

编号：ZFHK-FB23220116

核技术利用建设项目

台州市博爱医院搬迁1台DSA项目

环境影响报告表

(公示稿)

台州市博爱医院

2024年01月

生态环境部监制

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	11
表 3 非密封放射性物质.....	11
表 4 射线装置.....	12
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	13
表 6 评价依据.....	14
表 7 保护目标与评价标准.....	17
表 8 环境质量和辐射现状.....	21
表 9 项目工程分析与源项.....	25
表 10 辐射安全与防护.....	32
表 11 环境影响分析.....	39
表 12 辐射安全管理.....	55
表 13 结论与建议.....	62
表 14 审批.....	65

表 1 项目基本情况

建设项目名称		台州市博爱医院搬迁 1 台 DSA 项目			
建设单位		台州市博爱医院			
法人代表	孙捷	联系人	██████	联系电话	██████
注册地址		浙江省台州市路桥区商海南街 609 号			
项目建设地点		浙江省台州市路桥区商海南街 609 号门诊住院部三层 6 号手术间			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	150	项目环保投资 (万元)	15	投资比例 (环保投资/总投资)	10%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
	<p>1.1 项目概述</p> <p>1.1.1 建设单位概况</p> <p>台州市博爱医院（以下简称“医院”）位于浙江省台州市路桥区商海南街 609 号，于 1996 年 8 月建院，是一家以骨科、肿瘤科、手显微外科、妇产科为特色的二级甲等综合医院。现有职工 570 余人，其中中高级人员 167 人，核定床位 350 张，设有内科、外科、妇儿中心等 30 多个临床科室和 8 个病区，其中骨科为浙江省县级龙头学科，显微外科为浙江省特色学科。</p> <p>医院为福建中医药大学、台州学院医学院教学医院，台州护士学校的临床实习基地，台州市城镇职工医疗保险、城乡居民医保、工伤医保单位，台州市 120 急救分站。先后在省（市、区）科研课题立项 20 余项，先后荣获全国民办非企业单位自律与诚信建设</p>				

先进单位、全国百姓放心示范医院、浙江省文明单位、“浙江慈善奖·志愿服务奖”、浙江省“无烟医院”、台州市首届慈善集体贡献奖等称号。

1.1.2 建设目的和任务由来

医院急诊楼一层 DSA 机房现有 1 台 DSA，属于 II 类射线装置，型号为 CGO-2100，主束方向主要由下朝上，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。该 DSA 环评于 2021 年 4 月 25 日取得台州市生态环境局的批复，文号为台环辐〔2021〕2 号，并于 2021 年 8 月 6 日完成自主竣工环境保护验收。根据该 DSA 在 2023 年的质量控制检测和辐射工作场所放射防护检测（具体见附件 7），该 DSA 所检参数均符合标准要求，DSA 机房外各检测点的周围剂量当量率均不大于 2.5 μ Sv/h，符合标准要求。

为提高医疗服务能力，进一步满足患者的就诊需求，医院拟将该 DSA 搬迁至门诊住院部三层 6 号手术间，原 DSA 机房计划改为综合服务部。《台州市博爱医院门诊住院部扩建项目环境影响报告书》于 2014 年 10 月 24 日取得原台州市环境保护局的批复，文号为台路环建〔2014〕103 号，截至 2023 年 12 月，门诊住院部大楼主体建筑已建成且尚未投入使用。

对照《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为 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）》（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。

为此，台州市博爱医院委托中辐环境科技有限公司开展“台州市博爱医院搬迁 1 台 DSA 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、资料收集和委托辐射环境质量现状监测等工作，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）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

医院拟将 1 台 DSA 从急诊楼一层 DSA 机房搬迁至门诊住院部三层 6 号手术间，原 DSA 机房计划改为综合服务部，门诊住院部大楼地上共 18 层，地下 1 层。搬迁 DSA 属于 II 类射线装置，型号为 CGO-2100，主束方向主要由下朝上，最大管电压 125kV，最大

管电流 1000mA。本项目射线装置主要技术参数详见下表。

表1-1 本项目射线装置主要技术参数

序号	名称	型号	数量	拟安装位置	类别	最大管电压、最大管电流	备注
1	DSA	CG0-2100	1台	门诊住院部三层6号手术间	II类	125kV、1000mA	搬迁

本项目 DSA 机房观察窗为 4.0mmPb 铅玻璃，防护门（共 3 樘）均为 4.0mmPb 防护门，北侧和东侧墙体均采用 4mm 铅板+240mm 空心砖+1.2mm 电解钢板作为屏蔽材料，西侧墙体采用 4mm 铅板+240mm 混凝土+1.2mm 电解钢板作为屏蔽材料，南侧墙体采用 4mm 铅板+2.0mm 电解钢板+50mm 彩钢板作为屏蔽材料，顶棚和地坪均采用 120mm 混凝土+30mm 硫酸钡作为屏蔽材料。本项目 DSA 机房屏蔽设计示意详见下图。

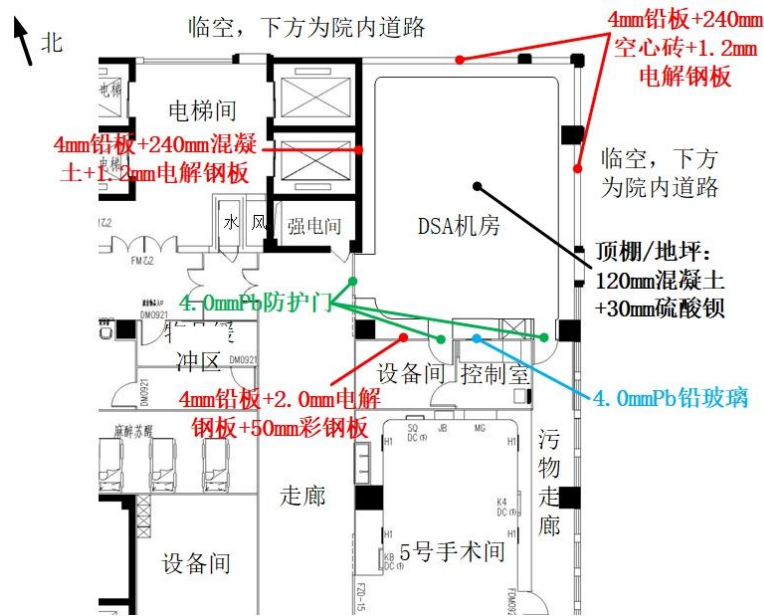


图 1-1 本项目 DSA 机房屏蔽设计示意图

1.1.4 项目工作负荷及人员配置

(1) 人员配置

本项目配备辐射工作人员8名，均为医院现有辐射工作人员，包括手术医生4人，护士2人，技师2人。本项目辐射工作人员（主要是手术医生和技师）有兼职操作医院其他射线装置的情况。

根据医院提供资料（具体见附件13），本项目辐射工作人员在岗期间职业健康体检结论均为可继续从事放射岗位工作；在2022.10.01~2023.09.30连续四个检测周期的个人剂量监测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员剂量限值要求；7名辐射工作人员在台州市卫生监督所组织的台州市放射工作人员放射防护知识培训平台（<https://tzfspx.91cme.com/>）进行培训并通过培训，1名辐

射工作人员参加了国家核技术利用辐射防护与安全培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）考核，均考核合格并在有效期内。

（2）工作负荷

本项目DSA包括透视和减影两种模式，根据医院提供资料，急诊楼一层DSA机房每年最大手术台数为150台，手术类型有心脏血管、外周及综合介入等类型，涉及科室主要有放射科、肿瘤科、心内科、普外科。本项目DSA计划从急诊楼一层DSA机房搬迁至门诊住院部三层6号手术间，搬迁前后手术类型和涉及科室均不变，考虑到远期发展，年最大手术台数增加至300台。综上所述，DSA搬迁后，本项目门诊住院部三层6号手术间每年最大手术台数为300台，手术类型有心脏血管、外周及综合介入等类型，涉及科室主要有放射科、肿瘤科、心内科、普外科。

因每台手术患者和手术要求不同，1台手术中DSA的减影时间和透视时间也不大相同。本项目按照1台手术常规出束时间考虑，1台手术减影曝光时间取0.5min，透视时间取20min，则本项目DSA减影过程年总曝光时间为2.5h，透视过程年总曝光时间为100h。

根据医院提供资料，每台手术配备2名手术医生，1名护士，1名技师。手术医生根据手术类型进行调配，轮岗安排手术。本次评价保守按手术医生单人承担最大手术台数为150台，护士和技师单人承担最大手术台数为150台。辐射工作人员每天工作不超过8小时，每年工作不超过250天。本项目DSA最大工作负荷统计见下表。

表 1-2 本项目拟建 DSA 最大工作负荷

射线装置	工作状态	平均手术最长出束时间 (min)	全年开展手术量 (台)	设备年总出束时间 (h)	单个手术医生年最大受照时间 (h)	单个护士/技师年最大受照时间 (h)	总出束时间 (h)
DSA	减影	0.5	300	2.5	1.25	1.25	102.5
	透视	20		100	50	50	

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

台州市博爱医院位于浙江省台州市路桥区商海南街 609 号，医院东侧为居民住宅楼；东南侧为空地、停车区域和废弃房屋；南侧为山水泾，隔泾为住宅区（刚泰臻品花园）和路桥丁岙园区；西侧为商海南路，隔路为台州市路桥社会福利中心和临街商业楼；北侧为文化路，隔路为住宅区（新安小区）；东北侧为居民住宅楼。医院地理位置图见附图 1，医院周边环境关系图详见附图 2。

1.2.2 项目周边环境关系

(1) 本项目外环境关系

本项目 DSA 机房位于门诊住院部三层 6 号手术间，门诊住院部地上 18 层、地下 1 层。门诊住院部的东侧为院内道路，隔路为拟建综合办公楼（现状空地和停车区域）；南侧为院内道路，隔路为综合楼；西侧为门诊楼；北侧为院内道路，隔路为急诊楼。

本项目 DSA 机房东北侧边界距急诊楼约 5.5m，距文化路约 34m，距公共通道约 6m，居民住宅楼约 15m，距住宅区（新安小区）约 83m；东南侧边界距拟建综合办公楼（现状空地和停车区域）约 14.5m，距废弃房屋约 51.5m，距医院边界约 132m；西南侧边界距空地和停车区域约 33m，距综合楼约 42m，距病房楼约 58m，距医院边界约 62m；西北侧边界距门诊楼约 32m，距医院边界约 76m。详细情况见附图 3。

(2) 本项目工作场所四至关系

本项目 DSA 机房东侧临空，下方为院内道路；南侧为设备间、控制室和污物走廊；西侧为电梯间、强电间和走廊；北侧临空，下方为院内道路。DSA 机房楼上主要为设备层的加压送风机房，楼下主要为避难间和 ICU 病房。DSA 机房平面布局详见附图 4。

综上所述，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、内部道路以及外部道路文化路、居民住宅楼、空地和停车区域。

1.2.3 相关规划及选址合理性分析

本项目用地属于医院用地，DSA 机房位于门诊住院部三层 6 号手术间，用房性质为医疗用房。辐射工作场所实体屏蔽边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑物、内部道路以及外部道路文化路、居民住宅楼、空地和停车区域。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众造成的影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

1.3 产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订）中第十三项“医药”中第五条“新型医用诊断医疗仪器设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

1.4 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。核技术应用项目的开展，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。

医院在放射诊断和介入治疗过程中，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。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，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，该核技术应用实践具有正当性，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 台州市“三线一单”生态环境分区管控方案符合性分析

根据浙江省生态环境厅|浙江省“三线一单”数据应用管理系统的综合查询展示(<https://sxyd.sthjt.zj.gov.cn:8252/#/compreQuery/compreQuery>)以及《台州市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于台州市路桥桐屿-螺洋产业集聚重点管控单元(ZH33100420074)，具体见附图8。台州市路桥桐屿-螺洋产业集聚重点管控单元生态环境准入清单符合性分析详见下表。

表 1-3 生态环境准入清单符合性分析表

“三线一单”生态环境准入清单要求		本项目情况	是否符合
空间布局约束	优化完善区域产业布局，合理规划布局三类工业项目，鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造，进一步调整和优化产业结构，逐步提高区域产业准入条件。重点加快园区整合提升，完善园区的基础设施配套，不断推进产业集聚和产业链延伸。 合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。	本项目为医院核技术利用项目，不属于本单元限制类产业，符合空间布局约束。	是
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。实施工业企业废水深度处理，严格重污染行业重金属和高浓度难降解废水预处理和分质处理，加强对纳管企业总氮、盐分、重金属和其他有毒有害污染物的管控，强化企业污染治理设施运行维护管理。全面推进重点行业 VOCs 治理和工业废气清	本项目为医院核技术利用项目，不涉及工业污染物总量排放；项目涉及废水为生活污水和少量医疗废水，废水纳管排放；项目废气不属于工业废气，不涉及重点行业 VOCs 治理；项目不涉及土壤和地下水污染防治与修复。	是

	洁排放改造，强化工业企业无组织排放管控。二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物全面执行国家排放标准大气污染物特别排放限值，深入推进工业燃煤锅炉烟气清洁排放改造。加强土壤和地下水污染防治与修复。		
环境风险防控	定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险，落实防控措施。相关企业按规定编制环境突发事件应急预案，重点加强事故废水应急池建设，以及应急物资的储备和应急演练。强化工业集聚区企业环境风险防范设施建设和正常运行监管，落实产业园区应急预案，加强风险防控体系建设，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制。	本项目为医院核技术利用项目，不属于工业企业项目，不涉及事故废水，医院已制定辐射事故应急预案。	是
资源开发效率要求	推进重点行业企业清洁生产改造，大力推进工业水循环利用，减少工业新鲜水用量，提高企业中水回用率。落实最严格水资源管理制度落实煤炭消费减量替代要求，提高能源使用效率。	本项目所用能源主要为城市生活用水和电能，资源使用效率高，符合资源开发效率要求。	是

综上所述，本项目符合台州市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评[2016]150号），要求强化“三线一单”的约束作用，建立“三挂钩”机制，“三管齐下”切实维护群众的环境权益。“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”，项目建设应强化“三线一单”约束作用。

（1）生态保护红线

本项目位于台州市路桥区商海南街 609 号门诊住院部三层 6 号手术间，属于台州市路桥桐屿-螺洋产业集聚重点管控单元（ZH33100420074），不在当地饮用水源、风景区、自然保护区等生态保护区内。根据台州市区生态保护红线分布图，本项目不涉及生态保护红线，具体见附图 9。

（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 X- γ 辐射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，项目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

本项目为医院核技术利用项目，不属于工业项目。结合本项目所在环境管控单元的环境准入清单，本项目满足生态环境准入清单的要求。

综上所述，本项目能够符合“三线一单”的管控要求。

1.6 原有核技术利用项目许可情况

1.6.1 原有射线装置许可情况

医院目前持有的辐射安全许可证书编号为：浙环辐证[J0026]，许可种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。有效期为：2022年9月7日~2027年5月5日。医院辐射安全许可证件见附件3。医院原有核技术利用项目环保履行情况详见下表。

本项目 DSA 为搬迁设备，计划从急诊楼一层 DSA 机房搬迁至门诊住院部三层 6 号手术间。该 DSA 环评于 2021 年 4 月 25 日取得台州市生态环境局的批复，文号为台环辐（2021）2 号，并于 2021 年 8 月 6 日完成自主竣工环境保护验收，详见表 1-5 中的序号 2。

根据表 1-4 和附件 5，医院计划于 2021 年在急诊楼一层 DSA 机房内开展 ^{125}I （粒子源）植入应用项目，该项目环境影响登记表已经完成备案，备案号：20213310040000028。截至 2023 年 12 月，急诊楼一层 DSA 机房未曾开展过 ^{125}I （粒子源）植入应用项目。根据医院提供信息，本项目 DSA 搬迁后，门诊住院部三层 6 号手术间无开展 ^{125}I （粒子源）植入应用项目的计划。

表 1-4 医院原有非密封放射性物质使用情况

序号	核素名称	使用场所	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	场所等级	活动种类和范围	环评情况	验收情况
1	^{125}I (粒子源)	CT 机房	1.18×10^6	2.37×10^{11}	丙级	使用	备案登记，备案号：201833100400000246	
2	^{125}I (粒子源)	DSA 机房	1.18×10^6	2.37×10^{11}	丙级	使用	备案登记，备案号：20213310040000028	

表 1-5 医院原有核技术应用项目射线装置清单

序号	名称	数量	类别	型号	工作场所	环评情况	验收情况
1	直线加速器	1	Ⅱ类	SPACO CMX6	新大楼地下一层加速器机房	台环辐 (2018) 6号	自主竣工环境保护验收 2019.3.29
2	医用血管造影 X 射线机	1	Ⅱ类	CGO-2100	急诊楼一楼 DSA 机房	台环辐 (2021) 2号	自主竣工环境保护验收 2021.8.6

3	X射线计算机体层摄影设备	1	Ⅲ类	Neu Viz 16 Classic	发热门诊CT机房	备案登记, 备案号: 202133100400000009
4	X射线计算机体层摄影设备	1	Ⅲ类	uCT760	门诊楼二层CT机房	备案登记, 备案号: 201833100400000242
5	移动数字X射线摄影系统	1	Ⅲ类	200Mate	病房	
6	医用诊断X射线系统	1	Ⅲ类	Definium6000	门诊楼二层1号机房	
7	数字化医用X射线摄影系统	1	Ⅲ类	uDR 596i	门诊楼二层2号机房	备案登记, 备案号: 202033100400000015
8	双能X射线骨密度	1	Ⅲ类	EXCELLUS	门诊楼二层骨密度机房	备案登记, 备案号: 201833100400000242
9	移动式C形臂X射线机	1	Ⅲ类	OEC One CFD	手术室	备案登记, 备案号: 202233100400000027
10	移动式C形臂X射线机	1	Ⅲ类	Brivo OEC715	手术室	备案登记, 备案号: 201833100400000242
11	厢式X射线机	1	Ⅲ类	AKHX-50/200 D-RAD	体检车-车载DR 机房	备案登记, 备案号: 202133100400000010

1.6.2 现有射线装置管理情况

(1) 医院已成立了放射安全与防护管理委员会, 制定了一系列的辐射工作管理制度, 包括放射科各项管理制度及操作规程、介入科各项管理制度及操作规程、放疗科管理制度及操作规程、放射治疗质量保证与质量控制管理体系和辐射事故应急预案。

医院现有管理制度内容较为全面, 符合相关要求, 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。医院严格落实各项规章制度, 各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好, 在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

(2) 辐射工作期间, 要求辐射工作人员佩戴个人剂量计, 个人剂量计三个月(最长不超过 90 天)送检一次, 并建立个人剂量档案, 档案长期保存。医院开展了辐射工作人员剂量监测, 现有辐射工作人员个人剂量监测报告见附件 9。由监测报告结果可以看出: 医院现有辐射工作人员在 2022.10.01~2023.09.30 连续四个检测周期的个人剂量监测结果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对辐射工作人员剂量限值要求。

(3) 医院部分辐射工作人员在台州市卫生监督所组织的台州市放射工作人员放射防护知识培训平台(<https://tzfspx.91cme.com/>)进行培训, 均通过培训并在有效期内;

部分辐射工作人员参加了国家核技术利用辐射防护与安全培训平台 (<http://fushe.mec.gov.cn/>) 考核, 均考核合格并在有效期内, 具体见附件 10。医院应组织辐射工作人员按时接受再培训。

(4) 医院对现有辐射工作人员开展有健康监护, 并建有职业健康档案。辐射工作人员岗前、在岗期间和离岗前均进行职业健康体检, 在岗期间体检周期不超过 2 年。根据医院提供的职业健康体检报告, 在岗辐射工作人员均可继续从事放射性工作, 具体见附件 10。

(5) 医院现有辐射工作场所均实行“两区”管理, 划分明确的监督区和控制区; 控制区入口设置有电离辐射警示标识; 使用 II 类、III 类射线装置机房均按要求设置有门灯连锁和工作状态指示灯等设施, 机房防护和个人防护用品满足相关标准。

(6) 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, 根据建设单位提供的监测报告, 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。

(7) 辐射应急演练和年度评估

医院已制定有《辐射事故应急预案》, 经医院核实, 自辐射活动开展以来, 未发生过辐射事故。

医院执行有年度评估制度, 编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》, 对放射性同位素和射线装置辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、放射性同位素和射线装置台账、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。

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
	无							

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
	无									

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)。

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	装置名称	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
	无									

(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	装置名称	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	CG0-2100	125	1000	影像诊断和介入治疗	门诊住院部三层 6 号手术间	搬迁

(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	
	无												

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	直接进入大气，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/m³，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	<p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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令 第682号令修订），自2017年10月1日起施行修订版；</p> <p>(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；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006年1月18日国家环境保护总局令 第31号公布，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；</p> <p>(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；</p> <p>(8) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 公告 2017年第66号），自2017年12月5日起施行；</p> <p>(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</p>
------------------	--

	<p>国生态环境部令第 16 号)，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2019 年 10 月 30 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号公布，自 2020 年 1 月 1 日起施行；2021 年 12 月 30 日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 49 号修改)，自 2021 年 12 月 30 日起施行修改版；</p> <p>(11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告 2019 年第 57 号)，自 2020 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 2021 年第 9 号)，自 2021 年 3 月 15 日起施行；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(15) 《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；</p> <p>(16) 《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；</p> <p>(17) 《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；</p> <p>(18) 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)。</p>
技 术 标	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《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)；</p>

准	<p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。</p>
其他	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 《辐射防护手册》（第一分册），李德平、潘自强主编；</p> <p>(3) 《辐射防护手册》（第三分册），李德平、潘自强主编；</p> <p>(4) 《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》；</p> <p>(4) 医院提供的其它与本项目有关的技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目的特点，结合《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）的相关规定，本次辐射环境评价范围取拟建 DSA 机房的实体屏蔽边界外延 50m 为评价范围，评价范围详见附图 3。

7.2 保护目标

根据现场踏勘，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、内部道路以及外部道路文化路、居民住宅楼、空地和停车区域。本项目环境保护目标为本项目辐射工作人员以及评价范围内医院其他工作人员和公众成员。

表7-1 主要环境保护目标

环境保护目标	方位	距离本项目实体屏蔽边界最近距离（m）		规模	人员类别	年剂量约束值
		水平	垂直			
控制室辐射工作人员	南侧	紧邻	0	8人	职业	5mSv/a
DSA 机房辐射工作人员	内部	/	/		职业	
设备间公众	南侧	紧邻	0	20人次/d	公众	0.1mSv/a
污物走廊公众	南侧	紧邻	0	5人次/d	公众	
强电间公众	西侧	紧邻	0	2人/d（一般无人停留，特殊情况下有人）	公众	
走廊公众	西侧	紧邻	0	50人次/d	公众	
电梯间公众	西侧	紧邻	0	流动人员	公众	
设备层的加压送风机房公众	上方	0	+4.5	2人/d（一般无人停留，特殊情况下有人）	公众	
避难间公众	下方	0	-4.5	10人/d（一般无人停留，特殊情况下有人）	公众	
ICU病房公众	下方	0	-4.5	10人次/d	公众	
门诊住院部其余公众	四周	0	0	500人次/d	公众	
急诊楼公众	东北侧	5.5	-8.0	300人次/d	公众	
文化路公众	东北侧	34	-8.0	5000人次/d	公众	
公共通道公众	东北侧	6	-8.0	50人次/d	公众	
居民住宅楼公众	东北侧	15	-8.0	70人/d	公众	
拟建综合办公楼公众（现状空地和	东南侧	14.5	-8.0	300人次/d	公众	

空地					
停车区域)					
空地和停车区域 公众	西南侧	33	-8.0	50人次/d	公众
综合楼公众	西南侧	42	-8.0	100人次/d	公众
门诊楼公众	西北侧	32	-8.0	500人次/d	公众
注：“+”表示环境保护目标所在建筑物1F地面或房间地面、道路、空地高于本项目机房地面，“-”表示反之。					

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

(1) 剂量限值

①职业人员

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

②公众人员

B1.2.1 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

- a) 年有效剂量，1mSv；
- b) 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。

(2) 年剂量约束值

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。职业人员腕部皮肤取四肢（手和足）或皮肤年当量剂量限值，即不超过 500mSv。眼晶体取不超过 150mSv 作为眼晶体的年当量剂量限值。

②对于公众，本项目取年有效剂量限值 1mSv 的十分之一，即不超过 0.1mSv 作为年剂量约束值。

(3) 分区

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。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

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 1 的规定。

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 2 的规定。

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序(如 DR、CR、屏片摄影) 机房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv；

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 3 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 0.25 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mmPb。

表 1 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 d^2m^2	机房内最小单边长度 e^2m
单管头 X 射线机 ^b (含 C 形臂，乳腺 CBCT)	20	3.5
^b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内； ^d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形面积； ^e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。		

表 2 不同类型 X 射线装置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 及以下的摄影机房	2	1
C 型臂 X 射线设备机房	2	2

表 3 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。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

台州市博爱医院位于台州市路桥区商海南街609号，项目地理位置见附图1。本项目 DSA机房位于门诊住院部三层6号手术间，周边环境概况详见附图2和附图3。

8.2 辐射环境质量现状评价

为了解项目所在地辐射现状水平，本次评价委托浙江建安检测研究院有限公司对本项目辐射工作场所及周围的辐射环境本底进行了监测，监测布点见图 8-1~图 8-2。

- (1) 环境现状评价对象：拟建项目区域及周边环境
- (2) 监测因子： γ 辐射剂量率
- (3) 监测点位

根据项目的平面布局和周围环境情况，监测布点位见图 8-1~图 8-2。

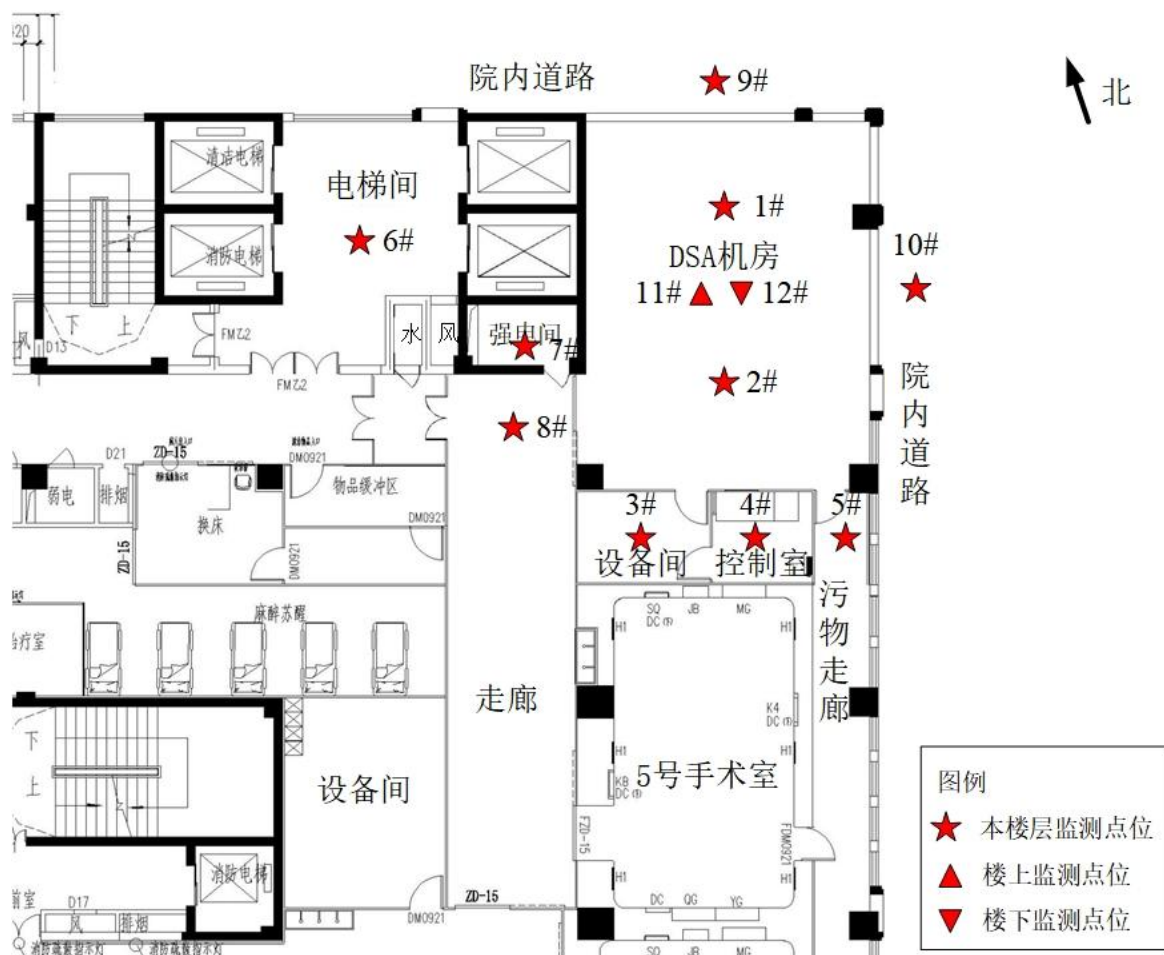


图 8-1 本项目本底监测点位图 (1)

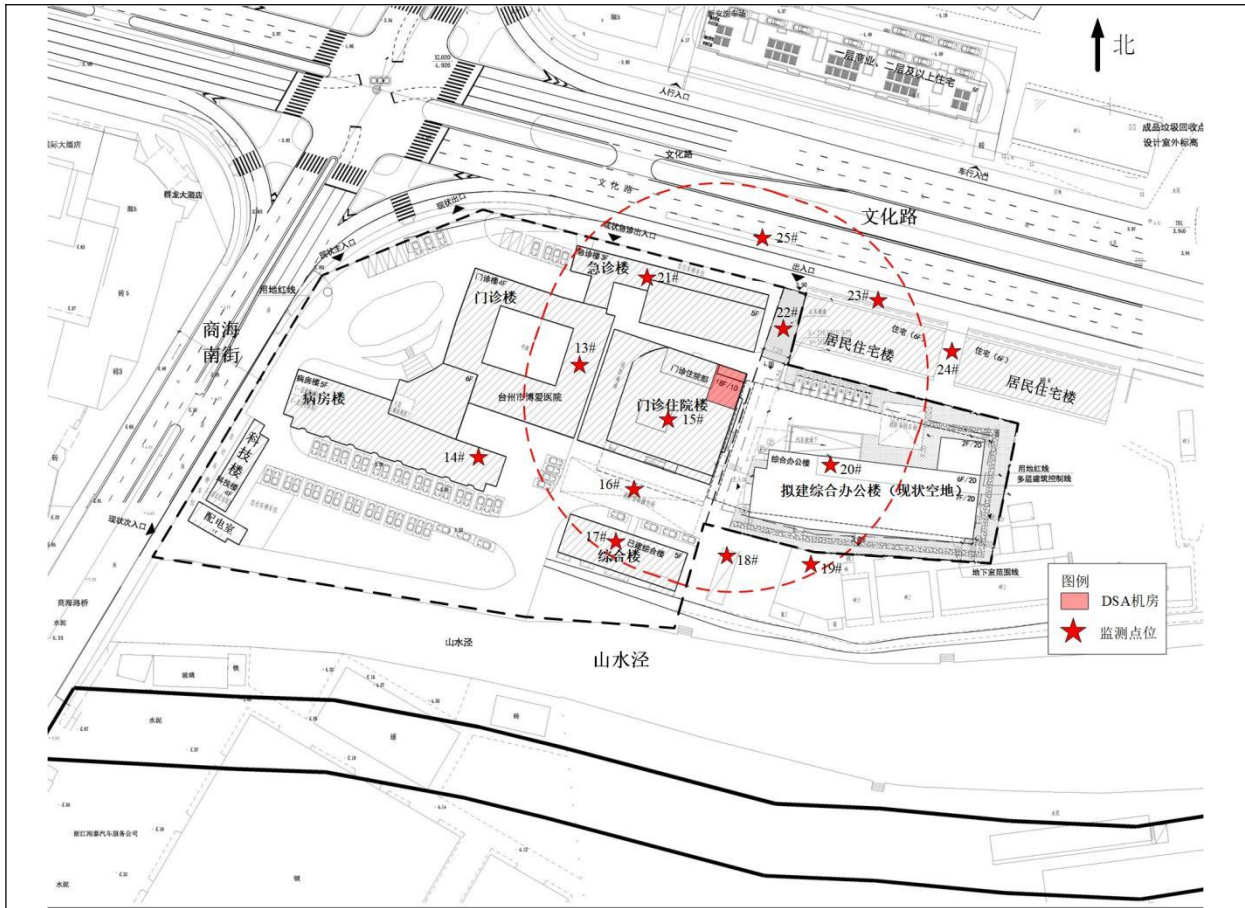


图 8-2 本项目本底监测点位图 (2)

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) 监测日期：2023 年 11 月 10 日
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：
 - ① 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）
 - ② 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：天气：阴；温度：23℃；相对湿度：57%。
- (8) 监测报告编号：GABG-HJ23390026（附件 6）
- (9) 主要监测仪器

表 8-1 X-γ剂量率仪参数

仪器型号	FH 40G-L10+FHZ 672E-10
仪器名称	便携式 X、γ辐射周围剂量当量率仪
生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
仪器编号	05035404
能量范围	40KeV~4.4MeV
测量范围	主机：10nSv/h~100mSv/h；探头：1nSv/h~100μSv/h
校准单位	上海市计量测试技术研究院
校准证书	2023H21-10-4416128002
校准有效期	2023 年 2 月 17 日~2024 年 2 月 16 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，具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定计量认证证书、质量管理体系认证及环境管理体系认证，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，最后由授权签字人审定。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建 DSA 机房辐射环境现状监测布点及结果一览表

监测点编号	监测点位置	监测结果 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1#	拟建 DSA 机房点位 1	94	1	室内
2#	拟建 DSA 机房点位 2	94	1	室内
3#	设备间	100	2	室内
4#	控制室	100	1	室内

5#	污物走廊	97	2	室内
6#	电梯间	138	1	室内
7#	强电间	130	2	室内
8#	走廊	122	1	室内
9#	院内道路	132	1	道路
10#	院内道路	116	2	道路
11#	楼上（设备层）：加压送风机房	120	2	室内
12#	楼下：避难间	146	2	室内
13#	门诊楼	133	2	室内
14#	病房楼	165	2	室内
15#	门诊住院部	133	2	室内
16#	院内道路	142	2	道路
17#	综合楼	133	2	室内
18#	空地	93	1	室内
19#	废弃房屋	95	2	室内
20#	拟建综合办公楼（现状空地）	103	2	道路
21#	急诊楼	148	2	室内
22#	公共通道	124	2	道路
23#	居民住宅楼	110	1	道路
24#	居民住宅楼	129	1	道路
25#	文化路	92	1	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=读数平均值 \times 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-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 1.19，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，仪器对宇宙射线的响应值为 9nGy/h。
4、由于不便进入居民住宅楼（点位 23#和 24#），故在靠近楼外的道路上进行监测。

8.4 环境现状调查结果的评价

由表 8-2 监测结果可知，本项目各监测点位室内 γ 辐射剂量率范围为 93nGy/h~165nGy/h，室外道路 γ 辐射剂量率范围为 92nGy/h~142nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，台州市室内 γ 辐射剂量率为 $5.9\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 20.0\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 即 59nGy/h~200nGy/h，道路上 γ 辐射剂量率为 $5.0\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 14.2\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 即 50nGy/h~142nGy/h。

综上所述，本项目拟建场所各监测点位 γ 辐射剂量率基本处于台州市天然辐射本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 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。DSA 射线装置主要由影像探测器、X 线管头、显示器、导管床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成。典型 DSA 射线装置整体外观示意图如图 9-1 所示,本项目 DSA 为搬迁设备,原机房(急诊楼一层 DSA 机房)现场照片如图 9-2 所示。



图 9-1 DSA 射线装置整体外观示意图



图 9-2 原机房(急诊楼一层 DSA 机房)现场照片

9.1.2 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（为韧致辐射）。典型 X 射线管结构详见图 9-3。

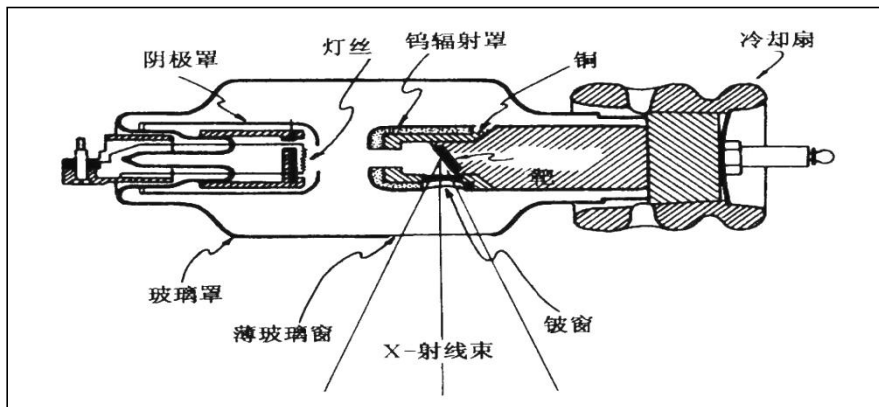


图 9-3 典型 X 射线管结构图

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

9.1.3 操作流程及产污环节

(1) 操作流程

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 诊疗的辐射危

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 设备，技师在控制室内首次减影初步确认病灶部位后，医护人员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减影，当确诊病灶部位后，医护人员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 在进行曝光时都分为两种情况：

第一种情况，透视。进行介入手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于铅帘后身着铅橡胶围裙、铅防护眼镜在曝光室内对病人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，减影。操作人员采取隔室操作的方式（即技师在操作间内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。

(2) 产污环节分析

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，注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均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。射线装置操作流程及产污环节如图 9-4 所示。

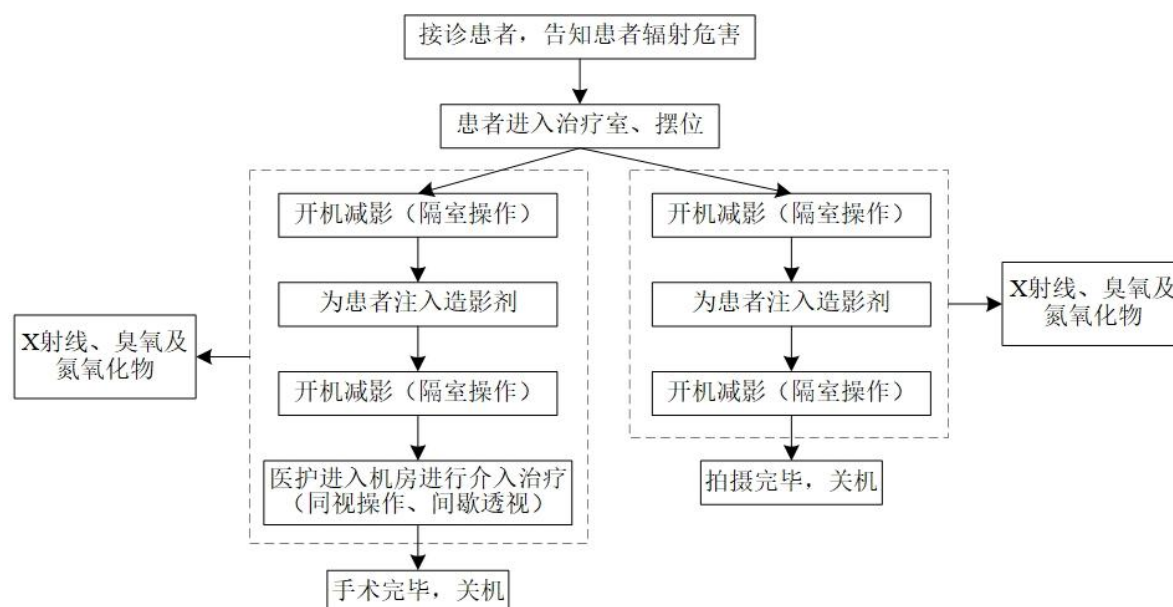


图 9-4 DSA 操作流程及产污环节图

本项目 DSA 在曝光过程中，由于 X 射线与空气电离作用，机房内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。

9.1.4 人员、物流路径规划

(1) 病人路径

病人经通知后从换床室进入走廊，通过 DSA 机房西侧防护门进入机房。治疗结束后，病人按原路离开。

(2) 辐射工作人员路径

辐射工作人员经过换鞋、更衣后进入走廊，通过 DSA 机房西侧防护门进入机房，其中技师通过设备间进入控制室进行设备操作，医生和护士在机房内部进行手术或在控制室观察机房内病人情况。治疗结束后，辐射工作人员按原路离开。

(3) 污物路径

本项目介入手术会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束后从 DSA 机房南侧防护门运至同楼层的污物暂存间。

本项目人员、物流路径规划示意图具体见附图 5。

9.2 污染源项分析

9.3.1 正常工况污染源项分析

(1) 辐射影响

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 DSA 射线装置非曝光状态下不产生 X 射线，只有在开机并处于曝光状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，污染因子主要为 X 射线。由于 X 射线贯穿能力强，将对工作人员、公众及周围环境造成一定的辐射污染，DSA 工作时会产生以下几种 X 射线辐射：

①有用线束

有用线束又称初级辐射，是直接由 X 射线管出射口发出，经限束装置准直能使受检部位成像的辐射线束。本项目 DSA 的主束方向主要为由下朝上，辐射工作人员通过控制 DSA 的 X 线系统，使用减影模式采集造影部位图像或对患者手术部位进行间歇式透视。

DSA 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 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。

②非有用线束

非有用线束又称次级辐射，包括有用线束照射到受检者身体或诊断床等其他物体时产生的散射线和球管源组件防护套泄漏发出的漏射线。

本项目 DSA 具有自动照射量控制调节功能（AEC），如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量率减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有一定的裕量。

本项目 DSA 包括透视和减影两种模式，根据医院提供资料，DSA 正常运行时，透视模式的工况下，最大常用电压为 90kV、最大常用电流 10mA；减影模式的工况下，最大常用电压为 90kV、最大常用电流 500mA。

i. 泄漏辐射

由靶向外从各个方向穿过辐射头泄漏出来的射线称为泄漏射线，泄漏射线遍布机架各处。参考《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射线设备辐射防护通用要求》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射”，取本项目 DSA 距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1.0mGy/h。

ii. 散射辐射

当有用线束照射检查床上的患者时，会产生散布于各个方向的次级散射辐射，散射辐射能量和剂量率远低于有用线束。散射辐射剂量率大小取决于初级射线能量、散射面积和散射角度等。

根据《辐射防护导论》射线装置距靶 1m 处的空气比释动能率，按公式 9-1 计算：

$$\dot{K} = I \cdot \delta_x \frac{r_0^2}{r^2} \quad (\text{式 9-1})$$

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/s；

I —管电流 (mA)；

δ_x —距靶 1m 处的发射率常数，mGy/(mAs)；

$r_0=1\text{m}$ ；

r —源至关注点的距离，m。

本项目 DSA 设备参数与工况情况详见下表。

表9-1 本项目DSA设备参数与工况情况

设备		DSA				
技术参数		最大管电压 125kV/最大管电流 1000mA				
过滤材料		2.5mmAl				
照射野		100cm ²				
工况模式	减影	工况下 最大常用电压 90kV 最大常用电流 500mA	发射率常数	0.075mGy/mA·s	距靶 1m 处的空气比释动能率	1.35×10 ⁸ μGy/h
	透视	工况下 最大常用电压 90kV 最大常用电流 10mA		0.075mGy/mA·s		2.70×10 ⁶ μGy/h
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为 1mGy/h				
<p>注：①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“5.1.5 在随机文件中关于滤过的内容，应符合：c）除牙科摄影和乳腺摄影用 X 射线设备外，X 射线有用线束中的所有物质形成的等效总滤过，应不小于 2.5mmAl”，故本项目保守考虑 X 射线过滤材料为 2.5mmAl。</p> <p>②根据《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1，当 X 射线过滤材料为 2.5mmAl，管电压为 90kV 时，发射率常数取值为 0.075mGy/mAs。</p> <p>③参考《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 射线设备辐射防护通用要求》（GB9706.103-2020）中“12.4 加载状态下的泄漏辐射”，取本项目 DSA 距靶 1m 处的泄漏辐射在空气中的比释动能率为 1.0mGy/h。</p>						

(2) 非放射性污染因子

本项目拟配备辐射工作人员 8 名，非辐射类污染源主要是废气、固体废物、废水及噪声。

①废气

DSA 工作时，空气在 X 射线的作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。

②固体废物

本项目介入手术会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，本项目 DSA 计划从急诊楼一层 DSA 机房搬迁至门诊住院部三层 6 号手术间，搬迁前后手术类型和涉及科室均不变，年最大手术台数增加了 150 台，医疗废物产生系数取每天 0.2kg/台·次，合计每年新增医疗废物约 30kg。

本项目辐射工作人员均为医院现有辐射工作人员，不新增生活垃圾。

③废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和少量医疗废水。

本项目涉及辐射工作人员 8 名，均为医院现有辐射工作人员，不新增生活污水；本项目 DSA 计划从急诊楼一层 DSA 机房搬迁至门诊住院部三层 6 号手术间，搬迁前后

手术类型和涉及科室均不变，年最大手术台数增加了150台，医疗废水按100L/台手术，排污系数取0.85，医疗废水产生量为12.75m³/a。

④噪声

本项目噪声源主要为 DSA 机房配备的动力通风装置产生的噪声，采用低噪声设备，产生强度为 65~70dB。

综上所述，本项目 DSA 在正常工作状况下，产生的放射性污染因子主要为 X 射线，非放射性污染因子主要为臭氧、氮氧化物、医疗废物、生活垃圾、生活污水、医疗废水和噪声。

9.2.2 事故工况

本评价项目使用 DSA 射线装置时，可能发生的辐射事故有以下几种：

- (1) 装置在运行时，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；
- (2) 工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，设备开机，造成滞留人员的误照射；
- (3) DSA 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。

事故工况产生的污染物与正常工况下相同。

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 DSA 机房位于门诊住院部三层，门诊住院部地上共 18 层，地下 1 层。DSA 机房东侧临空，下方为院内道路；南侧为设备间、控制室和污物走廊；西侧为电梯间、强电间和走廊；北侧临空，下方为院内道路。DSA 机房楼上主要为设备层的加压送风机房，楼下主要为避难间和 ICU 病房。

本项目 DSA 机房布局见附图 4，DSA 机房上方布局见附图 6，DSA 机房下方布局见附图 7。本项目辐射工作场所位置及四周布局见表 10-1。

表 10-1 机房周边场所布局一览表

所在区域	辐射场所	方位	周边房间及场所
门诊住院部三层	DSA 机房	东	临空，下方为院内道路
		南	设备间、控制室和污物走廊
		西	电梯间、强电间和走廊
		北	临空，下方为院内道路
		楼上	设备层的加压送风机房
		楼下	避难间和 ICU 病房

(1) 本项目 DSA 机房和配套房间均集中布置，相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素。

(2) 医院拟为 DSA 机房设置了患者通道、工作人员通道和污物通道，患者通道的宽度满足患者手推车辆的通行，方便治疗。

(3) 本项目的建设不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既有机联系，又互不干扰，且避开了人流量较大的门诊区或其它人员集中活动区域，并同时兼顾了病人就诊的方便性，所以 DSA 机房的布局是合理可行的。

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，并定期审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；并定期审查该区的条件，以确定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表 10-2，分区详见附图 4。

表 10-2 项目“两区”划分表

场所名称	控制区	监督区
DSA 机房	机房内部	控制室、设备间、强电间、污物走廊、走廊、电梯间（3F）
注：电梯间（3F）指的电梯间在门诊住院部三层内的范围。		

机房将严格按照控制区和监督区划分实行“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在门框上方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。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 DSA 射线装置的主要辐射为 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 射线装置为搬迁设备，购买于正规厂家，采用目前较先进的技术，设备各项安全措施齐备，仪器本身具备多种安全防护措施：

①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启

辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适的过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。

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（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

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于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤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。

⑥急停开关装置：介入手术床旁设置急停开关（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，按动急停开关，可停止 X 射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示。

⑦介入放射操作设备透视曝光开关为常断式开关，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。

（2）本项目机房辐射屏蔽设计

依据医院提供的 DSA 机房防护设计方案，将机房各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》（GBZ 130-2020）中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度的要求，对本项目屏蔽措施进行对照分析，结果见表 10-3、表 10-4。

表 10-3 本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

机房类型 (数量)	防护设施	屏蔽材料及厚度（铅当量：mmPb）	标准要求	符合性评价
DSA 机房 (1 间)	北墙	4mm 铅板+240mm 空心砖+1.2mm 电解钢板（4.0mmPb）	有用线束方向铅当量为 2mmPb，非有用线束方向铅当量为 2mmPb	符合
	西墙	4mm 铅板+240mm 混凝土+1.2mm 电解钢板（7.25mmPb）		符合
	南墙	4mm 铅板+2.0mm 电解钢板+50mm 彩钢板（4.0mmPb）		符合
	东墙	4mm 铅板+240mm 空心砖+1.2mm 电解钢板（4.0mmPb）		符合
	顶棚	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡（4.44mmPb）		符合

	地坪	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡 (4.44mmPb)		符合
	防护门 (3 樘)	内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)		符合
	观察窗	4mmPb 铅玻璃 (4.0mmPb)		符合
<p>注：①空心砖、电解钢板和彩钢板不考虑其屏蔽效果。 ②混凝土密度取 2.35g/cm³ 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》（GBZ 130-2020）中附录 C 中式（C.1）、式（C.2）及表 C.2，得 240mm 混凝土折算为 3.25mmPb（按主束方向计算），得 120mm 混凝土折算为 1.44mmPb（按主束方向计算）。 ③硫酸钡涂料密度不低于 2.79g/cm³，10mm 硫酸钡涂料等效为 1mmPb。</p>				

表 10-4 本项目机房规格与标准对照表

机房名称	拟设置情况		标准要求		符合性评价
	最小单边长度 (m)	有效使用面积 (m ²)	最小单边长度 (m)	最小有效使用面积 (m ²)	
DSA 机房	6.6	58	3.5	20	符合

通过表 10-3、表 10-4 可知，本项目的 DSA 机房面积、最小单边长度均大于标准要求，其四面墙体、地坪、顶棚、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 DSA 机房的防护设施的技术要求满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

（3）距离防护

机房将严格按照控制区和监督区划分实行“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断之前，根据诊断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，也避免病人受到额外剂量的照射。

（5）其他辐射安全防护措施

①机房门外设电离辐射警告标志，机房门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；在监督区、控制区墙体合适位置张贴监督区、控制区警示标识；DSA 机房西侧防护门为推拉门，设有防夹装置和门机连锁，

且防护门上方的工作状态指示灯能与机房门有效关联；DSA 机房南侧防护门为平开门，设有自动闭门装置和门机连锁，且防护门上方的工作状态指示灯能与机房门有效关联。

②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。

③DSA 机房西侧防护门外应设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。手术期间，陪护人员禁止进入监督区和控制区。

④本项目所有辐射工作人员必须配备个人剂量计：在机房内的辐射工作人员应采用双剂量计检测方法（分别佩戴于铅橡胶围裙外锁骨对应的领口位置、铅橡胶围裙内躯干上）；机房内分别设置视频对讲装置 1 套，监视器位于控制台。在控制台上、介入手术床旁设置急停开关（各按钮串联并与 X 射线系统连接），一旦出现异常，按动任何一个急停开关，均可停止 X 射线系统出束，并在急停开关旁设置醒目的中文提示。

⑤机房设置独立的通排风系统，通风次数不低于 4 次/h，能保持机房内良好的通风。机房设有送风、排放和回风口，1 个送风口和 1 个排风口均位于机房装饰天花板上，6 个回风口位于机房东侧、南侧和西侧墙体。机房楼上的设备层放置一台 AHU 机组，送风、回风管道均接入该机组，排风管道引至楼上设备层。具体见附图 10。

⑥电缆线通过电缆沟穿出机房，以“z”字形穿过 DSA 机房南侧墙体到达控制室，电缆沟表面铺设 3mm 铅板进行防护补偿，从而不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

⑦机房内不堆放与本项目诊断无关的杂物。

（6）监测仪器和防护用品

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，开展放射诊疗的单位应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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

医院拟将原 DSA 机房的 1 台辐射剂量率巡检仪用于本项目，无需新购。DSA 机房应配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求进行配制，医院拟将原 DSA 机房的辅助防护设施用于本项目，无需新购，另外再新购个人防护用品，具体见下表。

表 10-5 本项目拟配备个人防护用品与标准对照表

机房名称	人员类型	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 要求		本项目拟配置情况		是否符合要求
		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	工作人员	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	(新购) 防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 2 套	(利旧) 防护铅当量为 0.5mmPb 的铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘各 1 件	符合
	患者和受检者	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	——	(新购) 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、铅橡胶帽子各 1 套	——	符合

10.2 “三废”治理措施

根据工艺分析，本项目 DSA 在正常工作状况下，产生的放射性污染因子主要为 X 射线，非放射性污染因子主要为臭氧、氮氧化物、医疗废物、生活垃圾、生活污水、医疗废水和噪声。

①废气

本项目 DSA 机房设置独立的通排风系统，能保持机房内良好的通风。DSA 机房产生的臭氧和氮氧化物经排风管道引至楼上设备层，设备层采用格栅窗，有利于臭氧和氮氧化物扩散到室外大气环境，臭氧可在 50 分钟后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生量的 1/3，因此本项目 DSA 射线装置产生的废气排出机房后对周围环境影响很小。

②固体废物

项目运行后，固体废物主要为介入手术产生的医疗废物和生活垃圾。医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束后从 DSA 机房南侧防护门运至同楼层的污物暂存间，作为医疗废物委托有资质单位进行处置。

生活垃圾依托医院暂存收集设施和周边环卫部门清运处置。

③废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和少量医疗废水。生活污水经预

处理后和少量医疗废水一起进入医院废水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（日均值）后排入市政污水管网。

④噪声

本项目噪声源主要为 DSA 机房配备的动力通风装置产生的噪声，采用低噪声设备，产生强度为 65~70dB，对周围环境影响很小。

按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，本项目 DSA 需要报废处理时，建设单位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部门核销。

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

本项目无新增建筑物，施工内容主要为 DSA 机房及其配套用房的防护装修。医院已委托编制了《台州市博爱医院门诊住院部扩建项目环境影响报告书》，于 2014 年 10 月 24 日取得原台州市环境保护局的批复，文号为台路环建（2014）103 号。有关主体工程的施工期环境影响内容详见《台州市博爱医院门诊住院部扩建项目环境影响报告书》有关章节，本次评价不再做相关的环境影响评价。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

本环评要求设备的安装、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，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。由于各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 本项目 DSA 射线装置辐射环境影响分析

医院拟将 1 台 DSA 从急诊楼一层 DSA 机房搬迁至门诊住院部三层 6 号手术间，DSA 属于 II 类射线装置，型号为 CGO-2100，主束方向主要由下朝上，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。因急诊楼一层 DSA 机房和本项目 DSA 机房屏蔽防护措施和机房面积等有较大差异，不适合类比分析。为了分析 DSA 装置建成投入运行后对周围工作人员所造成的影响，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。本项目取手术医生手术位、控制室操作位、防护墙外 30cm 处、铅防护门外 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处、地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处为预测点位，预测点位见图 11-1。



图 11-1 DSA机房预测关注点位示意图

本项目 DSA 设备主束方向主要由下朝上，DSA 设备运行时，机房顶棚会受到主束照射，医生手术位、机房的四侧墙体、地坪、防护门及铅玻璃窗，会受到病人体表散射辐射和泄漏辐射影响。

DSA 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 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此，DSA 设备运行主要是泄漏和散射辐射对周围环境的影响。

手术医生和护士在 DSA 机房内进行介入手术时，会配铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护物品，另外配备铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘等辅助防护设施，其中铅橡胶围裙、铅防护眼镜、铅悬挂防护屏、铅防护帘和床侧防护帘的防护铅当量按 0.5mmPb 计算，介入防护手套按 0.025mmPb 计算。

根据前文 9.2 污染源项描述，本项目 DSA 设备参数与工况情况详见表 9-1。

① 病人体表散射剂量率估算

以下公式根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽）中公式（10.8）、（10.9）、（10.10）等公式演化而来。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

H_s ----预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

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

α ----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 ----源与病人的距离，m，取 0.7m；

d_s ----病人与预测点的距离，m；

B ----减弱因子，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录C的C.1.2 中式（C.1）及表C.2 的相关参数进行计算。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha\gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

B ——给定铅厚度的屏蔽透视因子；

β ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X ——铅厚度。

表 11-2 铅对 90kV 的 X 射线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

经计算，各预测点位的散射辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11-3 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	源点到散射点距离+散射点到关注点距离 (m)	屏蔽材料及厚度	散射面积(cm^2)	B	辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
减	2#：西侧防护墙外 30cm 处（电梯间）	0.7+5.6	4mm 铅板+24mm 混凝土+1.2mm 电解	100	1.73E-11	4.94E-08

影	3#: 西侧防护墙外30cm处(强电间)	0.7+5.6	钢板(7.25mmPb)	100		4.94E-08
	4#: 西侧防护墙外30cm处(走廊)	0.7+5.6		100		4.94E-08
	5#: 南侧防护墙外30cm处(设备间)	0.7+4.2	4mm铅板+2.0mm电解钢板+50mm彩钢板(4.0mmPb)	100	3.69E-07	1.87E-03
	6#: 南侧观察窗外30cm处(控制室)	0.7+4.2	4mmPb铅玻璃(4.0mmPb)	100	3.69E-07	1.87E-03
	7#: 南侧防护门外30cm处(污物走道)	0.7+4.2	内衬4mm铅板(4.0mmPb)	100	3.69E-07	1.87E-03
	8#: 东侧防护墙外30cm处(临空)	0.7+5.6	4mm铅板+24mm空心砖+1.2mm电解钢板(4.0mmPb)	100	3.69E-07	1.05E-03
	9#: 北侧防护墙外30cm处(临空)	0.7+4.4	4mm铅板+24mm空心砖+1.2mm电解钢板(4.0mmPb)	100	3.69E-07	1.71E-03
	10#: 楼下离地170cm处(避难间)	0.7+2.9	120mm混凝土+30mm硫酸钡(4.44mmPb)	100	9.57E-08	1.02E-03
	11#: 楼下离地170cm处(ICU病房)	0.7+2.9		100		1.02E-03
	12#: 顶棚上方距顶棚地面100cm处(设备层的加压送风机房)	0.7+4.4	120mm混凝土+30mm硫酸钡(4.44mmPb)	100	9.57E-08	4.43E-04
透 视	1#: 医生手术位(身体)	0.7+0.5	0.5mmPb辅助防护设施(铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘)+0.5mmPb铅橡胶围裙	100	4.08E-03	29.2
	1#: 医生手术位(腕部)	0.7+0.3	0.5mmPb辅助防护设施(铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘)+0.025mmPb介入防护手套	100	2.27E-02	451.5
	1#: 医生手术位(眼晶体)	0.7+0.6	0.5mmPb辅助防护设施(铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘)+0.5mmPb铅防护眼镜	100	4.08E-03	20.3
	2#: 西侧防护墙外30cm处(电梯间)	0.7+5.6	4mm铅板+24mm混凝土+1.2mm电解钢板(7.25mmPb)	100	1.73E-11	9.88E-10
	3#: 西侧防护墙外30cm处(强电间)	0.7+5.6		100		9.88E-10

4#：西侧防护墙外30cm处（走廊）	0.7+5.6		100		9.88E-10
5#：南侧防护墙外30cm处（设备间）	0.7+4.2	4mm 铅板+2.0mm 电解钢板+50mm 彩钢板（4.0mmPb）	100	3.69E-07	3.75E-05
6#：南侧观察窗外30cm处（控制室）	0.7+4.2	4mmPb 铅玻璃（4.0mmPb）	100	3.69E-07	3.75E-05
7#：南侧防护门外30cm处（污物走道）	0.7+4.2	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）	100	3.69E-07	3.75E-05
8#：东侧防护墙外30cm处（临空）	0.7+5.6	4mm 铅板+24mm 空心砖+1.2mm 电解钢板（4.0mmPb）	100	3.69E-07	2.11E-05
9#：北侧防护墙外30cm处（临空）	0.7+4.4	4mm 铅板+24mm 空心砖+1.2mm 电解钢板（4.0mmPb）	100	3.69E-07	3.41E-05
10#：楼下离地170cm处（避难间）	0.7+2.9	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡（4.44mmPb）	100	9.57E-08	2.04E-05
11#：楼下离地170cm处（ICU病房）	0.7+2.9		100		2.04E-05
12#：顶棚上方距顶棚地面100cm处（设备层的加压送风机房）	0.7+4.4	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡（4.44mmPb）	100	9.57E-08	8.86E-06

③ 泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用式 11-3 进行计算。

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

式中：

H_L —预测点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 ；

d —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》（GBZ130-2020）附录 C 中公式和参数计算。

经计算，各预测点位的泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11-4 各预测点位的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点位置描述	与源距离 (m)	屏蔽材料及厚度	B	辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
减影	2#: 西侧防护墙外 30cm 处 (电梯间)	5.6	4mm 铅板+24mm 混凝土+1.2mm 电解钢板 (7.25mmPb)	1.73E-11	5.52E-10
	3#: 西侧防护墙外 30cm 处 (强电间)	5.6			5.52E-10
	4#: 西侧防护墙外 30cm 处 (走廊)	5.6			5.52E-10
	5#: 南侧防护墙外 30cm 处 (设备间)	4.2	4mm 铅板+2.0mm 电解钢板+50mm 彩钢板 (4.0mmPb)	3.69E-07	2.09E-05
	6#: 南侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.2	4mmPb 铅玻璃 (4.0mmPb)	3.69E-07	2.09E-05
	7#: 南侧防护门外 30cm 处 (污物走道)	4.2	内衬 4mm 铅板 (4.0mmPb)	3.69E-07	2.09E-05
	8#: 东侧防护墙外 30cm 处 (临空)	5.6	4mm 铅板+24mm 空心砖+1.2mm 电解钢板 (4.0mmPb)	3.69E-07	1.18E-05
	9#: 北侧防护墙外 30cm 处 (临空)	4.4	4mm 铅板+24mm 空心砖+1.2mm 电解钢板 (4.0mmPb)	3.69E-07	1.91E-05
	10#: 楼下离地 170cm 处 (避难间)	2.2	120mm 混凝土 +30mm 硫酸钡 (4.44mmPb)	9.57E-08	1.98E-05
	11#: 楼下离地 170cm 处 (ICU 病房)	2.2			1.98E-05
	12#: 顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (设备层的加压送风机房)	5.1	120mm 混凝土 +30mm 硫酸钡 (4.44mmPb)	9.57E-08	3.68E-06
	透视	1#: 医生手术位 (身体)	0.5	0.5mmPb 辅助防护设施 (铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘) +0.5mmPb 铅橡胶围裙	4.08E-03
1#: 医生手术位 (腕部)		0.3	0.5mmPb 辅助防护设施 (铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘) +0.025mmPb 介入防护手套	2.27E-02	252.1
1#: 医生手术位 (眼晶体)		0.6	0.5mmPb 辅助防护设施 (铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘) +0.5mmPb 铅防护眼镜	4.08E-03	11.3
2#: 西侧防护墙外 30cm 处 (电梯间)		5.6	4mm 铅板+24mm	1.73E-11	5.52E-10

3#：西侧防护墙外 30cm 处（强电间）	5.6	混凝土+1.2mm 电解钢板(7.25mmPb)		5.52E-10
4#：西侧防护墙外 30cm 处（走廊）	5.6			5.52E-10
5#：南侧防护墙外 30cm 处（设备间）	4.2	4mm 铅板+2.0mm 电解钢板+50mm 彩钢板（4.0mmPb）	3.69E-07	2.09E-05
6#：南侧观察窗外 30cm 处（控制室）	4.2	4mmPb 铅玻璃（4.0mmPb）	3.69E-07	2.09E-05
7#：南侧防护门外 30cm 处（污物走道）	4.2	内衬 4mm 铅板（4.0mmPb）	3.69E-07	2.09E-05
8#：东侧防护墙外 30cm 处（临空）	5.6	4mm 铅板+24mm 空心砖+1.2mm 电解钢板（4.0mmPb）	3.69E-07	1.18E-05
9#：北侧防护墙外 30cm 处（临空）	4.4	4mm 铅板+24mm 空心砖+1.2mm 电解钢板（4.0mmPb）	3.69E-07	1.91E-05
10#：楼下离地 170cm 处（避难间）	2.2	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡（4.44mmPb）	9.57E-08	1.98E-05
11#：楼下离地 170cm 处（ICU 病房）	2.2			1.98E-05
12#：顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（设备层的加压送风机房）	5.1	120mm 混凝土+30mm 硫酸钡（4.44mmPb）	9.57E-08	3.68E-06

根据表 11-3 和表 11-4 的计算结果，将各个预测点的总的辐射剂量率统计于下表。

表 11-5 本项目 DSA 机房各个预测点的总辐射剂量率

工作模式	关注点位置描述	散射辐射剂量率 (μGy/h)	泄漏辐射剂量率 (μGy/h)	总辐射剂量率 (μGy/h)
减影	2#：西侧防护墙外 30cm 处（电梯间）	4.94E-08	5.52E-10	5.00E-08
	3#：西侧防护墙外 30cm 处（强电间）	4.94E-08	5.52E-10	5.00E-08
	4#：西侧防护墙外 30cm 处（走廊）	4.94E-08	5.52E-10	5.00E-08
	5#：南侧防护墙外 30cm 处（设备间）	1.87E-03	2.09E-05	1.89E-03
	6#：南侧观察窗外 30cm 处（控制室）	1.87E-03	2.09E-05	1.89E-03
	7#：南侧防护门外 30cm 处（污物走道）	1.87E-03	2.09E-05	1.89E-03
	8#：东侧防护墙外 30cm 处（临空）	1.05E-03	1.18E-05	1.07E-03
	9#：北侧防护墙外 30cm 处（临空）	1.71E-03	1.91E-05	1.73E-03
	10#：楼下离地 170cm 处（避难间）	1.02E-03	1.98E-05	1.04E-03
	11#：楼下离地 170cm 处（ICU 病房）	1.02E-03	1.98E-05	1.04E-03
	12#：顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（设备层的加压送风机房）	4.43E-04	3.68E-06	4.46E-04
	透视	1#：医生手术位（身体）	29.2	16.3
1#：医生手术位（腕部）		451.5	252.1	703.6
1#：医生手术位（眼晶体）		20.3	11.3	31.6
2#：西侧防护墙外 30cm 处（电梯间）		9.88E-10	5.52E-10	1.54E-09

3#：西侧防护墙外 30cm 处（强电间）	9.88E-10	5.52E-10	1.54E-09
4#：西侧防护墙外 30cm 处（走廊）	9.88E-10	5.52E-10	1.54E-09
5#：南侧防护墙外 30cm 处（设备间）	3.75E-05	2.09E-05	5.84E-05
6#：南侧观察窗外 30cm 处（控制室）	3.75E-05	2.09E-05	5.84E-05
7#：南侧防护门外 30cm 处（污物走道）	3.75E-05	2.09E-05	5.84E-05
8#：东侧防护墙外 30cm 处（临空）	2.11E-05	1.18E-05	3.28E-05
9#：北侧防护墙外 30cm 处（临空）	3.41E-05	1.91E-05	5.32E-05
10#：楼下离地 170cm 处（避难间）	2.04E-05	1.98E-05	4.02E-05
11#：楼下离地 170cm 处（ICU 病房）	2.04E-05	1.98E-05	4.02E-05
12#：顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（设备层的加压送风机房）	8.86E-06	3.68E-06	1.25E-05

由上表计算结果可知：本项目 DSA 射线装置在减影时机房周围各关注点处的辐射剂量率在 $5.00E-08\mu\text{Gy/h}$ ~ $1.89E-03\mu\text{Gy/h}$ 之间，在透视时机房周围各关注点处的辐射剂量率在 $1.54E-09\mu\text{Gy/h}$ ~ $5.84E-05\mu\text{Gy/h}$ 之间；结合区域辐射环境背景水平，不难得出 DSA 射线装置在正常运行情况下，机房周围各关注点处的辐射剂量率能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的透视条件下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的标准限值，以及减影条件下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 的标准限值。

根据表 7-1，本项目环境保护目标为本项目辐射工作人员以及评价范围内医院其他非辐射工作人员和公众成员，故对评价范围内其他环境保护目标处的辐射剂量率进行计算，具体见下表。

表 11-6 本项目 DSA 评价范围内其他环境保护目标处的辐射剂量率

工作模式	保护目标位置描述	参考关注点位	距离 (m)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)		泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)		总辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
				参考关注点最大值	保护目标处 ($\mu\text{Gy/h}$)	参考关注点最大值	保护目标处 ($\mu\text{Gy/h}$)	
减影	门诊住院部 其余公众	2#~7#	/	1.87E-03	1.87E-03	2.09E-05	2.09E-05	1.89E-03
	急诊楼公众	9#	5.5	1.71E-03	5.65E-05	1.91E-05	6.31E-07	5.72E-05
	文化路公众	9#	34	1.71E-03	1.48E-06	1.91E-05	1.65E-08	1.50E-06
	公共通道公众	9#	6	1.71E-03	4.75E-05	1.91E-05	5.31E-07	4.80E-05
	居民住宅楼 公众	9#	15	1.71E-03	7.60E-06	1.91E-05	8.49E-08	7.68E-06
	拟建综合办 公楼公众	5#~8#	14.5	1.87E-03	8.89E-06	2.09E-05	9.94E-08	8.99E-06
	空地和停车 区域公众	5#~7#	33	1.87E-03	1.72E-06	2.09E-05	1.92E-08	1.74E-06
	综合楼公众	5#~7#	42	1.87E-03	1.06E-06	2.09E-05	1.18E-08	1.07E-06

	门诊楼公众	2#~4#	32	4.94E-08	4.82E-11	5.52E-10	5.39E-13	4.88E-11
透 视	门诊住院部 其余公众	2#~7#	/	3.75E-05	3.75E-05	2.09E-05	2.09E-05	5.84E-05
	急诊楼公众	9#	5.5	3.41E-05	1.13E-06	1.91E-05	6.31E-07	1.76E-06
	文化路公众	9#	34	3.41E-05	2.95E-08	1.91E-05	1.65E-08	4.60E-08
	公共通道公 众	9#	6	3.41E-05	9.47E-07	1.91E-05	5.31E-07	1.48E-06
	居民住宅楼 公众	9#	15	3.41E-05	1.52E-07	1.91E-05	8.49E-08	2.36E-07
	拟建综合办 公楼公众	5#~8#	14.5	3.75E-05	1.78E-07	2.09E-05	9.94E-08	2.78E-07
	空地和停车 区域公众	5#~7#	33	3.75E-05	3.44E-08	2.09E-05	1.92E-08	5.36E-08
	综合楼公众	5#~7#	42	3.75E-05	2.13E-08	2.09E-05	1.18E-08	3.31E-08
	门诊楼公众	2#~4#	32	9.88E-10	9.65E-13	5.52E-10	5.39E-13	1.50E-12

11.2.2 人员年有效剂量估算

①年有效剂量估算

DSA减影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到控制室进行操作，DSA透视曝光时，手术医生和护士在DSA机房内近台操作，技师通常不在手术间内。

根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）--2000年报告附录A公式以及居留因子的选取，对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

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：

$$H_I = H_0 \times T \times t \times l \times 10^{-3} \quad (\text{式 } 11-4)$$

式中：

H_I —X射线外照射有效剂量当量，mSv；

H_0 —X射线束造成的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

T —居留因子；

t —X射线年照射时间，h/a；

l —剂量换算系数，Sv/Gy 取 1。

本项目的居留因子参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）选取，具体数值见下表。

表 11-7 居留因子的选取

场所	居留因子 (T)		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分居留	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
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗室门 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: 仅有行人车辆来往的户外区域、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

根据医院提供的资料, 本项目DSA年最大手术为300台, 按1台手术减影曝光时间取0.5分钟, 透视时间取20分钟, 则DSA减影过程年总曝光时间为2.5h, 透视过程年总曝光时间为100h。

根据前文, 每个手术医生、护士和技师单人承担最大手术台数为150台, 在DSA透视、减影过程中身体年受照具体见表1-2。根据式11-4进行计算, 本项目理论预测环境影响分析下保护目标的年有效剂量估算结果详见下表。

表 11-8 年有效剂量估算结果

预测点位	工作模式	总剂量率 (μGy/h)	年工作时间 (h/a)	居留因子	年有效剂量 (mSv)	涉及人员类型
2#: 西侧防护墙外 30cm 处 (电梯间)	减影	5.00E-08	2.5	1/16	7.81E-12	公众
3#: 西侧防护墙外 30cm 处 (强电间)		5.00E-08		1/16	7.81E-12	公众
4#: 西侧防护墙外 30cm 处 (走廊)		5.00E-08		1/4	3.12E-11	公众
5#: 南侧防护墙外 30cm 处 (设备间)		1.89E-03		1/16	2.96E-07	公众
6#: 南侧观察窗外 30cm 处 (控制室)		1.89E-03	1.25	1	2.37E-06	职业
7#: 南侧防护门外 30cm 处 (污物走道)		1.89E-03	2.5	1/4	1.18E-06	公众
8#: 东侧防护墙外 30cm 处 (临空)		1.07E-03		1/40	6.66E-08	公众
9#: 北侧防护墙外 30cm 处 (临空)		1.73E-03		1/40	1.08E-07	公众
10#: 楼下离地 170cm 处 (避难间)		1.04E-03		1/16	1.62E-07	公众
11#: 楼下离地 170cm 处 (ICU 病房)		1.04E-03		1	2.60E-06	公众
12#: 顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (设备层的加		4.46E-04		1/16	6.98E-08	公众

压送风机房)						
门诊住院部公众		1.89E-03		1	4.73E-06	公众
急诊楼公众		5.72E-05		1	1.43E-07	公众
文化路公众		1.50E-06		1	3.74E-09	公众
公共通道公众		4.80E-05		1	1.20E-07	公众
居民住宅楼公众		7.68E-06		1	1.92E-08	公众
拟建综合办公楼公众		8.99E-06		1	2.25E-08	公众
空地和停车区域公众		1.74E-06		1	4.34E-09	公众
综合楼公众		1.07E-06		1	2.68E-09	公众
门诊楼公众		4.88E-11		1	1.22E-13	公众
1#: 医生手术位 (身体)		45.5	50	1	2.3	职业
2#: 西侧防护墙外 30cm 处(电梯间)		1.54E-09		1/16	9.63E-12	公众
3#: 西侧防护墙外 30cm 处(强电间)		1.54E-09	100	1/16	9.63E-12	公众
4#: 西侧防护墙外 30cm 处(走廊)		1.54E-09		1/4	3.85E-11	公众
5#: 南侧防护墙外 30cm 处(设备间)		5.84E-05		1/16	3.65E-07	公众
6#: 南侧观察窗外 30cm 处(控制室)		5.84E-05	50	1	2.92E-06	职业
7#: 南侧防护门外 30cm 处(污物走道)		5.84E-05		1/4	1.46E-06	公众
8#: 东侧防护墙外 30cm 处(临空)		3.28E-05		1/40	8.21E-08	公众
9#: 北侧防护墙外 30cm 处(临空)		5.32E-05		1/40	1.33E-07	公众
10#: 楼下离地 170cm 处 (避难间)	透视	4.02E-05		1/16	2.51E-07	公众
11#: 楼下离地 170cm 处 (ICU 病房)		4.02E-05		1	4.02E-06	公众
12#: 顶棚上方距顶棚地 面 100cm 处(设备层的加 压送风机房)		1.25E-05	100	1/16	7.84E-08	公众
门诊住院部公众		5.84E-05		1	5.84E-06	公众
急诊楼公众		1.76E-06		1	1.76E-07	公众
文化路公众		4.60E-08		1	4.60E-09	公众
公共通道公众		1.48E-06		1	1.48E-07	公众
居民住宅楼公众		2.36E-07		1	2.36E-08	公众
拟建综合办公楼公众		2.78E-07		1	2.78E-08	公众
空地和停车区域公众		5.36E-08		1	5.36E-09	公众
综合楼公众		3.31E-08		1	3.31E-09	公众
门诊楼公众		1.50E-12		1	1.50E-13	公众

对上表中保护目标在减影和透视模式的年有效剂量估算结果进行叠加计算，计算结果详见下表。

表 11-9 减影和透视模式下保护目标年有效剂量叠加估算结果

预测点位	工作模式	年有效剂量 (mSv)	涉及人员类型
1#: 医生手术位 (身体)	透视	2.27	职业
2#: 西侧防护墙外 30cm 处 (电梯间)	减影+透 视	1.74E-11	公众
3#: 西侧防护墙外 30cm 处 (强电间)		1.74E-11	公众
4#: 西侧防护墙外 30cm 处 (走廊)		6.97E-11	公众
5#: 南侧防护墙外 30cm 处 (设备间)		6.61E-07	公众
6#: 南侧观察窗外 30cm 处 (控制室)		5.29E-06	职业
7#: 南侧防护门外 30cm 处 (污物走道)		2.64E-06	公众
8#: 东侧防护墙外 30cm 处 (临空)		1.49E-07	公众
9#: 北侧防护墙外 30cm 处 (临空)		2.41E-07	公众
10#: 楼下离地 170cm 处 (避难间)		4.13E-07	公众
11#: 楼下离地 170cm 处 (ICU 病房)		6.61E-06	公众
12#: 顶棚上方距顶棚地面 100cm 处 (设备层的加压送风机房)		1.48E-07	公众
门诊住院部公众		1.06E-05	公众
急诊楼公众		3.19E-07	公众
文化路公众		8.34E-09	公众
公共通道公众		2.68E-07	公众
居民住宅楼公众	4.29E-08	公众	
拟建综合办公楼公众	5.03E-08	公众	
空地和停车区域公众	9.70E-09	公众	
综合楼公众	5.99E-09	公众	
门诊楼公众	2.72E-13	公众	

由于本项目辐射工作人员 (主要是手术医生和技师) 有兼职操作医院其他射线装置的情况, 考虑到叠加影响, 根据附件 13 相关内容, 在本项目有兼职操作医院其他射线装置的 5 名辐射工作人员中, 选取在 2022.10.01~2023.09.30 中最大个人剂量监测数据 0.301mSv/a; 在本项目无兼职操作医院其他射线装置的 3 名辐射工作人员中, 选取在 2022.10.01~2023.09.30 中最小个人剂量监测数据 0.084mSv/a; 经计算得到差值 0.217mSv/a, 可作为本项目辐射工作人员兼职操作医院其他射线装置的叠加影响。

根据表 11-9, 叠加减影与透视过程所受到的辐射影响, 本项目控制室工作人员最大年有效剂量为 5.29E-06mSv, 考虑本项目辐射工作人员兼职操作医院其他射线装置的叠加影响 0.217mSv/a, 则叠加后单个技师身体所受年有效剂量最大约为

$5.29E-06mSv+0.217mSv=0.217mSv$ ，低于本环评要求的 $5mSv$ 年有效剂量管理约束值。

在手术过程中，手术医生相较护士距离射线更近，且本项目每个手术医生和护士身体年受照的总时间相同，故以手术医生身体年有效剂量估算结果进行核算医护人员身体年最大有效剂量的估算。根据表 11-9，透视过程中手术医生身体最大年有效剂量为 $2.27mSv$ ，由于减影过程中医生会在控制室观察机房内病人情况，故按照表 11-8 中 6# 点位即减影模式下控制室工作人员最大年有效剂量 $2.37E-06mSv$ 作为参考，则叠加减影与透视过程所受到的辐射影响，对手术医生身体最大年有效剂量为 $2.27mSv+2.37E-06mSv=2.27mSv$ 。考虑本项目辐射工作人员兼职操作医院其他射线装置的叠加影响 $0.217mSv/a$ ，则医护人员身体所受年有效剂量最大约为 $2.27mSv+0.217mSv=2.487mSv$ ，低于本环评要求的 $5mSv$ 年有效剂量管理约束值。

根据表 11-9，叠加减影与透视过程所受到的辐射影响，对公众人员所造成的最大年有效剂量为 $1.06E-05mSv$ ，低于本环评要求的 $0.1mSv$ 年有效剂量管理约束值。

②医护人员腕部皮肤年有效剂量估算

手术医生和护士在 DSA 机房内进行介入手术时，会配铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护物品，另外配备铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘等辅助防护设施，但是仍然有部分暴露在射线下受到照射，在手术过程中，手术医生腕部距离射线最近，因 X 射线随距离的增加呈现衰减趋势，故以手术医生腕部剂量估算结果进行核算医护人员皮肤照射年当量剂量的估算。

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），有辐射场空气比释动能率信息时，皮肤吸收剂量、当量剂量估算用下式进行计算：

$$D_s = C_{ks} \times \dot{k} \times t \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-5})$$

$$H = D_s \cdot W_R \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

D_s —皮肤吸收剂量，mGy；

\dot{k} —空气比释动能率， $\mu Gy/h$ ；

C_{ks} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

t —人员累积年受照时间，h；

H ：关注点的当量剂量，mSv；

WR: 辐射权重因数, X 射线取 1。

由表 11-5 可知, DSA 机房内手术医生在透视工况下腕部所受的最大空气比释动能为 703.6 μ Gy/h, 本项目 DSA 可近似视为垂直入射, 而且是 AP 入射方式, 从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017) 表 A.5 保守取 0.07MeV~0.15MeV 中最大值 1.156mGy/mGy 作为 C_{ks} 取值, 人员累积年受照时间为 50h, 根据式 11-5 和 11-6 可以求得医护人员手术位腕部皮肤受到的年当量剂量最大为 40.7mSv, 低于本环评要求的 500mSv 年当量剂量限值。

综上所述, 医护人员与公众所受的年有效剂量均低于本环评要求的年有效剂量管理约束值, 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。

③医护人员眼晶体剂量估算

根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》(GBZ/T301-2017) 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 有辐射场空气比释动能率信息时, 眼晶状体吸收剂量用下式进行估算:

$$D_L = C_{KL} (k \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad (11-7)$$

$$H = D_L \cdot W_R \quad (11-8)$$

式中:

D_L : 眼晶状体吸收剂量, mGy;

C_{KL} : 一空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数, mGy/mGy;

k : X、 γ 辐射场的空气比释动能率 (μ Gy/h);

t : 人员累积受照时间, h;

H : 关注点的当量剂量, mSv;

W_R : 辐射权重因数, X 射线取 1。

在手术过程中, 手术医生眼晶体距离射线最近, 因 X 射线随距离的增加呈现衰减趋势, 故以手术医生眼晶体剂量估算结果进行核算医护人员眼晶体照射年当量剂量的估算。由表 11-5 可知, DSA 机房内手术医生在透视工况下眼晶体所受的最大空气比释动能为 31.6 μ Gy/h, 本项目 DSA 可近似视为垂直入射, 而且是 AP 入射方式, 从《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》(GBZ/T301-2017) 表 A.4 保守取 0.07MeV~0.15MeV 中最大值 1.55mGy/mGy 作为 C_{KL} 取值, 人员累积年受照时间为 50h, 根据式 11-7 和 11-8

可以求得医护人员手术位眼晶体受到的年当量剂量最大为 2.4mSv，低于本环评要求的 150mSv 年当量剂量限值。

11.2.3 DSA 运营期其他污染物影响分析

①废气

本项目 DSA 机房设置独立的通排风系统，能保持机房内良好的通风。DSA 机房产生的臭氧和氮氧化物经排风管道引至楼上设备层，设备层采用格栅窗，有利于臭氧和氮氧化物扩散到室外大气环境，臭氧可在 50 分钟后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生量的 1/3，因此本项目 DSA 射线装置产生的废气排出机房后对周围环境影响很小。

②固体废物

项目运行后，固体废物主要为介入手术产生的医疗废物和生活垃圾。医疗废物采用专用容器收集后，待手术结束后从 DSA 机房南侧防护门运至同楼层的污物暂存间，作为医疗废物委托有资质单位进行处置。

生活垃圾依托医院暂存收集设施和周边环卫部门清运处置，对周围环境影响很小。

③废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和少量医疗废水。生活污水经预处理后和少量医疗废水一起进入医院废水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（日均值）后排入市政污水管网。因此废水不外排，对周围水环境没有影响。

④噪声

本项目噪声源主要为 DSA 机房配备的动力通风装置产生的噪声，采用低噪声设备，产生强度为 65~70dB，对周围环境影响很小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故情况

- (1) 装置在运行时，人员误入或滞留在机房内而造成误照射；
- (2) 工作人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，设备开机，造成滞留人员的误照射；
- (3) DSA 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。

11.3.2 事故影响防范措施

- (1) 制定经常性自检制度，对门灯联锁、门机连锁、监视器、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；

(2) 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；

(3) 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病人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；

(4) 医护人员进行 DSA 手术前，一定要配置铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等防护物品，并佩戴个人剂量计后方可进行手术作业；

(5) 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；

(6) 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。

(7) 制定辐射事故应急预案，并每年定期进行一次演练；发现问题，及时进行整改。

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》相关要求，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，且至少有 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。

医院成立了放射安全与防护管理委员会，全面负责医院的辐射安全管理工作及相关工作，见附件 8。该委员会的基本组成涵盖射线装置的管理与使用等相关部门，明确了组成人员及工作职责，故建设单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足辐射管理工作的要求。

12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 职业健康检查

本项目配备辐射工作人员 8 名，均为医院现有辐射工作人员，包括手术医生 4 人，护士 2 人，技师 2 人，其在岗期间职业健康体检结论均为可继续从事放射岗位工作，具体见附件 13。

(2) 辐射工作人员培训

本项目配备辐射工作人员 8 名，7 名辐射工作人员在台州市卫生监督所组织的台州市放射工作人员放射防护知识培训平台（<https://tzfspx.91cme.com/>）进行培训并通过培训，1 名辐射工作人员参加了国家核技术利用辐射防护与安全培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）考核，均考核合格并在有效期内，具体见附件 13。

(3) 个人剂量检测

本项目配备辐射工作人员 8 名，其在 2022.10.01~2023.09.30 连续四个检测周期的个人剂量监测结果均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员剂量限值要求，具体见附件 13。

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、个人剂量档案三个文件上的人员信息应统一；个人剂量档案应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。建设单位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。

12.1.3年度评估

台州市博爱医院已按要求进行了辐射安全与防护状况评估，每年定期上报至发证机关。本项目建成运行后，医院应将本项目纳入年度评估报告，定期上报至发证机关。经与医院核实，医院历年未发生辐射事故。

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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，完善的辐射应急措施，还应制定质量保证大纲”。

根据医院提供的资料，医院目前制订了一系列的辐射工作管理制度，包括放射科各项管理制度及操作规程、介入科各项管理制度及操作规程、放疗科管理制度及操作规程、放射治疗质量保证与质量控制管理体系、放射性粒子辐射安全管理制度和辐射事故应急预案。

本项目 DSA 为搬迁设备，医院现有管理制度内容较为全面，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。医院应根据本单位项目开展的情况，落实设备检修、维修和保养制度，并落实相关记录和档案的保存工作。除此之外，医院应不断对各项管理制度进行补充和完善，以适应当前环保的管理要求，并在以后的实际工作中严格落实执行。

12.3 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，包括工作场所监测和个人剂量监测。

12.3.1 监测仪器和防护设备

本项目 DSA 属于II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，医院应配备个人防护用品和监测仪器，同时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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

医院拟将原 DSA 机房的 1 台辐射剂量率巡检仪用于本项目，无需新购，能够满足项目运行过程中辐射工作场所的日常自行监测需求。本项目辐射工作人员均为医院现有辐射工作人员，均已配备个人剂量计。

12.3.2 监测计划

参考《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）中“9 环境管理与监测计划”：根据建设项目环境影响特征、影响范围和影响程度，结合环境保护目标分布，制定环境质量定点监测或定期跟踪监测方案。

参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）5.3.3.2X 射线机的辐射环境监测中“运行中，对屏蔽墙或自屏蔽体外 30cm 处的 X- γ 辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位开展 γ 辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）或累积剂量监测，每年 1~2 次”，故监测因子取 γ 辐射空气吸收剂量率，日常监测的频率定为 2 次/年。

除日常监测外，医院可委托有资质的单位，定期（每年 1 次）对辐射工作场所周围环境进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。

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	γ 辐射空气吸收剂量率	1次/年	按照国家规定进行	防护门外、门缝、观察窗、控制室操作位、各侧屏蔽墙外30cm处、顶棚上方距顶棚地面100cm处、机房地面下方距楼下地面170cm处、管线洞口及周围需要关注的监督区	委托监测
日常监测		γ 辐射空气吸收剂量率	2次/年	按照国家规定进行		自行监测
验收监测		γ 辐射空气吸收剂量率	项目完成3个月内	按照国家规定进行		委托监测
个人剂量检测	/	个人剂量当量	至少每三个月一次	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托监测

建设单位制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

12.4 环保竣工验收

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验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）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。

12.5 辐射事故应急

12.5.1 应急预案的要求

根据《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。

医院目前制定有《辐射事故应急预案》，包括了辐射事故应急救援领导小组的成立及对应职责、辐射事故分级、应急救援应遵循的原则、辐射事故应急处理程序、辐射性事故的调查、救助装备保障、应急人员的培训演习等，该应急预案能够满足相关要求。

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，还应当同时向卫生行政部门报告。

12.6 从事辐射活动能力分析

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中关于应用射线装置单位使用条件的规定，结合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序的相关要求》中的相关要求，结合项目实际，对建设单位从事辐

射活动能力进行分析评估，并就不足之处提出完善要求。

12.6.1 辐射安全管理基本要求

本项目建设单位涉及使用 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，建设单位需具备的辐射安全管理基本要求见下表。

12-2 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	环评要求
1	从事使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	建设单位目前持有辐射安全许可证，有效期为：2022年9月7日~2027年5月5日	/
2	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	建设单位已成立了放射安全与防护管理委员会	/
3	辐射工作人员应参加专业培训机构和辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目配备辐射工作人员 8 名，7 名辐射工作人员在台州市卫生监督所组织的台州市放射工作人员放射防护知识培训平台（ https://tzfspx.91cme.com/ ）进行培训并通过培训，1 名辐射工作人员参加了国家核技术利用辐射防护与安全培训平台（ http://fushe.mec.gov.cn/ ）考核，均考核合格并在有效期内	建设单位应组织辐射工作人员按时接受再培训
4	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案。特别应做好放射源的防火、防水、防盗、防抢、防破坏、防射线泄漏的实体保卫及防护措施	建设单位已制定了辐射事故应急预案；拟设置相应的实体保卫及防护措施	在项目投产运营后，建设单位应根据项目实际运营情况，按照国家有关法规和管理规定修订完善辐射事故应急预案
5	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	建设单位目前制订了一系列的辐射工作管理制度，包括放射科各项管理制度及操作规程、介入科各项管理制度及操作规程、放疗科管理制度及操作规程、放射治疗质量保证与质量控制管理体系、放射性粒子辐射安全管理制度和辐射事故应急预案	/
6	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	本项目 DSA 为搬迁设备，建设单位拟将原 DSA 机房的 1 台辐射剂量率巡检仪用于本项目，无需新购。本项目辐射工作人员均为建设单位现有辐射工作人员，均已配备个人剂量计	做好监测记录并存档
7	辐射工作单位应作好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个	建设单位已落实辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，已建立健全个人剂量档案和职	项目投入运行后将剂量计定期送检并归档

	人剂量档案和职业健康监护档案	业健康监护档案	
8	辐射工作单位应建立放射性同位素与射线装置销售、购入、保管、使用台账，做到账物相符	建设单位已制定射线装置使用台账	对新增核技术应用项目应严格落实相关台账
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	建设单位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	项目运行后，应纳入年度监测范围
10	应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目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	/

12.6.2 辐射安全管理综合要求

本项目拟使用 DSA 射线装置，参考生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布版）中的相关规定，建设单位需具备的辐射安全管理综合要求见下表。

表 12-3 辐射安全防护设施汇总对照分析表

序号	检查项目		设计建造	运行状态	备注
1	A 场所 设施	单独机房	新建 DSA 机房位于门诊住院部三层 6 号手术间，属于单独机房	/	拟设置
2		操作部位局部屏蔽防护设施	本项目 DSA 为搬迁设备，建设单位拟将原 DSA 机房的铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘用于本项目	/	利旧
3		医护人员的个人防护	拟新购防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 套，防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 2 套	/	拟配置
4		患者防护	拟新购防护铅当量为 0.5mmPb 的方巾 1 套，防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各 1 套	/	拟配置
5		机房门窗防护	本项目 DSA 机房观察窗为 4.0mmPb 铅玻璃，防护门（共 3 樘）均为 4.0mmPb 防护门	/	拟配置
6		闭门装置	DSA 机房南侧防护门为平开门，设有自动闭门装置	/	拟配置
7		入口处电离辐射警告标志	机房门外设电离辐射警告标志	/	拟配置
8		入口处机器工作状态显示	机房门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句	/	拟配置
9	B 其他	监测仪器	本项目 DSA 为搬迁设备，建设单位拟将原 DSA 机房的 1 台辐射剂量率巡检仪用于本项目，无需新购。	/	利旧

10		个人剂量计	本项目辐射工作人员均为建设单位现有辐射工作人员，均已配备个人剂量计	/	利旧
----	--	-------	-----------------------------------	---	----

12.6.3 结论

建设单位目前具备的能力如下：

- (1) 成立了放射安全与防护管理委员会，有领导分管、安全机构健全。
- (2) 辐射工作人员配备齐全，专业结构合理，有一定的安全文化素养。
- (3) 辐射工作场所的拟设置的防护设施效能符合辐射防护要求。
- (4) 事故应急预案可行，辐射安全规章制度较全，基本适应现行辐射工作需要。

通过以上分析，本报告认为建设单位已具有使用本射线装置的综合管理能力。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

台州市博爱医院位于浙江省台州市路桥区商海南街 609 号，医院拟将 1 台 DSA 从急诊楼一层 DSA 机房搬迁至门诊住院部三层 6 号手术间，原 DSA 机房计划改为综合服务部，门诊住院部地上共 18 层，地下 1 层。搬迁 DSA 属于 II 类射线装置，型号为 CGO-2100，主束方向主要由下朝上，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。

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 机房观察窗为 4.0mmPb 铅玻璃，防护门（共 3 樘）均为 4.0mmPb 防护门，北侧和东侧墙体均采用 4mm 铅板+240mm 空心砖+1.2mm 电解钢板作为屏蔽材料，西侧墙体采用 4mm 铅板+240mm 混凝土+1.2mm 电解钢板作为屏蔽材料，南侧墙体采用 4mm 铅板+2.0mm 电解钢板+50mm 彩钢板作为屏蔽材料，顶棚和地坪均采用 120mm 混凝土+30mm 硫酸钡作为屏蔽材料，屏蔽厚度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

辐射防护设施：DSA 机房的控制室拟张贴相应的各项规章制度、操作规程。机房门外设电离辐射警告标志，机房门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设警示语句；DSA 设有急停开关，推拉防护门设有防夹装置和门机连锁，平开防护门设有自动闭门装置和门机连锁，且防护门上方的工作状态指示灯均能与机房门有效关联。DSA 机房配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求进行配制。

在严格落实以上辐射安全措施，并在实际工作中规范操作后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护的要求。

(2) 辐射安全管理结论

医院已成立放射安全与防护管理委员会，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作；医院已对辐射工作人员进行了职业健康监护和个人剂量监测，并建立了个人职业健康监护档案和个人剂量档案；医院现有管理制度内容较为全面，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，医院应根据本单位项目开展的情况，落实设备检修、维修和保养制度，并落实相关记录和档案的保存工作。除此之外，医院应不

断对各项管理制度进行补充和完善，以适应当前环保的管理要求，并在以后的实际工作中严格落实执行。

13.1.3环境影响分析结论

(1) 经理论计算分析，DSA 机房四周屏蔽墙体、地坪、顶棚、防护门及观察窗外辐射剂量率均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的透视条件下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5 μ Sv/h 的标准限值，以及减影条件下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 25 μ Sv/h 的标准限值。

(2) 经估算，DSA 机房职业人员可能受到的最大年有效剂量满足本次评价提出的 5mSv 的年剂量约束值的要求，医护人员腕部皮肤可能受到的最大年当量剂量满足本次评价提出 500mSv 年当量剂量限值，医护人员眼晶体可能受到的最大年当量剂量满足本次评价提出 150mSv 年当量剂量限值，周围公众人员可能受到的最大年有效剂量满足本次评价提出的 0.1mSv 的年剂量约束值的要求。

13.1.4可行性分析结论

(1) 产业政策符合性分析结论

本项目属于第十三项“医药”中第五条“新型医用诊断医疗器械设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

(2) 实践正当性分析

医院实施本项目，目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人，在项目运行时采取了相应的屏蔽、个人防护和辐射安全管理等措施，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

(3) 台州市“三线一单”生态环境分区管控方案符合性分析

本项目位于台州市路桥桐屿-螺洋产业集聚重点管控单元（ZH33100420074），符合台州市“三线一单”生态环境分区管控方案要求，并且能够符合“三线一单”的管控要求。

(4) 相关规划及选址合理性结论

本项目用地属于医院用地，DSA 机房位于门诊住院部三层 6 号手术间，用房性质为医疗用房。辐射工作场所实体屏蔽边界外 50m 评价范围主要为医院内部建筑物、内部道路以及外部道路文化路、居民住宅楼、空地和停车区域。项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众造成的影响是可接受的，故本项目的选址是合理的。

(5) 项目可行性结论

综上所述，台州市博爱医院搬迁 1 台 DSA 项目符合产业政策、实践正当性和“三线一单”的管控要求，选址合理；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，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足辐射环境保护相关标准的要求。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

(1) 辐射监测仪器和其他辐射防护设备要落实专人负责定期检查、维护，确保其状况良好，以确保监测数据的可靠，为单位辐射防护提供可靠依据；

(2) 认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，进行核与辐射安全知识宣传，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

13.2.2 承诺

为保护环境，保障人员健康，医院承诺：

(1) 本项目取得环评批复后，严格按照已批复的环评文件进行建设，并及时重新申领辐射安全许可证；项目竣工后，按照国家相关法律法规尽快自主组织竣工环保验收。

(2) 根据本单位项目开展的情况，不断对辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案进行补充和完善，以适应当前环保的管理要求，保证各种规章制度和操作规程的有效执行。

(3) 医院承诺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。并接受生态环境主管部门的监督检查。

(4) 在实施诊治之前，事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响。

(5) 按要求每年向发证机关提交本单位辐射安全和防护年度评估报告。

(6) 在项目建设、运行等过程中不违规操作、不弄虚作假。

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