

编号：BG-GAFB24720029

核技术利用建设项目

杭州市第一人民医院术中放疗系统
建设项目环境影响报告表
(公示稿)

杭州市第一人民医院（西湖大学附属杭州市第一人民医院）

2024年10月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

杭州市第一人民医院术中放疗系统 建设项目环境影响报告表



建设单位名称：杭州市第一人民医院

（西湖大学附属杭州市第一人民医院）

建设单位法人代表（签名或签章）：胡炜

通讯地址：浙江省杭州市上城区浣纱路 261 号

邮政编码：310006

联系人：

电子邮箱：

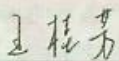
联系电话：

编制单位和编制人员情况表

项目编号	w61wbo		
建设项目名称	杭州市第一人民医院术中放疗系统建设项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	杭州市第一人民医院（西湖大学附属杭州市第一人民医院）		
统一社会信用代码	12330100470116614F		
法定代表人（签章）			
主要负责人（签字）			
直接负责的主管人员（签字）			
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	浙江建安检测研究院有限公司		
统一社会信用代码	91330000755665410		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
王桂芳	05353343505330589	BH021232	王桂芳
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王建	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、评价依据、保护目标与评价标准、辐射安全与防护、辐射安全管理	BH055069	王建
王桂芳	废弃物（重点是放射性废弃物）、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、环境影响分析、结论与建议	BH021232	王桂芳

环评项目负责人职业资格证书（复印件）



	姓名: 王桂芳 Full Name
	性别: 女 Sex
	出生年月: 1975.08.11 Date of Birth
	专业类别: 环境影响评价工程师 Professional Type
	批准日期: 2005.5.15 Approval Date
持证人签名: Signature of the Bearer 	签发单位盖章: Issued by 
管理号: 05353343505330589 File No. :	签发日期: 2005 年 7 月 28 日 Issued on

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	13
表 3 非密封放射性物质	13
表 4 射线装置	14
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6 评价依据	16
表 7 保护目标与评价标准	19
表 8 环境质量和辐射现状	25
表 9 项目工程分析与源项	30
表 10 辐射安全与防护	36
表 11 环境影响分析	43
表 12 辐射安全管理	51
表 13 结论与建议	57
表 14 审批	61

表 1 项目基本情况

建设项目名称		杭州市第一人民医院术中放疗系统建设项目			
建设单位		杭州市第一人民医院（西湖大学附属杭州市第一人民医院）			
法人代表			联系人		联系电话
注册地址		浙江省杭州市上城区浣纱路 261 号			
项目建设地点		浙江省杭州市上城区浣纱路 261 号， 杭州市第一人民医院 1 号楼（15 幢）4 层 8 号手术室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		100	项目环保投资（万元）	7	投资比例（环保投资/总投资） 7%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） /
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			
	1.1 项目概述 1.1.1 建设单位简介 杭州市第一人民医院，又名西湖大学医学院附属杭州市第一人民医院、浙江中医药大学第四临床医学院和杭州市消化病医院，是杭州地区融医疗、教学、科研和社会保健于一体的市属最大的综合性三级甲等医院，是浙江省首批通过三甲评审的四家医院之一。医院创建于 1923 年，前身为“浙江省立杭州传染病院”，1945 年抗战胜利后并入浙江省立医院，改称“浙江省立杭州病院”，1954 年随着市区人口增加，省市医疗单位增多，医院由市卫生局统一编号命名为“杭州市第一医院”，于 1966 年正式更名为“杭州市第一人民医院”。医院共设湖滨院区、吴山院区、城北院区、下沙院区及桐庐院区五大院区。				

本项目拟建于杭州市第一人民医院湖滨院区（以下简称“医院”），医院位于浙江省杭州市浣纱路 261 号。院内设有 1~10 号楼，现设大学科主要分为内科、外科、妇产科及医技科室，其中涉及射线装置科室包括放射科、超声影像科、影像介入科等科室。

为进一步拓宽杭州第一人民医院医疗诊治领域，医院拟于 1 号楼（15 幢楼）4 层 8 号手术室内使用 1 台术中放疗系统，开展术中放射治疗手术，项目所在大楼开工建设于 1998 年，未办理相关环评手续，早于《中华人民共和国环境影响评价法》发布前建设，项目所在大楼已于 2007 年取得房屋所有权证（详见附件 5）。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

医院目前已配备 39 台射线装置，其中Ⅱ类射线装置 4 台，其余均为Ⅲ类射线装置，目前各设备均能正常开展诊疗活动。考虑到目前医院射线装置数量较少且类型单一，为了进一步提高医院总体的医疗水平，拓宽医院医疗诊治领域，促进医院结构完善和杭州市卫生事业发展，医院拟新设放疗科，并配置 1 台术中放疗系统，在 1 号楼 8 号手术室开展术中放射治疗。1 号楼 8 号手术室目前用于外科手术，主要涉及 1 台移动式 C 臂机使用，在本项目实施后，现移动 C 臂机不会在 8 号手术室投入使用，即两台设备不会同时使用。本项目术中放疗系统设备型号为 INTRABEAM600，其最大管电压为 50kV，最大管电流为 0.04mA。

对照《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），术中放疗系统属于“术中放射治疗装置”的分类范围，为Ⅱ类射线装置。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，本项目建设前应组织编制环境影响评价文件，并依照国家法定程序上报审批。对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用Ⅱ类射线装置”，环境影响评价类别为编制环境影响报告表。

受建设单位委托，浙江建安检测研究院有限公司成立环评技术小组，技术人员在现场勘查、收集有关资料的基础上，结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

医院拟在 1 号楼 8 号手术室内移动使用 1 台术中放疗系统,用于开展术中放射治疗,设备从杭州市肿瘤医院引进,型号为 INTRABEAM600,最大管电压为 50kV,最大管电流为 0.04mA,主束方向为周向,具体装置参数见表 1-1。

表 1-1 本项目拟配置的术中放疗系统参数一览表

名称	型号	数量	拟安装位置	主束方向	类别	额定参数
术中放疗系统	INTRABEAM600	1 台	1号楼四层8号手术室	周向	II类	最大管电压: 50kV; 最大管电流: 0.04mA

由于本项目术中放疗系统的射线能量较低,且 8 号手术室原已设置一定的屏蔽防护,经预测分析能够满足本项目屏蔽要求,因此本项目无需对现有 8 号手术室进行改造。本项目主要建设内容见表 1-2。

表1-2 建设项目工程组成表

名称	建设内容及规模		
主体工程	拟于 1 号楼 4 层 8 号手术室移动使用术中放疗系统开展术中放射治疗手术,设备最大管电压 50kV,最大管电流 0.04mA。本项目所依托 8 号手术室面积约 44.2m ² ,无控制室、设备间等配套用房。由于本项目术中放疗系统射线能量较小,8 号手术室已设置了相应的屏蔽防护,经预测分析能够满足本项目屏蔽要求,因此无需对 8 号手术室进行改造。		
	辐射防护	四侧墙体	槽钢龙骨+2mm 铅板
		顶棚	120mm 混凝土
		地坪	120mm 混凝土
		防护门	内衬 2.0mm 铅板(防护门上内嵌 2mmPb 铅玻璃窗)
依托工程	依托现有 8 号手术室使用术中放疗系统,开展术中放射治疗手术		
辅助工程	/		
公用工程	给排水、配电和通讯系统等均由医院统一提供		
环保工程	废水处理	依托医院现有污水处理站,废水经医院污水处理站处理满足《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表 2 预处理排放标准后,纳入市政污水管网集中处理	
	废气处理	产生的臭氧和氮氧化物依托 8 号手术室内现有排风系统引至上方设备层从南侧侧墙外排放	
	固废处理	本项目术中放射治疗手术产生的废药棉、废纱布、废手套等医疗废物,采用专门的收集容器分类收集后,经污物通道暂存至污物存放间,每日与医院其他医疗废物统一送至总医疗废物暂存间进行暂存,依托现有医疗废物处置单位进行处置。	

根据医院提供资料,本项目术中放疗系统年最大手术量约 60 台,每台手术治疗时间最长为 30min,年工作负荷为约 30h。

1.1.4 人员配置

本项目拟配置 5 名辐射工作人员，分为 3 名医生、2 名物理师，均为新聘，医生负责选择相应的施源器和治疗剂量以及术中放疗系统的照射时间，物理师负责设置术中放疗系统的治疗参数，在项目开展前期由杭州市肿瘤医院派专人对本项目新增辐射工作人员进行指导，指导人员不纳入本项目辐射防护管理范畴。

本项目相关辐射工作人员配备情况见表 1-3。

1-3 本项目相关辐射工作人员配备情况表

序号	工作场所	人员	人数	岗位	年最大操作量	备注
1	8 号手术室	医生	3 人	选择相应的施源器和治疗剂量以及术中放疗系统的照射时间	60 台	新增
		物理师	2 人	设置术中放疗系统的治疗参数	60 台	新增

根据《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），本项目新增辐射工作人员应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加相应类别培训学习，并参加考核，考核合格后上岗，并按时接受再培训。

1.2 项目选址及周围环境保护目标

1.2.1 项目所在医院地理位置

本项目拟建于杭州市第一人民医院湖滨院区，湖滨院区位于浙江省杭州市上城区浣纱路 261 号，地理位置图详见附图 1。

医院东侧紧邻浣纱路；南侧紧邻平海路；西侧偏南紧邻板桥路；西侧偏北紧邻孝女路；北侧为商住区、建委大楼等。医院主出入口位于浣纱路，次入口分别位于板桥路、浣纱路、学士路。项目周边环境示意图见附图 2。

1.2.2 项目周围环境概况

1.2.2.1 项目机房与外部建筑环境关系

本项目拟于 1 号楼四层 8 号手术室移动开展，1 号楼位于院区南侧中部，为独栋建筑，地下 2 层，地上 17 层。根据医院平面布局及现场调查，本项目辐射工作场所 50m 评价范围内主要为院内建筑、道路及院外平海路、板桥路部分区域，其中本项目辐射工作场南侧距约 10m 处为 3 号楼，距约 41m 处为院外平海路；西侧距约 15m 处为 4 号楼，距约 36m 处为院外板桥路。本项目 50m 评价范围详见附图 3。

1.2.2.2 项目辐射工作场所四至环境关系

本项目术中放疗系统移动使用于 1 号楼四层 8 号手术室。8 号手术室东侧为通道、预麻间；南侧相邻 9 号手术室、污物通道；西侧为污物通道；北侧相邻 7 号手术室；下方为

心超、食道及负荷超声等；上方为病理科档案室及免疫实验室等。

辐射工作场所平面布置详见附图 4，上下层平面布置详见附图 5、附图 6。

1.2.2.3 项目周边环境保护目标及选址合理性

本项目所在地块位于杭州市浣纱路 261 号，本项目选址于医院 1 号楼四层现有 8 号手术室，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素；根据医院平面布局及现场调查，50m 评价范围内主要为院内建筑、道路及院外平海路、板桥路部分区域，主要环境保护目标为从事项目工作场所内的辐射工作人员、医院其他非辐射工作人员和公众成员，评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，同时避开了产科、儿科等敏感人员密集区。项目运营过程产生的电离辐射，经采取满足标准要求的辐射防护及管理措施后对周围公众的环境辐射影响是可接受的，故本项目的选址合理。

1.2.3 “杭州市上城区国土空间分区规划（2021-2035）”符合性分析

2023 年 6 月，由杭州市规划和自然资源局上城分局编制并公布了《杭州市上城区国土空间分区规划（2021-2035）》草案（以下简称“规划”），规划围绕“立足区域，谋划长远；山水和谐，三生融合；以人为本，推动共富；文化彰显，突出韵味”五大原则进行编制。

①规划范围：南濒钱塘江，西临西湖区、拱墅区，北接临平区，东连钱塘区，包括 14 个街道。本项目医院位于浙江省杭州市上城区浣纱路 261 号，所属湖滨街道位于规范范围内；

②产业发展：顺应全球产业发展的变革趋势，坚持数字赋能、强化创新策源，大力发展金融服务为引领，消费服务、智能创造为优势、专业服务、大健康为特色的五大高端产业。本项目属于医院核技术利用建设项目，符合规划中大健康特色产业的发展方向；

③人居环境：进一步优化多元住房保障体系，完善城市公共服务配套，打造宜人蓝绿空间系统。本项目属于医院核技术利用建设项目，有利于完善社区生活圈服务体系，提高居民就医质量。

综上，本项目的建设符合《杭州市上城区国土空间分区规划（2021-2035）》相关内容。

1.2.4 “杭州市生态环境分区管控动态更新方案”符合性分析

本项目位于杭州市浣纱路 261 号，杭州市第一人民医院湖滨院区。根据《杭州市

生态环境局关于印发《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》的通知》（杭环发〔2024〕49号），本项目位于上城区城镇生活重点管控单元（ZH33010220001）。本环评对“三线一单”（即生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）进行对照分析。

（1）生态保护红线

本项目位于浙江省杭州市浣纱路261号，杭州市第一人民医院湖滨院区，根据杭州市“三区三线”划分成果，项目所在地在城镇开发边界内，其评价范围内不涉及当地饮用水源保护区、风景名胜区、自然保护区等生态保护区，不涉及永久基本农田与生态保护红线，详见附图7。

（2）环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场址周围环境 γ 辐射剂量属于正常本底范围。在落实本环评提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

（3）资源利用上线

本项目运营过程主要水源为自来水，由市政自来水管网供给，占比量较小；主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网。本项目位于杭州市第一人民医院湖滨区内，用地为医疗卫生用地，不新增用地。整体而言本项目所用资源相对较小，也不占用当地其他自然资源和能源，因此不会突破资源利用上线。

（4）生态环境准入清单

本项目的建设与该管控单元的生态环境准入清单要求符合性分析见表1-4。

表 1-4 生态环境准入清单符合性一览表

环境管控单元				管控类别	重点管控要求	本项目符合性
环境管控单元编码	环境管控单元名称	行政区划	管控单元分类			
ZH33010220001	上城区城镇生活重点管控单元	浙江省杭州市	重点管控单元	空间布局引导	除工业功能区（小微园区、工业集聚点）外，原则上禁止新建其他二类工业项目。现有二类工业项目改建、扩建，不得增加管控单元污染物排放总量。严格执行畜禽养殖禁养区规定。	本项目为医院核技术利用项目，不属于工业项目，不涉及畜禽养殖。符合空间布局引导要求。
				污染物排放管控	推进城镇“污水零直排”区建设。加强噪声和臭气异味防治，强化餐饮油烟治理，严格施工扬尘监管。	本项目为医院核技术利用项目，产生的废水一同依托医院现有环保设施，符合污染物排放管控要

						求。
				环境风险 防控	合理布局工业、商业、居住、科教等功能区块，严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。	本项目不属于工业项目，不属于噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目，符合环境风险防控要求。
				资源开 发效率 要求	全面开展节水型社会建设，推进节水产品推广普及，限制高耗水服务业用水。	本项目为医院核技术利用项目，不属于高耗水类项目。

综上所述，项目不涉及生态保护红线、不会突破环境质量底线和资源利用上线、符合准入清单内管控措施要求，本项目的建设符合《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》。

1.2.5、与杭州市“三区三线”符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函[2022]2080号）要求，“三区三线”划定成果作为建设项目用地用海组卷报批的依据。其中“三区”具体指农业空间、生态空间、城镇空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线。

本项目所在医院位于浙江省杭州市浣纱路261号，根据杭州市“三区三线”划分成果，项目所在地在城镇开发边界内，主体工程占地不涉及永久基本农田与生态保护红线，本项目在医院现有场地和建筑内实施，无需新征用地，对照上述各类文件要求，本项目建设符合“三区三线”的要求，项目所在地“三区三线”划分情况见附图7。

1.2.6 产业政策符合性分析

本项目为核技术利用项目，根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2024年本）》，术中放疗系统属于**第一类 鼓励类**中第十三项“医药”中第四条“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，**高端放射治疗设备……**”。因此，本项目的建设符合国家现行产业政策。

1.2.7 实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术利用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院在术中放疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。经预测分析，本项目运

行后，在给患者带来利益的同时，引起的对工作人员和公众人员的照射剂量满足国家辐射防护安全标准的要求，同时满足根据最优化原则设置的项目管理约束值的要求。本项目对社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此本项目的实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

1.3 “四性五不批”符合性分析

对照《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）中的第九条“环境保护行政主管部门审批环境影响报告书、环境影响报告表，应当重点审查建设项目的环境可行性、环境影响分析预测评估的可靠性、环境保护措施的有效性、环境影响评价结论的科学性等”及第十一条“建设项目有下列情形之一的，环境保护行政主管部门应当对环境影响报告书、环境影响报告表作出不予批准的决定”，本项目与“四性五不批”相符性分析见表 1-5。

表 1-5 本项目与“四性五不批”符合性分析

内容		建设项目情况	是否符合要求
四性	建设项目的环境可行性	本项目符合总体规划、土地利用规划的要求，不触及生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，不在负面清单内，因此符合建设项目的环境可行性。	符合
	环境影响分析预测评估的可靠性	本项目环境影响分析预测依据国家相关规范及建设项目的设计资料进行影响分析，符合环境影响分析预测评估的可靠性。	符合
	环境保护措施的有效性	本项目运营过程中产生的电离辐射、废水、固废和废气经采取一定的辐射防护和治理措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的，各污染物可以做到达标排放。本项目采取的环境防护措施有效。	符合
	环境影响评价结论的科学性	本项目选址合理，采取的环境保护措施合理可行，排放的污染物符合国家、省规定的污染物排放标准，因此本项目符合环境影响评价结论的科学性。	符合
五不批准	（一）建设项目类型及其选址、布局、规模等不符合环境保护法律法规和相关法定规划	本项目选址、布局符合国家产业政策，符合《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》的生态管控要求，符合环境保护法律法规和相关法定规划。	不属于不予批准情形

	（二）所在区域环境质量未达到国家或者地方环境质量标准，且建设项目拟采取的措施不能满足区域环境质量改善目标管理要求	根据《浙江省生态环境状况公报（2023年）》，全省环境电离辐射水平处于本底涨落范围内。根据环境质量现状监测结果，本项目工作场所周围环境γ辐射空气吸收剂量率属于当地天然辐射水平范围之内。根据《2023年度杭州市生态环境状况公报》杭州市区区域常规大气质量评价指标中、二氧化氮（NO₂）、二氧化硫（SO₂）、一氧化碳（CO）日均浓度第95百分位数日平均浓度能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准，细颗粒物（PM_{2.5}）、可吸入颗粒物（PM₁₀）能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，臭氧（O₃）日最大8小时平均浓度第90百分位数8h平均质量浓度略超过国家二级标准。随着各地市按《浙江省臭氧污染防治攻坚三年行动方案》落实各项措施后，杭州市的环境空气质量将会持续改善，相比去年，臭氧日最大平均浓度第90百分比位数降幅为2.9%，略有超标现象也会逐渐消除。本项目产生废气主要为放疗系统电离过程产生的臭氧的氮氧化物，二者的产生量极少，因此项目实施后不会加剧现有环境空气污染，能维持区域环境空气质量现状，符合大气环境质量底线要求。	不属于不予批准情形
	（三）建设项目采取的污染防治措施无法确保污染物排放达到国家和地方排放标准，或者未采取必要措施预防和控制生态破坏	建设项目采用的辐射安全防护措施和污染防治措施可确保污染物排放达到国家排放标准。	不属于不予批准情形
	（四）改建、扩建和技术改造项目，未针对项目原有环境污染和生态破坏提出有效防治措施	本评价已对项目原有环境辐射影响进行分析，根据年度工作场所和辐射工作人员个人剂量检测报告相关数据，原有辐射项目未出现环境污染或生态破坏的现象。	不属于不予批准情形
	（五）建设项目的环境影响报告书、环境影响报告表的基础资料数据明显不实，内容存在重大缺陷、遗漏，或者环境影响评价结论不明确、不合理	本评价根据建设单位提供的基础资料，按照现行导则进行编制，不存在基础资料数据明显不实，内容存在重大缺陷、遗漏，或者环境影响评价结论不明确、不合理等情况。	不属于不予批准情形

1.4 医院原核技术利用许可情况

1.4.1 原有核技术利用项目环保手续履行情况

医院现持有浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为：浙环辐证[A0065]（见附件2）；发证日期：2024年04月03日，有效期至：2028年05月29日；许可的辐射工作种类和范围为：使用II、III类射线装置。医院已许可核技术利用项目环保手续履行情况见表1-6，相关环保手续文件见附件5。

表 1-6 现已许可的射线装置环保手续

序	装置名称	射线	规格型号	工作场所	环评手续	验收手续
---	------	----	------	------	------	------

号		装置等级				
1	胃肠机	Ⅲ类	SONIALV ISION80	1 号楼二 层放射科	杭环辐评批[2013]006 号	杭环辐验[2016]9 号验收
2	乳腺穿刺 系统	Ⅲ类	MultiCare Platinum		已备案, 备案号: 201733010200000543	/
3	骨密度仪	Ⅲ类	Horizon-W i		已备案, 备案号: 202433010200000071	/
4	CT	Ⅲ类	uCT 710		已备案, 备案号: 202133010200000017	/
5	CT	Ⅲ类	Discovery RT		已备案, 备案号: 202233010200000188	/
6	CT	Ⅲ类	OptimaCT 540		已备案, 备案号: 202133010200000030	/
7	CT	Ⅲ类	Definition Flash		杭环辐评批[2013]006 号	杭环辐验[2016]9 号验收
8	DSA	Ⅱ类	AlluraXper FD10		杭环辐评批[2016]46 号	杭环辐验 [2017]66 号验收
9	DSA	Ⅱ类	Innova IGS 5		在浙环辐(杭)[2008]014 号批复场所更 新一台 DSA 设备, 已于 2022 年编制辐射 安全分析汇总表	浙国辐监(YS) 字(2018)第 20 号验收
10	DSA	Ⅱ类	Innova IGS 520		杭环辐评批[2013]006 号	杭环辐验[2016]9 号验收
11	碎石机	Ⅲ类	HK ESWL-V	1 号楼三 层泌尿外 科	已备案, 备案号: 201933010200000076	/
12	C 臂机	Ⅲ类	BV Edora	1 号楼三 层消化内 科	已备案, 备案号: 202133010200000033	/
13	C 臂机	Ⅲ类	BV pulseta		杭环辐评批[2016]46 号	杭环辐验 [2017]66 号验收
14	碎石机	Ⅲ类	CompactD eltaII		已备案, 备案号: 202133010200000033	/
15	移动 C 臂 机	Ⅲ类	Zenition70		已备案, 备案号: 202333010200000104	/
16	移动 C 臂 机	Ⅲ类	OEC One CFD	1 号楼四 层手术室	已备案, 备案号: 202333010200000231	/
17	C 臂机	Ⅲ类	BV25G		杭环辐评批[2016]46 号	杭环辐验 [2017]66 号验收
18	C 臂机	Ⅲ类	ZiehmVisi on FD Vario3D		杭环辐评批[2016]46 号	杭环辐验 [2017]66 号验收
19	C 臂机	Ⅲ类	CiosConne ct		已备案, 备案号: 201833010200000730	/
20	DSA	Ⅱ类	ARTISphe no		杭环辐评批[2021]12 号	自主验收 2021.8.31
21	DR	Ⅲ类	DRX-EVO LUTION PLUS		已备案, 备案号: 201733010200000543	/
22	DR	Ⅲ类	NOVAFA- C	1 号楼一 层放射科	杭环辐评批[2016]46 号	杭环辐验 [2017]66 号验收
23	DR	Ⅲ类	Multix Fusion		已备案, 备案号: 201733010200000543	/
24	骨密度仪	Ⅲ类	Prodigy		杭环辐评批[2016]46 号	杭环辐验 [2017]66 号验收
25	移动 DR	Ⅲ类	DRXR-1		已备案, 备案号: 201733010200000543	/
26	移动 DR	Ⅲ类	MOBILET T MiraMax		已备案, 备案号: 201733010200000543	/
27	CT	Ⅲ类	Optima CT 540		杭环辐评批[2016]46 号	杭环辐验 [2017]66 号验收
28	牙科全景 机	Ⅲ类	Promax3D			

29	CT	Ⅲ类	OptimaCT 540	2号楼一层发热门诊		
30	牙片机	Ⅲ类	Kodak2100	3号楼五层口腔科		
31	DR	Ⅲ类	Definium6000	4号楼2层体检中心	已备案, 备案号: 201733010200000543	/
32	乳腺机	Ⅲ类	SeleniaDimensions	6号楼一层	已备案, 备案号: 202433010200000070	/
33	CT	Ⅲ类	Revolution Maxima		已备案, 备案号: 202433010200000008	/
34	小动物断层扫描系统(CT)	Ⅲ类	SKYSCAN 1276	7号楼三层	已备案, 备案号: 202233010200000240	/
35	生物学X射线辐照仪	Ⅲ类	X-RAD225	9号楼转化医学研究中心	已备案, 备案号: 202133010200000118	/
36	移动DR	Ⅲ类	uDR380i	院区内移动使用	已备案, 备案号: 202333010200000115	/
37	移动DR	Ⅲ类	uDR380i		已备案, 备案号: 202333010200000094	/
38	移动DR	Ⅲ类	uDR380i		已备案, 备案号: 202333010200000095	/
39	车载CT	Ⅲ类	Revolution Star	方舱医院	已备案, 备案号: 202233010200000331	/

1.4.2 原有核技术利用项目运行和相关防护措施情况

医院已获许可使用的射线装置共 39 台, 其中 4 台为Ⅱ类射线装置, 其他均为Ⅲ类射线装置。经现场调查, 医院在设备运行过程中较好地执行了相关的辐射安全管理制度, 根据上一年辐射工作场所检测报告, 各辐射工作场所屏蔽符合标准要求, 相关屏蔽防护措施满足防护要求。

医院严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律法规, 配合各级生态环境部门监督和指导, 建立了完善的辐射安全和防护制度, 现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院已严格落实各项规章制度, 各辐射防护设施运行良好。

医院原有核技术利用项目辐射安全防护措施及管理制度汇总见表 1-7。

表 1-7 医院原有核技术利用项目辐射安全防护措施及管理制度汇总一览表

名称	管理情况
辐射防护管理制度	医院已制定了一系列的辐射工作管理制度, 其中包括《放射安全事件应急处置预案》《使用场所安全措施》《放射科质量与安全管理制度》《辐射工作人员培训计划和监督计划》《杭州市第一人民医院放射防护检测评价与制度》《辐射安全防护和管理制度》《射线装置使用登记制度》《放射设备维修保养制度》《放射工作人员岗位职责》《放射科辐射安全管理制度》等。
辐射屏蔽防护措施	各 X 射线设备工作场所已按《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 中表 3 及 6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施要求配置。
个人剂量监测	医院现有辐射工作人员均配备了个人剂量计, 每三个月委托浙江建安检测研究院有限公司进行个人剂量检测, 并建立个人剂量档案。根据医院提供的现有辐射工作人员 2023 年度个人剂量检测报告(见附件 9), 辐射人员检测结果均处于 0.01~1.35mSv/a 之间, 能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对职业

	照射的个人剂量约束值 5mSv 的要求。
职业健康体检	医院定期为辐射工作人员进行在岗期间的职业健康检查，根据建设单位提供的 2023 年度职业健康检查报告书，针对现有辐射工作人员检查结论为存在 3 名辐射工作人员需进行复查，目前已暂时调离放射岗位，其他在岗辐射工作人员均可继续原放射工作（见附件 8）。建设单位应定期（不超过两年）对辐射工作人员进行在岗期间职业健康检查。
辐射工作人员培训	医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度，目前医院现有辐射工作人员均已在杭州市卫生健康委员会或浙江省辐射防护协会组织辐射防护培训平台参加培训，并考核合格上岗。
辐射防护措施	医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警告标志、工作状态指示灯等。根据不同项目实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。
辐射工作场所年度监测	医院每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所和设备性能进行年度监测，各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求，医院现已采取的辐射工作场所防护措施能够满足已开展辐射活动的辐射安全防护要求。
辐射应急演练和年度评估	医院已制定放射安全事件应急预案，并定期开展辐射事故应急演练，对演练结果进行总结，及时对辐射事故应急处理预案进行完善和修订。经医院核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故。医院编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，对现有射线装置辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况等进行年度总结和评估，并及时提交至发证机关。

医院现已成立了放射诊疗安全与防护管理领导小组（见附件 7），管理小组由医院院长、处长及各个科室主任组成，能够有效统筹安排医院的辐射安全事务。

1.3.3 原有核技术利用项目存在的问题

医院现已建立了完善的辐射安全和防护制度，并有档案管理制度，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

表 2 放射源

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
/	/	/	/	/	/	/	/	本项目不涉及， 医院尚未开展使 用放射源

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作 方式	使用场所	贮存方式与地点
1										
2										

注：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》（GB18871-2002）。医院尚未建立非密封放射性物质场所，未涉及相关非密封放射性物质。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	本项目不涉及，医院暂未开展使用加速器

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	术中放疗系统	II	1	INTRABEAM600	50	0.04	放射治疗	1 号楼四层 8 号手术室	新增

注：医院现有射线装置共计 39 台，具体射线装置清单详见表 1-6 及附件 2。

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	/	本项目 8 号手术室设有通排风系统,废气经收集后引至上方设备层,并于南侧侧墙排放
生活污水	液态	/	/	8.65m ³	103.85m ³	/	/	依托医院现有污水处理站处理达标后纳入市政污水管网
医疗废水	液态	/	/	0.3m ³	3.6m ³	/	/	
医疗废物	固态	/	/	0.002t	0.024t	/	/	收集于 1 号楼 4 层北侧污洗区,并定期转移至医院医疗废物暂存间,依托现有医疗废物处置单位进行处置
生活垃圾	固态	/	/	0.052t	0.625t	/	/	由医院专人进行收集,交由环卫部门统一清运

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg；

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过; 2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订), 中华人民共和国主席令第 9 号, 2015 年 1 月 1 日施行修订版; (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2002 年 10 月 28 日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过, 自 2003 年 9 月 1 日起施行; 2016 年 7 月 2 日第一次修订; 2018 年 12 月 29 日第二次修订), 中华人民共和国主席令第 48 号, 2018 年 12 月 29 日施行修订版; (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 6 月 28 日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过), 中华人民共和国主席令第六号, 2003 年 10 月 1 日施行; (4) 《建设项目环境保护管理条例》(1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令第 253 号发布施行; 2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订), 自 2017 年 10 月 1 日起施行修订版; (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》, (2005 年 9 月 14 日经中华人民共和国国务院令第 449 号公布, 2014 年 7 月 29 日经中华人民共和国国务院令第 653 号修订, 2019 年 3 月 2 日经中华人民共和国国务院令第 709 号修订), 自 2019 年 3 月 2 日起施行修订版; (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, 2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修正, 2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修正, 2019 年 7 月 11 日经生态环境部令第 7 号修改, 2020 年 12 月 25 日经生态环境部令第 20 号修改), 2021 年 1 月 4 日施行修改版; (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年 4 月 18 日环境保护部令第 18 号), 自 2011 年 5 月 1 日起施行; (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), 自 2017 年 12 月 5 日起施行; (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(中华人民共
------	---

和国生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行； （10）《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； （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》（生态环境部公告 2019 年第 57 号），自 2020 年 1 月 1 日起施行； （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），自 2021 年 3 月 15 日起施行； （13）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），自 2017 年 11 月 20 日起施行； （14）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号），自 2006 年 9 月 26 日起施行。 （15）《医疗废物管理条例》（2003 年 6 月 16 日中华人民共和国国务院令 第 380 号公布，根据 2011 年 1 月 8 日中华人民共和国国务院令 第 588 号修订），自 2011 年 1 月 8 日实施修订版； （16）《国家危险废物名录（2021 年版）》（2020 年 11 月 25 日生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令 第 15 号公布），2021 年 1 月 1 日起施行； （17）《关于开展医疗机构辐射安全许可和放射诊疗许可办事流程优化工作的通知》（浙江省生态环境厅浙江省卫生健康委员会，浙环函〔2019〕248 号），自 2019 年 7 月 18 日起施行； （18）《浙江省生态环境保护条例》，自 2022 年 8 月 1 日起施行； （19）《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2011 年 10 月 25 日浙江省人民政府令 第 288 号公布，2014 年 3 月 13 日浙江省人民政府令 第 321 号第一次修正，2018 年 1 月 22 日浙江省人民政府令 第 364 号公布第二次修正，2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令 第 388 号公布第三次修正），自 2021 年 2 月 10 日起施行修正版； （20）《浙江省辐射环境管理办法》（2011 年 12 月 18 日浙江省人民政府令 第 289 号公布，2021 年 2 月 10 日浙江省人民政府令 第 388 号修正），自 2021
--

	年 2 月 10 日起施行修正版； （21）《浙江省生态环境厅关于发布〈省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2023 年本）〉的通知》（浙环发〔2023〕33 号），自 2023 年 9 月 9 日起施行。
技 术 标 准	（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （3）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （4）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （5）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （6）《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）； （7）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）； （8）《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）。
其 他	（1）环境影响评价委托书； （2）建设单位提供的其他与本项目有关的资料； （3）《辐射防护手册》（第三分册），李德平、潘自强主编； （4）《放射防护实用手册》，赵兰才、张丹枫主编； （5）《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中对于环境影响报告书项目的评价范围规定：“乙级非密封放射性物质工作场所项目的评价范围取半径 50m 的范围，放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，结合本项目的特点，本项目辐射环境评价范围参考环境影响报告书的规定，取本项目 8 号手术室实体屏蔽体边界外延 50m 为评价范围，具体评价范围示意图详见附图 3。

7.2 保护目标

根据前述项目周边环境关系情况以及建设单位提供的相关设计图纸等资料可见，本项目评价范围主要包括院内建筑、道路及院外平海路、板桥路部分区域，不涉及其他环境敏感区域，项目环境保护目标主要是工作场所内的辐射工作人员、医院其他非辐射工作人员和公众成员，评价报告中列举出辐射工作场所内及相邻区域受影响较大的保护目标情况，具体见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内环境保护目标一览表

工作场所	环境保护目标		规模	方位	距离本项目实体边界最近距离（m）		剂量约束值
					水平	垂直	
8 号手术室	辐射工作人员	手术室外	5 人	东侧	0	0	职业： 5mSv/a
	公众	通道	约 5 人/天	东侧	紧邻	0	公众： 0.1mSv/a
		预麻室	约 20 人/天	东侧	紧邻	0	
		污物通道	约 5 人/天	南、西侧	紧邻	0	
		9 号手术室	约 20 人/天	南侧	紧邻	0	
		7 号手术室	约 20 人/天	北侧	紧邻	0	
		心超、食道及负荷超声室	约 30 人/天	下方	0	相邻	
		免疫室、档案室	约 35 人/天	上方	0	相邻	
外部	公众	3 号楼	约 300 人/天	南侧	10	/	
		4 号楼	约 150 人/天	西侧	15	/	
		板桥路	约 500 人/天	西侧	36	/	
		平海路	约 1000 人/天	南侧	41	/	
公众		其他 50m 范围内其他保护目标	约 2000 人/天	四周	0-50	/	

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值及剂量管理约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的规定以及本项目特点，并遵循辐射防护最优化原则，从事本项目辐射工作人员和公众的年剂量限值及剂量管理约束值见表 7-2。

表 7-2 剂量限值及剂量管理约束值

使用范围	职业照射	公众照射
剂量限值	20mSv/a	1mSv/a
剂量管理约束值	5mSv/a	0.1mSv/a

7.3.2 工作场所分区

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），控制区和监督区分区原则如下：

5.2 分区原则

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，术中放射治疗室应确定为临时控制区。

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）。

7.3.3 辐射工作场所周围剂量率控制水平

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），机房外周围剂量控制水平按以下要求进行控制：

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 H_c ：

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（ H_c ）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）

机房外辐射工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；

机房外非辐射工作人员： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

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 $H_{c, \max}$ ($\mu\text{Sv/h}$):

人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所: $H_{c, \max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$;

人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所: $H_{c, \max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

7.3.4 辐射工作场所布局要求

根据《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020), 放射治疗机房布局要求如下:

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。

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。

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。

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。

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照射。

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。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021), 放射治疗场所选址与布局要求如下:

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环境影响, 不得设置在居民、写字楼和商住两用的建筑物内。

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。

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)形成一个相对独立的区域; 术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。

7.3.5 辐射工作场所安全防护要求

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），放射治疗机房安全设施和措施要求如下：

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。

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：

a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-机/源联锁装置，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设有断电自动回源措施；

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；

c) 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；

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。

7.3.6 通风要求

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），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，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

7.3.7 本项目废物管理要求

(1) 废气：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，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

(2) 废水：医院污水经预处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中预处理标准纳入市政污水管网，详见表7-3。

表 7-3 《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466-2005)

序号	项目	单位	GB 18466-2005 表 2 中预处理标准
1	pH	无量纲	6~9
2	化学需氧量 (COD _{Cr})	mg/L	250
3	生化需氧量 (BOD ₅)	mg/L	100
4	悬浮物 (SS)	mg/L	60
5	粪大肠菌群数	MPN/L	5000
6	总余氯	mg/L	2~8*
7	动植物油	mg/L	20
8	LAS	mg/L	10
*注：a、采用含氯消毒剂消毒的工艺控制要求为： 排放标准：消毒接触池接触时间≥1h，接触池出口总余氯 3~10mg/L。 预处理标准：消毒接触池接触时间≥1h，接触池出口总余氯 2~8mg/L。 b、采用其他消毒剂对总余氯不做要求。			

(3) 固废：一般固废采用库房、包装工具（罐、桶、包装袋等）贮存，其贮存应满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求，不得形成二次污染。

危险废物的暂存要求执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)要求执行。

医疗废物贮存、运输及处理处置按《医疗废物管理条例》(国务院 380 号令)、《医疗卫生机构医疗废物管理办法》(卫生部第 36 号令)有关要求和规定执行。

7.3.8 本项目限值要求汇总

本项目职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a，公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a，其余标准要求汇总见表 7.4。

表 7-4 本项目相关评价标准要求汇总

工作场所	控制区外 30cm 处	通风要求
8 号手术室	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，由以下周剂量参考控制水平 (H_c) 求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 机房外辐射工作人员: $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$; 机房外非辐射工作人员: $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$。 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 $H_{c, \max}$ ($\mu\text{Sv/h}$) : 人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所: $H_{c, \max} \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$; 人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所: $H_{c, \max} \leq 10\mu\text{Sv/h}$。	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，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置 /
标准依据	《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)	

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

杭州市第一人民医院湖滨院区位于浙江省杭州市浣纱路 261 号,医院东侧紧邻浣纱路;南侧紧邻平海路;西侧偏南紧邻板桥路;西侧偏北紧邻孝女路;北侧为商住区、建委大楼等。医院主出入口位于浣纱路,次入口分别位于板桥路、浣纱路、学士路。周项目地理位置见附图 1,周边环境示意图见附图 2。

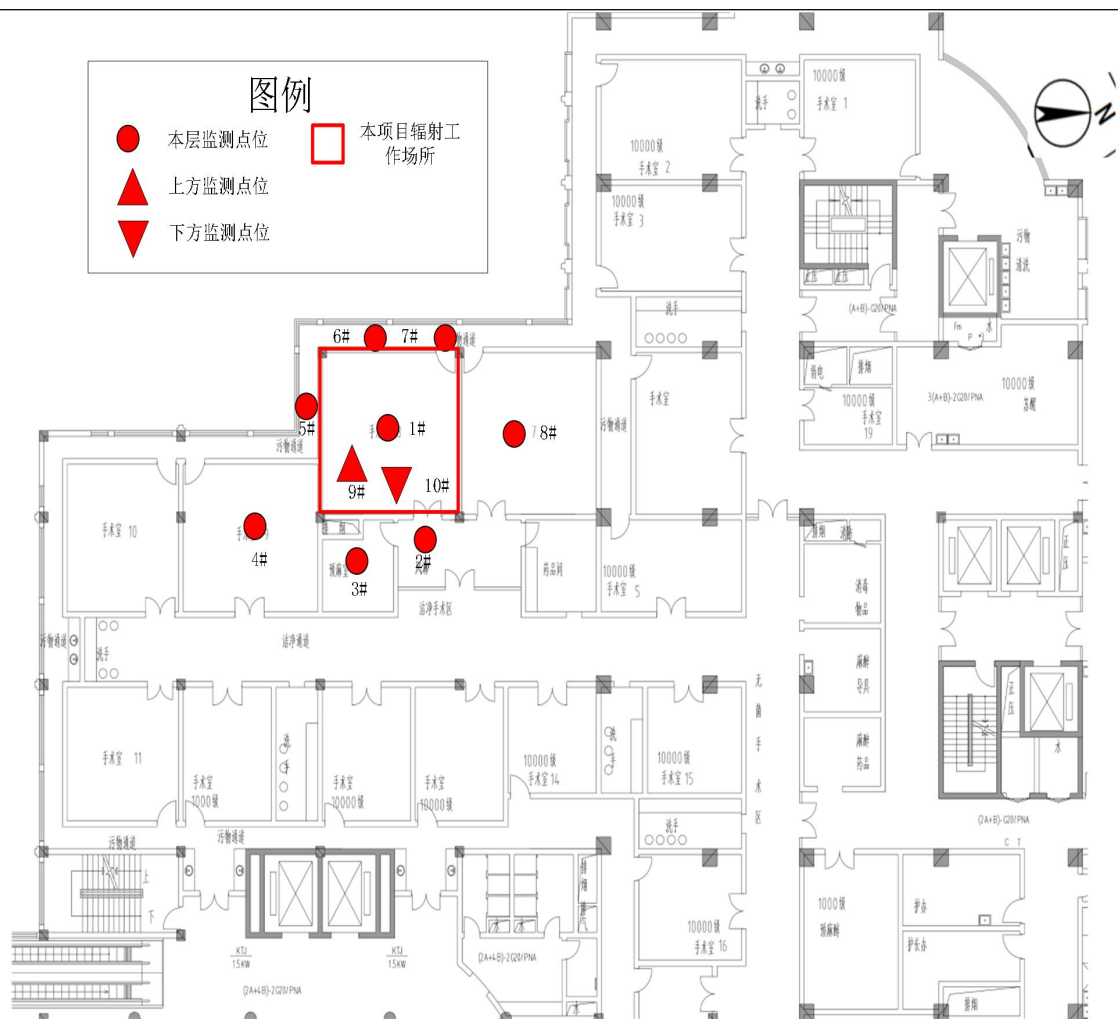
8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

(1) 环境现状评价对象: 8 号手术室区域及评价范围内环境辐射水平

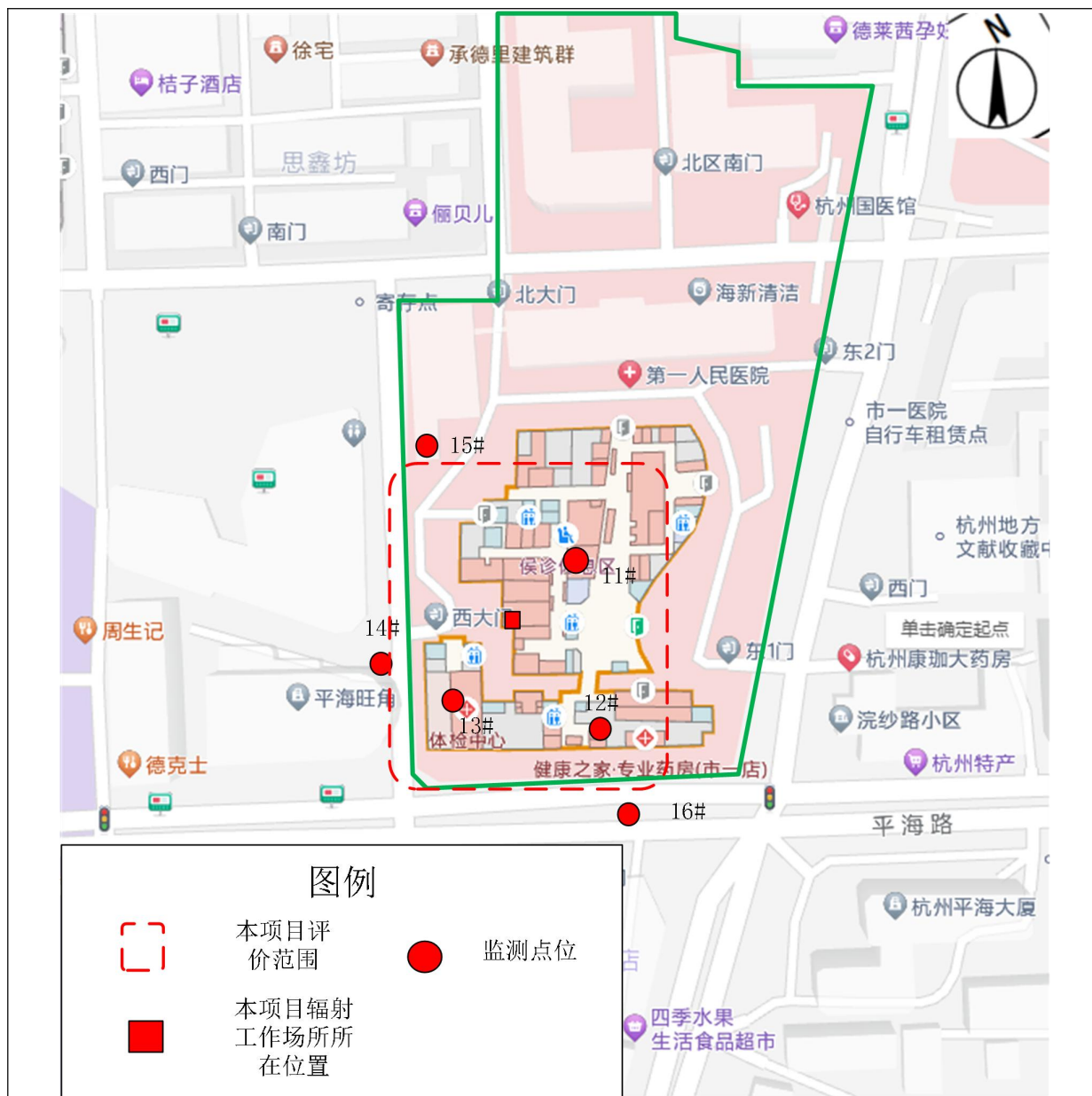
(2) 监测因子: γ 辐射空气吸收剂量率

(3) 监测点位

考虑兼顾点位现状可到达性的条件下,在拟建项目所在区域位置及本项目评价范围内涉及的建筑物布设监测点,所布点位能反映本项目评价范围内现有辐射工作场所和拟建场所的辐射环境现状水平。为直观标明监测点位所在位置,本项目在医院平面布置图中标注监测点位,在 8 号手术室具体监测点位布置情况详见图 8-1。周边 50m 范围内敏感区域具体监测点位布置情况详见图 8-2。



8-1 8号手术室监测点位示意图



8-2 本项目50m评价范围区域监测点位示意图

8.4 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.4.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2024 年 7 月 28 日
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
- (5) 监测工况：辐射环境背景监测
- (6) 监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

(7) 天气环境条件温度：25.2℃，相对湿度：49.6%RH

(8) 监测报告编号：BG-GAFB24720029

(9) 监测设备

表 8-1 便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪相关信息

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H
生产厂家	automess
仪器编号	05038132
能量范围	38KeV~7MeV
测量范围	10nSv/h~100 μ Sv/h（模拟），1nSv/h~99.9 μ Sv/h
校准单位	上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心
校准证书	2024H21-20-5074963002
校准有效期	2024 年 2 月 1 日~2025 年 1 月 31 日

8.3.2 质量保证措施

①本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有浙江省市场监督管理局颁发的资质认定证书，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性；

②采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

④监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

⑤监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由技术总负责人审定。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状监测结果见表 8-3。

表 8-3 辐射工作场所周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

监测点编号	监测点位置	监测结果（nGy/h）	备注
1#	8 号手术室	70 $\pm$ 4	室内
2#	8 号手术室东门外	69 $\pm$ 4	室内
3#	预麻室	74 $\pm$ 4	室内
4#	9 号手术室	66 $\pm$ 4	室内
5#	污物通道（8 号手术室南侧）	79 $\pm$ 5	室内
6#	污物通道（8 号手术室西侧）	75 $\pm$ 3	室内
7#	8 号手术室西门外	76 $\pm$ 4	室内
8#	7 号手术室	76 $\pm$ 4	室内
9#	手术区上层区域	125 $\pm$ 5	室内

10#	手术区下层区域	93±5	室内
11#	1 号楼	82±4	道路
12#	3 号楼	119±3	道路
13#	4 号楼	112±4	道路
14#	院区西侧道路	84±3	道路
15#	1 号楼西侧建筑	105±4	道路
16#	院区南侧道路	89±3	道路

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=仪器读数平均值 $\times$ 仪器校准因子 $k_1 \times$ 仪器检验源效率因子 $k_2 \div$ 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子 $k_3 \times$ 测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 0.94，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，测量点宇宙射线的响应值为 25nGy/h。

8.4 环境现状调查结果评价

由表 8-3 可知，本项目辐射工作场所室内 γ 辐射剂量率范围为 66nGy/h~125nGy/h（ $6.7 \sim 12.5 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ），周围室外道路 γ 辐射剂量率范围为 82nGy/h~119nGy/h（ $8.2 \sim 11.9 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ）。由《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，杭州市室内 γ 辐射剂量率范围在 $5.6 \sim 44.3 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，室外道路 γ 辐射剂量率范围在 $2.8 \sim 22.0 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，可见，本项目涉及场所及周边监测点位 γ 辐射剂量率处于浙江省天然辐射本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

9.1.1 施工阶段

本项目术中放疗系统拟依托 1 号楼四层现有 8 号手术室区域开展术中放射治疗，四层手术室目前有 1 台移动式 C 臂机在使用（仍保留），因此 8 号手术室均已设置一定的屏蔽防护，本项目术中放疗系统与这台移动式 C 臂机不会同时使用。考虑到术中放疗系统射线能量较低，8 号手术室现有屏蔽措施能够满足相关要求，无需对现有场所进行额外屏蔽防护改造，因此本项目不考虑施工阶段对周围环境的影响。

9.1.2 设备安装调试阶段

本项目术中放疗系统安装及调试由设备供货方专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。安装调试阶段各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装过程中会产生废包装纸/袋、X 射线、少量臭氧和氮氧化物。因安装调试时间短，各污染物产生量很少，且调试结束关机后，X 射线将即时消除，因此，本项目设备安装调试造成的环境辐射影响很小。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 设备组成

本项目术中放疗系统采用 INTRABEAM 系统，由德国卡尔蔡司公司生产。该设备设计精巧，便于移动，可用于全身各部位肿瘤的术中放疗。INTRABEAM 采用 kV 级 X 射线，剂量输出各向同性，放射剂量精准，确保对肿瘤及瘤床高剂量输出，对周边正常组织低剂量输出。射线能量低，可以尽可能安全有效地降低患者及手术人员的有害辐射。

INTRABEAM 系统由 XRS 射线源（X-Ray Source）、控制平台（Control console）、支持承载系统（support system）、治疗保证系统（quality instruments）、各种施用器（applicators）和其他附件组成，可在手术期间直接准确的对病灶进行照射。系统拥有独特设计，可从探头尖端中央发出球形剂量分布，最大管电压为 50kV，低能量 X 射线在组织中产生更高的电离辐射密度而具有很高的相对生物学效应，此外系统由于陡峭的剂量衰减设计，低能射线能对靶区进行照射的同时又避免对周围正常组织及脏器的伤害。该系统使用低能量 X 射线，可以准确进入肿瘤或直接切除肿瘤后给予瘤床术中放疗。



图 9-1 治疗机架示意图



图 9-2 治疗控制台示意图



图 9-3 射线发生器示意图

- (1) XRS 射线源：产生 $\leq 50\text{kV}$ 低能 X 射线。
- (2) 控制平台：指导用户安全快捷地执行治疗方案，确保治疗剂量、治疗过程准确无误。
- (3) 支持承载系统：通过电磁耦合机械臂将放射源精确地锁定在治疗位置，并

可方便移动。

（4）质量保证系统：包括高精度水假体和电离室，用于调试能量和剂量率分布独立验证。

（5）施用器：包括球型施用器、针型施用器、平板施用器、管状施用器等多种类型，可用于不同部位肿瘤的放疗。常见施用器见图 9-4。

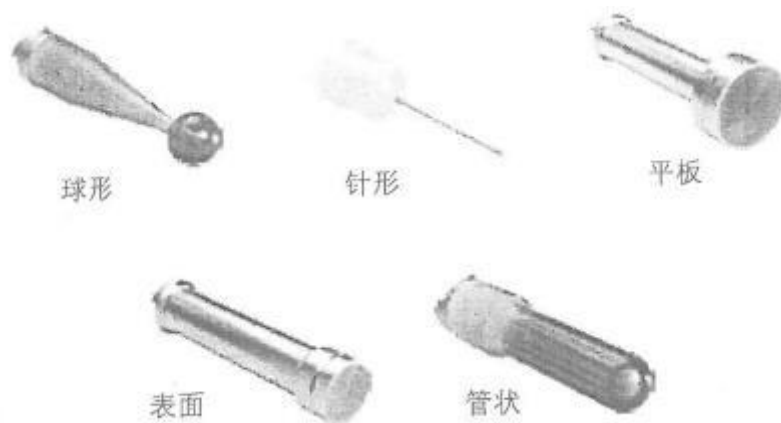


图 9-4 施用器示意图

9.2.2 工作原理

术中放疗技术是一种在手术中直接对肿瘤组织和肿瘤切除后的可疑肿瘤区域组织进行放射线单次大剂量照射，以最大限度的杀灭残存肿瘤细胞，保护正常组织的放射治疗方法。术中放疗系统一般由 X 射线源、控制平台、承载系统、质量保证系统、各种施用器和其他附件组成。XRS 射线源由其阴极发射的电子经 30kV、40kV、50kV 三档能量选择的电压加速，通过束流偏转系统的控制形成高速电子流达到靶上，产生最高能力 50kV 的 X 射线，这个过程由内部监控系统进行反馈调节。产生 X 射线的靶端根据治疗需要可连接各种规格的施用器。常用为球形施用器，其上半圆部分为金属铀，可将 X 射线遮挡以保护操作人员，并形成低能、高剂量、各向同性的 X 射线均匀地作用于治疗区。整个治疗方案的设定、操作均通过控制平台实现。

9.2.3 操作流程及产污环节

本项目术中放疗系统位于 1 号楼四层 8 号手术室移动使用，不与其他辐射设备同时启用，具体操作流程如下：

①外科医生、护士及麻醉师进行外科手术，切除患者体内肿瘤，根据临床指征确定进行术中放疗，然后交由本项目辐射工作人员进行放射治疗，所有非辐射人员（外科医生、护士及麻醉师）均退出手术间；

②根据肿瘤区域残余肿瘤组织情况，放疗医生选择相应的施源器和治疗剂量。控制系统计算确定照射时间。放疗物理师确认治疗技术参数；

③运行术中放疗系统时，将适配器接上 X 射线源，支架装上消毒罩。将施源器置于瘤床之中，调整回调臂并锁定治疗位置，同时治疗部位盖上铅布；

④辐射工作人员在控制面板设置治疗参数，将出束模式调整为延迟出束后，退到手术室外，出束治疗过程辐射工作人员均在手术室东侧防护门外进行观察，不得停留在手术室内。

⑤治疗结束后本项目辐射工作人员除去施源器，然后由外科医生及护士进入手术间进行手术缝合创口。手术外科医生、护士及麻醉师仅进行外科肿瘤切除手术，整个手术期间不操作术中放疗系统，同时设备出束期间离开手术室，因此外科医生、护士及麻醉师不作为辐射工作人员管理。

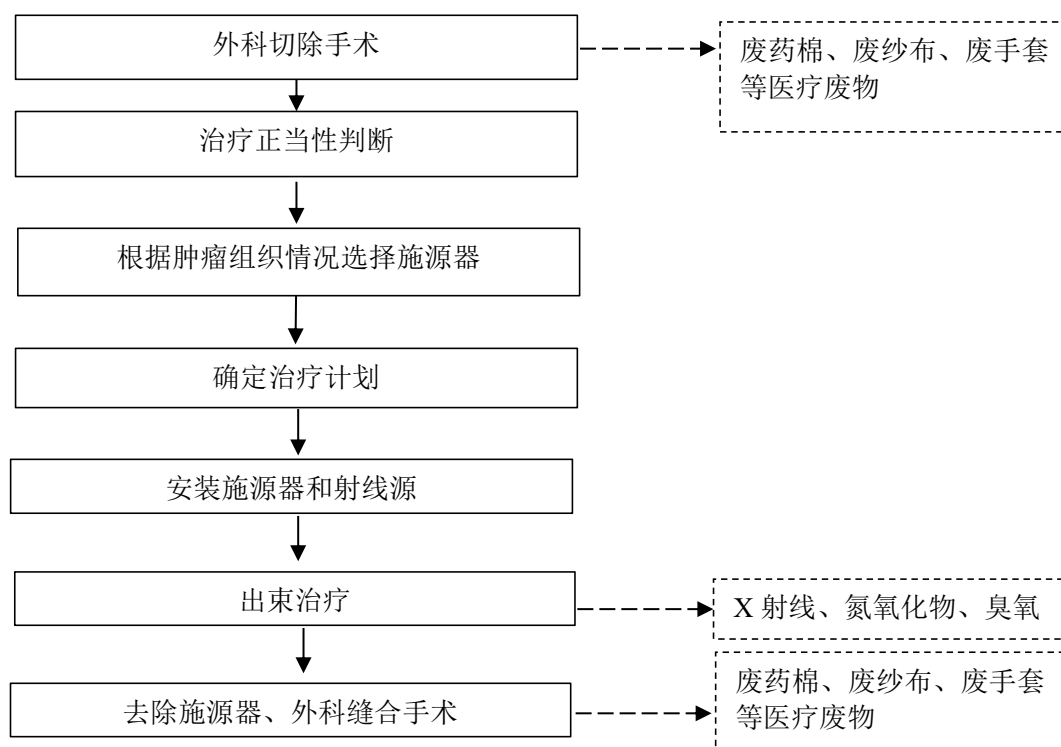


图 9-5 术中放疗系统操作流程及产污环节

产污环节分析：

术中放疗系统无需配合其他设备使用，在肿瘤切除后直接对相应位置进行放射治疗，因此不存在与其他设备同时运行的情况。由工作原理可知，本项目操作过程 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。在非治疗状态下不产生射线，因此本项目开机期间主要污染因子为 X 射线及 X 射线出束时产生的少量氮氧化物和臭氧。

9.2.4 人流、物流路径规划

本项目术中放疗系统使用过程路径主要为工作人员路径、患者路径、污物路径，具体路径图见附图 4。

①工作人员路径

本项目工作人员乘坐电梯进入 1 号楼四层，向北侧从工作人员入口进入手术区内部，经换鞋更衣后沿南侧洁净通道进入 8 号手术室。运行术中放疗系统前，辐射工作人员进入手术室调整设备位置并设置治疗参数，随后退到洁净走廊通过视频监控观察病人情况，术中放疗系统运行结束后，进入手术室除去施源器，然后原路返回。

②患者路径

本项目患者通过电梯进入 1 号楼四层，向北侧从患者入口进入手术区内部，经预麻换衣、预麻后由护士推床沿南侧洁净走廊进入 8 号手术室进行手术，手术结束后由护工陪护患者原路返回。

③污物路径

手术结束后由专人对手术过程的废物进行统一收集，并通过污物防护门沿污物通道运至本层北侧污物清洗打包区，由专人统一送至院内医疗废物仓库暂存。

9.3 污染源项描述

9.3.1 正常工况

正常工作状况下，X 射线在设备开机出束时产生，关机时消失。X 射线防护主要考虑的是 X 射线的直射、散射和泄漏辐射。

本项目术中放疗系统出束前，所有医护人员均退出手术室，在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，射线装置机房外的人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。

9.3.2 事故工况

本项目使用术中放疗系统时，可能发生的辐射事故有以下几种：

- ①在给患者进行检查治疗时，设备控制键失效，导致患者受到意外照射；
- ②术中放疗系统在屏蔽门未关紧的情况下出束，对门外人员造成误照射；
- ③工作人员参数输入错误，导致患者受到超剂量照射；

④术中放疗系统因开机辐照延时功能故障，致使辐射工作人员未及时撤离到机房外而受到误照射；

⑤手术人员在手术室内使用其他移动式射线装置进行其他手术时，术中放疗系统误开机，致使手术人员受到误照射。

9.3.3 其他污染源项分析

(1) 臭氧和氮氧化物

本项目术中放疗系统射线能量较低，出束时间较短，臭氧的产生量很少，空气在辐射照射下也会产生氮氧化物（ NO_x ），产生量约为臭氧的三分之一。考虑到本项目拟依托手术室内均设有机排风系统，将产生的臭氧和氮氧化物经收集后引至上方设备层侧墙室外排放，不会形成室内集聚，且臭氧 50min 后可自然分解为氧气，对医院及周边环境空气质量影响较小，故本次评价不进行定量分析。

(2) 废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水，主要污染因子为 COD_{Cr} 、 BOD_5 、SS、氨氮、粪大肠杆菌等，不含重金属等特殊性质废水。

本项目术中放疗手术每年最大手术台数为 60 台，手术后产生的器械清洗废水和医护手部清洗废水量较少，根据临床科室提供的数据，本项目医疗废水保守按 60L/台手术，则本项目医疗废水产生量约为 $3.6\text{m}^3/\text{a}$ ，辐射工作人员生活用水按每人每天 100L 计，产污系数取 0.85，则生活污水产生量约为 $103.85\text{m}^3/\text{a}$ 。废水进入医院污水处理站处理达标后纳入市政污水管网。

(3) 固废

本项目术中治疗前后手术时会产生废药棉、废纱布、废手套等医疗废物；新增辐射人员在工作中产生的少量生活垃圾。

根据医院提供的数据，本项目术中放疗手术年最大手术量约 60 台，每台手术产生 0.4kg 医疗废物，则本项目固体废物产生量约为 $0.024\text{t}/\text{a}$ 。本项目固废产生后由专人将其转移至该层北侧污洗区，并定期转移至医院医疗废物暂存间，依托现有医疗废物处置单位进行处置。本项目拟新增 5 名辐射工作人员，每年工作 250 天，辐射工作人员生活垃圾产生系数保守按 $0.5\text{kg}/(\text{人} \cdot \text{天})$ 计，则本项目工作人员生活垃圾产生量约 $0.625\text{t}/\text{a}$ 。产生的生活垃圾由医院专人进行收集，并交由环卫部门统一清运。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目术中放疗系统拟使用于杭州市第一人民医院 1 号楼四层 8 号手术室, 手术室位置及四周布局见表 10-1。

表 10-1 本项目辐射工作场所位置及四周布局一览表

场所位置	方位	周边房间及场所
1 号楼四层 8 号手术室	东侧	通道、预麻室
	南侧	污物通道、9 号手术室
	西侧	污物通道
	北侧	7 号手术室
	上方	病理科档案室、免疫室
	下方	心超、食道及负荷超声室

本项目辐射工作场所集中布置于 1 号楼四层南侧, 避开了人群较多的场所, 且本项目术中放疗系统工作过程中产生的 X 射线经过手术室实体屏蔽后, 屏蔽体外剂量率符合标准要求, 对周围辐射环境及人员影响是可以接受的, 因此本项目平面布局合理可行。

10.1.2 辐射防护分区原则及区域划分

(1) 分区依据和原则

为了便于加强管理, 切实做好辐射安全防护工作, 按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求, 在辐射工作场所内划出控制区和监督区, 在项目运营期间采取分区管理措施。

控制区: 在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散, 以及在一定程度上预防或限制潜在照射, 要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的电离辐射警告标志, 并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序 (如进入控制区的工作许可证) 和实体屏蔽 (包括门锁和门灯连锁装置) 限制进出控制区, 并定期检查控制区的实际状况, 确认是否需要改变该区的防护手段或安全措施, 或是更改该区的边界。

监督区: 未被确定为控制区, 正常情况下不需要采取专门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的区域。在监督区入口处的合适位置设立表明监督区的标牌; 并定期检查该区工作状况, 确认是否需要采取防护措施和做出安全规定, 或是否需要更改监督区的边界。

(2) 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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，本项目辐射工作场所分区情况详见表 10-2，本项目控制区和监督区划分情况见图 10-1。

表 10-2 本项目“两区”划分表

场所名称	本项目控制区	本项目监督区	备注
1 号楼四层	8 号手术室内部	污物通道、预麻室、通道	详见图 10-1



图 10-1 本项目辐射工作场所两区划分图

控制区通过实体屏蔽措施、警示标志等进行控制管理，在射线装置使用时，除介入治疗的医护人员和患者外，禁止其他人员进入；监督区通过辐射危险警示标志提醒人员尽量避开该区域，并委托有资质的单位定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改，整改完成后方可继续使用射线装置。

10.1.3 辐射安全及防护措施

本项目射线装置主要辐射为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对 X 射线的防护措施主要有以下几方面。

(1) 辐射工作场所辐射屏蔽设计

根据医院提供资料，本项目工作场所现有辐射防护屏蔽参数见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射工作场所屏蔽防护措施分析

场所名称	屏蔽体	主要屏蔽材料及厚度
8 号手术室	四周墙体	槽钢龙骨+2mm 铅板
	顶棚	120mm 混凝土
	地坪	120mm 混凝土
	防护门	内衬 2.0mm 铅板（防护门上内嵌 2mmPb 铅玻璃窗）

本项目拟使用 8 号手术室四侧墙体、顶棚、地坪、防护门均采取了辐射防护屏蔽，经第 11 章分析计算可知，术中放疗系统经屏蔽防护之后各关注点周围剂量当量率能够满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的相关要求。

（2）辐射安全防护措施

①为每名辐射工作人员配备个人剂量计。

②使用术中放疗系统必须保证隔室操作，工作人员在使用设备前需熟悉设备操作流程，保证规范操作。在运行过程中定期进行工作人员操作位的辐射剂量率检测，辐射安全领导小组需对工作人员加大日常培训和监管力度。

③手术间内设置有开门开关，并与出束连锁，按下开门开关，防护门打开，系统立即停止出束。手术室防护门上设观察窗，手术室内设置视频监控，可以全方面观察患者状况。

④各手术室内均设有通排风系统，运行时可将术中放疗系统出束时产生的少量废气通过排风管道通至上方设备层，并侧墙排放。

⑤在手术室防护门上设置醒目的电离辐射警示标识、相关警示文字和工作状态指示灯，射线装置运行出束时有明显灯光警示；在监督区、控制区墙体合适位置张贴警示标志及相关放射制度。

⑥建设单位拟为患者、工作人员配备的防护用品见表10-4所示。

表10-4 本项目拟配备个人防护用品一览表

机房名称	防护人员		拟配备的防护用品
8号手术室	患者	个人防护用品、辅助防护设施	个人防护用品：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；辅助防护设施：可调节防护窗口的立位防护屏，选配：固定特殊受检者体位的各种设备
由于本项目术中放疗系统工作原理与X射线设备相似，因此本项目个人防护用品和辅助防护设施配置拟参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中放射诊断学用X射线设备隔室透视、摄影的要求配置			

（3）距离防护

周边公众主要依托放射工作场所的屏蔽墙体、防护门和楼板屏蔽射线，同时手术室

将严格按照控制区和监督区的划分实行“两区”管理，且在机房人员防护门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志，并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

（4）时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊疗之前，根据诊疗要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行且尽量低的射线照射参数，减少工作人员和附近公众的受照时间，也避免患者受到额外剂量的照射。当辐射工作人员季度个人剂量超过1.25mSv或年剂量超过5mSv，医院应进行调查，并出具调查报告，在查明原因之前应限制或暂停该工作人员从事辐射工作。

10.1.4 管线设计及穿墙位置屏蔽补偿措施

本项目术中放疗系统拟设在现有1号楼四层8号手术室，由于本项目术中放疗系统射线能量较低，其电缆管线无需地埋布设，可直接连接插座使用。经医院核实，8号手术室内已于天花板吊顶处设置了排风系统，排风管道穿过8号手术室西侧墙体，引至上层设备层于1号楼南侧侧墙排放，排风口处空间开阔利于气流扩散，且能够满足4次/小时的换气次数，不会对周围环境造成影响，能保证机房良好的通风效果。

经医院核实确认，目前现有8号手术室内未对排风管线穿墙进行屏蔽补偿，根据“表11”中排风管线处剂量率估算结果可知，本项目术中放疗系统使用过程管线穿墙处在没有屏蔽的情况也能满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中规定的剂量参考控制水平“ $H_c \leq 10\mu\text{Sv/h}$ （居留因子 $\leq 1/2$ ”的要求”，因此8号手术室风管穿墙不会对现有8号手术室屏蔽效果造成不利影响。

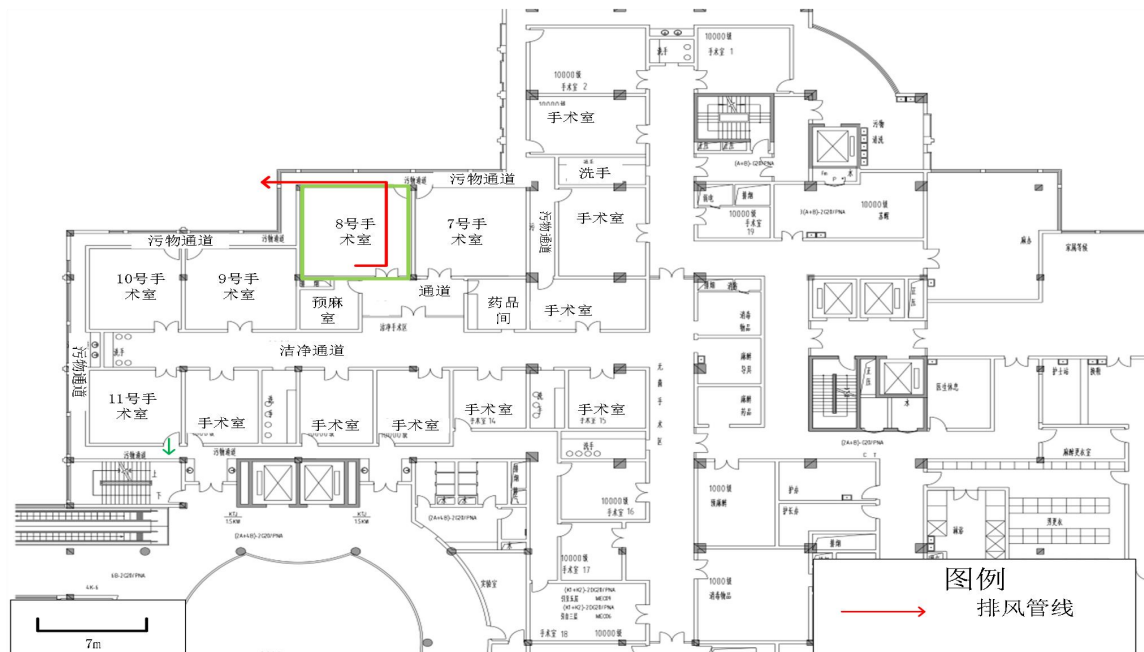


图 10-2 排风管线示意图

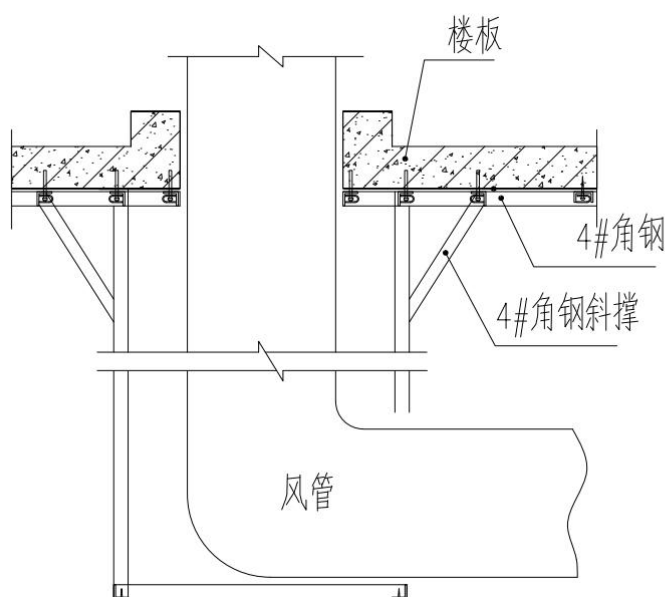


图10-3 排风管线穿墙示意图

10.2 “三废”治理措施

根据工艺分析，本项目运行期间无放射性废水、放射性废气及固体废物产生，本项目非放射性废物治理措施如下：

(1) 废气

本项目主要产生废气为臭氧和氮氧化物，产生于射线装置出束过程。本项目术中放

疗系统射线能量较低，出束时间较短，臭氧的产生量很少，空气在辐射照射下产生氮氧化物（NO_x）产生量约为臭氧的三分之一。考虑到8号手术室内已设有机排风系统，换气次数不小于4次/小时，通风情况较好。产生的臭氧和氮氧化物通过排风系统引至设备层南侧侧墙室外排放，不会形成室内集聚，且臭氧50min后可自然分解为氧气，对医院及周边环境空气质量影响较小。

（2）废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水，主要污染因子为COD_{Cr}、BOD₅、SS、氨氮、粪大肠杆菌等，不含重金属等特殊性质废水。项目产生的废水依托医院现有污水处理设施预处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2预处理排放标准要求后，与其他废水一同纳入市政污水管网集中处理。

（3）固废

本项目手术时会产生废药棉、废纱布、废手套等医疗废物；新增辐射人员在工作中产生少量生活垃圾。本项目医疗废物产生后由专人将其转移至该层北侧污洗区，并定期转移至医院医疗废物暂存间，依托现有医疗废物处置单位进行处置，产生的生活垃圾由医院专人进行收集，并交由环卫部门统一清运。

（4）射线装置报废处理

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，本项目术中放疗系统需要报废处理时，医院应当对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境主管部门核销。

10.3投资概算一览表

本项目总投资约100万元，估算环保投资7万元，占总投资额的7%。项目环保投资估算见表10-5。

表10-5 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

类别	环保设施措施	金额（万元）
辐射屏蔽措施	依托8号手术室现有屏蔽防护：四侧墙体均采用“槽钢龙骨+2mm铅板”作为屏蔽材料，手术室顶棚及地坪均采用“120mm混凝土”作为屏蔽材料，防护门内衬采用2mm铅板，门上内嵌2mmPb铅玻璃窗	/
安全装置	安全联锁系统、工作状态指示灯等	1.0
监测仪器	依托现有X-γ剂量率仪	/
个人防护用品	为每名辐射工作人员配备个人剂量计	1.0
人员培训	辐射工作人员上岗培训	0.1

监测	委托第三方机构常规检测和自主竣工环境保护验收监测	3.0
警示标志	电离辐射警告标志、地面划警戒线等	0.4
辐射应急	辐射应急物资、人员培训、应急演练	1.0
其他	辐射相关规章制度上墙	0.5
合计		7.0

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响 11.1.1 施工期环境影响分析 本项目术中放疗系统为移动式射线装置，拟依托已建成的 8 号手术室开展术中放疗手术，由于 8 号手术室已设置一定的屏蔽防护，能够满足术中放疗系统的屏蔽要求，因此本项目不再开展额外的屏蔽防护施工。 11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析 本项目术中放疗系统在调试过程中会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物，因调试时间短，各污染物产生量很少，且调试结束关机后，X 射线将即时消除，因此，本项目设备安装调试造成的环境影响很小。 本项目设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，医院应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在手术门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入机房所在区域，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。
11.2 运行阶段对环境的影响 11.2.1 辐射剂量率影响分析 (1) 计算公式 根据《辐射防护手册》（李德平、潘自强著）给出的 X 射线机有用线束在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.8）进行推导，得到有用线束在关注点处的辐射剂量率 H 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取 1）。 $H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2}$ (式 11-1) 式中： H₀—施源器源点 1m 处的常用最高剂量率。根据设备厂家提供的资料，本项目术中放疗系统在最大工况下，距施源器源点 1m 处剂量率为 30μSv/h。

H—屏蔽体外关注点的剂量率，单位 $\mu\text{Sv/h}$ ；

R—关注点距施源器源点的距离，单位为 m；

f—对有用束为 1；

B—屏蔽透射因子，计算公式如下。其中 X 为屏蔽物质厚度，TVL 为特定能量下屏蔽物质对应的什值层厚度，由《辐射防护导论》表 3.5 可知，50kV 的 X 射线铅的什值层厚度为 0.18mm，混凝土为 13mm。

$$B=10^{-X/\text{TVL}} \quad (\text{式 11-2})$$

(2) 参数选取及估算结果

INTRABEAM600 为移动式设备，可根据手术部位在手术床四周移动使用，设备底部设有轮子锁定装置。本项目 8 号手术室内尺寸为 6.65m（长） $\times$ 6.65m（宽），手术室内外科手术床长 2m，宽 0.5m，本项目保守按设备施用器中心点位于手术床四侧至关注点方向考虑。

8 号手术室屏蔽防护设施及相应关注点位剂量率计算结果详见表 11-1。各关注点位置图详见图 11-1。

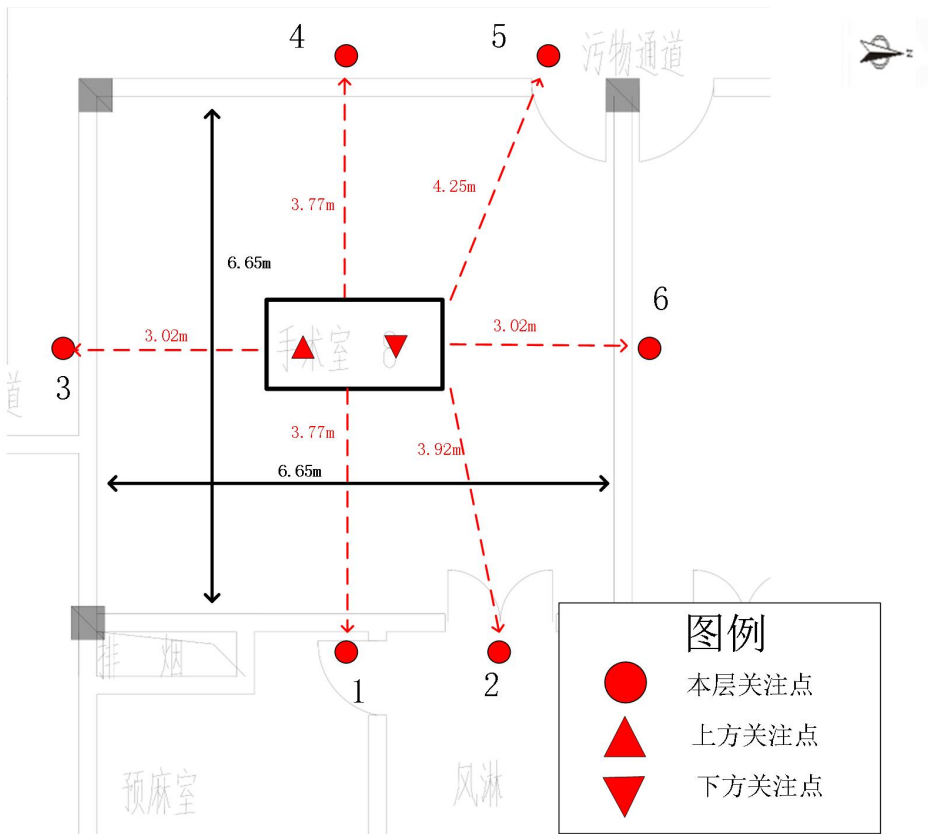


图11-1 本项目关注点位示意图

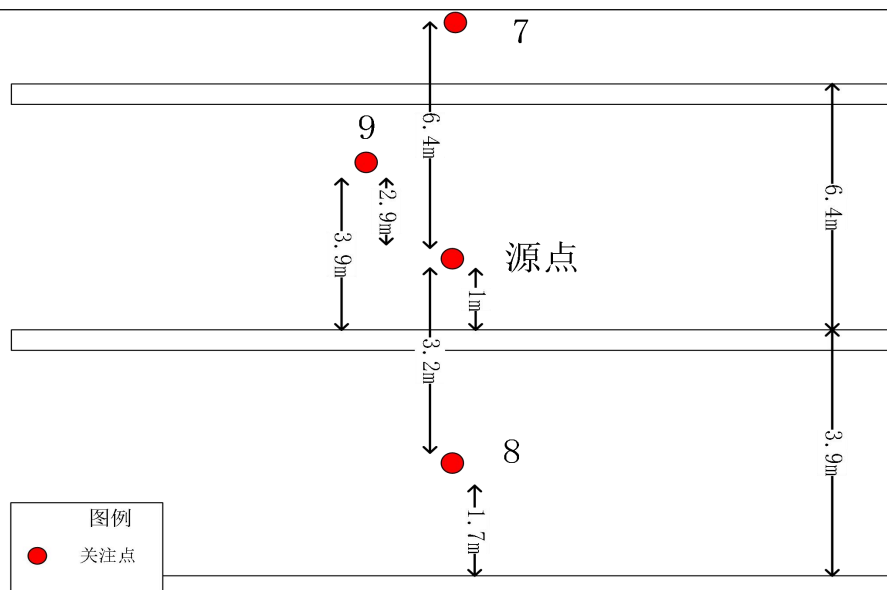


图 11-1 本项目上下层关注点位示意图

表 11-1 手术室各侧关注点剂量率估算表

序号	关注点名称	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	f	X	TVL	B	H ($\mu\text{Sv/h}$)
1	东侧墙体外 30cm 处	3.0E+01	3.77	1	槽钢龙骨 +2mm铅板	0.18mm	7.74E-12	1.63E-11
2	东门外 30cm 处		3.92		内衬 2.0mm 铅板 /2mmPb 观察窗	0.18mm	7.74E-12	1.51E-11
3	南侧墙体外 30cm 处		3.02		槽钢龙骨 +2mm铅板	0.18mm	7.74E-12	2.55E-11
4	西侧墙体外 30cm 处		3.77		槽钢龙骨 +2mm铅板	0.18mm	7.74E-12	1.63E-11
5	西门外 30cm 处		4.25		内衬 2.0mm 铅板	0.18mm	7.74E-12	1.29E-11
6	北侧墙体外 30cm 处		3.02		槽钢龙骨 +2mm铅板	0.18mm	7.74E-12	2.55E-11
7	顶棚上方距地面 1m 处		6.4		120mm 混凝土	13mm	5.88E-10	4.31E-11
8	地坪下方距地面 1.7m 处		3.2		120mm 混凝土	13mm	5.88E-10	1.72E-11
9	排风管道穿墙处		2.9		/	/	1	3.57

根据预测结果，本项目 11 号手术室各侧屏蔽体外表面最大照射剂量为 $4.98\text{E-}11\mu\text{Sv/h}$ ，排风管道穿墙处（居留因子 $\leq 1/2$ ）最大照射剂量为 $3.57\mu\text{Sv/h}$ 满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中规定的剂量参考控制水平“距治疗机房墙和入口门外表面 30cm 处： $H_c \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ （居留因子 $> 1/2$ ）， $H_c \leq 10\mu\text{Sv/h}$ （居留因子 $\leq 1/2$ ）”的要求。根据《杭州市肿瘤医院移动式术中放疗系统辐射工作场所检测报告》中相关监测结果，术中放疗系统在出束过程各屏蔽墙体检测检测结果均小于设备探测限，均属于本底水平。

由于本项目 8 号手术室相邻的 7 号手术室、9 号手术室均涉及移动 C 臂机的使用（仅 1 台设备，7 号手术室、9 号手术室不会同时使用），因此本项目拟按最不利条件下 8 号手术室使用术中放疗系统时相邻手术室同步使用移动 C 臂机的情况进行考虑，

根据《杭州市第一人民医院医用X射线影像诊断设备辐射工作场所检测》中7号手术室使用移动C臂机时屏蔽体外周围剂量率最大的点位（扣除本底）与本项目各关注点进行叠加，叠加情况详见表11-2。

表11-12 叠加后总辐射剂量率

场所	序号	关注点位置描述	本项目关注点辐射剂量率(μGy/h)	7号手术室辐射剂量率μGy/h)	叠加辐射剂量率(μGy/h)
8号手术室	1	东侧墙体外30cm处	1.63E-11	2.50E-01	2.50E-01
	2	东门外30cm处	1.51E-11	2.50E-01	2.50E-01
	3	南侧墙体外30cm处	2.55E-11	2.50E-01	2.50E-01
	4	西侧墙体外30cm处	1.63E-11	2.50E-01	2.50E-01
	5	西门外30cm处	1.29E-11	2.50E-01	2.50E-01
	6	北侧墙体外30cm处	2.55E-11	2.50E-01	2.50E-01
	7	顶棚上方距地面1m处	4.31E-10	2.50E-01	2.50E-01
	8	地坪下方距地面1.7m处	1.72E-09	2.50E-01	2.50E-01
	9	排风管道穿墙处	3.57	2.50E-01	3.82

注：根据《杭州市第一人民医院医用X射线影像诊断设备辐射工作场所检测报告》（BG-GACF24235062）可知，移动C臂机位于7号手术室使用时周围最大剂量率为0.38μSv/h（防护门M1外表面下端），场所本底位于0.13~0.21μSv/h范围内。

综上，本项目术中放疗系统正常使用过程各关注点剂量率与现有射线装置辐射剂量率叠加后，屏蔽体外各关注点处的辐射剂量率能够满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中规定的剂量参考控制水平“距治疗机房墙和入口门外表面30cm处： $H_c \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ （居留因子 $> 1/2$ ）， $H_c \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ （居留因子 $\leq 1/2$ ）”的要求。

11.2.2 工作人员及公众个人剂量估算

（1）工作人员受照剂量估算

根据医院提供的资料，本项目术中放疗系统一年工作负荷不超过60例，每台手术治疗时间最长为30min，年最大工作负荷约30h。关注点人员的有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式计算，计算公式如下：

$$D_{\text{Eff}} = D_r \times t \times T \times U \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

D_{Eff} ——辐射外照射人均年有效剂量，Sv；

D_r ——辐射剂量率，Sv/h；

t ——年工作时间，h；

T ——居留因子；

U ——使用因子， U 取1。

居留因子根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选取，具体数值见表 11-2。

表 11-2 居留因子的选取

场所	居留因子 (T)		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分停留	1/4	1/2-1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

本项目辐射工作人员年有效剂量估算详见表11-3。

表 11-3 工作人员年有效剂量估算表

序号	人员	居留因子	使用因子	关注点处最大剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	受照时间 (h)	年有效剂量 (mSv)
1	医生	1	1	2.50E-01	30	7.50E-3
2	物理师	1	1	2.50E-01	30	7.50E-3

根据表 11-3，工作人员年有效剂量约为 7.50E-3mSv，满足《电离辐射防护与辐射源基本安全标准》（18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也满足本环评提出辐射工作人员年有效年剂量约束值不超过 5mSv 的要求。

（4）公众受照剂量估算

本项目辐射工作场所周边公众人员主要为工作场所内的辐射工作人员、医院其他非辐射工作人员和公众成员。对于本项目周围 50m 范围内其他公众，本评价保守按照与相关用房相邻用房和具有代表性的建筑物、区域进行核算。

根据本项目周围公众的可到达性及停留时间对公众的年受照剂量进行分析。公众年有效剂量按照式 11-3 计算，据表 11-1 预测结果，公众年有效剂量计算结果见表 11-4。机房外更远的关注点不考虑距离衰减和中间其它屏蔽因素。

表11-4 公众年有效剂量计算结果

术中放疗系统所在场所	位置描述	相对于场所方位	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) *	年出束 时间 (h)	居留 因子	年有效剂 量 (mSv)
8 号手术室	通道	东侧紧邻	2.50E-01	30	1/5	1.50E-03
	预麻室	东侧紧邻	2.50E-01	30	1/2	1.67E-03
	污物通道	南、西侧紧邻	2.50E-01	30	1/2	3.75E-03
	9 号手术室	南侧紧邻	2.50E-01	30	1/2	3.75E-03

	7号手术室	北侧紧邻	2.50E-01	30	1/2	3.75E-03
	心超、食道及 负荷超声室	下方相邻	2.50E-01	30	1	7.50E-03
	免疫室、档案室	上方相邻	2.50E-01	30	1/4	1.88E-03
	3号楼	南侧约10m	2.50E-01	30	1	7.50E-05
	4号楼	西侧约15m	2.50E-01	30	1	3.33E-05
	板桥路	西侧约36m	2.50E-01	30	1/40	1.45E-07
	平海路	南侧约41m	2.50E-01	30	1/40	1.12E-07
*注：上述各点位辐射剂量率均已考虑与现有射线装置进行叠加；本项目1号楼外保护目标辐射剂量率均保守取屏蔽体外辐射剂量率最大点位进行估算。						

由表 11-9 可得，本项目实施后周边公众年最大有效剂量为 7.50E-03mSv，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 0.1mSv/a 的公众人员年管理剂量约束值。根据关注点剂量率与关注点距辐射源点的距离成反比关系的规律可知，距离源点越远，辐射剂量率越低，距离本项目更远处的公众人员受照剂量不会大于 7.50E-03mSv，满足本项目提出的公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。

11.2.3 运营期三废影响分析

1、废气

本项目术中放疗系统射线能量较低，电离产生的臭氧和氮氧化物量极少，且臭氧可自然分解为氧气，本项目拟依的现有托手术室均设有机通排风系统，通风效果好，换气次数不低于 4 次/小时，废气经通排风系统引至上方设备层，由南侧侧墙排放，经自然分解，对周围环境的影响较小。

2、废水

本项目手术产生医疗废水及新增人员的生活污水均依托医院现有污水处理设施预处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理排放标准要求后，纳入市政污水管网进行集中处理。项目废水不直接排放，对环境影响较小。

3、固体废物

本项目手术过程中不产生放射性固废，产生的医疗废物由专人收集后暂存于污物间，定期转移至医院总医疗废物暂存库，依托医院现有医疗废物处置单位进行委托处置。医护人员生活垃圾收集后与现有生活垃圾一并委托当地环卫部门定期清运处理。

11.3 辐射事故分析和防范措施

11.3.1 环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项

目在运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

11.3.2 事故等级分析

本项目为医用II类射线装置使用项目，X射线能量较低，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》内辐射事故等级分类依据，本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。

11.3.3 事故类型

主要考虑电离辐射损伤对环境的影响。

- ①在给患者进行检查治疗时，设备控制键失效，导致患者受到意外照射；
- ②术中放疗系统在屏蔽门未关紧的情况下出束，对门外人员造成误照射；
- ③工作人员参数输入错误，导致患者受到超剂量照射；
- ④术中放疗系统因开机辐照延时功能故障，致使辐射工作人员未及时撤离到机房外而受到误照射；
- ⑤手术人员在手术室内使用其他射线装置进行其他手术时，术中放疗系统误开机，致使手术人员受到误照射。

11.3.4 工作场所防范措施

上述辐射事故可以通过完善辐射防护安全设施、制定相关管理规章制度和辐射事故应急措施加以防范，使辐射环境控制在可以接受的水平。针对在运行过程中可能发生的事故，本次评价提出以下防范措施，尽可能的减小或控制事故的危害和影响，主要体现在以下几个方面：

- ①辐射工作人员必须严格按照X射线装置操作程序进行操作，确定手术室内工作人员均离开治疗室后方可开机，以避免辐射工作人员和公众接受不必要的辐射照射。
- ②制定经常性自检制度，如发现控制系统不够完善或失灵，立即维护、修复。
- ③严格遵循所有辐射设备的安全使用年限，避免机械事故造成辐射污染，严禁超期使用。
- ④严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，一旦控制区各房间辐射水平监测结果表明防护墙外辐射水平偏高，应适当增加防护墙厚度。

⑤受检者防护门处安装工作状态指示灯、设置电离辐射警告标志，防护门关闭时，工作状态指示灯亮，警示人员勿入，同时装置操作台处设置急停开关，操作人员可通过急停开关等停机操作来确保人员安全。

⑥工作人员平时必须严格执行各项管理制度，遵守操作规程，并定期检查设备性能及有关安全警示标志和设施是否正常。对可能发生的辐射事故，应及时采取应急措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，同时上报生态环境部门和卫生行政部门，并接受监督部门的处理。

⑦手术结束设备停止使用时，应及时断开电源。

11.3.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关规定，医院应制定辐射事故应急预案，医院应在以后辐射工作开展过程中定期进行演练。同时医院应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。发生事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告，

医院在落实本次评价提出的环境事故风险防范措施，并落实辐射事故应急预案中提出的各项应急措施和设施的前提下，本项目辐射事故影响可控制在可接受水平内。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规，使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

医院已成立放射诊疗安全与防护管理领导小组，小组成员如下：

组 长：

副组长：

组员：

成立文件中明确了管理小组成员组成及相关职责，故医院原有辐射安全与环境保护管理机构能够满足本项目辐射安全管理工作的需求，在核技术利用项目运行过程中，医院应根据人事变动情况及时调整机构组成。

12.1.2 辐射人员管理

1、职业健康检查

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

医院现有辐射工作人员均于 2023 年度进行了在杭州市职业病防治院的在岗期间的职业健康检查，现有辐射工作人员检查结论为存在 3 名辐射工作人员需进行复查，目前暂时调离放射岗位，其他在岗辐射工作人员均可继续原放射工作，医院已对现有放射工作人员建立职业健康档案，符合要求。医院应建立本项目新增的辐射工作人员职业健康档案，新增辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托有相关资质的单位对辐射工作人员进行职业健康检查。

2、辐射工作人员培训

根据生态环境部《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》（2019 年，第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核公告》（生态环境部公告第 2021 年第 9 号），医院应及时组织从事使用Ⅱ类射线装置的辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加培训，且需考核合格，并按时接受再培训，建立成绩档案。

医院应严格执行辐射工作人员培训制度，及时组织本项目新增辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加相应类别培训学习，考核合格后上岗，并按时接受再培训。

3、个人剂量管理

本项目新增辐射工作人员均应配备个人剂量计，并按期（一般为一个月，最长不超过三个月）委托有资质单位进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。

医院应做到以下几个方面：

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一；个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。医院应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、体检报告、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

年度个人剂量超过 5mSv（季度超过 1.25mSv）时，医院要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，医院应暂停该辐射工作人员继续从事放射工作，并进行剂量异常原因调查，形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关；当单年个人剂量超过 20mSv 时，应立即采取措施，报告发证机关，并开展调查处理。检测报告及有关调查报告应存档备查。

个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同辐射工作场所年度监测报告一起作为《辐射安全与防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

12.1.3 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用射线装置的单

位，应当对本单位放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。医院年度评估报告包括：放射性同位素与射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。

医院已按照要求执行年度评估。本项目建成后，医院应将本项目辐射工作场所纳入现有辐射安全与防护状况评估。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用放射性同位素、射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，还应有完善的辐射应急措施”。

医院已建立《放射安全事件应急处置预案》《使用场所安全措施》《放射科质量与安全管理制度》《辐射工作人员培训计划和监督计划》《杭州市第一人民医院放射防护检测评价与制度》《辐射安全防护和管理制度》《射线装置使用登记制度》《放射设备维修保养制度》《放射工作人员岗位职责》《放射科辐射安全管理制度》等相关辐射管理制度，现有规章制度基本满足医院从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求，医院应认真落实各项规章制度，并根据本项目特点，对已制定的相关规章制度进行更新和完善。

医院目前未制订放疗科相关管理制度，要求医院在本项目实施后根据本项目从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求，更新补充相关制度文件，并将关于操作规程、辐射工作人员岗位职责和应急响应程序等内容张贴上墙，各辐射工作场所日常工作中严格按照各种制度执行，防止辐射事故的发生。

医院应对相关资料进行分类归档，根据环境影响评价文件、竣工环境保护验收文件、单位辐射工作文件、辐射安全许可证、年度评估报告、辐射安全和防护管理制度、工作人员辐射防护等文件要求建立不同类别的档案，并安排专人对核技术利用项目环保相关文件及档案进行管理。

12.3 竣工环境保护验收

医院应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行

办法》（国环规环评[2017]4号）、《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）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

12.4 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，项目单位需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测、环境监测和个人剂量监测。

12.4.1 监测仪器和防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位应该配置与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目需配备1台X、 γ 辐射剂量率仪，可依托现有辐射工作场所的X、 γ 辐射剂量率仪，每个辐射工作人员均配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。

12.4.2 监测计划

（1）年度监测

继续委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传至核技术利用平台。

（2）日常自行监测

定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

（3）验收监测

项目建成试运营三个月后，医院需委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，出具验收监测报告。

（4）个人剂量监测

每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期一般为一个月，最长不超过三个

月。

(5) 监测内容和要求

监测依据：《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

监测内容：周围剂量当量率、个人剂量当量。

监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

监测范围：控制区和监督区域及周围环境。

表 12-1 工作场所监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测内容	监测点位	监测设备	监测频率
年度监测	8号手术室	X-γ周围剂量当量率	手术室四侧屏蔽墙外 30cm 处，顶棚上方距顶棚地面 100cm 处、地坪下方距楼下地面 170cm 处及周围需要关注的监督区、防护门及门缝、电缆、风管穿墙处等	X、γ辐射剂量率仪	1 次/年
日常监测	8号手术室				术中放疗手术前开机监测 1 次/月
验收监测	8号手术室				项目建成后 3 个月内
个人剂量监测	/	个人剂量当量	本项目辐射工作人员	个人剂量计	至少 1 次/三个月

12.5 辐射事故应急

根据国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院按照对应急措施、事故后续处理等作出要求，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。制定了《放射事件应急处置预案》，医院既有辐射事故应急预案包括了下列内容：目的、适用范围、管理职责、内容和要求、应急流程等，具有一定的可操作性，在本项目实施后医院应根据本单位开展辐射工作的变化，及时修订《放射事件应急处置预案》，在日常工作中定期组织辐射事故应急演练，并认真记录、总结，发现隐患和不足应及时进行整改、完善。

对于在医院定期监测或委托监测时发现异常情况的，应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》等要求，向生态环境主管部门报告。在发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并根据要求在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员

超剂量照射的，还应当同时向卫生部门报告。

12.6 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用放射性同位素、射线装置的单位应具备相应的条件，对其从事辐射活动能力的评估详见表 12-2。

表 12-2 从事辐射活动能力评估一览表

序号	应具备条件	本项目投运后落实情况
1	使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作	医院已根据要求成立放射诊疗安全与防护管理小组，并设有符合要求的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	现有辐射工作人员均在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（ http://fushe.mec.gov.cn/ ）或杭州市卫生健康委员会组织的相关培训学习并报名参加相应类别的考核，经考核合格后方可上岗，并定期复训。本项目新增人员拟按规定参加培训和考核
3	射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施	本项目术中放疗系统与手术室防护门设置门机联锁，手术室拟设视频监控设备，防护门设置警示灯及电离辐射警告标志等安全措施
4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器	本项目拟配有铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶防护方巾等防护用品。本项目拟根据要求配备个人剂量计、X-γ辐射剂量率巡测仪
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等	医院已制定了上述制度，本项目投运后拟根据本项目特点进行修订和完善，能够满足要求
6	有完善的辐射应急措施	医院已制定了辐射事故应急预案，本项目投运后拟根据本项目特点进行修订和完善

综上所述，本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，医院从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

医院拟在 1 号楼 8 号手术室内使用 1 台中放疗系统，用于开展术中放射治疗，设备引进于杭州市肿瘤医院，型号为 INTRABEAM600，最大管电压为 50kV，最大管电流为 0.04mA，主束方向为周向。

1.3.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射安全防护措施结论

本项目手术室患者防护门上设置有工作状态指示灯，设备控制面板设有急停按钮。防护门醒目位置张贴电离辐射警告标志等，辐射工作人员配备个人剂量计，并定期对辐射工作人员开展个人计量监测和职业健康监护。

本项目所使用手术室四侧墙体均采用“槽钢龙骨+2mm 铅板”作为屏蔽材料，手术室顶棚及地坪均采用“120mm 混凝土”作为屏蔽材料，防护门内衬采用 2mm 铅板（防护门上内嵌 2mmPb 铅玻璃窗），并配有个人防护用品。

医院对辐射工作场所进行分区管理，划分为监督区和控制区，并设置相应的警示标志，限制无关人员进入。医院拟制定针对性的操作规程，职业人员工作时穿戴铅衣、铅围脖，佩戴防护眼镜等辐射防护用品。为辐射工作人员配备个人剂量计，场所配备 X-γ辐射监测仪。

综上所述，医院在满足实际工作需要的基础上对工作人员及公众进行了必要的防护，减少了不必要的照射，根据理论估算分析结果，本项目拟采取的辐射防护措施符合辐射防护要求。

（2）辐射安全管理结论

管理机构：医院已成立了放射诊疗安全与防护管理领导小组、明确了相关职责，并将加强监督管理。

规章制度：医院已制定了包括《放射安全事件应急预案》在内的一系列管理制度。医院应根据本单位核技术利用项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中落实执行。

目前医院现有辐射工作人员均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）或杭州市卫生健康委员会组织的相关培训学习，并考核合

格上岗。本项目新增辐射工作人员应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加相应类别培训学习，考核合格后上岗，并按时接受再培训。所有辐射工作人员将按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计按要求定期送检。

综上所述，医院管理机构、规章制度及辐射工作人员的管理均可满足本项目对辐射安全管理的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

（1）辐射影响分析结论

根据本报告表 11 章节对本项目运行过程中，对周边环境及人员的辐射影响分析可知，在正常工况下，本项目辐射工作场所周围辐射剂量率水平满足相关标准的要求，在运行过程中对工作场所内的辐射工作人员、医院其他非辐射工作人员和公众成员辐射影响均能满足本报告提出的剂量约束值的要求，即工作人员受照剂量不超过 5mSv/a，公众受照剂量不超过 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）及《放射治疗辐射安全与防护要求（HJ1198-2021）》相关标准要求。

（2）“三废”影响分析

本项目术中放疗系统出束时产生的少量废气经手术室现有排风系统收集后，引至设备层侧墙排放；本项目废水拟依托医院现有污水处理设施进行处理，处理达标后与其他废水一同纳入市政污水管网集中处理；本项目术中放疗手术产生的医疗废物由专人收集后暂存于污物间内，依托医院现有医疗废物处置单位进行处置，产生的生活垃圾有专人收集后交由环卫部门一同清运。

13.1.3 可行性分析结论

（1）产业政策符合性

本项目为核技术利用项目，根据国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，术中放疗系统属于**第一类 鼓励类**中第十三项“医药”中第四条“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，**高端放射治疗设备……**”。因此，本项目的建设符合国家现行产业政策。

（2）实践正当性分析

本项目建设的根本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，经预测分析，本项目运行后，在给患者带来利益的同时，引起的

对工作人员和公众人员的照射剂量满足国家辐射防护安全标准的要求，同时满足根据最优化原则设置的项目管理约束值的要求，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。

（3）选址合理性分析

本项目术中放疗系统依托医院 1 号楼四层现有 8 号手术室，不新增土地，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素。本项目 50m 评价范围内主要为院内建筑、道路、院外平海路、板桥路部分区域，主要环境保护目标为从事本项目辐射工作的职业人员及上述区域内活动的其他医患人员与其他一般公众，评价范围内无居民区、学校等环境敏感点，同时避开了产科、儿科等敏感人员密集区，经屏蔽防护及距离衰减后，项目运营过程产生的电离辐射，对周围环境辐射影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

（4）“杭州市生态环境分区管控动态更新方案”符合性

根据《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于上城区城镇生活重点管控单元（ZH33010220001）。本项目为医疗机构核技术利用项目，经分析，项目符合《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

（5）“三区三线”符合性分析

本项目位于浙江省杭州市浣纱路 261 号，根据杭州市“三区三线”划分成果，项目所在地为城镇开发边界，符合“三区三线”的要求。

（6）项目可行性结论

综上所述，杭州市第一人民医院术中放疗系统建设项目的建设符合城市主体功能区划、土地利用规划、产业政策和实践正当性，符合“杭州市生态环境分区管控动态更新方案”要求，选址合法合理；在落实本报告提出的各项辐射管理、辐射防护措施后，其运行时对周围环境和人员的影响能够满足辐射环境保护相关标准的要求，因此从环境保护和辐射安全角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

医院应加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

①严格按照本次报批核技术利用项目类型和范围进行建设，若发生变动，将按要求办理相关环保手续。

②严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、“三废”治理装置及措施等辐射环保内容进行建设。

③加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、健康检查，并按要求建立保管辐射工作人员档案。

④制定完善各项辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，并监督执行各项制度。按照应急预案处理和上报辐射事故。

⑤严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

⑥本项目环评审批后，及时重新申领辐射安全许可证。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见: 经办人: 公章 年 月 日
审批意见: 经办人: 公章 年 月 日