

核技术利用建设项目

上虞城南医用综合中心
DSA 射线装置应用项目
环境影响报告表
(报批稿)

绍兴市上虞虞安投资管理有限公司

2022 年 07 月

生态环境部监制

目录

表 1 项目基本概况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 保护目标与评价标准	17
表 8 环境质量和辐射现状	22
表 9 项目工程分析与源项	26
表 10 辐射安全与防护	32
表 11 环境影响分析	38
表 12 辐射安全管理	48
表 13 结论与建议	53

附图：

- 附图 1 上虞城南医用综合中心地理位置图；
- 附图 2 上虞城南医用综合周边环境关系图及评价范围示意图；
- 附图 3 上虞城南医用综合总平面图；
- 附图 4 上虞城南医用综合中心门诊综合楼三层手术室 DSA 机房平面布局图（部分）；
- 附图 5 上虞城南医用综合中心门诊综合楼四层局部平面图（DSA 机房上方楼层）；
- 附图 6 上虞城南医用综合中心门诊综合楼二层局部平面图（DSA 机房下方楼层）；
- 附图 7 上虞城南医用综合中心门诊综合楼三层手术室 DSA 工作场所分区管理示意图；
- 附图 8 “三线一单”上虞区环境管控单位分类图；
- 附图 9 浙江省生态保护红线分布；
- 附图 10 项目所在地四周照片。

附件：

- 附件 1 环评委托书
- 附件 2 营业执照
- 附件 3 法定代表人身份证复印件
- 附件 4-1 关于绍兴市上虞中医医院（城南医院）新建工程项目建议书的批复，绍兴市上虞区发展和改革局，虞发改投〔2017〕26 号，2017 年 02 月 13 日
- 附件 4-2 关于绍兴市上虞中医医院（城南医院）新建工程调整部分建设内容的批复，绍兴市上虞区发展和改革局，虞发改投〔2017〕122 号，2017 年 06 月 26 日
- 附件 4-3 中华人民共和国国有建设用地划拨决定书
- 附件 4-4 关于绍兴市上虞中医医院（城南医院）新建工程环境影响报告书的审批意见，绍兴市生态环境局上虞分局（原绍兴市上虞区环境保护局），虞环审〔2017〕298 号，2017 年 11 月 15 日
- 附件 4-5 关于上虞城南医用综合中心项目审批工作专题会议纪要，绍兴市上虞区人民政府，〔2018〕20 号，2018 年 04 月 26 日
- 附件 4-6 建设项目环境保护备案通知书
- 附件 4-7 关于上虞城南医用综合中心（二期）初步设计的批复，绍兴市上虞区发展和改革局，虞发改设计〔2021〕13 号
- 附件 5 预租协议书
- 附件 6 本项目 DSA 原有环评、验收手续
- 附件 7 辐射环境本底检测报告
- 附件 8 类比检测报告
- 附件 9 绍兴市上虞区中医医院《辐射安全许可证》
- 附件 10 绍兴市上虞区中医医院历年环评文件、验收文件
- 附件 11 绍兴市上虞区中医医院成立放射防护安全委员会
- 附件 12 绍兴市上虞区中医医院个人剂量监测报告
- 附件 13 绍兴市上虞区中医医院辐射工作人员培训证书
- 附件 14 绍兴市上虞区中医医院规章制度一览表
- 附件 15 绍兴市上虞区中医医院放射事件应急处理预案

表 1 项目基本概况

建设项目名称		上虞城南医用综合中心 DSA 射线装置应用项目			
建设单位		绍兴市上虞虞安投资管理有限公司			
法人代表	沈源	联系人	王磊	联系电话	13858583221
注册地址		浙江省绍兴市上虞区百官街道体育场路 18 号			
项目建设地点		浙江省绍兴市上虞区梁湖街道大元路 66 号门诊综合楼三层手术室			
立项审批部门		绍兴市上虞区发展和改革局	批准文号	虞发改投(2017)26 号	
建设项目总投资 (万元)	1000	项目环保投资 (万元)	100	投资比例(环保投 资/总投资)	10%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其他		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	/				

1.1 项目概述

1.1.1 建设单位简介

绍兴市上虞虞安投资管理有限公司与绍兴市上虞区中医医院签订合作协议，由绍兴市上虞虞安投资管理有限公司出资建设，绍兴市上虞区中医医院经营管理，拟在绍兴市上虞区梁湖镇大元路以西，梁湖大道以北，河东路以东，学海路以南，建设上虞城南医用综合中心。

1.1.2 主体工程非放射性内容环保手续履行情况

上虞城南医用综合中心（以下简称“综合中心”）位于绍兴市上虞区梁湖街道大元路 66 号（原批复地址：梁湖镇大元路以西，梁湖大道以北，河东路以东，学海路以南），项目占地面积约为 68341m²，总建筑面积为 95000m²（其中地上面积为 70000m²，地下建筑面积 25000m²），设计床位约 800 张。项目按一次整体规划，分期实施进行，其中一期工程为医疗主体建筑，主要建设内容为门诊综合楼、病房综合楼、食堂、后勤楼、发热门诊、地下工程；二期工程为医疗的配套服务设施及部分临床功能，主要建设内容为住院综合楼、行政楼、高压氧仓、场外及

地下工程。2021年9月上虞城南医用综合中心一期工程已建成，正在开展验收，二期工期正在建设中。

关于主体工程非放射性内容，前期相关手续办理情况见表1-1（批复见附件4）。

表 1-1 主体工程非放射性内容前期相关手续办理情况一览表

日期	机关名称	文件名称	相关文号	备注
2017.2.13	绍兴市上虞区发展和改革局	关于绍兴市上虞中医医院（城南医院）新建工程项目建议书的批复	虞发改投（2017）26号	后续同意对项目名称及项目业主进行调整，项目名称为“上虞城南医用综合中心新建工程”，项目业主变更为“绍兴市上虞虞安投资管理有限公司”，见附件4-1
2017.6.26	绍兴市上虞区发展和改革局	关于绍兴市上虞中医医院（城南医院）新建工程调整部分建设内容的批复	虞发改投（2017）122号	对工程建设内容和总投资进行调整，见附件4-2
2017.11.7	绍兴市国土资源局上虞分局	国有建设用地划拨决定书	虞土划拨（2017）28号	见附件4-3
2017.11.15	绍兴市生态环境局上虞分局（原绍兴市上虞区环境保护局）	关于绍兴市上虞中医医院（城南医院）新建工程环境影响报告书的审批意见	虞环审（2017）298号	见附件4-4
2018.4.26	绍兴市上虞区人民政府	关于上虞城南医用综合中心项目审批工作专题会议纪要	（2018）20号	项目名称统一为“上虞城南医用综合中心”，见附件4-5
2018.5.24	绍兴市生态环境局上虞分局（原绍兴市上虞区环境保护局）	建设项目环境保护备案通知书	虞环建备（2018）12号	变更单位名称：绍兴市上虞虞安投资管理有限公司；变更项目名称：上虞城南医用综合中心，见附件4-6
2021.6.11	绍兴市上虞区发展和改革局	关于上虞城南医用综合中心（二期）初步设计的批复	虞发改设计（2021）13号	见附件4-7

同时，绍兴市上虞虞安投资管理有限公司与绍兴市上虞区中医医院以协议形式确定（见附件5），项目建成后，绍兴市上虞虞安投资管理有限公司将上虞城南医用综合中心租赁给绍兴市上虞区中医医院经营使用，绍兴市上虞区中医医院分批次搬迁至上虞城南医用综合中心。

绍兴市上虞区中医医院持有浙江省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》（见附件9），证书编号为：浙环辐证〔D2101〕，种类和范围：使用II类、III类射线装置，有效期至2026年

06月06日。2022年07月，绍兴市上虞中医医院更名为“绍兴市上虞区中医医院”，事业单位法人证书已变更完成，辐射安全许可证正在变更中。

1.2 项目建设目的和任务由来

根据综合中心发展的需要和整体规划要求，一期工程运营后开展 DSA 射线装置应用项目，内容为：将绍兴市上虞区中医医院放疗中心 DSA 机房内 1 台 DSA（型号为 Artis Q Ceiling）搬迁至综合中心门诊综合楼三层手术室内，DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置。本项目 DSA 于 2020 年 01 月 07 日经绍兴市生态环境局审查，取得环评批复，文件号：绍市环审〔2020〕1 号；2020 年 03 月 04 日已完成自主验收（见附件 6）。

对照生态环境部令第 16 号《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：172、核技术利用建设项目”，本次评价内容为使用 II 类射线装置，应编制辐射环境影响报告表，并在环评批复后及时向有权限的生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

因此，绍兴市上虞虞安投资管理有限公司委托杭州卫康环保科技有限公司开展“上虞城南医用综合中心 DSA 射线装置应用项目（简称“本项目”）”的环境影响评价工作（委托书见附件 1）。

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。

1.3 项目建设内容和规模

本项目将绍兴市上虞区中医医院放疗中心 DSA 机房内 1 台 DSA（型号为 Artis Q Ceiling）搬迁至综合中心门诊综合楼三层手术室内，搬迁后原 DSA 机房闲置。原 DSA 机房经验收监测和年度监测情况可知，运行时机房外辐射剂量满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的要求。

DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，为单球管设备，主束方向：东侧、西侧、顶棚和地面，大部分为由下朝上，属于 II 类射线装置，其基本情况见表 1-2，综合中心门诊综合楼三层拟建平面布局图见图 1-1。

表 1-2 本项目射线装置基本情况

设备名称	类别	数量	型号	设备参数	工作场所位置	用途
DSA	II类	1 台	Artis Q Ceiling	125kV 1000mA	综合中心门诊综合楼三层手术室	放射诊断与介入治疗

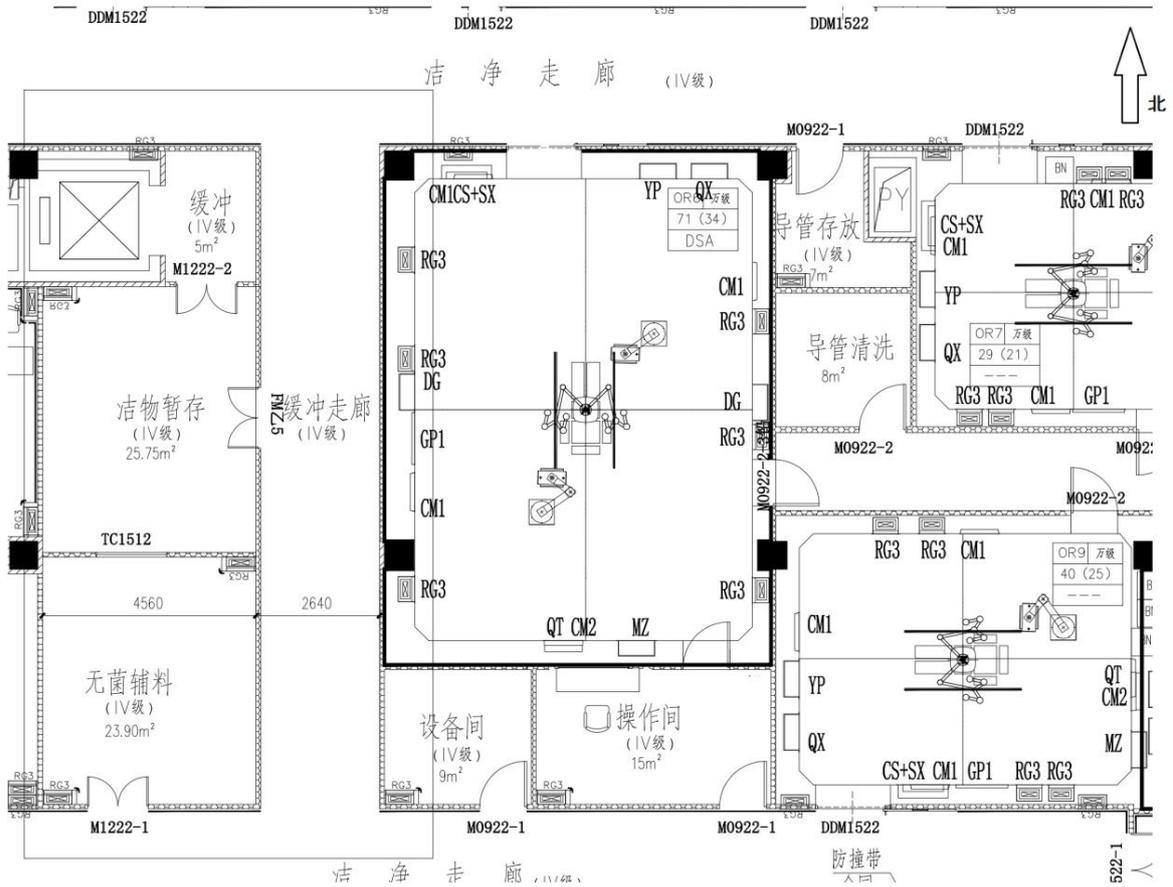


图 1-1 综合中心门诊综合楼三层拟建平面布局图（部分）

1.4 项目选址及周围环境保护目标

1.4.1 医院项目地理位置

上虞城南医用综合中心位于绍兴市上虞区梁湖街道大元路 66 号，地址位置见附图 1。

综合中心东侧隔大元路为空地；南侧隔空地为外梁湖村；西侧为河道；北侧隔学海路为空地、大通云澜府小区（在建）。综合中心周围环境关系图及评价范围见附图 2，综合中心总平面图见附图 3。

1.4.2 项目周围环境概况

本项目 DSA 工作场所拟建于综合中心门诊综合楼三层手术室内，门诊综合楼东侧为院内道路；南侧为院内道路，隔空地为外梁湖村，距 DSA 机房约 220m；西侧隔院内道路为行政办

公楼（在建）、康复病房楼（在建），分别距 DSA 机房约 175m、180m；北侧为病房综合楼，距 DSA 机房约 27m，隔学海路为大通云澜府小区（在建），距 DSA 机房约 120m。

DSA 机房东侧为导管存放间、导管清洗室、污物走廊、手术室 9，南侧为操作间、设备间，西侧为缓冲走廊，北侧为洁净走廊，机房正上方为净化机房，机房正下方为检查包装及灭菌区。DSA 机房平面布置图见附图 4。

本项目 DSA 机房实体边界外 50m 评价范围内主要为医院内部建筑物、院内道路，不涉及外部区域。本项目评价范围内主要环境保护目标为评价范围内从事本项目的辐射工作人员、机房周围的非辐射工作人员与公众人员。

1.4.3 选址合理性分析

本项目位于绍兴市上虞区梁湖街道大元路 66 号，根据中华人民共和国国有建设用地划拨决定书（见附件 4-3），该地块属于医卫慈善用地。

本项目 DSA 机房实体边界外 50m 评价范围内主要为医院内部建筑物、院内道路，不涉及外部区域，周围无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校。环境影响预测分析表明，在严格执行本评价中提出的辐射管理和辐射防护措施前提下，本项目的开展对周围环境造成的辐射影响在可接受范围内，故本项目的选址是合理的。

1.4.4 “三线一单”符合性分析

（1）“生态保护红线”

根据《绍兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》（绍市环发〔2020〕36 号）和浙江省生态保护红线分布图（见附图 9），本项目属于上虞区中心城镇生活重点管控单元（ZH33060420019），项目所在地周边无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等生态保护目标，未触及生态保护红线。

（2）“环境质量底线”

本项目的污染因子为 X 射线，采取一定的辐射防护措施后，周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，符合环境质量底线要求。

（3）“资源利用上线”

本项目营运过程中会消耗一定量的电源、水资源等，主要来自工作人员的日常生活用水和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。

（4）与环境准入清单的符合性分析

对照《绍兴市“三线一单”生态环境分区管控方案》（绍市环发〔2020〕36 号），本项

目属于上虞区中心城镇生活重点管控单元（ZH33060420019），该管控单位生态环境准入清单内容如下：

空间布局约束：禁止新建、扩建三类工业项目，现有三类工业项目改建不得增加污染物排放总量，鼓励现有三类工业迁出或关闭。禁止新建涉及一类重金属、持久性有机污染物排放等环境健康风险较大的二类工业项目。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，不得新增控制单元污染物排放总量。严格执行畜禽养殖禁养区规定，城镇建成区内禁止畜禽养殖。推进城镇绿廊建设，建立城镇生态空间与区域生态空间的有机联系。

污染物排放管控：管控单元内工业污染物排放总量不得增加。污水收集管网范围内，禁止新建除城镇污水处理设施外的入河（或湖或海）排污口，现有的入河（或湖或海）排污口应限期纳管。但相关法律法规和标准规定必须单独设置排污口的除外。加快污水处理设施建设与提标改造，加快完善城乡污水管网，加强对现有雨污合流管网的分流改造，推进生活小区“零直排”区建设。加强噪声和臭气异味防治，强化餐饮油烟和机动车尾气治理，严格施工扬尘监管。加强土壤和地下水污染防治与修复。

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。

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，到 2020 年，县级以上城市公共供水管网漏损率控制在 10%以内。

符合性分析：本项目为医院 DSA 应用项目，不属于工业类项目，项目运营过程中产生的污染因子主要为 X 射线、臭氧和氮氧化物，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。曝光时产生的臭氧与氮氧化物量很少，本项目 DSA 机房拟采用新风系统进行排风，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。本项目运行中推进清洁生产理念，节约资源，提高能源利用效率。

因此，本项目符合“三线一单”的相关管控要求。

1.4.5 本项目人员配置

（1）本项目 DSA 机房拟配备手术医生 6 名，护士 3 名，技师 3 名，共 12 名辐射工作人员，辐射工作人员为绍兴市上虞区中医医院原 DSA 机房辐射工作人员调剂，不存在兼职其他辐射工作场所岗位情况，不存在受照时间和受照剂量累积增加的情况。涉及的科室主要为心血管内科、放射科、急诊科等，手术类型有冠状动脉造影术、经皮冠状动脉血管成形术、冠状动

脉支架植入术等类型。

(2) 工作制度：每天工作 8 小时，每年工作 300 天。

(3) 工作负荷：本项目 DSA 包括透视和减影两种模式，根据建设单位提供的信息并留有发展余量，本项目正常运行后，保守预计每年最大工作量为 500 台手术，每台需要手术医生 1 名，护士 1 名，技师 1 名。预计参与 DSA 介入手术的医生每年最大手术量约为 84 台，参与介入手术的护士年最大手术量约为 167 台，参与介入手术的技师年最大手术量约为 167 台。每次手术 DSA 的最大出束时间包括透视 15 分钟、减影 5 分钟。

表 1-3 本项目拟建 DSA 最大工作负荷

射线装置	工作状态	平均每台手术最长出束时间 (min)	全年开展手术量 (台)	设备年总出束时间 (h)	单个医生年最大受照时间(h)	单个护士年最大受照时间(h)	单个技师年最大受照时间(h)
DSA	减影	5	500	41.7	7	13.9	13.9
	透视	15		125	21	41.8	41.8

1.5 产业政策符合性和实践正当性分析

1.5.1 产业政策符合性分析

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

1.5.2 实践正当性分析

本项目的建设目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人。医院在使用过程中，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。

1.6 原核技术利用许可情况

1.6.1 现有核技术利用许可情况

建设单位将上虞城南医用综合中心租赁给绍兴市上虞区中医医院经营使用，绍兴市上虞区中医医院分批次搬迁至上虞城南医用综合中心。绍兴市上虞区中医医院持有浙江省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》（见附件9），证书编号为：浙环辐证（D2101），种类和范围：使用II类、III类射线装置，有效期至2026年06月06日。

1.6.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

绍兴市上虞区中医医院原有射线装置共 18 台，其中放射诊断类、介入类共 17 台，放射治疗类设备 1 台，均已进行环评或备案，并已取得验收批复或已进行自主验收。本次除绍兴市上虞区中医医院放疗中心（1 台直线加速器、1 台模拟定位机），发热门诊（1 台 CT 机、1 台 DR 机）、放射科（1 台 DR 机、1 台乳腺 X 线机）和手术室（1 台移动式 C 臂机）不进行迁建，其余 10 台 III 类射线装置均已搬迁至上虞城南医用综合中心，III 类射线装置均已完成备案（见附件 10）。

绍兴市上虞区中医医院现有射线装置详情及环保手续履行情况见表 1-4。

表 1-4 医院现有已许可的射线装置一览表

序号	设备名称	类别	数量	型号	工作场所位置	环评情况	验收情况
1	模拟定位机	III 类	1	SL-ID	绍兴市上虞区中医医院：放疗中心一层模拟机房	备案表：201933060400000284	
2	牙科全景机	III 类	1	OC200D	上虞城南医用综合中心：放射科 7 号机房	备案表：202233060400000068	
3	直线加速器	II 类	1	Precise	绍兴市上虞区中医医院：放疗中心一层加速器机房	虞环管〔2003〕12 号	2019 年 11 月 29 日自主验收
4	医用血管造影 X 射线机（DSA）	II 类	1	Artis Q Celling	绍兴市上虞区中医医院：放疗中心 DSA 机房	绍市环审〔2020〕1 号	2020 年 03 月 04 日自主验收
5	CT	III 类	1	uCT710	上虞城南医用综合中心：放射科 1 号机房	备案表：202233060400000068	
6	CT	III 类	1	SOMATOM Definition AS	上虞城南医用综合中心：放射科 8 号机房	备案表：202233060400000068	
7	CT	III 类	1	Brilliance 16	绍兴市上虞区中医医院：发热门诊一层 CT 机房	备案表：202133060400000025	

8	移动式数字 X 线机 (DR)	III 类	1	MobiEye 700T	绍兴市上虞区中医医院: 发热门诊二层 DR 室	备案表: 202133060400000025
9	乳腺 X 线机 (钼靶)	III 类	1	Alpha RT	绍兴市上虞区中医医院: 放射科	备案表: 201933060400000284
10	移动式数字 X 线机 (DR)	III 类	1	Mobilett mira	上虞城南医用综合中心: 放射科	备案表: 202233060400000068
11	多功能 X 线机	III 类	1	UltiMax-i (MFX-8000A)	上虞城南医用综合中心: 放射科 3 号机房	备案表: 202233060400000068
12	DR	III 类	1	KXO-32R	绍兴市上虞区中医医院: 放射科 6 号机房	备案表: 201933060400000284
13	数字乳腺 X 线机 (钼靶)	III 类	1	Selenia Dimensions	上虞城南医用综合中心: 放射科 9 号机房	备案表: 202233060400000068
14	移动式 C 臂机	III 类	1	Bv Endura	上虞城南医用综合中心: 11 号手术室	备案表: 202233060400000068
15	移动式 C 臂机	III 类	1	Bv Libra	绍兴市上虞区中医医院: 手术室	备案表: 201933060400000284
16	碎石机	III 类	1	HK.ESWL-V	上虞城南医用综合中心: 放射科 5 号机房	备案表: 202233060400000068
17	DR	III 类	1	SONTU100-FDR	上虞城南医用综合中心: 体检中心 DR 机房	备案表: 202233060400000068
18	骨密度仪	III 类	1	DPX-Bravo	上虞城南医用综合中心: 体检中心骨密度机房	备案表: 202233060400000068

1.6.3 原有核技术利用项目管理情况

(1) 绍兴市上虞区中医医院已成立放射防护安全委员会（见附件 11），制定了一系列的辐射工作管理制度（见附件 14）：《辐射安全防护和管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《医用诊断 X 射线机维护保养制度》、《X 射线影像诊断质量保证制度》、《受检者放射防护管理制度》、《放射科放射事件应急处理预案》、《放射工作人员岗位职责》、《操作规程》等。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。

(2) 绍兴市上虞区中医医院现有 62 名辐射工作人员均委托浙江多谱检测科技有限公司开展个人剂量计检测，根据医院提供的最近 1 年职业外照射个人剂量监测报告（见附件 12），全院现有辐射工作人员年累积受照剂量均不超过职业年照射剂量约束值 5mSv。医院已组织现有辐射工作人员进行了职业健康体检，根据检测报告结果，可继续从事放射工作。辐射工作人员参加了放射防护知识培训并考核合格（见附件 13）。

(3) 绍兴市上虞区中医医院现有辐射工作场所设置有电离辐射警示牌、报警装置和工作状态指示灯等。根据不同项目实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。

(4) 绍兴市上虞区中医医院现有射线装置已委托相关有资质的单位进行年度监测，并编制监测报告，现有射线装置未对放射性工作场所外周围环境造成放射性影响，机房周边辐射剂量率符合满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准的要求。

(5) 绍兴市上虞区中医医院已制定《放射科放射事件应急处理预案》（见附件 15）。医院每年均定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与建设单位核实，医院自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

(6) 绍兴市上虞区中医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》，对现有射线装置辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况等进行年度总结和评估，并及时提交至发证机关。

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：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	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：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

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									

(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 台	Artis Q Celling	125	1000	放射诊断和介入治疗	城南医用综合中心门诊综合楼三层手术室	本次环评
	以下空白								

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	排放口浓度	月排放量	年排放总量	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	不暂存	排放至大气外环境中，经大气扩散稀释，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气。

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 律 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（2014 年修订）》，中华人民共和国主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》，中华人民共和国主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 年修改）》，生态环境部令 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令 18 号，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》，原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(9) 《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，原国家环境保护总局，2006 年 9 月 26 日起施行；</p> <p>(10) 《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，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，2021 年省政府令 388 号修订，2021 年 2 月 10 日施行；</p> <p>(12) 《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》，2021 年省政府令 388 号修订，2021 年 2 月 10 日施行；</p> <p>(13) 关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2015 年本）》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015 年本）》的通知，浙环发（2015）38 号，原浙江省环境保护厅，2015 年 10 月 23 日起施行；</p>
------------------	---

	<p>(14)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(2019年本)》的通知,浙环发〔2019〕22号,浙江省生态环境厅,2019年12月20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》浙环函〔2019〕248号,浙江省生态环境厅、浙江省卫生健康委员会,2019年7月18日;</p> <p>(16)《关于印发浙江省辐射事故应急预案的通知》,浙政办发〔2018〕92号,浙江省人民政府办公厅,2018年9月28日印发;</p> <p>(17)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》,生态环境部令第9号,2019年11月1日施行;</p> <p>(18)《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》,生态环境部公告2019年第38号,2019年10月24日施行;</p> <p>(19)《关于启用环境影响评价信用平台的公告》,生态环境部公告2019年第39号,2019年10月25日施行。</p>
技术 标 准	<p>(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);</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3)《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020);</p> <p>(4)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(5)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(6)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);</p> <p>(7)《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》(GBZ/T301-2017);</p> <p>(8)《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)。</p>
其 他	<p>(1)环评委托书;</p> <p>(2)院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目是在固定有实体边界的机房内使用II类射线装置，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实物边界项目具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，结合本项目的辐射污染特点，确定本项目的评价范围为 DSA 机房实体边界 50m 区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

结合综合中心总平面图及现场勘查情况，本项目 DSA 机房实体边界外 50m 评价范围内主要为医院内部建筑物、院内道路，不涉及外部区域。本项目评价范围内主要环境保护目标为评价范围内从事本项目的辐射工作人员、机房周围的非辐射工作人员与公众人员。

表 7-1 项目环评范围内环境保护目标一览表

保护人员性质	所在位置	方位	最近距离 (m)	规模 (人)/天	年剂量约束值 (mSv)
辐射人员	DSA 机房内	/	/	9	职业人员年有效剂量不超过 5mSv
	操作间	南侧	紧邻	12	
公众人员	手术室 9	东侧	紧邻	约 10 人次/天	公众的年照射剂量约束值不超过 0.25mSv
	缓冲走廊	西侧	紧邻	约 30 人次/天	
	洁净走廊	北侧	紧邻	约 30 人次/天	
	净化机房	楼上	紧邻	约 1 人次/天	
	检查包装及灭菌区	楼下	紧邻	约 10 人次/天	
	病房综合楼	北侧	27m	约 100 人次/天	
门诊综合楼其他工作人员与公众	四周	0~50m	约 200 人次/天		

注：DSA 配套设施只为开展介入手术服务，在手术期间其他无关人员是不能进入的，介入医务人员术前术后在上述区域活动，手术期间各司其职；因此，本项目导管存放间、导管清洗室、污物走廊、设备间内人员不作为保护目标。

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照的防护和实践中源的安全。

第 4.3.2.1 款 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。

附录 B

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- 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，500mSv。

本环评中 DSA 辐射工作人员取年有效剂量限值的四分之一作为辐射工作人员年剂量约束值，即辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，其中四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 125mSv，眼晶体年当量剂量不超过 37.5mSv。

B1.2 公众照射

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。

本项目取其四分之一，即不超过 0.25mSv 作为公众的年照射剂量约束值。

6.4 辐射工作场所的分区

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）

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。放射治疗和核医学中的 X 射线成像设备参照本标准执行。

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

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房门、窗和管线口位置，应剂量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 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。

6.1.3 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；

6.1.5 除床旁减影设备、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。

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机房类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线设备(含 C 臂机、 乳腺 CBCT)	20	3.5

备注：本项目 DSA 属于单管头 X 射线机。

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁减影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C 型臂 X 射线设备机房	2	2
标称 125kV 及以下的摄影机房	2	1

备注：本项目 DSA 属于 C 型臂 X 射线设备机房。

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 μ 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。

6.4 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。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有盖、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。

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。

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。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

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 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。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		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	--

7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求。

7.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3 除存在临床不可接受的情况下，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ 128 的规定。

7.3.3 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）

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 Hp(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 Hp(10)和 Hp(0.07)。

5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

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）。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

本项目 DSA 工作场所拟建于综合中心门诊综合楼三层手术室内，门诊综合楼东侧为院内道路；南侧为院内道路，隔空地为外梁湖村，距 DSA 机房约 220m；西侧隔院内道路为行政办公楼（在建）、康复病房楼（在建），分别距 DSA 机房约 175m、180m；北侧为病房综合楼，距 DSA 机房约 27m，隔学海路为大通云澜府小区（在建），距 DSA 机房约 120m。

DSA 机房东侧为导管存放间、导管清洗室、污物走廊、手术室 9，南侧为操作间、设备间，西侧为缓冲走廊，北侧为洁净走廊，机房正上方为净化机房，机房正下方为检查包装及灭菌区。

DSA 机房平面布置图见附图 4，项目所在地四周照片见附图 10。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 辐射现状评价对象

DSA 机房及周围环境

8.2.2 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率

8.2.3 监测点位

根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况布设监测点，布点情况见图 8-1，检测报告及检测资质证书见附件 7。

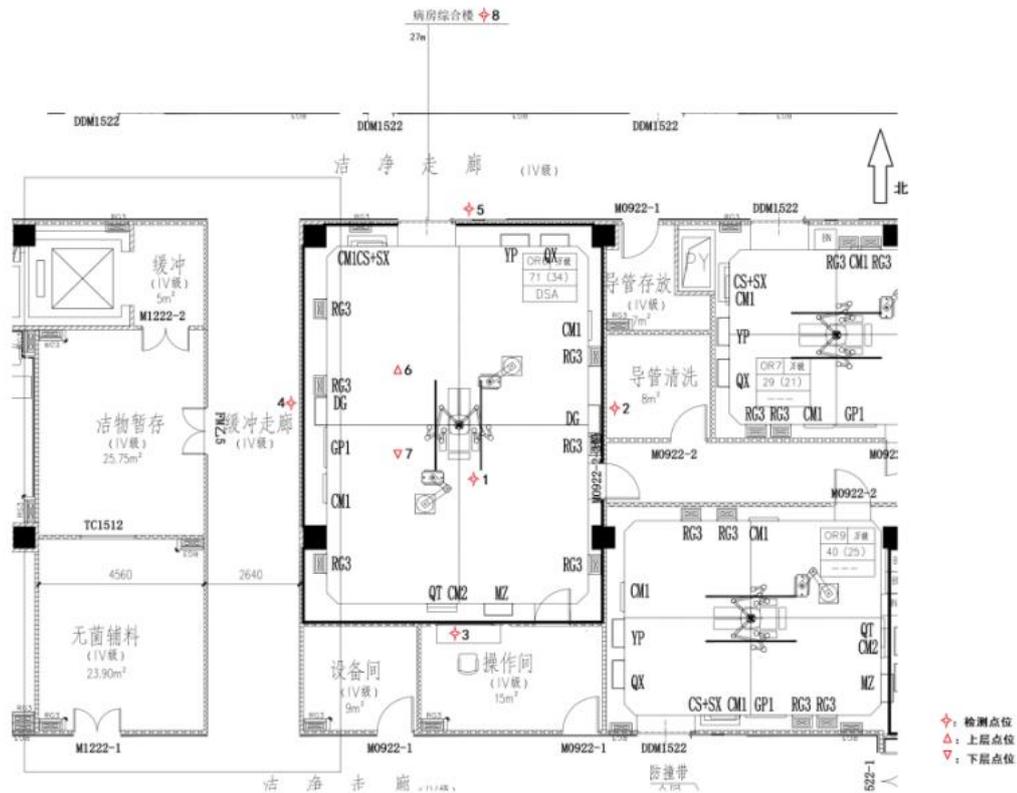


图 8-1 辐射工作场所辐射本底检测点位示意图

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) 检测单位：浙江亿达检测技术有限公司（证书编号：211112051235）
- (2) 检测时间：2022 年 03 月 25 日
- (3) 检测方式：现场检测
- (4) 检测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 HJ1157-2021 等
- (5) 检测频次：根据 HJ1157-2021 标准予以确定
- (6) 检测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：天气：阴；温度：20℃；相对湿度：65%
- (8) 检测仪器

表 8-1 监测仪器的参数与规范

检测仪器	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6(内置探头：6150 AD-b/H 外置探头：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess

量 程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm 30\%$ 外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm 30\%$
检定证书编号	2022H21-20-3813605002
检定证书有效期	2022年02月18日至2023年02月17日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

8.3.2 质量保证措施

- (1) 合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证上岗。
- (3) 检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) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校准、审核，最后由技术负责人审定。

8.3.3 监测结果

DSA 机房及周围环境辐射本底水平检测结果见表 8-2。

表 8-2 DSA 机房拟建址周围环境辐射剂量率监测结果

点位编号	点位描述	监测结果(nGy/h)	
		平均值	标准差
◇1	DSA 机房拟建址中部	82	1
◇2	DSA 机房拟建址东侧（导管清洗）	91	2
◇3	DSA 机房拟建址南侧（操作间）	83	2
◇4	DSA 机房拟建址西侧（缓冲走廊）	75	2
◇5	DSA 机房拟建址北侧（洁净走廊）	100	2
◇6	DSA 机房拟建址正上方（净化机房）	106	2
◇7	DSA 机房拟建址正下方（检查包装及灭菌区）	100	1
◇8	病房综合楼	90	2

注：1、本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；
2、本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393,使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；
3、 γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除宇宙射线响应值 30nGy/h；
4、该机房位于综合中心门诊综合楼三层手术室。

8.4 环境现状调查结果的评价

由上述监测结果可知，本项目射线装置工作场所及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 75~106nGy/h，即 $7.5\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 10.6\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；根据《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》

可知，绍兴市室内 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 $6.1 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 33.5 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，可见各监测点位 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地辐射本底正常水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目土建等主体工程的施工期环境影响已在《绍兴市上虞中医医院（城南医院）新建工程环境影响报告书》进行了分析与评价，因此，本项目利用预留手术室，对 DSA 机房进行装饰施工、场地清洁、设备安装、调试，施工期工艺流程及产污环节如下：

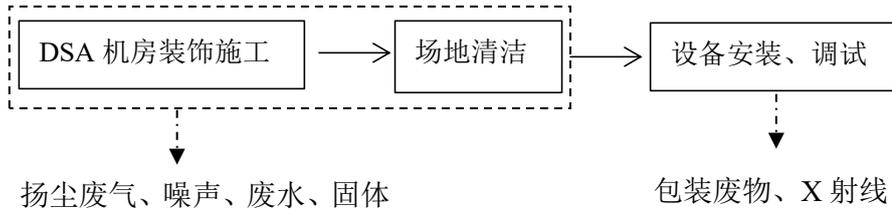


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

本项目施工期污染物主要包括：

（1）扬尘废气

施工过程中产生的扬尘和涂料废气，为无组织排放。

（2）噪声

施工期噪声主要包括少量运输车辆的噪声以及装修改造使用的小型施工设备产生的噪声。

（3）废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和生活污水，施工废水仅为建筑物料拌合过程可能产生的废水，通过进入物料而自然蒸发耗散；生活污水可依综合中心已有的化粪池等生活污水处理设施处理后纳入市政污水管网。

（4）固体废物

装修过程中产生的装修垃圾和施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。施工产生的废弃物应妥善保管，及时回收处理。

（5）X 射线

本项目调试阶段 DSA 会产生 X 射线，设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。调试阶段应在已经做好辐射防护的机房内进行，张贴辐射警示标识，避免无关人员靠近，经墙体的屏蔽及距离衰减后对环境的影响可以接受的。

9.2 营运期工程分析

9.2.1 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、介入床、高压注射器、操作台、控制装置及工作站系统组成，DSA 的整体外观示意图如图 9-2 所示。

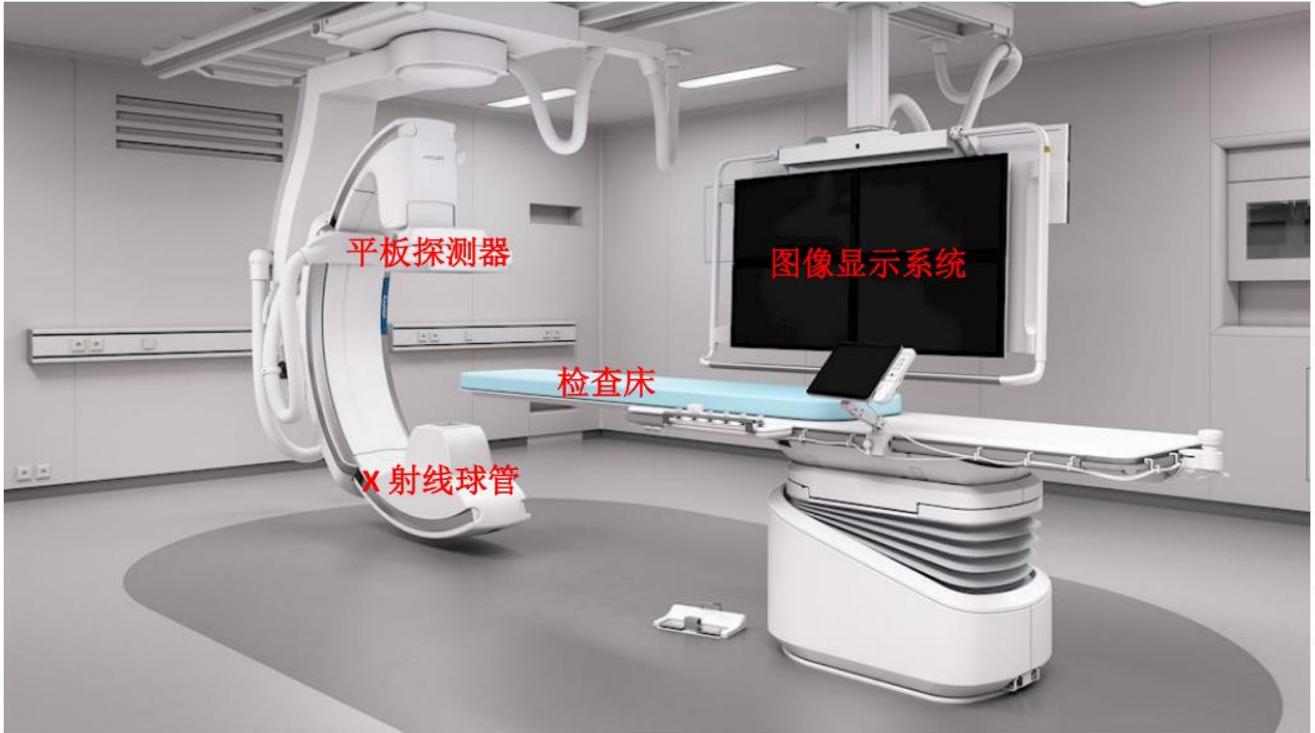


图 9-2 DSA 射线装置整体外观示意图

9.2.2 DSA 工作原理

X 射线诊断装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装载聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，二聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管和两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9-3。

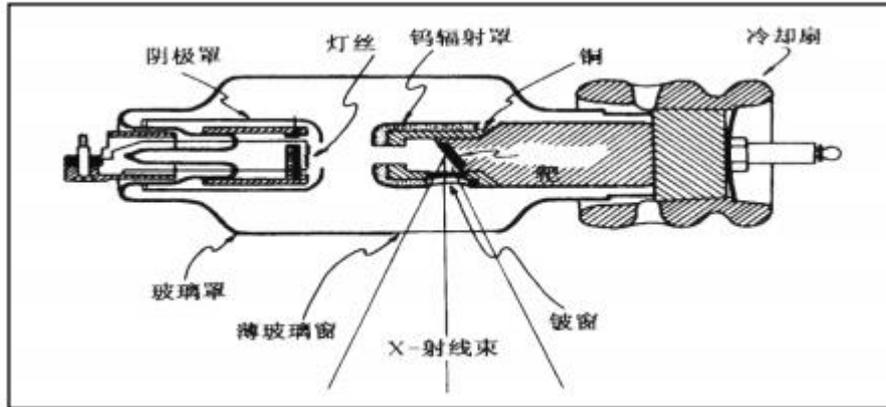


图 9-3 典型 X 射线管结构图

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 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、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

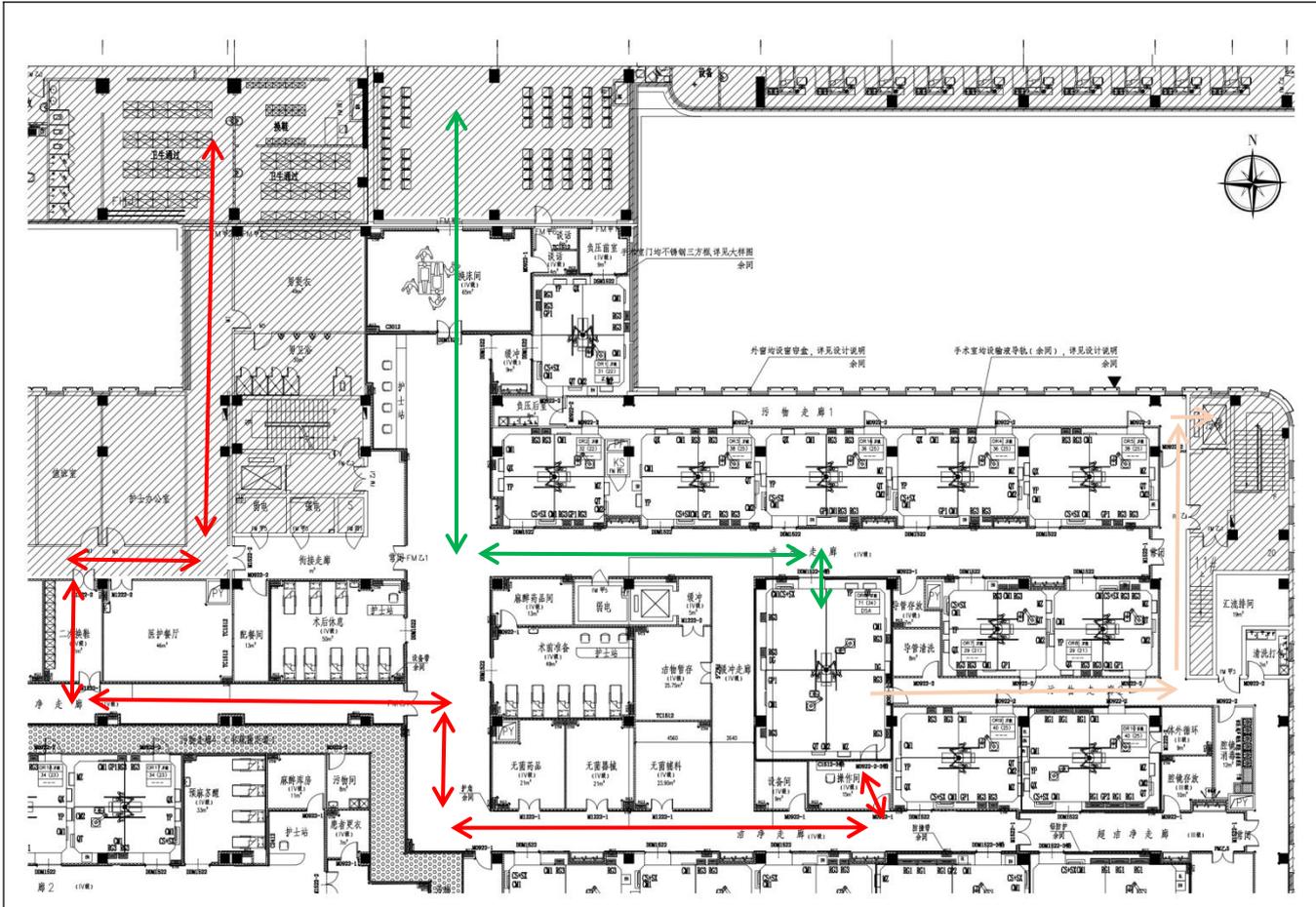
9.2.3 DSA 路径分析

本项目 DSA 路径主要是工作人员（包括医护人员、技师）路径、患者路径及污物路径。

工作人员路径：医护人员及技师从北侧入口经卫生通过间、更衣室、二次换鞋间、洁净走廊后进入 DSA 机房操作间，技师在操作间内进行设备操作，手术医护人员由 DSA 机房南侧工作人员防护门进入 DSA 机房内部进行手术。

患者路径：患者需工作人员推床从等候区经洁净走廊后由 DSA 机房北侧患者防护门进入 DSA 机房内部进行手术。

污物路径：手术结束后，由工作人员将污物从 DSA 机房东侧污物走廊后经污梯运至室外。



← 污物路径 ← 患者路径 ← 工作人员路径

图 9-4 本项目辐射工作场所人流物流示意图

9.2.4 操作流程及产污环节

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

操作流程：DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况（透视）：医生需进行手术治疗时，采用近台同室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇或连续式透视。具体方式是受检者位于机房手术床上，介入手术医生位于手术床旁，距 DSA 的 X 线管 0.3~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅手套等），同时手术床旁设有屏蔽挂帘，介入治疗中医师根据操作需求踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过显示屏上显示的连续画面，完成介入操作，医生、护士佩戴防护用品。

第二种情况（拍片）：操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在操作间内对病人进行

曝光)，通过控制 DSA 的 X 射线系统曝光，采集造影部位图像。具体方式是受检者位于机房检查床上，医护人员调整好 X 线球管、人体、影像增强器三者之间的距离，然后进入操作间，关好防护门。医生、操作人员通过操作间的电子计算机系统控制 DSA 的 X 射线系统曝光，采集造影部位图像。医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。DSA 的操作流程及产污环节程序如图 9-5 所示。

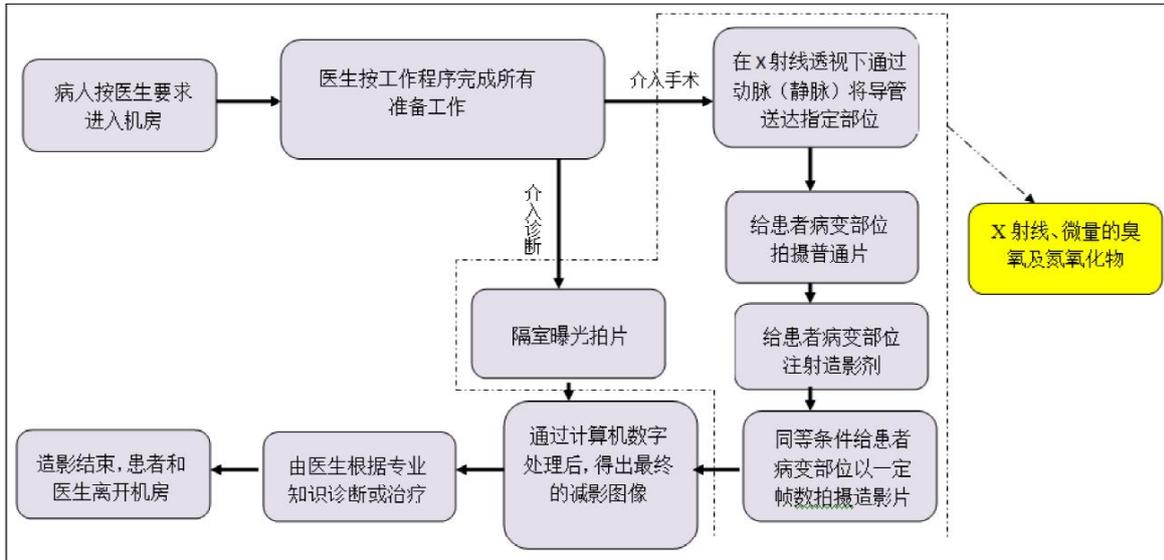


图 9-5 DSA 操作流程及产污环节示意图

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

9.3 污染源项描述

9.3.1 正常工况源项

(1) 辐射污染因子

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。医院使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，评价因子主要为 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，包含以下几种 X 射线辐射：

①有用线束

通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像或者对患者的部位进行间歇式透视。

②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漏射线。漏射线遍布机架各处。

③散射辐射

当有用线束射入治疗床上的人体时，会产生散布于各个方面上的次级散射辐射，这种射线的能量和剂量率比有用线束低得多，剂量率大小决定于被照区域，初级射线能量和散射角度。

(2) 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。

本项目 DSA 为 II 类射线装置，其在开机状态下主要辐射为 X 射线，在不开机状态下不产生 X 射线。

9.3.2 事故工况源项

①装置在运行时，由于安全联锁系统失效，人员误入或滞留在治疗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，操作间人员启动设备，造成滞留人员的误照射；

③医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射；

④DSA 的 X 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。

事故工况下污染源项与正常工况下相同。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局合理性分析

本项目 DSA 机房拟建于综合中心门诊综合楼三层手术室内，机房六面情况（东、南、西、北、上、下）如表 10-1 所示。

表 10-1 本项目 DSA 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
综合中心门诊综合楼三层手术室	DSA 机房	东	导管存放间、导管清洗室、污物走廊、手术室 9
		南	操作间、设备间
		西	缓冲走廊
		北	洁净走廊
		楼上	净化机房
		楼下	检查包装及灭菌区

(1) 本项目 DSA 机房位于综合中心门诊综合楼三层手术室，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) 本项目 DSA 有用线束不照射门、窗、管线口与工作人员操作位，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

(3) DSA 机房医护通道与病人通道、污物通道分开，病人通道的宽度满足病人手推车辆的通行，方便治疗。

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，并同时兼顾了病员就诊的方便性，所以总平面布置是合理的。

10.1.2 辐射防护分区原则及区域划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，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。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（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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，但要不断

检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本项目 DSA 机房两区划分图见图 10-1。

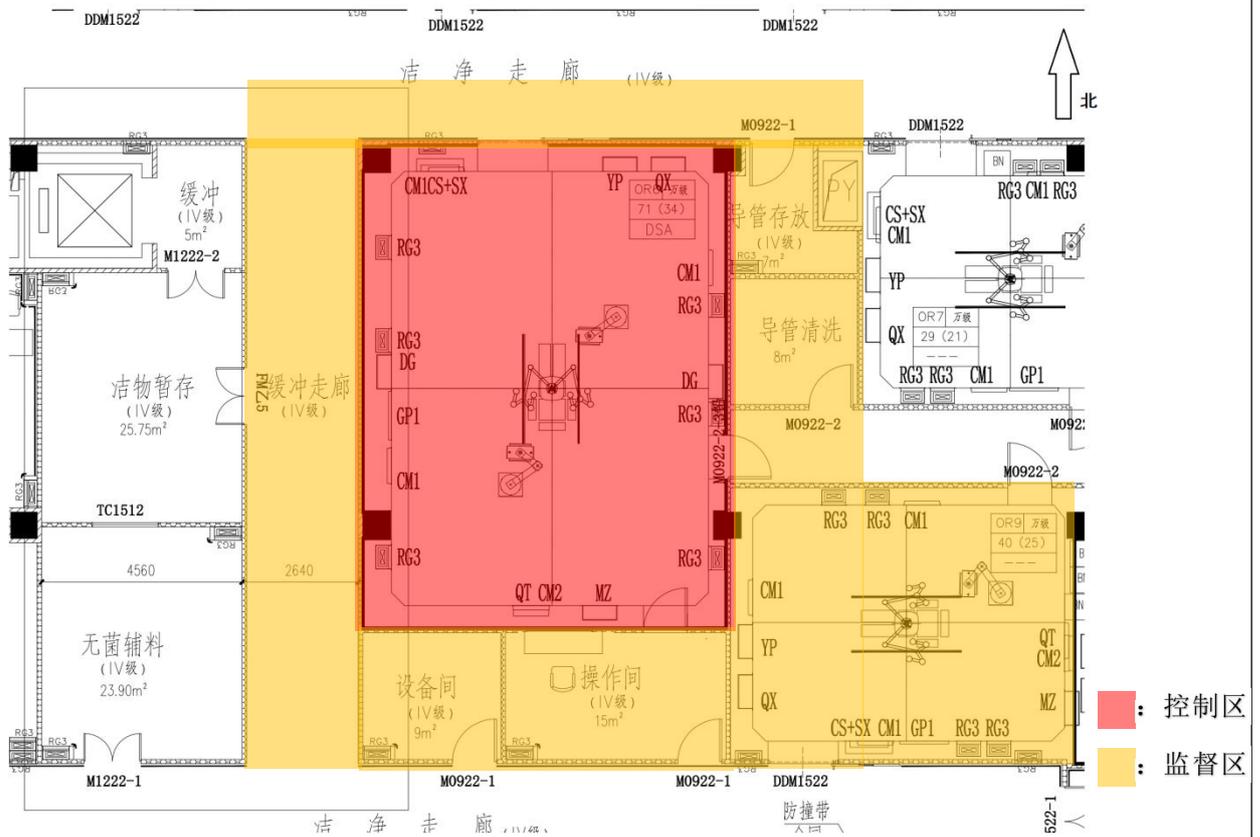


图 10-1 综合中心门诊综合楼三层手术室两区划分

本项目 DSA 机房控制区、监督区划分情况见表 10-2。

表 10-2 DSA 机房控制区和监督区划分

工作场所	控制区	监督区
综合中心门诊综合楼三层手术室	DSA 机房内	导管存放间、导管清洗室、污物走廊、手术室9、操作间、设备间、缓冲走廊、洁净走廊

本项目拟将 DSA 机房四周除监督区外紧邻的房间及楼上、楼下对应区域作为辐射环境影响关注区，建设单位在运行期须加强对上述辐射环境影响关注区的定期监测、年度监测和验收监测，发现问题及时处理。

10.1.3 辐射安全及防护措施

10.1.3.1 DSA 机房辐射屏蔽设计

依据建设单位提供的 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》（GBZ130-2020）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

机房名称	屏蔽体	屏蔽材料及厚度	折算后铅当量 (mmPb)	GBZ 130-2020 标准要求	符合性分析
DSA 机房 (125kV)	四侧墙体	4mm 铅板+方管龙骨支撑	4.0	本项目 DSA 射线装置额定参数为管电压 125kV，管电流 1000mA。属于 C 型臂 X 射线设备机房，有用线束及非有用线束方向铅当量均为 2mmPb	符合
	工作人员防护门	内衬 4.5mm 铅板	4.5		符合
	受检者防护门	内衬 4mm 铅板	4.0		符合
	污物防护门	内衬 4mm 铅板	4.0		符合
	观察窗	4.5mmPb 铅玻璃	4.5		符合
	顶棚	12cm 现浇混凝土+4mmPb 硫酸钡防护涂料	5.38		符合
	地坪	12cm 现浇混凝土+4mmPb 硫酸钡防护涂料	5.38		符合
	电缆	采用 4mm 铅皮	4.0		符合

注：实心砖密度不低于 1.65g/cm³，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，混凝土密度不低于 2.35g/cm³，8.7cm 混凝土等效为 1mmPb；硫酸钡防护涂料密度不低于 3.8g/cm³，参考《放射防护实用手册》表 6.14，1cm 硫酸钡防护涂料等效 1mmPb 进行折算，铅板纯度不低于 99.9%。

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)	有效使用面积 (m ²)	
DSA 机房	7.21	71.67	3.5	20	符合

表 10-5 本项目 DSA 机房辐射防护措施与标准对比分析

项目	标准要求	本项目设计方案	是否符合
机房通风	机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。	机房设计了新风系统，保证通风状况良好。	符合
机房内布局	机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	DSA 机房设计避免有用线束直接照射管线口；DSA 设备出束方向由下往上，不直接照射门、窗；机房内未设置与诊断工作无关的设施，保持机房内整洁、不堆放杂物。	符合

警示系统	机房门外应有电离辐射标志、辐射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句。	建设单位拟在 DSA 机房外墙上张贴辐射防护注意事项，机房门外设置电离辐射标志，在机房门上方设置工作状态指示灯、灯箱设置警示语句。	符合
安全连锁装置	机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。	DSA 机房污物通道防护门和工作人员防护门为平开机房门，设置有自动闭门装置；患者防护门为电动推拉门，设置防夹装置；患者防护门设门灯连锁装置，保证工作状态指示灯与防护门实现连锁功能。	符合
候诊区	不应在机房内候诊。	DSA 候诊区未设置在 DSA 机房内区域。	符合

通过上表可知，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、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（含楼上和楼下）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》（GBZ130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

10.1.3.2 辐射安全防护措施

（1）设备固有安全性

本项目 DSA 源于正规厂家，设备各项安全措施齐备，仪器本身采取了多种安全防护措施：

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铜过滤板，以消除软 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 DSA 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铜过滤板。

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，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），利用此方法可以明显缩短总透视时间，以减少不必要的照射。

⑤正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和床体上均设置有“紧急止动”按钮一旦发现异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

⑥机房门有闭门装置，且工作状态指示灯与机房门连锁。

（2）安全装置

①门灯联锁：DSA 机房防护门外顶部设置工作状态指示灯。设备处于工作状态时，防护门外顶部的工作状态指示灯亮，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”等可视警示语句，警示非工作人员不得入内。

②紧急止动装置：DSA 机房诊疗床及操作间控制台处各设计有 1 个急停按钮，DSA 出束过程中，一旦出现异常，按动任一个急停按钮，均可停止 X 射线出束，并在急停按钮旁设置醒目的中文提示。

③监控、对讲装置：DSA 机房内将安装 1 套监控和对讲系统，可实时监控 DSA 机房内情况且操作间的工作人员通过对讲机与 DSA 机房内的手术人员联系。

④警示标志：DSA 机房的防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。防护门外设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近。

⑤防护用品：DSA 机房应拟配备相应的防护用品与辅助防护设施，其配置要求需求按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求进行配备。个人防护用品配备情况详见表 10-6。

表 10-6 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/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅手套，各 11 套	铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘，各 1 件	符合

注：防护手套不小于 0.025mmPb；铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜铅当量不小于 0.5mmPb；铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾铅当量不小于 0.5mmPb；儿童防护用品铅当量不小于 0.5mmPb；铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘铅当量不小于 0.5mmPb。

(3) 其他安全措施

①手术医生、护士配备 2 枚个人剂量计，技师配备 1 枚个人剂量计。DSA 项目医护人员需要在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反。每个季度及时对剂量计送检，建立个人剂量健康档案，并长期保存。

②本项目 DSA 机房采用新风系统进行通风，风管穿墙处包裹 4mm 铅皮，作为风管穿墙的辐射屏蔽补偿，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“射线机房应设置动力通风装置”的要求。电缆线在非主射方向以“U”型浅地沟方式从地坪下方穿越墙体与操作台相连，浅地沟表层敷设 4mm 铅皮进行屏蔽防护。

③操作间墙上拟张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

④DSA 不应堆放与设备诊断无关的杂物，物品摆放有序，保持机房内卫生整洁。

⑤DSA 机房拟配置 1 台环境辐射巡测仪，放置操作间。每季度对防护门外、门缝、操作间、各侧屏蔽墙外 30cm 处、管线口、顶棚上方及评价范围内的关注点位进行监测，并将监测结果记录存档。

10.2 “三废”治理措施

根据工艺分析，本项目运行期间无放射性废水、放射性废气及固体废物产生，仅有少量臭氧、氮氧化物等有害气体，加强通风有利于改善工作场所空气质量。

本项目 DSA 机房拟采用新风系统进行通风，保证机房内有良好的通风。臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对环境影响较小。

10.3 射线装置报废管理要求

本项目后期投入使用后，对拟报废的 DSA 装置，医院应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》中第十八条要求，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

DSA 机房建设会产生施工扬尘、施工噪声、废水及固体废弃物，医院应做到如下控制措施：

- (1) 施工过程中应加强施工管理，对施工时段、施工进度作精心安排、系统规划。
- (2) 项目施工设备的选择应考虑选择低噪声设备，避免在夜间进行施工。
- (3) 施工人员的生活废水依托已有的化粪池处理。
- (4) 施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理。
- (5) 施工期的建筑垃圾应单独堆放，及时清运至住建部门指定的地点安全处理处置。
- (6) 保持施工场地清洁卫生，定期洒水降尘。
- (7) 在符合建筑设计和辐射防护要求的前提下，装修施工应尽量节约材料。

由于施工期短，施工范围小，通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段，施工期对环境产生的影响较小，并且该影响随施工期的结束而消除。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

DSA 设备的安装与调试由设备厂家专业人员负责，建设单位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，防止辐射事故的发生。

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以接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。DSA 设备的调试由厂家负责，不在本次评价范围内。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 屏蔽合理性分析

依据建设单位提供的 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》（GBZ130-2020）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，结果见上表 10-3、上表 10-4。

通过上表 10-3、上表 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、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（含楼上和楼下）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》（GBZ130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

11.2.2 DSA 机房周围关注点剂量率预测

本项目 DSA 机房周围关注点剂量率预测采用类比分析的方法。

11.2.2.1 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，本报告表采用浙江求是心血管病医院 3 号 DSA 机房的验收监测数据进行类比评价（数据来源《浙江求是心血管病医院放射工作场所防护检测》（浙亿检（环）字 HJ2021 第 0031 号），见附件 8），DSA 射线装置类比可行性分析见表 11-3。

表11-3 DSA装置类比可行性分析

类比内容		类比对象 (浙江求是心血管病医院 3 号 DSA 机房)	本项目 DSA 机房
主要设备参数		150kV, 1000mA	125kV, 1000mA
设备型号		Azurion 7 M20	Artis Q Celling
主束方向		南、西、顶棚和地面，大部分为由下朝上	东、西、顶棚和地面，大部分为由下朝上
运行工况		减影模式：105kV, 598.2mA 透视模式：81kV, 12.3mA	减影模式：100kV, 500mA 透视模式：80kV, 10mA
机房面积 (m ²)		33.36	71.67
屏蔽 防护	四侧墙体	4mm 铅板+方管龙骨支撑 (4mmPb)	4mm 铅板+方管龙骨支撑 (4mmPb)
	工作人员防护门	内衬 4.0mm 铅板 (4mmPb)	内衬 4.5mm 铅板 (4.5mmPb)
	受检者防护门	内衬 4.0mm 铅板 (4mmPb)	内衬 4.0mm 铅板 (4mmPb)
	污物防护门	内衬 4.0mm 铅板 (4mmPb)	内衬 4.0mm 铅板 (4mmPb)
	观察窗	4.0mm 铅当量铅玻璃 (4mmPb)	4.5mm 铅当量铅玻璃 (4.5mmPb)
	顶棚	12cm 现浇混凝土+3mm 铅板 (4.1mmPb)	12cm 现浇混凝土+4mmPb 当量防护涂料 (5.38mmPb)
	地坪	12cm 现浇混凝土+3mm 铅当量硫酸钡涂 料 (4.1mmPb)	12cm 现浇混凝土+4mmPb 当量防护涂料 (5.38mmPb)

由上表可以看出，本项目 DSA 射线装置设备参数低于类比对象，机房的实际面积大于类比对象，机房防护水平与类比对象相当，类比 DSA 机房运行工况在摄影模式下电压大于本项目，电流大于本项目，透视模式下电压大于本项目，电流大于本项目。因此本项目 DSA 机房与类比对象有很好的可比性，通过对类比对象的监测，可以预测本项目 DSA 射线装置运行后的辐射环境影响。

类比监测结果见表 11-4，类比监测点位图见图 11-1。

表 11-4 浙江求是心血管病医院 3 号 DSA 机房剂量率监测结果

检测点号	检测地点	检测方向	检测结果 (μSv/h)	
			减影模式	透视模式
1	操作位 (北侧)	主射束朝东	0.14	0.14
2	操作位 (中部)		0.17	0.18
3	操作位 (南侧)		0.21	0.20
4	观察窗外表面 (北侧) 30cm		0.16	0.16
5	观察窗外表面 (中部) 30cm		0.22	0.20
6	观察窗外表面 (南侧) 30cm		0.14	0.14
7	观察窗外表面 (上端) 30cm		0.17	0.16
8	观察窗外表面 (下端) 30cm		0.23	0.21
9	工作人员防护门外表面 (北侧) 30cm		0.22	0.21
10	工作人员防护门外表面 (中部) 30cm		0.22	0.22
11	工作人员防护门外表面 (南侧) 30cm		0.21	0.20
12	工作人员防护门外表面 (上端) 30cm		0.26	0.23
13	工作人员防护门外表面 (下端) 30cm		0.22	0.20
14	受检者防护门外表面 (西侧) 30cm	主射束朝上	0.19	0.17
15	受检者防护门外表面 (中部) 30cm		0.18	0.17
16	受检者防护门外表面 (东侧) 30cm		0.23	0.20
17	受检者防护门外表面 (上端) 30cm		0.15	0.14
18	受检者防护门外表面 (下端) 30cm		0.16	0.15
19	污物通道防护门外表面 (北侧) 30cm	主射束朝西	0.24	0.21
20	污物通道防护门外表面 (中部) 30cm		0.18	0.17
21	污物通道防护门外表面 (南侧) 30cm		0.24	0.20
22	污物通道防护门外表面 (上端) 30cm		0.23	0.21
23	污物通道防护门外表面 (下端) 30cm		0.21	0.19
24	设备间防护门外表面 (北侧) 30cm	主射束朝西	0.25	0.24
25	设备间防护门外表面 (中部) 30cm		0.22	0.22
26	设备间防护门外表面 (南侧) 30cm		0.14	0.14
27	设备间防护门外表面 (上端) 30cm		0.22	0.21
28	设备间防护门外表面 (下端) 30cm		0.15	0.15
29	东侧防护墙外表面 (北侧) 30cm	主射束朝东	0.26	0.23
30	东侧防护墙外表面 (中部) 30cm		0.13	0.13
31	西侧防护墙外表面 (中部) 30cm	主射束朝西	0.19	0.19
32	西侧防护墙外表面 (南侧) 30cm		0.26	0.24
33	北侧防护墙外表面 (中部) 30cm	主射束朝上	0.19	0.19
34	北侧防护墙外表面 (东侧) 30cm		0.19	0.19
35	六层地面上方 100cm (西侧)		0.14	0.13
36	六层地面上方 100cm (东侧)		0.14	0.14
37	四层地面上方 170cm (西侧)		主射束朝下	0.15

38	四层地面上方 170cm (东侧)		0.18	0.16	
				已佩戴防护用品	未佩戴防护用品
39	第一手术位距地高度 105cm (腹部)	主射束朝上	/	19	56
40	第一手术位距地高度 125cm (胸部)		/	20	61
				未佩戴防护用品	
41	第一手术位距地高度 20cm (足部)	主射束朝上	/	40	
42	第一手术位距地高度 80cm (下肢)		/	47	
43	第一手术位距地高度 155cm (头部)		/	58	
44	第一手术位手部		/	1122	
				已佩戴防护用品	未佩戴防护用品
45	第二手术位距地高度 105cm (腹部)	主射束朝上	/	12	33
46	第二手术位距地高度 125cm (胸部)		/	14	59
				未佩戴防护用品	
47	第二手术位距地高度 20cm (足部)	主射束朝上	/	24	
48	第二手术位距地高度 80cm (下肢)		/	30	
49	第二手术位距地高度 155cm (头部)		/	36	
本底均值		0.11-0.16			
注：1.以上检测结果均未扣除本底值，检测结果取最大值。 2.该机房位于综合楼五层，机房正上方为手术室，机房正下方为眼科。 3.检测仪器响应时间小于检测时间，无需进行响应时间修正。					

由表 11-4 监测结果可知，DSA 装置运行时机房外辐射剂量率相对于本底未显著提高，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“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 μ Sv/h”与“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”的要求。本项目 DSA 机房屏蔽设计与类比项目机房相当，因此本项目机房屏蔽设计能够符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

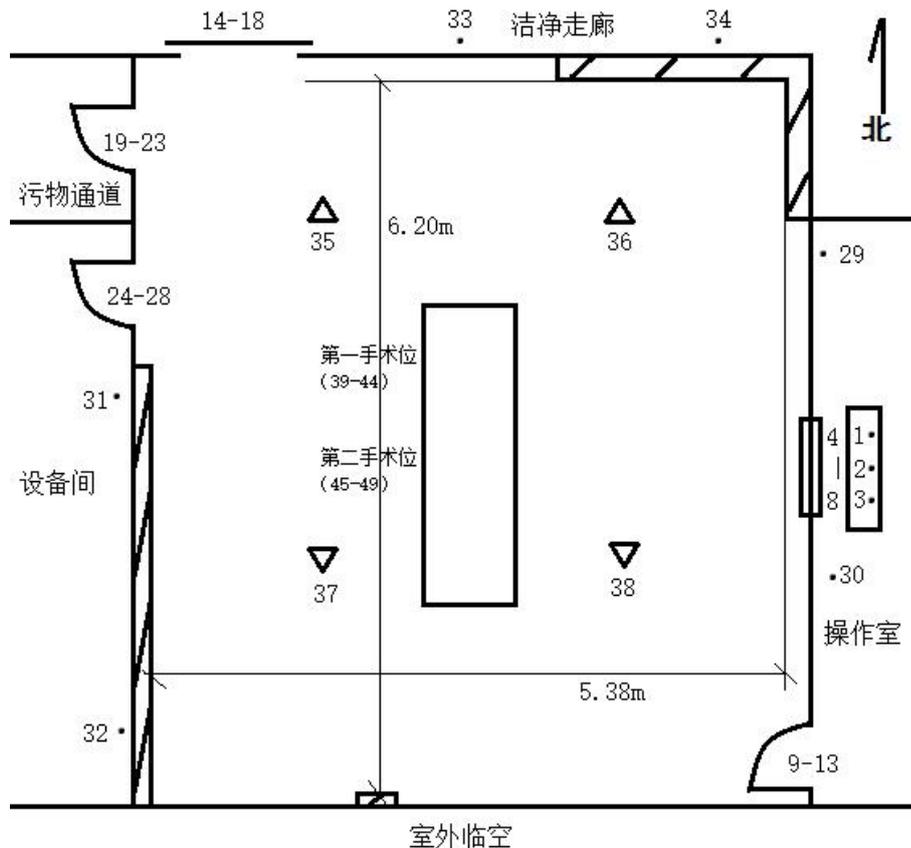


图 11-1 浙江求是心血管病医院 3 号 DSA 机房检测布点示意图

11.2.2.2 有效剂量估算

(1) 操作间工作人员与公众有效剂量估算公式

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操作间进行操作，DSA透视曝光时，医师在手术间内近台操作，护士和技师通常不在手术间内，因此，该项目主要考虑透视模式下近台操作医师的受照剂量（不考虑减影模式下近台操作医师的受照剂量）。

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。

$$H_1 = H_0 \cdot T \cdot t \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

H_1 ：X射线外照射有效剂量当量，mSv；

H_0 ：X射线束造成的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T ：居留因子；

t ：X射线年照射时间，h/a。

(2) 机房内工作人员有效剂量估算公式

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中对于介入放射工作人员穿戴铅围裙估算有效剂量的计算方法，保守按不戴铅橡胶颈套进行估算，采用公式 11-2 进行估算。

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

E ：有效剂量中的外照射分量，单位：mSv；

α ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

β ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

H_u ：铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位：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 $H_p(10)$ ，单位：mSv。

(3) 手部和眼晶体当量剂量估算公式

手术医生和护士在 DSA 机房内进行介入手术时，皮肤当量剂量保守按不戴铅手套进行估算，眼晶体当量剂量保守按不戴铅眼镜进行估算。

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）、《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，皮肤当量剂量用式11-3和式11-5进行估算，眼晶体当量剂量用式11-4和式11-5进行估算。

$$D_S = C_{KS}(\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad (\text{式11-3})$$

$$D_L = C_{KL}(\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \quad (\text{式11-4})$$

$$H = D \cdot W_R \quad (\text{式 11-5})$$

式中：

D_S ：皮肤吸收剂量，单位为毫戈瑞，mGy；

C_{KS} ：空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数，单位为mGy/mGy，从《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表A.5查空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{KS}=1.156\text{mGy/mGy}$ （0.08MeV，AP入射方式）；

D_L ：眼晶体吸收剂量，单位为毫戈瑞，mGy；

C_{KL} ：空气比释动能到眼晶体吸收剂量的转换系数，单位为mGy/mGy，从《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）表A.4查空气比释动能到眼晶体吸收剂量的转换系数 $C_{KL}=1.550\text{mGy/mGy}$ （0.08MeV，AP入射方式）；

\dot{k} : X、 γ 辐射场的空气比释动能率, 单位为 $\mu\text{Sv/h}$, 本项目取类比报告中的相关数据, 保守取 $1\text{Sv}=1\text{Gy}$;

t: 人员累积受照时间, 单位为小时, h; 本项目正常运行后, 保守预计每年最大工作量为500台手术, 每位介入医生每年最大手术量约为84台, 每位介入手术的护士每年最多167台手术, 平均每台手术减影时间为5分钟, 透视时间约为15分钟, 则辐射工作人员年受照时间为减影13.9h, 透视41.8h, 公众年受照时间为减影41.7h, 透视125h;

H: 关注点的当量剂量, mSv;

D: 皮肤吸收剂量或眼晶体吸收剂量, 单位为毫戈瑞, mGy;

W_R : 辐射权重因数, X射线取1。

有效剂量估算结果见表11-5。

表 11-5 有效剂量估算结果

关注人员	工况	关注点最大剂量率	铅衣内剂量率	铅衣外剂量率	受照时间	空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数	空气比释动能到眼晶体吸收剂量的转换系数	W_R	居留因子	有效剂量或当量剂量
		$\mu\text{Sv/h}^*$			h	mGy/mGy	mSv			
操作间内工作人员	减影	0.12	/	/	13.9	/	/	/	1	5.84×10^{-3}
	透视	0.10	/	/	41.8	/	/	/	1	
机房内工作人员(身体)	减影	0.12	/	/	13.9	/	/	/	1	0.95
	透视	/	19.89	60.89	41.8	/	/	/	1	
机房内工作人员(手部)	透视	1121.89	/	/	41.8	1.156	/	1	1	54.21
机房内工作人员(眼晶体)	透视	57.89	/	/	41.8	/	1.550	1	1	3.75
机房东侧公众人员	减影	0.15	/	/	41.7	/	/	/	1	2.25×10^{-2}
	透视	0.13	/	/	125	/	/	/	1	
机房南侧公众人员	减影	0.15	/	/	41.7	/	/	/	1	2.25×10^{-2}
	透视	0.13	/	/	125	/	/	/	1	
机房西侧公众人员	减影	0.15	/	/	41.7	/	/	/	1	2.25×10^{-2}
	透视	0.13	/	/	125	/	/	/	1	
机房北侧公众人员	减影	0.15	/	/	41.7	/	/	/	1	2.25×10^{-2}
	透视	0.13	/	/	125	/	/	/	1	

上方净化机房公众人员	减影	0.03	/	/	41.7	/	/	/	1	5.0×10 ⁻³
	透视	0.03	/	/	125	/	/	/	1	
下方检查包装及灭菌区公众人员	减影	0.07	/	/	41.7	/	/	/	1	9.17×10 ⁻³
	透视	0.05	/	/	125	/	/	/	1	

注：1、*代表引用剂量率已扣除本底值，并取最大值；

2、本项目的居留因子考虑到上虞城南医用综合中心门诊综合楼三层手术室四周的公众区域居留因子可能取值不同，为了便于计算，均保守取 1。

综上所述，本项目机房内辐射工作人员年有效剂量最大为0.95mSv，操作间辐射工作人员年有效剂量最大为5.84×10⁻³mSv，满足本项目职业人员剂量约束值不超过5mSv/a的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过20mSv/a的剂量限值要求；医生年手部皮肤当量剂量为54.21mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员四肢要求的剂量限值500mSv/a和本项目目标管理值125mSv/a的要求；医生年眼晶体当量剂量为3.75mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员眼晶体要求的剂量限值150mSv/a和本项目目标管理值37.5mSv/a的要求。

由计算结果可知，本项目机房外公众年受照剂量最大为 2.25×10⁻²mSv，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过 1mSv/a 的剂量限值要求。根据剂量率与距离平方成反比的关系，距离机房越远，辐射剂量率越低，机房附近公众受照剂量满足要求，因此机房外 50m 范围内环境保护目标公众受照剂量也能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的剂量限值 1mSv/a 和本项目目标管理值 0.25mSv/a 的要求。

由于本项目介入治疗手术过程中辐射工作人员的受照剂量受多种不确定因素的影响，工作人员的受照射情况复杂多变，难以准确估算其年有效剂量。因此上述理论估算结果只能大致反映出工作人员受辐射照射程度。本项目参与介入手术的医务人员手术过程中均应佩戴个人剂量计，医院应根据个人剂量检测结果对工作人员工作岗位进行调整，确保其年有效剂量满足本项目的目标管理值要求。

11.2.2.3 “三废”影响分析

DSA 在曝光过程中会产生少量臭氧和氮氧化物，机房设有新风系统，产生的微量臭氧和氮氧化物可通过新风系统排至室外，弥散在大气环境中。臭氧在空气中会自动分解为氧气，臭

氧对周围环境空气影响很小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故风险分析

DSA 射线装置运行过程中主要的事故类型有：

- ①装置在运行时，由于安全联锁系统失效，人员误入或滞留在治疗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，操作间人员启动设备，造成滞留人员的误照射；
- ③医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射；
- ④DSA 的 X 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 辐射事故应急预案

为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

- ①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备；
- ②实施介入诊疗的质量保证；
- ③做好医生的个人防护；
- ④做好病人非投照部位的防护工作；
- ⑤DSA 安装调试和检修维护人员在工作过程中，应按要求配戴个人剂量计和按要求携带个人剂量报警仪。调试和维修期间，本项目辐射工作人员需将设备的控制权暂时移交给设备厂家工作人员，本项目辐射工作人员不参与设备的控制与维修，防止维修期间工作人员在 DSA 机房误照射。

对于上述可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

- ①建立全院安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。
- ②建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。
- ③制定全院重大事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

11.3.3 应急处置方案

针对以上可能发生的事故风险，医院应制定辐射事故应急方案，并定期进行演练，及时进

行整改，同时还应配置必要的应急装备、器材以及应急资金。当发生或发现辐射事故，当事人应立即向医院的辐射安全负责人和法定代表人报告。当事故发生时，医院应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向卫生主管部门报告。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用II类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，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

建设单位将上虞城南医用综合中心租赁给绍兴市上虞区中医医院经营使用，医院应根据本项目的实际情况及时调整专门的辐射安全与环境保护管理机构，落实安全责任制度，并明确相关成员名单及职责。

12.1.2 辐射人员管理

(1) 个人剂量管理

医院现有62名辐射工作人员，均配备了个人剂量计，每三个月委托有资质单位检测并建立个人剂量档案；个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。本项目辐射工作人员从绍兴市上虞区中医医院原DSA机房辐射工作人员调剂，调配后不再兼任其他设备工作人员。

(2) 职业健康体检

医院现有 62 名辐射工作人员，均已接受岗前或在岗体检合格并建立档案，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。

(3) 辐射安全与防护培训

医院现有62名辐射工作人员，均参加“放射工作人员放射培训”合格并在有效期内；根据“浙江省生态环境厅浙江省卫生健康委员会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”，医院新增辐射工作人员以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的辐射工作人员应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核，考核合格后方可上岗或者参加放射诊疗培训并合格方可上岗。

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，使用射线装置的单位，应当

对本单位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日前向发证机关提交上一年度的评估报告。年度评估报告应当包括: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。

建设单位将上虞城南医用综合中心租赁给绍兴市上虞区中医医院经营使用,医院应根据本项目建设内容纳入辐射安全与防护评估报告,定期上报至发证机关。

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》与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等有关要求,使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等,并有完善的辐射事故应急措施。

12.2.1 现有规章制度及完善性分析

医院已制定《DSA 操作规程》、《岗位职责》、《辐射安全防护和管理制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《医用诊断 X 射线机维护保养制度》、《X 射线影像诊断质量保证制度》、《受检者放射防护管理制度》、《放射科放射事件应急处理预案》等规章制度,内容健全完善且合理规范,可以满足现有核技术利用项目的管理需要。

12.2.2 本项目规章制度要求

建设单位将上虞城南医用综合中心租赁给绍兴市上虞区中医医院经营使用,医院在开展本项目工作之前,应结合本次评价的辐射设备特点,对原有辐射安全管理制度进行补充、完善,使之切实可又符合相关管理规定,并付诸严格执行。

拟完善、补充的内容如下:

- ①射线装置报废管理制度;
- ②辐射安全档案管理制度;
- ③新 DSA 工作场所的监测方案纳入原有监测制度;

综上所述,医院在落实上述制度后,能够确保本项目 DSA 装置的安全使用,满足国家相关的辐射安全管理及技术层面要求。日后的工作实践中,医院应根据核技术利用具体情况以及在工作中遇到的实际问题,并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(2021年修改)》的要求及时进行更新、完善,提高制度的可操作性。

医院所有相关制度应以医院正式文件形式制定,并将各项管理制度、操作规程等悬挂于辐

射工作场所。医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器和防护设备

本项目 DSA 属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》，本项目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，包括辐射剂量巡测仪、个人剂量计等仪器，用于对 DSA 机房周围的辐射水平进行巡测。

医院拟配备 1 台环境辐射巡测仪，放置操作间，用于日常监测。

12.3.2 监测计划

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、观察窗、DSA 机房楼上和楼下区域进行辐射监测，监测数据每年年底须向生态环境部门上报备案。监测计划见表 12-2。

表 12-2 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	监测依据
年度监测	DSA 机房	周围剂量当量率	1 次/年	按照国家规定进行计量检定	防护门外、门缝、操作间、楼上离地 100cm、楼下离地 170cm、管线孔洞处、各侧屏蔽墙外 30cm 处及周围需要关注的监督区	委托监测	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）
日常监测	DSA 机房	周围剂量当量率	1 次/季度	按照国家规定进行	防护门外、门缝、操作间、楼上离地 100cm、楼下离地 170cm、管线孔洞处、各侧屏蔽墙外 30cm 处及周围需要关注的监督区	医院自行监测	
验收监测	DSA 机房	周围剂量当量率	项目完成 3 个月内	按照国家规定进行	防护门外、门缝、操作间、楼上离地 100cm、楼下离地 170cm、管线孔洞处、各侧屏蔽墙外 30cm 处及周围需要关注的监督区	委托监测	
个人剂量检测	/	个人剂量当量	不超过 3 个月	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托监测	《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

12.4 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）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

项目建成后由建设单位将上虞城南医用综合中心租赁给绍兴市上虞区中医医院经营使用，医院应根据本项目实际情况对《辐射事故应急预案》以及辐射事故应急处理小组进行调整和完善。

《辐射事故应急预案》应主要包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急和求助装备、物资准备；
- （3）辐射事故分级；
- （4）辐射性事故应急救援应遵循的原则；
- （5）辐射事故应急措施和处理程序；
- （6）辐射事故的调查和报告；
- （7）人员培训和演习计划。

12.6 “三同时”验收一览表

表 12-3 本项目从事辐射活动能力评价

项目	应具备条件	落实情况
辐射安全管理机构	使用I类放射源，使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作	建设单位将上虞城南医用综合中心（东侧地块）租赁给绍兴市上虞区中医医院经营使用，医院已成立了“放射防护安全委员会”，负责全院射线装置的辐射安全与防护监督管理工作，明确了相关负责人和各成员及其职责，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。
辐射安全于与防护措施	DSA 机房屏蔽防护设计详见表 10-3~表 10-4。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求（具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量率应不大于 2.5 μ Sv/h），本项目 DSA 介入手术人员年有效剂量不超过 5mSv，公众人员年

		有效剂量不超过 0.25mSv。
	本项目 DSA 机房拟设置门灯联锁、急停按钮、监控装置与对讲系统等多项安全防护措施，机房防护门出入口拟设计电离辐射警告标志等。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。
人员配备	本项目 12 名辐射工作人员，均参加“放射工作人员放射培训”合格并在有效期内。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。
	本项目 12 名辐射工作人员均配备了个人剂量计，个人剂量监测周期一般为一个月，最长不超过一个季度，并建立个人剂量监测档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。
	本项目 12 名辐射工作人员，均接受在岗体检合格并建立档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求。
监测仪器和防护用品	本项目配备辐射巡测仪、个人剂量计。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关规定的要求。
辐射安全管理制度	建设单位将上虞城南医用综合中心租赁给绍兴市上虞区中医医院经营使用，医院在开展本项目工作之前，应结合本次评价的辐射设备特点，对原有辐射安全管理制度进行补充、完善，使之切实可又符合相关管理规定，并付诸严格执行。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关规定的要求。

12.7 环保投资

本项目总投资 1000 万元，主要用于场所屏蔽部分防护改造和防护用品采购，其中项目环保投资约 100 万，占项目总投资的 10%。该项目具体环保投资估算详见表 12-3。

表 12-3 环保投资估算一览表

项目		措施	金额（万元）
DSA 机房	辐射屏蔽措施	DSA 屏蔽机房（含铅防护门、铅玻璃等）	70
	安全措施	工作状态指示灯（门-灯联锁）	0.5
		自动闭门装置	1
		急停按钮 3 个	0.5
	废气处理设施	新风系统	15
	监测仪器及警示装置	辐射检测仪	5
		电离辐射警告标志、监督区、控制区标识若干	0.5
		视频监控系统及对讲装置	1
防护用品	铅衣、铅围脖、铅眼镜等防护用品	0.5	
环评与验收			6
合计			100

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

(1) 项目概况

本项目将绍兴市上虞区中医医院放疗中心 DSA 机房内 1 台 DSA（型号为 Artis Q Celling）搬迁至综合中心门诊综合楼三层手术室内，搬迁后原 DSA 机房闲置。

DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，为单球管设备，射束方向：东、西、顶棚和地面，大部分为由下朝上，属于 II 类射线装置。

(2) 项目位置

本项目 DSA 工作场所拟建于综合中心门诊综合楼三层手术室内，门诊综合楼东侧为院内道路；南侧为院内道路，隔空地为外梁湖村，距 DSA 机房约 220m；西侧隔院内道路为行政办公楼（在建）、康复病房楼（在建），分别距 DSA 机房约 175m、180m；北侧为病房综合楼，距 DSA 机房约 27m，隔学海路为大通云澜府小区（在建），距 DSA 机房约 120m。

DSA 机房东侧为导管存放间、导管清洗室、污物走廊、手术室 9，南侧为操作间、设备间，西侧为缓冲走廊，北侧为洁净走廊，机房正上方为净化机房，机房正下方为检查包装及灭菌区。DSA 机房平面布置图见附图 4。

(3) 项目分区及布局

建设单位拟将 DSA 机房内区域划分为控制区，在正常工作过程中，控制区内不得有无关人员进入；拟将导管存放间、导管清洗室、污物走廊、手术室 9、操作间、设备间、缓冲走廊、洁净走廊区域划分为监督区，对该区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率。在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。由上述可知，本项目分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定。

(4) 辐射安全防护措施结论

本项目 DSA 机房四侧墙体采用 4mm 铅板+方管龙骨支撑，顶棚采用 12cm 现浇混凝土+4mmPb 硫酸钡防护涂料，地坪采用 12cm 现浇混凝土+4mmPb 硫酸钡防护涂料，防护门采用符合屏蔽要求厚度的铅防护门，观察窗采用 4.5mmPb 铅玻璃，工作人员防护门采用 4.5mm 铅板，受检者防护门和污物防护门采用 4mm 铅板。

本项目 DSA 机房拟设置门灯连锁、急停按钮、监控装置与对讲系统等多项安全防护措施，机房防护门出入口拟设计电离辐射警告标志等，拟配备相应的铅衣、铅围脖等个人防护用品，

为辐射工作人员配备了个人剂量计等；定期对辐射工作人员开展个人剂量监测和职业健康检查监护。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

(5) 辐射安全管理结论

①建设单位将上虞城南医用综合中心租赁给绍兴市上虞区中医医院经营使用，医院根据本项目的实际情况及时调整专门的辐射安全与环境保护管理机构放射防护安全管理委员会，并以文件的形式明确管理委员会的工作职责；医院应根据本项目实际情况及本报告的要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

②本项目所有辐射工作人员应配备个人剂量计，并严格规定其必须佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计定期（最长不得超过三个月）送检，建立个人剂量档案；本项目所有辐射工作人员应当进行职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；本项目所以辐射工作人员必须通过辐射安全与防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，考核合格的方上岗。

建设单位租赁给使用单位后，在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射管理制度、落实辐射管理措施或设施、完善辐射工作人员管理的前提下，其从事辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

13.1.2 环境影响分析结论

(1) 辐射剂量率影响预测结论

经类比计算分析，本项目 1 间 DSA 机房在正常运行时满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的 X 射线设备机房屏蔽体外表面 30cm 处的辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求，对周围辐射环境影响在可接受范围内。

(2) 个人剂量影响预测结论

经类比计算分析，职业人员受照的有效剂量最大为 0.95mSv ，操作间辐射工作人员年有效剂量最大为 $5.84 \times 10^{-3}\text{mSv}$ ，满足本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 20mSv/a 的剂量限值要求；医生年手部皮肤当量剂量为 54.21mSv ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员四肢要求的剂量限值 500mSv/a 和本项目目标管理值 125mSv/a 的要求；医生年眼晶体当量剂量为 3.75mSv ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员眼晶体要求的剂量限值 150mSv/a 和本项目目标

管理值37.5mSv/a的要求。

本项目机房外公众年受照剂量最大为 $2.25 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过 1mSv/a 的剂量限值要求。

根据剂量率与距离平方成反比的关系，距离机房越远，辐射剂量率越低，机房附近公众受照剂量满足要求，因此机房外 50m 范围内环境保护目标公众受照剂量也能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的剂量限值 1mSv/a 和本项目目标管理值 0.25mSv/a 的要求。

（3）非辐射环境影响分析结论

本项目 DSA 机房采用新风系统进行通风，机房通风设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.4.3 条款规定：“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的标准要求。

13.1.3 可行性分析结论

（1）产业政策符合性分析结论

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

（2）实践正当性分析结论

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，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

（3）选址合理性分析

本项目位于绍兴市上虞区梁湖街道大元路 66 号，根据中华人民共和国国有建设用地划拨决定书（见附件 15），该地块属于医卫慈善用地。

本项目 DSA 机房实体边界外 50m 评价范围内主要为医院内部建筑物、院内道路，不涉及外部区域，周围无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校。环境影响预

测分析表明，在严格执行本评价中提出的辐射管理和辐射防护措施前提下，本项目的开展对周围环境造成的辐射影响在可接受范围内，故本项目的选址是合理的。

(4) 项目可行性

综上所述，本项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施、污染防治措施和辐射环境管理要求后，具备从事相应辐射活动的技术能力，本项目 DSA 运行时对周围环境的影响均符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议与承诺

(1) 建设单位承诺将根据报告表和生态环境部的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

(2) 在本项目取得批复后，建设单位承诺及时向生态环境主管部门申领辐射安全许可证。

(2) 建设单位承诺在本项目 DSA 装置正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），在规定的验收期限内（一般不超过 3 个月），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。