

编号：GAFB26720005

核技术利用建设项目

浙江大学医学院附属第一医院庆春院区
新增两台数字减影血管造影装置建设项目
环境影响报告表
(报批稿)

浙江大学医学院附属第一医院（浙江省第一医院）

2026年7月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

浙江大学医学院附属第一医院庆春院区 新增两台数字减影血管造影装置建设项目 环境影响报告表

建设单位名称：浙江大学医学院附属第一医院（浙江省第一医院）

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省杭州市余杭区文一西路 1367 号

邮政编码：310000

联系人：■

电子邮箱：■

联系电话：■

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	21
表 3 非密封放射性物质	21
表 4 射线装置	22
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	23
表 6 评价依据	24
表 7 保护目标与评价标准	27
表 8 环境质量和辐射现状	32
表 9 项目工程分析与源项	36
表 10 辐射安全与防护	43
表 11 环境影响分析	52
表 12 辐射安全管理	69
表 13 结论与建议	75
表 14 审批	79
附图 1 建设项目地理位置图	80
附图 2 项目周边环境概况图	81
附图 3 医院总平面布置图	82
附图 4-1 庆春院区 2 号楼三层平面布置图（改造前）	83
附图 4-2 庆春院区 2 号楼三层平面布置图（改造后）	84
附图 4-3 庆春院区 2 号楼二层平面布置图（本项目下方）	85
附图 4-4 庆春院区 2 号楼四层平面布置图（本项目上方）	86
附图 4-5 本项目两区划分以及人员、物流路径示意图	87
附图 5 本项目所在杭州市环境管控单元示意图	88
附图 6 杭州市上城区“三区三线”划分图	89
附图 7 项目所在地用地功能规划图	90
附件 1 委托书	91
附件 2 事业单位法人证书	92
附件 3 门诊综合楼项目相关环保手续	93

附件 4	医院原有辐射安全许可证（摘录本项目所在院区）	97
附件 5	原有核技术利用项目环保手续（摘录本项目所在院区）	149
附件 6	浙江大学医学院附属第一医院辐射安全委员会成员名单	184
附件 7	医院辐射安全与防护管理制度	185
附件 8	医院突发辐射事故应急预案	189
附件 9	医院原有辐射工作人员 2025 年第二季度至 2026 年第一季度个人剂量检测报告（摘录部分）	197
附件 10	现有辐射工作人员考核日期统计	223
附件 11	与本项目相关的现有辐射工作场所监测报告（摘录本项目相关的）	235
附件 12	辐射环境本底监测报告	248
附件 13	专家意见及修改说明	255
附件 14	技术评估意见	257

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浙江大学医学院附属第一医院庆春院区 新增两台数字减影血管造影装置建设项目				
建设单位		浙江大学医学院附属第一医院（浙江省第一医院）				
法人代表		■	联系人	■	联系电话	■
注册地址		浙江省杭州市余杭区文一西路 1367 号				
项目建设地点		浙江省杭州市上城区庆春路 79 号浙江大学医学院附属第一医院庆春院区 2 号楼三层				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		2000	项目环保投资（万元）	120	投资比例（环保投资/总投资）	6.0%
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 浙江大学医学院附属第一医院（浙江省第一医院，以下简称“医院”）于 1947 年建院，是集医疗、教学、科研于一体的大型三级甲等综合医院，是浙江省规模最大、设备最为齐全、医疗专业技术最强的综合性医院之一。浙江大学医学院附属第一医院目前拥有庆春、城站、大学路、下沙、之江、余杭六大院区。 浙江大学医学院附属第一医院庆春院区（以下简称“庆春院区”）位于杭州市上					

城区庆春路 79 号，现为浙江大学医学院附属第一医院中心院区，占地 76.3 亩，建筑面积达 17.1989 万 m²，建有国内一流的智能化新门诊大楼、智能化医技综合楼和智能化病房综合楼，床位 2233 张，医院主体业务及国家级、省级等重点实验室均设在该院区，现有临床科室 53 个，医技科室 12 个。

本项目位于庆春院区 2 号楼三层，2 号楼原名为医技楼，为“门诊综合楼项目”第二期工程，总建筑面积 21790m²，层次为 22 层，局部 23 层，附加地下室 1 层，现浇框架结构；2 号楼（原名医技楼）于 1997 年开工建设，于 1999 年 3 月 28 日竣工，“门诊综合楼项目”于 1997 年 7 月 15 日取得原杭州市环境保护局审核同意，2000 年 9 月 18 日，原杭州市环境保护局以杭环保设验[2000]102 号文完成竣工环境保护验收，2 号楼（原名医技楼）相关环保手续详见附件 3。医院现持有浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（浙环辐证[01008]，详见附件 4），医院庆春院区目前设有放射科、放疗科、核医学科等。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

医院现有 2 号楼建设年代较早，建筑原有空间布局规划不合理、场地利用率偏低，2 号楼三层现有功能布局及诊疗条件已难以适配现行医疗诊疗流程规范及日常临床业务发展需求，也无法满足医院当前高水平临床诊疗、学科发展的实际运行需求；为进一步优化院内医疗服务流程、提升医疗空间利用效率、持续完善介入诊疗学科硬件配置，增强疑难病症介入诊疗服务能力，同步优化医疗服务功能布局，全面提升医院诊疗服务品质与综合医疗保障能级，医院拟对 2 号楼三层区域进行整体布局改造，将原有乳腺机房和 DR 机房调整到楼层西侧区域，在其原址新增 2 间 DSA 机房，机房各配置 1 台双球管 DSA。

为加强射线装置的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》等相关法律法规要求，本项目应进行环境影响评价。

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），DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，属于Ⅱ类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），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。

为此，浙江大学医学院附属第一医院委托浙江建安检测研究院有限公司开展“浙江大学医学院附属第一医院庆春院区新增两台数字减影血管造影装置建设项目”（简称“本项目”）的环境影响评价工作。在接受委托后，评价单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集、现状监测等工作，并结合项目特点，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）等规定要求编制完成本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

医院拟对 2 号楼三层区域进行整体布局改造，将原有乳腺机房和 DR 机房位置调整到楼层西侧区域，在其原址新增 2 间 DSA 机房，机房紧邻布置，配套购置 2 台双球管 DSA，型号待定，单台设备双球管最大管电压均为 150kV，最大管电流均为 1500mA，双管头支持同时出束，项目建成后单台设备最大手术量约 1000 台。本项目拟配置的 DSA 装置参数见表 1-1。

表 1-1 本项目配置的 DSA 装置参数一览表

名称	型号	数量	拟安装位置	射线管头配置	类别	额定参数	备注
DSA	待定	1 台	2号楼三层DSA机房1	双管头	II类	最大管电压：150kV； 最大管电流：1500mA	新购
DSA	待定	1 台	2号楼三层DSA机房2	双管头	II类	最大管电压：150kV； 最大管电流：1500mA	新购

1.1.4 工作人员及工作制度

本项目辐射工作人员实行 8h 单班工作制度，年工作日为 250 天。根据医院计划，本项目辐射工作人员均由医院从介入科原有辐射工作人员内部调配，存在兼岗和操作其他射线装置情况，本项目 2 间 DSA 机房共配置辐射工作人员共 58 人，36 名医生、18 名护士、4 名技师。辐射工作人员配备计划见表 1-2。

表 1-2 辐射工作人员配备计划一览表

人员配置	DSA 机房 1	DSA 机房 2
技师	2 名技师	2 名技师
医生和护士	18 名手术医生、9 名护士	18 名手术医生、9 名护士

医院严格执行辐射工作人员培训制度，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》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）和《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），医院所有辐射工作人员均持有相应类别的辐射安全与防护考核合格成绩单。医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置及医院周边环境概况

本项目位于浙江省杭州市上城区庆春路 79 号，医院庆春院区东侧为直大方伯，隔街为万安城市花园西苑小区、杭州市胜利东河幼儿园；南侧为黄醋园、直大方伯小区、清吟街；西侧为马市街小区；北侧为庆春路。项目地理位置见附图 1。

1.2.2 项目周边环境关系

本项目 2 间 DSA 机房均位于医院庆春院区 2 号楼三层，本项目 DSA 机房距东侧直大方伯约 71m，距东南侧直大方伯小区约 241m，距西侧马市街小区约 30m，距北侧庆春路约 86m。项目周边环境概况见附图 2。

庆春院区建设有 1 号楼（门诊楼）、2 号楼（医技楼、专科病房）、3 号楼（专科病房）、4 号楼（临床研究中心）、5 号楼（专科病房）、6 号楼（外科、感染病房、国家重点实验室）、7 号楼（专科病房、磁共振、CT 室）、8 号楼（眼科中心）、9 号楼（感染门诊）、10 号楼（综合病房）、11 号楼（实验室）、12 号楼（教学楼）、17 号楼（医务处）等，其中门诊、医技、病房主要位于医院北侧，医院南侧主要为行政办公、实验等，医院庆春院区总平面布置图见附图 3。2 号楼位于医院庆春院区北部，包括地上 22 层（局部 23 层），地下 1 层，主要功能为医技楼、专科病房。本项目位于 2 号楼三层，项目楼下 2 号楼二层为心脏介入中心，楼上 2 号楼四层为心血管超声中心和超声医学科，平面布置详见附图 4-2~附图 4-4。本项目 DSA 机房实体屏蔽边界外 50m 评价范围主要为庆春院区 1 号楼、3 号楼、4 号楼、8 号楼、9 号楼，DSA 机房距东南侧 4 号楼约 14m，距东南侧 3 号楼 31m，距南侧 8 号楼约 12m，距西侧 9 号楼约 22m，距北侧 1 号楼约 19m。因此，本项目 DSA 机房实体屏蔽边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑物、内部道路以及马市街小区。

本项目 DSA 机房均设置于医院庆春院区 2 号楼三层，机房东侧为 CT 机房 2，南侧临空，西侧为设备间，北侧为控制室，上方为心血管超声中心检查室，下方为 2 号 DSA 机房和 4 号 DSA 机房。项目所在区域均配置有相关手术设施，能够满足相关介入手术的开展，能有效提高患者诊疗效率，并有利于辐射安全防护和管理。

本项目 DSA 机房布置在满足医疗流程完整、顺畅运行的前提下，充分考虑了周围环境的影响和辐射类项目尽量集中设置，机房相邻区域没有产科、儿科病房等敏感人群长时间集中停留的场所，因此，项目 DSA 机房选址合理。

1.3 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）》，项目 DSA 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，**高性能医学影像设备……**”项目。因此，本项目的建设符合国家现行产业政策。

1.4 实践正当性以及代价利益分析

本项目建设的根本目的在于开展诊疗工作、治病救人，具备良好的经济效益与显著社会效益，可满足杭州市以及浙江省广大患者的诊疗需求，对保障人民群众身体健康、拯救生命起到了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院将严格依照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施、健全管理制度。经预测分析，在规范操作和科学管理的前提下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术利用实践具有正当性，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。

1.5 相关规划符合性分析

1.5.1 土地利用规划符合性分析

本项目位于浙江省杭州市上城区庆春路 79 号浙江大学医学院附属第一医院庆春院区，根据《杭州市上城区小营规划管理单元（SC02）控制性详细规划》，本项目所在地为医疗卫生用地，本项目为医疗服务项目，为城市居民提供医疗卫生服务，可方便人民享受便利的基本公共服务，有利于促进社会服务、基础设施建设等城市功能的建设完善，与土地利用规划相符。

1.5.2 《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

本项目位于浙江省杭州市上城区庆春路 79 号，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），本项目所在地属于“上城区城镇生活重点管控单元（环境管控单元编码：ZH33010220001）”（见附图 5）。本评价对生态保护红线、环境质量底线、资源利用

上线和生态环境管控单元准入清单进行对照分析。

(1) 生态保护红线

根据杭州市上城区“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，本项目位于主体工程内，无需新征用地，因此，本项目不涉及生态保护红线。

(2) 环境质量底线

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正常本底范围。在落实本报告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

本项目主要水源为自来水，由市政自来水管网供给，占比量较小，市政自来水管网有能力为本项目提供水资源保障；本项目主要能源为电能，主要依托市政电力管网。总体而言，本项目符合能源资源利用上线和水资源利用上线要求。

(4) 生态环境准入清单

本项目所在地属于“上城区城镇生活重点管控单元（环境管控单元编码：ZH33010220001）”，本项目与杭州市环境管控单元分类准入要求符合性分析见表 1-3。

表 1-3 杭州市生态环境管控单元准入清单符合性分析一览表

环境管控单元编码：ZH33010220001		本项目情况	是否符合要求
环境管控单元名称： 上城区城镇生活重点管控单元			
生态环境准入清单要求			
空间布局约束	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。	本项目为医疗机构的核技术利用项目，不属于工业项目、畜禽养殖项目，项目所在地用地性质为医疗卫生用地，符合空间布局约束的要求。	符合
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。	由本评价表 11 章节环境影响分析可知，本项目运营过程中产生的电离辐射、废水、废气和固废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；施工期加强扬尘管控措施，符合污染物排放管控要求。	符合

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。	本项目为医疗机构的核技术利用项目，不属于噪声、恶臭、油烟等污染物排放较大的建设项目。	符合
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。	本项目不属于高耗水服务业，符合要求。	符合

综上所述，项目的实施符合《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

1.5.3 与“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。

根据杭州市上城区“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，本项目位于主体工程内，无需新征用地，对照上述各类文件要求，本项目的建设符合“三区三线”的要求，项目所在地“三区三线”划分情况见附图6。

1.6 “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1-4。

表 1-4 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	本项目符合国土空间总体规划、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、废气、废水、噪声及固废等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，项目符合《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》的要求，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。	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	本项目为改建项目，原有核技术利用情况完成自主验收，各场所已采取相应的辐射安全防护措施，无原有污染情况。	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	本项目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

1.7 原有核技术利用项目许可情况

1.7.1 原有核技术利用项目许可情况

浙江大学医学院附属第一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[01008]（见附件4）；发证日期：2026年6月3日，有效期至：2029年06月11日；种类和范围：使用I类、II类、III类、V类放射源；使用II、III类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，医院原有核技术利用项目环保手续履行情况见表1-5~表1-11，原有核技术利用项目环保手续文件详见附件5。

表 1-5 医院原有放射源环保手续履行情况

序号	核素	总活度（Bq）/活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	工作场所	环评及验收手续
1	⁹⁰ Sr	1.48×10 ⁷ ×1	V	使用	敷贴器	之江-核医学科-8号楼-1楼	备案号： 202233010600000103
2	⁹⁰ Sr	2.16×10 ⁷ ×1	V	使用	敷贴器	庆春-核医学科	浙环辐（2008）2号批复；浙环辐验（2013）101号验收
3	¹⁹² Ir	3.70×10 ¹¹ ×1	III	使用	后装治疗机	庆春-放疗科-6号楼-B区负2楼-后装机房	浙环建（2002）138号批复；浙环辐验（2016）4号验收
4	⁶⁸ Ge	9.25×10 ⁷ ×2	V	使用	PET校准	余杭-核医学科-负1楼-储源室	备案号： 202133011000000350
5	⁶⁸ Ge	5.55×10 ⁷ ×4	V	使用	PET校准		
6	⁶⁸ Ge	4.625×10 ⁷ ×5	V	使用	PET校准		
7	⁶⁸ Ge	1.11×10 ⁸ ×1	V	使用	PET校准		
8	⁶⁸ Ge	5.55×10 ⁸ ×3	V	使用	PET校准	庆春-核医学科（PET）-6B楼-负二楼-PET/CT机房	杭环辐评批（2011）0075号批复；杭环杭辐验（2013）25号验收
9	⁶⁸ Ge	3.70×10 ⁸ ×3	V	使用	PET校准		
10	⁶⁸ Ge	1.85×10 ⁸ ×3	V	使用	PET校准		
11	⁶⁰ Co	2.2×10 ¹⁴ ×2	I	使用	伽玛刀	庆春-伽玛刀中心	浙环建（2004）80号批复；浙环辐验（2013）101号验收
12	⁶⁰ Co	1.1×10 ¹² ×192	I	使用	伽玛刀	庆春-伽玛刀中心	
13	²² Na	9.25×10 ⁵ ×1	V	使用	PET校准	钱塘-核医学科-动物实验中心一层小动物PET影像中心	杭环钱辐评批（2025）5号批复，该项目相关环评手续办结，目前项目处于建设阶段，将在竣工并正式投入运营前进行竣工环境保护验收。
14	⁹⁰ Sr	1.85×10 ⁹ ×1	V	使用	敷贴	钱塘-核医学科-专科楼南侧地下一层核医学科核素诊断场所	
15	⁶⁸ Ge	1.11×10 ⁸ ×1	V	使用	PET校准		
16	⁶⁸ Ge	5.55×10 ⁷ ×2	V	使用	PET校准		
17	⁵⁷ Co	4.44×10 ⁸ ×1	V	使用	SPECT校准		备案号： 202633011400000258

表 1-6 医院原有非密封放射性物质环保手续履行情况

序号	核素	工作场所名称	日等效最大操作量 (Bq)	年最大使用量 (Bq)	场所等级	活动种类	环评及验收手续
1	⁸⁹ Sr	余杭-负1楼-核医学科(显像)	1.48×10 ⁷	1.48×10 ¹⁰	乙级	使用	辐射安全分析报告
2	⁹⁰ Y		1.48×10 ⁸	1.48×10 ¹¹	乙级	使用	
3	²²⁵ Ac		3.70×10 ⁷	3.70×10 ⁸	乙级	使用	
4	¹¹ C	余杭-负1楼-核医学科(显像)	7.40×10 ⁷	3.70×10 ¹¹	乙级	使用	杭环辐评批〔2019〕10号批复，于2023年3月完成竣工环境保护验收；杭环辐评批〔2024〕4号批复，该项目相关环评手续办结，目前项目处于建设阶段，将在竣工并正式投入运营前进行竣工环境保护验收。
5	¹⁸ F		2.20×10 ⁹	5.55×10 ¹³	乙级	使用	
6	¹³ N		7.40×10 ⁷	3.70×10 ¹¹	乙级	使用	
7	⁸⁹ Zr		7.40×10 ⁸	3.70×10 ¹¹	乙级	使用	
8	⁹⁹ Mo (^{99m} Tc)		3.70×10 ⁷	1.85×10 ¹²	乙级	使用	
9	²²³ Ra		3.70×10 ⁸	9.25×10 ⁹	乙级	使用	
10	⁶⁸ Ga		1.11×10 ⁷	5.55×10 ¹⁰	乙级	使用	
11	^{99m} Tc		2.96×10 ⁸	7.40×10 ¹²	乙级	使用	

12	^{68}Ge (^{68}Ga)	余杭-负1楼-核医学科 (治疗)	1.85×10^6	3.70×10^9	乙级	使用	杭环辐评批(2019)10号批复; 于2023年3月完成竣工环境保护验收
13	^{64}Cu		7.40×10^7	3.70×10^{11}	乙级	使用	
14	^{68}Ga		7.40×10^7	3.70×10^{11}	乙级	使用	
15	^{177}Lu		3.70×10^9	5.55×10^{12}	乙级	使用	
16	^{131}I	庆春-核医学科-2号楼1楼	3.70×10^9	1.85×10^{12}	乙级	使用	浙环辐(2008)2号批复; 浙环辐验(2013)101号验收
17	^{201}Tl		5.7×10^6	6.84×10^9	乙级	使用	浙环辐(2008)2号批复; 浙环辐验(2013)101号验收
18	$^{99\text{m}}\text{Tc}$		4.93×10^7	1.18×10^{13}	乙级	使用	
19	^{89}Sr		7.40×10^7	3.70×10^{10}	乙级	使用	辐射安全分析报告
20	^{153}Sm		7.40×10^7	4.44×10^{11}	乙级	使用	浙环辐(2008)2号批复; 浙环辐验(2013)101号验收
21	^{32}P		4.44×10^7	5.33×10^9	乙级	使用	
22	^{131}I		1.83×10^8	4.46×10^{11}	乙级	使用	
23	^{125}I		7.5×10^3	1.15×10^8	乙级	使用	
24	^{67}Ga		5.99×10^6	7.199×10^9	乙级	使用	备案号: 201933010200000078
25	^{125}I (粒子源)		1.67×10^8	3.33×10^{11}	乙级	使用	
26	^{13}N	庆春-核医学科(PET)-6B楼-负二楼	7.40×10^7	1.85×10^{12}	乙级	生产、使用	浙环建(2004)80号批复; 浙环辐验(2013)101号验收
27	^{15}O		7.40×10^8	1.85×10^{13}	乙级	生产、使用	
28	^{125}I (粒子源)		3.33×10^7	3.33×10^{10}	乙级	使用	备案号: 201933010200000078
29	^{18}F		5.6×10^8	1.4×10^{13}	乙级	生产、使用	浙环建(2004)80号批复; 浙环辐验(2013)101号验收
30	^{18}F	之江-核医学-1号楼负1楼-PET/CT机房	7.40×10^6	1.85×10^{12}	乙级	使用	杭环辐评批(2020)24号批复; 正在组织自主验收
31	^{90}Y	之江-8号楼-1楼(核医学科和介入中心 Y-90 肿瘤治疗)	6×10^7	6×10^{11}	乙级	使用	杭西环辐评批(2022)2号; 于2023年3月自主验收
32	$^{99\text{m}}\text{Tc}$		2.96×10^5	2.96×10^{10}	乙级	使用	
33	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	之江-核医学科-8号楼-1楼	2.22×10^7	5.55×10^{12}	乙级	使用	杭环辐评批(2022)10号; 于2023年3月自主验收
34	^{131}I		2.22×10^7	1.11×10^{10}	乙级	使用	
35	^{123}I		1.11×10^6	5.55×10^9	乙级	使用	
36	^{125}I (粒子源)		5.92×10^6	2.96×10^{11}	乙级	使用	备案号: 202233010600000181
37	^{177}Lu		1.48×10^9	1.48×10^{12}	乙级	使用	辐射安全分析报告
38	^{32}P		2.78×10^8	6.66×10^{10}	乙级	使用	
39	^{131}I	钱塘-核医学科-动物实验中心一层小动物PET影像中心	1.85×10^6	4.63×10^9	乙级	使用	杭环钱辐评批(2025)5号批复, 该项目相关环评手续办结, 目前项目处于建设阶段, 将在竣工并正式投入运营前进行竣工环境保护验收。
40	^{123}I		1.85×10^5	4.63×10^9	乙级	使用	
41	^{111}In		3.70×10^6	9.25×10^9	乙级	使用	
42	^{64}Cu		1.85×10^5	4.63×10^9	乙级	使用	
43	^{177}Lu		8.88×10^8	3.33×10^{12}	乙级	使用	
44	^{90}Y		3.70×10^6	9.25×10^9	乙级	使用	

45	⁸⁹ Zr		1.85×10 ⁶	4.63×10 ⁹	乙级	使用	
46	⁶⁸ Ga		3.70×10 ⁵	9.25×10 ⁹	乙级	使用	
47	¹⁸ F		1.48×10 ⁵	3.70×10 ¹⁰	乙级	使用	
48	^{99m} Tc		7.40×10 ⁴	1.85×10 ¹⁰	乙级	使用	
49	²¹² Pb	钱塘-核医学科- 专科楼北侧地 下一层核医学 科核素治疗场 所	3.70×10 ⁶	1.85×10 ⁹	乙级	使用	
50	²¹¹ At		3.70×10 ⁶	5.55×10 ⁸	乙级	使用	
51	¹⁷⁷ Lu		8.88×10 ⁸	2.66×10 ¹²	乙级	使用	
52	¹⁶⁶ Ho		3.70×10 ⁵	5.55×10 ⁸	乙级	使用	
53	¹⁶¹ Tb		4.44×10 ⁸	6.66×10 ¹¹	乙级	使用	
54	⁹⁰ Y		6.66×10 ⁸	1.67×10 ¹²	乙级	使用	
55	¹³¹ I		1.67×10 ⁹	5.55×10 ¹²	乙级	使用	
56	²²³ Ra		3.70×10 ⁷	5.55×10 ⁸	乙级	使用	
57	²²⁵ Ac		3.70×10 ⁷	5.55×10 ⁸	乙级	使用	
58	¹¹¹ In	钱塘-核医学科- 专科楼南侧地 下一层核医学 科核素诊断场 所	2.41×10 ⁶	1.21×10 ⁹	乙级	使用	
59	¹³³ Xe		5.55×10 ⁸	2.78×10 ¹⁰	乙级	使用	
60	⁴⁷ Sc		3.70×10 ⁶	1.85×10 ⁹	乙级	使用	
61	²¹² Pb		3.70×10 ⁶	1.85×10 ⁹	乙级	使用	
62	¹³¹ I		1.85×10 ⁸	4.63×10 ¹¹	乙级	使用	
63	⁶⁸ Ga		7.40×10 ⁷	1.85×10 ¹²	乙级	使用	
64	^{99m} Tc		4.63×10 ⁷	1.16×10 ¹³	乙级	使用	
65	²⁰¹ Tl		2.22×10 ⁵	1.11×10 ⁹	乙级	使用	
66	²²⁷ Th		3.70×10 ⁸	1.85×10 ⁹	乙级	使用	
67	⁸⁹ Sr		9.25×10 ⁷	4.63×10 ¹⁰	乙级	使用	
68	¹⁵³ Sm		2.22×10 ⁸	1.11×10 ¹¹	乙级	使用	
69	¹⁸⁶ Re		3.70×10 ⁶	1.85×10 ⁹	乙级	使用	
70	¹³¹ I		1.85×10 ⁷	4.63×10 ¹⁰	乙级	使用	
71	²¹³ Bi		1.85×10 ⁹	9.25×10 ¹⁰	乙级	使用	
72	³² P		3.33×10 ⁷	8.33×10 ¹⁰	乙级	使用	
73	¹¹ C		7.40×10 ⁶	3.70×10 ¹⁰	乙级	使用	
74	⁶⁰ Cu		7.40×10 ⁶	3.70×10 ¹⁰	乙级	使用	
75	⁶¹ Cu		7.40×10 ⁵	3.70×10 ⁹	乙级	使用	
76	⁶² Cu		7.40×10 ⁶	3.70×10 ¹⁰	乙级	使用	
77	¹⁸ F		3.70×10 ⁵	9.25×10 ¹²	乙级	使用	
78	⁶⁴ Cu		1.67×10 ⁵	8.33×10 ⁸	乙级	使用	
79	⁶⁷ Cu		3.70×10 ⁶	1.85×10 ⁹	乙级	使用	
80	⁸⁹ Zr		1.67×10 ⁷	8.33×10 ⁹	乙级	使用	
81	¹²⁴ I		1.67×10 ⁷	8.33×10 ⁹	乙级	使用	
82	⁶⁷ Cu		3.70×10 ⁶	1.85×10 ⁹	乙级	使用	
83	¹²³ I		7.23×10 ⁵	3.62×10 ⁹	乙级	使用	

84	⁶⁷ Ga		2.41×10 ⁶	1.21×10 ⁹	乙级	使用	
85	¹⁴ C	城站-5号楼-2楼B区- ¹⁴ C临床试验场所	2.22×10 ⁶	5.55×10 ⁸	丙级	使用	该项目相关环评手续办结，环评批文号为杭环上辐评批（2025）1号，尚未在辐射安全许可证中完成登记。

表 1-7 医院原有射线装置环保手续履行情况（海创园门诊部和城站院区）

序号	装置名称	类别	规格型号	工作场所	环评及验收手续
1	CT	III类	uCT968	城站-放射科-10号楼-2楼-3号CT机房	备案号： 202533010200000054
2	CT	III类	uCT710	城站-放射科-10号楼-2楼-4号CT机房	备案号： 202133010200000045
3	DR	III类	DigitalDiagnost	城站-放射科-10号楼-2楼-DR机房	备案号： 201733010200000071
4	移动DR	III类	MUX-200D	城站-院内	余环辐批（2014）4号批复
5	移动DR	III类	MobiEye 700A	城站-院内	备案号： 202433010200000294
6	C臂机	III类	OEC One CFD	城站-手术室-8号楼-6楼-7-11手术间	备案号： 202233010200000326
7	C臂机	III类	OEC One CFD	城站-手术室-8号楼-6楼-7-11手术间	备案号： 202233010200000159
8	C臂机	III类	BVLIBRA 移动式	城站-手术室-8号楼-6楼-7-11手术间	
9	C臂机	III类	Ziehm Vision RFD 3D	城站-手术室-8号楼-6楼-9-10手术间	备案号： 202433010200000291
10	X射线影像采集系统	III类	EOS	城站-骨科-8号楼-1楼-EOS机房	备案号： 202433010200000292
11	CT	III类	64排CT	海创园门诊部CT机房	备案号： 201833011000001635
12	CT	III类	uCT530	海创园门诊部CT机房	
13	口腔全景机	III类	ORTHOP HOS XG5	海创园门诊部口腔全景机房	余环辐批（2015）5号批复

表 1-8 医院原有射线装置环保手续履行情况（庆春院区）

序号	装置名称	类别	规格型号	工作场所	环评及验收手续
1	口腔牙片机	III类	FOCUS	庆春-口腔科-1号楼-7楼-口内牙片机房	备案号： 202633010200000418
2	口腔CBCT	III类	NewTomVGI	庆春-口腔科-1号楼-7楼-口腔CT机房	备案号： 202633010200000416
3	口腔全景机	III类	Planmeca ProMax	庆春-口腔科-1号楼-7楼-口腔全景机房	备案号： 202633010200000417
4	直线加速器	II类	uRT-linac506c	庆春-放疗科-6号楼-B区负2楼-加速器1号机房	浙环建（2002）138号批复；浙环辐验（2016）4号验收
5	直线加速器	II类	Trilogy	庆春-放疗科-6号楼-B区负2楼-加速器2号机房	浙环建（2002）138号批复；浙环辐验（2013）101号验收
6	碎石机	III类	DornierCompactDeltall	庆春-体外碎石-2号楼-6楼-碎石机房	备案号： 201733010200000093
7	DSA	II类	Artis Q Ceiling	庆春-放射科-2号楼-2楼-1号DSA机房	浙环辐（2008）2号批复；浙环辐验（2013）101号验收
8	DSA	II类	AlluraXperFD20/20	庆春-放射科-2号楼-2楼-2号DSA机房	

9	DSA	II类	UNIQ FD20	庆春-肝胆胰外科-6B-14 楼 DSA 机房	备案号: 202033010200000115 (更新设备)
10	DSA	II类	Artis-zeegoIII	庆春-手术室-6B2 楼-DSA 机房	杭环辐评批〔2018〕25 号; 于 2020 年 5 月自主 验收
11	DSA	II类	AZURION 7 M12	庆春-心导管介入-2 号楼-2 楼-2 号 DSA 机房	杭环上评批〔2024〕16 号; 于 2025 年 2 月自主 验收
12	DSA	II类	UNIQ-FD10	庆春-心导管介入-2 号楼-2 楼-1 号 DSA 机房	浙环辐函〔2006〕7 号批 复; 浙环辐验〔2013〕 101 号验收
13	DSA	II类	Artis-zee-ceiling	庆春-心导管介入-2 号楼-2 楼-3 号 DSA 机房	浙环辐〔2013〕34 号批 复; 浙环辐验〔2016〕4 号验收
14	DSA	II类	UNIQ FD10	庆春-心导管室-2 号楼-2 楼- 4 号 DSA 机房	杭环辐评批〔2021〕14 号; 于 2022 年 2 月自主 验收
15	小动物 PET/CT	III类	INVEON	庆春-核医学科 (PET) -11- 1-108	备案号: 201733010200000071
16	PET-CT	III类	Biograph vision	庆春-核医学科 (PET) -6B 楼-负二楼-PET-CT 机房	备案号: 202133010200000045
17	CT	III类	uCT510	庆春-发热门诊-9 号楼-1 楼- CT 机房	备案号: 202133010200000002
18	CT 模拟定位机	III类	SOMATOM definitich AS open	庆春-放疗科-6 号楼-B 区负 2 楼-模拟定位机房	备案号: 202433010200000045
19	CT	III类	Revolution Apex	庆春-放射科-2 号楼-1 楼-2 号 CT 机房	备案号: 201933010200000078
20	CT	III类	IncisiveCT	庆春-放射科-2 号楼-3 楼-10 号 CT 机房	浙环辐函〔2006〕7 号批 复; 浙环辐验〔2013〕 101 号验收
21	全身 X 线计算机 断层扫描系统	III类	Revolution EVO	庆春-放射科-5 号楼-1 楼- CT 机房	备案号: 201933010200000078
22	CT	III类	SpectralCT Plus	庆春-放射科-7 号楼-3 楼-1 号 CT 机房	备案号: 202633010200000332
23	CT	III类	Brilliance-iCT	庆春-放射科-7 号楼-3 楼-2 号 CT 机房	浙环辐函〔2006〕7 号批 复; 浙环辐验〔2013〕 101 号验收
24	CT	III类	uCT 788	庆春-放射科-7 号楼-3 楼-3 号 CT 机房	备案号: 202633010200000425
25	SPECT-CT	III类	Discovery- NM/CT670	庆春-核医学-2 号楼-1 楼- ECT 室-2 号机房	备案号: 201733010200000071
26	移动 DR	III类	MOBIEYE700	庆春-院内	杭环辐评批〔2011〕 0075 号批复; 杭环杭辐 验〔2013〕25 号验收
27	移动 DR	III类	MUX-200D	庆春-院内	杭环辐评批〔2011〕 0075 号批复; 杭环杭辐 验〔2013〕25 号验收
28	DR	III类	DigitalDiagnost 单板	庆春-放射科-1 号楼-9 楼- DR 机房	备案号: 202133010200000045
29	DR	III类	uDR Aurora CE	庆春-放射科-2 号楼-1 楼-1 号 DR 机房	备案号: 202633010200000333
30	数字胃肠机	III类	SONIALVISIONG4	庆春-放射科-2 号楼-3 楼-数 字胃肠机房	备案号: 202633010200000345
31	乳腺机	III类	FDR-MS3500	庆春-放射科-2 号楼-3 楼-乳 腺机房	备案号: 202633010200000359
32	乳腺机	III类	UMammo 890i		备案号: 202633010200000360

33	DR	III类	uDR Aurora CE	庆春-放射科-2号楼-3楼-DR 机房	备案号: 202633010200000346
34	DR	III类	DigitalDiagnost	庆春-放射科-2号楼-3楼-7号 DR 机房	杭环辐评批(2014)1号 批复;杭环辐验 (2015)25号验收
35	DR	III类	uDR 780i Pro	庆春-放射科-2号楼-3楼-8号 DR 机房	浙环辐函(2006)7号批 复;浙环辐验(2013) 101号验收
36	骨密度仪	III类	Lunar IDXA	庆春-干部保健中心-1号楼-11楼	备案号: 201933010200000356
37	CBCT	III类	Planmeca Promax 3D mid	庆春-干部保健中心-1号楼-11楼	
38	骨密度仪	III类	双能 X 线 Discovery-wi	庆春-3号楼-1楼-骨科病房 骨密度室	备案号: 202433010200000049
39	ERCP 肝胆外科	III类	EasyDiagnostEleva	庆春-肝胆胰外科-6B-14楼- ERCP 机房	备案号: 201733010200000071
40	骨密度仪	III类	Lunar idxa	庆春-干部保健中心-1号楼-11楼	备案号: 202233010200000027
41	CT	III类	Optima CT540	庆春-健康管理中心-1号楼-9楼-CT 机房	备案号: 201933010200000356
42	X 线机	III类	UROSKOPOmnia	庆春-泌尿外科-2号楼-6楼- 多功能平板机机房	备案号: 201733010200000071
43	C 臂机	III类	CE-OECFluorostar CompactD	庆春-手术室-6号楼-3楼- 31/32/38/39/40 手术间	浙环辐函(2006)7号批 复;浙环辐验(2013) 101号验收
44	C 臂机	III类	BVLIBRA 移动式		杭环辐评批(2011) 0075号批复;杭环杭辐 验(2013)25验收
45	C 臂机	III类	OEC Elite CFDx		备案号: 202033010200000115
46	C 臂机	III类	OEC One ASD		备案号: 202633011000000289
47	C 臂机	III类	OEC One ASD		备案号: 202633010200000358
48	移动 DR	III类	uDR380i	庆春-院内	备案号: 202433010200000293
49	移动 DR	III类	uDR380i	庆春-院内	
50	移动 DR	III类	uDR380i	庆春-院内	
51	ERCP 消化内镜	III类	Apsaras Opera FP “刀锋”	庆春-消化内镜中心-2号楼-5楼-ERCP 机房	备案号: 202033010200000115
52	医用回旋加速器	II类	Eclipse	庆春-核医学科(PET)-6B楼-负二楼-回旋加速器机房	浙环建(2004)80号批 复;浙环辐验(2013) 101号验收
53	CT	III类	Somatomgo.Fit	庆春-肝胆胰外科-6B-14楼-CT 机房	备案号: 202233010200000160
54	X 射线血液辐照仪	III类	X-RAD3000	庆春输血科照室	备案号: 202233010200000027

表 1-9 医院原有射线装置环保手续履行情况(余杭院区)

序号	装置名称	类别	规格型号	工作场所	环评及验收手续
1	CBCT	III类	Promax 3D Mid	余杭-口腔科-门诊楼 3 楼- CBCT 机房	备案号: 202033011000001366
2	全景机	III类	Planmeca Promax	余杭-口腔科-门诊楼 3 楼- 全景机房	
3	牙片机	III类	Planmeca ProX	余杭-口腔科-门诊楼 3 楼- 牙片机房	

4	直线加速器	II类	Elekta Infinity	余杭-放疗科-负1楼-直线加速器机房	杭环辐评批〔2019〕10号批复；于2021年2月完成竣工环境保护验收
5	直线加速器	II类	Elekta Infinity	余杭-放疗科-负1楼-直线加速器机房	
6	DSA	II类	UNIQ FD20	余杭--手术室-门诊楼1楼-DSA机房	
7	DSA	II类	UNIQ FD20	余杭-手术室-门诊楼2层-1号手术间	杭环辐评批〔2021〕11号；于2023年7月完成竣工环境保护验收
8	DSA	II类	UNIQ FD20/15	余杭-手术室-门诊楼2层-2号手术间	
9	DSA	II类	UNIQ FD10	余杭-手术室-门诊楼2层-3号手术间	
10	DSA	II类	UNIQ FD10	余杭-手术室-门诊楼2层-4号手术间	
11	CT	III类	Revolution EVO	余杭-放射科-门诊楼1楼-6号机房	备案号： 202033011000001366
12	CT	III类	Revolution 256	余杭-放射科-门诊楼1楼-7号机房	
13	PET-CT	III类	Biograph Vision（配置600）	余杭-核医学科-负1楼-PET/CT机房	杭环辐评批〔2019〕10号批复；备案号： 202133010200000045
14	SPECT/CT-CT	III类	Discovery-NM/CT670 pro	余杭-核医学科-负1楼-SPECT/CT机房	杭环辐评批〔2019〕10号批复；备案号： 202133010200000045
15	双源CT	III类	Somatom Force	余杭-放射科-门诊楼1楼-15号机房	备案号： 202133010200000045
16	移动DR	III类	MobiEye 700P	余杭-院内	备案号： 202033011000001366
17	移动DR	III类	MobiEye 700A	余杭-院内	
18	移动DR	III类	MobiEye 700A150	余杭-院内	
19	DR	III类	digitaldiagnost	余杭-放射科-门诊楼1楼-10号机房	
20	胃肠机	III类	Sonialvision G4	余杭-放射科-门诊楼1楼-11号机房	
21	骨密度仪	III类	Lunar IDXA	余杭-放射科-门诊楼1楼-12号机房	
22	乳腺机	III类	selenia Dimensions	余杭-放射科-门诊楼1楼-13号机房	
23	CT	III类	Incisive CT	余杭-放射科-门诊楼1楼-5号机房	
24	DR	III类	Digitaldiagnost/单板	余杭-放射科-门诊楼1楼-8号机房	
25	DR	III类	digitaldiagnost	余杭-放射科-门诊楼1楼-9号机房	
26	ERCP	III类	ProxiDiagnostN90	余杭-内镜中心-门诊楼3楼-ERCP机房	
27	C臂机	III类	OEC Eilte CFPx	余杭-手术室-门诊楼2/3楼-15/19/20/25/26号手术间	
28	C臂机	III类	OEC one	余杭-手术室-门诊楼2/3楼-15/19/20/25/26号手术间	
29	血液照仪	III类	X-RAD3000	余杭-输血科-2号楼4楼-血液照仪机房	备案号： 202433011000000041
30	C臂机	III类	OEC one CFD	余杭-手术室-门诊楼2/3楼-15/19/20/25/26号手术间	备案号： 202433011000000040
31	CT	III类	OptimaCT620	余杭-放射科-门诊楼1楼-16号机房	备案号： 202333011000000346
32	C臂机	III类	OEC one CFD	余杭-手术室-门诊楼2/3楼-15/19/20/25/26号手术间	备案号： 202333011000000344

33	CT	III类	IncisiveCT	余杭-国际保健中心-1号楼-5楼-CT机房	备案号： 202233011000000189
34	CT	III类	IncisiveCT Power	余杭-国际保健中心-1号楼-1楼-CT机房	
35	DR	III类	DigitalDiagnost	余杭-国际保健中心-1号楼-5楼-DR机房	
36	骨密度仪	III类	Lunar iDXA	余杭-国际保健中心-1号楼-5楼-骨密度机房	
37	CBCT	III类	Promax 3D Mid	余杭-国际保健中心-1号楼-1楼-CBCT机房	
38	口腔全景机	III类	Planmeca PRoMax	余杭-国际保健中心-1号楼-3楼-全景机房	
39	模拟定位 CT	III类	Discovery CT590 RT	余杭-放疗科-负1楼-模拟定位机房	备案号： 202033011000001366
40	射波刀	II类	Cyberknife M6	余杭-放疗科-负1楼-射波刀机房	杭环余辐批（2023）7号批复；于2025年3月完成竣工环境保护验收
41	TOMO	II类	Tomo C	余杭-放疗科-负1楼-托姆刀机房	杭环余辐批（2024）6号批复；于2025年3月完成竣工环境保护验收
42	移动 DR	III类	MobiEye 750T	余杭-院内	备案号： 202533011000000112
43	回旋加速器	II类	/	余杭-负1楼-核医学科（显像）-回旋加速器机房	该项目相关环评手续办结，环评批文号为杭环辐评批（2024）4号，尚未在辐射安全许可证中完成登记。

表 1-10 医院原有射线装置环保手续履行情况（之江院区）

序号	装置名称	类别	规格型号	工作场所	环评及验收手续
1	DSA	II类	UNIQ FD10	之江-放射/介入治疗中心-1号楼1楼-DSA1机房	杭环辐评批（2020）24号批复；于2022年1月完成竣工环境保护验收
2	DSA	II类	UNIQ Clarity FD20/15	之江-放射/介入治疗中心-1号楼1楼-DSA2机房	
3	DSA	II类	UNIQ FD20	之江-手术中心-1号楼4楼-29间 DSA 机房	杭环辐评批（2021）15号批复；于2022年1月完成竣工环境保护验收
4	CT	III类	Revolution EVO	之江-放射科-1号楼1楼-5号机房	备案号： 201933010600000585
5	64排 CT	III类	Revolution Frontier ES	之江-放射科-1号楼1楼-9号机房	
6	256排 CT	III类	Revolution CT	之江-放射科-1号楼1楼-13号机房	
7	CT	III类	Optima CT620	之江-急诊科-1号楼1楼-CT机房	
8	牙片机	III类	Planmeca ProX	之江-口腔科-1号楼3楼-牙片机房	
9	CT	III类	Optima CT540	之江-健康管理中心-1号楼4楼-CT机房	
10	移动拍片机	III类	MobiEye 700A	之江-院内	备案号： 202033010600000354
11	移动拍片机	III类	MobiEye 700P	之江-院内	
12	DR	III类	DigitalDiagnost/双板	之江-急诊科-1号楼1楼-DR机房	备案号： 201933010600000585
13	胃肠机	III类	SONIAL VISION	之江-放射科-1号楼1楼-6号机房	
14	DR	III类	Digitaldiagnost/双板	之江-放射科-1号楼1楼-	

				8号机房	
15	骨密度仪	III类	Lunar IDXA	之江-放射科-1号楼1楼-1号机房	
16	乳腺机	III类	selenia Dimensions	之江-放射科-1号楼1楼-11号机房	
17	DR	III类	DigiEye680p	之江-急诊科-1号楼1楼-7号机房	
18	口腔CT	III类	Planmeca ProMax 3D Mid	之江-口腔科-1号楼3楼-CT机房	
19	口腔全景机	III类	Planmeca ProMax	之江-口腔科-1号楼3楼-全景机房	
20	胃肠机 ERCP	III类	Proxi Diagnost N90 规格 PCF	之江-内镜中心-1号楼3楼-ERCP1机房	
21	C臂机	III类	OEC Eilte CFDx	之江-手术中心-1号楼4楼-2/3/4/8/9号手术室	
22	C臂机	III类	OEC one	之江-手术中心-1号楼4楼-2/3/4/8/9号手术室	
23	DR	III类	Digitaldiagnost/单板	之江-健康管理中心-1号楼4楼-DR机房	
24	直线加速器	II类	Elekta Infinity	之江-放疗科-1号楼-负1楼-直线加速器机房	杭环辐评批（2020）24号批复；于2022年1月完成竣工环境保护验收
25	模拟定位CT	III类	Discovery RT	之江-放疗科-1号楼-负1楼-模拟定位机房	备案号：201933010600000585
26	PET/CT	III类	uMI 780	之江-核医学科-1号楼负一楼-PET/CT机房	杭环辐评批（2020）24号批复；于2022年1月完成竣工环境保护验收
27	DSA	II类	Artis Qceiling	之江-放射/介入治疗中心-8号楼1楼-DSA机房	杭环辐评批（2022）10号；于2022年8月、2023年3月、8月完成竣工环境保护验收
28	DSA	II类	uAngio AVIVACE	之江-放射/介入治疗中心-8号楼1楼-DSA机房	
29	SPECT/CT	III类	Symbia Intevo Bold	之江-核医学科-8号楼1楼-SPECT/CT机房	
30	移动DR	III类	MobiEye700A	之江-院内	备案号：202433010600000030
31	C臂机	III类	OEC One CFD	之江-手术中心-1号楼4楼-2/3/4/8/9号手术室	备案号：202333010600000085
32	16排CT	III类	联影 uCT510	之江-ICU-5号楼4楼-CT机房	备案号：202533010200000055
33	CT	III类	uCT530+	之江-发热门诊-1号楼1楼-CT机房	
34	移动DR	III类	MobiEye 700A	之江-院内	

表 1-11 医院原有射线装置环保手续履行情况（钱塘院区）

序号	装置名称	类别	规格型号	工作场所	环评及验收手续
1	直线加速器	II类	/	专科楼北侧地下一层放疗科直线加速器机房1	该项目相关环评手续办结，环评批文号为杭环钱辐评批（2025）5号，尚未在辐射安全许可证中完成登记。
2	直线加速器	II类	/	专科楼北侧地下一层放疗科直线加速器机房2	
3	DSA	II类	/	急救楼一层 DSA 机房	
4	DSA	II类	/	医技楼二层手术区 DSA 机房 1	
5	DSA	II类	/	医技楼二层手术区 DSA 机房 2	
6	DSA	II类	/	医技楼二层手术区 DSA 机房 3	
7	DSA	II类	/	医技楼二层手术区 DSA 机房 4	

8	DSA	Ⅱ类	/	医技楼二层手术区 DSA 机房 5
9	DSA	Ⅱ类	/	医技楼二层手术区 DSA 机房 6
10	DSA	Ⅱ类	/	医技楼三层复合手术室 1
11	CT	Ⅲ类	/	
12	DSA	Ⅱ类	/	医技楼三层复合手术室 2
13	CT	Ⅲ类	/	
14	DSA	Ⅱ类	/	感染楼二层 DSA 机房
15	DSA	Ⅱ类	/	动物实验中心二层 DSA 机房
16	ERCP	Ⅱ类	/	急救楼三层内镜中心
17	PET-CT	Ⅲ类	/	专科楼南侧地下一层核医学科核素 诊断场所
18	SPECT-CT	Ⅲ类	/	
19	小动物 PET-CT	Ⅲ类	/	动物实验中心一层小动物 PET 影像 中心
20	CT 模拟定位机	Ⅲ类	/	专科楼北侧地下一层放疗科

1.7.2 原有核技术利用项目年度监测达标情况

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，根据医院提供的庆春院区辐射工作场所的年度监测报告可知，医院各辐射工作场所监测结果均满足相关标准要求。医院原有核技术利用项目均已按照环评文件要求落实了相关防护措施及环境保护措施，满足开展辐射活动的辐射安全防护要求。

1.7.3 原有核技术利用项目管理情况

（1）辐射安全防护管理机构与辐射安全管理规章制度

医院已成立了辐射安全委员会（见附件 6），制定了一系列的辐射安全管理规章制度，包括《辐射安全与防护管理制度》、操作规程、岗位职责、设备检修维护制度、辐射防护和安全保卫制度、突发辐射事故应急预案等管理规章制度。

医院原有管理制度内容较为全面，符合相关要求，原有规章制度基本满足医院从事原有相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。医院应严格落实各项规章制度，加强各辐射防护设施运行、维护、检测，加强人员管理和档案管理等。

本项目建成后，可依托医院原有比较健全的管理组织机构。医院目前配置的领导小组人员学历大部分为本科学历，都具有一定的管理能力，本项目开展后，辐射管理成员为同一套班子成员，目前医院的管理人员也能满足配置要求。

（2）个人剂量检测与职业健康体检情况

医院原有辐射工作人员均配备了个人剂量计，每三个月委托浙江省疾病预防控制中心

中心进行个人剂量检测，并建立有个人剂量档案。根据医院提供的原有辐射工作人员 2025 年第二季度至 2026 年第一季度四个周期个人剂量检测报告（见附件 9），其中有 1 名辐射工作人员（放射科王浙峰）2026 年 1 月 16 日~2026 年 4 月 15 日监测周期内个人剂量计累计剂量 10.752mSv，超过该周期 1.25mSv 的调查水平，医院对此进行了调查，并出具了职业性外照射个人监测剂量核查登记表，除此辐射工作人员外医院原有辐射工作人员的年有效剂量检测结果最大为 2.055mSv，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业照射的剂量限值要求。其中，医院介入科原有辐射工作人员中年有效剂量检测结果最大为 0.363mSv（张月清）。

医院已为原有辐射工作人员建立了职业健康档案，辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行了职业健康检查，在岗期间体检周期不超过 2 年。医院原有辐射工作人员均于本院进行职业健康体检。根据医院提供的在岗期间职业健康检查报告，原有辐射工作人员检查结果均为“可继续从事放射岗位工作”。

（3）辐射安全与防护培训情况

医院严格执行辐射工作人员培训制度，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）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），医院原有辐射工作人员均参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训或由医院自行组织的辐射安全与防护考核，成绩均在有效期内，医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。

（4）辐射工作场所管理情况

医院原有辐射工作场所均采取了符合标准要求的屏蔽防护措施，机房设置有电离辐射警告标志和工作状态指示灯等。根据不同项目的实际情况，划分有辐射防护控制区和监督区，并采取了分区管理，进行了积极、有效的管控。

医院已为辐射工作人员配备个人剂量监测仪器，同时配备有与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，医院庆春院区原有防护设施及检测设备情况见表 1-12。

表 1-12 医院庆春院区原有防护设施及检测设备情况一览表

序号	院区	科室	设备名称	规格型号	序列号	数量
1	庆春	全院	X-γ辐射剂量率 巡测仪	451P-DE-SI- RYR	4161	1 台
2	庆春	放疗科	个人剂量报警仪	RG1000	1012010003428	1 台

3	庆春	核医学科	个人剂量仪	FJ2000	21A0386	1 台
4	庆春	核医学科	个人剂量仪	EPD MK2+	301855	1 台
5	庆春	核医学科	个人剂量仪	EPD MK2+	302094	1 台
6	庆春	伽玛刀中心	个人剂量报警仪	KY-818	6B- -2GM2019080501	1 台
7	庆春	伽玛刀中心	个人剂量报警仪	KY-818	6B- -2GM2019080502	1 台
8	庆春	伽玛刀中心	X-γ辐射剂量率 巡测仪	451P-DE-SI- RZR	6B- -2GM2011082001	1 台
9	庆春	输血科	个人剂量报警仪	KY-818	21080901	1 台
10	庆春	核医学科	表面污染仪 Inspector	IA-V2	I09548	1 台
11	庆春	核医学科	表面污染仪 Inspector	IA-V2	I00469	1 台

(5) 辐射事故应急和年度评估

医院已制定《浙江大学医学院附属第一医院突发辐射事故应急预案》（见附件8），并定期开展辐射事故应急演练，对演练结果进行总结，及时对应急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。

医院已编制辐射安全与防护状况年度评估报告，对原有辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、使用台账、辐射安全与防护制度执行情况等进行年度总结和评估，并于每年1月31日前将上一年度的评估报告上传至核技术利用平台。

1.7.4 与原有核技术利用项目依托情况

本项目依托医院原有辐射安全委员会作为辐射安全与环境保护管理机构，依托医院原有辐射防护管理制度，辐射工作人员依托原有介入科辐射工作人员，依托院内原有防护设施及检测设备。

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
	以下空白							

注：1、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）；

2、本项目不涉及放射源，原有项目放射源详见表 1-9。

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
	以下空白									

注：1、日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

2、本项目不涉及非密封放射性物质，原有项目非密封放射性物质详见表 1-10。

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
	以下空白									

注：本项目不涉及加速器，原有项目加速器详见表 1-11~表 1-14。

（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	DSA	II类	1	待定	150	1500	影像诊断和介入治疗	庆春院区2号楼三层DSA机房1	新购，为双球管设备
2	DSA	II类	1	待定	150	1500	影像诊断和介入治疗	庆春院区2号楼三层DSA机房2	新购，为双球管设备

（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（μA）	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	
	以下空白												

注：本项目不涉及中子发生器。

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	气体	/	/	少量	少量	少量	不暂存	经排风管道引至室外排放，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气

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；2018 年 12 月 29 日第二次修订），中华人民共和国主席令第 48 号，自 2018 年 12 月 29 日起施行修订版； (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 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 449 号公布，2019 年 3 月 2 日经中华人民共和国国务院令 709 号第二次修订），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 31 号公布，2020 年 12 月 25 日经生态环境部令 20 号第四次修正），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 18 号），自 2011 年 5 月 1 日起施行； (8) 《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 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行； (9) 《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； (10) 《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》（中华人民共和国生态环境部公告 2019 年第 57 号），自 2020 年 1 月 1 日起施行； (11) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（中华人民共和国生态环境
------	---

法规文件	部公告 2021 年第 9 号），2021 年 3 月 15 日起实施； （12）《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； （13）《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； （14）《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； （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《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》修订）； （16）《浙江省生态环境保护条例》，自 2022 年 8 月 1 日起施行； （17）《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，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； （18）《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； （19）《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（2024 年本）>的通知》（浙环发〔2024〕67 号），自 2025 年 2 月 2 日起施行； （20）《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），自 2024 年 8 月 12 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）；

技术标准	(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； (6) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； (7) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）； (8) 《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB9706.103-2020）。
其他	(1) 环境影响评价委托书； (2) 辐射安全许可证，证书编号“浙环辐证[01008]”； (4) 《辐射防护导论》，方杰主编； (5) 《辐射防护手册》（第一分册），李德平、潘自强主编； (6) 《辐射防护手册》（第三分册），李德平、潘自强主编； (7) 《放射防护实用手册》，赵兰才、张丹枫； (8) 《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》； (9) 医院提供的其它与本项目有关的技术资料。

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》（HJ 10.1-2016）评价范围相关的规定：“……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”，本项目是在有固定实体边界的场所内实施射线装置应用项目，因此本次辐射环境评价范围取拟建的射线装置机房实体屏蔽物边界外延50m为评价范围，具体评价范围示意图详见附图2。

7.2保护目标

根据项目相关设计资料及现状调查，本项目评价范围包括医院内部建筑物、内部道路以及马市街小区，不涉及其他环境敏感区域，项目环境保护目标主要是从事本项目辐射工作的职业人员、评价范围内其他医护人员、患者等公众成员，根据电离辐射影响程度在屏蔽措施相同的情况下与关注点和辐射源的距离成反比的规律，本次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 本项目评价范围内的环境保护目标一览表

场所	环境保护目标	方位	距离本项目实体屏蔽物边界最近距离（m）		规模	人员类别	年剂量约束值（mSv）
			水平	垂直			
庆春院区2号楼三层DSA机房1	DSA 机房1内	内部	/	/	27人	职业	5
	控制室	北侧	相邻	/	2人	职业	
	DSA 机房2	东侧	相邻	/	27人	职业	
	设备间	西侧	相邻	/	约2人次/天	公众	0.25
	马市街小区	西侧	30	/	约500人次/天	公众	
	心血管超声中心检查室	正上方	/	相邻	约600人次/天	公众	
	4号DSA 机房	正下方	/	相邻	约10人次/天	公众	
庆春院区2号楼三层DSA机房2	DSA 机房2内	内部	/	/	27人	职业	5
	控制室	北侧	0	0	2人	职业	
	CT 机房2	东侧	相邻	/	约50人/d	公众	0.25
	DSA 机房1	西侧	相邻	/	27人	职业	5
	马市街小区	西侧	37	/	约500人次/天	公众	0.25
	心血管超声中心检查室	正上方	/	相邻	约600人次/天	公众	
	2号DSA 机房	正下方	/	相邻	约10人次/天	公众	
50m 范围内其他区域公众		四周、上方以及下方	0~50		约2000人/d	公众	
注：本次评价保护目标 CT 机房2、2号 DSA 机房以及4号 DSA 机房年剂量约束值治疗患者按照公众进行，辐射工作人员实际按照职业进行管理。							

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值

剂量限值执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关规定，工作人员的职业照射和公众照射的剂量限值如下：

（1）职业照射

应对任何工作人员职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

1）审管部门决定连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；

2）任何一年中的有效剂量，50mSv。

（2）公众照射

实践使公众中关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

1）年有效剂量，1mSv；

2）特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

7.3.2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关要求，对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而且应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此，本次评价采用的年剂量约束值如下：

①对于职业人员，取年有效剂量限值的四分之一，即不超过 5mSv 作为年剂量约束值。

②对于公众，本项目取剂量限值的 1/4，即年有效剂量不超过 0.25mSv 作为年剂量约束值。

7.3.3 放射诊断工作场所分区要求

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

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

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。

6.4.2 监督区

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。

7.3.4 放射诊断工作场所评价标准

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）：

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

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，详见表 7-2。

表7-2 X射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^c (m ²)	机房内最小单边长度 ^d (m)
双管头或多管头 X 射线设备 ^a （含 C 形臂）	30	4.5

注：^a双管头或多管头 X 射线设备的所有管球安装在同一间机房内。
^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。
^c机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。
^d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，详见表 7-3。

表7-3 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)	非有用线束方向铅当量 (mmPb)
标称 125kV 以上的摄影机房	3.0	2.0
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

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：

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；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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 7-4 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。

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 0.025mmPb；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小于 2mmPb。

表 7-4 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
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 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：“——”表示不要求。 注 2：各类个人防护用品和肤质防护设施，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。				

7.3.5 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

4.3.1 常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为 1 个月，最长不得超过 3 个月。

5.2.3 对于强贯穿辐射和弱贯穿辐射的混合辐射场，弱贯穿辐射的剂量贡献 $\leq 10\%$ 时，一般可只监测 $H_p(10)$ ；弱贯穿辐射的剂量贡献 $> 10\%$ 时，宜使用能识别两者的鉴别式个人剂量计，或用躯体剂量计和局部剂量计分别测量 $H_p(10)$ 和 $H_p(0.07)$ 。

5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。

5.3.3 对于 5.3.2 所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。

7.3.6 本次核技术利用项目限值要求汇总

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

0.25mSv/a，其余标准要求汇总见表 7-5。

表 7-5 本项目 DSA 机房建设内容相关评价标准要求汇总

工作场所	控制区外 30cm 处	机房要求
DSA 机房 1	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；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 25μSv/h	标称 125kV 以上的摄影机房有用线束方向铅当量应不小于 3.0mmPb；非有用线束方向铅当量应不小于 2.0mmPb；机房内最小有效使用面积不小于 30m ² ，最小单边长度不小于 4.5m
DSA 机房 2	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；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 25μSv/h	标称 125kV 以上的摄影机房有用线束方向铅当量应不小于 3.0mmPb；非有用线束方向铅当量应不小于 2.0mmPb；机房内最小有效使用面积不小于 30m ² ，最小单边长度不小于 4.5m
标准依据	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)

表 8 环境质量和辐射现状

8.1项目地理和场所位置

浙江省杭州市上城区庆春路 79 号浙江大学医学院附属第一医院庆春院区 2 号楼三层。项目地理位置见附图 1，DSA 工作场所位置见附图 2。

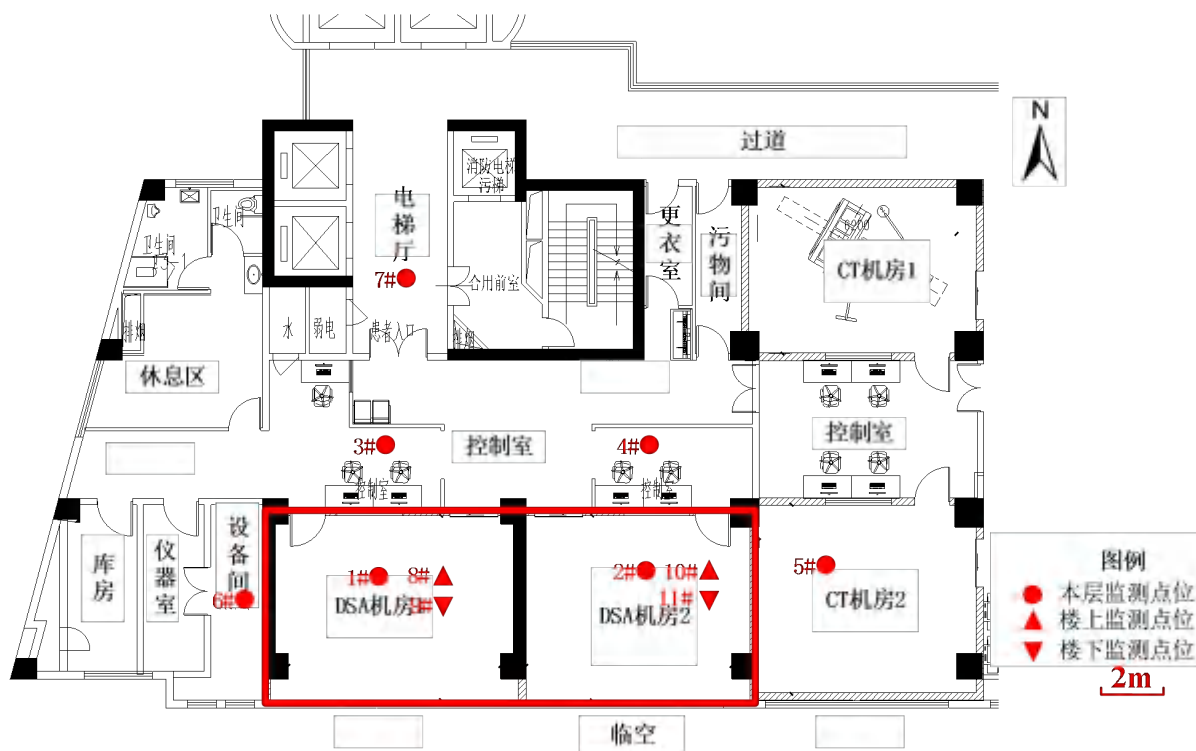
8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

①环境现状评价的对象：项目拟建区域及评价范围内辐射环境现状。

②监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率。

③监测点位：

本项目为改造项目，主体工程已建成，本次现状监测在拟改造的区域和相邻建筑物之间布设监测点，所布点位能反映本项目评价范围内拟建场所的辐射环境现状水平。因此，监测点位布设是合理的，具体监测点位布置情况详见图 8-1~图 8-2。



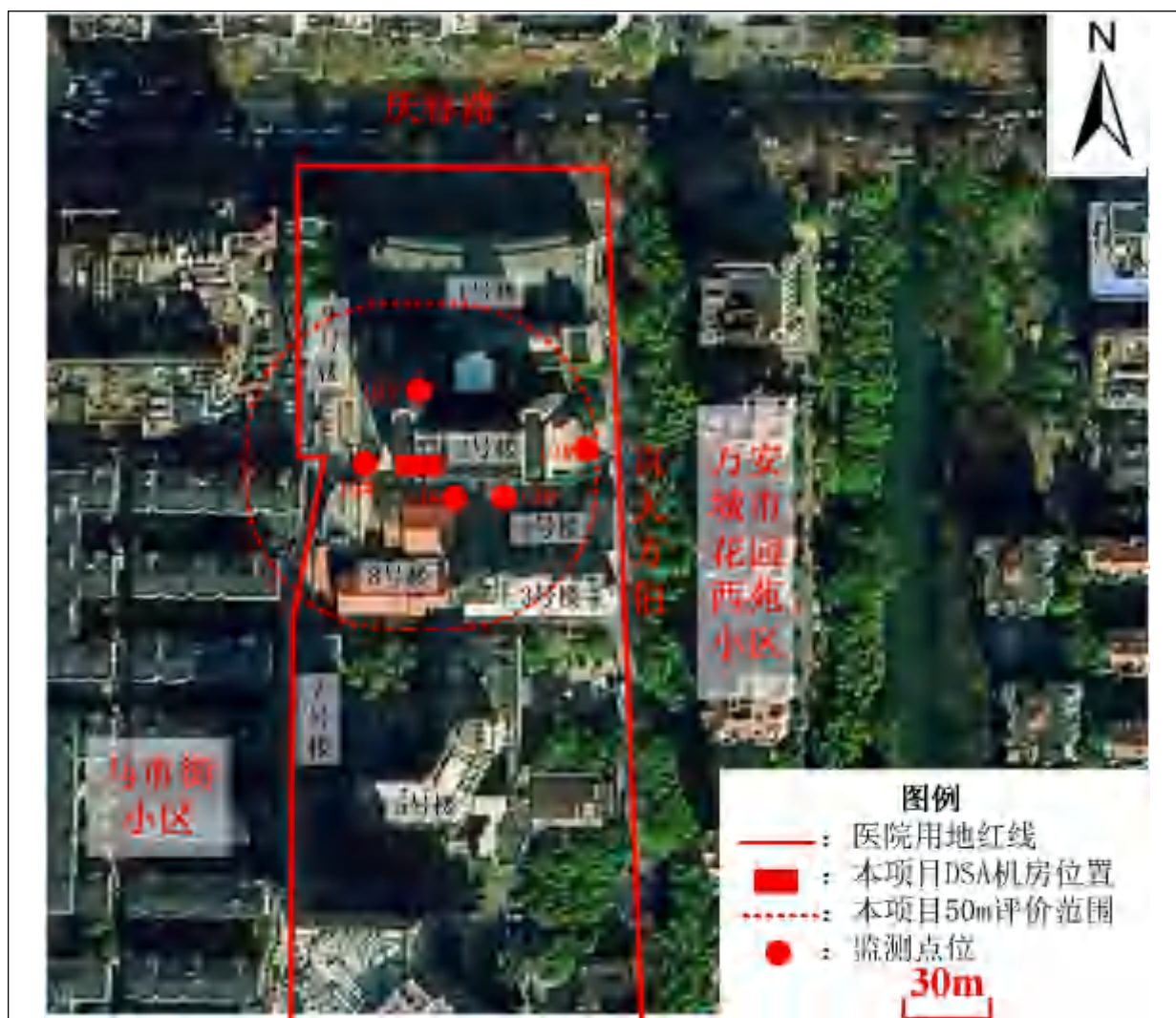


图 8-2 辐射环境现状监测点位示意图（室外）

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

①监测单位：浙江建安检测研究院有限公司。

②监测时间：2026 年 5 月 11 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监测频次：依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）确定。

⑥监测工况：辐射环境现状监测期间医院正常运营中，2 号 DSA 机房和 4 号 DSA 机房现有设备未出束，CT 机房 2 暂未安装设备，其他原有核技术利用项目正常运行。

⑦2026 年 5 月 11 日天气环境条件：温度：26.2℃，湿度：56.9%RH，晴。

⑧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	05037878
能量范围	38keV-7MeV
量程	模拟量程：10nSv/h-100μSv/h；数字量程：1nSv/h-99.9μSv/h
检定单位	浙江省质量科学研究院
检定证书	主机：NJYF-20250850330 主机+探测器：NJYF-20250850331
检定有效期	主机：2025 年 08 月 19 日~2026 年 08 月 18 日 主机+探测器：2025 年 08 月 18 日~2026 年 08 月 17 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每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

⑤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。

⑥报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状监测结果详见表 8-2。

表 8-2 本项目工作场所及周围γ辐射空气吸收剂量率监测结果一览表

监测点 编号	监测点位置	监测结果（nGy/h）		备注
		测量值	标准差	
1#	拟建 DSA 机房 1 内	117±4	4	楼房
2#	拟建 DSA 机房 2 内	116±3	3	楼房
3#	拟建 DSA 机房 1 外北侧控制室	128±4	4	楼房
4#	拟建 DSA 机房 2 外北侧控制室	122±5	5	楼房
5#	拟建 DSA 机房 2 外东侧 CT 机房 2	116±4	4	楼房

6#	拟建 DSA 机房 2 外西侧设备间	114±5	5	楼房
7#	拟建 DSA 机房区域北侧电梯厅	116±3	3	楼房
8#	拟建 DSA 机房 1 楼上心血管超声中心检查室	92±5	5	楼房
9#	拟建 DSA 机房 1 楼下 4 号 DSA 机房	89±5	5	楼房
10#	拟建 DSA 机房 2 楼上心血管超声中心检查室	90±4	4	楼房
11#	拟建 DSA 机房 2 楼下 2 号 DSA 机房	91±4	4	楼房
12#	医院庆春院区 2 号楼东侧	141±4	4	道路
13#	医院庆春院区 4 号楼西北侧	151±4	4	道路
14#	医院庆春院区 8 号楼北侧	143±4	4	道路
15#	医院庆春院区 9 号楼东侧	150±5	5	道路
16#	医院庆春院区 1 号楼南侧	153±5	5	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 1.06，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 监测结果

根据表8-2的监测结果可知，本项目拟建场址及周围各监测点位的室外 γ 辐射空气吸收剂量率范围为141nGy/h~153nGy/h，即 $14.1 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 15.3 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围为89nGy/h~128nGy/h，即 $8.9 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 12.8 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 。

根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，杭州地区道路 γ 辐射剂量率在 $2.8 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 22.0 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，室内 γ 辐射剂量率在 $5.6 \times 10^{-8}\text{Gy/h} \sim 44.3 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间。本次监测未受相邻机房运行影响，监测数据可客观反映所在区域天然辐射本底水平；经对比本项目拟建地点的 γ 辐射水平处于杭州市天然辐射水平范围之内，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目位于医院 2 号楼三层，主体工程已建成并投入运营，项目施工内容包括拆除工程、防护装修工程及设备安装、调试等，工程量较少，施工期主要的污染因子为：扬尘、施工废水、施工人员生活污水、噪声、建筑垃圾、施工人员生活垃圾等，拆除工程、装修工程期间不会产生辐射影响，DSA 在安装调试时，会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物。

9.2 工程设备和工艺分析

本项目拟在 2 号楼三层新增 2 间 DSA 机房，并配套建设控制室、设备间等功能用房，机房内分别安装使用 1 台 DSA 装置用于影像诊断和介入治疗。

(1) 设备组成

DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。

双管头 DSA 基本设备包括 2 个 X 射线发射系统、2 个 C 型支架、2 个平板图像接收器、图像显示器、检查床和控制台等组成。每个 X 射线发生系统均位于平板图像接收器正对方向；控制台集合控制系统和设备状态显示等功能，位于控制室内；机房内控制装置一般为脚闸控制，通过设备电缆引出、位于地面。

双管头 DSA 具有高分辨率、高精度、全功能的数字成像、摄影系统。它同时具有两项特殊功能：一是旋转三维血管立体成像功能(3D DSA 技术)；二是下肢血管步进跟踪造影技术。一次完成两个角度造影，减少了造影剂的用量，降低了肾脏损害的风险，同时缩短了造影时间，提高了病变检出率，使许多高风险、高难度的介入手术能更有效、更顺利地展开。其整体外观示意图如图 9-1 所示。

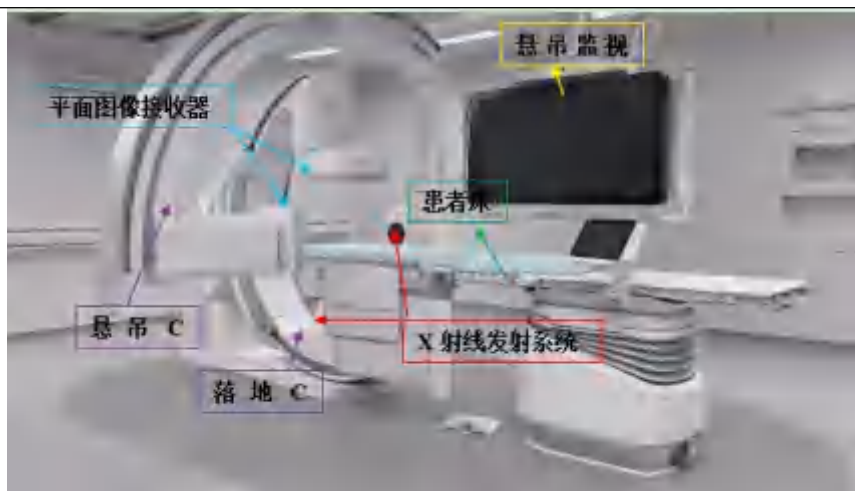


图 9-1 典型 DSA 射线装置整体外观示意图

(2) 工作方式

在医学影像系统监视引导下，经皮针穿刺或引入导管做抽吸注射、引流或对管腔、血管等做成型、灌注、栓塞等。本项目双管头 DSA 有两个球管和两个 C 臂，采用双平板，根据临床需求选择大、小板平板探测器，搭配两个额定电压和额定电流相同的球管。可根据不同的手术类型，选择单球管出束或两个球管同时出束，单球管出束或两个球管同时出束的操作方式一致。两个球管同时使用时，可同时多角度显示病变和节省造影时间。

(3) 工作原理

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而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 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡，从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9-2。

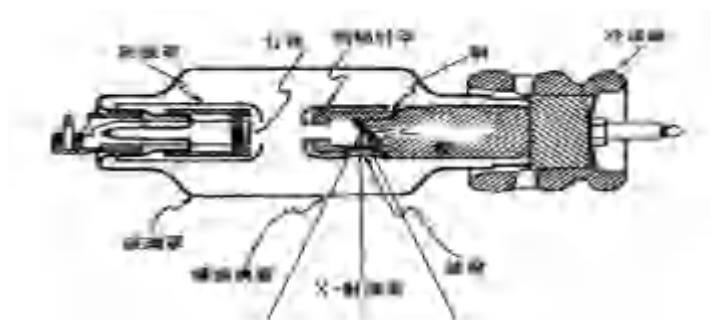


图 9-2 典型 X 射线管结构图

虽然不同用途的 X 射线机因诊疗目的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生 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组成。

DSA 成像的基本原理是将受检部位注入造影剂之前和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别储存起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的摄影图像，通过显示器显示出来。

(3) 操作流程及产污环节分析

医生在接诊患者后根据其病情确认诊疗方法，告知患者及家属采用 DSA 治疗的辐射危害。患者进入机房后，技师或护士协助摆位后离开机房（患者留下）。开启 DSA 装置，技师在控制室内首次拍片初步确认病灶部位后，手术医生、护士穿戴好防护用品进入机房，在透视操作下插入导管，输入造影剂，之后离开机房，技师在控制室内再次拍片，当确诊病灶部位后，手术医生、护士穿戴好防护用品后再次进入机房，进行介入治疗，直到治疗结束，关机。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚的了解患者情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医生位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在机房内对患者进行直接的介入手术操作。该情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况，摄影。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对患者进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内患者情况。

DSA 工艺流程及产污环节示意图见图 9-3。

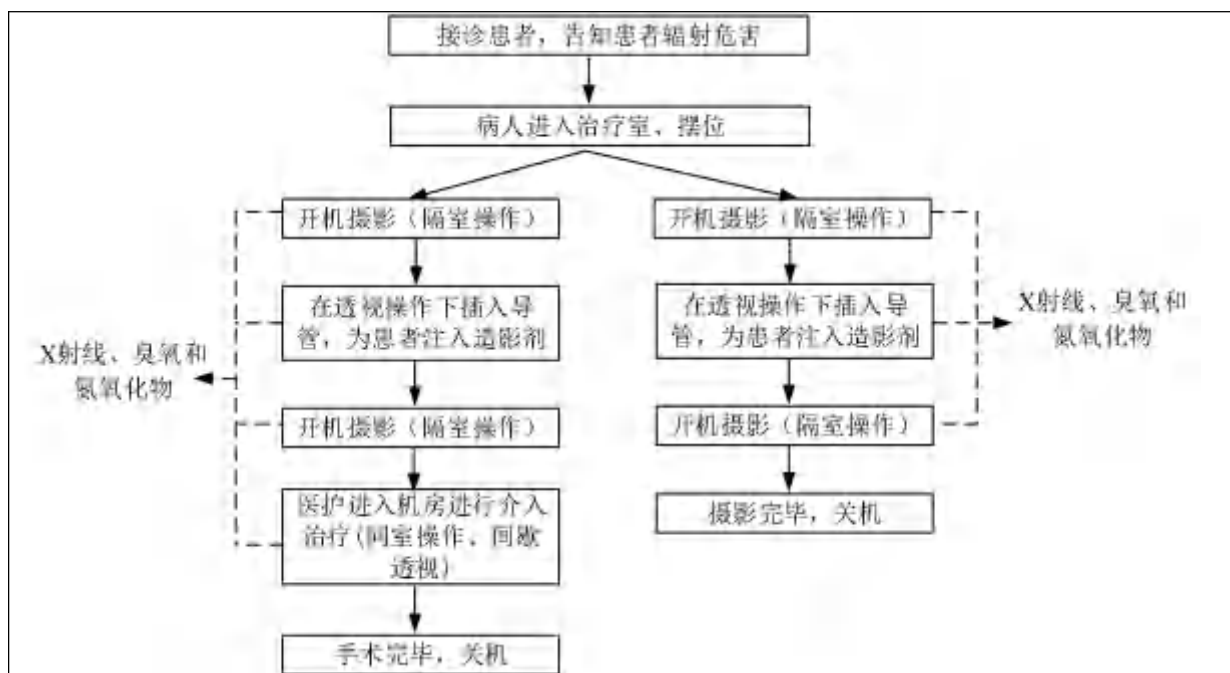


图 9-3 DSA 手术室内操作流程及产污环节示意图

双球管与单球管 DSA 常规操作流程基本是一致的, 主要是节约旋转 C 形臂的时间, 缩短了手术时间, 该 DSA 设备为正、侧位双球管, 可单球管单独出束并成像, 也可双球管同时出束, 正、侧位同时成像。DSA 设备影像接收装置为平板探测器, 具有记录病人手术过程中受照剂量的功能。并可显示瞬时剂量率及每次手术患者的累积受照剂量和受照时间。本项目在做介入诊疗时均保守按双球管出束考虑。

DSA 为 II 类射线装置, 射线装置运行时, 主要污染因子为 X 射线, DSA 手术注入的造影剂不含放射性, 同时 DSA 采用先进的数字显影技术, 不使用胶片冲洗显影, 不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

DSA 在曝光过程中, 由于 X 射线与空气电离作用, 会有少量臭氧和氮氧化物产生。

综上所述, DSA 在开机状态下, 产生的污染因子主要为 X 射线, 其次为臭氧和氮氧化物, 无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

(4) 工作制度及曝光时间

本项目 DSA 包括透视和摄影两种模式, 根据医院提供资料, 项目 DSA 年最大手术量不超过 1000 台, 主要开展心脏血管、神经介入、外周和综合介入等手术。因每台手术患者和手术要求不同, 每台手术中 DSA 的摄影时间和透视时间也不相同。本项目按照每台手术摄影模式累计出束时间为 1min, 透视模式累计出束时间为 20min。

本项目 2 间 DSA 机房共配置辐射工作人员 58 人，36 名医生、18 名护士、4 名技师。每间 DSA 机房辐射工作人员共分为 9 组，每组配置 2 名医生和 1 名护士，各机房控制室配备 2 名技师轮岗操作，年计划开展 1000 台手术，每台手术配备 1 组辐射工作人员。本项目 DSA 设备最大出束时间以及工作负荷详见表 9-1。

表 9-1 本项目 DSA 设备最大出束时间以及工作负荷一览表

装置名称	手术量	工作状态		单次手术累计出束时间 (min)	年总出束时间 (h)	总出束时间 (h)	每组医护人员最大受照时间 (h)	单个技师年最大受照时间 (h)
单台 DSA	1000 台/年	摄影	100kV、500mA	1	16.67	350	1.85	175
		透视	90kV、15mA	20	333.33		37.04	

注：出束时间保守均按照双管头同时出束考虑。

(5) 人员、物流路径规划

本项目 DSA 机房均位于医院庆春院区 2 号楼三层，人员、物流路径规划如下：

a. 医护路径

医护人员由 2 号楼西北侧电梯经更衣室进入手术区域，医护人员从 DSA 机房 1 西侧防护门进入机房进行手术，DSA 机房 2 从东侧防护门进入机房进行手术，技师在控制室进行相关操作。治疗完成以后，工作人员可按照原路返回。

b. 患者路径

患者由手术区域西北侧患者入口进入，由 DSA 机房 1 东侧防护门进入机房内进行治疗，由 DSA 机房 2 西侧防护门进入机房内进行治疗。治疗结束后，患者可按原路离开。

c. 污物路径

本项目 DSA 手术会产生药棉、纱布和手套等医疗废物，这些医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束后两间 DSA 机房均从机房北侧的防护门运出机房，经暂存于污物间内，由专人统一运送至医院原有医疗废物暂存间。

DSA 机房人员、物流路径规划详见附图 4-5。

9.3 污染源项描述

9.3.1 正常工况下污染源项描述

本项目 DSA 的污染因子主要为 X 射线、臭氧、氮氧化物、清洗废水、生活污水、医疗废物及通风设备噪声等，无放射性废气、废液及固体废物产生，且设备运行

时，诊断结果可通过显示屏观察或采用数字技术进行打印，不使用胶片冲洗显影，不产生废显影液、废定影液和废胶片。

(1) X 射线

DSA 装置曝光时会产生 X 射线。X 射线在开机时产生，关机时消失。X 射线防护所要考虑的是 X 射线的直射、散射和泄漏辐射。

①采取隔室操作，并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，射线装置机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。

②手术治疗时，机房内进行手术操作的医生会受到一定程度的 X 射线外照射。

DSA 摄影和透视模式下距靶 1m 处空气比释动能率一览表见表 9-2。

表 9-2 DSA 不同运行模式下距靶 1m 处空气比释动能率一览表

设备	运行模式	过滤材料 (Al) 厚度 (mm)	距靶 1m 处的发射率常数 (mGy/mA·s)	最大常用电压 (kV)	最大常用电流 (mA)	距靶 1m 处的空气比释动能率 (μGy/h)
DSA	摄影	2.5	0.09	100	500	1.62×10^8
	透视	2.5	0.075	90	15	4.05×10^6

(2) 废气

DSA 在曝光过程会产生少量臭氧和氮氧化物，因射线装置每次曝光时间短，臭氧和氮氧化物产生量很少。

(3) 废水

本项目血管造影检查过程不会产生废水，介入手术过程中会产生器械清洗废水和医护手部清洗废水，医护人员办公过程会产生生活污水，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。

(4) 固体废物

本项目血管造影检查过程不会产生固体废物，介入手术过程中会产生废药棉、废纱布、废手套等医疗废物，医护人员办公过程会产生少量生活垃圾。

(5) 噪声

本项目噪声源主要为通排风风机产生的噪声，设备选用低噪声设备，距风机 1m 处等效声级一般在 70~75dB (A) 之间。

9.3.2 非正常工况污染源项描述

①DSA 装置在运行时，由于门灯联锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；

②工作人员或患者家属还未全部撤离治疗机房，控制室人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

③X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 场所选址与布局

本项目位于庆春院区 2 号楼三层，机房位置及四周相邻环境情况见表 10-1。

表 10-1 本项目 DSA 机房位置及四周布局一览表

位置	工作场所	东	南	西	北	上	下
庆春院区 2 号楼三层	DSA 机房 1	DSA 机房 2	临空	设备间	控制室	心血管超声中心检查室	4 号 DSA 机房
	DSA 机房 2	CT 机房 2	临空	DSA 机房 1	控制室	心血管超声中心检查室	2 号 DSA 机房

本项目 DSA 机房布局与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对照分析见表 10-2。

表 10-2 本项目 DSA 机房布局与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对照分析

项目	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	本项目情况	是否满足要求
机房布局	每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求	本项目拟新增使用的 DSA 装置均设置有单独的机房，机房有效使用面积及最小单边长均满足设备的布局要求	满足
	X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全	两间 DSA 机房均采取了相应的屏蔽防护措施，考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	满足
	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	本项目 DSA 有用线束均直接照向患者，并为设备的影像接收器及其支撑结构所阻挡，不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位	满足
受检者候诊区	受检者不应在机房内候诊	本项目 DSA 受检者在机房外候诊，不在机房内候诊	满足
机房尺寸	最小有效使用面积不小于 30m ² ，最小单边长不小于 4.5m	本项目 DSA 机房尺寸符合最小有效使用面积和最小单边长的要求，具体见表 10-4	满足

综上所述，本项目拟建 DSA 机房的设置均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）平面布局的要求，采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，并且充分考虑了相邻场所的防护安全，因此，本项目工作场所布局合理。

10.1.2 辐射工作场所分区

（1）分区原则

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》（GB 18871-2002）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警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。

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。

（2）本项目辐射工作场所分区情况

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DSA机房分区情况如下：

控制区：DSA机房 1 和DSA机房 2 内部区域；

监督区：DSA 机房 1 控制室及设备间；DSA 机房 2 控制室。

DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 监督区、控制区划分情况详见附图 4-5。

控制区通过实体屏蔽措施、电离辐射警告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；监督区通过设置标明监督区的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 DSA 工作场所屏蔽设计

根据建设单位提供的射线装置机房屏蔽设计方案，将该射线装置机房屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，对 DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 防护设计、最小有效使用面积及最小单边长度进行对照分析，具体见表 10-3、表 10-4。

表 10-3 DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 采取的辐射屏蔽设计分析表

机房名称	防护设施	设计屏蔽材料及折算的总铅当量厚度	标准要求	是否符合要求
DSA 机房 1	四侧墙体	240mm 实心砖+4.0mm 铅板（6.0mmPb）	3mmPb （有用线束方向） /2mmPb （非有用线束方向）	符合
	顶棚	130mm 混凝土+4.0mm 铅板（5.0mmPb）		符合
	地坪	130mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥（3.0mmPb）		符合
	防护门（2 扇）	内衬 4.0mm 铅板（4.0mmPb）		符合
	观察窗	4.0mmPb 铅玻璃（4.0mmPb）		符合
DSA 机房	四侧墙体	240mm 实心砖+4.0mm 铅板（6.0mmPb）		符合
	顶棚	130mm 混凝土+4.0mm 铅板（5.0mmPb）		符合

2	地坪	130mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥 (3.0mmPb)		符合
	防护门 (2 扇)	内衬 4.0mm 铅板 (4.0mmPb)		符合
	观察窗	4.0mmPb 铅玻璃 (4.0mmPb)		符合
DSA 机房 1 和 DSA 机房 2	电缆沟穿墙处屏蔽补偿	穿墙部分覆盖 4.0mm 铅板 (4.0mmPb)		符合
	风管穿墙处屏蔽补偿	穿墙部分覆盖 4.0mm 铅皮 (4.0mmPb)		符合

注：①混凝土密度取 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 核算等效屏蔽厚度，折算铅当量参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录 C 中式（C.1）、式（C.2）及表 C.2，在 150kV 电压下，106mm 混凝土折算为 1mmPb，本次评价保守考虑按 130mm 混凝土折算为 1mmPb。

②由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中未提供实心砖在 150kV 电压的拟合参数，无法进行等效铅当量厚度的计算，故参考《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）表 6.14，实心砖密度取 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 核算等效屏蔽厚度，240mm 实心砖折算为 2mmPb。

③参考《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）表 6.14，硫酸钡防护涂料密度不低于 $2.79\text{g}/\text{cm}^3$ ，20mm 厚度等效为 1mmPb。

表 10-4 DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 规格与标准对照表

位置	机房名称	本项目机房设计情况		标准要求		是否符合要求
		机房尺寸	有效使用面积	最小单边长度	最小有效使用面积	
庆春院区 2 号楼三层	DSA 机房 1	6.59m×5.73m	37.76m ²	4.5m	30m ²	符合
	DSA 机房 2	6.36m×5.73m	36.44m ²	4.5m	30m ²	符合

综上所述，本项目 DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 面积、最小单边长度均大于标准要求，其四面墙体、顶棚、地坪、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上及楼下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

10.1.4 辐射安全及防护措施

DSA 污染因子主要为 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 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

（1）设备固有安全性

本项目 DSA 拟从正规厂家购买，采用目前较先进的技术，设备各项安全措施齐备，具备多种安全防护措施。

①具有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射；

②采取光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适的过滤板，以此消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱；

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度，可减少透视剂量；

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留在监视器上显示，即称之为图像冻结，此技术可缩短总透视时间，达到减少不必要的照射；

⑤透视开关为常断式，并配有透视限时装置；机房内具有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；

⑥配备相应的表征剂量的指示装置：配备有相应的表征剂量的指示装置，当机房内出现超剂量照射时会出现报警提醒；

⑦急停按钮：介入手术床旁和控制台设置急停按钮（各开关串联并与 X 射线系统连接）。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动急停按钮立即切断高压，可停止 X 射线系统出束，并在急停按钮旁设置醒目的中文提示。

（2）距离防护

医院将严格按照控制区和监督区划分实行分区管理，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。

（3）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断之前，根据诊断要求和患者实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照时间，也避免患者受到额外剂量的照射。另外，对介入手术医生和护士进行分组，降低某一工作人员因长时间操作所致剂量。当医生单个监测周期（一般为 3 个月）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，在查明原因之前应暂停该工作人员工作。

（4）管线穿墙设计及屏蔽补偿

①风管穿墙设计及屏蔽补偿

射线装置机房内设置动力通风装置，排风口设置在机房吊顶处，排风管线穿墙部分拟采用 4mm 铅皮覆盖管道表面，防止射线泄漏，满足机房屏蔽要求，排风管线穿过屏蔽墙的防护措施见图 10-1。

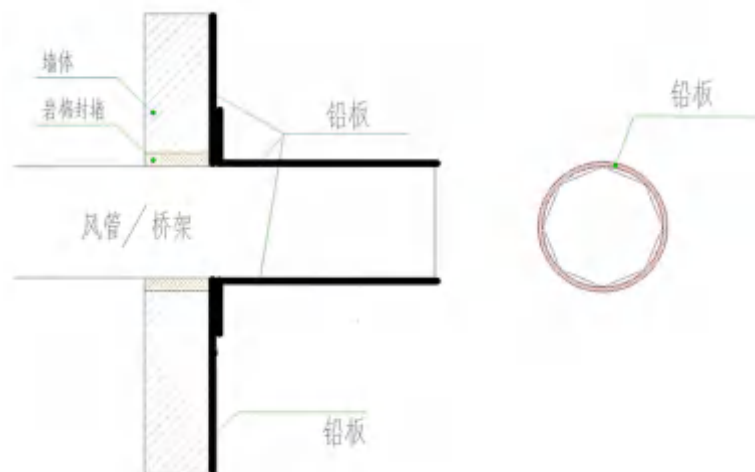


图 10-1 风管穿墙屏蔽补偿设计示意图

②电缆管线穿墙设计及屏蔽补偿

本项目机房通向控制室电缆拟采用下沉穿越的穿墙方式，通过地面下沉电缆沟穿出机房，电缆通过设备间和控制室的出线口穿出，电缆沟穿墙部分覆盖 4mm 铅盖板的方式穿过机房与设备间和控制室之间的防护墙，以防止射线泄漏。电缆管线穿墙屏蔽补偿设计见图 10-2。

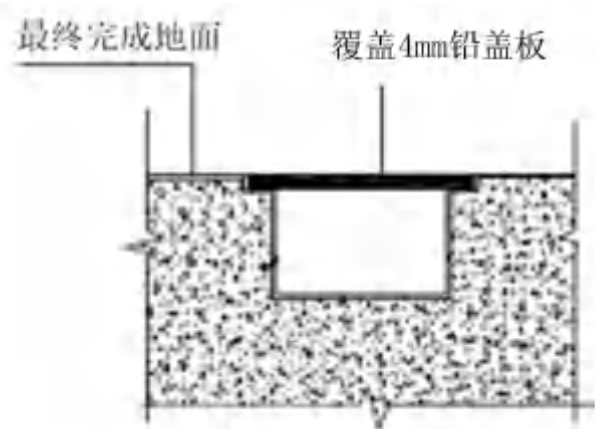


图 10-2 电缆管线穿墙屏蔽补偿设计示意图

（5）其他辐射安全防护措施

①本项目各 DSA 机房设有观察窗、监控装置和双向交流对讲系统各 1 套，观察窗位置能够观察到受检者状态及防护门开闭情况，控制室的工作人员可以实时通过对讲机与机房内的手术人员联系。

②机房内不堆放与本项目诊断无关的杂物。

③机房拟设置动力通风装置，进、排风口均位于机房吊顶处，可以保持机房内良

好的通风。

④机房入口处设电离辐射警告标志；防护门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱设有“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；在监督区墙体合适位置设立表明监督区的标志，在控制区其他合适位置设置电离辐射警告标志。

⑤机房患者进出防护门为电动推拉式门，工作人员进出机房防护门为平开门，机房门墙间均进行了有效搭接，防止射线的泄漏；平开式机房门设有自动闭门装置；电动推拉式机房门设有防夹装置，同时设置有曝光时关闭机房门的管理措施，防止无关联照射；设有门-灯联锁装置，工作状态指示灯能与机房门有效关联。

⑥受检者不在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不滞留在机房内。

⑦控制室墙上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

⑧机房患者进出防护门外应设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。

⑨本项目依托原有辐射工作人员，原有辐射工作人员每人均配备有 2 枚个人剂量计，已在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，在铅围裙内躯干上佩戴另一个剂量计，内外两个剂量计有明显标记，防止剂量计戴反，每个季度及时对剂量计送检，建立个人剂量档案，并长期保存。项目依托医院庆春院区原有 X-γ 辐射剂量率巡检仪（规格型号：451P-DE-SI-RYR），可对机房周围辐射水平进行自行监测。

⑩机房内具有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。

本项目 DSA 机房与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）符合性分析见表 10-5。

表 10-5 本项目 DSA 机房辐射安全和防护措施符合性分析

《放射诊断放射防护要求》 （GBZ 130-2020）要求		本项目拟配置情况	是否符合要求
X 射线设备工作场所防护	6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	本项目 DSA 机房均设有观察窗，观察窗位置能够方便地观察到受检者状态，设有监控装置观察防护门开闭情况。	符合
	6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	机房内不堆放与本项目诊断无关的杂物。	符合
	6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	本项目 DSA 机房均设置有动力通风装置进行通排风，进、排风口均位于机房吊顶处，可以保持机房内良好的通风。	符合
	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	本项目 DSA 机房入口处设电离辐射警告标志；防护门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱设有“射线有害，灯亮勿入”	符合

	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。	的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏；在监督区墙体合适位置设立表明监督区的标志，在控制区其他合适位置设置电离辐射警告标志。	
	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。 6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	机房患者进出防护门为电动推拉式门，工作人员进出机房防护门为平开门，机房门墙间均进行了有效搭接，防止射线的泄漏；平开式机房门设有自动闭门装置；电动推拉式机房门设有防夹装置，同时设置有曝光时关闭机房门的管理措施，防止无关照射；设有门-灯连锁装置，工作状态指示灯能与机房门有效关联。	符合
	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。	本项目受检者不在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不滞留在机房内。	符合

综上，本项目 DSA 机房拟设置的辐射安全和防护措施均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，DSA 机房辐射安全防护设施布置示意图 10-3。

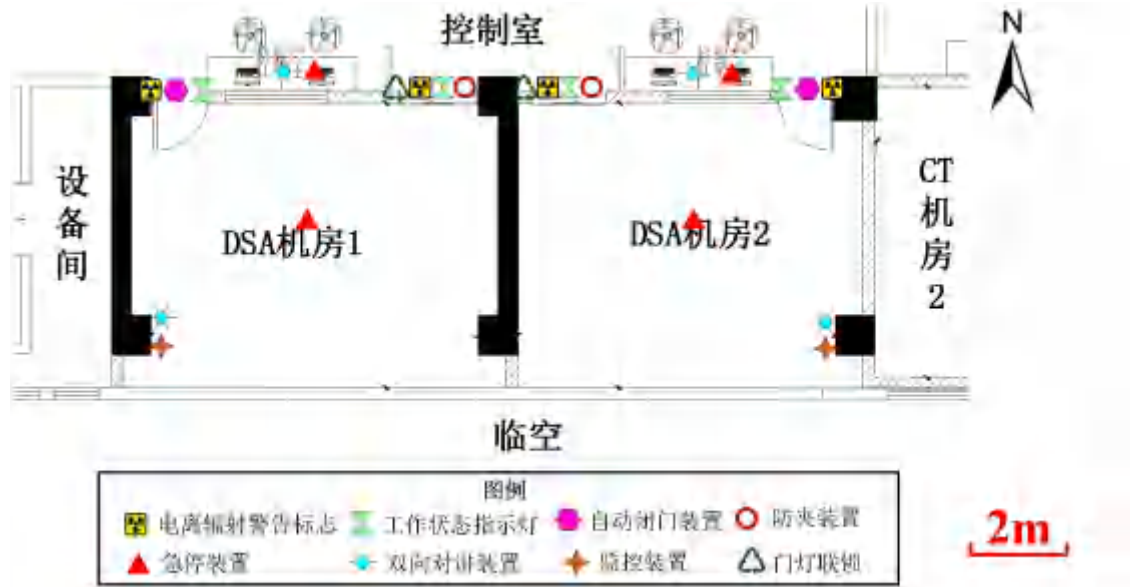


图 10-3 本项目 DSA 机房辐射安全防护设施布置示意图

（6）个人防护用品和辅助防护用品

本项目 DSA 机房应配置相应的个人防护用品与辅助防护设施，其配置需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，具体见表 10-6。

表 10-6 DSA 机房拟配置的个人防护用品和辅助防护设施与标准对照表

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求		本项目拟配置情况		符合情况
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房 1	工作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、	铅悬挂防护屏、铅防护吊	防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶	防护铅当量为 0.5mmPb 的	符合

和 DSA 机房 2	人员	铅防护眼镜、 介入防护手 套； 选配：铅橡胶 帽子	帘、床侧防护 帘/床侧防护 屏； 选配：移动铅 防护屏风	围裙、铅橡胶颈 套、铅防护眼镜 3 套，防护铅当量不 低于 0.025mmPb 的 介入防护手套 3 套	铅悬挂防护 屏、铅防护吊 帘、床侧防护 帘各 1 件；	
	受 检 者	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	—	防护铅当量为 0.5mmPb 的方巾 1 套，防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶 颈套、铅橡胶帽子 含儿童、成人尺寸 各 1 套	—	符合

注：1. “—” 表示不做要求。

综上，本项目 DSA 机房拟配置的个人防护用品和辅助防护设施均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

（7）辐射工作场所安防措施

为确保本项目辐射工作场所的使用安全，本项目 DSA 机房拟采取的安全保卫措施见表 10-7。

表 10-7 本项目 DSA 机房拟采取的安全保卫措施

工作场所	措施类别	对应措施
DSA 机房 1 和 DSA 机房 2	防盗、防抢 和防破坏	①本项目 DSA 机房将纳入医院日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏； ②工作场所安装监控系统实行 24h 实时监控； ③DSA 将安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案； ④DSA 机房和邻近房间禁止存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。
	防泄漏	①本项目拟新购使用 2 台 DSA，型号未定，设备各项安全措施齐备；设置有不同的联锁装置确保运行过程中的辐射泄漏； ②本项目射线装置工作场所将按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房不存在辐射泄漏的情况。

10.2 “三废”治理

本项目 DSA 在使用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

（1）废气

DSA 工作中因 X 射线对空气的电离产生微量非放射性的臭氧和氮氧化物。本项目 DSA 机房均设有动力通风装置，排风口和送风口均位于机房吊顶处，管道布设于机房吊顶内，臭氧和氮氧化物最终经排风管道引至室外，能够保证机房内有效地通风换气，设置情况满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中第 6.4.3 款“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求，对周围环境影响较小。

(2) 废水

本项目介入手术产生的器械清洗废水、医护手部清洗废水以及医护人员产生的生活污水依托医院原有污水处理站处理达到《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，纳入市政污水管网集中处理。

(3) 固体废物

介入手术产生的医疗废物待手术结束后收集至 DSA 机房北侧的污物间暂存，定期移至医院原有医疗废物暂存间，并委托医疗废物处置单位进行处置；生活垃圾分类收集后委托当地环卫部门定期清运处理。

(4) 噪声

本项目机房通风设备拟选用低噪声设备，通风设备设置于室内，排风管设置微穿孔消声器，风管与风机软连接，项目通风设备经墙体隔声、距离衰减后，对医院场界噪声贡献值很小，运行期间场界噪声可达到相关标准要求。

(5) 射线装置报废处理

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求：本项目射线装置报废时，厂家应对射线装置内的高压射线管进行拆解并回收，建设单位报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期主要为拆除工程、防护装修工程及设备安装、调试。

(1) 拆除工程、防护装修工程施工期间的环境影响分析

拆除工程、防护装修工程期间主要的污染因子为：扬尘、施工废水、施工人员生活污水、噪声、建筑垃圾、施工人员生活垃圾等，拆除工程、装修工程期间不会产生辐射影响，建设单位应采取污染防治措施，减轻对周边环境的影响。

①粉状物料运输、暂存以及拆除工程作业会施工扬尘，属无组织排放。在施工过程中应对施工现场实行合理化管理，使砂石料、水泥统一堆放，用苫布遮盖，并尽量减少搬运环节，搬运时做到轻举轻放，防止包装袋破裂；拆除工程通过湿法作业，外围设置围挡，尽量降低施工扬尘对周围环境的影响。

②拆除工程会产生含有泥浆的施工废水，经初级沉淀处理后回用；施工人员产生的少量生活污水依托医院原有污水收集设施收集，进入医院原有污水处理站处理后纳管。

③针对施工噪声在夜间影响相比昼间更为突出的特点，应避免夜间施工，运输车辆应减速行驶，禁止鸣喇叭，确保施工期噪声符合《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）规定的限值。

④固体废物主要为施工人员的生活垃圾和建筑垃圾。施工期产生的生活垃圾集中收集后交由环卫部门清运处置；建筑垃圾分拣后对可以回收利用的部分进行综合利用，对不能利用的及时清运至城管部门指定的地点堆放，合理处理处置。

本项目施工区域较小，且为室内施工，施工期较短，在采取一定的施工防护措施情况下，建设阶段环境影响范围较小，并且随施工期的结束而消失。

(2) 设备安装调试期间的环境影响分析

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。DSA 设备在安装调试过程中，会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物，因安装调试时间短，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。

在设备安装调试阶段，医院应加强辐射防护管理，在此过程中应保证屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房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 营运期环境影响分析

11.2.1 辐射环境影响分析

本项目新增DSA装置位于2号楼三层DSA机房1和DSA机房2内。两间机房均配备双球管设备，型号未定，单台设备双球管最大管电压均为150kV，最大管电流均为1500mA，双管头支持同时出束。本报告对DSA机房周围辐射环境影响采用理论计算模式预测的方法进行影响分析。

(1) 设备参数及防护情况

本项目DSA摄影模式年出束时间为16.67h，透视模式年出束时间为333.33h，合计年出束时间为350h。本项目DSA设备参数与工况及防护情况见表11-1。

表 11-1 本项目 DSA 设备参数与工况及防护情况

设备名称		DSA 装置		
技术参数		最大管电压 150kV/最大管电流 1500mA		
过滤材料		不小于 2.5mmAl		
最大照射野		100cm ²		
工况模式	摄影	正常工况下 最大常用电压 100kV 最大常用电流 500mA	距靶 1m 处 发射率常数	0.09mGy/mA·s
	透视	正常工况下 最大常用电压 90kV 最大常用电流 15mA		0.075mGy/mA·s
泄漏辐射源强		离靶点 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率不超过 1.0mGy/h		
注：①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等效总滤过不小于 2.5mmAl，本项目 DSA 过滤材料保守取 2.5mmAl；				
②参考《辐射防护手册》（第三分册）P58 图 3.1，当 2.5mmAl 作为过滤材料时，得 100kV 电压下，发射率常数为 0.09mGy/mA·s，90kV 电压下，发射率常数为 0.075mGy/mA·s；				
③根据《医用电气设备 第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断 X 射线设备辐射防护》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射”，本项目 DSA 距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1.0mGy/h；				
④表中为单个管头参数，双管头设备中两个球管参数相同。				

根据《辐射防护导论》射线装置距靶r（m）处的空气比释动能率，按式 11-1 计算：

$$\dot{K} = I \cdot \delta_x \frac{r_0^2}{r^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

$\dot{K}$ —离靶 r （m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率，mGy/min；

I —管电流（mA）；

δ_x —距靶 1m处的发射率常数，mGy/mA·min；

r_0 —取 1m；

r —源至关注点的距离，m。

表 11-2 DSA 不同运行模式下距靶 1m 处空气比释动能率一览表

设备	运行模式	过滤材料（Al）厚度（mm）	距靶 1m 处的发射率常数（mGy/mA·s）	最大常用电压（kV）	最大常用电流（mA）	距靶 1m 处的空气比释动能率（μGy/h）
DSA	摄影	2.5	0.09	100	500	1.62×10^8
	透视	2.5	0.075	90	15	4.05×10^6

（2）关注点位的选取

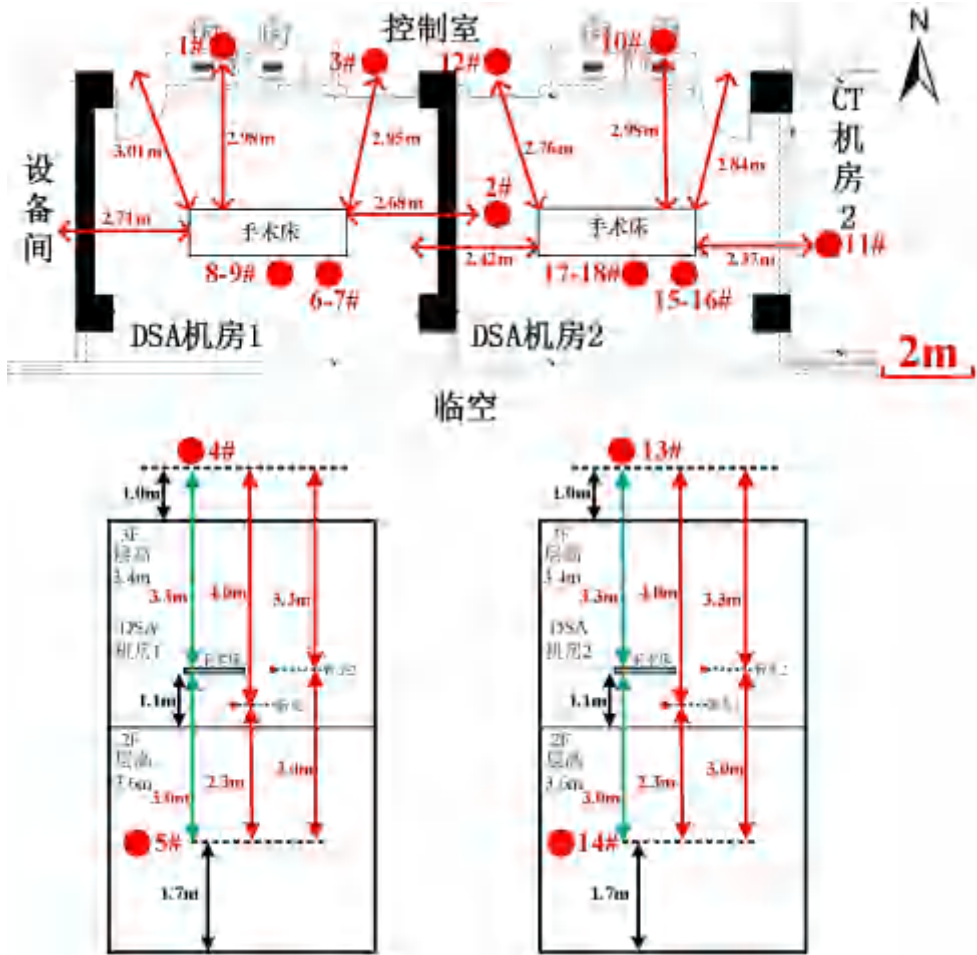
在机房中心设置 3.4m×1.0m 的矩形区域边界作为治疗床可能安装的边界范围，X 射线球管 1（垂直球管）距地面 0.4m，与患者的距离取 0.7m；X 射线球管 2（水平球管）距地面 1.1m；取医护手术位、机房门外 30cm 处、墙外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、顶棚上方距顶棚地面 1m 处和地面楼下距楼下地面 1.7m 处作为关注点位。

DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 关注点位示意图 11-1，点位情况见表 11-3。

表 11-3 DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 关注点位情况表

关注点位		方位	与散射体（患者体表）的距离（m）	与辐射源点（靶点）的距离（m）
D S A 机 房 1	1#：机房北侧观察窗外 30cm 处（控制室）	北侧	2.98	2.98
	2#：机房东侧墙外 30cm 处（DSA 机房 2）	东侧	2.68	2.68
	3#：机房北侧防护门外 30cm 处（控制室）	北侧	2.85	2.85
	4#：机房楼上 1m 处（心血管超声中心检查室）	上方	垂直管头	3.3
			水平管头	4.0
	5#：机房楼下距地 1.7m 处（4 号 DSA 机房）	下方	垂直管头	3.3
			水平管头	3.0
	6#：第一术者位（手术医生位铅衣内）	机房内	垂直管头	3.0
			水平管头	2.3
	7#：第一术者位（手术医生位铅衣外）	机房内	垂直管头	0.7
			水平管头	0.6
	8#：第二术者位（铅衣内）	机房内	垂直管头	0.7
			水平管头	1.05
		机房内	垂直管头	0.9
			水平管头	1.0
		机房内	垂直管头	0.7
			水平管头	1.05
		机房内	垂直管头	0.7
			水平管头	1.05
		机房内	垂直管头	0.9
			水平管头	1.0
		机房内	垂直管头	0.9
			水平管头	1.35

D S A 机 房 2	9#: 第二术者位 (铅衣外)	机房内	垂直管头	0.9	1.0
			水平管头	0.9	1.35
	10#: 机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	北侧		2.98	2.98
	11#: 机房东侧墙外 30cm 处 (CT 机房 2)	东侧		2.37	2.37
	12#: 机房北侧防护门外 30cm 处 (控制室)	北侧		2.76	2.76
	13#: 机房楼上 1m 处 (心血管超声中心检查室)	上方	垂直管头	3.3	4.0
			水平管头	3.3	3.3
	14#: 机房楼下距地 1.7m 处 (2 号 DSA 机房)	下方	垂直管头	3.0	2.3
			水平管头	3.0	3.0
	15#: 第一术者位 (手术医生位铅衣内)	机房内	垂直管头	0.7	0.6
			水平管头	0.7	1.05
	16#: 第一术者位 (手术医生位铅衣外)	机房内	垂直管头	0.7	0.6
			水平管头	0.7	1.05
	17#: 第二术者位 (铅衣内)	机房内	垂直管头	0.9	1.0
			水平管头	0.9	1.35
	18#: 第二术者位 (铅衣外)	机房内	垂直管头	0.9	1.0
			水平管头	0.9	1.35



*注：DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 只有 1 扇观察窗，取观察窗外 30cm 处的 1#和 10#进行计算；两间机房各侧墙体的防护屏蔽相同，取距离最短的 2#和 11#作为墙外剂量率代表点进行计算；两间机房的各个防护门防护屏蔽相同，取距离最短的 3#和 12#作为防护门外剂量率代表点进行计算。

图 11-1 DSA 机房关注点位示意图

(3) DSA 机房周围辐射剂量率估算

DSA 装置的辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。本项目 DSA 装置拟配备单管头设备，图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6 节（Primary Barriers, P41~P45）及 5.1 节（Cardiac Angiography, P72）指出，DSA 等射线装置屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此，DSA 装置运行主要是泄漏和散射辐射对周围环境的影响。

依据《辐射防护导论》，在 X 射线辐射场中，同一点处以 Gy 为单位的比释动能与以 Sv 为单位的剂量当量，数值上几乎相等，因此，报告在屏蔽计算章节，将 Gy 等同于 Sv。

①患者体表散射屏蔽估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

H_s ----关注点位处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ----距靶 1m 处初级 X 射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

a ----患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取 0.0013；

s ----散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ----源与患者的距离，m，取 0.7m；

d_s ----患者与关注点位的距离，m；

②泄漏辐射剂量率估算

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，各关注点位的泄漏辐射剂量率可用式 11-3 进行计算。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

H_L —关注点位处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ，本项目取 1mGy/h ；

R —靶点距关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中公式和参数计算。

③屏蔽透射因子

B —屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中公式和参数计算，公式计算见式 11-4。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

α 、 β 、 γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，具体见表 11-4。

表 11-4 铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压（kV）	铅		
	α	β	γ
90	3.067	18.83	0.7726
100（主束）	2.500	15.28	0.7557
100（散射）	2.507	15.33	0.9124

注：拟合参数均取自于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

本项目 DSA 机房各预测点屏蔽透射因子计算结果见表 11-5。

表 11-5 DSA 机房各预测点屏蔽透射因子计算结果

预测点位	防护情况 ^②	屏蔽厚度	屏蔽透射因子 B			
			100kV 摄影工况下散射	90kV 透视工况下散射	100kV 摄影工况下泄漏	90kV 透视工况下泄漏
观察窗外 30cm 处	4.0mmPb 铅玻璃	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
墙体外 30cm 处	240mm 实心砖+4.0mm 铅板	6.0mmPb	3.41E-08	8.00E-10	2.28E-08	8.00E-10
防护门外 30cm 处	内衬 4.0mm 铅板	4.0mmPb	5.14E-06	3.69E-07	3.39E-06	3.69E-07
上方距地面 1m 处	130mm 混凝土+4.0mm 铅板	5.0mmPb	4.19E-07	1.72E-08	2.78E-07	1.72E-08
下方距地面 1.7m 处	130mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥	3.0mmPb	6.31E-05	7.93E-06	4.14E-05	7.93E-06
医生手术位（身体铅衣内）	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 床侧防护帘	1.0mmPb	/	4.08E-03	/	4.08E-03
医生手术位（身体铅衣外）	0.5mmPb 床侧防护帘	0.5mmPb	/	2.52E-02	/	2.52E-02
护士协助位（身体铅衣内）	0.5mm 铅衣+0.5mmPb 床侧防护帘	1.0mmPb	/	4.08E-03	/	4.08E-03

护士协助位 (身体铅衣外)	0.5mmPb 铅屏风	0.5m mPb	/	2.52E-02	/	2.52E-02
注：①DSA 机房 100kV 摄影工况下散射辐射拟合参数 α 取 2.507， β 取 15.33， γ 取 0.9124； DSA 机房 90kV 透视工况下散射辐射拟合参数 α 取 3.067， β 取 18.83， γ 取 0.7726； DSA 机房 100kV 摄影工况下泄漏辐射拟合参数 α 取 2.500， β 取 15.28， γ 取 0.7557； DSA 机房 90kV 透视工况下泄漏辐射拟合参数 α 取 3.067， β 取 18.83， γ 取 0.7726。 ②本项目 2 间 DSA 机房屏蔽防护方案相同。						

③辐射剂量率估算参数及计算结果

根据式 11-2、式 11-3，本项目 DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 外各关注点位的辐射剂量率计算结果见表 11-6 和表 11-7。

表 11-6 本项目 DSA 机房 1 外各预测点辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位		散射辐射计算参数			泄漏辐射计算参数			散射辐射剂量率 H_s ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射剂量率 H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	单管头合计剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	双管头合计剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
			H_0 散射 ($\mu\text{Sv/h}$)	d_s (m)	B	H_0 泄漏 ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	B				
摄影	1#: 机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)		1.62E+08	2.98	5.14E-06	1.00E+03	2.98	3.39E-06	6.22E-02	3.82E-04	6.26E-02	1.25E-01
	2#: 机房东侧墙外 30cm 处 (DSA 机房 2)		1.62E+08	2.68	3.41E-08	1.00E+03	2.68	2.28E-08	5.10E-04	3.17E-06	5.13E-04	1.03E-03
	3#: 机房北侧防护门外 30cm 处 (控制室)		1.62E+08	2.85	5.14E-06	1.00E+03	2.85	3.39E-06	6.80E-02	4.17E-04	6.84E-02	1.37E-01
	4#: 机房楼上 1m 处 (心血管超声中心检查室)	垂直球管	1.62E+08	3.3	4.19E-07	1.00E+03	4.0	2.78E-07	4.13E-03	1.74E-05	4.15E-03	8.31E-03
		水平球管	1.62E+08	3.3	4.19E-07	1.00E+03	3.3	2.78E-07	4.13E-03	2.55E-05	4.16E-03	
	5#: 机房楼下距地 1.7m 处 (4 号 DSA 机房)	垂直球管	1.62E+08	3.0	6.31E-05	1.00E+03	2.3	4.14E-05	7.53E-01	7.83E-03	7.61E-01	1.52
		水平球管	1.62E+08	3.0	6.31E-05	1.00E+03	3.0	4.14E-05	7.53E-01	4.60E-03	7.58E-01	
透视	1#: 机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)		4.05E+06	2.98	3.69E-07	1.00E+03	2.98	3.69E-07	1.12E-04	4.16E-05	1.54E-04	3.08E-04
	2#: 机房东侧墙外 30cm 处 (DSA 机房 2)		4.05E+06	2.68	8.00E-10	1.00E+03	2.68	8.00E-10	2.99E-07	1.11E-07	4.10E-07	8.20E-07
	3#: 机房北侧防护门外 30cm 处 (控制室)		4.05E+06	2.85	3.69E-07	1.00E+03	2.85	3.69E-07	1.22E-04	4.54E-05	1.67E-04	3.34E-04
	4#: 机房楼上 1m 处 (心血管超声中心检查室)	垂直球管	4.05E+06	3.3	1.72E-08	1.00E+03	4.0	1.72E-08	4.24E-06	1.08E-06	5.32E-06	1.11E-05
		水平球管	4.05E+06	3.3	1.72E-08	1.00E+03	3.3	1.72E-08	4.24E-06	1.58E-06	5.82E-06	
	5#: 机房楼下距地 1.7m 处 (4 号 DSA 机房)	垂直球管	4.05E+06	3.0	7.93E-06	1.00E+03	2.3	7.93E-06	2.37E-03	1.50E-03	3.87E-03	7.12E-03
		水平球管	4.05E+06	3.0	7.93E-06	1.00E+03	3.0	7.93E-06	2.37E-03	8.81E-04	3.25E-03	
	6#: 第一术者位 (手术医生位铅衣内)	垂直球管	4.05E+06	0.7	4.08E-03	1.00E+03	0.6	4.08E-03	2.24E+01	1.13E+01	3.37E+01	5.98E+01
		水平球管	4.05E+06	0.7	4.08E-03	1.00E+03	1.05	4.08E-03	2.24E+01	3.70E+00	2.61E+01	
	7#: 第一术者位 (手		4.05E+06	0.7	2.52E-02	1.00E+03	0.6	2.52E-02	1.38E+02	7.00E+01	2.08E+02	3.69E+02

	术医生位铅衣外)	水平球管	4.05E+06	0.7	2.52E-02	1.00E+03	1.05	2.52E-02	1.38E+02	2.29E+01	1.61E+02	3.33E+01
	8#: 第二术者位 (铅衣内)	垂直球管	4.05E+06	0.9	4.08E-03	1.00E+03	1.0	4.08E-03	1.35E+01	4.08E+00	1.76E+01	
		水平球管	4.05E+06	0.9	4.08E-03	1.00E+03	1.35	4.08E-03	1.35E+01	2.24E+00	1.57E+01	
	9#: 第二术者位 (铅衣外)	垂直球管	4.05E+06	0.9	2.52E-02	1.00E+03	1.0	2.52E-02	8.36E+01	2.52E+01	1.09E+02	2.06E+02
		水平球管	4.05E+06	0.9	2.52E-02	1.00E+03	1.35	2.52E-02	8.36E+01	1.38E+01	9.74E+01	

表 11-7 本项目 DSA 机房 2 外各预测点辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位		散射辐射计算参数			泄漏辐射计算参数			散射辐射剂量率 H_s ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射剂量率 H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	单管头合计剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	双管头合计剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
			H_0 散射 ($\mu\text{Sv/h}$)	d_s (m)	B	H_0 泄漏 ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	B				
摄影	10#: 机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)		1.62E+08	2.98	5.14E-06	1.00E+03	2.98	3.39E-06	6.22E-02	3.82E-04	6.26E-02	1.25E-01
	11#: 机房东侧墙外 30cm 处 (CT 机房 2)		1.62E+08	2.37	3.41E-08	1.00E+03	2.37	2.28E-08	6.52E-04	4.06E-06	6.56E-04	1.31E-03
	12#: 机房北侧防护门外 30cm 处 (控制室)		1.62E+08	2.76	5.14E-06	1.00E+03	2.76	3.39E-06	7.25E-02	4.45E-04	7.29E-02	1.46E-01
	13#: 机房楼上 1m 处 (心血管超声中心检查室)	垂直球管	1.62E+08	3.3	4.19E-07	1.00E+03	4.0	2.78E-07	4.13E-03	1.74E-05	4.15E-03	8.31E-03
		水平球管	1.62E+08	3.3	4.19E-07	1.00E+03	3.3	2.78E-07	4.13E-03	2.55E-05	4.16E-03	
	14#: 机房楼下距地 1.7m 处 (2 号 DSA 机房)	垂直球管	1.62E+08	3.0	6.31E-05	1.00E+03	2.3	4.14E-05	7.53E-01	7.83E-03	7.61E-01	1.52
		水平球管	1.62E+08	3.0	6.31E-05	1.00E+03	3.0	4.14E-05	7.53E-01	4.60E-03	7.58E-01	
透视	10#: 机房北侧观察窗外 30cm 处 (控制室)		4.05E+06	2.98	3.69E-07	1.00E+03	2.98	3.69E-07	1.12E-04	4.16E-05	1.54E-04	3.08E-04
	11#: 机房东侧墙外 30cm 处 (CT 机房 2)		4.05E+06	2.37	8.00E-10	1.00E+03	2.37	8.00E-10	3.83E-07	1.42E-07	5.25E-07	1.05E-06
	12#: 机房北侧防护门外 30cm 处 (控制室)		4.05E+06	2.76	3.69E-07	1.00E+03	2.76	3.69E-07	1.30E-04	4.84E-05	1.78E-04	3.56E-04
	13#: 机房楼上 1m 处 (心血管超声中心检查室)	垂直球管	4.05E+06	3.3	1.72E-08	1.00E+03	4.0	1.72E-08	4.24E-06	1.08E-06	5.32E-06	1.11E-05
		水平球管	4.05E+06	3.3	1.72E-08	1.00E+03	3.3	1.72E-08	4.24E-06	1.58E-06	5.82E-06	
	14#: 机房楼下距地 1.7m 处 (2 号 DSA 机房)	垂直球管	4.05E+06	3.0	7.93E-06	1.00E+03	2.3	7.93E-06	2.37E-03	1.50E-03	3.87E-03	7.12E-03
		水平球管	4.05E+06	3.0	7.93E-06	1.00E+03	3.0	7.93E-06	2.37E-03	8.81E-04	3.25E-03	

	15#: 第一术者位 (手术医生位铅衣内)	垂直球管	4.05E+06	0.7	4.08E-03	1.00E+03	0.6	4.08E-03	2.24E+01	1.13E+01	3.37E+01	5.98E+01
		水平球管	4.05E+06	0.7	4.08E-03	1.00E+03	1.05	4.08E-03	2.24E+01	3.70E+00	2.61E+01	
	16#: 第一术者位 (手术医生位铅衣外)	垂直球管	4.05E+06	0.7	2.52E-02	1.00E+03	0.6	2.52E-02	1.38E+02	7.00E+01	2.08E+02	3.69E+02
		水平球管	4.05E+06	0.7	2.52E-02	1.00E+03	1.05	2.52E-02	1.38E+02	2.29E+01	1.61E+02	
	17#: 第二术者位 (铅衣内)	垂直球管	4.05E+06	0.9	4.08E-03	1.00E+03	1.0	4.08E-03	1.35E+01	4.08E+00	1.76E+01	3.33E+01
		水平球管	4.05E+06	0.9	4.08E-03	1.00E+03	1.35	4.08E-03	1.35E+01	2.24E+00	1.57E+01	
	18#: 第二术者位 (铅衣外)	垂直球管	4.05E+06	0.9	2.52E-02	1.00E+03	1.0	2.52E-02	8.36E+01	2.52E+01	1.09E+02	2.06E+02
		水平球管	4.05E+06	0.9	2.52E-02	1.00E+03	1.35	2.52E-02	8.36E+01	1.38E+01	9.74E+01	

由表 11-6 和表 11-7 可知：当本项目 DSA 在摄影模式时，机房外关注点的辐射剂量率最大为 1.52 μ Sv/h，在透视模式时，机房外关注点的辐射剂量率最大为 7.12E-03 μ Sv/h。满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对“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 2.5 μ Sv/h；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h”的要求；本次评价技师控制位考虑 2 台 DSA 共同影响，即控制位关注点叠加后辐射剂量率为 1.25E-01 $\times$ 2=2.50E-01 μ Sv/h，仍满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求；参照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）相关要求，非直接荧光屏透视设备其透视防护区检测平面术者位周围剂量当量率控制限值不大于 400 μ Sv/h，本次预测术者位辐射剂量率最大为 369 μ Sv/h，满足规范限值要求。

④DSA 机房周围辐射剂量率叠加分析

本项目 DSA 机房下方设有 2 号 DSA 机房和 4 号 DSA 机房。

根据《浙江大学医学院附属第一医院庆春路院区 DSA 射线装置利用项目竣工环境保护验收监测报告表》和《浙江大学医学院附属第一医院庆春院区 DSA 机房改造项目竣工环境保护验收监测报告表》的验收监测报告可知（报告编号：BG-GAYB24705028-R 和 BABG-YB21700075）：

①原有工作场所 2 号 DSA 机房在摄影模式下（检测条件：78kV，688mA），机房外 X-γ辐射周围剂量当量率最大值为 156nSv/h；透视模式下（检测条件：75kV，15.5mA），机房外 X-γ辐射周围剂量当量率最大值为 152nSv/h。

②原有工作场所 4 号 DSA 机房在摄影模式下（检测条件：78kV，789mA），机房外 X-γ辐射周围剂量当量率最大值为 134nSv/h；透视模式下（检测条件：83kV，21mA），机房外 X-γ辐射周围剂量当量率最大值为 134nSv/h。

根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，本项目 DSA 机房下方射线装置机房周围剂量当量率监测值处于天然辐射水平范围之内，因此不考虑机房周边原有射线装置的辐射叠加影响。对于项目 DSA 机房下方射线装置机房，在叠加本项目产生的辐射剂量率最大值为 $1.52+0.156=1.676\mu\text{Sv/h}$ ，也能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

综上，在正常运行情况下，DSA 机房外周围各关注点处的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序，机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

（4）DSA 机房职业人员年有效剂量估算

根据《辐射防护导论》，按照式 11-5 对 DSA 机房职业人员年受照剂量进行估算。

$$H = H_r \times t \times T \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-5})$$

式中：

H ——年有效剂量，mSv/a；

H_r ——关注点辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——年受照时间，h/a；

T——居留因子，对于职业人员，居留因子均取 1。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），当佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，采用式 11-6 进行估算。

$$E=\alpha H_u+\beta H_o \text{（式 11-6）}$$

式中：

E ——有效剂量中的外照射分量，mSv；

α ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84，本项目按要求配备铅橡胶颈套，取 0.79 计；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100，本项目按要求配备铅橡胶颈套，取 0.051 计；

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。

根据医院预计最大工作量保守假设，DSA 每年的最大手术量为 1000 台。本项目 DSA 设备最大出束时间以及工作负荷见表 9-1，辐射工作人员年有效剂量估算结果见表 11-8。

表 11-8 辐射工作人员年有效剂量估算结果一览表

工作人员	操作方式	工作时间(h)	剂量率(μSv/h)		居留因子	年有效剂量(mSv)	剂量约束值(mSv)
医生	同室	37.04	第一术者位(铅衣外)	3.69E+02	1	2.45	5
			第一术者位(铅衣内)	5.98E+01			
	隔室	1.85	机房北侧观察窗外	1.25E-01			
护士	同室	37.04	第二术者位(铅衣外)	2.06E+02	1	1.36	5
			第二术者位(铅衣内)	3.33E+01			
	隔室	1.85	机房北侧观察窗外	1.25E-01			
技师	隔室	175	机房北侧观察窗外 ^①	1.25E-01	1	2.19E-02	5
辐射工作人员		350	机房四周最大值	1.46E-01	1	5.11E-02*	/

注：①技师年有效剂量计算保守以摄影和透视模式下观察窗外最大剂量率计；②本次评价考虑 2 台 DSA 共同影响，对另外一间 DSA 机房辐射工作人员个人累计剂量为 0.0511mSv。

由上述计算可知：在正常运行时，DSA 机房辐射工作人员年有效剂量最大为 2.45mSv，满足本项目职业人员受照的年有效剂量不超过 5mSv 的年剂量约束值要求。

本项目依托原有辐射工作人员，根据医院提供的原有辐射工作人员 2025 年第二季度至 2026 年第一季度四个周期个人剂量检测报告，医院介入科原有辐射工作人员中年有效剂量检测结果最大为 0.363mSv（张月清），本报告保守按照累计考虑，本项目建

成投运后，拟调配的介入科原有辐射工作人员个人累积剂量最大值为 $2.45+0.363=2.813\text{mSv}$ ，仍满足本项目职业人员受照的年有效剂量不超过 5mSv 的年剂量约束值要求。

根据本项目 2 间 DSA 机房平面布局，本次评价考虑 2 台 DSA 共同影响，项目建成投运后，拟调配的介入科原有辐射工作人员个人累积剂量最大值为 $2.45+0.363+0.0511=2.86411\text{mSv}$ ，仍满足本项目职业人员受照的年有效剂量不超过 5mSv 的年剂量约束值要求。

本项目设备运行时的 X 射线辐射剂量率保守按最小固有滤过 2.5mmAl 进行计算，未考虑附加滤过材料的影响，因此估算结果是偏保守的。DSA 射线装置在固有滤过材料的基础上，均配备有 Al、Cu 等附加滤过材料，实际运行过程中，辐射工作人员只要严格按照操作规程规范使用设备、正确使用防护用品和设施，正常情况下辐射工作人员实际年有效剂量值将小于上述保守预测结果。

(5) DSA 机房周围公众年有效剂量估算

根据项目机房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。本项目的居留因子参照《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）选取，具体数值见表 11-9。

表11-9 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: 各治疗室房门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

机房周围公众年有效剂量保守选取摄影模式和透视模式下，机房外关注点剂量率最大值预测结果为源强进行分析，即摄影模式时，机房外关注点的辐射剂量率最大为 $1.52\mu\text{Sv/h}$ ，在透视模式时，机房外关注点的辐射剂量率最大为 $7.12\text{E-}03\mu\text{Sv/h}$ 。预测分析时，保守不再考虑距离衰减和其他功能用房的墙体屏蔽效果，根据式 11-5 计算，DSA 机房周围公众年有效剂量估算见表 11-10。

表 11-10 DSA 机房周围公众年有效剂量估算表

环境保护目标	方位	摄影模式 辐射剂 量率	摄影模 式年出 束时间	透视模式 辐射剂 量率	透视模 式年出 束时间	居留 因子	年有效 剂量
		μGy/h	h	μGy/h	h	/	mSv
设备间	西侧	1.52	16.67	7.12E-03	333.33	1/16	1.73E-03
心血管超声中心检查室	正上方	1.52	16.67	7.12E-03	333.33	1/2	1.39E-02
4 号 DSA 机房	正下方	1.52	16.67	7.12E-03	333.33	1	2.77E-02
CT 机房 2	东侧	1.52	16.67	7.12E-03	333.33	1	2.77E-02
心血管超声中心检查室	正上方	1.52	16.67	7.12E-03	333.33	1/2	1.39E-02
2 号 DSA 机房	正下方	1.52	16.67	7.12E-03	333.33	1	2.77E-02

本项目 DSA 机房周围公众受照的最大年有效剂量为 $2.77 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足本项目公众受照的年有效剂量不超过 0.25mSv 的年剂量约束值要求。

根据本项目 2 间 DSA 机房平面布局，本次评价考虑 2 台 DSA 共同影响，项目建成投运后，DSA 机房周围公众受照的最大年有效剂量为 $2.77 \times 10^{-2} \times 2 = 5.54 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，仍满足本项目公众受照的年有效剂量不超过 0.25mSv 的年剂量约束值要求。

对于 DSA 机房屏蔽物边界外 50m 范围内的其他公众，由于剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，随着距离的增加，周围 50m 范围内马市街小区以及其他公众所受年有效剂量更小，能够满足本项目 DSA 机房周围公众受照的年有效剂量不超过 0.25mSv 的年剂量约束值要求。

由此说明，本项目 DSA 机房的防护设计满足要求，其正常运行后产生的辐射影响在国家允许的范围以内。上述估算仅是理论推算，实际应用时，工作人员的受照剂量应以佩戴的个人剂量检测结果为准。

11.2.2 “三废”环境影响分析

①废气

本项目 DSA 在曝光过程中，由于 X 射线与空气电离作用，会有少量臭氧和氮氧化物产生。因射线装置每次曝光时间短，臭氧和氮氧化物产生量很少。本项目 DSA 机房均设有动力通风装置，排风口和送风口均位于机房吊顶处，保证机房内有良好的通风，臭氧和氮氧化物最终经排风管道引至室外。产生的少量臭氧和氮氧化物经通排风系统收集后最终排放至大气外环境中，臭氧可在 50min 后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生额的 1/3，因此本项目 DSA 产生的废气排出机房后对周围大气环境影响很小。

②废水

本项目介入手术产生的器械清洗废水、医护手部清洗废水以及医护人员产生的生活污水依托医院原有污水处理站处理达到《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，纳入市政污水管网集中处理。项目废水不直接排放，对地表水环境影响较小。

③固体废物

介入手术产生的医疗废物待手术结束后收集至DSA机房北侧的污物间暂存，定期移至医院原有医疗废物暂存间，并委托医疗废物处置单位进行处置；生活垃圾分类收集后委托当地环卫部门定期清运处理。经上述“资源化、减量化、无害化”处置后，项目产生的固体废物不会对周围环境产生明显影响。

④噪声

本项目DSA机房通风设备拟选用低噪声设备，通风设备设置于室内，排风管设置微穿孔消声器，风管与风机软连接，项目通风设备经墙体隔声、距离衰减后，对医院场界噪声贡献值很小，运行期间场界噪声可达到相关标准要求，对周边声环境影响较小。

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 辐射事故等级分析

本项目为医用II类射线装置使用项目，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 辐射事故类型

①DSA装置在运行时，由于门灯连锁系统失效，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；

②工作人员或患者家属还未全部撤离治疗机房，控制室人员启动设备，造成滞留

人员的误照射；

③X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门对人员造成的误照射。

11.3.4 事故防范措施及防范措施

(1) 事故预防措施

将射线装置放置于专用机房内，机房墙体采用实心砖和铅板进行屏蔽，顶棚采用混凝土和铅板进行屏蔽，地坪采用混凝土和硫酸钡水泥进行屏蔽，观察窗采用铅玻璃，并设置工作人员防护铅门、受检者防护铅门，防护门内衬铅板。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。因此射线装置发生的辐射事故及风险主要原因是管理上出现的问题，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，遵守操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品，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。

(2) 事故防范措施

①医院已成立放射防护安全管理小组，并制定了放射诊疗管理相关制度与预案，每年定期进行演练；发现问题，及时整改。

②制定经常性自检制度，对门-灯联锁、监视器、工作状态指示灯、电离辐射警告标志灯等防护设施进行经常性检查，如发现这些防护设施不够完善或失灵，立即维护、修复。

③介入手术床设置急停按钮，操作人员可通过急停开关等停机操作来确保人员安全。

④制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，减少意外照射事故的发生。

⑤医务人员必须严格按照X射线装置操作程序进行诊断，确定机房内工作人员及患者家属均离开机房后方可开机，以避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射。

⑥医护人员进行DSA介入手术前，一定要穿好防护铅服，戴铅眼镜，佩戴个人剂量计后方可进行手术作业。

⑦项目应严格遵循所用辐射设备的安全使用年限，避免机械故障造成辐射事故，严禁超期使用。

⑧严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，如验收监测及年度监测结果表明外墙、防护门缝隙、观察窗、孔洞等处辐射水平偏高时，应立即停机，查明原因，并优化屏蔽设计和施工，未整改到位前，设备不得开机。

⑨维修人员进入机房前，必须确认射线装置未出束，同时需断开电源，并应携带个人剂量报警仪，调试和维修时须在控制室外设置醒目的警示牌。设备维修应由有维修资格的人员操作，并按其操作规范进行操作。

11.3.5 事故应急处理及报告

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方案，采取应急措施，并在两小时内填写初始报告，向生态环境主管部门报告。若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。

一旦发生辐射事故，应按以下基本原则进行处理：

①第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，根据估算结果，必要时及时安置受照人员就医检查。

③及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理，可缩小事故影响，减少事故损失。

④事故处理后应整理资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

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》相关要求，使用放射性同位素、射线装置的单位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。

医院已成立辐射安全委员会（见附件 6），全面负责医院的辐射安全管理工作及相关工作，并明确了管理小组成员组成及相关职责。该管理机构的组成基本涵盖了射线装置的管理与使用部门，故医院原有辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足环境保护管理工作的要求。若辐射工作管理领导小组成员发生变动，医院应及时更新、调整管理机构的人员组成。

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。

医院已为原有辐射工作人员建立了职业健康档案，原有辐射工作人员均于本院进行职业健康体检。根据医院提供的职业健康检查报告，原有辐射工作人员均可继续从事放射岗位工作。本项目辐射工作人员均依托介入科原有辐射工作人员，在岗期间和离岗时应进行职业健康检查，每两年委托有相关资质的单位对原有辐射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案。

（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），医院原有辐射工作人员均参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训或由医院自行组织的辐射安全与防护考核，成绩均在有效期内，医院应组织辐射工作人员按时接受再培训，建立成绩档案。

(3) 个人剂量检测

本项目辐射工作人员均依托心介入科原有辐射工作人员，医院已为原有辐射工作人员配备了个人剂量计，每三个月委托浙江省疾病预防控制中心进行个人剂量检测，并建立有个人剂量档案。

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；个人剂量档案应当终生保存。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、个人剂量检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。

12.1.3年度评估报告

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用放射性同位素和射线装置的单位，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，并于每年1月31日前上传至核技术利用平台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。

医院已按要求进行了辐射安全与防护状况评估，编制了《辐射安全和防护状况年度评估报告》，并上传至核技术利用平台。本项目运行后，医院应将本项目纳入原有评估体系。

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”。

为了保护辐射工作人员、公众及环境的安全，促进辐射实践的正当性和辐射防护的最优化，规范工作人员的操作规程，根据相关法律、法规、规范的要求，医院已制定了辐射安全与防护管理制度、操作规程、岗位职责、设备检修维护制度、辐射防护和安全保卫制度、突发辐射事故应急预案等管理规章制度，原有辐射防护管理制度基

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，并根据本项目机房特点，对已制定的相关规章制度进行更新和完善，项目建成运行后根据具体情况完善修订辐射防护和安全保卫制度。

医院在完善原有辐射防护管理制度后，原有辐射防护管理制度基本可以满足本项目从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求，医院应将制定的所有规章制度中关于操作规程、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、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》，医院已为辐射工作人员配备个人剂量监测仪器，同时配备有与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，本项目辐射工作场所均能依托院内原有个人剂量监测仪器、X-γ辐射剂量率巡测仪。

12.4.2 工作场所、环境监测

(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、设备调试正常后，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) 监测内容和要求

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

监测内容：X- γ 辐射周围剂量当量率、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 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	DSA 机房 1 和 DSA 机房 2	X- γ 辐射周围剂量当量率	1 次/年	按照国家规定进行计量检定	机房距墙体、门窗表面 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处、地坪下方距地面 170cm 处及周围需要关注的监督区、机房防护门及门缝、观察窗、控制室操作位、手术位、电缆/空调/风管穿墙处等	委托有资质单位监测
日常监测			1 次/季度	按照国家规定进行计量检定		自行监测
验收监测			项目建成、设备调试正常后，监测 1 次	按照国家规定进行		委托有资质单位监测
个人剂量监测	/	个人剂量当量	至少每三个月 1 次	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托有资质单位监测

医院需定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。委托有资质监测单位进行监测，其仪器必须在检定有效期内，监测工作人员必须持证上岗；对监测中出现辐射超标问题，及时向院方提出，并提出整改

意见，在院方整改完成后，进行复测，直至符合要求，提供满足要求的监测报告。医院自主监测时，所用仪器须按国家规定进行剂量检定，检测时须按《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）制定检测方案及实施细则执行。

12.4.3 个人剂量监测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，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。其中铅橡胶围裙内外双个人剂量计分别佩戴在铅橡胶围裙外锁骨对应的领口位置及铅橡胶围裙内躯干位置，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反。

（1）医院应将各季度发送的个人剂量计定期送往有资质的单位进行检测。如果在单个季度出现个人剂量超过1.25mSv时，医院需进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并经当事人签字。年剂量超过5mSv的管理限值时，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，最终形成正式调查报告，经当事人签字，并上报当地生态环境主管部门。年剂量超过20mSv标准时，构成辐射事故，医院立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射安全与环境保护管理领导小组上报当地生态环境主管部门。检测报告及有关调查报告应存档备查。

（2）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。

（3）辐射工作人员个人剂量档案内容应包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等信息，个人剂量档案应当终生保存。

12.5 辐射应急

12.5.1 辐射事故应急预案

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》第四十一条对辐射事故应急预案内容的要求，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- 1、应急机构和职责分工；
- 2、应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- 3、辐射事故分级与应急响应措施；
- 4、辐射事故的调查、报告和处理程序。

医院已制定有《浙江大学医学院附属第一医院突发辐射事故应急预案》（见附件

8)，成立了辐射事故应急工作领导小组。医院应定期、具有针对性的对可能发生的辐射事故进行演习和辐射安全的法律、法规知识的培训，演习内容包括辐射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，相关演习和培训记录存档。在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

12.5.2 辐射事故上报的要求

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方案，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。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

本项目位于浙江省杭州市上城区庆春路 79 号浙江大学医学院附属第一医院庆春院区 2 号楼三层，属于改建项目。医院拟对 2 号楼三层实施整体改造工程，并在改造范围内新增 2 间 DSA 机房，配套购置 2 台双球管 DSA，主要用于介入治疗和影像诊断。

13.1.2 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 DSA 机房四侧墙体采用实心砖和铅板进行屏蔽，顶棚采用混凝土和铅板进行屏蔽，地坪采用混凝土和硫酸钡水泥进行屏蔽，观察窗采用铅玻璃；DSA 机房均设有铅防护门、窗，并配有个人防护用品和辅助防护设施，屏蔽要求及个人防护用品和辅助防护设施的配置均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

（2）辐射安全管理结论

本项目依托医院原有辐射安全委员会作为辐射安全与环境保护管理机构，依托医院原有辐射防护管理制度，辐射工作人员依托原有介入科辐射工作人员。

医院已成立了辐射安全委员会，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，以满足项目的管理要求。

医院已对原有辐射工作人员进行了职业健康检查和个人剂量检测，并建立了个人职业健康检查档案和个人剂量档案。

医院严格执行辐射工作人员培训制度，原有辐射工作人员均参加了国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训或由医院自行组织的辐射安全与防护考核，成绩均在有效期内，医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。

综上所述，本项目辐射安全管理措施符合相关管理要求。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）辐射影响分析结论

根据本报告表 11 章节对本次核技术利用项目运行过程中，对周边环境及人员的

辐射影响分析可知，在正常工况下，本项目 DSA 机房外周围各关注点处的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序，机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。在运行过程中对辐射工作人员和周围环境中的公众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 0.25mSv/a ，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关标准要求。

（2）“三废”影响分析

①废气：DSA 在曝光过程中产生的少量臭氧和氮氧化物经动力通风装置排入大气环境后，经自然分解，对周围大气环境影响很小。

②废水：介入手术产生的器械清洗废水、医护手部清洗废水以及医护人员产生的生活污水依托医院原有污水处理站处理达标后纳管，项目废水不直接排放，对地表水环境影响较小。

③固体废物：介入手术产生的医疗废物、工作人员产生的生活垃圾经妥善安全处置后不会对周围环境产生明显影响。

④噪声：本项目 DSA 机房通风设备拟选用低噪声设备，通风设备设置于室内，项目通风设备经墙体隔声、距离衰减后，对医院场界噪声贡献值很小，运行期间场界噪声可达到相关标准要求，对周边声环境影响较小。

13.1.4 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

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）》，本项目属于医药类项目中的“高性能医学影像设备”，为鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

（2）实践正当性以及代价利益分析结论

本项目建设的根本目的在于开展诊疗工作、治病救人，具备良好的经济效益与显著社会效益，可满足杭州市以及浙江省广大患者的诊疗需求，对保障人民群众身体健康、拯救生命起到了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院将严格依照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施、健全管理制

度。经预测分析，在规范操作和科学管理的前提下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给职业人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术利用实践具有正当性，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。

（3）选址合理性分析结论

本项目 DSA 机房布置在满足医疗流程完整、顺畅运行的前提下，充分考虑了周围环境的影响和辐射类项目尽量集中设置，机房相邻区域没有产科、儿科病房等敏感人群长时间集中停留的场所，因此项目选址合理。

（4）《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析结论

本项目为医疗机构核技术利用项目，经分析，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，项目的建设符合《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

（5）与其他相关规划符合性分析结论

根据《杭州市上城区小营规划管理单元（SC02）控制性详细规划》，本项目所在地为医疗卫生用地；根据杭州市上城区“三区三线”划分成果，项目所在地在城镇开发边界内。因此本项目的建设符合土地利用规划以及“三区三线”的要求。

由本报告表 11 环境影响分析可知，本项目运营过程中产生的电离辐射及“三废”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。

（6）项目可行性

综上所述，浙江大学医学院附属第一医院庆春院区新增两台数字减影血管造影装置建设项目的选址和布局合理可行，医院在落实本报告提出的各项污染防治、辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运行期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

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，若确实需要变动，将根据情况完善环保手续。

②严格按照本报告的屏蔽设计方案、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。项目竣工后正式运行前，根据《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，编制竣工环境保护验收报告。

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按照国家相关法律法规及环评报告的要求补充和更新相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，保证各种规章制度和操作规程的有效执行，并对应急预案定期进行演练、总结。

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：	
公 章	
经办人	年 月 日

审批意见：	
公 章	
经办人	年 月 日