	无需验收	26	/
27	SPECT/CT	GE Discovery NM/CT 670	140kV/500mA	3号楼一层核医学科（总院区）	浙环辐（2016）24号	SPECT/CT	GE Discovery NM/CT 670	140kV/500mA	3号楼一层核医学科（总院区）	III类	2018年4月2号自主验收	27	/
28	PET-CT	GE PEC/CT 710	140kV/800mA	3号楼一层核医学科（总院区）	浙环辐（2016）24号	PET-CT	GE PEC/CT 710	140kV/800mA	3号楼一层核医学科（总院区）	III类		28	/
29	SPECT	GE Infinia Hawkeye4	140kV/10mA	3号楼一层核医学科（总院区）	浙环辐（2011）89号	SPECT	GE Infinia Hawkeye4	140kV/10mA	3号楼一层核医学科（总院区）	III类	杭环辐验（2015）7号	29	/
30	PET-CT	BiographVision	140kV/666mA	3号楼一层核医学科（总院区）	杭环辐评批（2022）11号	/	/	/	/	/	/	30	暂未购买

续表 2-1 环评和验收阶段射线装置项目及规模对照表

序号	环评阶段					竣工验收阶段							
	设备名称	型号	主要技术指标	位置	环评批复或备案登记情况	设备名称	型号	主要技术指标	目前位置	类别	验收情况	辐射许可证序号	备注
31	Nexaris Angio-ct 系统: CT	西门子 SOMATOMConfidence	150kV、 1000mA;	6号楼5层介入治疗科 DSA-CT 机房 (总院区)	杭环辐(2022) 11号	Nexaris Angio-ct 系统: CT	西门子 SOMATOMConfidence	140kV、 800mA;	Nexaris Angio-ct 系统: DSA	III类	本次验收	31	/
32	CT	西门子 Perspective	140kV/500mA	6号楼3层介入治疗科 DSA-CT 机房 (总院区)	浙环辐(2016) 24号	CT	西门子 Perspective	140kV/500mA	6号楼3层介入治 疗科 DSA-CT 机 房(总院区)	III类	浙环辐验 (2016)36号	32	/
33	CT	GE Optima CT540	150kV/800mA	机场路30号分院体检 中心	浙环辐(2016) 24号	CT	GE Optima CT540	150kV/800mA	机场路30号分院 体检中心	III类	2018年4月2 号自主验收	33	/
34	X光诊断 机	西门子 Multix Fusion	150kV/500mA	机场路30号分院体检 中心	杭环辐评批 (2007)0100 号	X光诊断机	西门子 Multix Fusion	150kV/500mA	机场路30号分院 体检中心	III类	浙环辐验 (2009)61号	34	/
35	数字乳腺 机	HOLOGIC SeleniaDimensions	40kV/400mA	机场路30号分院体检 中心	浙环辐(2011) 89号	数字乳腺机	HOLOGIC SeleniaDimensions	40kV/400mA	机场路30号分院 体检中心	III类	2018年4月2 号自主验收	35	/
36	X光机 (DR)	西门子 Aristos Mx	150kV/500mA	6号楼2层放射科机房 (总院区)	杭环辐评批 (2008)0163 号	X光机(DR)	西门子 Aristos Mx	150kV/500mA	6号楼2层放射科 机房(总院区)	III类	浙环辐验 (2009)61号	36	/
37	C臂机	飞利浦 BV Endura	150kV/800mA	手术室内移动使用 (总院区)	浙环辐(2015) 23号	C臂机	飞利浦 BV Endura	150kV/800mA	手术室内移动使 用(总院区)	III类	浙环辐验 (2016)36号	37	/
38	移动 DR	GE Optima XR220amx	125kV/500mA	病房内移动(总院区)	浙环辐(2016) 24号	C臂机	飞利浦 BV Endura	150kV/800mA	手术室内移动使 用(总院区)	III类	浙环辐验 (2016)36号	38	/
39	数字乳腺 机	HOLOGIC Selenia	40kV/400mA	6号楼2层放射科机房 (总院区)	浙环辐(2011) 89号	数字乳腺机	HOLOGIC Selenia	40kV/400mA	6号楼2层放射科 机房(总院区)	III类	2018年4月2 号自主验收	39	/
40	数字乳腺 机	MAMMOMA TRevelation	49kV/190mA	6号楼2层放射科机房 (总院区)	浙环辐(2016) 24号	数字乳腺机	MAMMOMA TRevelation	49kV/190mA	6号楼2层放射科 机房(总院区)	III类	2021年1月6 号自主验收	40	/
41	胃肠机	岛津 Univision	140kV/500mA	6号楼4层放射科机房 (总院区)	浙环辐(2016) 24号	胃肠机	岛津 Univision	140kV/500mA	6号楼4层放射科 机房(总院区)	III类	浙环辐验 (2016)36号	41	/
42	X光诊断 机	OPTIMUS	150kV/800mA	6号楼2层放射科机房 (总院区)	浙环建(2004) 58号	X光诊断机	OPTIMUS	150kV/800mA	6号楼2层放射科 机房(总院区)	III类	浙环辐验 (2009)61号	42	/
43	移动 X 光 机	西门子 Mobilett XP Digital	140kV/500mA	病房内移动(总院区)	浙环辐(2015) 23号	移动 X 光机	西门子 Mobilett XP Digital	140kV/500mA	病房内移动(总院 区)	III类	浙环辐验 (2016)36号	43	/
44	普通模拟 定位机	VARIAN Acuity	150kV/500mA	4号楼3层模拟机房 (总院区)	杭环辐评批 (2009)0105 号	普通模拟定位 机	VARIAN Acuity	150kV/500mA	4号楼3层模拟机 房(总院区)	III类	杭环辐验 (2016)1号	44	/
45	骨密度仪	OSTEOSYS Dexam T	110kV/20mA	3号楼1层骨密度仪室 (总院区)	备案登记	骨密度仪	OSTEOSYS Dexam T	110kV/20mA	3号楼1层骨密度 仪室(总院区)	III类	无需验收	45	/
46	ERCP	西门子 CiosFusion	150kV/500mA	1号楼2层内镜科 ERCP 机房(总院区)	浙环辐 [2017]6号	ERCP	西门子 CiosFusion	110kV/25mA	1号楼2层内镜科 ERCP 机房(总院 区)	III类	本次验收	46	/

表 2-2 现有非密封放射性核素应用内容及规模一览表

序号	核素	工作场所等级	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	工作场所	环评批复或备案登记情况	验收情况	
1	^{201}Tl	乙级	1.85×10^7	4.63×10^{11}	核医学科 1 层工作场所 (总院区)	浙环辐 (2016) 24 号	2018 年 4 月 2 号自主验收	
2	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	乙级	7.40×10^7	1.85×10^{13}		浙环辐 (2016) 24 号		
3	^{89}Sr	乙级	9.25×10^7	2.31×10^{11}		浙环辐 (2016) 24 号		
4	^{131}I	乙级	3.90×10^9	5.20×10^{12}	核医学科 2 层工作场所 (总院区)	浙环辐 (2017) 6 号	2018 年 4 月 2 号自主验收	
5	^{125}I (粒子源)	乙级	2.66×10^7	7.99×10^{10}	手术室 (总院区)	浙环辐 (2015) 23 号 /202233010500000260	前期已验收, 浙环辐验 (2016) 36 号/备案登记无需验收	
6	^{125}I (粒子源)	乙级	1.11×10^8	2.66×10^{11}	介入治疗科 (总院区)	浙环辐 (2015) 23 号 /202233010500000260	前期已验收, 浙环辐验 (2016) 36 号/备案登记无需验收	
7	^{125}I (粒子源)	乙级	1.55×10^8	3.99×10^{11}	核医学科 1 层工作场所 (总院区)	备案登记号: 202233010500000260	备案登记无需验收	
8	^{125}I (粒子源)	丙级	1.78×10^7	5.33×10^{10}	9 号楼 2 楼超声介入室 (总院区)	备案登记号: 202233010500000260	备案登记无需验收	
9	^{125}I	乙级	8.88×10^6	2.22×10^{10}	核医学科 1 层工作场所 (总院区)	浙环辐 (2011) 89 号	前期已验收, 浙环辐验 (2015) 7 号	
10	^{68}Ga	乙级	7.4×10^6	3.7×10^{10}		杭环辐评批 (2022) 11 号		已验收, 浙环辐验 (2015) 7 号 /2018 年 4 月 2 号自主验收 因核医学科工作场所布局变化, 重新设计核医学科工作场所, 该 核医学科正重新进行环境影响 评价, 暂未开展。
11	^{64}Cu	乙级	7.4×10^6	3.7×10^{10}				
12	^{89}Zr	乙级	5.92×10^7	2.96×10^{10}				
13	^{131}I	乙级	2.4×10^8	3.6×10^{11}				

续表 2-2 现有非密封放射性核素应用内容及规模一览表

序号	核素	工作场所等级	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	工作场所	环评批复或备案登记情况	验收情况
14	^{124}I	乙级	1.48×10^7	7.4×10^9	核医学科 1 层工作场所 (总院区)	杭环辐评批 (2022) 11 号	因医院重新设计核医学科工作场所, 该核医学科正重新进行环境影响评价, 暂未开展。
15	^{123}I	乙级	1.85×10^7	5.55×10^{10}			
16	^{225}Ac	乙级	3.7×10^8	9.25×10^9			
17	^{177}Lu	乙级	8.4×10^7	4×10^{10}			
18	^{223}Ra	乙级	3.7×10^8	5.55×10^9	核医学科 1 层工作场所 (总院区)	杭环辐评批 (2022) 11 号	因医院重新设计核医学科工作场所, 该核医学科正重新进行环境影响评价。目前医院未调整放射性核素用量。前期放射性核素使用量已验收, 浙环辐验 (2015) 7 号/2018 年 4 月 2 号自主验收。
19	^{18}F	乙级	3.33×10^8	8.33×10^{12}			
20	^{67}Ga	乙级	1.85×10^8	4.63×10^{11}			
21	^{32}P	乙级	1.48×10^7	1.48×10^{10}			
22	^{153}Sm	乙级	5.55×10^8	1.39×10^{12}			
23	^{188}Re	乙级	5.55×10^8	1.39×10^{12}			
24	^{177}Lu	乙级	7.4×10^8	3.7×10^{11}	核医学科 2 层工作场所 (总院区)	杭环辐评批 (2022) 11 号	因医院重新设计核医学科工作场所, 暂未实施
25	^{90}Y	乙级	6.0×10^7	6.0×10^{11}		辐射安全分析报告	无需验收
26	^{90}Y	乙级	6.0×10^7	6.0×10^{11}	6 号楼介入治疗科 (总院区)	杭环辐评批 (2022) 11 号	暂未验收, 本次不验收。
27	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	乙级	4.44×10^5	4.44×10^{10}			

表 2-3 现有密封源应用内容及规模一览表

序号	核素名称	放射性活度 (Bq)	数量	类别	用途	使用场所	贮存地点	源编号	环评批复或备案登记情况	验收情况
1	^{90}Sr - ^{90}Y	1.5×10^9	1	V类	皮肤敷贴治疗	核医学科	放射源配置在敷贴器表层	/	浙环建〔2004〕58号	浙环建〔2004〕58号文批准，环评文件中已进行现状监测与评价。
2	^{192}Ir	3.7×10^{11} /枚	1	III类	后装机	放射物理室	放射源配置在后装机内	NL23IR003533	浙环建〔2004〕58号	后装机机房2009已通过验收
3	^{68}Ge	3.5×10^6	1	V类	PET校准源	核医学科	PET-CT机头	US16GE001595	浙环辐〔2016〕24号	2018年4月2号自主验收
4	^{68}Ge	1.85×10^7	1	V类	PET校准源	核医学科	储源保险箱内	US16GE001605		
5	^{68}Ge	1.11×10^8 /枚	1	V类	PET校准源	核医学科	PET-CT机头	US22GE001655	备案登记，备案号：20223301050000008	无需验收
6	^{68}Ge	4.6×10^7 /枚	1	V类	PET校准源	核医学科	储源保险箱内	US22GE001665		
7	^{68}Ge	4.6×10^7 /枚	1	V类	PET校准源	核医学科	储源保险箱内	US22GE001675		

续表二 项目建设情况

2.1.2 工程地理位置及周围环境

浙江省肿瘤医院总院区（半山院区）位于杭州市拱墅区半山东路1号，医院东侧靠近杭州半山国家森林公园，东南侧靠近秋石高架路、浙江建设技师学院，南侧靠近杭州市半山实验小学，西侧与田园公寓相邻，北侧与杭州自富汽车修理有限公司、杭州基督教半山堂相邻。浙江省肿瘤医院总院区（半山院区）地理位置图见图2-1，医院周边环境状况见图2-2。

本项目 ERCP 机房位于1号楼二楼内镜中心，射波刀机房位于总院4号楼放疗中心B楼一层，3号模拟定位机房位于4号楼放疗中心A楼三层，DSA 机房和 DSA-CT 机房位于6号楼5层。本项目周围环境概况一览表见表2-4。

表 2-4 项目周围环境概况一览表

工作场所	方位	周围环境	与工作场所的最近距离（m）
1 号楼二楼内镜中心	东侧	5 号楼	55m
		6 号楼	58m
	南侧	9 号楼	45m
	西侧	13 号楼	53m
	北侧	2 号楼	12m
总院 4 号楼放疗中心 ^①	东侧	杭州半山国家森林公园	15m
	南侧	7 号楼	15m
		重离子医疗中心（在建）	24m
	西侧	5 号楼	44m
		6 号楼	33m
北侧	4 号楼 C 座	8m	
6 号楼 5 层 ^②	东侧	4 号楼放疗中心	17m
	东南侧	重离子医疗中心（在建）	50m
		7 号楼	25m
	南侧	8 号楼	17m
	西侧	1 号楼	32m
北侧	5 号楼	17m	

①：射波刀机房、3号模拟定位机房位于总院4号楼放疗中心，本项目将射波刀机房、3号模拟定位机房视为一个整体；

②：介入手术室2、手术室3位于总院6号楼5层，本项目将介入手术室2、手术室3机房视为一个整体。

根据周边环境情况调查，本项目验收调查50m范围内主要为医院内部建筑、内部道路、杭州半山国家森林公园，无居民点和学校等环境敏感点。本项目各辐射工作场所验收调查50m范围见图2-3。

续表二 项目建设情况

2.1.3 各辐射工作场所平面布置

ERCP 机房位于 1 号楼二楼内镜中心，机房东侧为通道，南侧为过道，西侧为休息室，北侧为临空，机房正上方为手术室，机房正下方为杂交实验室、细胞培养室。ERCP 机房所在 1 号楼 2 层内镜中心平面布置图见图 2-4。

3 号模拟定位机房位于总院 4 号楼放疗中心 A 楼三层，机房东侧为控制室，南侧为室内过道，西侧为候诊厅，北侧为室内过道，机房正上方为楼顶，机房正下方为设备层。3 号模拟定位机房所在 4 号 A 楼放疗中心三层局部平面布置图见图 2-5。

射波刀机房位于总院 4 号楼放疗中心 B 楼一层，机房东侧为室外道路，南侧为过道、控制室、设备间，西侧为候诊区、更衣室，北侧为室外过道，机房正上方为不上人楼顶，机房正下方为土层。射波刀机房所在 4 号 B 楼放疗中心一层局部平面布置图见图 2-6。

介入手术室 2(DSA 机房)位于 6 号楼 5 层，机房东侧为控制室，南侧为 3 号 DSA-CT 复合机房，西侧为患者过道，北侧为⁹⁰Y 复合手术室，机房正上方为不上人楼顶，机房正下方为过道。DSA 机房所在 6 号楼 5 层平面布置图见图 2-7。

介入手术室 3(DSA-CT 复合机房)位于 6 号楼 5 层，机房东侧为控制室、设备间，南侧为临空，西侧为患者过道，北侧为 2 号 DSA 机房，机房正上方为不上人楼顶，机房正下方为 DSA 机房、胃肠机房、控制室、工作站。DSA-CT 复合机房所在 6 号楼 5 层平面布置图见图 2-7。

2.1.4 项目变动情况

经现场调查、查阅资料，医院分阶段购置射线装置，因此分阶段进行验收。本项目对 1 台 ERCP 机、1 台模拟定位机、1 台射波刀、1 台 DSA、1 台 DSA-CT 进行阶段性验收。

经现场调查、查阅资料，本项目 ERCP 环评阶段额定电压为 150kV，电流为 500mA，验收阶段该设备额定电压为 110kV，电流为 25mA，电压电流均相对环评阶段略有减少，设备属于 III 类射线装置未变化。

经现场调查、查阅资料，本项目射波刀内置的 1 台 X-ray 设备环评阶段额定电压为 150kV，电流为 500mA，验收阶段该设备额定电压为 150kV，电流为 640mA，电流相对环评阶段略有增加，但未超出环评阶段电流 30%，设备属于 III 类射线装置未变化。

续表二 项目建设情况

经现场调查、查阅资料，本项目模拟定位机环评阶段额定电压为 150kV，电流为 500mA，验收阶段该设备额定电压为 140kV，电流为 500mA，电压相对环评阶段略有减少，设备属于 III 类射线装置未变化。

经现场调查、查阅资料，本项目 DSA-CT 中 DSA 环评阶段额定电压为 150kV，电流为 1250mA，验收阶段该设备额定电压为 125kV，电流为 1000mA，电压电流均相对环评阶段略有减少，设备属于 II 类射线装置未变化。本项目 DSA-CT 中 CT 环评阶段额定电压为 150kV，电流为 1000mA，验收阶段该设备额定电压为 140kV，电流为 800mA，电压电流均相对环评阶段略有减少，设备属于 III 类射线装置未变化。

经现场调查、查阅资料，本项目 DSA 环评阶段额定电压为 150kV，电流为 1250mA，验收阶段该设备额定电压为 125kV，电流为 800mA，电压相对环评阶段略有减少，设备属于 II 类射线装置未变化。

对照《核技术利用建设项目重大变动清单（征求意见稿）》意见的通知（环办便函〔2023〕230 号）的规定，本项目无重大变动。

2.1.5 辐射安全与防护设施实际总投资

本次竣工环保验收项目辐射安全与防护设施实际总投资额约 2380 万元，其中环保投资额 230 万元，环保投资占总投资额约 9.66%。本次竣工环保验收项目辐射安全与防护设施具体环保投资详见表 2-5。

表 2-5 辐射安全与防护设施投资一览表

序号	项目	投资金额（万元）
1	实时监控系統、通风设施、工作指示灯、电离辐射警告标志等	150
2	个人剂量监测、辐射安全与防护培训、职业健康体检	20
3	辐射监测仪器、表面污染检测仪器	15
4	铅衣、铅眼镜、铅围脖等	40
5	辐射安全管理规章制度及竣工环保验收	5



图 2-1 浙江省肿瘤医院总院区（半山院区）地理位置图

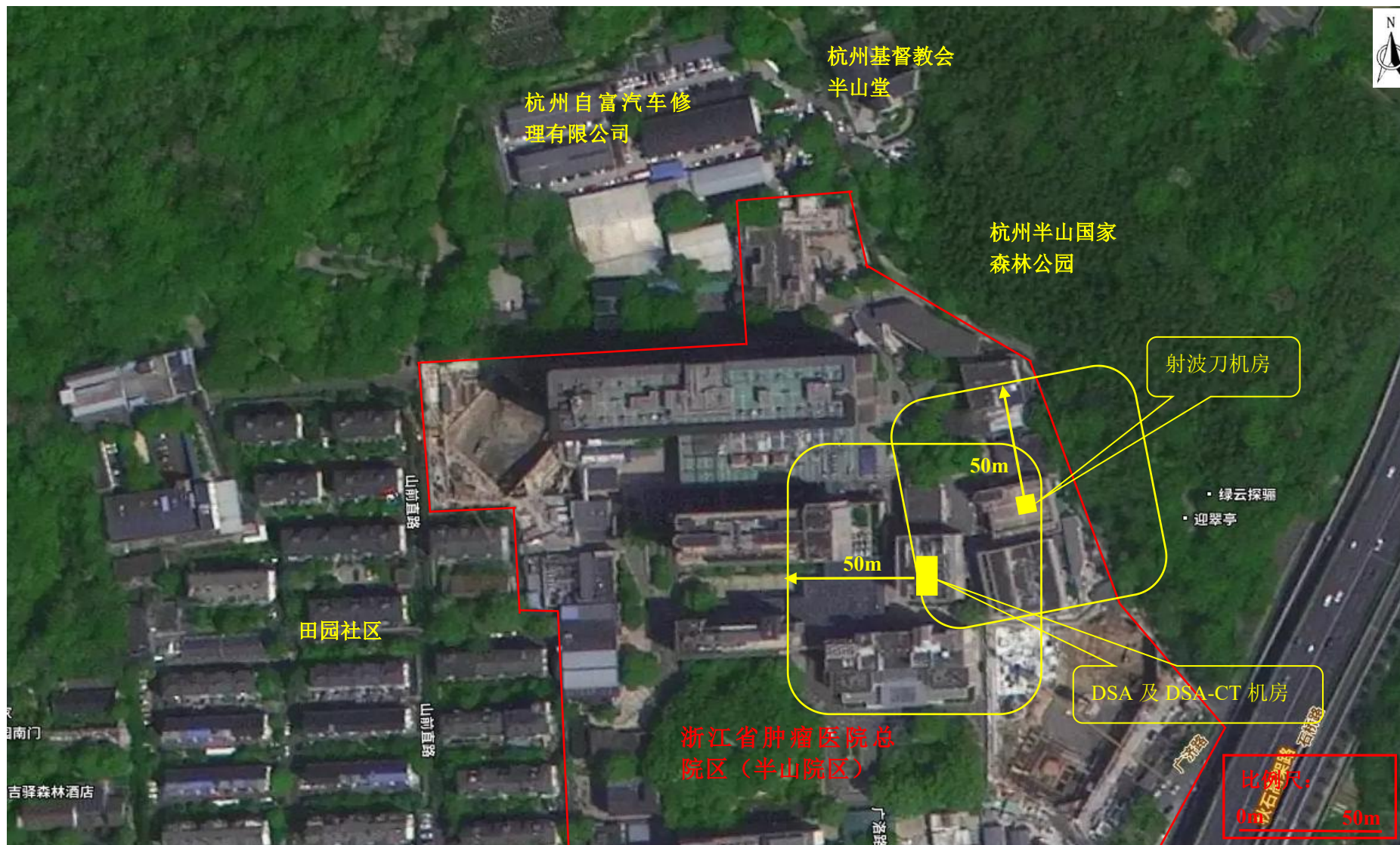


图 2-3 (1) 浙江省肿瘤医院总院区（半山院区）各辐射场所验收调查 50m 范围示意图

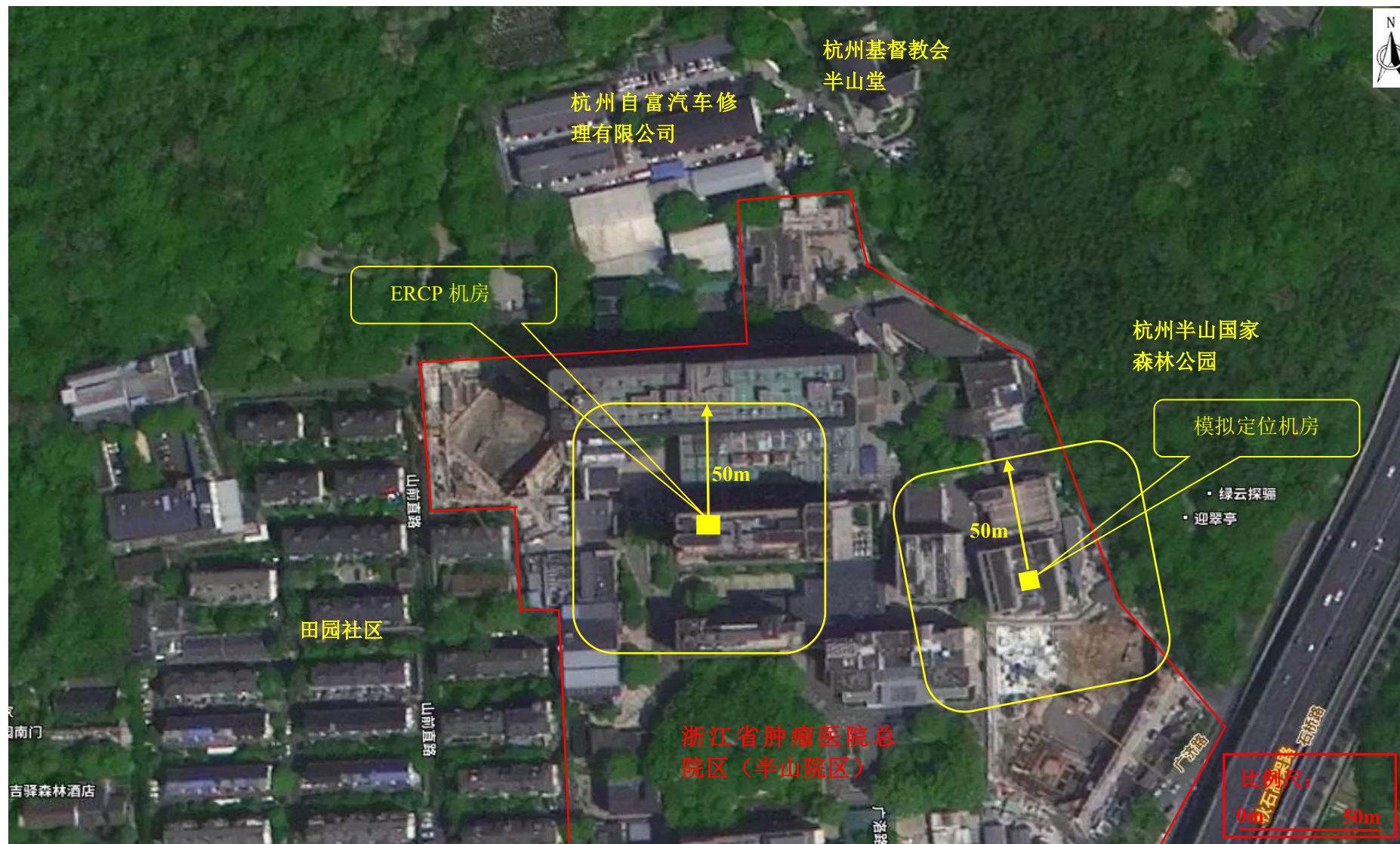


图 2-3 (2) 浙江省肿瘤医院总院区（半山院区）各辐射工场所验收调查 50m 范围示意图

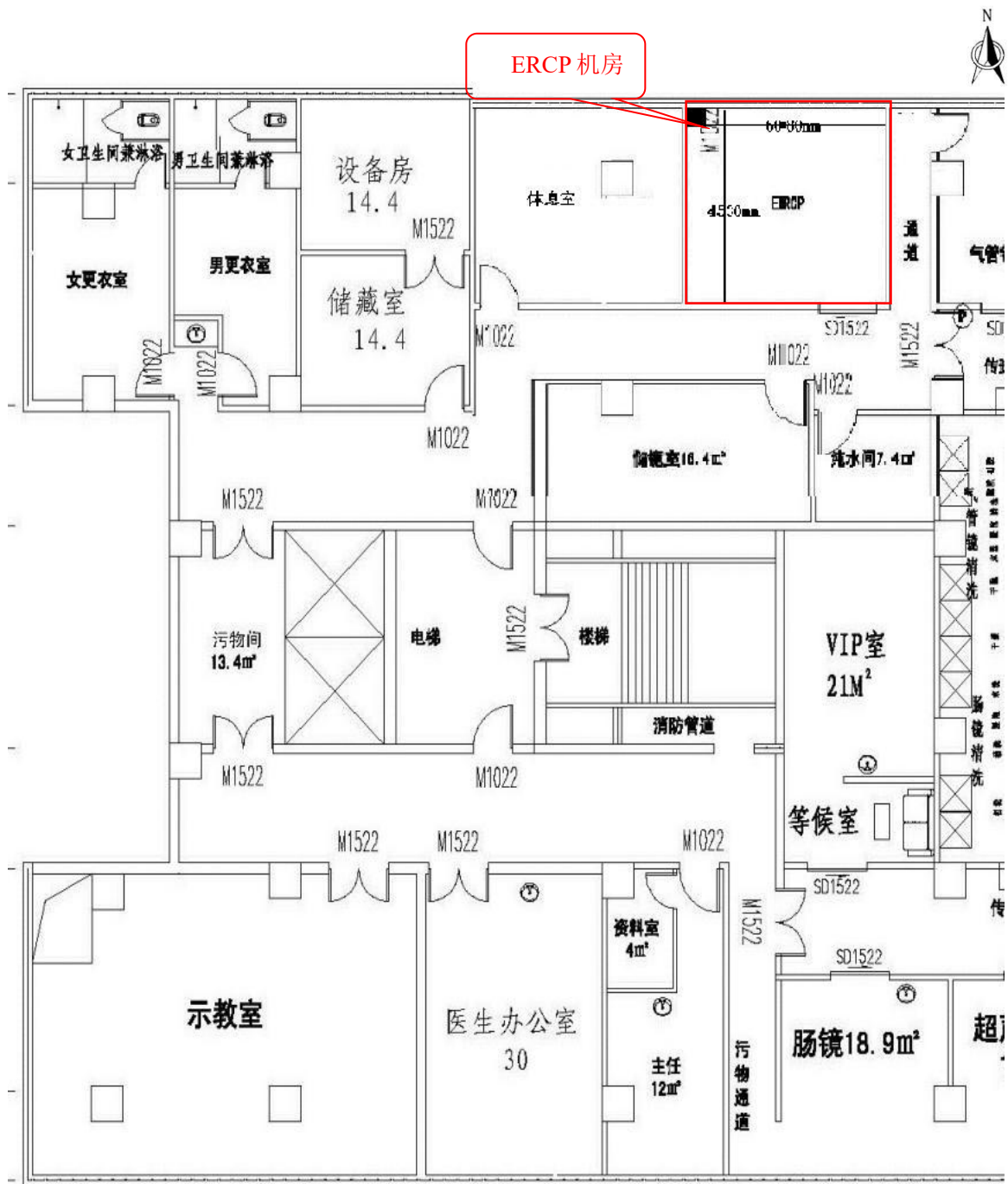


图 2-4 医院 1 号楼 2 层内镜中心平面图（ERCP 机房所在楼层）



图 2-5 医院 4 号 A 楼放疗中心三层（3 号模拟定位机房）局部平面图

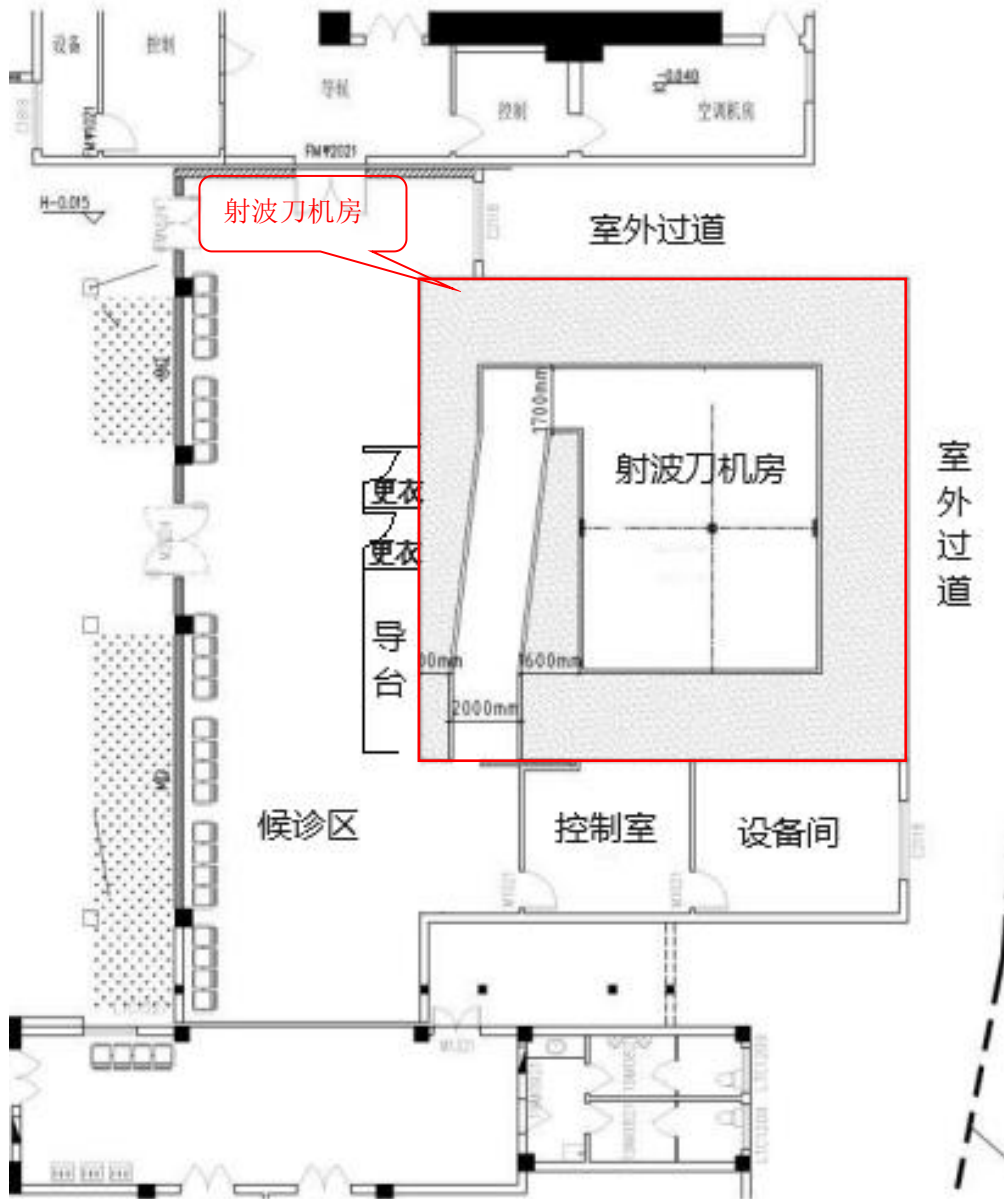


图 2-6 医院 4 号 B 楼放疗中心一层（射波刀机房）局部平面图

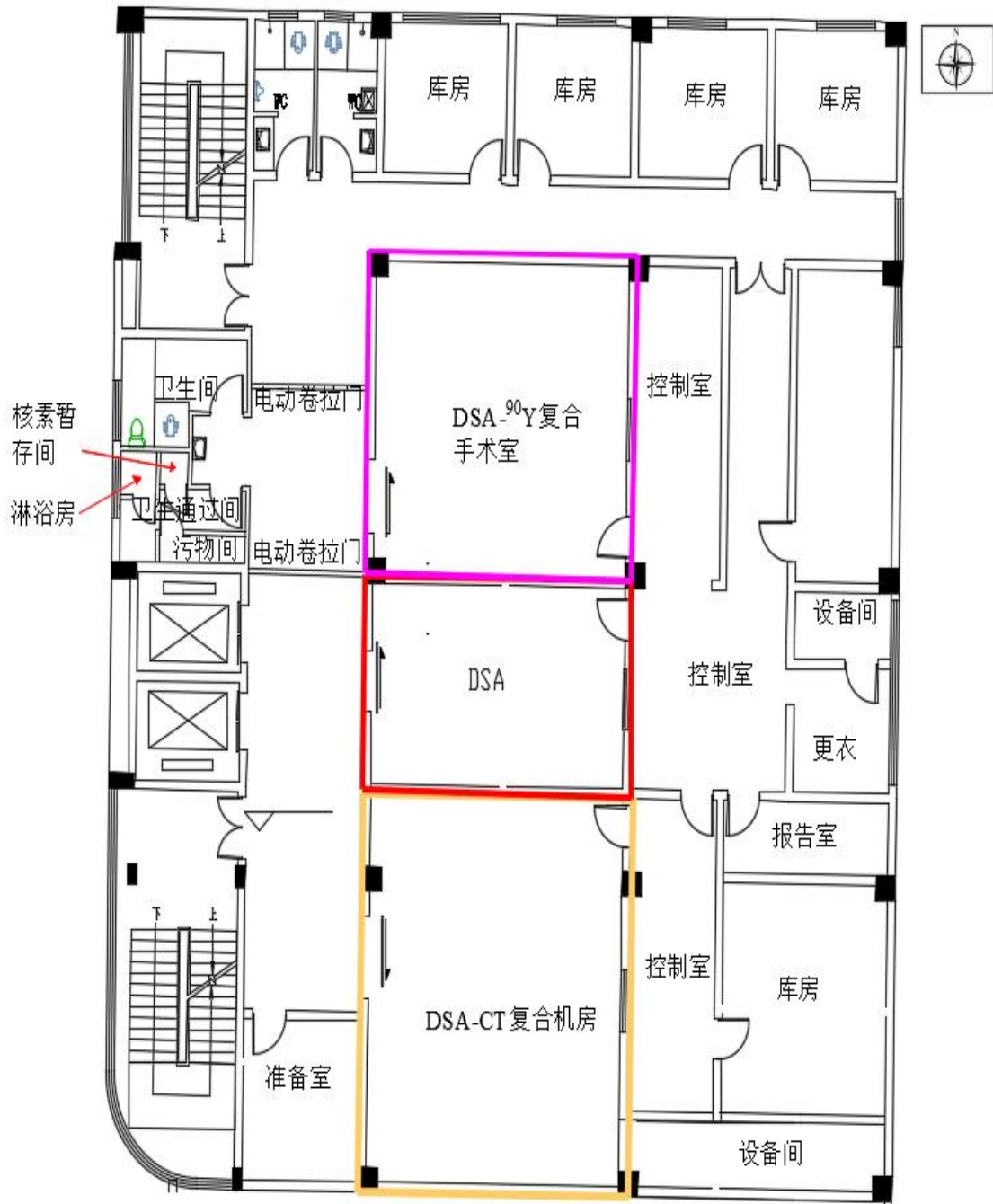


图 2-7 6号楼5层介入手术室平面布置图

续表二 项目建设情况

2.2 源项情况

本项目验收的 DSA、DSA-CT、模拟定位机、射波刀和 ERCP 技术参数见表 2-6~2-7。

表 2-6 医用 X 射线装置技术参数表

名称	型号	类型	射线种类	最大管电压	最大管电流	有用线束范围
DSA	东软 NeuAngio30C	II 类	X 射线	125kV	800mA	由下朝上
模拟定位机	Brilliance CT Big Bore	III 类	X 射线	140kV	500mA	/
DSA-CT (DSA 部分)	西门子 ArtisQceiling	II 类	X 射线	125kV	1000mA	由下朝上
DSA-CT (CT 部分)	西门子 SOMATOMConfidence	III 类	X 射线	140kV	800mA	/
ERCP	西门子 CiosFusion	III 类	X 射线	110kV	25mA	/

表 2-7 射波刀技术参数表

名称	型号	类型	射线种类	最大能量	X 射线剂量率	X 射线泄漏量
射波刀	Accuray Incorporated	II 类	X 射线	6MV	600Gy/h	0.6Gy/h

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 射波刀

1、射波刀工作原理

Cyber Knife（中文译名射波刀或赛博刀）是一种新型立体定向放射治疗装置，由美国 Stanford 大学医疗中心脑外科与 Accuray（安科锐）公司合作研发，1994 年投入使用。它集影像引导系统和高准确性的治疗系统于一身，将一个 6MV X 射线的轻型电子直线加速器安放在一个有 6 个自由度的机械臂上，利用机械臂的全向投照能力对肿瘤进行精确地、非共面和多中心的放射治疗。射波刀是全球唯一整合最先进的机器人技术和智能影像实时监控、追踪系统的放射治疗系统，尤其擅长对颅内肿瘤进行立体定向放射治疗、对运动器官进行追踪治疗。

2、射波刀设备组成

续表二 项目建设情况

射波刀结构包括：

(1) 直线加速器(Linear accelerator)：射波刀使用一个紧凑型、能产生 6MV X 射线的轻型直线加速器，直线加速器安装在由机器人控制的机械臂上。该直线加速器配有 12 个准直器，准直器直径从 5mm 到 60mm。

(2) 机器人机械臂 (Robot arm)：机器人机械臂头端上安装有直线加速器，它带动直线加速器围绕患者在前、后、左、右、上、下六度空间自由转动，按照计算机预设的路线，机械臂可将直线加速器调整到最多两百余个位置（或节点）。在每个节点处可以从 12 个角度投照射线，因此提供多达最多三千个方位发出射线。每到一个预设治疗点，机械臂停止运动，直线加速器对准靶区投照相应的放射剂量。

(3) 治疗床 (treatment table)：射波刀的治疗床也由机器人控制，可以在六度空间自由移动。

(4) 靶区定位（影像）追踪系统 (target localization system)：与传统放射外科使用立体定向架固定患者头部以确保射线精确投照不同，射波刀使用人体骨骼结构作为参考框架，颅内病灶与颅骨之间产生固定的对应关系。靶区定位（影像）追踪系统是利用天花板上安装的两组诊断 X 射线球管和安装于地板平面下的影像探测器组成。两组 X 射线球管发出的低能 X 线相互垂直，交叉穿过头颅（或患者肿瘤的治疗部位），影像探测器获得颅骨的数字图像，并将影像资料传输到数据处理系统 (image processing system, IPS)，计算机与事先 CT 扫描获得的颅骨数字重建图像 (DDR) 相比较，首先确定颅骨的精确位置，然后得出治疗靶目标（病灶）的精确位置。靶区定位追踪系统使用 4 套计算机软件，治疗颅内病变时，使用 6 维颅骨追踪软件；治疗脊髓、脊柱及其周围肿瘤时，使用 Xsight Spine (脊柱追踪软件)；治疗部分周围型肺癌时，使用 X sight Lung (肺部追踪软件)；治疗随呼吸运动的肿瘤时或需要埋置金标时，使用金标追踪和呼吸追踪系统。

(5) 治疗计划系统：治疗计划系统由计算机工作站和 Multiplan 治疗计划软件组成。病人治疗前，先作 X-ray 定位，将定位影像传输到计算机内。医生先勾画出计划治疗的肿瘤和重要器官，然后设置中心点，最后选择准直器并给出肿瘤和重要器官的剂量要求，计算机能自动设计一个满足设定条件、适形满意、剂量分布均匀、照射范围与肿瘤形状几乎吻合的治疗计划。根据治疗的需要，医生可设计单次治疗，也可设计分次治疗。射

续表二 项目建设情况

波刀治疗计划系统不仅具有常规的正向治疗计划，而且还有任意形状逆向治疗计划。正向治疗计划是医生根据病灶的大小和形状，选择相应的准直器和照射方式逐步设计出一个和病灶形状几乎一样的照射形状，然后给出周边剂量和中心剂量。逆向治疗计划是医生先勾画出计划照射的靶区以及给出靶区和重要器官的剂量要求，计算机自动设计一个满足设定条件的治疗计划。

（6）呼吸追踪系统：当治疗肺部肿瘤或受呼吸运动影响的肿瘤（肝癌、胰腺、肺癌等）时，肿瘤随着病人的呼吸而上下左右运动。治疗这些体部肿瘤之前，需要向肿瘤内或周围放置金标（由黄金制成的，长 5mm，直径 0.8mm 的圆柱体称为金标），金标放置 5-7 天后才能实施射波刀治疗。呼吸追踪是让病人穿上胸前带有发红光二极管的背心，呼吸追踪摄像机通过捕捉二极管的运动获得肺部的呼吸运动节律，计算机建立呼吸模型。治疗时，通过追踪金标的位置获得肿瘤的精确位置，同时计算机根据呼吸节律，自动微调机器人机械臂，让射线始终精确瞄准病灶。

（7）计算机网络集成与控制系统：射波刀拥有一个计算机工作站（SGI），SGI 计算机通过网络控制机器人机械臂、控制直线加速器何时投照射线、治疗床的移动和治疗靶区位置的追踪。此外，治疗时获得的骨骼图像与定位图像的自动比对均在 SGI 计算机掌控下自动进行。与现有的直线加速器和伽马刀相比较，射波刀有如下优势：

①治疗精确：该设备是一种高精度的影像引导放疗系统，根据部位的特殊结构，选取不同的追踪方式，在影像引导下轻松实现肿瘤的高精度照射治疗，定位精度误差小于 0.1mm。

②无痛无创：与头部伽马刀相比，无需安装头部固定架，减少了手术风险和手术并发症的发生，避免了患者在治疗过程中和治疗后的疼痛及不适。

③治疗时间短：由于其治疗的精确性，根据病情需要可将单次治疗剂量变成多次分割治疗剂量，缩短照射时间，一般常见肿瘤仅需 1-5 次的照射，且患者无需住院，可提高患者治疗的舒适性并降低因长期住院产生的费用。

④毒副作用小：射波刀可以更加有效并最大限度的保护肿瘤周围正常组织。射波刀外形结构见图 2-8。

续表二 项目建设情况



图 2-8 射波刀外形结构图

3、射波刀工作流程及产污环节

(1) 定位扫描：通过定位 X-ray 对病变部位进行扫描，用于确定肿瘤的精确位置。
治疗计划：根据之前定位图像等，主治医师勾画靶区，选择合适的追踪模式，选择准直器的大小、射线强度、靶区范围、剂量分布、治疗剂量和其它参数，计算机能自动设计一个满足设定条件、适形满意、剂量分布均匀、照射范围与肿瘤形状几乎吻合的治疗计划。治疗计划设计完毕，将治疗计划保存并传输到射波刀主控计算机。

(2) 靶区定位：患者平卧并固定在治疗床上，其余人员撤离治疗室，关闭大门。影像系统采集靶区的实时影像，并与治疗计划系统的治疗影像进行比对，找到靶区方位误差。工作人员通过电脑操作，移动治疗床，使实时影像与治疗影像完全拟合。此时计算机获得了患者病灶的初步方位。

(3) 射线治疗：机械臂将直线加速器旋转到初始坐标位，然后按照程序将加速器围绕着患者旋转到预定节点。直线加速器每到一个节点，机械臂停止运动，此时靶区定位追踪系统立刻获得新的靶区影像，计算机确认目前的靶区影像与治疗开始时影像完全一致。如果病人靶区有轻微的移动，靶区定位追踪系统立刻计算出移动造成的偏差，并将此偏差传输到机器人机械臂，机械臂微调加速器的方位或射线的入射角度，最后加速器将所需的剂量精确投射到病灶内。如果患者的移动超过计算机自动调整的范围，治疗

续表二 项目建设情况

会紧急暂停（E-stop）。加速器每到一个预定节点，将重复上述影像实时验证步骤。在治疗过程中，X射线球管每10秒钟发射一次，靶区影像追踪系统获取一次影像信息。从摄像到调整数据只需要几秒钟，射波刀基本上做到了在治疗过程中实时跟踪治疗靶区。根据病情需要射波刀可将单次治疗变成多次分割治疗。

（4）治疗结束：加速器完成治疗，机器人回到停车位。工作人员打开防护门，护理人员将病人送出治疗室。

射波刀在放射治疗应用中，采用非等中心且从不同方向，以上千个小的圆形照射野（直径一般为1.5cm）照射肿瘤部位，主射束会照射到治疗室机房的大部墙面上。射波刀放疗工作一般工作流程见图2-9。

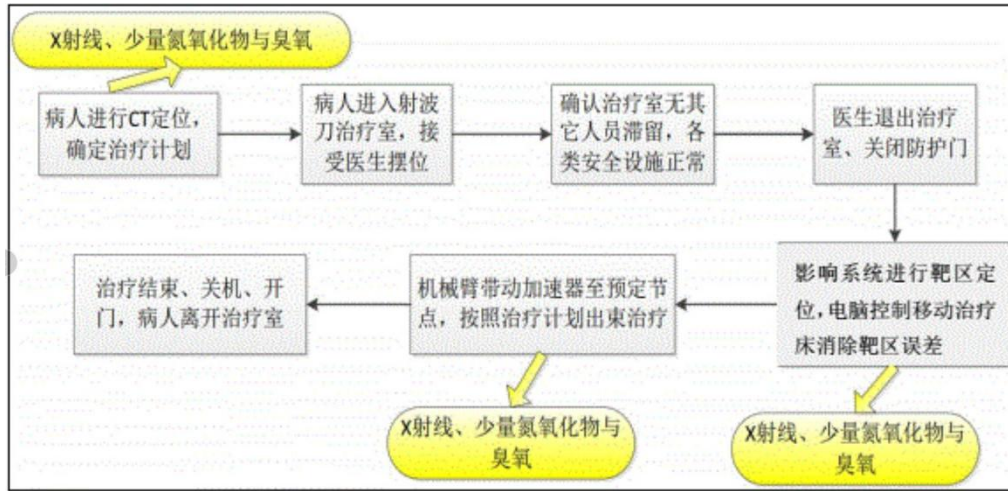


图 2-9 射波刀工作流程及产污环节图

2.3.2 ERCP 和模拟定位机

1、ERCP 和模拟定位机工作原理

CT 是计算机断层 X 射线摄影术（Computed Tomography）的简称，它使用了精确准直的 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。

ERCP 机是利用 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，它在原有的诊断 X 线机直接胶片成像的基础上，通过 A/D 转换和 D/A 转换，进行实时图像数字处理，进而使图像实现了数字化，永久记录被检部位影像的一种设备。

续表二 项目建设情况

X 射线诊断装置主要由 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阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装载聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，二聚焦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 射线管和两极之间，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。典型 X 射线管结构详见图 2-10。

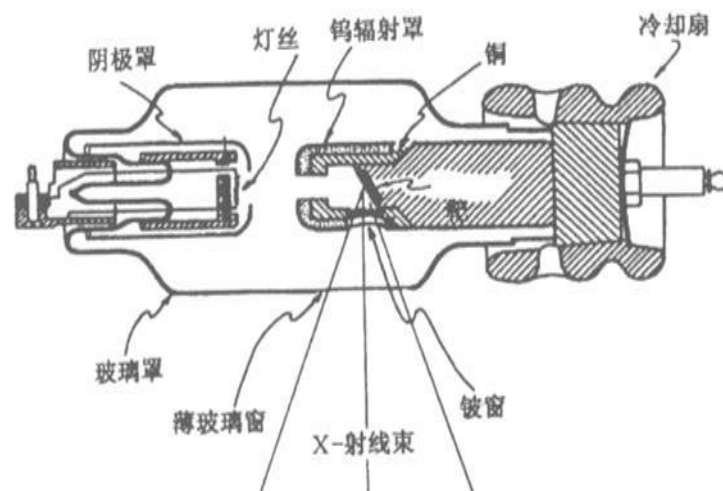


图 2-10 典型的 X 射线管结构图

2、ERCPC 和模拟定位机设备组成

ERCPC 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，Zenition70 型 ERCPC 由 C 形臂架，包括 X 射线箱、高压发生器准直器、C 形臂、C 形臂架触摸屏等，和可移动观察站，包括检查监视器、参考监视器等部件组成。

本项目模拟定位机为普通 X 光机，为采用 X 射线进行摄影的技术设备。其基本结构为由产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的量和质及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置即外围设备组成。

续表二 项目建设情况



图 2-11 ERCP 外观结构图



图 2-12 模拟定位机外观结构图

3、模拟定位机、ERCP 工作流程及产污环节

(1) 模拟定位机：确定患者体层摄影的体位，扫描定位，投照摆位，屏气曝光。扫描过程中，X 线球管连续地发射 X 线（会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物），扫描床持续同步前移，实现无间断容积数据采集。

(2) ERCP：在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况：造影检查。操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在操作台对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况：介入治疗。病人需要进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在机房内对病人进行直接的介入手术操作。

ERCP 一般工作流程见图 2-13，模拟定位机一般工作流程见图 2-14。

续表二 项目建设情况

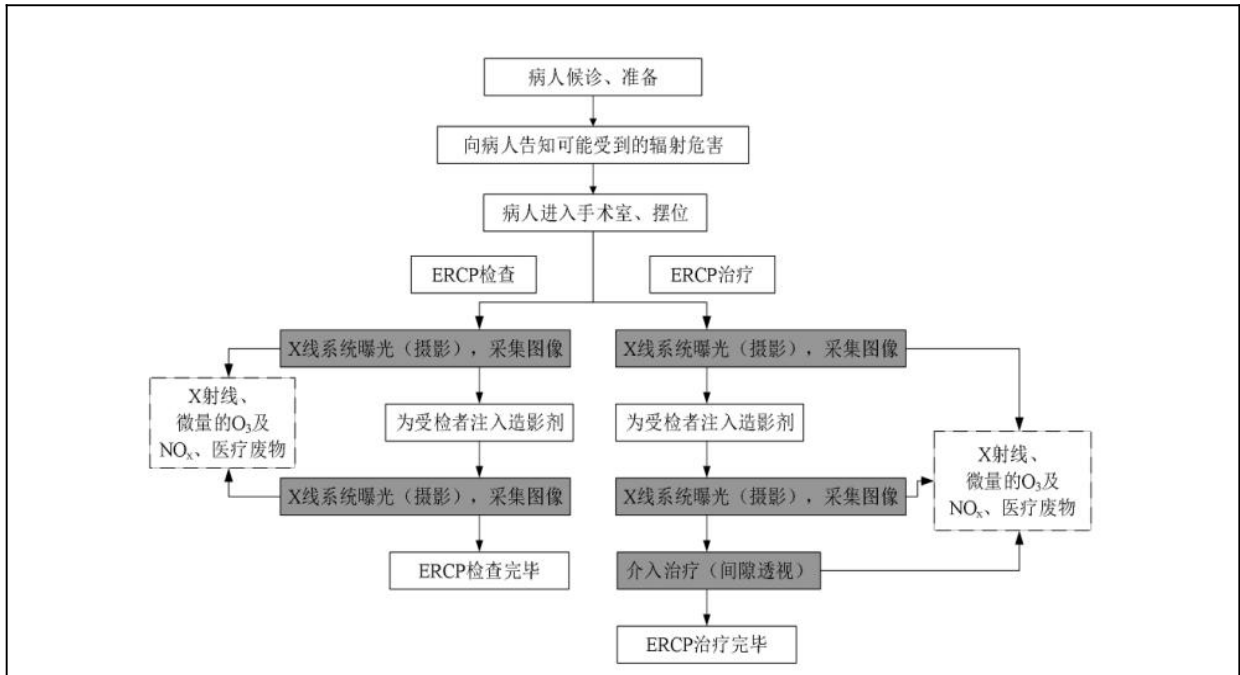


图 2-13 ERCP 工作流程及产污环节图

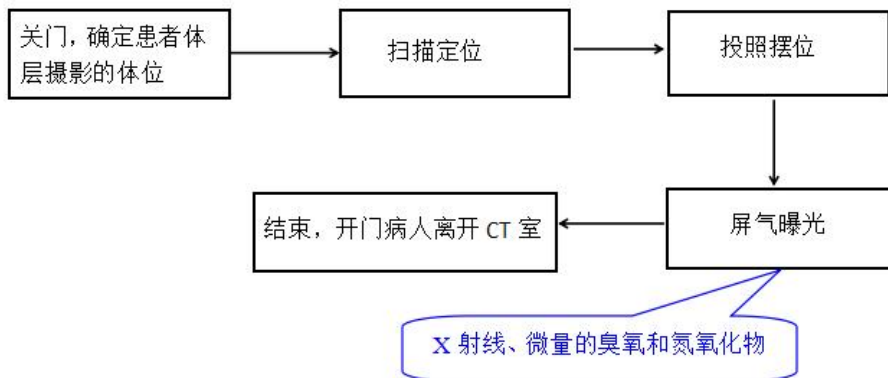


图 2-14 模拟定位机工作流程及产污环节图

2.3.3 DSA 治疗工作场所

1、设备组成

(1) 常规 DSA

DSA 主要组成部分：带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图象处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相机。本项目 DSA 的整体外观示意图如图 2-15，DSA-CT 的整体外观示意图如图 2-16。

续表二 项目建设情况



图 2-15 DSA 外观结构图



图 2-16 DSA-CT 外观结构图

2、工作原理

(1) 常规 DSA

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；节省胶片使造影价格低于常规造影。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

(2) DSA-CT 复合机

DSA-CT 复合机是在近距离或者在同一环境下(即一室方案)同时包含 DSA 球管和 CT 球管的一套系统。CT 功能将通过滑轨滑向 DSA 的病人床进行 CT 扫描，而不要重新定位或者转运病人(为了节省时间并减少转运过程的并发症)。CT 扫描完成后，可以将 CT 架从病人床移开，使得病人可以用于 DSA 的造影。在实际使用当中，这套系统里的 DSA 功能和 CT 功能并不能够同时使用。每套系统都有两种操作模式，一种只能使用 DSA 功能；另一种只能使用 CT 功能。当需要用到 CT 功能扫描时，DSA 球管需要停在病人床侧位专门的安放位，否则 CT 球管无法到位扫描；当 CT 扫描完成后，CT 球管需要回到专门的安放位，否则 DSA 将无法造影。每次只能一个球管运作且两个球

续表二 项目建设情况

管又不相互干扰。

3、人流路径

(1) DSA 机房（介入手术室 2）

工作人员路径：医护人员及技师从北侧进入 DSA 机房控制室，技师在控制室内进行设备操作，手术医护人员由 DSA 机房东侧工作人员防护门进入 DSA 机房内部进行手术。患者路径：患者需工作人员推床经过道由 DSA 机房西侧患者防护门进入 DSA 机房内部进行手术。

(2) DSA-CT 机房（介入手术室 3）

工作人员路径：医护人员及技师从北侧进入 DSA-CT 机房控制室，技师在控制室内进行设备操作，手术医护人员由 DSA-CT 机房东侧工作人员防护门进入 DSA-CT 机房内部进行手术。患者路径：患者需工作人员推床经过道由 DSA 机房西侧患者防护门进入 DSA 机房内部进行手术。DSA 机房与 DSA-CT 机房的人流路径图见图 2-17。

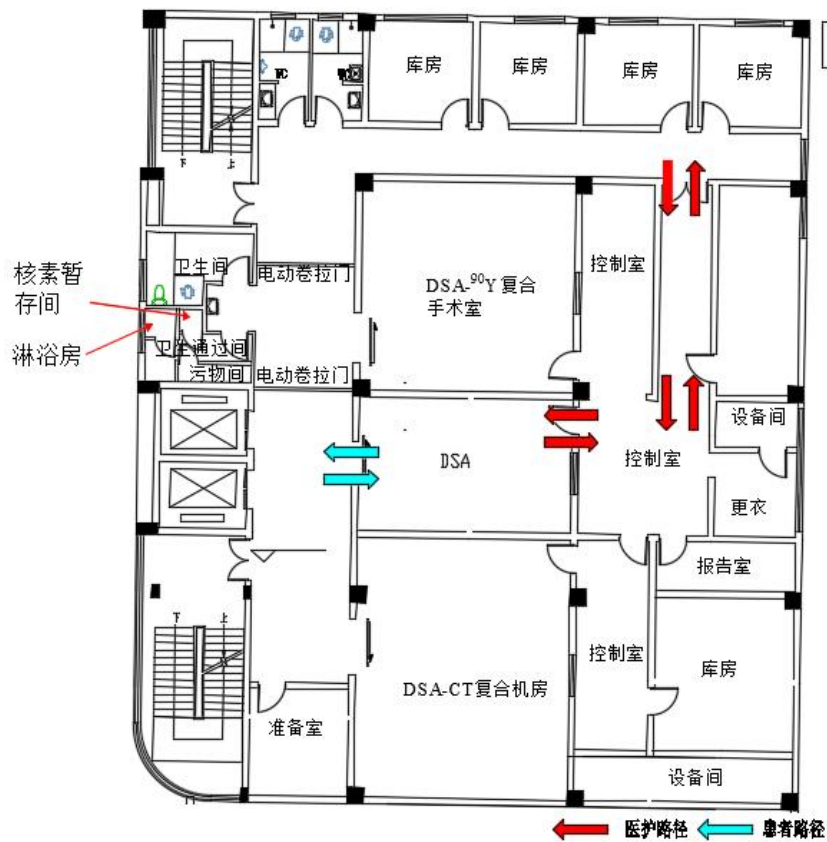


图 2-17 DSA 机房与 DSA-CT 机房的人流路径图

续表二 项目建设情况

4、操作流程

(1) 常规 DSA 手术诊疗工作流程

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，在 X 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。

DSA 在进行曝光时分为减影和透视两种情况：

第一种情况减影：操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。第二种情况透视：医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风后并身着铅服、戴铅眼镜等防护用品，在曝光室内对病人进行直接的手术操作。DSA 治疗流程及产污环节示意图见图 2-18。

(2) DSA-CT 手术诊疗工作流程

医院在复合手术室内，安装使用 1 套 DSA-CT 设备，该设备的 DSA 球管和 CT 球管功能均可独立使用，DSA 模式和 CT 模式功能不能同时开机使用，不能同时曝光，DSA-CT 设备为一套设备，不设置主副室。复合手术具体诊疗工作流程如下：

①CT 模式

当需要 CT 模式曝光扫描时，DSA 吊装 C 臂会移出手术床位置，CT 球管沿着滑轨向手术床移动待用。使用 CT 进行曝光扫描时，医务人员位于机房外采用隔室操作。机房可为医务人员及墙外停留或通过的人员提供足够的屏蔽防护，CT 球管不用时通过轨道滑走，复位到复合手术室内一侧。

②DSA 模式

a) 当需要使用 DSA 模式进行摄影时，医务人员位于机房外采用隔室操作。机房可为医务人员及墙外停留或通过的人员提供足够的屏蔽防护。

b) 当需要使用 DSA 模式进行透视时，医务人员位于机房外采用同室近台操作。医务人员可通过设备自带铅悬挂吊屏、床侧防护铅帘及穿戴个人防护用品进行屏蔽防护。复合手术室内 DSA-CT 工作流程及产污环节示意图见图 2-19。

续表二 项目建设情况

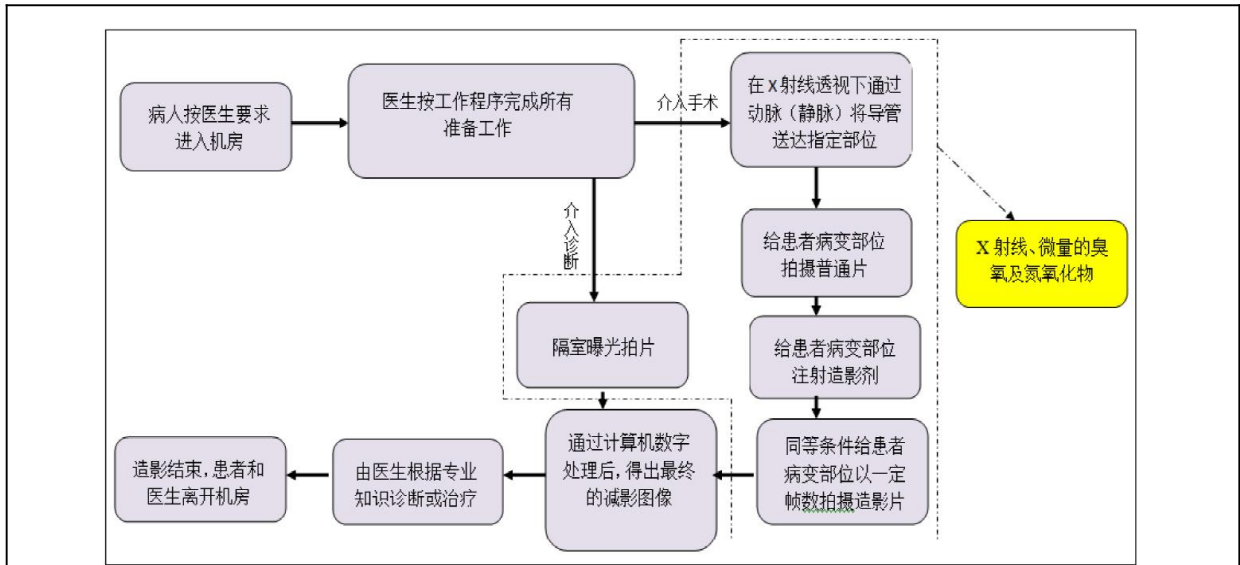


图 2-18 DSA 机房工作流程及产污环节图

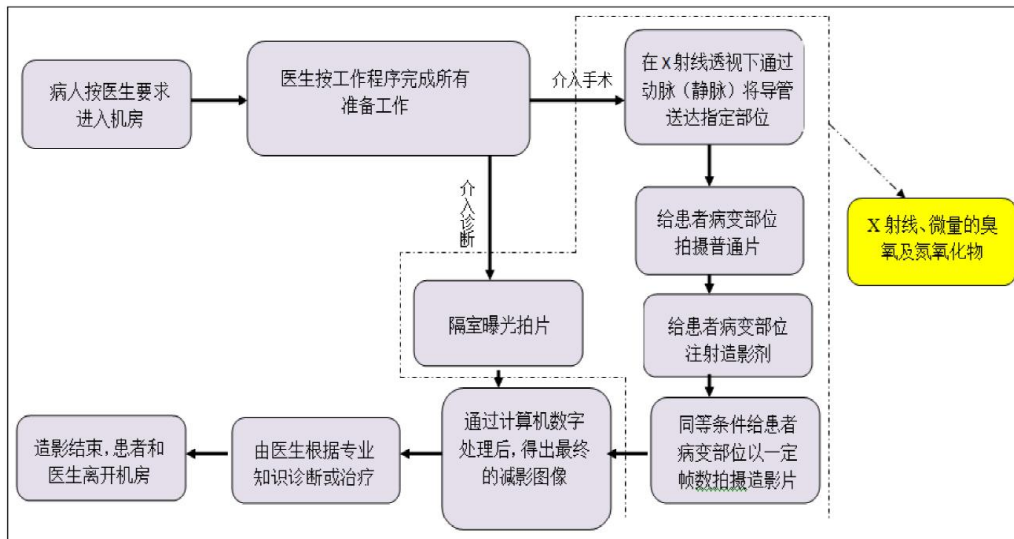


图 2-19 复合手术室内 DSA-CT 工作流程及产污环节图

2.3.4 污染源

1、X 射线

DSA、DSA-CT、模拟定位机和 ERCP 机运行过程中的主要污染源项为 X 射线，只有在开机状态下才产生，关机状态下消失。

射波刀从直线加速器发射出来的 X 射线主要用于肿瘤治疗，射波刀产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失，本项目使用的射波刀只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。因此，在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。

续表二 项目建设情况

2、非放射性污染物

X 射线因与空气发生电离作用产生微量臭氧和氮氧化物。本项目废水为工作人员产生少量的生活污水；本项目的固体废物，主要为工作人员产生的办公垃圾；本项目噪声主要设备运行过程中产生的噪声以及排风系统风机产生的噪声。

2.3.5 人员配置情况

浙江省肿瘤医院为本项目模拟定位机配备 2 名辐射工作人员；射波刀配备 4 名辐射工作人员；DSA 和 DSA-CT 机房共 8 名辐射工作人员；ERCP 配备 6 名辐射工作人员。辐射工作人员均参加了核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格，并取得证书，持证上岗，有效期为 5 年。医院建立培训档案，并长期保存。

2.3.6 操作时间

本项目模拟定位机每天拍片 120 次，平均出束时间 6s，每年工作 250 天，则每年拍片时间为 3000 分钟。2 名辐射工作人员轮流操作，则每名辐射工作人员年受照时间为 25 小时。

本项目射波刀每天治疗病人平均为 15 人，平均出束时间 5min，每年工作 250 天，则每年拍片时间为 18750 分钟。4 名辐射工作人员分为 2 组，轮流操作，则每名辐射工作人员年受照时间为 156.25 小时。

本项目 DSA 机房每年手术量最多为 300 台，每次手术 DSA 的最大出束时间包括透视 20 分钟，减影 2 分钟；本项目 DSA-CT 机房每年手术量最多为 300 台，每次手术 DSA 的最大出束时间包括透视 20 分钟，减影 2 分钟，每次手术 CT 的最大出束时间为 10s；8 名辐射工作人员分为 2 组轮流操作，每组为 2 名医生、1 名护士、1 名技师；2 组人员按需在 DSA 和 DSA-CT 复合机房进行手术。每名辐射工作人员年受到透视照射时间为 100 小时，受到减影照射时间为 10 小时，年受到 CT 照射时间为 0.42 小时。

本项目 ERCP 机房每年手术量最多为 100 台，每次手术最大出束时间 16 分钟；6 名辐射工作人员分为 2 组轮流操作，每组 3 名辐射工作人员年受照时间为 13.33 小时。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所布局和分区管理

ERCP 机房位于 1 号楼二楼内镜中心，机房东侧为通道，南侧为过道，西侧为休息室，北侧为临空，机房正上方为手术室，机房正下方为杂交实验室、细胞培养室。

3 号模拟定位机房位于总院 4 号楼放疗中心 A 楼三层，机房东侧为控制室，南侧为室内过道，西侧为候诊厅，北侧为室内过道，机房正上方为楼顶，机房正下方为设备层。

射波刀机房位于总院 4 号楼放疗中心 B 楼一层，机房东侧为室外道路，南侧为过道、控制室、设备间，西侧为候诊区、更衣室，北侧为室外过道，机房正上方为不上人楼顶，机房正下方为土层。

介入手术室 2(DSA 机房)位于 6 号楼 5 层，机房东侧为控制室，南侧为 3 号 DSA-CT 复合机房，西侧为患者过道，北侧为 ^{90}Y 复合手术室，机房正上方为不上人楼顶，机房正下方为过道。

介入手术室 3 (DSA-CT 复合机房) 位于 6 号楼 5 层，机房东侧为控制室、设备间，南侧为临空，西侧为患者过道，北侧为 2 号 DSA 机房，机房正上方为不上人楼顶，机房正下方为 DSA 机房、胃肠机房、控制室、工作站。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，本项目对各辐射工作场所实行分区管理。

（1）射波刀机房

将射波刀机房治疗室划为控制区，机房南侧的设备室、控制室及迷道门口走道划为监督区。机房防护门外 1 米处设置黄色警戒标志，无关人等不得进入。控制区和监督区划分示意图见图 3-1。

（2）模拟定位机机房

将模拟定位机机房内部区域划为控制区，机房北侧的控制室、东侧、南侧、西侧走道划为监督区。机房防护门外 1 米处设置黄色警戒标志，无关人等不得进入。控制区和监督区划分示意图见图 3-2。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

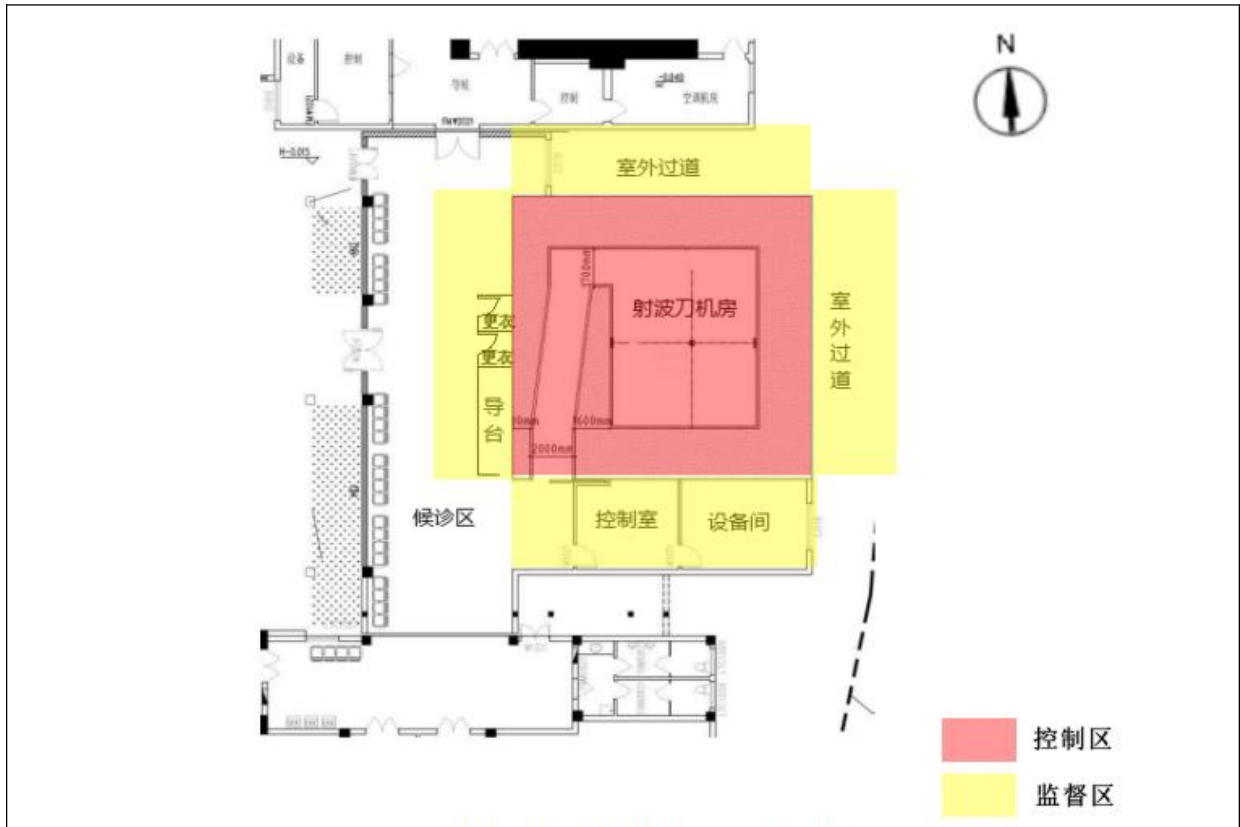


图 3-1 射波刀机房控制区和监督区划分示意图



图 3-2 模拟定位机机房控制区和监督区划分示意图

续表三 辐射安全与防护设施/措施

(3) ERCP 机房

将 ERCP 机房内部区域划为控制区，机房东侧走道、南侧走道、西侧墙体外 1m 划为监督区。机房防护门外 1 米处设置黄色警戒标志，无关人等不得进入。控制区和监督区划分示意图见图 3-3。

(4) DSA 治疗工作场所

将 DSA 机房、DSA-CT 复合机房划为控制区，控制室、设备间、准备间、准备室以及过道划为监督区。机房防护门外 1 米处设置黄色警戒标志，无关人等不得进入。控制区和监督区划分示意图见图 3-4。

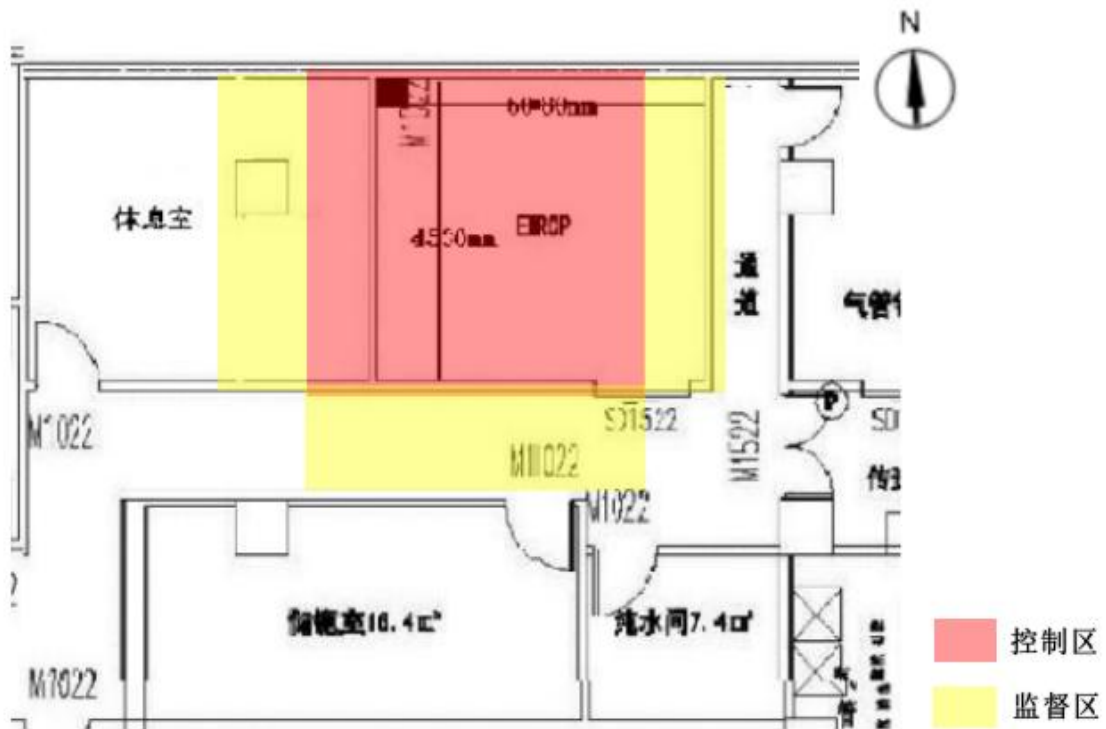


图 3-3 ERCP 机房控制区和监督区划分示意图

续表三 辐射安全与防护设施/措施

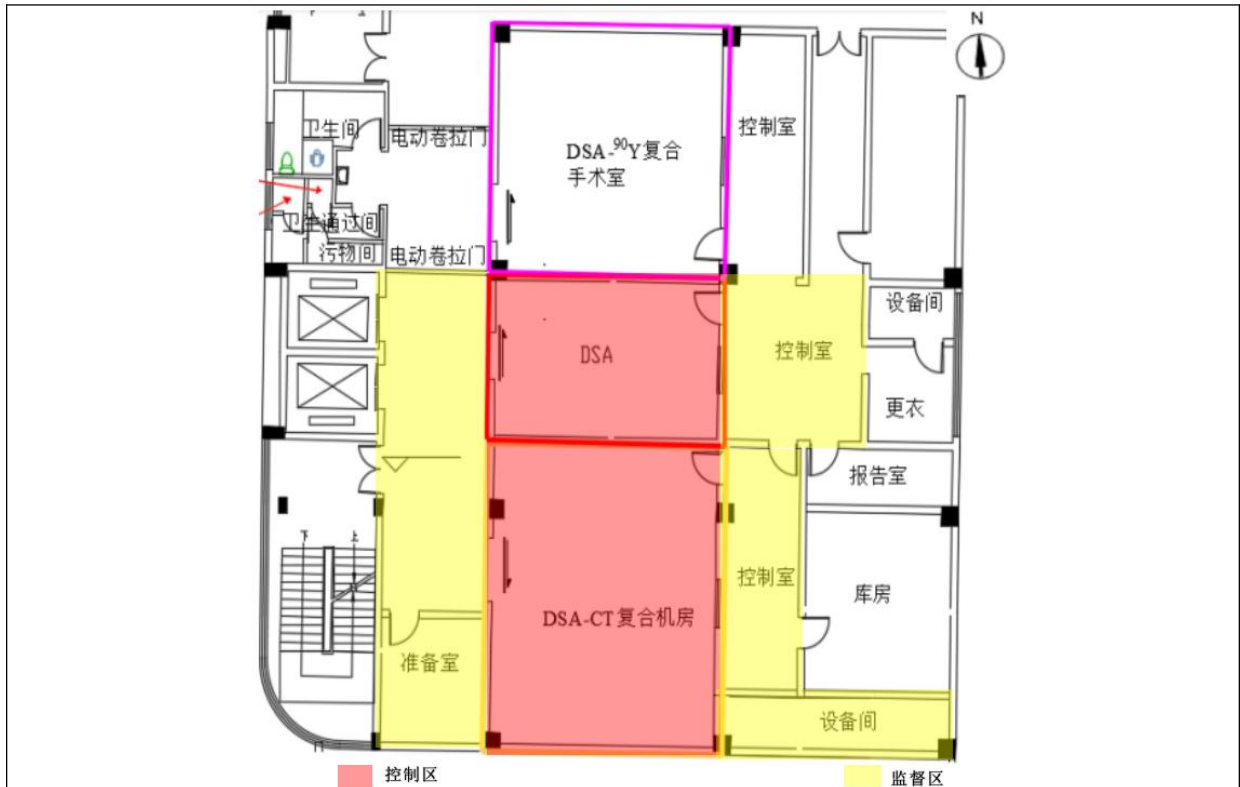


图 3-4 DSA 治疗工作场所控制区和监督区划分示意图

3.2 屏蔽防护设施

各辐射工作场所辐射防护屏蔽情况见表 3-1。由表 3-1 可知，各辐射工作场所辐射防护屏蔽情况符合环评文件及相关标准要求。

表 3-1 环评阶段和验收阶段各辐射工作场所辐射屏蔽防护情况对照表

项目	环评阶段	验收阶段	与环评是否一致	
3号模 拟定 位机 房	位置	4号楼放疗中心 A 楼三层	4号楼放疗中心 A 楼三层	一致
	有效使用面积 (m ²)	38m ²	34.2m ² (最小单边长度 4.95m)	略小
	四侧墙体	槽钢龙骨+4mm 铅板	槽钢龙骨+4mm 铅板	一致
	观察窗	18mm 铅玻璃	18mm 铅玻璃	一致
	防护门 (2 扇)	内衬 3mm 铅板	内衬 3mm 铅板	一致
	顶棚	多孔砖+3cm 防护涂料	多孔砖+3cm 防护涂料	一致
	地坪	30cm 混凝土	30cm 混凝土	一致

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-1 环评阶段和验收阶段各辐射工作场所辐射屏蔽防护情况对照表					
项目		环评阶段	验收阶段	与环评是否一致	
ERCP 机房	位置	1 号楼二层内镜中心	1 号楼二层内镜中心	一致	
	有效使用面积 (m ²)	24.3	24.8	基本一致	
	东、南、北侧墙体	24cm 实心砖墙+2mm 铅板	24cm 实心砖墙+2mm 铅板	一致	
	西侧墙体	12cm 实心砖墙+2mmPb 硫酸钡涂料	12cm 实心砖墙+2mmPb 硫酸钡涂料	一致	
	防护门	内衬 4mm 铅板	内衬 4mm 铅板	一致	
	观察窗	20mm 铅玻璃	20mm 铅玻璃	一致	
	顶棚	18cm 混凝土+1mmPb 硫酸钡涂料	18cm 混凝土+1mmPb 硫酸钡涂料	一致	
	地坪	18cm 混凝土+1mmPb 硫酸钡涂料	18cm 混凝土+1mmPb 硫酸钡涂料	一致	
射波 刀机 房	位置	4 号楼放疗中心 B 楼一层	4 号楼放疗中心 B 楼一层	一致	
	有效使用面积 (m ²)	53.3m ²	52.7m ²	基本一致	
	东墙	250cm 混凝土	250cm 混凝土	一致	
	南墙	250cm 混凝土	250cm 混凝土	一致	
	西墙	迷道内墙	80~160cm 混凝土	80~160cm 混凝土	一致
		迷道外墙	80~160cm 混凝土	80~160cm 混凝土	一致
	北墙	250cm 混凝土	250cm 混凝土	一致	
	顶棚	170cm 重晶石混凝土	170cm 重晶石混凝土	一致	
防护门	15mm 铅板	15mm 铅板	一致		
DSA 机房 (介 入手 室 2)	位置	6 号楼 5 层	6 号楼 5 层	一致	
	有效使用面积 (m ²)	37.87	36.47	略小	
	四侧墙体	槽钢龙骨+4mm 铅板	槽钢龙骨+4mm 铅板	一致	
	顶棚	13cm 混凝土+3mm 铅当量硫酸钡防护涂料	13cm 混凝土+3mm 铅当量硫酸钡防护涂料	一致	

续表三 辐射安全与防护设施/措施

项目		环评阶段	验收阶段	与环评是否一致
DSA 机房(介入手术室 2)	地坪	13cm 混凝土+3mm 铅当量硫酸钡防护涂料	13cm 混凝土+3mm 铅当量硫酸钡防护涂料	一致
	防护门	内衬 4mm 铅板	内衬 4mm 铅板	一致
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4mmPb 铅玻璃	一致
DSA-CT 机房(介入手术室 3)	位置	6 号楼 5 层	6 号楼 5 层	一致
	有效使用面积 (m ²)	73.41	67.41	略小
	四侧墙体	槽钢龙骨+4mm 铅板	槽钢龙骨+4mm 铅板	一致
	顶棚	13cm 混凝土+3mm 铅当量硫酸钡防护涂料	13cm 混凝土+3mm 铅当量硫酸钡防护涂料	一致
	地坪	13cm 混凝土+3mm 铅当量硫酸钡防护涂料	13cm 混凝土+3mm 铅当量硫酸钡防护涂料	一致
	防护门	内衬 4mm 铅板	内衬 4mm 铅板	一致
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4mmPb 铅玻璃	一致

3.3 辐射安全与防护措施

本项目环评文件中辐射安全与防护措施落实情况见表 3-2。由表 3-2 可见，项目基本落实了环评文件中提出的要求。

表 3-2 环评文件辐射安全与防护措施要求及落实情况

环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>模拟定位机机房：</p> <p>(1) 新建的模拟定位机机房应严格按照标准的要求建设，并应严格保证施工质量。</p> <p>(2) 机房防护门及观察窗的屏蔽能力应达 2mm 铅当量的防护要求。</p> <p>(3) 机房内不应堆放与诊断无关的杂物。</p>	<p>模拟定位机机房：</p> <p>(1) 模拟定位机机房严格按照 GBZ130-2002 标准进行建设。经检测，模拟定位机机房辐射防护屏蔽性能符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的标准要求。</p> <p>(2) 模拟定位机机房防护门采用内衬 3mm 铅板，观察窗采用 18mm 铅玻璃。防护门和观察窗的屏蔽能力满足至少 2mm 铅当量的防护要求。</p> <p>(3) 机房内无与诊断无关的杂物。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-2 环评文件辐射安全与防护措施要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>模拟定位机机房：</p> <p>(4)病人从候诊室进入机房的防护门的上面须设有电离（电磁）辐射标志并有中文说明，并注明工作时严禁人员入内。</p> <p>(5)各项规章制度、操作规程，应张贴于操作室内。</p>	<p>模拟定位机机房：</p> <p>(4)模拟定位机机房的防护门上设置了电离辐射警告标志，并设置了中文说明；受检者防护门上方同时设有工作状态指示灯。</p> <p>(5)模拟定位机机房控制室墙上已张贴《操作规程》、《岗位职责》等辐射工作制度。</p>
<p>射波刀机房：</p> <p>(1)射波刀机房电缆线布设拟采用地下“U”型穿墙管道，要求埋地深度至少为450mm，电缆沟不破坏治疗室墙体的屏蔽效果，机房顶棚和四周墙壁结合处自然结构性缝应采取相应的屏蔽补偿措施，能够满足辐射防护要求。</p> <p>(2)安装门机联锁装置。射波刀迷路门安装门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后才能开启射波刀，在射波刀工作状态下，防护门意外开启射波刀立即停止出束。</p> <p>(3)在射波刀机房及控制室安装紧急停机按钮（急停开关）。本项目在射波刀控制室内设计安装紧急停机按钮，拟在射波刀机房的迷路内以及治疗床旁墙上合适位置设计3个紧急停机按钮，在发生紧急情况时能够及时切断射波刀系统电源。</p> <p>(4)机房迷路门外安装工作状态指示灯，在射波刀机房入口处设置醒目、规范的电离辐射警告标志。</p> <p>(5)射波刀治疗机房内安装实时监控装置，并配备对讲装置，在治疗过程中医务人员可以及时观察病人情况，与病人交流，防止意外情况的发生。</p> <p>(6)治疗室通风换气次数应不小于4次/h，排风出口应高出本建筑物至少1m。</p>	<p>射波刀机房：</p> <p>(1)射波刀机房电缆线布设采用地下“U”型穿墙管道，未破坏治疗室墙体的屏蔽效果；机房顶棚采用170cm重晶石混凝土，东、南、北墙采用250cm混凝土，西墙迷路外墙采用80~160cm混凝土。经检测，射波刀机房辐射屏蔽防护性能符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的标准要求，也符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的标准要求。</p> <p>(2)射波刀迷路防护门安装了门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后才能开启射波刀。在射波刀工作状态下时，防护门意外开启则射波刀立即停止出束。</p> <p>(3)本项目在射波刀控制室内、机房内西墙、南墙以及迷路内均安装了紧急停机按钮。在发生紧急情况时能够及时切断射波刀系统电源。</p> <p>(4)射波刀机房迷路防护门外安装了工作状态指示灯，在防护门上张贴了电离辐射警告标志。</p> <p>(5)射波刀治疗机房内安装了实时监控装置，并配备了对讲装置。在治疗过程中，辐射工作人员在控制室内能够及时观察病人情况，及时与病人交流，防止意外情况发生。</p> <p>(6)射波刀机房内采用机械通风换气，于顶部设置4个送风口，送风管道由防护门上方经防护迷路及内入口进入射波刀机房，新风送风口设置于天花板处，由上向下送风；于机房东墙下部位，距地坪约30cm处对角设置2个0.3m×0.3m的排风口。本项目射波刀机房体积为268.2m³，机房设置了通风装置，风机排风量为1200m³/h，则机房内换气次数大于4次/h，能够满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求；排风管道沿机房外墙引至屋顶排放至室外。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-2 环评文件辐射安全与防护措施要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>(7) 射波刀的机房防护门设置防夹人装置。</p> <p>(8) 建设单位在射波刀工作场所配备 1 套固定式剂量监测系统, 在治疗室内设置固定式辐射剂量监测仪探头, 该监测系统能够显示机房内实时剂量及累积剂量, 并有报警功能, 其显示单元设置在控制室内。</p>	<p>(7) 射波刀机房防护门已设置防夹人装置。</p> <p>(8) 射波刀机房配备了 1 套固定式剂量监测系统。在治疗室内南墙设置了固定式辐射剂量监测仪探头, 剂量监测数据显示单元设置在控制室内, 显示机房内实时剂量及累积剂量, 并有报警功能。</p>
<p>ERCPC 机房:</p> <p>(1) 机房内布局要合理, 应避免有用线束直接照射门窗和管线口位置。</p> <p>(2) 操作室应张贴相应操作规程。机房门口设置电离辐射标志并有中文说明。</p> <p>(3) 机房必须设置工作指示灯, 机房外 1m 处应设置黄色警戒线, 工作时应严禁无关人员进入机房, 所有辐射工作人员应配备个人剂量计。</p> <p>(4) 射线装置运行过程中, 会产生少量臭氧、氮氧化物等有害气体, 机房应设置动力排风装置并保持良好通风。</p>	<p>ERCPC 机房:</p> <p>(1) ERCPC 机房布置合理, 有用线束为上下照射, 避免了直接照射门窗和管线口的位置。</p> <p>(2) 操作室内张贴了 ERCPC 的操作规程。机房防护门上张贴了电离辐射警告标志, 并设置了中文说明。</p> <p>(3) 机房防护门上方设置了工作指示灯, 机房外 1m 设置了黄色安全警戒线。ERCPC 进行工作时严格禁止无关人员进入机房内。辐射工作人员均配备了个人剂量计。</p> <p>(4) ERCPC 机房设置了动力排风装置。ERCPC 在运行时 X 射线与空中电离产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体, 经排风装置排放到机房外, 有效的降低了机房内臭氧、氮氧化物等有害气体的浓度。</p>
<p>DSA 机房、DSA-CT 复合机房工作场所:</p> <p>(1) 本项目拟合理设置 DSA 机房的门、窗和管线口位置, 避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。</p> <p>(2) 机房拟设置动力通风装置, 并保持良好的通风。</p> <p>(3) 机房门外拟设电离辐射警告标志; 机房门上方应有醒目的工作状态指示灯, 灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句; 候诊区拟设置放射防护注意事项告知栏, 警告无关人员请勿靠近。手术期间, 陪护人员禁止进入监督区域和控制区域。</p> <p>(4) 工作人员防护门为平开机房门, 设置有自动闭门装置; 患者防护门为电动推拉门, 拟设置防夹装置; 拟设置工作状态指示灯(术中灯和射线装置工作指示灯)与机房门连锁等安全设施。</p>	<p>DSA 机房、DSA-CT 复合机房工作场所:</p> <p>(1) 本项目 DSA 的有用线束为朝向顶棚和地面, 避免了有用线束直接照射门、窗、管线口和操作位。</p> <p>(2) 机房设置了通风装置, 并保持良好的通风效果。</p> <p>(3) 机房防护门上设置了电离辐射警告标志; 防护门上方设置了工作状态指示灯。在候诊区边界设置了电离辐射危害告知的警告牌, 警示无关人员请勿靠近。在进行手术期间, 严格禁止陪护人员进入控制区域和监督区域。</p> <p>(4) 工作人员防护门为平开机房门, 设置有自动闭门装置; 患者防护门为电动推拉门, 设置了防夹装置; 患者防护门上方设置工作状态指示灯, 并与机房门连锁。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-2 环评文件辐射安全与防护措施要求及落实情况

环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>(5) 电动推拉门拟设置防夹装置。</p> <p>(6) 机房和控制室之间安装有监视、对讲系统，控制室内能通过监控显示系统可观察机房内的情况，并通过对讲系统与室内人员联系，以便于医师在操作室观察患者在机房内的状况、及时处理意外情况。</p>	<p>(5) 电动推拉门设置了防夹装置。</p> <p>(6) 机房和控制室之间已安装了监控系统和对讲装置。控制室内能通过监控显示系统观察机房内的情况，同时可通过对讲装置和室内人员进行联系，有利于工作人员在操作室内观察患者在机房内的状况，及时处理意外情况。</p>

3.4 辐射安全管理措施

本项目环评文件中辐射安全管理措施落实情况见表 3-3。由表 3-3 可见，项目落实了环评文件中提出的要求。

表 3-3 环评文件辐射安全管理措施要求及落实情况

环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>(1) 辐射安全管理机构 应发文成立辐射安全与环境保护管理机构，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作，并明确相关人员及职责内容。</p> <p>(2) 辐射工作人员辐射安全培训、健康管理与个人剂量监测 ①医院现有辐射工作人员中有 340 人已取得辐射防护与安全培训的合格证书，医院应根据人员变动情况，及时安排新增人员和未参与培训的辐射工作人员在生态环境部辐射安全与防护培训平台上参加培训，考核合格后方可上岗；在项目运行过程中按要求定期组织辐射工作人员进行再培训和考核，确保所有辐射工作人员培训合格后上岗。 ②本项目所有辐射工作人员应配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案；应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案；个人剂量档案和职业健康档案应终生保存。</p>	<p>(1) 辐射安全管理机构 公司 2022 年调整了放射防护安全管理委员会，负责辐射安全与防护监督管理工作。明确了管理小组的成员和成员各自的职责内容。</p> <p>(2) 辐射工作人员辐射安全培训、健康管理与个人剂量监测 ①医院涉及本项目验收的 20 名辐射工作人员均经培训，考核合格后持证上岗，辐射工作人员培训情况详见附件 7。医院制定了《放射工作人员培训制度》，定期组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训。 ②涉及本项目验收的 20 名辐射工作人员均配备了个人剂量计，个人剂量委托浙江省疾病预防控制中心进行监测，每个季度监测一次，建立了个人剂量档案。涉及本项目验收的 20 名辐射工作人员送浙江大学医学院附属第一医院进行职业健康体检，并建立了个人职业健康监护档案。个人剂量档案和职业健康档案应长期保存。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表 3-3 环评文件辐射安全管理措施要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
<p>(3) 辐射安全管理制度</p> <p>医院已建立了一系列的辐射安全与防护管理制度，《放射防护委员会职责与分工》、《放射工作人员培训计划》、《放射人员体检及健康管理制度》、《放射防护监测方案》、《核医学科岗位职责》、《核医学安全操作规程》、《核医学科防护措施》、《放射性同位素使用登记制度》、《储源场所安全管理制度》《放射性同位素变更及注销制度》、《SPECT 操作规程》、《PET 操作规程》、《放射性同位素使用期满后的处理安案》、《自行核对检查制度》、《辐射安全应急预案》、《¹³¹I 药物分装室操作规程》、《¹³¹I 药物分装室岗位职责》、《¹³¹I 药物分装室应急预案》、《DSA 岗位职责》、《DSA 室管理制度》、《DSA 操作规程》、《受检者放射危害告知与防护制度》与《辐射防护检查制度和年度评估制度》。医院应根据本项目新开展的场所情况，结合辐射工作人员变更情况，尽快建立健全和落实相应的规章制度和操作规程。</p> <p>(4) 辐射监测仪器和防护用品</p> <p>①11号加速器机房、DSA 机房、DSA-CT 复合机房至少配备 1 台个人剂量报警仪，配置后将满足辐射监测仪器配置要求。</p> <p>②各辐射工作场所按相关标准要求配备相应的辐射防护用品。</p> <p>(5) 工作场所辐射监测</p> <p>制定监测计划，对工作场所展开辐射监测。</p>	<p>(3) 辐射安全管理制度</p> <p>医院已建立了一系列的辐射安全与防护管理制度，涉及本次验收的辐射安全管理制度主要有：《辐射安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作人员个人剂量管理制度》、《放射工作人员体检及健康管理制度》、《放射防护用品管理制度》、《受检者放射危害告知与防护制度》、《放射防护检测与评价制度》、《ERCP 室操作规程》、《DSA 室管理制度》、《直线加速器操作规程》、《CT 操作规程》、《设备检修维护和使用登记制度》、《放射科工作人员个人剂量超标时的处理措施》，并制定了《放射防护应急预案》。</p> <p>(4) 辐射监测仪器和防护用品</p> <p>①本项目射波刀机房、DSA 机房、DSA-CT 复合机房均配备 1 台个人剂量报警仪。</p> <p>②医院已在模拟定位机房、射波刀机房、ERCP 机房、DSA 机房、DSA-CT 复合机房配备了铅衣、铅眼镜、铅围脖等防护用品，防护用品配备数量符合相关标准要求。</p> <p>(5) 工作场所辐射监测</p> <p>公司每年委托有资质的单位对各辐射工作场所进行检测；定期委托有资质的单位对放射性废水进行检测。</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

3.5 污染物的排放及处理

模拟定位机、ERCP、射波刀、DSA 和 DSA-CT 等射线装置开机期间 X 射线与空气作用将产生臭氧、氮氧化物等有害气体。机房已设置通风系统，通过通风系统将臭氧和氮氧化物排放到机房外。

本项目废水为工作人员产生少量的生活污水，排入前期已建的污水处理系统中处理，然后纳入市政污水管网；

本项目的固体废物，主要为工作人员产生的办公垃圾。医院各工作场所设置垃圾桶分类收集，统一由当地环卫部门定期清运处理；

本项目各射线装置均采用低噪声设备，经机房墙体的衰减后对周围环境影响较小。

图 1~图 33 为部分防护和环保措施落实情况图

模拟定位机房



图 1 工作状态警示灯和电离辐射警告标志



图 2 安全警戒线



图 3 相关辐射安全管理制度上墙

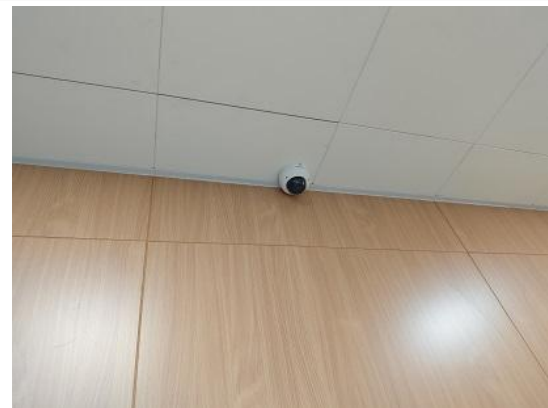


图 4 视频监控

续表三 辐射安全与防护设施/措施

	
<p>图 5 通风系统</p>	<p>图 6 辐射防护用品</p>
	
<p>图 7 铅屏风</p>	<p>图 8 电离辐射危害告知</p>
<p>射波刀机房</p>	
	
<p>图 9 工作状态警示灯和电离辐射警告标志</p>	<p>图 10 安全警戒线</p>
	
<p>图 11 相关辐射安全管理制度上墙</p>	<p>图 12 固定式辐射剂量监测仪显示器</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

	
<p>图 13 操作位与视频监控显示屏</p>	<p>图 14 急停按钮</p>
	
<p>图 15 门机联锁</p>	<p>图 16 视频监控和急停按钮</p>
	
<p>图 17 固定式辐射剂量监测仪探头</p>	<p>图 18 通风系统</p>
<p>ERCp 机房</p>	
	
<p>图 19 工作状态警示灯和电离辐射警告标志</p>	<p>图 20 安全警戒线</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

	
<p>图 21 辐射防护用品</p>	<p>图 22 相关辐射安全管理制度上墙</p>
<p>DSA 机房（手术室 2）</p>	
	
<p>图 23 工作状态警示灯和电离辐射警告标志</p>	<p>图 24 安全警戒线</p>
	
<p>图 25 电离辐射危害告知</p>	<p>图 26 相关辐射安全管理制度上墙</p>
<p>DSA-CT 机房（手术室 3）</p>	
	
<p>图 27 工作状态警示灯和电离辐射警告标志</p>	<p>图 28 安全警戒线</p>

续表三 辐射安全与防护设施/措施

	
<p>图 29 电离辐射危害告知</p>	<p>图 30 相关辐射安全管理制度上墙</p>
	
<p>图 31 辐射防护用品</p>	<p>图 32 半限制区</p>

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影响评价制度执行情况

4.1.1 本项目验收的 1 台 ERCP 环评文件《浙江省肿瘤医院 ^{131}I 核素治疗和射线装置应用项目（迁扩建）环境影响报告表》由浙江问鼎环境工程有限公司编制。该项目涉及 ERCP 主要环评结论：

1、实践正当性分析

该医院使用 RRCPP 的建设和运行符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

2、选址合理性分析

医院总院院区位于杭州市拱墅区半山桥广济路 38 号，医院东面、北面都靠半山，西侧与田园公寓相邻，南临广济路。

本项目 ERCP 位于现状 1 号楼二楼机房。本项目主要影响范围大部分在医院内部区域内，且机房屏蔽能力基本满足相关要求。根据现场监测及理论计算，机房周围的 X- γ 辐射剂量率未见显著升高，表明机房周围的环境不会受到额外的辐射照射。因此，本项目的选址是合理可行的。

3、主要污染因子及辐射环境影响评价

ERCP 的使用过程中的污染因子是 X 射线。医院通过增加墙体、防护门及采购带自屏蔽防护的射线装置来屏蔽 X- γ 射线。根据现场监测结果及预测分析可知，从事辐射操作的工作人员和公众成员受到的额外照射均小于各自的剂量管理限值（5mSv、0.25mSv），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

4、污染防治措施

（1）机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该工作无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

（2）机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯处应设警示语句；需在射线装置机房门口 1m 处设置黄色警戒线。

（3）制定的各项辐射防护制度需张贴上墙。

（4）加强机房管理，严禁无关人员进入机房。

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定**5、辐射环境管理制度**

医院已于 2015 年 1 月 5 日根据相关法律、法规及文件的要求，在基本健全各项规章制度和管理机构的基础上，取得了浙江省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》（浙环辐证[A0001]（00021）），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，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。

根据相关要求落实各项管理制度，加强对辐射工作人员的安全防护意识教育。在历年运行中，该医院已制定《放射防护委员会职责与分工》、《放射工作人员培训计划》、《放射人员体检及健康管理制度》、《放射防护监测方案》、《核医学科岗位职责》、《核医学安全操作规程》、《核医学科防护措施》、《放射性同位素使用登记制度》、《储源场所安全管理制度》《放射性同位素变更及注销制度》、《SPECT 操作规程》、《放射性同位素使用期满后的处理安案》、《自行查对检查制度》、《辐射安全应急预案》等规章制度。同时，各科室根据项目开展特点，制定了相应的操作规程、岗位职责、辐射防护制度、设备检修维护制度、台帐管理制度等，并落实执行。

本项目建成后，针对辐射活动规模扩大的变化情况，本环评提出如下要求：

针对 ERCP，本环评要求医院配置不小于 0.35mm 铅当量的铅衣、0.5mm 铅当量的铅眼镜、铅围脖等防护用品及使用个人监控设备评估放射暴露，同时每年每名医生不得超过 60 次 ERCP 手术，加强医生业务培训，使其能尽可能熟练操作，减少辐射曝光时间。

6、环保可行性结论

综上所述，浙江省肿瘤医院涉及本项目的 ERCP 在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求后，医院将具备相应从事的辐射活动的技术能力，本次评价所包括的辐射内容运行时对周围环境的影响均能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

4.1.2 本项目验收的 1 台射波刀环评文件《浙江省肿瘤医院新建一台射波刀项目环境影响报告表》由杭州卫康环保科技有限公司编制。该项目主要环评结论：

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

1、实践正当性分析

浙江省肿瘤医院拟开展的新建一台射波刀项目，目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人，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》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

2、选址合理性分析

本项目拟建辐射场所实体边界外 50m 评价范围内无环境敏感点。经辐射环境影响预测，本项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的防护治理措施后不会对周围环境与公众造成危害，故本项目的选址是合理的。

3、辐射安全与防护结论

（1）辐射安全防护措施

①医院拟建射波刀机房的防护设计已考虑了其周边工作人员和公众的辐射安全，其防护性能满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中相关规定和《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）中相关规定的要求。

②项目拟采取的污染防治措施详见本报告 10.1.4 章节。

（2）辐射安全管理

①医院已成立辐射安全和防护管理领导委员会，负责辐射安全与环境保护管理工作。医院应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

②医院应组织所用新进辐射工作人员参加在线上岗培训，取得合格证书后方可上岗。取得辐射安全培训合格证书后，应当每四年接受一次复训。

③医院应为所有辐射工作人员配备个人剂量计，且每 3 个月到有资质的单位检测一次，并建立个人剂量档案。辐射工作人员在上岗前和离职后都须在有资质的单位进行职业病健康体检，且须在岗期间每两年进行一次职业病健康体检，并建立完整的个人健康档案，档案保存时限为工作人员年满 75 岁或工作人员停止辐射工作后 30 年。

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

（3）事故风险与防范

医院应按本报告提出的要求制定辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

4、环境影响分析结论

（1）辐射环境影响分析

经本报告预测评价，在正常工况下，本项目工作人员所受辐射年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”要求，也低于本次评价提出的 5.0mSv 年剂量约束值；本项目公众所受辐射年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也低于本次评价提出的 0.25mSv 年剂量约束值。

（2）“三废”环境影响分析

射波刀机房内产生的少量臭氧和氮氧化物经采取机械排风的措施后，能够得到充分的稀释扩散，臭氧的半衰期为 22~25 分钟，常温下可以自行分解为氧气，对环境影响较小。

5、可行性分析结论

（1）产业政策符合性

本项目属于核技术在医学领域内的运用，根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策；根据杭州市发展和改革委员会杭发改产业

〔2019〕330 号《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局指引（2019 年本）》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合杭州市当前的产业政策。

（2）实践正当性分析

医院实施本项目，目的在于开展放射治疗工作，最终是为了治病救人，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》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

（3）选址的合法、合理性结论

①项目主体功能区规划及土地利用规划符合性

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

本项目拟建址位于浙江省肿瘤医院现有院区内的4号楼放疗中心（4B），不新增建筑面积和用地。用地性质为医疗卫生用地，项目选址符合杭州市主体功能区划及土地利用规划。

②杭州市“三线一单”符合性

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目属于拱墅区拱墅城镇生活重点管控单元（ZH33010520001）。本项目为核技术利用项目，不属于工业污染项目，无总量控制指标，项目运营期无废水排放，不涉及禽畜养殖，因此本项目符合拱墅区拱墅城镇生活重点管控单元的管控要求。

③选址合理性分析

本项目评价范围50m内大部分为院区内部建筑物和道路，小部分为院外道路和半山国家森林公园，无居民区、学校等环境敏感点。同时本项目属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素。因此，本项目的选址是合理可行的。

④污物达标排放符合性分析

经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的，满足环境保护的要求。

（4）项目可行性分析

综上所述，浙江省肿瘤医院新建一台射波刀项目选址符合国家相关法律法规，平面布局合理可行，监督区与控制区划分明确，各工作场所均拟采取有效的屏蔽防护措施，项目所产生的废气拟进行有效的处理。医院在落实本报告提出的各项污染防治措施后，其辐射工作场所辐射安全措施及安全管理措施满足从事相应辐射活动的要求，辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，营运期对周围环境产生的辐射影响在可接受范围内，因此本项目运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

4.1.3 本项目验收的1台DSA和1台DSA-CT环评文件《浙江省肿瘤医院核医学科、介入科与直线加速器改扩建项目环境影响报告表》由杭州卫康环保科技有限公司编制。该项目涉及DSA和DSA-CT主要环评结论：

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

1、辐射安全与防护分析结论

(1) 项目概况

医院拟在 6 号楼 5 层利用原有闲置房间改建成 1 间 DSA 机房等配套用房，新增 1 台 DSA 射线装置，最大管电压为 150kV，最大管电流为 1250mA，属于 II 类射线装置；医院拟在 6 号楼 5 层利用原有 DSA 房间改建成 1 间 DSA-CT 复合机房，新增 1 台 DSA-CT 射线装置，DSA 部分最大管电压为 150kV，最大管电流为 1250 mA，CT 部分最大管电压为 150kV，最大管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置。

(2) 项目位置

本项目 DSA 机房和 DSA-CT 机房位于 6 号楼 5 层。本项目 DSA 机房和 DSA-CT 机房东侧 17m 为 4A 楼，东南侧 25m 为 7 号楼，南侧 17m 为 8 号楼，西侧 32m 为 1 号楼，北侧 17m 为 5 号楼。

(3) 项目所在地区环境质量现状结论

本项目辐射工作场所周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率均未见异常。

(4) 辐射安全防护措施结论

①医院拟建的各辐射机房的防护设计已考虑了其周边工作人员和公众的辐射安全。DSA 及 DSA-CT 机房的屏蔽防护设计方案能达到《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准的要求。

②项目拟采取的辐射防护措施一览表见表 13-1。

表 13-1 本项目辐射防护措施一览表

工作场所		辐射屏蔽防护措施	辐射安全管理措施	“三废”治理设施
介入科	DSA 机房与 DSA-CT 复合机房	辐射屏蔽防护措施详见表 10-26	辐射安全管理措施详见 10.1.7.4	<p>废气：本项目使用的 DSA 与 DSA-CT 设备曝光时产生的臭氧与氮氧化物量很少。本项目 DSA 与 DSA-CT 机房拟采用机械排风系统，曝光过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体经通排风系统在设备平台排入大气，在大气中扩散稀释。臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对环境影响较小。</p> <p>废水：本项目 DSA、DSA-CT 辐射工作人员从原有辐射工作人员调剂，不新增生活污水。</p> <p>固废：本项目 DSA 与 DSA-CT 工作人员产生的生活垃圾在生活垃圾处理站暂存，委托环卫部门定期清运；医疗废物依托医废暂存库进行规范处理，分类包装、存放后，委托有资质公司进行处理。</p>

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

（5）辐射安全管理结论

①医院已成立辐射安全管理委员会，负责辐射安全与环境保护管理工作。医院应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

②医院现有辐射工作人员均已进行放射防护知识培训。医院已对现有辐射工作人员进行了职业健康监护和个人剂量监测，同时也应将本项目新增辐射工作人员纳入管理范围内。

浙江省肿瘤医院在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射管理制度、落实辐射管理措施或设施、完善辐射工作人员管理的前提下，其从事辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

2、环境影响分析结论

（1）主要污染因子

本项目 DSA、DSA-CT 产生的主要污染因子是 X 射线、臭氧和氮氧化物等。

（2）辐射剂量率预测结论

经类比分析，本项目 DSA 与 DSA-CT 在正常运行情况下，机房外控制室、四周防护墙外及防护门外的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的标准限值。

（3）有效剂量预测结论

经表 11 预测评价，医院在落实《报告表》中提出的各项污染防治措施后，DSA 机房与 DSA-CT 机房辐射工作人员所受的附加年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求；DSA 机房与 DSA-CT 复合机房所致周围公众人员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的相关要求。

（4）“三废”影响分析

本项目使用的 DSA 与 DSA-CT 设备曝光时产生的臭氧与氮氧化物量很少。本项目 DSA 与 DSA-CT 机房拟采用机械排风系统，曝光过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体经通排风系统在设备平台排入大气，在大气中扩散稀释。臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对环境影响较小。

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

本项目 DSA 与 DSA-CT 工作人员产生的生活垃圾在生活垃圾处理站暂存，委托环卫部门定期清运；医疗废物依托医废暂存库进行规范处理，分类包装、存放后，委托有资质公司进行处理。

本项目各工作场所均选用低噪声设备及风机，运行时噪声源项低于 60dB（A），经过墙壁的衰减后对周围环境影响较小。

2、可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

本项目属于核技术在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》，本项目 DSA 机房与 DSA-CT 机房建设属于第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，均属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

（2）实践正当性分析结论

本项目的目的在于开展放射诊疗工作、治病救人，实践过程中采取了可能的辐射防护措施，在患者得到诊疗预期效果的同时，对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

（3）选址合理性分析

本项目拟建地址位于医院现有院区内，符合《国家级森林公园管理办法》（国家林业局令第 27 号）等相关法规的归定，不新增建筑面积和用地，用地性质为医疗卫生用地，项目选址符合杭州市主体功能区划及土地利用规划。本项目各辐射工作场所实体边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑、内部道路、杭州基督教会半山堂和杭州半山国家森林公园，本项目不在生态保护红线范围内。环境影响预测分析表明，在严格执行本评价中提出的辐射管理和辐射防护措施前提下，本项目的开展对周围环境造成的辐射

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

影响在可接受范围内，故本项目的选址是合理的。

（4）“三线一单”符合性分析

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案》，项目所在地属于拱墅区拱墅城镇生活重点管控单元（ZH33010520001），不在杭州市生态红线保护区内，不涉及生态保护红线符合环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单的要求，本项目的建设符合《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

（5）项目可行性

综上所述，浙江省肿瘤医院 DSA 与 DSA-CT 在落实本报告提出的各项辐射防护措施、污染防治措施和辐射环境管理要求后，具备从事相应辐射活动的技术能力，本项目各辐射工作场所运行时对周围环境的影响均能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

4.1.4 本项目验收的 1 台模拟定位机环评文件《浙江省肿瘤医院加速器机房及模拟机房等配套项目（扩建）建设项目辐射环境影响报告表》由国家环境保护总局辐射环境监测技术中心编制。该项目涉及模拟定位机主要环评结论：

1、实践正当性分析

浙江省肿瘤医院使用现有及拟增射线装置等辐射诊疗装置，目的在于开展放射诊疗工作，由于医院现在病人很多，对于直线加速器等设备均每天工作 14 个小时以上，因此急切配备 4 台加速器等辐射设备；另本项目的建设是经浙江省发展和改革委员会以及杭州市规划局批复同意的；使用的各辐射设备其产生的危害同社会和个人从中取得的利益相比是可以接受的，因此，该院辐射诊疗装置的建设和运行符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

2、选址合理性分析

浙江省肿瘤医院位于杭州市的北部，半山桥广济路 38 号，隶属拱墅区行政管辖区域。医院东面、北面都靠半山，西侧与田园公寓相邻，南临广济路。选址已通过杭州市规划局的确认。

三层布置为 4 台模拟定位机机房及控制室、医护办公室和病人等候区等；工作区域范围已考虑了邻室及周围场所的防护与安全，故其选址是合理可行的。

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

3、选址合理性分析

(1)浙江省肿瘤医院现配备有 5 台直线加速器、2 台 DSA、12 台普通 X 线机、1 台磁共振仪、1 台 ^{90}Sr - ^{90}Y 皮肤敷贴器、一台 ^{192}Ir 后装机和 1 台 ECT 等辐射诊断设备，同时医院也在开展 ^{125}I 粒源植入手术和 ^{125}I 放射免疫。医院现有的所有辐射设备均已进行了环境影响评价，各机房的屏蔽均能满足相关标准的要求。

(2)医院新建模拟定位机机房的防护情况如下，四周墙体采用 25cm 实心砖+2cm 涂料或混凝土，顶棚采用 20cm 混凝土，防护门内衬 3mm 铅板，观察窗采用 18mm 厚的铅玻璃，地坪采用 45cm 厚的混凝土。根据类比监测和理论计算预测辐射环境影响可知，新建机房的屏蔽能力能满足相关标准的要求。

4、主要污染因子、防护措施及环境影响评价

模拟定位机的主要污染因子为 X 射线。

医院通过增加墙体、顶棚及防护门的厚度来屏蔽 X 射线。

由现场监测及类比监测结果表明，医院新建机房辐射操作的辐射工作人员和周围的公众成员均不会受到的额外照射，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

5、污染防治措施

模拟定位机应具备的污染防治措施：

①新建的模拟定位机机房应严格按照标准的要求建设并应严格保证施工质量。

②机房防护门及观察窗的屏蔽能力应达到 2mm 铅当量的防护要求。

③机房内不得堆放与诊断工作无关的杂物。

④病人从候诊室进入机房的防护门的上方须设有电离辐射标志并有中文说明，并注明工作时严禁人员入内。

⑤各项规章制度、操作规程，应张贴于操作室内。

⑥为新增工作人员每人配备 1 个人剂量计。

6、辐射环境管理制度

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中的相关规定，医院已成立了放射防护委员会，并已签订了《辐射工作安全责任书》，制订了《辐射安全管理制度》、《辐

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

射防护和安全保卫制度》、《放射性同位素使用登记制度》《订购、运输及回收制度》《放射性同位素变更及注销制度》《放射工作人员培训制度》《放射工作人员体检及健康管理制度》、《医院辐射安全自行检查制度》《设备检修维护和使用登记制度》、《核医学科安全操作规程》《防护措施》、《放射防护措施》《加速器机房辐射防护措施》和《放射防护应急预案》，此外要求医院修改现有的部分制度补充部分规章制度主要有《自行检查及年度评估制度》、《设备检修维护制度》、《台帐管理制度》、《监测制度》、《岗位职责》和《质量保证大纲和质量控制检测》。

7、安全培训及健康管理

(1) 医院现有辐射工作人员 165 名，均已参加有资质单位举办的培训，具有相应的培训记录，并取得合格证。本项目新增的辐射工作人员也应尽快参加上岗培训。

(2) 医院已按《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于职业健康检查的规定，每年组织辐射工作人员到浙江大学医学院第一附属医院进行职业健康体检，并建立了相应的健康监护档案。

(3) 医院已按相关要求为辐射工作人员每人配置了 1 个人剂量仪，并每季度送交浙江省疾控对辐射工作人员的受照剂量进行检测，并建立了个人剂量档案。

综上所述，根据类比监测结果，浙江省肿瘤医院拟增的 4 台模拟定位机机房只要按规范设计建造，其屏蔽能力能满足辐射环境保护的要求。

因此，医院在充分落实本报告提出的污染防治措施和管理制度后，将具备从事相应辐射工作的技术能力和安全防护措施，本项目运行对周围环境的产生的辐射影响能符合环境保护的要求，故从辐射环保角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

4.2 审批部门的审批决定

4.2.1 2009 年 7 月 28 日，原杭州市环境保护局对《浙江省肿瘤医院加速器机房及模拟机房等配套项目（扩建）建设项目辐射环境影响报告表》进行审批，审批文号为：杭环辐评批[2009]0105 号，该项目主要环评批复内容：

一、根据环评结论、专家评审意见和拱墅环保分局初审意见，同意你单位在杭州市半山桥广济路 38 号浙江省肿瘤医院环评指定位置新增西门子 Primus H plus 电子直线加速器 4 台、西门子模拟定位机 4 台、16 排 CT 机 1 台、3.0 核磁共振仪 1 台以及年用量

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

3000 粒放射性活度为 $2.3 \times 10^7 \text{Bq}$ 的密封放射源 ^{125}I 。

二、在项目建设、实施过程中，要严格按照国家的有关法规及标准进行管理，满足《医用 X 射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2002）、《医用电子直线加速器卫生防护标准》（GBZ126-2002）、《电磁辐射防护规定》（GB8702-88）等防护要求，并落实环境影响报告表提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求。明确辐射防护管理机构人员及职责，完善各项规章制度、事故应急制度和辐射防护安全操作规程等。落实各项管理制度、监测计划，并有详细的检修登记、监测记录。

三、操作人员必须持证上岗，进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。工作场所应设置电离辐射警告标志和中文警示说明，机房外设置工作指示灯，划定辐射安全警戒线，规章制度上墙。定期对操作人员进行辐射防护知识的培训与考核，提高辐射环境保护和自我防护意识。

四、加强放射源的安全管理，定期检查放射源的使用情况，严格按照有关规定使用、处置放射源，防止放射性污染事故的发生。

五、加强射线装置的安全管理，定期检查射线装置的使用情况，严格按照有关规定使用、处置射线装置，机房应落实防火、防盗、防泄漏等安全措施，防止辐射事故的发生。

六、每年至少进行一次对机房周围环境进行辐射监测和并对辐射工作场所进行评估，发现安全隐患的，应该立即整改，并建立监测技术档案。年度评估报告定期上报环保部门备案。

七、严格执行建设项目环境保护“三同时”制度，该项目投入试运行 3 个月内，必须申请验收，经验收合格后方可投入正式运行。

八、扩建射线装置等，须按照原申请程序重新申领辐射安全许可证。

4.2.2 2017 年 6 月 9 日，原浙江省环境保护厅对《浙江省肿瘤医院 ^{131}I 核素治疗和射线装置应用项目（迁扩建）环境影响报告表》进行审批，审批文号为：浙环辐[2017]6 号，该项目主要环评批复内容：

一、该项目位于杭州市半山桥广济路 38 号总院院区。项目内容为 ^{131}I 核素治疗和射线装置应用项目（迁扩建），具体为： ^{131}I 核素治疗分装室由 3 号楼一层搬迁至同楼

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

二层,日等效最大操作量 $3.9 \times 10^9 \text{Bq}$,年最大用量 $5.2 \times 10^{12} \text{Bq}$,为乙级非密封源工作场所;在1号楼二层新增1台 ERCP (III类射线装置),在4号楼C座放射物理室二层新增1台小动物精确辐照仪 (III类射线装置)。我厅同意《报告表》中对于辐射环境保护方面的评价结论。《报告表》提出的对策和建议可作为该项目建设 and 环境管理的依据。

二、该项目实施时,你院要加强辐射环境安全管理,做好放射性废物处置工作,完善台账资料管理、辐射工作人员个人剂量管理和健康管理等工作,严防辐射事故发生。

三、根据相关法规要求,你院在该项目投入试运行前,必须重新申领《辐射安全许可证》;在试运行期届满前,应及时申请环保设施竣工验收,验收合格后,方可正式投入运行。

4.2.3 2020年11月19日,杭州市生态环境局对《浙江省肿瘤医院新建一台射波刀项目环境影响报告表》进行审批,审批文号为:杭环辐评批[2020]28号,该项目主要环评批复内容:

一、根据环评结论,同意你单位在杭州市拱墅区半山东路1号环评指定位置内建设一间射波刀机房,并配备一台II类射线装置射波刀(最大X射线能量6MV)及内置III类射线装置X-ray(管电压150kV、管电流500mA)。

二、项目须严格落实环境影响报告表提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求等,认真执行环保“三同时”制度。项目建成后,依法办理项目环境保护设施竣工验收。

三、加强射线装置的安全管理,定期检查射线装置的使用情况,严格按照有关规定使用射线装置,防止辐射事故的发生。

四、使用射线装置应当依法申领《辐射安全许可证》,禁止无许可证从事相关使用活动。

五、每年对辐射安全工作进行评估,发现安全隐患的,应当立即整改,并建立相关档案。年度评估报告定期上报生态环境部门。

六、建设项目的性质、规模、地点或者污染防治措施发生重大变动的,须重新报批建设项目环评文件。自本批准之日超过五年,方决定该项目开工建设的,其环境影响评价文件应当报我局重新审核。

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.2.4 2022年5月19日，杭州市生态环境局对《浙江省肿瘤医院核医学科、介入科与直线加速器改扩建项目环境影响报告表》进行审批，审批文号为：杭环辐评批[2022]11号，该项目主要环评批复内容：

一、根据环评结论，同意你单位在杭州市拱墅区半山东路1号的浙江省肿瘤医院总部《报告表》指定位置进行改扩建，具体为：在总院区3号楼核医学科一层新增2台PET/CT（1台最大管电流800mA，最大管电压150kV；1台最大管电流666mA，最大管电压140kV），新增使用放射性核素 ^{64}Cu 年最大用量 $3.70\times 10^{10}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $7.4\times 10^6\text{Bq}$ ）、 ^{68}Ga 年最大用量 $3.70\times 10^{10}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $7.4\times 10^6\text{Bq}$ ）、 ^{89}Zr 年最大用量 $2.96\times 10^{10}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $5.92\times 10^7\text{Bq}$ ）、 ^{124}I 年最大用量 $7.40\times 10^9\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $1.48\times 10^7\text{Bq}$ ）、 ^{123}I 年最大用量 $5.55\times 10^{10}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $1.85\times 10^7\text{Bq}$ ）、 ^{131}I 年最大用量 $3.6\times 10^{11}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $2.4\times 10^8\text{Bq}$ ）、 ^{225}Ac 年最大用量 $9.25\times 10^9\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $3.7\times 10^8\text{Bq}$ ）、 ^{177}Lu 年最大用量 $4.00\times 10^{10}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $8.4\times 10^7\text{Bq}$ ）；调整使用放射性核素 ^{18}F 至年最大用量 $8.33\times 10^{12}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $3.33\times 10^8\text{Bq}$ ）、 ^{67}Ga 至年最大用量 $1.85\times 10^{11}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $7.4\times 10^7\text{Bq}$ ）、 ^{32}P 至年最大用量 $1.48\times 10^{10}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $1.48\times 10^7\text{Bq}$ ）、 ^{153}Sm 至年最大用量 $1.39\times 10^{12}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $5.55\times 10^8\text{Bq}$ ）、 ^{188}Re 至年最大用量 $1.39\times 10^{12}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $5.55\times 10^8\text{Bq}$ ）、 ^{223}Ra 至年最大用量 $5.55\times 10^9\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $3.70\times 10^8\text{Bq}$ ）， $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{201}Tl 、 ^{89}Sr 、 ^{125}I 及 ^{125}I （粒子分装）用量不变，改扩建后的核医学科一层为乙级非密封放射性物质工作场所。在总院3号楼核医学科二层调整放射性核素 ^{177}Lu 至年最大用量 $3.70\times 10^{11}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $7.40\times 10^9\text{Bq}$ ）， ^{131}I 用量不变，改扩建后的核医学科二层为乙级非密封放射性物质工作场所。6号楼5层DSA机房改建为 ^{90}Y 治疗工作场所，新增使用放射性核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 年最大用量 $4.44\times 10^{10}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $4.44\times 10^5\text{Bq}$ ）、 ^{90}Y 年最大用量 $6.00\times 10^{11}\text{Bq}$ （日等效最大操作量 $6.00\times 10^7\text{Bq}$ ），改建后的 ^{90}Y 治疗工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所。在4号楼C座1层《报告表》指定位置新增1台直线加速器（射线最高能量10MV，电子线最高能量20MeV）。在6号楼5层《报告表》指定位置新增1台DSA射线装置（最大管电压为150kV、最大管电流为1250mA）、新增1台DSA-CT射线装置（DSA部分最大管电压为150kV、最大管电流为1250mA，CT部分最大管电压为150kV、最大管电流

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

为 1000mA)。

二、项目须严格遵守法律法规规章及技术规范标准等规定，落实相关污染防治措施和辐射环境管理要求，包括但不限于《报告表》提出的各项污染防治对策等，确保污染物达标排放。

三、你单位应认真执行环保“三同时”制度，项目建成后，依照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》办理项目环境保护设施竣工验收，并按规定程序重新申请辐射安全许可证，落实相关定期监测要求。禁止不按许可证从事相关使用活动。

四、加强放射性同位素和射线装置的安全管理，定期检查放射性同位素和射线装置的使用情况，严格按照有关规定使用放射性同位素和射线装置，防止辐射事故的发生。

五、每年对辐射安全工作进行评估，发现安全隐患的，应当立即整改，并建立相关档案。年度评估报告定期上报生态环境部门。

六、建设项目的性质、规模、地点或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，须重新报批建设项目环评文件。本《报告表》批准之日起超过五年，方开工建设的，其环境影响评价文件应当报我局重新审核。

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.3 环评批复文件落实情况

本项目环评批复文件中辐射安全与防护措施落实情况见表 4-1。由表 4-1 可见，项目基本落实了环评批复文件中提出的要求。

表 4-1 环评批复文件要求及落实情况

环评批复文件要求	环评批复文件要求落实情况
<p>“杭环辐评批[2009]0105 号”的要求：</p> <p>一、在项目建设、实施过程中，要严格按照国家的有关法规及标准进行管理，满足《医用 X 射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2002）、《医用电子直线加速器卫生防护标准》（GBZ126-2002）、《电磁辐射防护规定》（GB8702-88）等防护要求，并落实环境影响报告表提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求。明确辐射防护管理机构人员及职责，完善各项规章制度、事故应急制度和辐射防护安全操作规程等。落实各项管理制度、监测计划，并有详细的检修登记、监测记录。</p> <p>二、操作人员必须持证上岗，进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。工作场所应设置电离辐射警告标志和中文警示说明，机房外设置工作指示灯，划定辐射安全警戒线，规章制度上墙。定期对操作人员进行辐射防护知识的培训与考核，提高辐射环境保护和自我防护意识。</p> <p>三、加强射线装置的安全管理，定期检查射线装置的使用情况，严格按照有关规定使用、处置射线装置，机房应落实防火、防盗、防泄漏等安全措施，防止辐射事故的发生。</p> <p>四、每年至少进行一次对机房周围环境进行辐射监测和并对辐射工作场所进行评估，发现安全隐患的，应该立即整改，并建立监测技术档案。年度评估报告定期上报环保部门备案。</p> <p>五、严格执行建设项目环境保护“三同时”制度，该项目投入试运行 3 个月内，必须申请验收，经验收合格后方可投入正式运行。</p> <p>六、扩建射线装置等，须按照原申请程序重新申领辐射安全许可证。</p>	<p>“杭环辐评批[2009]0105 号”的落实情况：</p> <p>一、经检测，本项目模拟定位机房辐射防护屏蔽能力符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。医院落实了环评提出的各项辐射安全与防护措施、落实了辐射安全管理要求。医院于 2023 年 7 月发布了关于调整各级各类组织成员的通知，明确了放射防护安全管理委员会的成员，在印发的《放射防护和辐射安全工作职责与分工》的通知中，明确了各成员的职责。医院完善了各项辐射管理制度，完善了《放射防护应急预案》和《CT 操作规程》等。辐射工作人员在工作中落实了各项辐射安全管理制度、落实了监测计划，建立了设备维护记录、监测记录。</p> <p>二、本项目模拟定位机房涉及的 4 名辐射工作人员均经辐射安全与防护培训，考核合格后持证上岗。医院为辐射工作人员均配备了个人剂量计，个人剂量计委托浙江省疾病预防控制中心进行监测，建立了个人剂量档案，每个季度监测一次。辐射工作人员送浙江大学医学院附属第一医院进行职业健康体检，并建立了个人健康监护档案。</p> <p>三、医院建立了射线装置使用记录，射线装置供应商每年定期对射线装置进行检查、校验。该医院落实了各机房防火、防盗、防射线泄漏等安全措施。</p> <p>四、医院委托有资质的单位每年一次对工作场所进行辐射环境监测，落实了监测计划。该医院落实了年度辐射安全和防护评估，并在规定的时间内上报当地生态环境部门。</p> <p>五、本项目执行了“三同时”制度，医院按规定程序进行验收。</p> <p>六、医院按规定重新申领了《辐射安全许可证》，本项目模拟定位机获辐射许可。</p>

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

表 4-1 环评批复文件要求及落实情况

环评批复文件要求	环评批复文件要求落实情况
<p>“浙环辐[2017]6号”的要求：</p> <p>一、该项目实施时，你院要加强辐射环境安全管理，做好放射性废物处置工作，完善台账资料管理、辐射工作人员个人剂量管理和健康管理等工作，严防辐射事故发生。</p> <p>二、根据相关法规要求，你院在该项目投入试运行前，必须重新申领《辐射安全许可证》；在试运行期届满前，应及时申请环保设施竣工验收，验收合格后，方可正式投入运行。</p>	<p>“浙环辐[2017]6号”的落实情况：</p> <p>一、医院完善了辐射工作场所的安全管理，落实了 ERCP 机房的各项辐射安全与防护措施，完善了设备台账的登记管理。本项目 ERCP 涉及的 4 名辐射工作人员均经辐射安全与防护培训，考核合格后持证上岗。医院为辐射工作人员均配备了个人剂量计，个人剂量计委托浙江省疾病预防控制中心进行监测，建立了个人剂量档案，每个季度监测一次。辐射工作人员送浙江大学医学院附属第一医院进行职业健康体检，并建立了个人健康监护档案。</p> <p>二、医院重新申领了《辐射安全许可证》，领证日期 2023 年 1 月 11 日，发证机关浙江省环境保护厅，有效期至 2027 年 3 月 27 日；证书编号：浙环辐证[A0001]。医院按规定程序进行验收。</p>
<p>“杭环辐评批[2020]28号”的要求：</p> <p>一、项目须严格落实环境影响报告表提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求等，认真执行环保“三同时”制度。项目建成后，依法办理项目环境保护设施竣工验收。</p> <p>二、加强射线装置的安全管理，定期检查射线装置的使用情况，严格按照有关规定使用射线装置，防止辐射事故的发生。</p> <p>三、使用射线装置应当依法申领《辐射安全许可证》，禁止无许可证从事相关使用活动。</p> <p>四、每年对辐射安全工作进行评估，发现安全隐患的，应当立即整改，并建立相关档案。年度评估报告定期上报生态环境部门。</p> <p>五、建设项目的性质、规模、地点或者污染防治措施发生重大变动的，须重新报批建设项目环评文件。自本批准之日超过五年，方决定该项目开工建设的，其环境影响评价文件应当报我局重新审核。</p>	<p>“杭环辐评批[2020]28号”的落实情况：</p> <p>一、本项目严格落实了环境影响报告表提出的各项污染防治措施，并落实了辐射环境管理要求。本项目执行了环保“三同时”制度，医院按规定程序进行验收。</p> <p>二、医院严格落实了射波刀的安全管理，定期对射波刀的使用情况做了检查。辐射工作人员严格遵照射波刀操作流程进行操作，至今未发生辐射事故。</p> <p>三、医院按规定重新申领了《辐射安全许可证》，本项目射波刀获辐射许可。</p> <p>四、医院委托有资质的检测单位定期（每年 1 次）对工作场所环境辐射水平进行监测；委托浙江亿达检测技术有限公司进行射波刀机房验收监测。医院按规定时间将年度辐射安全与防护评估报告上报当地生态环境部门。</p> <p>五、本项目无重大变动发生。</p>
<p>“杭环辐评批[2022]11号”的要求：</p> <p>一、项目须严格遵守法律法规规章及技术规范标准等规定，落实相关污染防治措施和辐射环境管理要求，包括但不限于《报告表》提出的各项污染防治对策等，确保污染物达标排放。</p>	<p>“杭环辐评批[2022]11号”的落实情况：</p> <p>一、本项目 DSA 机房、DSA-CT 复合机房按照相关标准进行建设，落实了环境影响报告表提出的各项辐射安全与防护措施，落实了辐射环境管理要求。</p>

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

表 4-1 环评批复文件要求及落实情况

环评批复文件要求	环评批复文件要求落实情况
<p>二、你单位应认真执行环保“三同时”制度，项目建成后，依照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》办理项目环境保护设施竣工验收，并按规定程序重新申请辐射安全许可证，落实相关定期监测要求。禁止不按许可证从事相关使用活动。</p> <p>三、加强放射性同位素和射线装置的安全管理，定期检查放射性同位素和射线装置的使用情况，严格按照有关规定使用放射性同位素和射线装置，防止辐射事故的发生。</p> <p>四、每年对辐射安全工作进行评估，发现安全隐患的，应当立即整改，并建立相关档案。年度评估报告定期上报生态环境部门。</p> <p>五、建设项目的性质、规模、地点或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，须重新报批建设项目环评文件。本《报告表》批准之日起超过五年，方开工建设的，其环境影响评价文件应当报我局重新审核。</p>	<p>二、本项目执行了环保“三同时”制度，医院按规定程序进行验收。医院按规定重新申领了《辐射安全许可证》，本项目 DSA 和 DSA-CT 获辐射许可。</p> <p>三、医院严格落实了 DSA 和 DSA-CT 的安全管理，定期对 DSA 和 DSA-CT 的使用情况做了检查。辐射工作人员严格遵照 DSA 和 DSA-CT 操作流程进行操作，至今未发生辐射事故。</p> <p>四、医院委托有资质的检测单位定期（每年 1 次）对工作场所环境辐射水平进行监测；委托浙江亿达检测技术有限公司进行 DSA 机房和 DSA-CT 机房验收监测。医院按规定时间将年度辐射安全与防护评估报告上报当地生态环境部门。</p> <p>五、本项目无重大变动发生。</p>

表五 验收监测质量保证和质量控制

5.1 监测单位

2023年9月15日，浙江亿达检测技术有限公司对浙江省肿瘤医院本阶段验收的模拟定位机房、ERCP机房、射波刀机房、DSA机房和DSA-CT机房周围环境辐射水平进行监测。

5.2 监测项目

X辐射剂量率；

5.3 监测方法及技术规范

监测布点和测量方法选用目前国家和行业有关规范和标准。本次验收监测方法依据的规范、标准：

- (1) 《辐射环境监测技术规范》，（HJ61-2021）；
- (2) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》，（HJ1157-2021）；
- (3) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）；
- (4) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）；
- (5) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；

5.5 监测人员资格

参加本次现场监测的人员，均经过监测技术培训，并经考核合格，持证上岗。监测报告审核人员均经授权。

5.6 监测分析过程中的质量保证和质量控制

浙江亿达检测技术有限公司建立了质量管理体系，通过了浙江省计量认证。验收监测工作遵循本单位质量手册、程序文件、实施细则、操作规程。制定并组织实施年度监测质量保证和质量控制计划。辐射环境监测质量保证措施如下：

- (1) 验收监测单位取得CMA资质认证；
- (2) 合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (3) 检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证上岗。

续表五 验收监测质量保证和质量控制

- (4) 检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (5) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (6) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (7) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校准、审核，最后由技术负责人审定。

表六 验收监测内容

6.1 监测因子及频次

2023年9月15日，浙江亿达检测技术有限公司对浙江省肿瘤医院本阶段验收的模拟定位机机房、ERCP机房、射波刀机房、DSA机房和DSA-CT机房周围环境辐射水平进行监测。

监测因子：X射线剂量率；

监测频次：在正常工况下监测1次。

6.2 监测布点

根据现场条件，全面、合理布点；针对工作人员长时间工作的场所、其他公众可能到达的场所及辐射剂量率可能受到各射线装置影响较大的场所，分别在各射线装置机房周围和操作位处展开了现场监测，监测布点见图6-1~6-6。

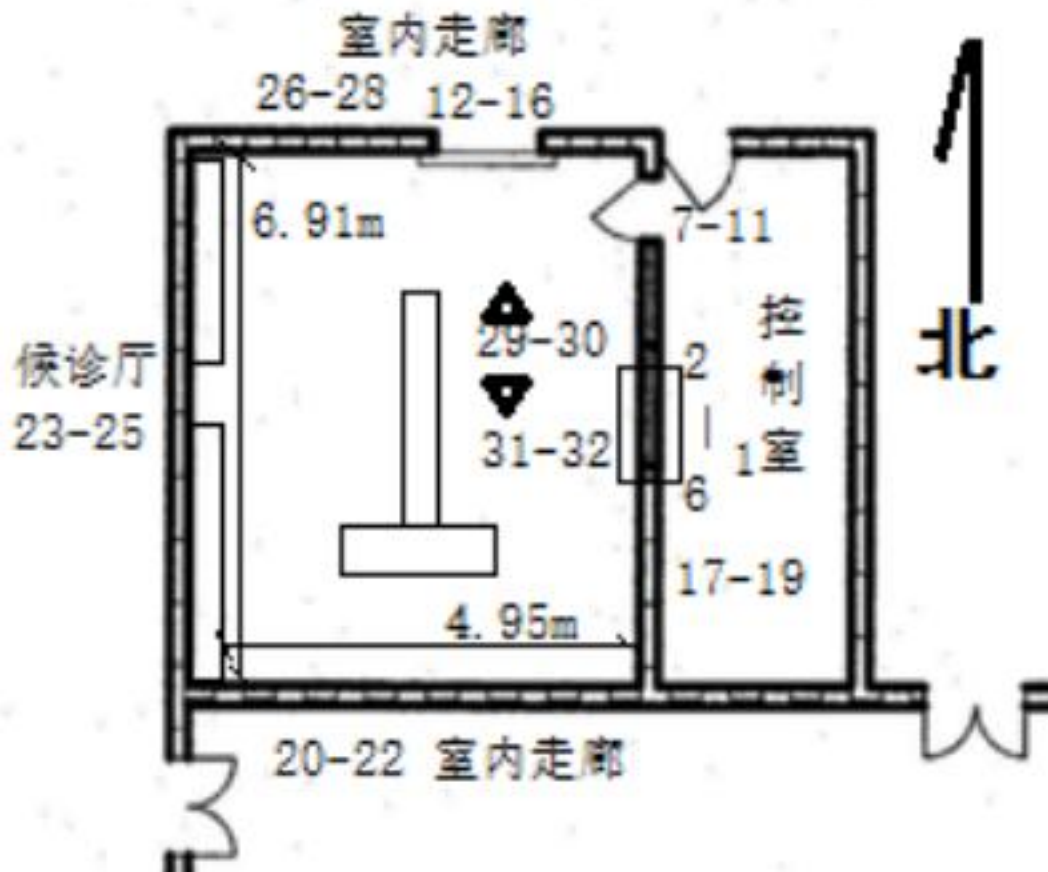


图6-1 本项目模拟定位机房检测布点示意图

续表六 验收监测内容

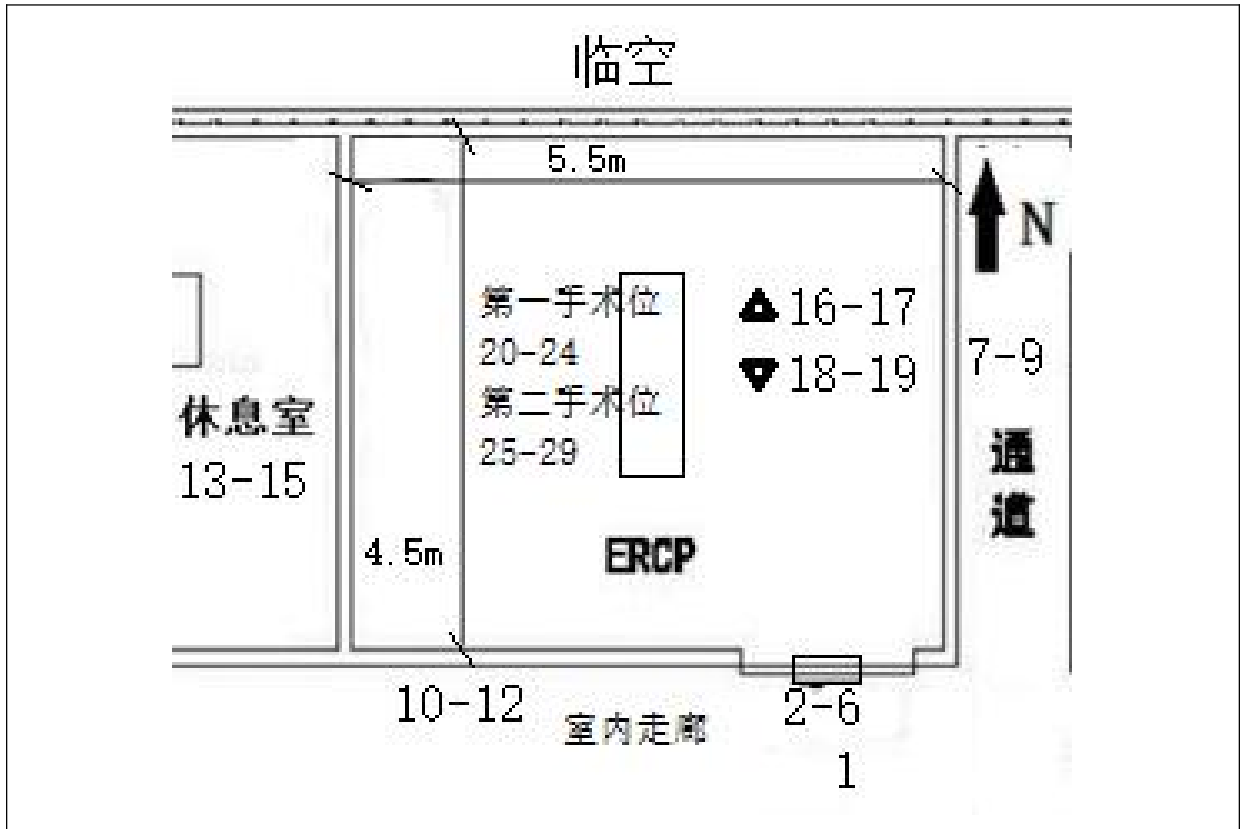


图 6-2 本项目 ERCP 机房检测布点示意图

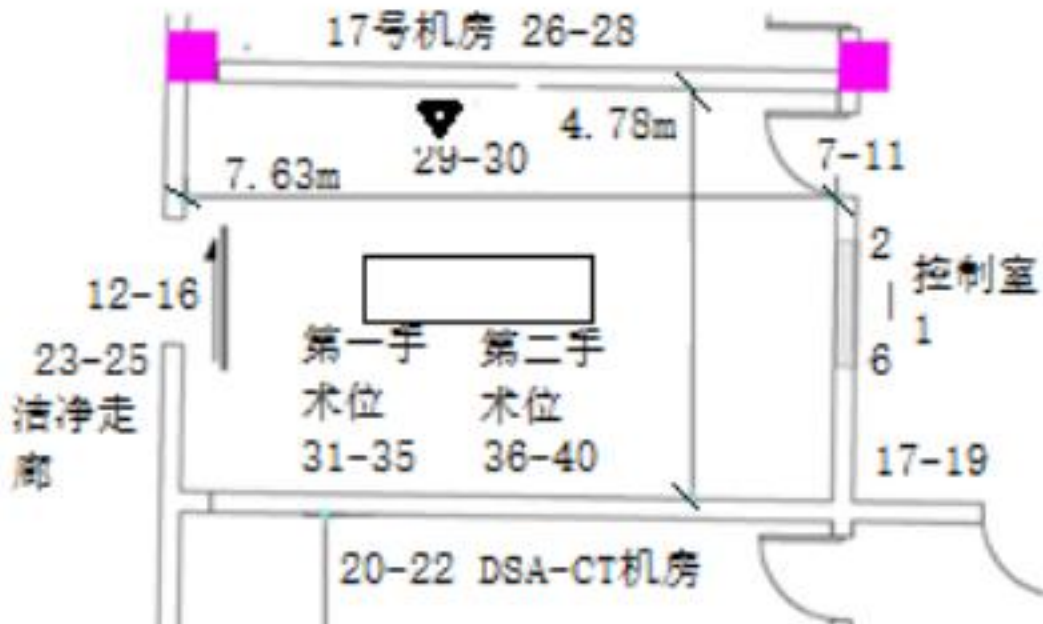


图 6-3 本项目 DSA 机房检测布点示意图

续表六 验收监测内容

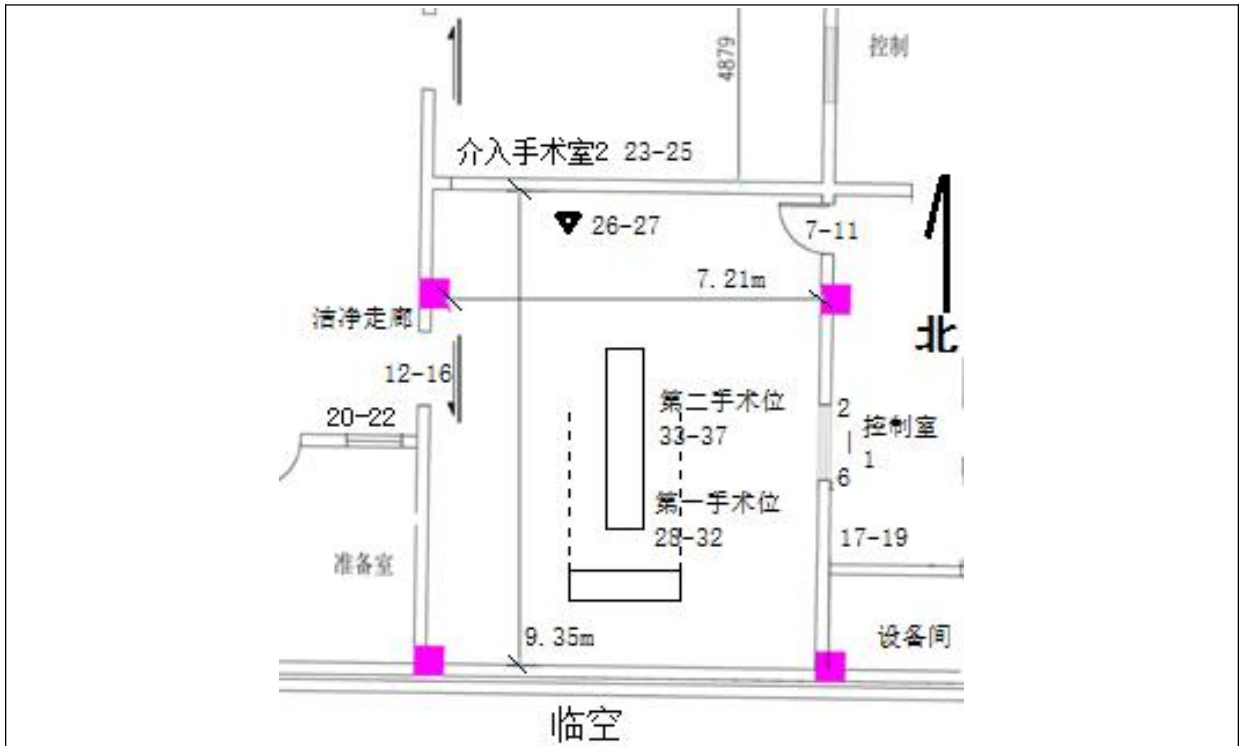


图 6-4 本项目 DSA-CT 机房（手术室 3）检测布点示意图

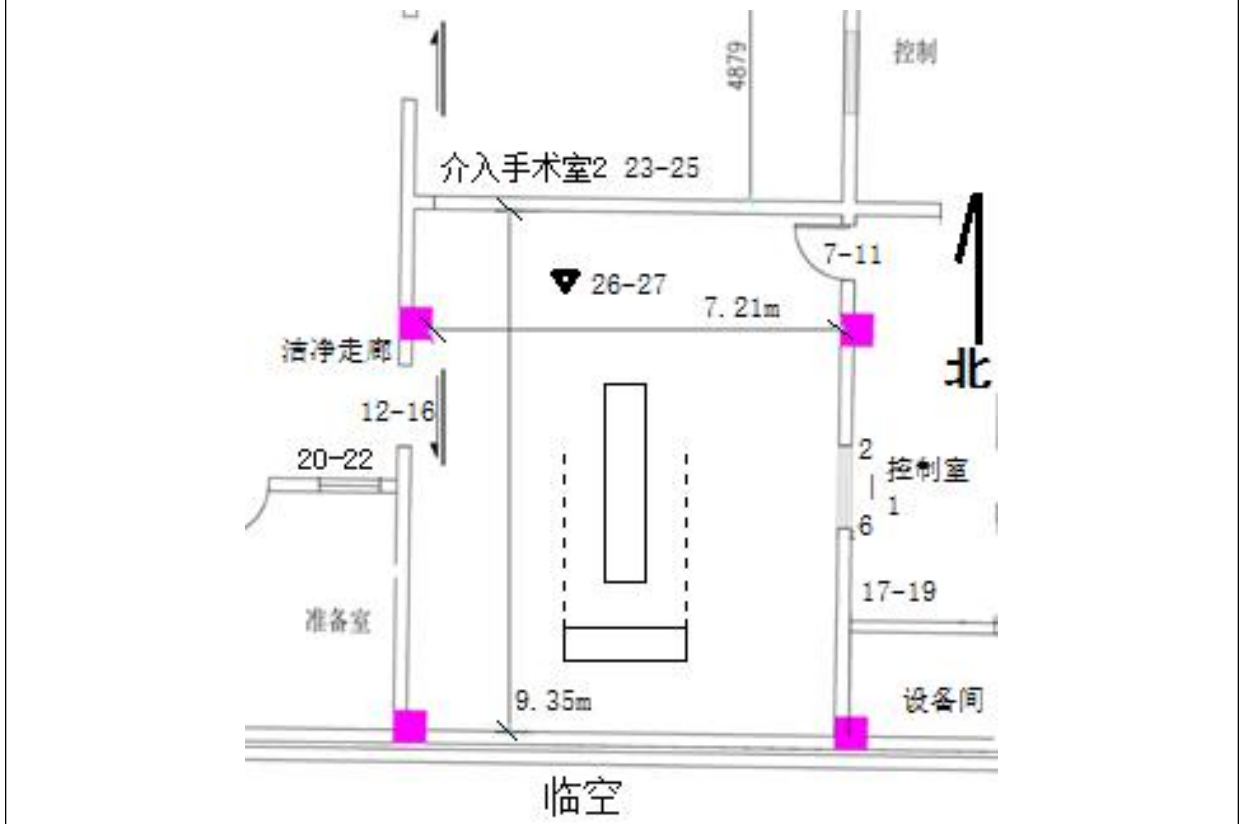
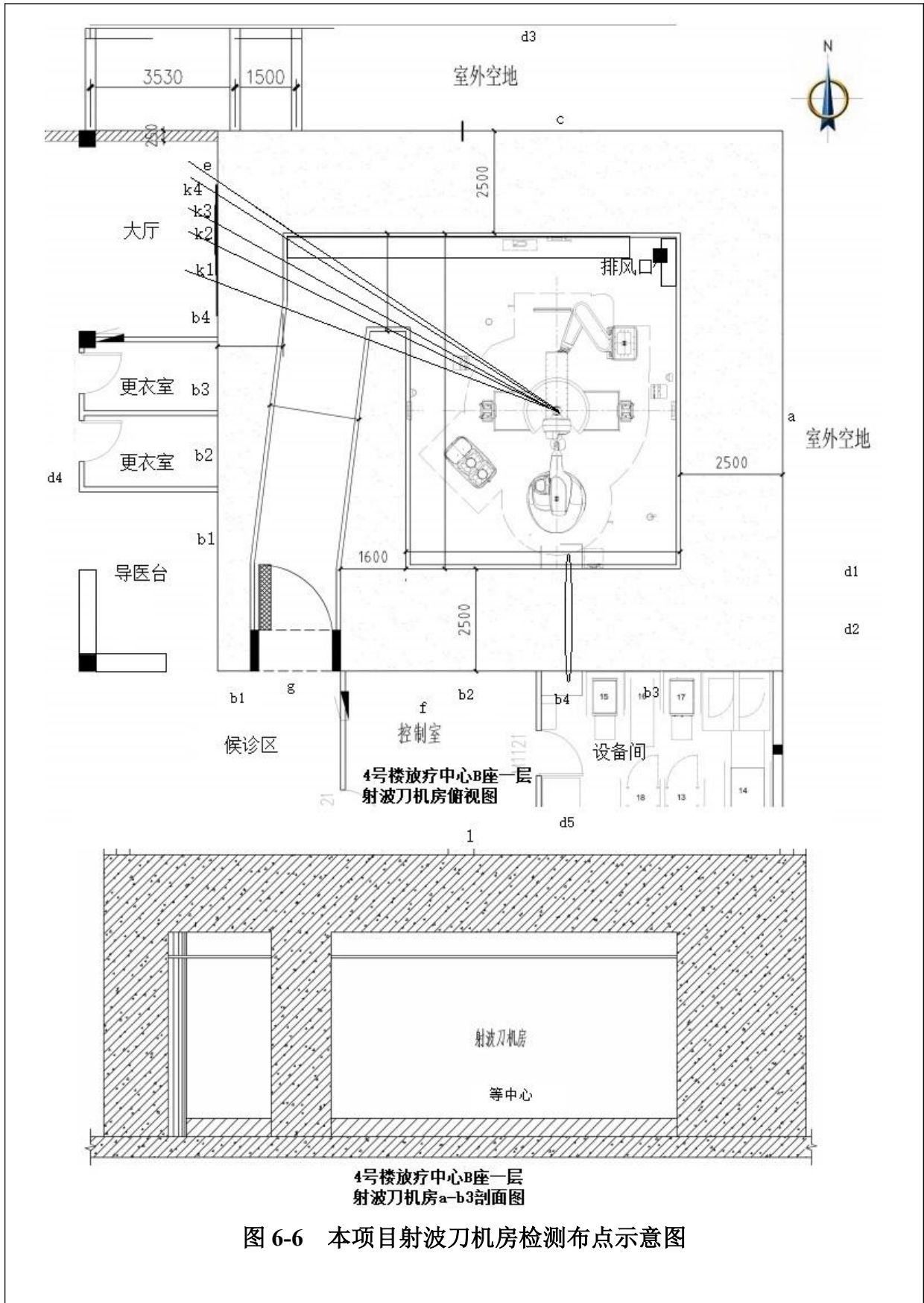


图 6-5 本项目 DSA-CT 机房（手术室 3）检测布点示意图

续表六 验收监测内容



续表六 验收监测内容

6.3 监测仪器

监测仪器参数及检定情况见表 6-1。

表 6-1 监测仪器参数及检定情况

仪器名称	辐射剂量测量仪
仪器型号/编号	AT1121/44739
生产厂家	ATOMTEX
量 程	9nSv/h-10Sv/h
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
检定证书编号	2023H21-20-4419850001
检定证书有效期	2023 年 02 月 15 日-2024 年 02 月 14 日
校准因子 C_f	X 线: 80kV:1.00; 100kV:1.07; 150kV:1.02 γ 线: 7μ Sv/h: 1.01

表七 验收监测

7.1 验收监测期间生产工况

模拟定位机：额定电压 140kV，额定电流 500mA；监测时电压为 140kV，电流为 230mA，出束时间为 6s，使用 CT 模体；

ERCP：额定电压 110kV，额定电流 25mA；监测时电压为 88kV，电流为 1.2mA，使用标准水膜+1.5mm 铜板；

手术室 2 中 DSA：额定电压 125kV，额定电流 800mA；监测时电压为 83kV，电流为 3.94mAs，使用标准水膜+1.5mm 铜板；

手术室 3 中 DSA：额定电压 125kV，额定电流 1000mA；监测时电压为 79kV，电流为 98.2mAs，使用标准水膜+1.5mm 铜板；CT 机额定电压 140kV，额定电流 800mA；监测时电压为 120kV，电流为 240mA，出束时间为 5.36s，使用标准水膜+1.5mm 铜板；

射波刀：最高能量为 6MV，监测时为能量 6MV。

7.2 验收监测结果

（1）模拟定位机机房

模拟定位机机房监测布点见图 6-1，监测结果见表 7-1。

由表 7-1 可知，模拟定位机未运行时，机房四周辐射剂量率在 $0.14\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$ 之间；模拟定位机运行时，机房四周辐射剂量率在 $0.14\mu\text{Sv/h}\sim 1.04\mu\text{Sv/h}$ 之间。

模拟定位机机房辐射防护屏蔽性能符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

（2）ERCP 机房

ERCP 机房监测布点见图 6-2，监测结果见表 7-2。

由表 7-2 可知，ERCP 未运行时，机房四周辐射剂量率在 $0.14\mu\text{Sv/h}\sim 0.19\mu\text{Sv/h}$ 之间；ERCP 运行时，机房四周辐射剂量率在 $0.14\mu\text{Sv/h}\sim 0.20\mu\text{Sv/h}$ 之间。

ERCP 机房辐射防护屏蔽性能符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

透视作业时，ERCP 机房内介入操作位最大剂量当量率（第二手术者位（铅防护屏后腹部））为 $113\mu\text{Sv/h}$ 。

（3）DSA 机房（手术室 2）

续表七 验收监测

DSA 机房（手术室 2）监测布点见图 6-3，监测结果见表 7-3。

由表 7-3 可知，DSA 未运行时，机房四周辐射剂量率在 $0.14\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$ 之间。DSA 运行时，机房四周辐射剂量率在 $0.14\mu\text{Sv/h}\sim 0.20\mu\text{Sv/h}$ 之间。

DSA 机房（手术室 2）辐射防护屏蔽性能符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

透视作业时，DSA 机房（手术室 2）内介入操作位最大剂量当量率（第一手术者位（铅防护屏后胸部））为 $71\mu\text{Sv/h}$ 。

（4）DSA-CT 复合机房（手术室 3）

DSA-CT 复合机房（手术室 3）监测布点见图 6-4，监测结果见表 7-4。

由表 7-4 可知，DSA 和 CT 机未运行时，机房四周辐射剂量率在 $0.14\mu\text{Sv/h}\sim 0.17\mu\text{Sv/h}$ 之间；DSA 单独运行时，机房四周辐射剂量率在 $0.14\mu\text{Sv/h}\sim 0.20\mu\text{Sv/h}$ 之间；CT 单独运行时，机房四周辐射剂量率在 $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.22\mu\text{Sv/h}$ 之间。

DSA-CT 复合机房（手术室 3）辐射防护屏蔽性能符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

透视作业时，DSA-CT 复合机房（手术室 3）内介入操作位最大剂量当量率（第一手术者位（铅防护屏后头部））为 $210\mu\text{Sv/h}$ 。

（5）射波刀机房

射波刀机房监测布点见图 6-5，监测结果见表 7-5。

由表 7-5 可知，射波刀未运行时，机房四周辐射剂量率在 $0.14\sim 0.20\mu\text{Sv/h}$ 之间。射波刀运行时，机房四周辐射剂量率在 $0.14\sim 1.38\mu\text{Sv/h}$ 之间。

射波刀机房辐射防护屏蔽性能符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的标准要求，也符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的标准要求。

续表七 验收监测

受检设备名称	16排模拟定位 CT	设备型号	Brilliance CT Big Bore	
设备编号	76323	额定容量	140 kV 500 mA	
设备品牌厂商	飞利浦	机房使用面积	长 6.91m；宽 4.95m；34.2m ²	
检测条件	140 kV 230 mA 6 s，准直宽度：32 mm，模体：CT 体模			
检测点号	检测地点	检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		
		开机时	关机时	
1	操作位	0.20	0.17	
2	观察窗左表面 30cm	0.17	0.15	
3	观察窗中表面 30cm	0.17	0.14	
4	观察窗右表面 30cm	0.19	0.16	
5	观察窗上表面 30cm	0.17	0.15	
6	观察窗下表面 30cm	0.17	0.16	
7	工作人员防护门左表面 30cm	0.18	0.15	
8	工作人员防护门中表面 30cm	0.15	0.15	
9	工作人员防护门右表面 30cm	0.31	0.14	
10	工作人员防护门上表面 30cm	0.18	0.16	
11	工作人员防护门下表面 30cm	0.20	0.16	
12	受检者防护门左表面 30cm	0.17	0.15	
13	受检者防护门中表面 30cm	0.20	0.16	
14	受检者防护门右表面 30cm	0.17	0.16	
15	受检者防护门上表面 30cm	0.15	0.14	
16	受检者防护门下表面 30cm	0.52	0.16	
17	东墙左表面 30cm	0.14	0.14	
18	东墙中表面 30cm	0.18	0.16	
19	东墙右表面 30cm	0.17	0.15	
20	南墙左表面 30cm	0.17	0.15	
21	南墙中表面 30cm	0.16	0.14	
22	南墙右表面 30cm	0.18	0.16	
23	西墙左表面 30cm	0.16	0.15	
24	西墙中表面 30cm	0.16	0.15	
25	西墙右表面 30cm	0.16	0.14	

续表七 验收监测

表 7-1 3号模拟定位机房周围剂量当量率检测结果

26	北墙左表面 30cm	0.18	0.16
27	北墙中表面 30cm	0.16	0.15
28	北墙右表面 30cm	0.16	0.15
29	平台地面上方 100cm (1)	1.04	0.17
30	平台地面上方 100cm (2)	1.03	0.18
31	二层地面上方 170cm (1)	0.16	0.15
32	二层地面上方 170cm (2)	0.17	0.16

◎ 注：以上检测结果均未扣除宇宙射线相应值。

◎ 注：该机房位于 4 号楼 A 座三层，机房正上方为平台（可布点），机房正下方为仓库。

◎ 注：检测仪器响应时间小于检测时间，无需进行响应时间修正。

◎ 注：点位描述中的“左、中、右”以面向机房的朝向为参考方位。

表 7-2 ERCP 机房周围剂量当量率检测结果

受检设备名称	ERCP (C 臂机)	设备型号	Cios Fusion	
设备编号	12613	额定容量	110 kV、25 mA	
设备品牌厂商	西门子	机房使用面积	长 5.5m；宽 4.5m；24.8m ²	
检测条件	AEC 透视：88 kV，1.2 mA，标准水模+1.5mm 铜板			
检测点号	检测地点	检测结果 (μSv/h)		
		开机时	关机时	
1	操作位	0.14	0.14	
2	防护门左表面 30cm	0.17	0.15	
3	防护门上观察窗外表面 30cm	0.17	0.16	
4	防护门右表面 30cm	0.20	0.17	
5	防护门上表面 30cm	0.20	0.16	
6	防护门下表面 30cm	0.19	0.16	
7	东墙左表面 30cm	0.19	0.17	
8	东墙中表面 30cm	0.17	0.16	
9	东墙右表面 30cm	0.19	0.18	
10	南墙左表面 30cm	0.17	0.16	
11	南墙中表面 30cm	0.15	0.14	
12	南墙右表面 30cm	0.17	0.15	
13	西墙左表面 30cm	0.20	0.19	
14	西墙中表面 30cm	0.14	0.14	

续表七 验收监测

续表 7-2 ERCP 机房周围剂量当量率检测结果

15	西墙右表面 30cm	0.20	0.18
16	三层地面上方 100cm (1)	0.17	0.17
17	三层地面上方 100cm (2)	0.16	0.15
18	一层地面上方 170cm (1)	0.20	0.18
19	一层地面上方 170cm (2)	0.16	0.15
20	第一手术位距地高度 20cm (足部)	7.8	
21	第一手术位距地高度 80cm (下肢)	17.4	
22	第一手术位距地高度 105cm (腹部)	53	
23	第一手术位距地高度 125cm (胸部)	87	
24	第一手术位距地高度 155cm (头部)	34	
25	第二手术位距地高度 20cm (足部)	23	
26	第二手术位距地高度 80cm (下肢)	44	
27	第二手术位距地高度 105cm (腹部)	113	
28	第二手术位距地高度 125cm (胸部)	98	
29	第二手术位距地高度 155cm (头部)	54	

◎ 注：以上检测结果均未扣除宇宙射线相应值。

◎ 注：该机房位于 1 号楼二层内镜中心，机房正上方为手术室，机房正下方为样本间。

◎ 注：检测仪器响应时间小于检测时间，无需进行响应时间修正。

◎ 注：点位描述中的“左、中、右”以面向机房的朝向为参考方位。

表 7-3 DSA 机房（介入手术室 2）周围剂量当量率检测结果

受检设备名称	DSA	设备型号	NeuAngio30C	
设备编号	N30G21010002	额定容量	125 kV、800 mA	
设备品牌厂商	沈阳东软	机房使用面积	长 7.63m；宽 4.78m；36.5m ²	
检测条件	AEC 透视：83 kV，3.94 mAs，标准水模+1.5mm 铜板			
检测点号	检测地点	检测结果（ μ Sv/h）		
		开机时	关机时	
1	操作位	0.16	0.14	
2	观察窗左表面 30cm	0.15	0.14	
3	观察窗中表面 30cm	0.17	0.15	
4	观察窗右表面 30cm	0.15	0.14	
5	观察窗上表面 30cm	0.18	0.16	
6	观察窗下表面 30cm	0.15	0.14	

续表七 验收监测

7	工作人员防护门左表面 30cm	0.14	0.14
8	工作人员防护门中表面 30cm	0.20	0.16
9	工作人员防护门右表面 30cm	0.19	0.17
10	工作人员防护门上表面 30cm	0.14	0.14
11	工作人员防护门下表面 30cm	0.17	0.15
12	受检者防护门左表面 30cm	0.14	0.14
13	受检者防护门中表面 30cm	0.14	0.14
14	受检者防护门右表面 30cm	0.14	0.14
15	受检者防护门上表面 30cm	0.17	0.15
16	受检者防护门下表面 30cm	0.20	0.16
17	东墙左表面 30cm	0.17	0.16
18	东墙中表面 30cm	0.14	0.14
19	东墙右表面 30cm	0.19	0.17
20	南墙左表面 30cm	0.19	0.18
21	南墙中表面 30cm	0.16	0.15
22	南墙右表面 30cm	0.17	0.16
23	西墙左表面 30cm	0.15	0.15
24	西墙中表面 30cm	0.18	0.15
25	西墙右表面 30cm	0.18	0.16
26	北墙左表面 30cm	0.20	0.18
27	北墙中表面 30cm	0.17	0.17
28	北墙右表面 30cm	0.20	0.17
29	四层地面上方 170cm（1）	0.14	0.14
30	四层地面上方 170cm（2）	0.15	0.14
31	第一手术位距地高度 20cm（足部）	4.9	/
32	第一手术位距地高度 80cm（下肢）	5.3	
33	第一手术位距地高度 105cm（腹部）	12.4	
34	第一手术位距地高度 125cm（胸部）	71	
35	第一手术位距地高度 155cm（头部）	55	
36	第二手术位距地高度 20cm（足部）	6.7	
37	第二手术位距地高度 80cm（下肢）	7.3	

续表七 验收监测

续表 7-3 DSA 机房（介入手术室 2）周围剂量当量率检测结果

38	第二手术位距地高度 105cm（腹部）	55	/
39	第二手术位距地高度 125cm（胸部）	28.8	
40	第二手术位距地高度 155cm（头部）	38	

- ◎ 注：以上检测结果均未扣除宇宙射线相应值。
- ◎ 注：该机房位于 6 号楼五层，机房正上方为平台（不能布点），机房正下方为放射机房。
- ◎ 注：检测仪器响应时间小于检测时间，无需进行响应时间修正。
- ◎ 注：点位描述中的“左、中、右”以面向机房的朝向为参考方位。

表 7-4 DSA-CT 复合机房（介入手术室 3）中 DSA 开机时机房周围剂量当量率检测结果

受检设备名称	DSA	设备型号	Artis Q ceiling	
设备编号	109959	额定容量	125 kV、1000 mA	
设备品牌厂商	西门子	机房使用面积	长 9.35m；宽 7.21m；67.4m ²	
检测条件	AEC 透视：79 kV，98.2 mAs，标准水模+1.5mm 铜板			
检测点号	检测地点	检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		
		开机时	关机时	
1	操作位	0.14	0.14	
2	观察窗左表面 30cm	0.16	0.15	
3	观察窗中表面 30cm	0.19	0.17	
4	观察窗右表面 30cm	0.15	0.14	
5	观察窗上表面 30cm	0.19	0.17	
6	观察窗下表面 30cm	0.20	0.16	
7	工作人员防护门左表面 30cm	0.14	0.14	
8	工作人员防护门中表面 30cm	0.14	0.14	
9	工作人员防护门右表面 30cm	0.14	0.14	
10	工作人员防护门上表面 30cm	0.15	0.14	
11	工作人员防护门下表面 30cm	0.19	0.15	
12	受检者防护门左表面 30cm	0.14	0.14	
13	受检者防护门中表面 30cm	0.20	0.16	
14	受检者防护门右表面 30cm	0.19	0.16	
15	受检者防护门上表面 30cm	0.18	0.14	
16	受检者防护门下表面 30cm	0.19	0.15	
17	东墙左表面 30cm	0.18	0.15	
18	东墙中表面 30cm	0.17	0.14	

续表七 验收监测

续表 7-4 DSA-CT 复合机房（介入手术室 3）中 DSA 开机时机房周围剂量当量率检测结果

19	东墙右表面 30cm	0.17	0.14
20	西墙左表面 30cm	0.18	0.15
21	西墙中表面 30cm	0.19	0.15
22	西墙右表面 30cm	0.15	0.14
23	北墙左表面 30cm	0.16	0.14
24	北墙中表面 30cm	0.18	0.16
25	北墙右表面 30cm	0.16	0.15
26	四层地面上方 170cm（1）	0.20	0.17
27	四层地面上方 170cm（2）	0.18	0.17
28	第一手术位距地高度 20cm（足部）	3.5	/
29	第一手术位距地高度 80cm（下肢）	7.6	
30	第一手术位距地高度 105cm（腹部）	48	
31	第一手术位距地高度 125cm（胸部）	45	
32	第一手术位距地高度 155cm（头部）	210	
33	第二手术位距地高度 20cm（足部）	3.2	/
34	第二手术位距地高度 80cm（下肢）	2.8	
35	第二手术位距地高度 105cm（腹部）	69	
36	第二手术位距地高度 125cm（胸部）	38	
37	第二手术位距地高度 155cm（头部）	45	

◎ 注：以上检测结果均未扣除宇宙射线相应值。

◎ 注：该机房位于 6 号楼五层，机房正上方为平台（不能布点），机房正下方为放射机房。

◎ 注：检测仪器响应时间小于检测时间，无需进行响应时间修正。

◎ 注：点位描述中的“左、中、右”以面向机房的朝向为参考方位。

表 7-5 DSA-CT 复合机房（介入手术室 3）中滑轨 CT 机开机时机房周围剂量当量率检测结果

受检设备名称	64 排滑轨 CT	设备型号	SOMATOM Confidence	
设备编号	100473	额定容量	140 kV 800 mA	
设备品牌厂商	西门子	机房使用面积	长 9.35m；宽 7.21m；67.4m ²	
检测条件	120 kV 240 mA 5.36 s，准直宽度：19.2 mm，模体：CT 体模			
检测点号	检测地点	检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		
		开机时	关机时	
1	操作位	0.22	0.14	
2	观察窗左表面 30cm	0.18	0.15	

续表七 验收监测

续表 7-5 DSA-CT 复合机房（介入手术室 3）中滑轨 CT 机开机时机房周围剂量当量率检测结果

3	观察窗中表面 30cm	0.16	0.17
4	观察窗右表面 30cm	0.17	0.14
5	观察窗上表面 30cm	0.18	0.17
6	观察窗下表面 30cm	0.17	0.16
7	工作人员防护门左表面 30cm	0.20	0.14
8	工作人员防护门中表面 30cm	0.22	0.14
9	工作人员防护门右表面 30cm	0.18	0.14
10	工作人员防护门上表面 30cm	0.16	0.14
11	工作人员防护门下表面 30cm	0.21	0.15
12	受检者防护门左表面 30cm	0.15	0.14
13	受检者防护门中表面 30cm	0.15	0.16
14	受检者防护门右表面 30cm	0.22	0.16
15	受检者防护门上表面 30cm	0.15	0.14
16	受检者防护门下表面 30cm	0.22	0.15
17	东墙左表面 30cm	0.16	0.15
18	东墙中表面 30cm	0.18	0.14
19	东墙右表面 30cm	0.17	0.14
20	西墙左表面 30cm	0.21	0.15
21	西墙中表面 30cm	0.15	0.15
22	西墙右表面 30cm	0.21	0.14
23	北墙左表面 30cm	0.17	0.14
24	北墙中表面 30cm	0.18	0.16
25	北墙右表面 30cm	0.22	0.15
26	四层地面上方 170cm（1）	0.18	0.17
27	四层地面上方 170cm（2）	0.21	0.17

◎ 注：以上检测结果均未扣除宇宙射线相应值。

◎ 注：该机房位于 6 号楼五层，机房正上方为平台（不能布点），机房正下方为放射机房。

◎ 注：检测仪器响应时间小于检测时间，无需进行响应时间修正。

◎ 注：点位描述中的“左、中、右”以面向机房的朝向为参考方位。

续表七 验收监测

表 7-6 射波刀机房周围剂量当量率检测结果				
检测场所类别	放射治疗	受检机房名称	4号楼放疗中心B座一层射波刀机房	
受检设备名称	X 射线立体定向放射外科治疗系统	设备型号	Accuray Incorporated	
设备品牌厂商	安科锐股份有限公司	设备编号	C0516	
设备额定能量	6MV X 射线	检测时条件	6MV X 射线	
序号	检测点位置	检测条件	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	
			开机时	关机时
1	射线束朝东, 东墙有用束区外 30cm (a)	等中心 无模体	0.58	0.17
2	射线束朝东, 广济支路 (d1)		0.34	0.18
3	射线束朝东, 半山国家森林公园 (d2)		0.15	0.14
4	射线束斜向上, 机房室顶有用束区外 30cm(l)		0.19	0.16
5	射线束朝北, 北墙有用束区外 30cm(c)		0.61	0.17
6	射线束朝北, 北侧院内道路(d3)		0.16	0.15
7	射线束朝西, 西墙导医台外 30cm(b1)		0.17	0.14
8	射线束朝西, 西墙南侧更衣室外 30cm(b2)		0.94	0.19
9	射线束朝西, 西墙北侧更衣室外 30cm(b3)		0.91	0.19
10	射线束朝西, 西墙大厅外 30cm(b4)		0.20	0.17
11	射线束朝西, 院内道路(d4)		0.19	0.18
12	射线束朝南, 南墙候诊区外 30cm(b1)		0.14	0.14
13	射线束朝南, 南墙控制室外 30cm(b2)		0.31	0.16
14	射线束朝南, 南墙设备间外 30cm(b3)		0.18	0.15
15	射线束朝南, 南墙线孔外 30cm(b4)		0.26	0.18
16	射线束朝南, 工作人员操作位 (f)		0.18	0.17
17	射线束朝南, 院内道路(d5)		0.17	0.15
18	射线束朝西墙 k1 点照射, 西墙外 30cm, k1 点		0.17	0.16
19	射线束朝西墙 k2 点照射, 西墙外 30cm, k2 点		1.07	0.19
20	射线束朝西墙 k3 点照射, 西墙外 30cm, k3 点		1.38	0.20
21	射线束朝西墙 k4 点照射, 西墙外 30cm, k4 点		1.49	0.20
22	射线束朝西墙 e 点照射, 防护门外侧 30cm(g)		1.54	0.20

注：1、表内检测结果均未扣除本底值。
2、测试条件：6MV X 射线，射野：10cm×11.5cm，剂量率：9.6Gy/min。
3、机房正上方为平台（可布点），机房正下方无建筑。

续表七 验收监测

本项目射波刀机房电缆管线均以“U”型地沟形式从地坪下方穿越墙体。检测线孔位于控制室与机房隔墙，采用斜45度穿过墙体。

7.3 剂量监测和估算结果

7.3.1 剂量估算公式

(1) 操作室辐射工作人员剂量估算

$$W = D \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{公式 (1)}$$

其中：W：受照点年有效剂量，mSv/a；

D：受照点剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U：居留因子，无量纲，取1；

T：受照时间，h。

(2) 介入手术操作人员剂量估算

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \dots\dots\dots \text{公式 (2)}$$

式中：

E——有效剂量中的外照射分量，单位：mSv；

α ——系数，有甲状腺屏蔽时，取0.79，无屏蔽时，取0.84；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取0.051，无屏蔽时，取0.100；

H_u ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，mSv；

H_o ——铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，mSv。

7.3.2 辐射工作人员附加剂量

浙江省肿瘤医院为本项目模拟定位机配备2名辐射工作人员；射波刀配备4名辐射工作人员；DSA和DSA-CT机房共8名辐射工作人员；ERCP配备6名辐射工作人员。

根据表7-1验收监测结果可知，模拟定位机机房工作人员操作位辐射剂量率为 $0.20\mu\text{Sv/h}$ ，增量为 $0.03\mu\text{Sv/h}$ 。辐射工作人员每年工作时间最大约250天，每天治疗患者平均为120人次。估计每名患者治疗过程中模拟定位机出束时间平均为6秒。按保守估算，辐射工作人员年有效剂量约为 $7.50 \times 10^{-4} \text{mSv}$ 。

根据表7-6验收监测结果可知，射波刀机房工作人员操作位辐射剂量率为 $0.18\mu\text{Sv/h}$ ，增量为 $0.01\mu\text{Sv/h}$ 。辐射工作人员每年工作时间最大约250天，每天治疗患

续表七 验收监测

者平均为 15 人次。估计每名患者治疗过程中平均出束时间 5min。按保守估算，辐射工作人员年有效剂量约为 0.002mSv。

DSA、DSA-CT、ERCP 辐射工作人员均涉及介入手术。

根据表 7-2 验收监测结果可知，ERCP 机房工作人员操作位辐射剂量率运行时辐射剂量率为 0.14 μ Sv/h，增量为 0，因此使用 ERCP 时辐射工作人员年有效剂量可以忽略不计。

根据表 7-3 验收监测结果可知，手术室 2（DSA 机房）工作人员操作位使用 DSA 时辐射剂量率为 0.16 μ Sv/h，增量为 0.02 μ Sv/h。辐射工作人员每年手术量最多为 300 台，每次使用 DSA 的透视平均出束时间为 20min。按保守估算，辐射工作人员年有效剂量约为 0.002mSv。

根据表 7-4~表 7-5 验收监测结果可知，手术室 3（DSA-CT 复合机房）工作人员操作位使用 CT 时辐射剂量率最大，为 0.22 μ Sv/h，增量为 0.08 μ Sv/h。辐射工作人员每年手术量最多为 300 台，每次使用 CT 的平均出束时间为 10 秒。按保守估算，辐射工作人员年有效剂量约为 3.36 $\times 10^{-5}$ mSv。手术室 2（DSA 机房）工作人员操作位使用 DSA 时辐射剂量率为 0.14 μ Sv/h，增量为 0。使用 DSA 时辐射工作人员年有效剂量可以忽略不计。

ERCP 机房内第二术者位周围剂量当量率最大为 113 μ Sv/h（铅防护屏后腹部），开机状态下手术医生和护士穿 0.5mmPb 厚铅衣，0.5mmPb 铅衣的屏蔽透射因子取值 0.025（ $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ ）。ERCP 机房内辐射工作人员铅围裙内剂量为 113 μ Sv/h $\times 0.025 \times 13.33 \times 10^{-3}=0.038$ mSv，ERCP 机房内辐射工作人员铅围裙外剂量为 113 μ Sv/h $\times 13.33 \times 10^{-3}=1.51$ mSv。

根据公式（2）可知，则手术室 2 内辐射工作人员年有效剂量 $E=0.84 \times 0.038$ mSv $+0.1 \times 1.51$ mSv $=0.18$ mSv。

手术室 2 内第一术者位周围剂量当量率最大为 71 μ Sv/h（铅防护屏后胸部），开机状态下手术医生和护士穿 0.5mmPb 厚铅衣，0.5mmPb 铅衣的屏蔽透射因子取值 0.025（ $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ ）。DSA 机房内辐射工作人员铅围裙内剂量为 71 μ Sv/h $\times 0.025 \times 50 \times 10^{-3}=0.089$ mSv，DSA 机房内辐射工作人员铅围裙外剂量为

续表七 验收监测

$71\mu\text{Sv/h} \times 50 \times 10^{-3} = 3.55\text{mSv}$ 。

根据公式（2）可知，则手术室2内辐射工作人员年有效剂量 $E = 0.84 \times 0.089\text{mSv} + 0.1 \times 3.55\text{mSv} = 0.43\text{mSv}$ 。

手术室3内第一术者位周围剂量当量率最大为 $210\mu\text{Sv/h}$ （铅防护屏后头部），开机状态下手术医生和护士穿 0.5mmPb 厚铅衣， 0.5mmPb 铅衣的屏蔽透射因子取值 0.025 （ $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ ）。DSA机房内辐射工作人员铅围裙内剂量为 $210\mu\text{Sv/h} \times 0.025 \times 50 \times 10^{-3} = 0.263\text{mSv}$ ，DSA机房内辐射工作人员铅围裙外剂量为 $210\mu\text{Sv/h} \times 50 \times 10^{-3} = 10.5\text{mSv}$ 。

根据公式（2）可知，则手术室3内辐射工作人员年有效剂量 $E = 0.84 \times 0.263\text{mSv} + 0.1 \times 10.5\text{mSv} = 1.27\text{mSv}$ 。

每名辐射工作人员在手术室2和手术室3中按需进行手术，则辐射工作人员年有效剂量为 1.70mSv 。

（3）手部皮肤、眼晶体剂量估算

1、手部位置与术者位（铅衣外腹部）测点位置相当，本项目 ERCP 机房第一术者位（铅防护屏后腹部）： $53\mu\text{Sv/h}$ ；手术室2第一术者位（铅防护屏后腹部）： $12.4\mu\text{Sv/h}$ ；手术室3第一术者位（铅防护屏后腹部）： $48\mu\text{Sv/h}$ 。

根据公式（1）可知，ERCP 机房辐射工作人员手部皮肤年有效剂量为 $53\mu\text{Sv/h} \times 13.33 \times 10^{-3} = 0.71\text{mSv}$ 。

手术室2辐射工作人员手部皮肤年有效剂量为 $12.4\mu\text{Sv/h} \times 50 \times 10^{-3} = 0.62\text{mSv}$ ，手术室3辐射工作人员手部皮肤年有效剂量为 $48\mu\text{Sv/h} \times 50 \times 10^{-3} = 2.40\text{mSv}$ ，每名辐射工作人员在手术室2和手术室3中按需进行手术，则辐射工作人员手部皮肤年有效剂量为 3.02mSv 。

2、眼晶体位置与术者位（铅衣外头部）测点位置相当，本项目 ERCP 机房第一术者位（铅防护屏后头部）： $34\mu\text{Sv/h}$ ；手术室2第一术者位（铅防护屏后头部）： $55\mu\text{Sv/h}$ ；手术室3第一术者位（铅防护屏后头部）： $210\mu\text{Sv/h}$ 。

根据公式（1）可知，ERCP 机房辐射工作人员眼晶体年有效剂量为 $34\mu\text{Sv/h} \times 13.33 \times 10^{-3} = 0.45\text{mSv}$ 。

手术室2辐射工作人员眼晶体年有效剂量为 $55\mu\text{Sv/h} \times 50 \times 10^{-3} = 2.75\text{mSv}$ ；手术室3

续表七 验收监测

辐射工作人员眼晶体年有效剂量为 $210\mu\text{Sv/h} \times 50 \times 10^{-3} = 10.5\text{mSv}$ 。每名辐射工作人员在手术室 2 和手术室 3 中按需进行手术，则辐射工作人员手部皮肤年有效剂量为 13.25mSv 。

综上所述，辐射工作人员年有效剂量小于职业工作人员 5mSv 的个人剂量约束值，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业照射限值要求。

ERCP 机房、DSA 机房和 DSA-CT 复合机房内辐射工作人员手部皮肤当量剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员四肢要求的剂量限值 500mSv/a 和本项目目标管理值 125mSv/a 的要求。

ERCP 机房、DSA 机房和 DSA-CT 复合机房内辐射工作人员眼晶体吸收剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员眼晶体要求的剂量限值 150mSv/a 和本项目目标管理值 37.5mSv/a 的要求。

7.3.3 公众成员附加剂量

3 号模拟定位机房工作人员和公众成员不能随意进入楼顶区域，楼顶出入门已上锁，禁止入内。根据 7-1 监测结果，模拟定位机房四周辐射水平增量最大值为 $0.36\mu\text{Sv/h}$ （受检者防护门下表面），辐射工作人员每年工作时间最大约 250 天，每天治疗患者平均为 120 人次。估计每名患者治疗过程中模拟定位机出束时间平均为 6 秒，居留因子取 $1/2$ 。按保守估算，辐射工作人员年有效剂量约为 0.018mSv 。

根据 7-2 监测结果，ERCP 机房四周辐射水平增量最大值为 $0.04\mu\text{Sv/h}$ （防护门上表面），本项目 ERCP 机房每年手术量最多为 100 台，每次手术最大出束时间 16 分钟，居留因子取 $1/2$ 。按保守估算，辐射工作人员年有效剂量约为 $5.33 \times 10^{-3}\text{mSv}$ 。

根据 7-3 监测结果，手术室 2 机房四周辐射水平增量最大值为 $0.04\mu\text{Sv/h}$ （受检者防护门下表面），每年手术量最多为 300 台，每次手术 DSA 透视时的最大出束时间为 20 分钟，居留因子取 $1/2$ 。按保守估算，辐射工作人员年有效剂量约为 0.002mSv 。

根据 7-4~7-5 监测结果，手术室 3 机房单独使用 DSA 开机时四周辐射水平增量最大值为 $0.04\mu\text{Sv/h}$ （受检者防护门中表面），每年手术量最多为 300 台，每次手术 DSA 透视时的最大出束时间为 20 分钟，居留因子取 $1/2$ 。手术室 3 机房单独使用 CT 开机时四周辐射水平增量最大值为 $0.07\mu\text{Sv/h}$ （受检者防护门下表面），每年手术量最多为 300 台，每次手术使用 CT 的最大出束时间为 10 秒，居留因子取 $1/2$ 。按保守估算，辐射工

续表七 验收监测

作人员年有效剂量约为 0.002mSv。

根据 7-6 监测结果，射波刀机房四周辐射水平增量最大值为 1.34 μ Sv/h（防护门外侧），本项目射波刀每天治疗病人平均为 15 人，平均出束时间 5min，每年工作 250 天，则每年拍片时间为 22500 分钟。居留因子取 1/8（患者家属及其他公众成员一般在候诊区候诊，在射波刀机房四周逗留时间较少）。按保守估算，辐射工作人员年有效剂量约为 0.052mSv。

综上所述，公众人员年有效剂量小于公众人员 0.1mSv 的个人剂量约束值，也符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众人员照射限值要求。

表 8 验收监测结论

8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况

本项目模拟定位机机房、ERCP 机房、射波刀机房、DSA 机房（手术室 2）和 DSA-CT 复合机房（手术室 3）建设落实了安全防护、环境保护“三同时”制度。有关本项目模拟定位机机房、ERCP 机房、射波刀机房、DSA 机房（手术室 2）和 DSA-CT 复合机房（手术室 3）的安全防护设计、个人防护用品配置、辐射监测仪器等配置按相关标准规范要求设计、建设，并与主体工程同时投入使用；环境影响评价文件及其审批文件中要求的防护安全和环境保护措施已落实。

8.2 污染物排放监测结果

（1）模拟定位机机房辐射防护屏蔽性能符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

（2）ERCP 机房辐射防护屏蔽性能符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

（3）DSA 机房（手术室 2）辐射防护屏蔽性能符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

（4）DSA-CT 复合机房（手术室 3）辐射防护屏蔽性能符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

（5）射波刀机房辐射防护屏蔽性能符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的标准要求，也符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的标准要求。

8.3 工程建设对环境的影响

个人剂量保守估算结果表明，辐射工作人员年有效剂量小于职业辐射工作人员 5mSv 的个人剂量约束值；公众人员附加剂量据保守估算可知，公众人员年有效剂量小于 0.1mSv 的个人剂量约束值。因此，该项目所致的工作人员职业照射和公众照射个人年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业照射和公众照射年有效剂量限值要求。

8.4 辐射安全防护、环境保护管理

续表八 验收监测结论

（1）浙江省肿瘤医院落实了模拟定位机机房、ERCP 机房、射波刀机房、DSA 机房（手术室 2）和 DSA-CT 复合机房（手术室 3）的环境影响评价制度，该项目各射线装置的环境影响报告表及其批复中要求的辐射防护和安全措施已落实。

（2）浙江省肿瘤医院新增的 1 台模拟定位机、1 台 ERCP、1 套射波刀、1 台 DSA 和 1 台 DSA-CT，依照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，取得了辐射安全许可证。

（3）现场检查结果表明，浙江省肿瘤医院辐射安全管理机构健全，辐射防护和安全管理规章制度、操作规程完善；制订了监测计划、辐射事故应急预案；落实了本单位新增的各射线装置工作场所的辐射安全和防护措施；辐射防护和环境保护相关档案资料齐备；医院辐射防护管理工作基本规范。

（4）浙江省肿瘤医院落实了辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

8.5 后续要求

（1）加强辐射安全与防护设施的日常检查和维护。

（2）做好辐射工作人员的培训与复训工作，加强辐射工作人员的个人剂量管理和职业健康管理。

综上所述，浙江省肿瘤医院射线装置改扩建项目（阶段性验收）符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）的有关规定，具备竣工环境保护验收条件。