

核技术利用建设项目

东阳市红会医院 DSA 应用项目 环境影响报告表



生态环境部监制

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	10
表 3 非密封放射性物质.....	10
表 4 射线装置.....	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6 评价依据.....	13
表 7 保护目标与评价标准.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	21
表 9 项目工程分析与源项.....	26
表 10 辐射安全与防护.....	31
表 11 环境影响分析.....	42
表 12 辐射安全管理.....	58
表 13 结论与建议.....	63
表 14 审批.....	66

附图：

附图 1：项目地理位置图

附图 2：项目周围环境关系及评价范围示意图

附图 3：项目周围环境实景图

附图 4-1：医疗综合楼一层平面图（DSA 机房所在楼层，局部）

附图 4-2：医疗综合楼二层平面图（DSA 机房正上方，局部）

附图 4-3：医疗综合楼地下一层平面图（DSA 机房正下方，局部）

附图 5：东阳市江北街道生态环境分区管控单元分类图

附图 6：东阳市江北街道三条控制线图

附图 7：环评文件编制主持人现场勘查证明材料

附件：

附件 1：环评委托书

附件 2：事业单位法人证书

附件 3：辐射安全许可证

附件 4：迁建工程环评审查意见

附件 5：已有核技术利用项目备案文件

附件 6：现有辐射安全管理机构成立文件

附件 7：医院辐射工作人员年度个人剂量监测结果

附件 8：辐射环境本底检测报告及检测资质证书

附件 9：国有建设用地划拨决定书

附件 10：编制人员近三个月社保缴费清单

附件 11：专家函审意见及修改清单

表 1 项目基本情况

建设项目名称	东阳市红会医院 DSA 应用项目				
建设单位	东阳市红会医院				
法人代表	*****	联系人	*****	联系电话	0579-866*****
注册地址	浙江省东阳市环城北路 128 号				
项目建设地点	浙江省东阳市江北街道北四路以北、迎宾大道以西、学士路以东地块医疗综合楼				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	750	项目环保投资 (万元)	50	投资比例 (环保投资/总投资)	6.67%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input 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 项目建设单位情况

东阳市红会医院（曾用名：东阳市红十字会医院）为非营利性医疗保险定点机构，是一所集医疗、科教、预防、保健为一体的二级乙等综合性医院。医院现仅有东阳市吴宁街道环城北路 128 号一个院区（以下简称“老院区”），占地面积 4892.09m²，总建筑面积约 20408m²，现有职工 350 人，床位 120 张。

因老院区医疗设施老旧，院内场地狭窄，且周边紧邻繁华道路与居民生活区，无任何扩建空间，已难以满足医院发展及区域群众就医需求。为优化东阳市医疗卫生资源整体配置，破解东阳市红会医院跨越式发展瓶颈，同时拓展乡镇卫生院服务范围与能力，满足辖区群众看病住院需求。医院拟投资 64584 万元，在东阳市江北街道北四路以北、迎宾大道

以西、学士路以东地块（以下简称“新院区”），建设东阳市江北综合医院（东阳市红十字会医院迁建工程）项目，该项目已办理环评手续（环评审查意见详见附件4）。新院区建设用地面积约70亩，总建筑面积约94880m²，其中地上总建筑面积约68680m²，地下总建筑面积约26200m²；主要医疗建筑包括医疗综合楼（含门诊、医技部分地上4层，地下2层；住院病房部分地上17层，地下2层）、公共卫生临床中心等，建成后形成670张（其中包括感染病床70张）床位规模。新院区投用后，老院区保持运营不变。目前医院已取得《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证[G2081]（详见附件3）。

1.2 项目建设目的和任务由来

因医疗业务的需要，为进一步提高医疗效率和质量，医院拟在新院区的医疗综合楼内同步配套建设DSA应用项目。新院区的医疗综合楼主要分为三个部分：南侧靠近医院主入口的为门诊楼部分，西北侧靠近停车场的为住院楼部分，东北侧为医技楼部分。本项目拟扩建的1间DSA机房及辅助用房位于医技楼部分一层放射科东南角（以下均以“医疗综合楼一层放射科”表述其位置）；拟配备1台DSA，用于放射诊断和介入治疗；设备最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA。

根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号《关于发布射线装置分类的公告》，本项目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。对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号），本项目属于“172、核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置”，应编制环境影响报告表，并在环评批复后及时向相关生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

为保护环境，保障公众健康，建设单位委托浙核环保（宁波）有限公司对本项目进行环境影响评价，环评委托书见附件1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘和收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表，供建设单位上报审批。

1.3 项目建设内容和规模

建设单位拟在新院区医疗综合楼一层放射科设置1间DSA机房及辅助用房，辅助用房包含控制室、准备间、污洗间等。本次医用射线装置评价内容与规模见表1-1。

表 1-1 本次评价内容与规模

序号	设备名称	类别	型号	数量	最大管电压	最大管电流	工作场所	出束类型
1	DSA	II类	Azurion 7 M20	1 台	125kV	1000mA	医疗综合楼一层放射科 DSA 机房	由下朝上

1.4 项目选址及周边环境保护目标

1.4.1 项目地理位置及外环境关系

东阳市红会医院新院区位于浙江省东阳市江北街道北四路以北、迎宾大道以西、学士路以东地块，项目地理位置见附图 1。医院东侧紧邻哈比塘路，南侧隔规划井黄街为金地建杭未来领峰（住宅），西侧隔学士路为新杨武村，北侧隔规划沿渠街为在建商业工业办公混合用房，医院周围环境关系见附图 2。

1.4.2 DSA 机房工作场所位置及外环境关系

本项目扩建的 1 间 DSA 机房及辅助用房位于医疗综合楼一层放射科。该楼四周均为医院内部道路。DSA 机房东面为过道、卫生间，南面为污洗间、DSA 设备间，西面为准备间、注射间，北面为控制室，正上方为检验中心，正下方为地下停车场，其 50m 范围内主要为院内建筑和院内道路。

1.4.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为 DSA 机房实体边界外 50m 内范围内活动的辐射工作人员、其他工作人员和公众人员。

1.5 相关符合性分析

1.5.1 用地规划符合性分析

本项目位于东阳市江北街道北四路以北、迎宾大道以西、学士路以东地块，项目用地规划性质为医疗卫生用地（详见附件 9：国有建设用地划拨决定书），且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求。

1.5.2 与《东阳市生态环境分区管控动态更新方案》及“三区三线”符合性分析

根据《东阳市生态环境分区管控动态更新方案》（东政发〔2024〕24 号），生态环境分区管控是以改善生态环境质量为核心，明确生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，划定生态环境管控单元，在一张图上落实“三线”的管控要求，编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。

①生态保护红线及“三区三线”

根据《东阳市生态环境分区管控动态更新方案》（东政发〔2024〕24 号），本项目位

于浙江省东阳市江北街道北四路以北、迎宾大道以西、学士路以东地块，属于金华市东阳市老城区城镇生活重点管控单元（编码：ZH33078320023），详见附图 5，因此本项目不涉及生态保护红线。

另根据东阳市江北街道三条控制线图（见附图 6），以及对照《浙江省人民政府关于发布浙江省生态保护红线的通知》（浙政发〔2018〕30 号）、《东阳市生态保护红线划定》可知，本项目所在地位于城镇开发边界范围内，不在生态保护红线和永久基本农田范围内。故本项目符合生态保护红线相关要求。

②环境质量底线

经现场检测，本项目辐射工作场所及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率属于正常本底范围。经辐射环境影响预测，本项目运行过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与工作人员及公众成员的辐射影响是可接受的，因此本项目符合环境质量底线要求。

③资源利用上线

本项目运行过程中会消耗少量的电能，不占用当地其他自然资源与能源，因此本项目符合资源利用上线的要求。

④生态环境准入清单

根据《东阳市生态环境分区管控动态更新方案》（东政发〔2024〕24 号），本项目位于浙江省东阳市江北街道北四路以北、迎宾大道以西、学士路以东地块，属于金华市东阳市老城区城镇生活重点管控单元（编码：ZH33078320023），该管控单元生态环境准入清单内容要求如下：

表 1-2 本项目所在管控单元生态环境准入清单符合性分析

生态环境管控要求		本项目状况	符合性分析
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，鼓励现有三类工业项目搬迁关闭。禁止新建涉及一类重金属、重点行业重点重金属污染物、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（小微企业园、工业集聚点）外，原则上禁止新建其他二类工业项目。现有二类工业项目改建、扩建，不得增加管控单元污染物排放总量。严格执行畜禽养殖禁养区规定。推进城镇绿廊建设，协同建设区域生态网络和绿道体系，建立城镇生态空间与生态空间之间的有机联系。推进既有建筑绿色化改造，高质量发展零碳低耗	本项目属于核技术利用建设项目，不属于工业项目，不涉及工业污染物总量排放。	符合

	绿色建筑。		
污染物排放管控	<p>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。污水收集管网范围内，禁止新建城镇污水处理设施外的入河排污口，现有入河排污口应限期拆除，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，深化城镇“污水零直排区”建设。加强噪声和臭气异味防治，强化餐饮油烟治理，严格施工扬尘监管，依法严禁秸秆、垃圾等露天焚烧。加强土壤和地下水污染防治与修复。推动能源、工业、建筑、交通、居民生活等重点领域绿色低碳转型。</p>	<p>本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水和放射性固废产生，“三废”主要为臭氧和氮氧化物等非放射性气体。</p> <p>本项目 DSA 设备曝光时产生的臭氧与氮氧化物量很少，氮氧化物比臭氧少，经机房的排风系统排出室外，加之臭氧不稳定，在常温下不断分解，排出室外的臭氧经过大气的稀释和扩散，浓度将迅速降低，对周边环境影响轻微。本项目产生的一次性手套等医疗废物由有资质单位统一回收处理。</p>	符合
环境风险管控	<p>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。</p>	<p>经采取本次评价提出的污染防治措施后，项目污染物能达标排放，且环境风险可控。</p>	符合
资源开发效率要求	<p>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 2025 年，推进生活节水降损，实施城市供水管网优化改造，全市城市公共供水管网漏损率控制在 9% 以内。</p>	<p>本项目使用少量电能，能耗较低。</p>	符合

因此，本项目的建设符合《东阳市生态环境分区管控动态更新方案》和“三区三线”的要求。

1.5.3 选址合理性分析

本项目 DSA 机房实体边界外 50m 范围内主要为院内建筑和院内道路等，无居民住宅和学校等环境敏感点，亦不涉及生态保护红线。经辐射环境影响预测，本项目运行过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的选址基本合理可行。

1.5.4 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第十三项“医药”中第 4 点的高性能医学影像设备以及第三十七项“卫生健康”中第 1 点的医疗卫生服务设施建设，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策的要求。

1.6 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，最终是为治病救人。医院在使用射线装置的过程中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。

1.7 原有核技术利用项目许可情况

东阳市红会医院有两个院区，一个位于东阳市吴宁街道环城北路 128 号（老院区），另一个位于东阳市江北街道北四路以北、迎宾大道以西、学士路以东地块（新院区）。本项目所在新院区目前尚未正式投运，未开展相关的核技术利用项目，无射线装置、非密封放射性物质及放射源的应用。新院区投运后，老院区保持运营不变，不涉及迁建。老院区相关核技术利用项目情况，详见下文。

1.7.1 原有核技术利用项目许可、环保手续履行情况

建设单位已取得《辐射安全许可证》，证书编号：浙环辐证[G2081]（详见附件 3），发证日期：2023 年 12 月 25 日，有效期至 2028 年 12 月 24 日，使用的种类和范围：使用 III 类射线装置。

（1）医院现有辐射活动均按相关规定，办理了环评审批（备案）及竣工验收手续，根据《辐射安全许可证》（浙环辐证[G2081]），医院现有已许可射线装置的详细台账见表 1-3。环评备案手续见附件 5。

（2）现有辐射安全规章制度制定与执行情况

建设单位已成立了辐射安全防护领导与管理小组，制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括《辐射安全管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《放射科岗位职责》《射线装置使用登记制度》《设备检修维护制度》《人员培训计划》《放射事故应急处置预案》《操作规程》等。

建设单位现有辐射管理制度内容较为全面，符合相关要求。建设单位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。本项目运行后，建设单位拟完善相关辐射管理制度，严格落实并做好维护、管理和运行工作。

（3）现有辐射工作人员管理情况

据统计，建设单位原有辐射工作人员 25 名，均已参加并通过放射防护培训和考核。医院为所有辐射工作人员均配备了个人剂量计，已委托有资质的单位定期进行个人剂量监测，并建立了个人剂量档案。根据医院提供的最近 1 年个人剂量检测报告（2024.12~2025.12），

现有辐射工作人员近一年内连续四个季度个人有效剂量在 0.028mSv~0.679mSv 之间，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员“剂量限值”的要求，也符合年剂量约束值要求。建设单位已安排现有辐射工作人员进行职业健康检查，并建立了职业健康监护档案，根据医院提供的职业健康体检报告，在岗辐射工作人员体检医院为浙江大学医学院附属第一医院，检查结论均为：“可继续原放射工作”或“可从事放射工作”。医院现有辐射工作人员的职业健康体检和个人剂量检测结果详见表 1-5。

（4）现有辐射防护措施落实情况

建设单位所有辐射工作场所均已根据项目实际情况划分了控制区与监督区，实行两区管理。

建设单位放射机房均按要求设置了工作状态指示灯、门灯联锁，防护门外贴有电离辐射警告标志及中文警示说明，并于防护门外划定了 1m 的黄色警戒线。

（5）现有辐射监测仪器与防护用品配置情况

建设单位每年准备相应资金采购更新辐射安全防护设施和设备，现有辐射监测仪器与防护用品统计清单见表 1-4，可以满足现阶段的放射工作要求。

（6）辐射安全和防护状况年度评估情况

建设单位每年对院内相关辐射工作场所的安全与防护状态进行年度评估，并定期委托有资质单位进行年度检测，根据建设单位提供的场所检测报告，各辐射场所周围剂量当量率均满足相关的标准要求。建设单位每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上进行辐射安全与防护状况年度报告的申报。

根据建设单位提供的场所检测报告可知，建设单位在 2025 年 6 月已委托有资质检测单位对医院辐射工作场所进行了检测，检测结果为：放射科机房外周围剂量当量率为 0.16~0.59 μ Sv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h，CT 机机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h，具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（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”的要求。

（7）辐射事故应急

建设单位已制定《放射事故应急处置预案》，每年定期开展放射事故应急预案演练，并加以总结，及时对放射事故应急处理预案进行完善和修订。经核实，建设单位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。

表 1-3 医院现有已许可射线装置一览表

序号	辐射活动场所名称	装置名称	规格型号	类别	数量/台(套)	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	环评(备案)情况
1	浙江省东阳市环城北路 128 号	碎石机	Compact Delta II	III类	1	110	7	碎石机室①	备案号: 202133078300000090
2		16 排 CT	Apsaras 16	III类	1	140	400	CT 室	备案号: 202133078300000091
3		移动 X 射线机	MobiEye700T	III类	1	150	500	用病房等医疗区内移动使用	备案号: 202233078300000047
4		C 臂机	BV Endura	III类	1	110	7.2	2 号手术室	备案号: 202333078300000331
5		X 射线诊断机 (DR)	7100D	III类	1	150	630	门诊裙楼 1 楼 DR 机房	备案号: 202333078300000175
6		CT	Brilliance CT 16	III类	1	140	500	CT 室 (2)	备案号: 202633078300000181
7		碎石机	HK.ESWL-V	III类	1	110	7	碎石机室②	备案号: 202633078300000181
8		数字胃肠机	TU51DR	III类	1	150	800	胃肠机室	备案号: 202633078300000181

表 1-4 现有监测仪器与防护用品配置一览表

名称	数量	名称	数量
铅帽	11	立位防护屏	1
铅颈套	13	防护屏风	2
铅盖巾	5	铅手套	1
铅衣裙	11	铅眼镜	1
个人剂量计	23	/	/

表 1-5 医院现有辐射工作人员的职业健康体检和个人剂量检测结果一览表

基本情况				放射防护 网络培训 考核日期	个人剂量监测结果 (mSv)					职业健康体检	
序号	姓名	性别	科室		2024.12~2 025.03	2025.03~ 2025.06	2025.06~ 2025.09	2025.09~ 2025.12	合计	体检日期	体检结果
1	***	男	放射科	2026/3/8	0.151	0.014	0.007	0.007	0.179	2024/10/13	可继续原放射工作
2	***	女	放射科	2026/3/7	0.007	0.078	0.007	0.015	0.107	2024/10/13	可继续原放射工作
3	***	男	放射科	2026/3/6	0.060	0.007	0.043	0.057	0.167	2024/10/13	可继续原放射工作
4	***	女	放射科	2026/3/7	0.007	0.007	0.044	0.063	0.121	2024/10/13	可继续原放射工作
5	***	男	放射科	2026/3/6	0.041	0.063	0.007	0.056	0.167	2024/10/13	可继续原放射工作
6	***	男	放射科	2026/3/8	0.076	0.021	0.074	0.023	0.194	2024/10/13	可继续原放射工作
7	***	男	放射科	2026/3/8	0.033	0.051	0.007	0.022	0.113	2024/10/13	可继续原放射工作
8	***	女	放射科	2026/3/8	0.007	0.007	0.007	0.018	0.039	2024/10/13	可继续原放射工作
9	***	女	放射科	2026/3/7	0.007	0.022	0.018	0.026	0.073	2024/10/13	可继续原放射工作
10	***	男	放射科	2026/3/6	0.023	0.039	0.048	0.047	0.157	2024/10/13	可继续原放射工作
11	***	男	放射科	2026/3/8	0.007	0.027	0.007	0.007	0.048	2024/10/13	可继续原放射工作
12	***	男	放射科	2026/3/7	0.036	0.053	0.023	0.007	0.119	2024/11/22	可继续原放射工作
13	***	女	放射科	2026/3/7	0.007	0.007	0.007	0.007	0.028	2024/10/13	可继续原放射工作
14	***	女	碎石科	2026/1/12	0.007	0.007	0.020	0.036	0.07	2024/10/13	可继续原放射工作
15	***	女	碎石科	2026/3/9	0.061	0.037	0.023	0.049	0.17	2024/10/13	可继续原放射工作
16	***	女	碎石科	2026/3/9	0.007	0.007	0.007	0.007	0.028	2024/10/13	可继续原放射工作
17	***	女	手术室	2024/7/10	0.007	0.069	0.007	0.007	0.09	2024/10/13	可继续原放射工作
18	***	男	手术室	2026/3/9	0.007	0.041	0.007	0.054	0.109	2024/11/22	可继续原放射工作
19	***	男	手术室	2024/7/26	0.007	0.071	0.007	0.007	0.092	2024/10/13	可继续原放射工作
20	***	女	手术室	2024/7/10	0.007	0.078	0.007	0.031	0.123	2024/10/13	可继续原放射工作
21	***	男	骨科	2026/3/9	0.048	0.029	0.007	0.031	0.115	2024/10/13	可继续原放射工作
22	***	男	骨科	2026/3/9	0.007	0.016	0.007	0.007	0.037	2024/10/13	可继续原放射工作
23	***	男	骨科	2026/3/8	0.007	0.007	0.007	0.007	0.028	2024/10/13	可继续原放射工作
24	***	男	外科	2026/3/9	0.007	0.007	0.007	0.007	0.028	2024/10/13	可继续原放射工作
25	***	男	外科	2026/3/9	0.027	0.586	0.059	0.007	0.679	2024/10/13	可继续原放射工作

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
本项目不涉及										

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
本项目不涉及										

(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	Azurion 7 M20	125	1000	放射诊断和介入治疗	医疗综合楼 1 层放射科 DSA 机房	新增，本次评价

(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	
本项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	经机房排风系统引至大气外环境中，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气

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

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法（2014年修订）》，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）》，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》，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》，国务院令第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）》，国务院令第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和防护管理办法》，原环境保护部令第18号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》，生态环境部令第20号，2021年1月4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、国家卫生和计划生育委员会公告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》，原国家环境保护总局环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》中华人民共和国国家发展和改革委员会第7号令，2024年2月1日起施行；</p> <p>(11) 《生态环境分区管控管理暂行规定》，环环评〔2024〕41号，生态环境部，2021年7月8日印发；</p> <p>(12) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告2019年第57号，2019年12月24日印发；</p> <p>(14) 《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日起施行；</p> <p>(15) 《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>(16) 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告</p>
------	--

	<p>第 71 号，2022 年 8 月 1 日起施行；</p> <p>(17) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日起施行；</p> <p>(18) 《浙江省辐射环境管理办法（2021年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日起施行；</p> <p>(19) 《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>(20) 《浙江省生态环境厅关于发布〈省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2024 年本）〉的通知》，浙环发〔2024〕67 号，2025 年 2 月 2 日起施行；</p> <p>(21) 浙江省生态环境厅关于印发《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》的通知，浙环发〔2024〕18 号，2024 年 3 月 28 日发布；</p> <p>(22) 《东阳市人民政府关于印发〈东阳市生态环境分区管控动态更新方案（2024 年修订）〉的通知》，东政发〔2024〕24 号，2024 年 12 月 31 日印发。</p>
<p>技术标准</p>	<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》（HJ 10.1-2016），2016 年 4 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），2003 年 4 月 1 日实施；</p> <p>(3) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），2020 年 4 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），2020 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），2021 年 5 月 1 日实施；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），2021 年 5 月 1 日实施；</p> <p>(7) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023），2024 年 2 月 1 日实施。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的工程设计图纸及技术参数资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，并结合本项目的实际情况，确定本项目评价范围为 DSA 机房实体边界外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为评价范围 50m 内活动的辐射工作人员、其他工作人员及公众人员，具体见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内环境保护目标情况一览表

保护目标	方位	规模	与 DSA 机房边界最近距离		受照类型	年剂量约束值	
			水平	垂直*1			
医疗综合楼 1 层放射科 DSA 机房	DSA 机房介入医护人员	机房内	3 人*2	机房内	/	X 射线	职业： 5.0mSv
	控制室操作人员及介入医护人员	北侧	4 人*2	紧邻	/		
	DSA 设备间维护人员	南侧	约 2 人	紧邻	/	X 射线	公众： 0.25mSv
	污洗间医护人员	南侧	约 3 人	紧邻	/		
	复苏室医护人员及患者	西南侧	约 5 人	紧邻	/		
	准备间医护人员及患者	西侧	约 30 人	紧邻	/		
	注射间医护人员及患者	西北侧	约 30 人	紧邻	/		
	卫生间公众	东侧	约 500 人	紧邻	/		
	放射科过道公众	东侧	约 50 人	紧邻	/		
	院内道路公众	东侧	约 500 人	12m	/		
	院内道路公众	南侧	约 500 人	9m	/		
	院内道路公众	北侧	约 500 人	20m	/		
	液氨站工作人员	东北侧	约 2 人	35m	/		
	50m 评价范围内医疗综合楼内其他人员	四周	约 500 人	0m-50m	/		
	检验中心的其他工作人员	正上方	约 20 人	/	+1m		
地下停车场的公众	正下方	约 500	/	-1.7m			

注：*1 “+1m” 表示关注点位置高于 DSA 机房屋顶 1m，“-1.7m” 表示关注点位于机房地面下方，距楼下地面 1.7m。

*2 摄影运行工况下，控制室内有 1 名技师操作，2 名医生和 1 名护士旁观，机房内无医护人员；透视运行工况下，控制室内有 1 名技师操作，机房内有 2 名医生和 1 名护士操作；

综上，控制室内最多有 4 名操作人员及介入医护人员；机房内最多有 3 名介入医护人员。

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》（GB 18871-2002）

本标准规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求，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。

（1）防护与安全的最优化

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）。

（2）剂量限值

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）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 职业照射

B1.1.1 剂量限值

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；

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

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；

（3）剂量约束值

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

本项目管理目标：

（1）职业照射：本次评价保守取相应剂量限值的 25%作为剂量约束值管理目标，即职业人员照射剂量约束值为 5mSv/a。

(2) 公众照射：本次评价保守取相应剂量限值的 25%作为剂量约束值管理目标，即公众照射剂量约束值为 0.25mSv/a。

(4) 辐射工作场所的分区

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）

本标准规定了放射诊断的防护要求，包括 X 射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及相关防护检测要求，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、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

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 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求（部分摘录）

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m
单管头 X 射线设备 ^b （含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

^b单管头、双管头或多管头X射线设备的每个管球各安装在1个房间内。

^d机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。

^e机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

备注：本项目 DSA 设备属于单管头 X 射线设备。

6.2 X 射线设备机房屏蔽

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

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求（部分摘录）

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
标准 125kV 及以下的摄影机房	2.0	1.0
C 型臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

备注：本项目 DSA 最大管电压为 125kV，主要用于放射介入手术，属于 C 型臂 X 射线设备，还具有摄影功能，故本次评价从严处理，按照“有用线束与非有用线束方向铅当量均≥2mmPb”作为 DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度要求。

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

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 25μSv/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；

6.4 X 射线设备工作场所维护

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“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

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（部分摘录）

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、床侧防护链/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	——

备注：“——”表示不做要求

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外，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 项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等评价标准，确定本项目的管理目标如下：

（1）周围剂量当量率

本项目 DSA 设备在透视工况下，DSA 机房周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；在摄影工况下，DSA 机房周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 。

（2）个人剂量约束值

本项目职业人员照射剂量约束值为 5mSv/a ；公众照射剂量约束值为 0.25mSv/a 。

（3）通风要求

机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

8.1.1 地理位置

本项目位于浙江省东阳市江北街道北四路以北、迎宾大道以西、学士路以东地块，项目地理位置见附图 1。医院东侧紧邻哈比塘路，南侧隔规划井黄街为金地建杭未来领峰（住宅），西侧隔学士路为新杨武村，北侧隔规划沿渠街为在建商业工业办公混合用房，医院周围环境关系见附图 2。

8.1.2 场所位置

医疗综合楼主要包含三个区域，分别为医技楼、住院楼和门诊楼，本项目的 DSA 机房设在医技楼一层放射科。DSA 机房东面为过道、卫生间，南面为 DSA 设备间、污洗间，西面为注射间、准备间，北面为控制室，正上方为检验中心，正下方为地下停车场，其 50m 范围内主要为院内建筑和院内道路。

8.2 环境现状评价对象

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价，评价对象为 DSA 机房及周围环境。

8.3 辐射环境质量现状

8.3.1 检测目的

通过现场检测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

8.3.2 检测因子

根据项目污染因子特征，环境检测因子为 X- γ 辐射剂量率。

8.3.3 检测点位

根据项目的平面布置、项目情况和周围环境情况布点监测，点位分布情况见图 8-1 和图 8-2，检测报告见附件 8。

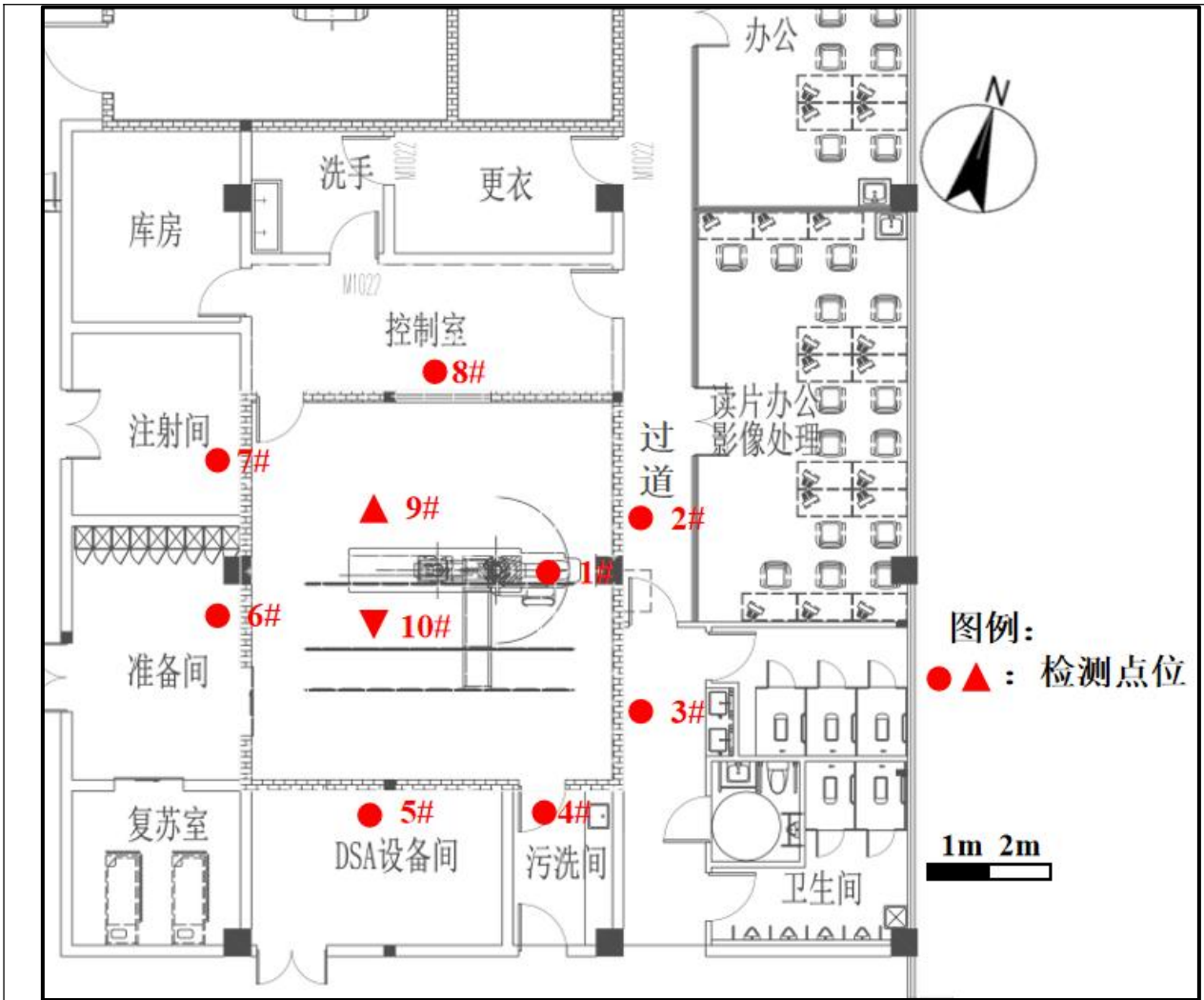


图 8-1 辐射环境本地检测点位示意图 (DSA 机房及周围)

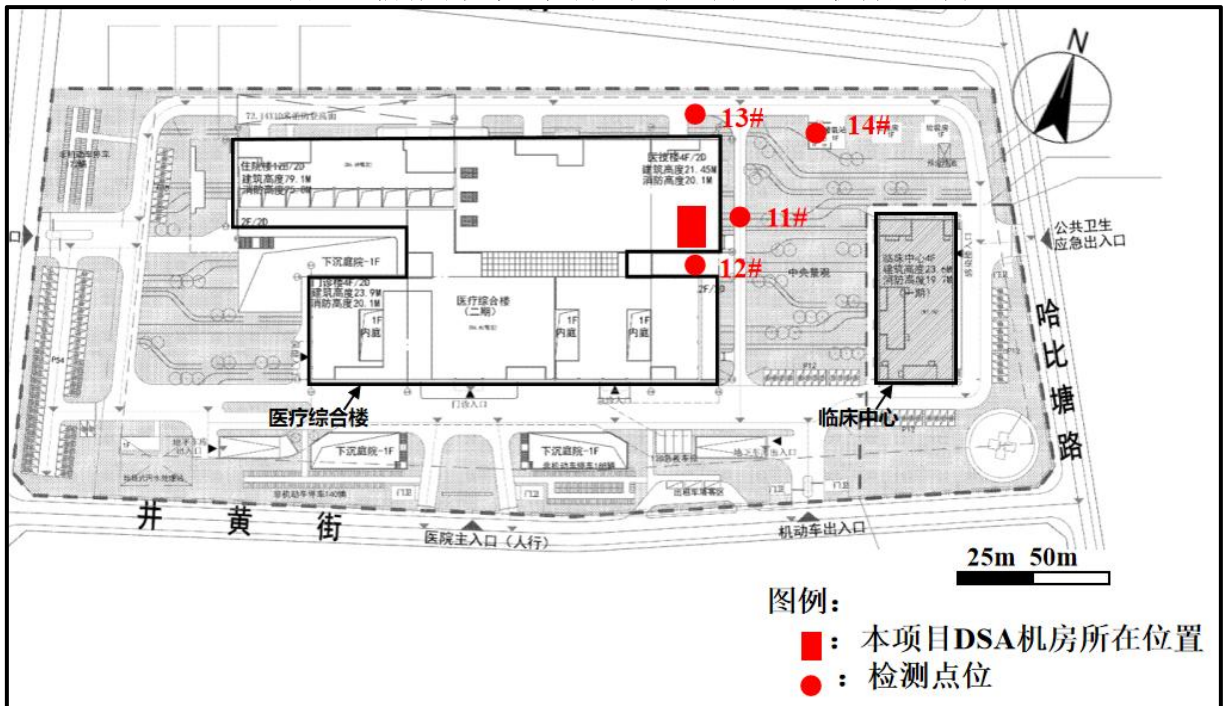


图 8-2 辐射环境本地检测点位示意图 (项目所在大楼周围)

8.3.4 检测方案

- (1) 检测单位：浙江亿达检测技术有限公司；
- (2) 检测时间：2026年1月23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》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 检测频次：依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）予以确定；
- (6) 天气环境条件：天气（多云）；室外温度（5℃）；相对湿度（48%）；
- (7) 检测工况：辐射环境本底；
- (8) 检测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表 8-1。

表 8-1 监测仪器设备参数

仪器名称	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD 6/H（外置探头：6150AD-b/H 主机：6150AD6/H）
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	外置探头：10 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h；主机：0.1 μ Svh~10mSv/h
能量范围	外置探头：20keV-7MeV；主机：60keV-1.3MeV
检定证书编号	2025H21-20-5773017001
检定有效期	2025年2月28日~2026年2月27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
校准因子 C_f	1.06
探测限	10nSv/h

8.3.5 质量保证措施

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）等标准中有关电离辐射环境监测质量保证的通用要求、实验室的质量要求文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格）和质量证明文件（包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录）实行全过程质量控制，保证此次检测结果科学、有效。本次环境现状检测质量保证主要内容有：

- (1) 检测机构通过了检验检测机构资质认定；
- (2) 检测前制定了详细的检测方案及实施细则；
- (3) 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；

(4) 检测所用仪器已通过计量部门检定/校准合格，且在检定/校准有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

(5) 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有合格证书上岗；

(6) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

(7) 现场检测严格按照规定的检测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和检测数据；

(8) 建立完整的文件资料。仪器校准说明书、检测方案、检测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

(9) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

8.3.6 检测结果及分析

检测结果见表 8-2。

表 8-2 DSA 机房拟建址及周围环境辐射本底检测结果

点位编号	点位描述	监测结果 (nGy/h)	
		校正值	标准差
1#	拟建 DSA 机房内	148	5
2#	拟建 DSA 机房东侧 (过道)	129	5
3#	拟建 DSA 机房东侧 (卫生间)	148	3
4#	拟建 DSA 机房南侧 (污洗间)	148	4
5#	拟建 DSA 机房南侧 (DSA 设备间)	123	2
6#	拟建 DSA 机房西侧 (准备间)	130	3
7#	拟建 DSA 机房西侧 (注射间)	129	3
8#	拟建 DSA 机房北侧 (控制室)	130	3
9#	拟建 DSA 机房上方 (检验中心)	149	4
10#	拟建 DSA 机房下方 (地下停车场)	157	4
11#	医疗综合楼东侧 (院内道路)	139	3
12#	医疗综合楼南侧 (院内道路)	139	3
13#	医疗综合楼北侧 (院内道路)	130	4
14#	医疗综合楼东北侧 (液氨站)	148	4

注：1、根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)中第 5.4 条款，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、根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中第 5.5 条款，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测点处宇宙射线响应值 25.5nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，1#~10#点位取 0.8；11#~14#点位取 1。

由表可知，本项目 DSA 机房周围环境各室内 X- γ 辐射剂量率为 123~157nGy/h，室外 X- γ 辐射剂量率为 130~148nGy/h。根据《浙江省环境天然放射性水平调查报告》中金华市建筑物室内 γ 辐射剂量率的范围为 62~467nGy/h，室外道路上 γ 辐射剂量率的范围为 47~185nGy/h。可见本项目 DSA 机房拟建址及周围环境辐射水平在浙江省金华市环境天然 γ 辐射空气吸收剂量率范围内，处于正常辐射本底水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

建设单位拟在东阳市江北街道北四路以北、迎宾大道以西、学士路以东地块的医疗综合楼一层放射科设置 1 间 DSA 机房及辅助用房，配套用房包含控制室、准备间、DSA 设备间、污洗间等。本项目施工期主要为 DSA 机房与辅助用房的建设施工及设备安装调试。DSA 机房的建设阶段主要内容为辐射防护施工及设备调试。DSA 设备安装调试阶段会产生 X 射线、臭氧和氮氧化物及包装废弃物。本项目施工期较短，DSA 设备调试在机房内进行（已安装完成辐射屏蔽措施），对周围环境产生的影响是短暂的。随着施工期和调试期结束，环境影响也随之停止。具体工艺流程及产污环节见图 9-1。

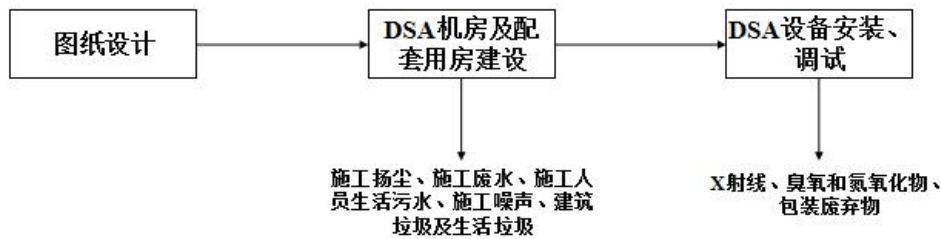


图 9-1 本项目施工期工艺流程及产污环节图

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 设备组成及作业方式

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 主要组成部分：带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相机。本项目 DSA 的整体外观图如图 9-2 所示。

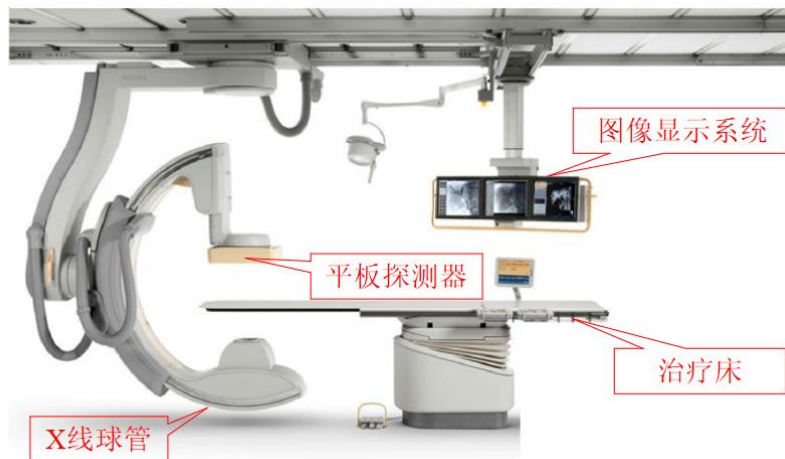


图 9-2 DSA 设备外观参考图

9.2.2 工作原理

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

X 射线诊断装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。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。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

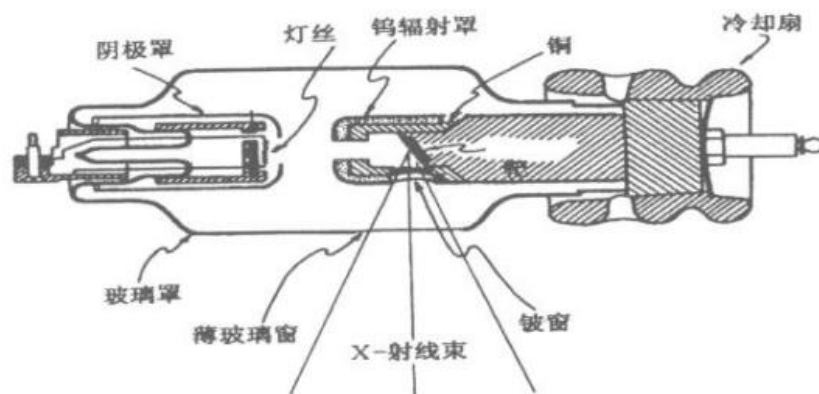


图 9-3 典型的 X 射线管结构

9.2.3 操作工艺流程及产污环节

(1) 操作流程

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

DSA 在进行曝光时分为摄影和透视两种情况：

A、摄影：操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光，医生

和护士均退出机房在控制室观察），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。

B、透视：医生需进行手术治疗时，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，此时操作医师身着铅橡胶围裙、铅防护眼镜等防护用品，在机房内对病人进行直接的手术操作。

(2) 污染因子

DSA 的 X 射线机曝光时，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，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 治疗流程及产污环节如图 9-5 所示。

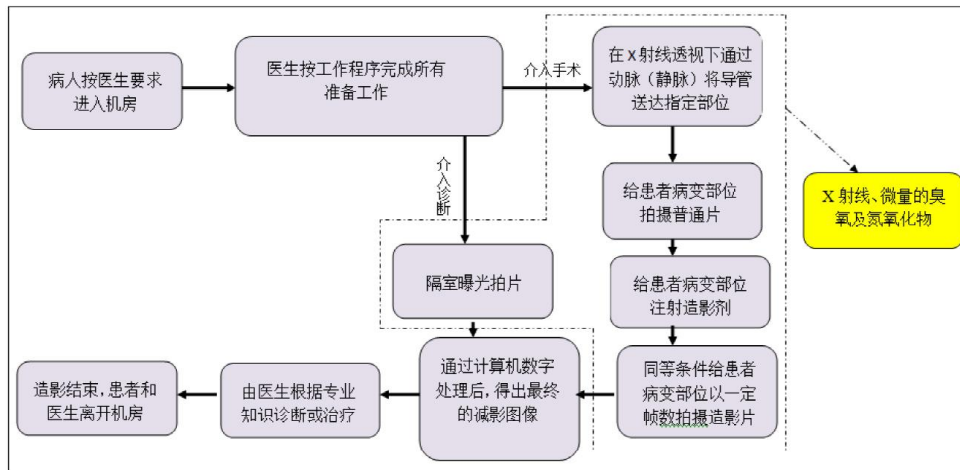


图 9-4 本项目 DSA 操作流程及产污环节示意图

综上所述，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、废水及固废产生。

9.2.4 岗位设置与人员配备

根据医院提供的资料，本项目 DSA 设备使用科室主要包括放射科、介入科等，医院拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，其中医生 2 名、护士 1 名、技师 1 名，人员来源均为新聘人员，不存在兼职医院其他辐射工作场所岗位的情况。

9.2.5 工作负荷

(1) 工作负荷

根据医院提供资料，本项目预估年最大手术量为 200 台，主要开展心内科介入手术、神经介入等手术。因每台手术类型不同，1 台手术中 DSA 的摄影和透视 X 射线出束时间也不尽相同。本项目按照常规手术出束时间考虑，即摄影按每台手术时间 2min，透视按每台手术时间 20min 进行分析。

(2) 人员配置

本项目 DSA 拟配备工作人员 4 名，均为新聘辐射人员，负责本项目 DSA 操作，包括手术医生 2 人，护士 1 人，技师 1 人，每天工作 8 小时，每年工作 250 天。透视模式下，DSA 手术室配置 2 名医生、1 名护士、控制室内 1 名技师负责操作设备；摄影模式下，医生和护士退出机房，由控制室内 1 名技师负责操作设备，医生和护士观看技师操作。

据此，本项目单名医生及护士年最大手术台数为 200 台，则单名医生及护士摄影过程中年最大受照时间为 6.7h，透视过程年最大受照时间为 66.7h；单名技师年最大手术台数为 200 台，则单名技师摄影过程年最大受照时间为 6.7h，透视过程年最大受照时间为 66.7h，DSA 最大运行工况和工作负荷详见表 9-1。

表 9-1 本项目 DSA 最大运行工况和工作负荷

设备	手术量	最大运行工况		曝光时间	年曝光时间	每组医护年最大受照时间	单名技师年最大受照时间
DSA 机房	200 台/年	摄影	100kV, 500mA	2min	6.7h	6.7h	6.7h
		透视	90kV, 15mA	20min	66.7h	66.7h	66.7h

注：摄影时，医护人员退出 DSA 机房，由控制室技师隔室进行操作，医护人员在控制室观看技师操作。

9.3 污染源项描述

9.3.1 正常工况源项

(1) X 射线

根据 X 射线装置工作原理，X 射线随 DSA 设备的开、关而产生和消失。本项目 DSA 设备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，主要污染因子为 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，主要包括以下 3 种辐射类型：

A、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。

B、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。

C、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向上的次级散射辐射，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。

本项目 DSA 设备最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，摄影模式最大工况为 100kV、500mA；透视模式最大工况为 90kV、15mA。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ

130-2020)、《辐射防护导论》(方杰主编)与《医用外照射源的辐射防护》,本项目 DSA 设备 X 射线的源项数据见表 9-2。

表 9-2 本项目 DSA 设备 X 射线源项数据

工作场所	设备名称	主射线或散射线源项(距辐射源点 1m 处输出量) ^①		漏射线源项(辐射源点 1m 处泄漏辐射剂量率) ^②
		摄影工况	透视工况	
DSA 机房	DSA 射线装置	$5.4 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	$4.8 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	1000 $\mu\text{Gy/h}$

备注:①根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)第 5.1.5 条款,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,故本项目过滤片保守取为 2.5mmAl。参考《辐射防护导论》(方杰主编)P342 页附图 3,仅有过滤片 2mmAl 和 3mmAl 的曲线图,本次评价保守按过滤片为 2mmAl 进行取值,则摄影(100kV)和透视(90kV)时 X 射线发射率常数分别为 $\delta_{100\text{kV}}=9\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 、 $\delta_{90\text{kV}}=8\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,则主射线或散射线源项(距辐射源点 1m 处输出量)分别为 $H_{0(100\text{kV})}=5.4 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 、 $H_{0(90\text{kV})}=4.8 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

②根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》P23 页:“(77)用于诊断目的每一个 X 线管必须封闭在管套内,以使得位于该套内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时,离焦点 1 米处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1mGy/h”,故本项目保守取值为 1000 $\mu\text{Gy/h}$ 。

(2) 臭氧和氮氧化物

本项目 DSA 设备在开机并处于出束状态下,空气在 X 射线作用下会分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目 DSA 机房设有机械排风装置,能保持机房内良好通风。

9.3.2 事故工况源项

- (1) 工作人员或病人家属尚未撤离 DSA 机房时误开机,造成滞留人员的误照射;
- (2) 安全装置发生故障状况下,人员误入正在运行的 DSA 机房而造成误照射;
- (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;
- (4) DSA 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 辐射工作场所布局及合理性

本项目位于医疗综合楼 1 层放射科 DSA 机房，本次环评辐射工作场所位置及四周布局见表 10-1。

表 10-1 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
医疗综合楼 1 层放射科	DSA 机房	东	过道、卫生间
		南	DSA 设备间、污洗间
		西	注射间、准备间
		北	控制室
		楼上	检验中心
		楼下	地下停车场

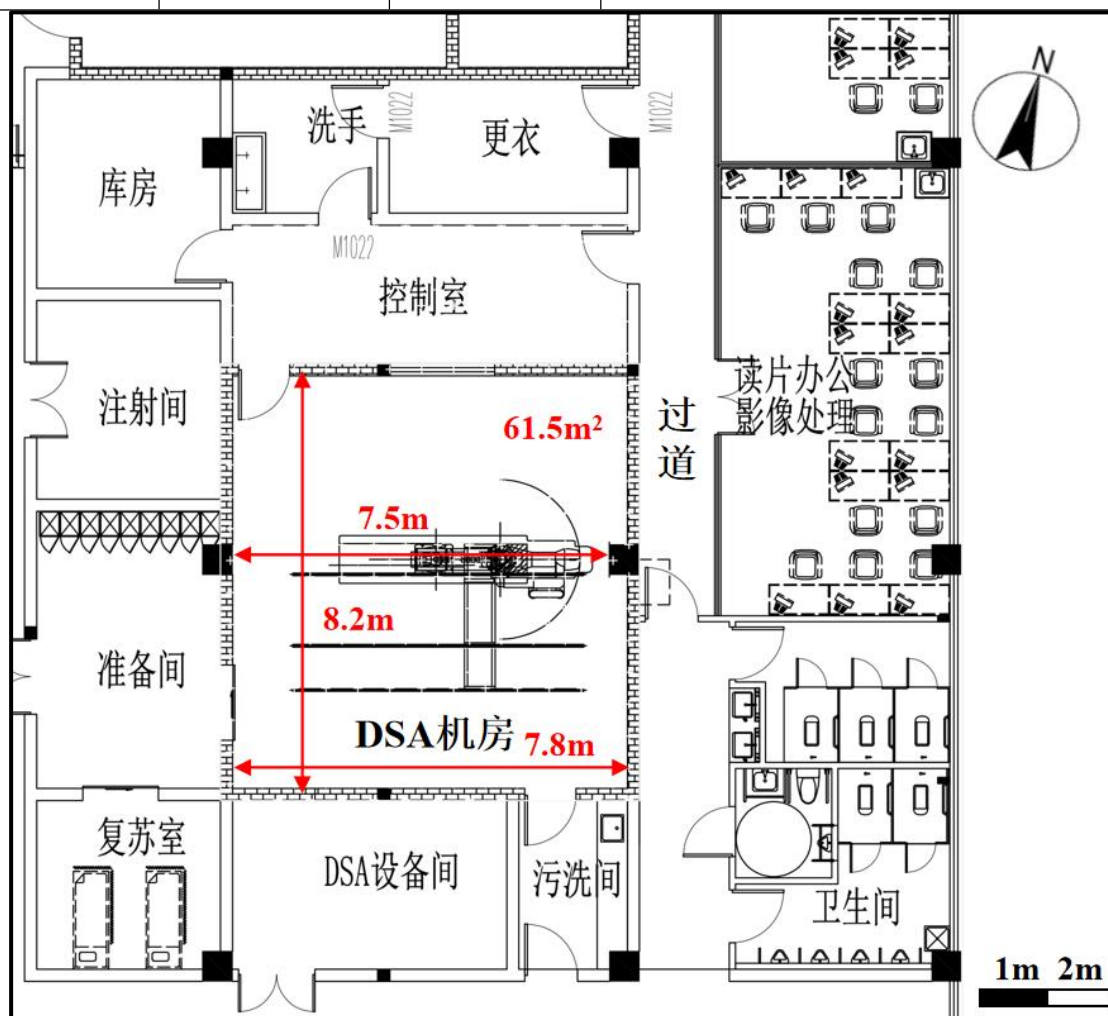


图 10-1 DSA 机房周边场所布局图

结合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）第 6.1 条款的要求，本项目 DSA 机房布局评价情况如下：

（1）本项目 DSA 有用线束照射方向自下向上，不直接照射门、窗、管线口与工作人员操作位，满足第 6.1.1 条款的要求；

（2）本项目 1 间 DSA 机房位于医疗综合楼 1 层放射科，DSA 机房及辅助用房均集中布置，且 DSA 机房六侧经实体屏蔽后，屏蔽体外剂量率符合标准要求，对邻室及周围场所的人员影响是可以接受的，满足第 6.1.2 条款的要求；

（3）本项目 DSA 机房最小单边长度为 7.5m，有效使用面积约 61.5m²，满足第 6.1.5 的要求。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置便于就诊，能够降低人员受到意外照射的可能性，故本项目 DSA 工作场所平面布局合理可行。

10.1.2 分区原则和两区划分

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），为了便于辐射防护管理和职业照射控制，应把辐射工作场所分为控制区和监督区。

（1）分区原则

根据 GB 18871-2002 的要求，“两区”划分原则与依据如下：

①注册者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。

②确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全防护措施的性质和范围。

③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。

（2）本项目分区管理情况

本项目辐射工作场所分区情况见表 10-2，分区示意图见图 10-2。

表 10-2 本项目辐射工作场所分区一览表

场所名称	控制区	监督区
DSA 机房	DSA 机房	东面：过道和卫生间 南面：DSA 设备间、污洗间、部分复苏室 西面：注射间、准备间、部分复苏室 北面：控制室

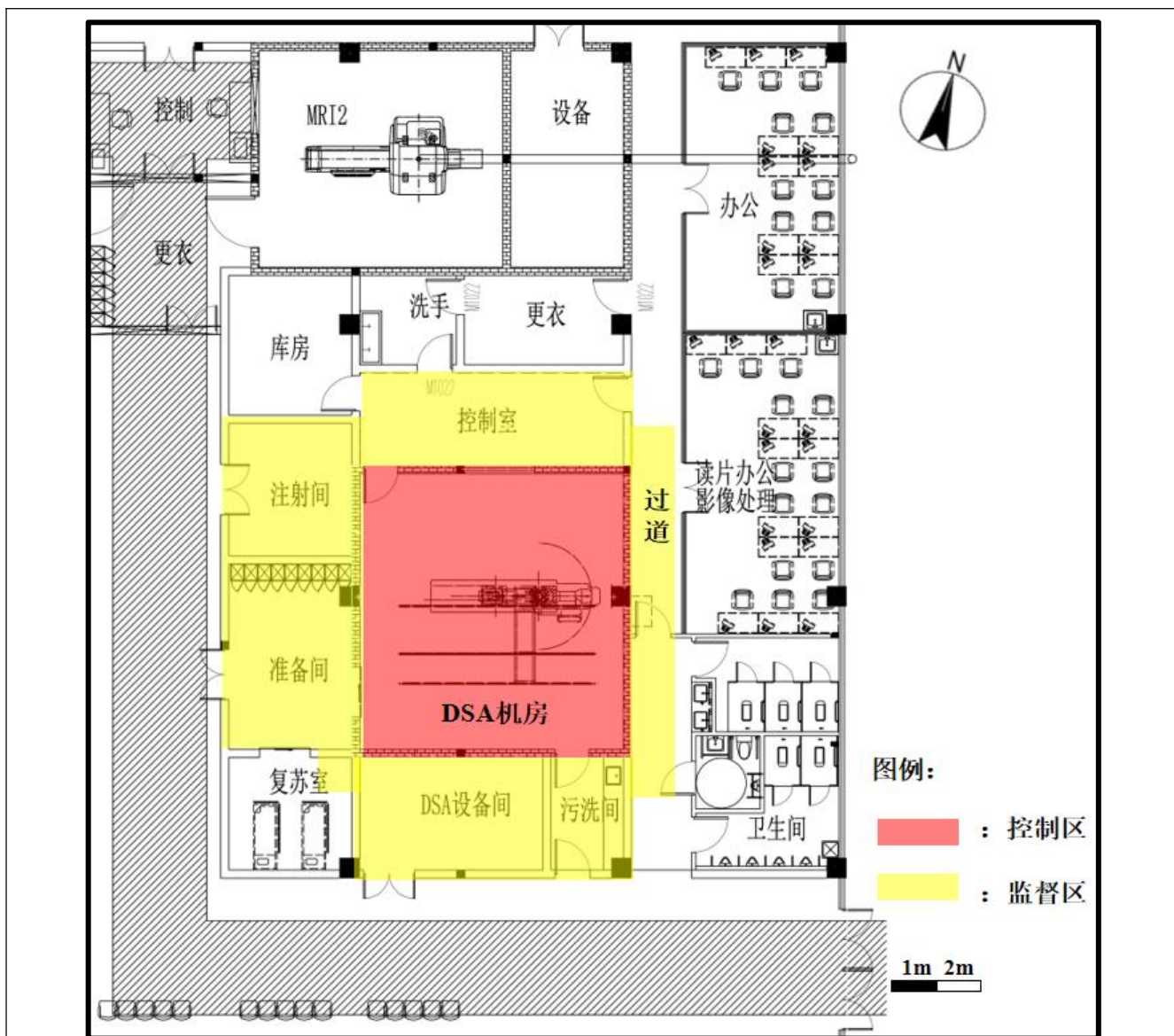


图 10-2 本项目辐射工作场所分区示意图

(3) 本项目“两区”管控要求

①控制区防护手段与安全措施

- a. 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合图 10-3 规定的电离辐射警告标志；
- b. 制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；
- c. 运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区；限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应；
- d. 定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

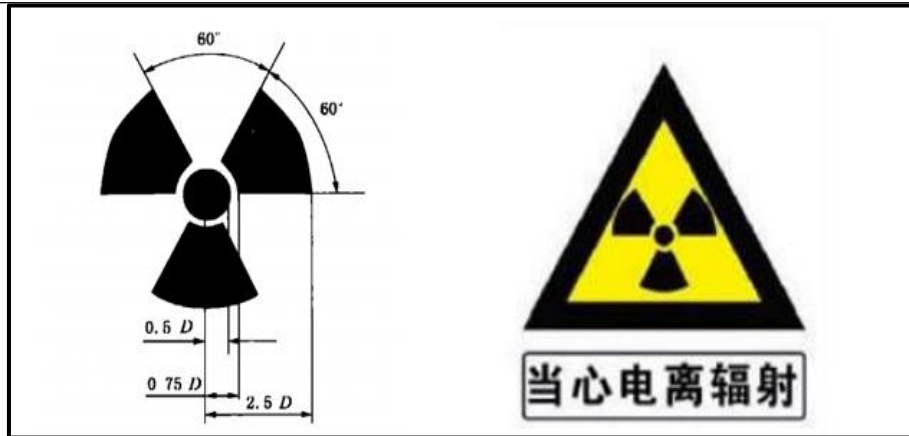


图 10-3 电离辐射的标志（左）与电离辐射警告标志（右）

②监督防护手段与安全措施

a.采用适当的手段划出监督区的边界；

b.在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌；

c.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。

10.1.3 人流和物流路径规划

（1）辐射工作人员路径

①介入医护人员

介入医护人员从东侧过道进入更衣室更衣，再进入洗手间进行清洗去污，然后通过控制室进入 DSA 机房，控制室与 DSA 机房之间的防护门设有自动闭门装置，工作结束后原路返回，其路径见图 10-4（蓝色实线双箭头）。

②操作技师

操作技师从东侧过道进入更衣室更衣，再进入洗手间进行清洗去污，最后进入控制室，工作结束后原路返回，其路径见图 10-4（蓝色虚线双箭头）。

（2）受检者（患者）路径

受检者（换着）从放射科西侧过道进入准备间等待，通过防护门进入 DSA 机房，该防护门设有防夹装置，治疗结束后原路返回，其路径见图 10-4（红色实线双箭头）。

（3）污物路径

本项目 DSA 机房东侧设有污洗间，每次治疗结束后，清洁人员对 DSA 机房进行去污清洁，并将产生的废弃物暂存于污洗间，每日工作结束将废弃物转移至医疗废物专用暂存间，做到日产日清，污洗间与 DSA 机房之间防护门设有自动闭门装置，污物路径见图 10-4（紫色实线单箭头）。

综上，人流、物流路径能够有效满足日常医疗就诊及放射诊疗运行需求，项目平面布置合理可行。

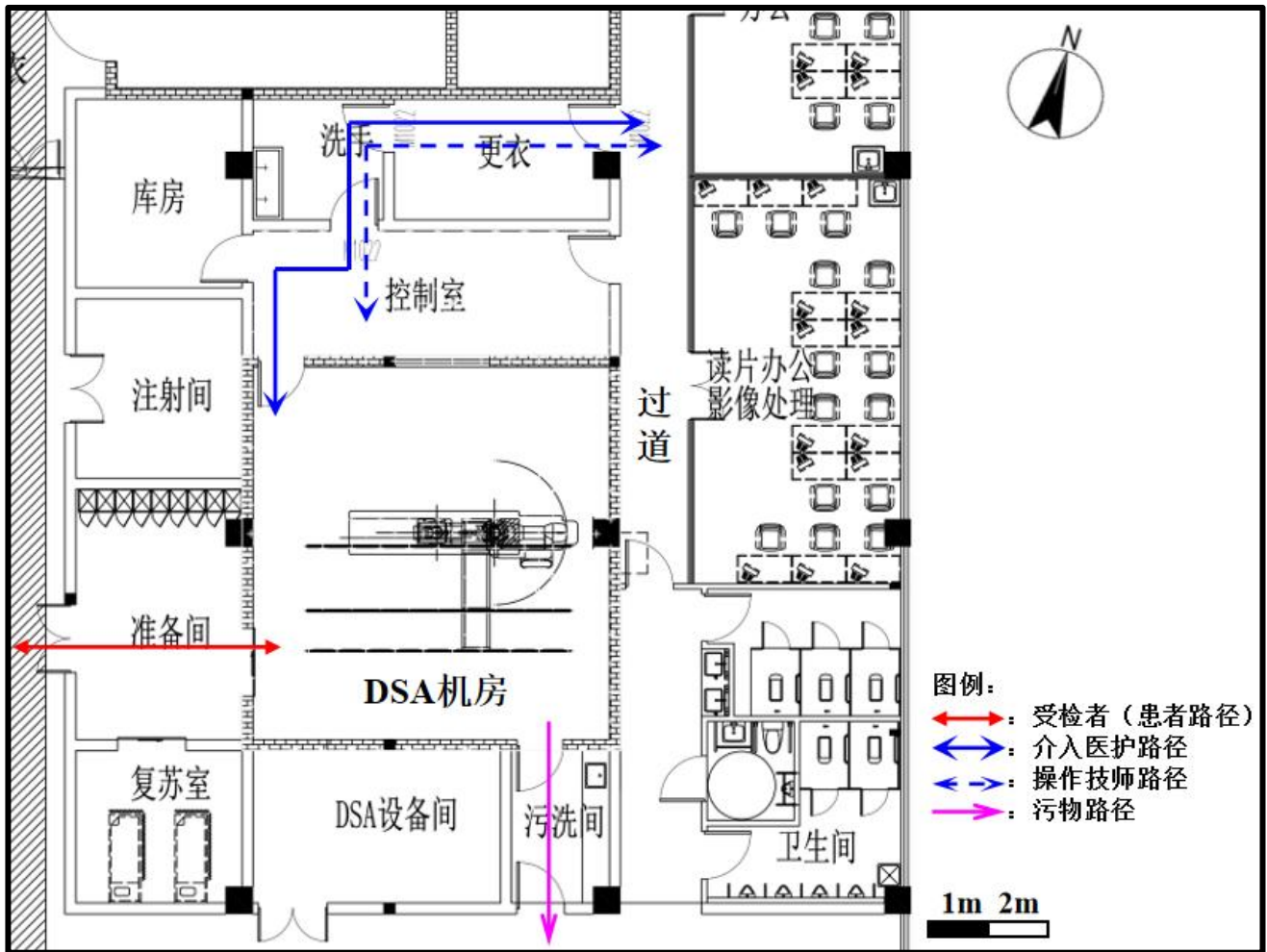


图 10-4 本项目人流和物流路径图

10.1.4 辐射防护屏蔽设计

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》（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，DSA 机房的屏蔽防护设计方案见表 10-3，机房最小单边长及有效使用面积见表 10-4。

表 10-3 DSA 机房屏蔽设计情况

工作场所	屏蔽体	设计值（等效铅当量）	GBZ 130-2020 标准要求	符合性分析
DSA 机房	四侧墙体	240mm 厚实心砖 +30mm 硫酸钡防护 涂料（5.3mmPb）	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
	顶棚	120mm 现浇混凝土 +30mm 硫酸钡 （4.5mmPb）		符合
	地坪	120mm 现浇混凝土		符合

		+30mm 硫酸钡 (4.5mmPb)		
	观察窗	4mmPb 铅玻璃		符合
	控制室防护门	内衬 4mm 铅板 (4mmPb)		符合
	准备室防护门	内衬 4mm 铅板 (4mmPb)		符合
	污洗间防护门	内衬 4mm 铅板 (4mmPb)		符合
通风设计方案	DSA 手术室内设有机械排风装置，通风百叶以 4mmPb 铅板进行屏蔽补偿			
电缆设计方案	电缆线在非主射方向以浅地沟方式（U 型管道）从地坪下方穿越墙体与操作台相连，浅地沟表层设计防护当量为 3mmPb 的铅皮进行屏蔽防护			
注：①铅板密度不低于 11.3g/cm ³ ，1mm 铅板等效为 1mmPb； ②硫酸钡防护涂料密度不低于钡水泥密度即 2.79g/cm ³ ，根据《放射防护实用手册》（赵兰才 张丹枫编著）表 6.14，10mm 钡水泥密度等效 1mmPb 进行铅当量折算； ③实心黏土砖密度不低于 1.65g/cm ³ ，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.5 和 C.6，管电压为 125kV（有用线束）时，217mm 砖等效为 2mmPb，258mm 砖等效为 2.5mmPb，因此，采用内插法推导出本项目 240mm 实心黏土砖等效为 2.3mmPb。 ④混凝土密度不低于 2.35g/cm ³ ，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 表 C.4 和 C.5，管电压为 125kV（有用线束）时，87mm 混凝土等效为 1mmPb，158mm 混凝土等效为 2mmPb，因此，采用内插法推导出本项目 120mm 混凝土等效为 1.5mmPb。				

表 10-4 DSA 机房面积及单边长度一览表

序号	场所名称	拟设置情况		GBZ130 表 2 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)	
1	DSA 机房	7.5	61.5	3.5	20	符合

由表 10-3、表 10-4 可知，本项目 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、地面、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、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。

10.1.5 辐射安全和防护措施

10.1.5.1 设备自带辐射安全防护措施

本项目 DSA 型号为：飞利浦 Azurion 7 M20，具备以下辐射安全防护措施：

- (1) DSA 设备配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置；
- (2) 在机房内具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键；
- (3) 控制台和机房内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记

录；

(4) 透视曝光开关为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置；

(5) DSA 设备配有滤过材料，且不小于 2.5mmAl；

(6) DSA 设备配备可调节有用线束照射野的限束装置，并提供可标示照射野的灯光野指示装置；

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

本项目 DSA 设备各项技术指标满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）对设备性能的相关要求。

10.1.5.2 场所辐射安全防护措施

1、对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）与《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），本项目在设备自带辐射安全防护措施基础上，医院须具备以下辐射安全防护措施：

(1) DSA 机房北侧设有观察窗，其位置便于观察受检者状态与防护门关闭情况。

(2) DSA 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

(3) DSA 机房拟安装机械排风装置，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。

(4) DSA 机房防护门外贴有电离辐射警告标志；准备间防护门上方有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；且工作指示灯和防护门应能有效联动。候诊区设置放射防护注意事项告知栏。

(5) 本项目 DSA 机房的准备间防护门为电动防护门，应设有曝光时关闭防护门的管理措施，设置防夹装置。控制室和污洗间防护门为单开防护门，应设置自动闭门装置。

(6) 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。

2、为了更好地做好辐射工作场所安全防护管理，医院在 GBZ 130-2020 基础上设置以下辐射安全防护措施：

(1) DSA 机房防护门采取屏蔽防护时，注意防护门与墙体的搭接应不小于缝隙距离的 10 倍。

(2) 控制室内张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等。

(3) 对讲装置：在 DSA 机房与控制室之间安装双向语音对讲装置，控制室的工作人员通

过对讲装置与 DSA 机房内的手术人员联系。

(4) 急停按钮：控制台上、介入手术床旁设置急停按钮（各按钮分别与 X 射线系统串联）。DSA 系统的 X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个急停按钮，均可停止 X 射线系统出束。

(5) DSA 机房受检者出入口门外应设置 1m 黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。

(6) 电缆线在非主射方向以浅地沟方式（U 型管道）从地坪下方穿越墙体与操作台相连，浅地沟表层设计防护当量为 3mmPb 的铅皮进行屏蔽防护。

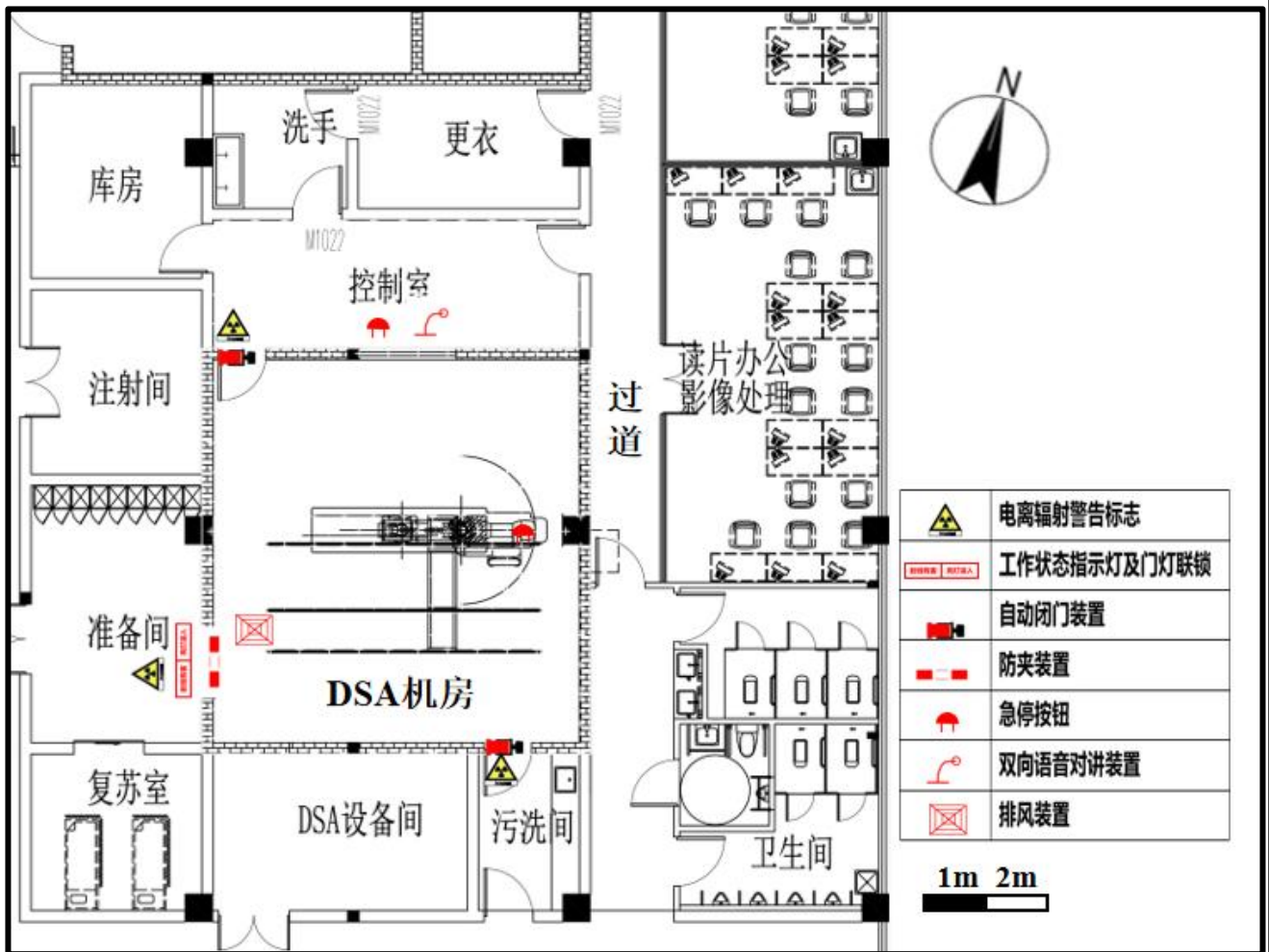


图 10-5 安全防护措施布置图

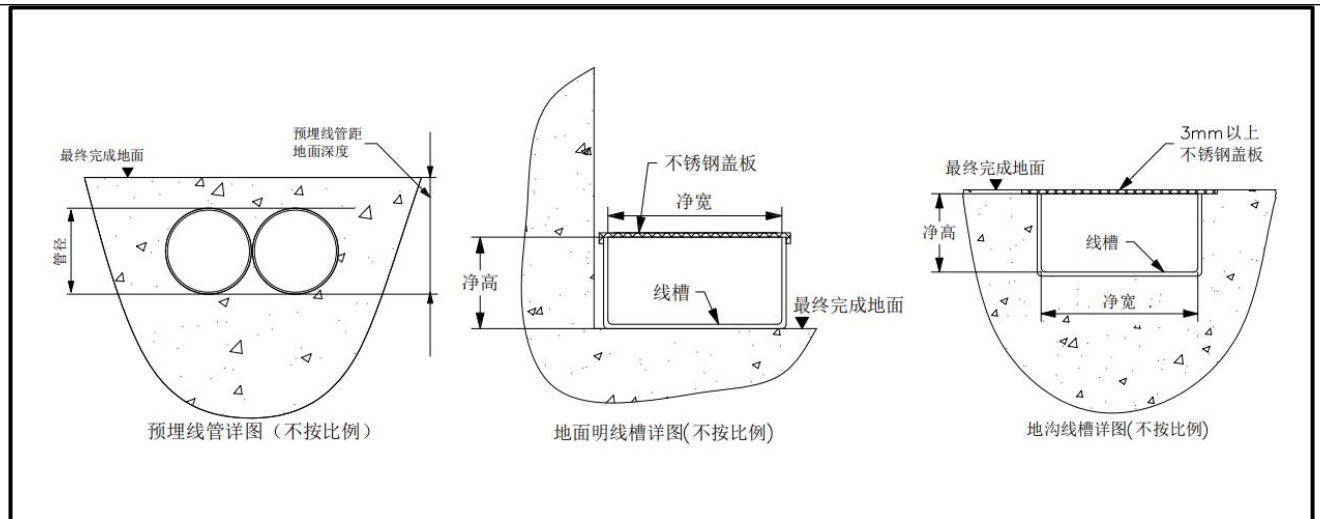


图 10-6 DSA 机房地沟线槽详图

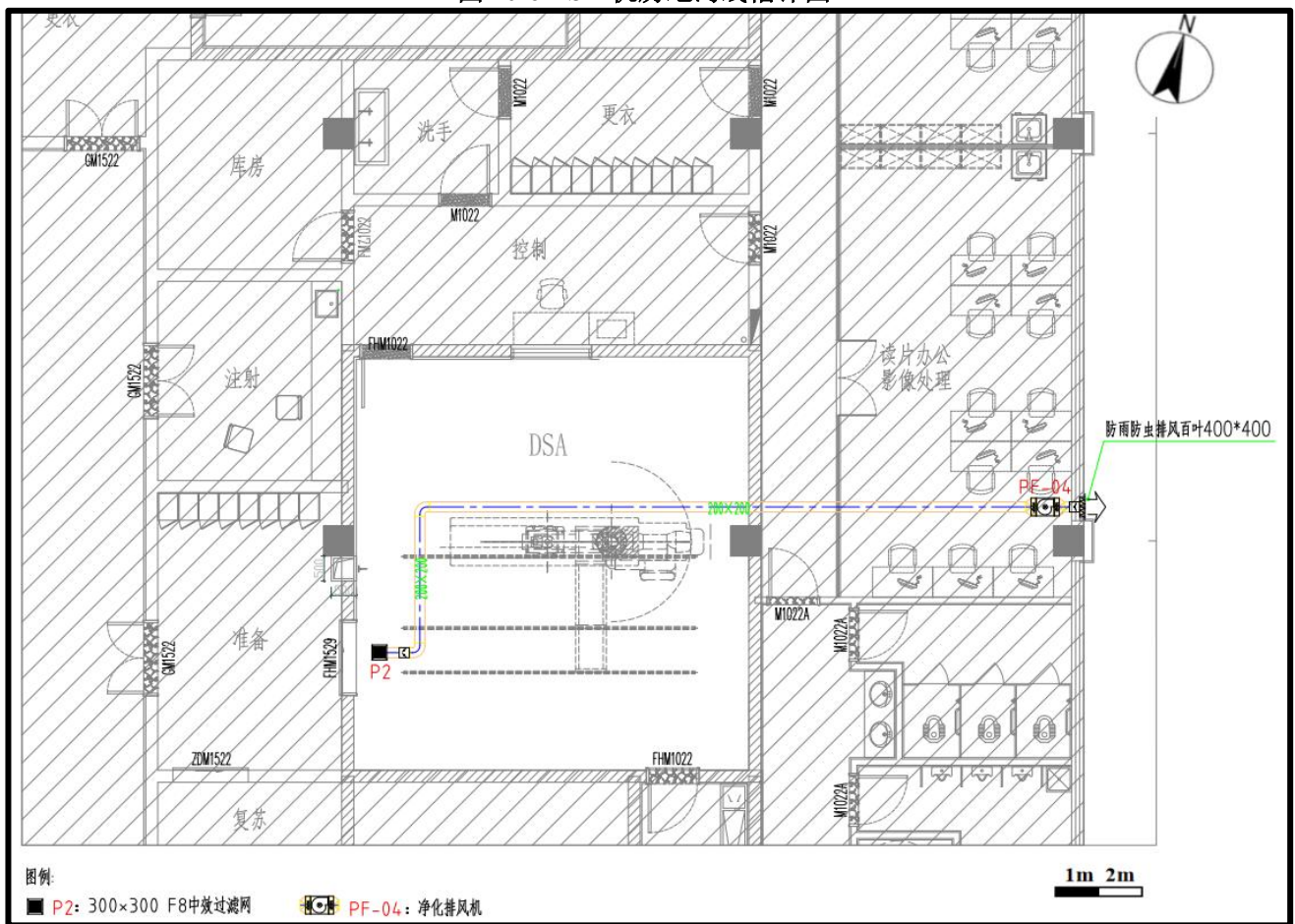


图 10-7 DSA 机房排风系统图

10.1.5.3 辐射防护用品清单

1、个人防护用品

表 10-5 DSA 机房个人防护用品和辅助防护设施拟配置计划

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	机房配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 3 套,防护铅当量不低于 0.025mmPb 的介入防护手套 3 套	机房配备防护铅当量为 2mmPb 的铅屏风、0.5mmPb 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	——	机房配备防护铅当量为 0.5mmPb 的铅方巾 1 套,防护铅当量为 0.5mmPb 的铅橡胶颈套含儿童、成人尺寸各 1 套	——	符合

2、检测用品

本项目 DSA 设备运行时，每名手术医生、护士配备 2 枚个人剂量计，包括内、外双个人剂量计，分别佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置及铅围裙内躯干位置，内外两个剂量计应有明显标记，防止剂量计戴反；每名技师配备 1 枚个人剂量计，为外个人剂量计。

另外，本项目拟配备 3 台个人剂量报警仪和 1 台便携式辐射巡测仪，并每年准备相应资金采购更新辐射安全防护设施和设备，定期对相关检测设备进行校正与维护。

10.1.5.4 辐射安全防护措施和设施标准对照

对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求，DSA 机房辐射防护措施符合性分析表见表 10-6。

表 10-6 DSA 机房设计符合性分析

项目	GBZ130-2020 要求	设计情况	符合性
机房面积	面积不小于20m ² ，单边长度不小于3.5m	本项目 DSA 机房面积为 61.5m ² ，单边长度最小为7.5m	符合
机房位置	X射线设备机房（照射室）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	根据表11核算结果，本项目 DSA机房充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全	符合
机房布局	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；不得堆放与诊断工作无关的杂物；受检者不应在机房内候诊	DSA机房设计避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；保持DSA机房内整洁、不堆放杂物；DSA机房内区域未设置候诊区	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	DSA机房设有排风系统，保持良好的通风	符合
标志、指示灯	机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；工作状态指示灯能与机房门有效关联	拟在DSA机房门口设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯等，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句；工作状态指示灯和与机房相通的门能有效关联	符合

防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	符合
------	--------------------------	----------------------------	----

综上，本项目 DSA 机房按《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求进行了设计，DSA 机房的辐射防护措施均符合相关规定要求，医院应严格按照设计方案进行建设。

10.2 三废的治理

本项目 DSA 设备在运行期间不产生放射性废气、放射性废水、放射性固废，仅在曝光过程中产生少量臭氧和氮氧化物。本项目拟在 DSA 机房西南侧设置排风口，设有中效过滤网，然后通过排风管道引至所在楼东侧墙外排放，可以保持机房内良好通风，符合 GBZ 130-2020 中排风系统设置的相关要求，DSA 机房排风系统详见图 10-7。曝光过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体经排风口排出后，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对周边环境影响较小。

10.3 射线装置报废管理要求

本项目后期投入使用后，对拟报废的射线装置，使用单位应委托有资质单位对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境主管部门核销。

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

本项目施工期主要是对医疗综合楼 1 层放射科 DSA 机房进行少量的辐射屏蔽施工，施工期短，施工范围小，通过对施工时段的控制以及施工现场严格管理等手段，可使本项目施工期环境影响的范围和强度进一步减小。因此，本项目不对施工期的环境影响进行具体分析。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

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 DSA 运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA 机房周围辐射环境影响评价

本项目的 1 台 DSA 设备额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，主射方向由下往上，所在 DSA 机房设计净尺寸为 8.2m（南北向长）×7.5m（东西向宽）×5.7m（高）。DSA 设备在手术中分为摄影（减影）和透视两种模式。DSA 摄影（拍片）模式是指 DSA 的 X 射线系统曝光时，工作人员位于控制室，即为隔室操作方式。DSA 透视模式是指在透视条件下，工作人员近台同室进行介入操作。本次评价采用理论计算的方法分别对摄影、透视两种工况下机房周围的辐射水平进行了预测。

1、预测点位

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录B中B.2.1条款，计算关注点的位置选取原则为：距墙体、门、窗30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面170cm。

由于第一术者位相较第二术者位距离辐射源更近，根据辐射剂量率与距离平方成反比的定律，若第一术者位受照剂量满足剂量限值要求，则第二术者位亦可满足，故本次评价重点关注第一术者位所受剂量影响。本项目关注点分布及环境特征情况见表 11-1，预测点位示意图见图 11-1。

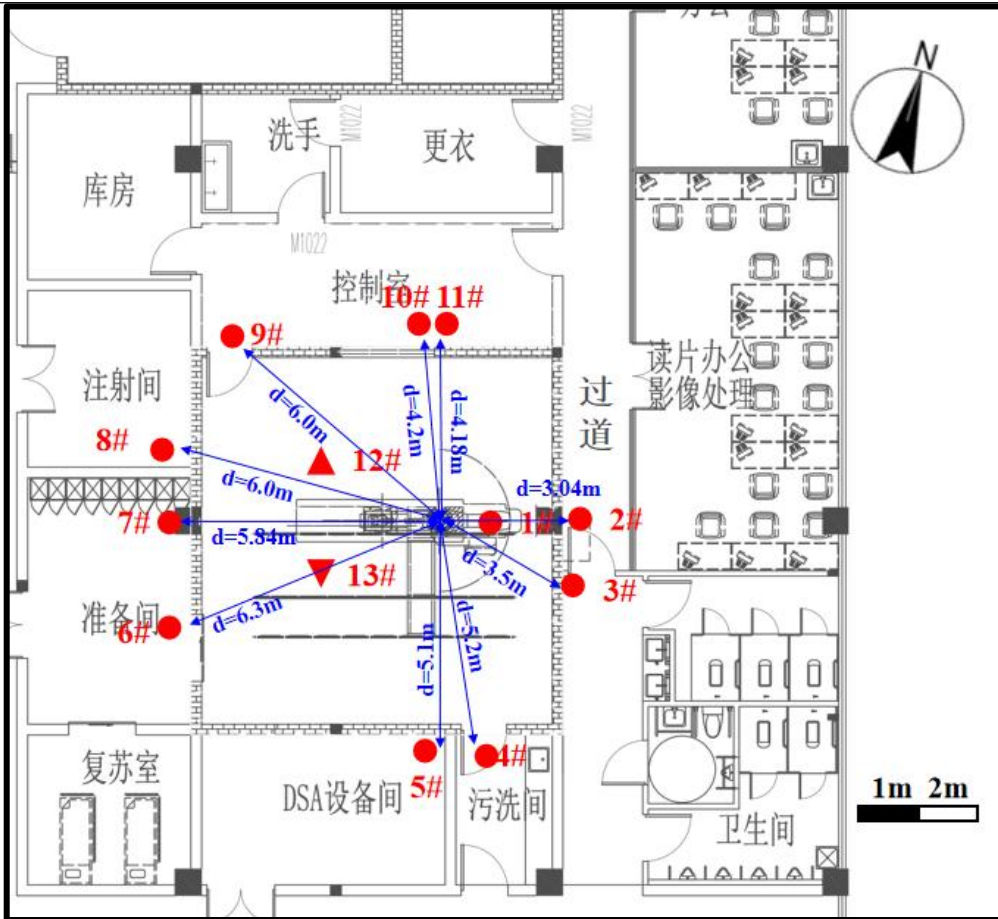


图 11-1.1 本项目 DSA 机房平面布局及预测点位示意图

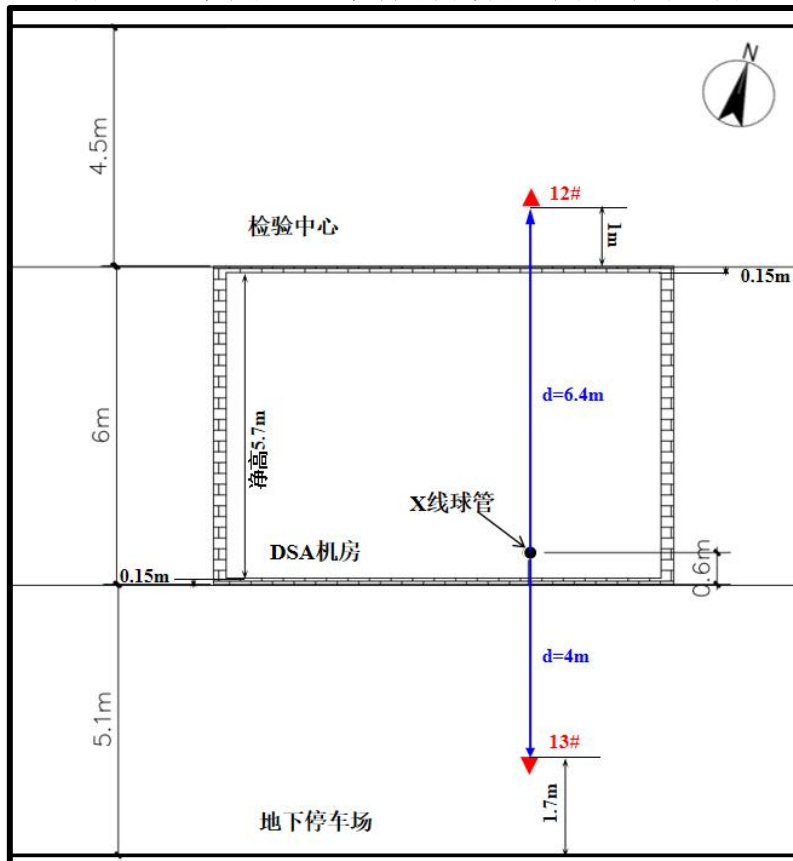


图 11-1.2 本项目 DSA 机房立面布局及预测点位示意图

表 11-1 本项目关注点分布及环境特征

点位编号	点位描述	环境特征	需考虑的辐射类型
1#	DSA 机房第一术者位	DSA 机房内	泄漏辐射、散射辐射
2#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	过道	泄漏辐射、散射辐射
3#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	卫生间	泄漏辐射、散射辐射
4#	DSA 机房南侧污物通道防护门外 30cm 处	污洗间	泄漏辐射、散射辐射
5#	DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	DSA 设备间	泄漏辐射、散射辐射
6#	DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处	准备间	泄漏辐射、散射辐射
7#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	准备间	泄漏辐射、散射辐射
8#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	注射间	泄漏辐射、散射辐射
9#	DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处	控制室	泄漏辐射、散射辐射
10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	控制室	泄漏辐射、散射辐射
11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	控制室	泄漏辐射、散射辐射
12#	DSA 机房上方（楼上）距楼上地面 100cm 处	检验中心	泄漏辐射、散射辐射
13#	DSA 机房下方（楼下）距楼下地面 170cm 处	地下停车场	泄漏辐射、散射辐射

2、预测工况

根据建设单位提供的资料，本项目DSA设备运行的典型工况见表11-2。

表11-2 本项目DSA设备运行的典型工况

设备名称	摄影常用最大工况		透视常用最大工况	
	管电压（kV）	管电流（mA）	管电压（kV）	管电流（mA）
DSA	100	500	90	15

3、预测模式

本项目DSA射线装置主束方向由下朝上，介入手术过程中，导管床、患者和DSA图像增强器对X射线主束有屏蔽作用。且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。

参考《辐射防护手册——第一分册》（李德平、潘自强主编）P436~P437 页式（10.8）、（10.9）、（10.10），将原公式中的利用因子、占用因子均取为 1，可推导出以下计算公式。

（1）泄漏辐射剂量估算

$$H = \frac{H_L \cdot B}{d^2} \dots \dots \dots (11-1)$$

式中：H：关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_L ：距靶点1m处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；根据国际放射防护委员会第33号出版物《医用外照射源的辐射防护》P23页：“（77）用于诊断目的的每一个X线管必须封闭在管套内，以使得位于该套内的X射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点1米处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过1mGy”，故本项目保守取值为1000 $\mu\text{Gy/h}$ 。

d：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B：给定屏蔽物质的屏蔽透射因子，取值见表11-4。

（2）散射辐射剂量估算

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot S}{d_0^2 \cdot d_s^2} \dots \dots \dots (11-2)$$

式中：H：关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

I：管电流，取值同上；

H_0 ：距靶点1m处的X射线输出量， $\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ，参考《辐射防护导论》（方杰主编）P342页附图3，仅有过滤片2mmAl和3mmAl的曲线图，本次评价保守按过滤片为2mmAl进行取值，则摄影（100kV）和透视（90kV）时X射线发射率常数分别为 $\delta_{100\text{kV}} = 9 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 、 $\delta_{90\text{kV}} = 8 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，则主射线或散射线源项（距辐射源点1m处输出量）分别为 $H_{0(100\text{kV})} = 5.4 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 、 $H_{0(90\text{kV})} = 4.8 \times 10^5 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

α ：患者对入射X射线的散射比，根据《辐射防护手册——第一分册》（潘自强、李德平编）P437页， $\alpha = a/400$ ，其中a为人体对X射线的散射照射量与入射照射量之比。对照该手册的表10.1，本项目摄影和透视工况下均取入射能量为100kV时90°散射，则a保守取值0.0013，即 $\alpha = 3.25 \times 10^{-6}$ ；

S：散射面积，根据《放射防护使用手册》P305，DSA射线装置一般的照射野为9cm×9cm，本项目保守取100 cm^2 ；

d_0 ：源与患者的距离，根据《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）图1.3，本项目取0.8m； d_s ：散射体（患者）与关注点的距离，m；

B：给定屏蔽物质的屏蔽透射因子，取值见表11-4。

（3）屏蔽透射因子预测公式

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录C中C.1.2，对给定的铅厚度，不同管电压X射线辐射在屏蔽材料中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值见表C.2～表C.3，透视工况保守按90kV取值，按式11-3计算屏蔽透射因子：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots \dots \dots (11-3)$$

式中：B：不同屏蔽材料的屏蔽透射因子；

α、β、γ：不同屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X：屏蔽材料厚度。

表 11-3 铅对 X 射线衰减的有关的拟合参数

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

根据表 11-3 和式 11-3，各预测点的屏蔽透射因子计算结果见下表。

表 11-4 本项目各关注点屏蔽透射因子计算结果

场所	辐射类型	工作模式	点位编号	预测点位	防护情况	屏蔽厚度 (mmPb)	α	β	γ	B
DSA 机房	泄漏辐射	摄影	2#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	240mm 厚实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.3	2.5	15.28	0.7557	1.31E-07
			3#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处		5.3	2.5	15.28	0.7557	1.31E-07
			4#	DSA 机房南侧污物通道防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	2.5	15.28	0.7557	3.39E-06
			5#	DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	240mm 厚实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.3	2.5	15.28	0.7557	1.31E-07
			6#	DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	2.5	15.28	0.7557	3.39E-06
			7#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	240mm 厚实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.3	2.5	15.28	0.7557	1.31E-07
			8#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处		5.3	2.5	15.28	0.7557	1.31E-07
			9#	DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	2.5	15.28	0.7557	3.39E-06
			10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	4mmPb 铅玻璃	4	2.5	15.28	0.7557	3.39E-06
			11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	240mm 厚实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.3	2.5	15.28	0.7557	1.31E-07
			12#	DSA 机房上方（楼上）距楼上地面 100cm 处	120mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	4.5	2.5	15.28	0.7557	9.70E-07
			13#	DSA 机房下方（楼下）	120mm 现浇混	4.5	2.5	15.28	0.7557	9.70E-07

			距楼下地面 170cm 处	凝土+30mm 硫酸钡防护涂料						
	透视	1#	第一术者位 (铅衣内)	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅防 护帘	1	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03	
		1#	第一术者位 (铅衣外)	0.5mmPb 铅防 护帘	0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	
		2#	DSA 机房东侧防护墙 外 30cm 处	240mm 厚实心 砖+30mm 硫酸 钡防护涂料	5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09	
		3#	DSA 机房东侧防护墙 外 30cm 处		5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09	
		4#	DSA 机房南侧污物通 道防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		5#	DSA 机房南侧防护墙 外 30cm 处	240mm 厚实心 砖+30mm 硫酸 钡防护涂料	5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09	
		6#	DSA 机房西侧患者通 道防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		7#	DSA 机房西侧防护墙 外 30cm 处	240mm 厚实心 砖+30mm 硫酸 钡防护涂料	5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09	
		8#	DSA 机房西侧防护墙 外 30cm 处		5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09	
		9#	DSA 机房北侧医生通 道防护门 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		10#	DSA 机房北侧观察窗 外 30cm 处	4mmPb 铅玻璃	4	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	
		11#	DSA 机房北侧防护墙 外 30cm 处	240mm 厚实心 砖+30mm 硫酸 钡防护涂料	5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09	
		12#	DSA 机房上方 (楼上) 距楼上地面 100cm 处	120mm 现浇混 凝土+30mm 硫 酸钡防护涂料	4.5	3.067	18.83	0.7726	7.96E-08	
	13#	DSA 机房下方 (楼下) 距楼下地面 170cm 处	120mm 现浇混 凝土+30mm 硫 酸钡防护涂料	4.5	3.067	18.83	0.7726	7.96E-08		
散射 辐射	摄影	2#	DSA 机房东侧防护墙 外 30cm 处	240mm 厚实心 砖+30mm 硫酸 钡防护涂料	5.3	2.507	15.33	0.9124	1.97E-07	
		3#	DSA 机房东侧防护墙 外 30cm 处		5.3	2.507	15.33	0.9124	1.97E-07	
		4#	DSA 机房南侧污物通 道防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06	
		5#	DSA 机房南侧防护墙 外 30cm 处	240mm 厚实心 砖+30mm 硫酸 钡防护涂料	5.3	2.507	15.33	0.9124	1.97E-07	
		6#	DSA 机房西侧患者通 道防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06	
		7#	DSA 机房西侧防护墙 外 30cm 处	240mm 厚实心 砖+30mm 硫酸 钡防护涂料	5.3	2.507	15.33	0.9124	1.97E-07	
		8#	DSA 机房西侧防护墙 外 30cm 处		5.3	2.507	15.33	0.9124	1.97E-07	

			9#	DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
			10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	4mmPb 铅玻璃	4	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06
			11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	240mm 厚实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.3	2.507	15.33	0.9124	1.97E-07
			12#	DSA 机房上方（楼上）距楼上地面 100cm 处	120mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	4.5	2.507	15.33	0.9124	1.47E-06
			13#	DSA 机房下方（楼下）距楼下地面 170cm 处	120mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	4.5	2.507	15.33	0.9124	1.47E-06
	透 视		1#	第一术者位（铅衣内）	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅防护帘	1	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03
			1#	第一术者位（铅衣外）	0.5mmPb 铅防护帘	0.5	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02
			2#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	240mm 厚实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09
			3#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处		5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09
			4#	DSA 机房南侧废物通道防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
			5#	DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	240mm 厚实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09
			6#	DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
			7#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	240mm 厚实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09
			8#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处		5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09
			9#	DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处	内衬 4mm 铅板	4	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
			10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	4mmPb 铅玻璃	4	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07
			11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	240mm 厚实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.3	3.067	18.83	0.7726	6.85E-09
			12#	DSA 机房上方（楼上）距楼上地面 100cm 处	120mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	4.5	3.067	18.83	0.7726	7.96E-08
			13#	DSA 机房下方（楼下）距楼下地面 170cm 处	120mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	4.5	3.067	18.83	0.7726	7.96E-08

表11-5 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果

场所	模式	点位编号	预测点位描述	H ₀	B	d	H _L
				μGy/h	/	m	μGy/h

DSA 机房	摄影	2#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	1000	1.31E-07	3.04	1.42E-05
		3#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	1000	1.31E-07	3.5	1.07E-05
		4#	DSA 机房南侧污物通道防护门外 30cm 处	1000	3.39E-06	5.2	1.25E-04
		5#	DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	1000	1.31E-07	5.1	5.05E-06
		6#	DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处	1000	3.39E-06	6.3	8.54E-05
		7#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	1000	1.31E-07	5.84	3.85E-06
		8#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	1000	1.31E-07	6.0	3.65E-06
		9#	DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处	1000	3.39E-06	6.0	9.41E-05
		10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	1000	3.39E-06	4.2	1.92E-04
		11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	1000	1.31E-07	4.18	7.51E-06
		12#	DSA 机房上方(楼上)距楼上地面 100cm 处	1000	9.70E-07	6.4	2.37E-05
		13#	DSA 机房下方(楼下)距楼下地面 170cm 处	1000	9.70E-07	4.0	6.06E-05
		透视	1#	第一术者位(铅衣内)	1000	4.08E-03	0.6
	1#		第一术者位(铅衣外)	1000	2.52E-02	0.6	6.99E+01
	2#		DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	1000	6.85E-09	3.04	7.41E-07
	3#		DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	1000	6.85E-09	3.5	5.59E-07
	4#		DSA 机房南侧污物通道防护门外 30cm 处	1000	3.69E-07	5.2	1.37E-05
	5#		DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	1000	6.85E-09	5.1	2.63E-07
	6#		DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处	1000	3.69E-07	6.3	9.30E-06
	7#		DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	1000	6.85E-09	5.84	2.01E-07
	8#		DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	1000	6.85E-09	6.0	1.90E-07
	9#		DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处	1000	3.69E-07	6.0	1.03E-05
	10#		DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	1000	3.69E-07	4.2	2.09E-05
	11#		DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	1000	6.85E-09	4.18	3.92E-07
	12#	DSA 机房上方(楼上)距楼上地面 100cm 处	1000	7.96E-08	6.4	1.94E-06	
13#	DSA 机房下方(楼下)距楼下地面 170cm 处	1000	7.96E-08	4.0	4.98E-06		

表 11-6 各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

场所	模式	点位 编号	预测点位描述	I	H ₀	α	s	d ₀	ds	B	Hs
				mA	$\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$	/	cm ²	m	m	/	$\mu\text{Gy/h}$
DSA 机房 1	摄影	2#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	3.04	1.97E-07	2.93E-03
		3#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	3.5	1.97E-07	2.21E-03
		4#	DSA 机房南侧污物通道防护门外 30cm 处	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	5.2	5.14E-06	2.61E-02
		5#	DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	5.1	1.97E-07	1.04E-03
		6#	DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	6.3	5.14E-06	1.78E-02
		7#	DSA 机房西侧防护	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	5.84	1.97E-07	7.94E-04

		墙外 30cm 处								
	8#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	6.0	1.97E-07	7.52E-04
	9#	DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	6.0	5.14E-06	1.96E-02
	10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	4.2	5.14E-06	4.00E-02
	11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	4.18	1.97E-07	1.55E-03
	12#	DSA 机房上方（楼上）距楼上地面 100cm 处	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	6.4	1.47E-06	4.91E-03
	13#	DSA 机房下方（楼下）距楼下地面 170cm 处	500	5.40E+05	3.25E-06	100	0.8	4.0	1.47E-06	1.26E-02
透视	1#	第一术者位（铅衣内）	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	0.6	4.08E-03	4.14E+01
	1#	第一术者位（铅衣外）	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	0.6	2.52E-02	2.55E+02
	2#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	3.04	6.85E-09	2.71E-06
	3#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	3.5	6.85E-09	2.04E-06
	4#	DSA 机房南侧污物通道防护门外 30cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	5.2	3.69E-07	4.99E-05
	5#	DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	5.1	6.85E-09	9.63E-07
	6#	DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	6.3	3.69E-07	3.40E-05
	7#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	5.84	6.85E-09	7.34E-07
	8#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	6.0	6.85E-09	6.96E-07
	9#	DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	6.0	3.69E-07	3.75E-05
	10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	4.2	3.69E-07	7.65E-05
	11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	4.18	6.85E-09	1.43E-06
	12#	DSA 机房上方（楼上）距楼上地面 100cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	6.4	7.96E-08	7.11E-06
13#	DSA 机房下方（楼下）距楼下地面 170cm 处	15	4.80E+05	3.25E-06	100	0.8	4.0	7.96E-08	1.82E-05	

(4) 总辐射剂量率估算

根据表 11-5、11-6 的计算结果，将各个预测点的总的辐射剂量率统计于表 11-7。

表 11-7 各个预测点的总辐射剂量率

场所	模式	点位编号	预测点位置描述	泄漏辐射 剂量率	散射辐射 剂量率	总辐射 剂量率
				μGy/h	μGy/h	μGy/h
DSA 机房	摄影	2#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	1.42E-05	2.93E-03	2.94E-03
		3#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	1.07E-05	2.21E-03	2.22E-03
		4#	DSA 机房南侧污物通道防护门外 30cm 处	1.25E-04	2.61E-02	2.62E-02
		5#	DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	5.05E-06	1.04E-03	1.05E-03
		6#	DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处	8.54E-05	1.78E-02	1.79E-02
		7#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	3.85E-06	7.94E-04	7.98E-04
		8#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	3.65E-06	7.52E-04	7.56E-04
		9#	DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处	9.41E-05	1.96E-02	1.97E-02
		10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	1.92E-04	4.00E-02	4.02E-02
		11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	7.51E-06	1.55E-03	1.56E-03
		12#	DSA 机房上方（楼上）距楼上地面 100cm 处	2.37E-05	4.91E-03	4.93E-03
		13#	DSA 机房下方（楼下）距楼下地面 170cm 处	6.06E-05	1.26E-02	1.27E-02
		透视	1#	第一术者位（铅衣内）	1.13E+01	4.14E+01
	1#		第一术者位（铅衣外）	6.99E+01	2.55E+02	3.25E+02
	2#		DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	7.41E-07	2.71E-06	3.45E-06
	3#		DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	5.59E-07	2.04E-06	2.60E-06
	4#		DSA 机房南侧污物通道防护门外 30cm 处	1.37E-05	4.99E-05	6.36E-05
	5#		DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	2.63E-07	9.63E-07	1.23E-06
	6#		DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处	9.30E-06	3.40E-05	4.33E-05
	7#		DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	2.01E-07	7.34E-07	9.35E-07
	8#		DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	1.90E-07	6.96E-07	8.86E-07
	9#		DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处	1.03E-05	3.75E-05	4.78E-05
	10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	2.09E-05	7.65E-05	9.74E-05	
11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	3.92E-07	1.43E-06	1.82E-06		
12#	DSA 机房上方（楼上）距楼上地面 100cm 处	1.94E-06	7.11E-06	9.05E-06		
13#	DSA 机房下方（楼下）距楼下地面 170cm 处	4.98E-06	1.82E-05	2.32E-05		

由表 11-7 计算结果可知：DSA 机房 DSA 射线装置在正常运行时，摄影工况下，机房外辐射剂量率最大处为 DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处，辐射剂量率为 $4.01 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ ；透视工况下，机房外辐射剂量率最大处为 DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处，辐射剂量率为

$9.74 \times 10^{-5} \mu\text{Gy/h}$ 。

评价范围内 DSA 机房西侧的 CT 和 DR 机房的防护均满足 GBZ130 的要求，距 DSA 机房和控制室约 8.16m，经距离的衰减，对 DSA 辐射工作人员辐射影响很小，可忽略其叠加辐射影响。结合区域辐射环境背景水平，可以得出本项目 DSA 机房 DSA 射线装置在正常运行情况下，机房外控制台、四侧防护墙外、楼上、楼下、防护门及观察窗外的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ 。”的要求。

11.2.2 工作人员及公众个人剂量估算

根据医院提供资料，本项目 DSA 机房每年最大手术量约为 200 台，开展心内科介入手术、神经介入等手术。每台手术摄影曝光时间取 2min，透视过程最大曝光时间取 20min，工作人员介入操作过程穿戴铅防护用品。本项目每台手术配置医生 2 人，护士 1 人，技师 1 人。

摄影曝光时，介入医护人员均回到控制室，由技师于控制台处隔室操作；透视曝光时，技师位于控制台处操作，介入医护人员在机房内近台同室操作。

1、有效剂量计算

预测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：

$$H = D_r \cdot U \cdot T \cdot k \cdot t \cdot 10^{-3} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

H——X 射线外照射年有效剂量，mSv/a；

D_r ——关注点处空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

U——使用因子，U 取 1；

T——居留因子，本项目的居留因子参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）选取，具体数值见表 11-8；

k——Sv/Gy 剂量转换系数，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），光子的辐射权重因子 $WR=1$ ，当量剂量跟吸收剂量在数值上是相等的，即 1Sv 数值上等于 1Gy，则本项目 k 取值 1；

t——年照射时间，h/a。

表 11-8 居留因子取值一览表

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

本项目保护目标年有效剂量估算详见表 11-9。

表11-9 年有效剂量估算结果

编号	保护目标	工作模式	总剂量率 (μGy/h)	年受照时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv)	涉及人员类型
2#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	摄影	2.94E-03	6.7	1/4	4.93E-06	公众
3#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处		2.22E-03		1/16	9.30E-07	公众
4#	DSA 机房南侧污物通道防护门外 30cm 处		2.62E-02		1/16	1.10E-05	公众
5#	DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处		1.05E-03		1/16	4.38E-07	公众
6#	DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处		1.79E-02		1/16	7.50E-06	公众
7#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处		7.98E-04		1/16	3.34E-07	公众
8#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处		7.56E-04		1/4	1.27E-06	公众
9#	DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处		1.97E-02		1	1.32E-04	职业
10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处		4.02E-02		1	2.69E-04	职业
11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处		1.56E-03		1	1.04E-05	职业
12#	DSA 机房上方 (楼上) 距楼上地面 100cm 处		4.93E-03		1	3.30E-05	公众
13#	DSA 机房下方 (楼下) 距楼下地面 170cm 处		1.27E-02		1/16	5.32E-06	公众
1#	第一术者位 (铅衣内)		透视		5.27E+01	66.7	1
1#	第一术者位 (铅衣外)	3.25E+02		1	21.70		
2#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	3.45E-06		1/4	5.75E-08		公众
3#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	2.60E-06		1/16	1.09E-08		公众
4#	DSA 机房南侧污物通道防护门外 30cm 处	6.36E-05		1/16	2.65E-07		公众
5#	DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	1.23E-06		1/16	5.11E-09		公众

6#	DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处		4.33E-05		1/16	1.81E-07	公众
7#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处		9.35E-07		1/16	3.90E-09	公众
8#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处		8.86E-07		1/4	1.48E-08	公众
9#	DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处		4.78E-05		1	3.19E-06	职业
10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处		9.74E-05		1	6.50E-06	职业
11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处		1.82E-06		1	1.22E-07	职业
12#	DSA 机房上方（楼上）距楼上地面 100cm 处		9.05E-06		1	6.04E-07	公众
13#	DSA 机房下方（楼下）距楼下地面 170cm 处		2.32E-05		1/16	9.66E-08	公众

2、机房内术者位医护人员年有效剂量估算

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，采用公式 11-6 进行估算。

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

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，本项目取 **0.79**；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100，本项目取 **0.051**；

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。

则 DSA 机房的第 一 术 者 位（ 身 体 ） 的 受 照 的 有 效 剂 量 为 $E = 0.79 \times 3.52 + 0.051 \times 21.70 = 3.89 \text{mSv/a}$ 。

各预测点位年有效剂量估算结果汇总于表 11-10。

表 11-10 职业人员及公众年有效剂量估算结果

场所	编号	保护目标	摄影 mSv/a	透视 mSv/a	年有效剂量 mSv	年剂量约束 值 mSv
DSA 机房	1#	介入医生（第一术者位）	2.69E-04	3.89	3.89	职业 人员 5.0
	9#	DSA 机房北侧医生通道防护门 30cm 处	1.32E-04	3.19E-06	1.35E-04	
	10#	DSA 机房北侧观察窗外 30cm 处	2.69E-04	6.50E-06	2.76E-04	
	11#	DSA 机房北侧防护墙外 30cm 处	1.04E-05	1.22E-07	1.05E-05	
	2#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	4.93E-06	5.75E-08	4.99E-06	公众 0.25
	3#	DSA 机房东侧防护墙外 30cm 处	9.30E-07	1.09E-08	9.41E-07	

4#	DSA 机房南侧污物通道防护门外 30cm 处	1.10E-05	2.65E-07	1.13E-05
5#	DSA 机房南侧防护墙外 30cm 处	4.38E-07	5.11E-09	4.43E-07
6#	DSA 机房西侧患者通道防护门外 30cm 处	7.50E-06	1.81E-07	7.68E-06
7#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	3.34E-07	3.90E-09	3.38E-07
8#	DSA 机房西侧防护墙外 30cm 处	1.27E-06	1.48E-08	1.28E-06
12#	DSA 机房上方（楼上）距楼上地面 100cm 处	3.30E-05	6.04E-07	3.36E-05
13#	DSA 机房下方（楼下）距楼下地面 170cm 处	5.32E-06	9.66E-08	5.42E-06

注：根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中 6.1.3 规定：“当放射工作人员的年个人剂量当量小于 20mSv 时，一般只需将个人剂量当量 $H_p(10)$ 视为有效剂量进行评价，无需对辐射人员的眼晶状体、皮肤和四肢的剂量进行评价。”因此，本报告不对眼晶状体、皮肤和四肢的剂量进行评价。

由上述计算结果可知：本项目 DSA 机房射线装置在正常运行时，所致机房内职业人员年受照最大有效剂量为 3.89mSv/a；机房外职业人员年受照的最大有效剂量为 2.76×10^{-4} mSv/a，均满足本项目年剂量约束值 5mSv/a 的要求。公众人员年受照的有效剂量最大为 3.36×10^{-5} mSv/a，满足年剂量约束值 0.25mSv/a 的要求。

3、本项目 50m 评价范围内其他环境保护目标年有效剂量分析

本项目 50m 评价范围内其他环境保护目标均位于上述预测关注点离 DSA 机房更远的区域，根据辐射剂量率与距离平方成反比的定律，可定性分析出本项目 50m 评价范围内其他环境保护目标的年有效剂量均可满足相关标准限值要求。

4、结论

综上所述，本项目 DSA 机房经实体屏蔽后，对 DSA 机房外辐射工作人员与周围公众的环境影响较小。同时在开展手术时，在采取有效的辐射防护措施和医院良好的管理情况下，辐射工作人员的年有效剂量均可以满足标准剂量限值与本项目剂量约束值的要求。

11.2.3 “三废”影响分析

本项目 DSA 设备在运行期间不产生放射性废气、放射性废水、放射性固废，仅在曝光过程中产生少量臭氧和氮氧化物等非放射性气体。本项目 DSA 机房利用机械排风装置保持室内良好通风。曝光过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体经排风口排出，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。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故等级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》第四十条规定，根据

辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-11。

表 11-11 辐射事故等级划分表

事故等级	事故类型
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

11.3.2 辐射风险识别

(1) DSA 控制室操作人员或病人家属在防护门关闭后未撤离机房，而射线装置出束时造成的误照射。

(2) DSA 机房安全联锁装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 DSA 机房。

(3) DSA 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。

上述事故其危害结果及其所引发的放射性事故属于“射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射”，因此，本项目可能发生的事故主要为一般辐射事故。

11.3.3 风险防范措施

为减少辐射事故的发生，医院需做好以下防范措施：

(1) DSA 均放置于专用机房内使用，机房采用实体屏蔽进行辐射防护，防护当量满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求。

(2) 工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品；定期检查机房的性能，检查门灯联锁装置和闭门装置是否完好，检查有关的安全警示标志是否正常工作；操作曝光前应检查机房内有无无关人员逗留，机房防护门是否关闭到位，避免无关人员误入正在使用 X 射线装置的机房。

(3) 设备安装调试和检修维护人员在工作过程中，应按要求佩戴个人剂量计。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机房误照射。

医院对可能发生的辐射事故，应及时采取应急措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，同时上报生态环境部门和卫生主管部门，并接受监督部门的处理。

11.3.4 应急处置预案

针对以上可能发生的事故风险，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和防护管理办法》等有关规定，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。

一旦发生辐射事故，应按以下基本原则进行处理：

①第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，必要时及时安置受照人员就医检查。

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

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

⑤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

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。

12.1.1 机构设置情况

医院已成立辐射安全防护小组（见附件 7），由 1 名组长、1 名副组长、7 名组员组成。各成员职责已作出明确规定，负责人全面领导医院辐射安全防护管理以及辐射安全事故应急处置指挥工作。各成员全面负责医院辐射安全防护管理以及辐射安全事故应急处置协调工作。辐射安全防护专职管理员职责负责落实辐射安全、放射诊疗许可证管理工作，落实辐射安全评价与检测工作，做好放射工作人员个人剂量监测、职业健康检查管理以及辐射安全培训管理工作。做好辐射安全防护宣传工作。各委员根据所处科室或岗位落实相应职责。

评价认为项目单位辐射安全防护小组的配备能够满足本项目环保管理工作的需求。若辐射安全防护小组成员发生变动，建设单位应及时更新、调整管理机构的人员组成。

12.1.2 辐射工作人员管理

（1）根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）的相关要求，自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

（2）根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告 2021 年第 9 号）的要求，现仅有从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员无需参加集中考核，可由医院自行组织考核，并妥善留存本单位相关辐射工作人员自行考核记录，配合各级生态环境部门的监督检查。

（3）辐射工作人员应配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案；应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案；个人剂量档案和职业健康档案应终生保存。

（4）辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文

件上的人员信息应统一。

(5) 根据《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),各单位对辐射工作人员的辐射安全与防护培训或放射诊疗培训互相认可,无需重复培训。

医院现有25名辐射工作人员,均配备了个人剂量计。根据医院提供的最近1年职业外照射个人剂量监测报告,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。医院现有辐射工作人员全部参加了放射防护培训并考核合格。并按要求建立了培训档案、职业健康档案、个人剂量监测档案。本项目拟新增的4名辐射工作人员,医院将按规定安排辐射培训考核(类别:医用X射线诊断与介入放射学)或放射诊疗培训考核、岗前体检以及个人剂量监测工作。

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许可管理办法》规定,使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、射线装置使用登记制度、有完善的辐射事故应急措施。

为促进放射实践的正当性、辐射防护最优化,规范工作人员的操作规程,医院根据法规要求,并结合医院实际情况,拟更新制定以下放射防护管理制度:《放射事故应急处理预案》《放射诊疗质量保证方案》《X射线影像诊断质量保证制度》《放射事故预防措施》《医用诊断X射线机维护保养制度》《放射诊疗许可证管理制度》《受检者电离辐射危害告知制度》《受检者放射防护管理制度》《放射工作人员职业健康管理制度》《放射工作人员培训制度》《DSA操作规程》等规章制度。

本环评建议医院补充完善设备使用登记制度、设备检修维护制度、重点问题管理措施等内容。在日后的工作实践中,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》的要求及时进行更新、修订和完善,提高制度的可操作性,严格按照制度进行。

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。医院须定期对辐射工作场所周围环境进行自主监测与年度监测,监测数据应记录完善,并将数据实时汇总,并建立监测技术档案,监测

数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目 DSA 属于 II 类射线装置，医院应为本项目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。

本项目拟配备 3 台个人剂量报警仪和 1 台便携式辐射巡测仪，并每年准备相应资金采购更新辐射安全防护设施和设备，定期对相关检测设备进行校正与维护。

12.3.2 个人剂量监测

据统计，医院现有在岗辐射工作人员 25 名，均已参加并通过放射工作人员放射防护培训和考核。医院为所有辐射工作人员均配备了个人剂量计，已委托有资质的单位定期进行个人剂量监测，并建立了个人剂量档案。根据医院提供的最近 1 年个人剂量检测报告（2024.12~2025.12），现有辐射工作人员近一年内连续四个季度个人有效剂量在 0.028mSv~0.679mSv 之间，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员“剂量限值”的要求，也符合年剂量约束值要求。

医院应严格落实个人剂量监测（常规监测周期一般为 1 个月，最长不超过 3 个月）和职业健康检查（不少于 1 次/2 年），建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案交由专人保管。对于监测结果异常，应跟踪分析原因，优化实践行为。

12.3.3 场所环境监测

医院须定期对 DSA 机房周围环境进行自主监测与年度监测，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

（1）验收监测：委托有相关监测资质的监测单位对辐射工作场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

（2）常规监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测频次 1 次/季。

（3）年度监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。参考《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定，年度监测周期为 1 次/年。

表 12-1 场所环境监测方案

监测类型	监测因子	监测频次	监测方式	监测布点	监测依据
验收监测	周围剂量当量率	验收期间，监测 1 次	委托监测	（1）防护门外及四侧屏蔽墙外 30cm 处、管孔穿墙处； （2）机房上方（楼上）距	《辐射环境监测技术规范》 （HJ61-2021）、
常规监测		1 次/季	自行监测		

年度监测		1次/年	委托监测	地 100cm 处；机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处； (3) 周围需要关注的监督区及环境敏感目标处	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）
------	--	------	------	--	----------------------------

12.4 年度安全状况评估

12.4.1 安全和防护状况年度评估报告内容要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定，医院应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 日前向原发证机关提交上一年度的评估报告，并在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>）进行网上申报。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- （一）辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- （二）辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- （三）辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；
- （四）射线装置台账；
- （五）场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- （六）辐射事故及应急响应情况；
- （七）核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- （八）存在的安全隐患及其整改情况；
- （九）其他有关法律、法规规定的落实情况。

年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

12.4.2 现有安全和防护状况年度评估报告情况

根据医院提供的资料，医院已按要求编写了辐射安全与防护状况评估报告，每年定期上报至发证机关。本项目 DSA 正式开展后，医院应将本项目射线装置纳入辐射安全与防护评估报告，定期上报至发证机关。

12.5 辐射事故应急

12.5.1 应急预案制定要求

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条的规定，医院应成立相应的辐射事故应急机构，负责本单位的放射事故应急管理工作，主要包括下列内容：

- （1）应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）；

- (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) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话；
- (6) 编写事故总结报告，上报生态环境部门归档。

发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，应同时向当地卫生行政部门报告，当发生人为破坏行为时，应及时向公安部门报备。

12.5.2 现有应急预案执行情况

医院目前已制定《放射事故应急处置预案》，明晰了应急启动流程、设置了辐射事故等级说明、信息接报部门与职责、辐射安全应急组织机构与职权、并根据不同事故类型规范了应急处置流程，以上部分符合国家法律法规要求。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（2019 年修改）》有关规定，建议医院对现有事故应急预案进行修订完善，增添生态环境、卫生和公安部门的联系部门和电话。此外，医院应每年对与辐射事故应急有关的人员实施培训和演练，以验证该预案的有效性。为降低事故发生概率，医院必须加大管理力度，提高辐射工作人员技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，加强设备检查维修，提高单位应急能力。

12.6 环保竣工验收

医院应根据项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）等相关要求，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。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目工程概况

东阳市红会医院拟在浙江省东阳市江北街道北四路以北、迎宾大道以西、学士路以东地块医疗综合楼 1 层放射科 DSA 机房内新增一台 DSA 设备，用于放射诊断和介入治疗。拟新增的 DSA 设备型号为 Azurion 7 M20，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。本项目 DSA 机房实体边界外 50m 范围内主要为医院内部建筑物、医院内部道路，无居民住宅、学校等环境敏感点，亦不涉及生态保护红线。

13.1.2 辐射安全与防护结论

(1) 本项目 DSA 机房四面墙体、顶棚、地面、防护门与观察窗均采用辐射屏蔽措施，室内有效使用面积与最小单边长度均满足标准要求，各组成部分功能区明确，能够降低人员受到意外照射的可能性，本项目各 DSA 工作场所屏蔽防护能力与平面布局基本合理可行。

(2) 本项目 DSA 设备已具备一定的安全防护措施，医院拟根据相关要求落实辐射工作场所的各项安全防护措施并配置相关防护与检测用品，以上措施可满足本项目辐射安全与防护的要求。

13.1.3 环境影响分析结论

(1) 主要污染因子

DSA 装置的污染因子主要考虑 X 射线，以及曝光过程产生的少量臭氧和氮氧化物等非放射性气体。

(2) 辐射环境影响预测

经理论预测，本项目 DSA 机房摄影和透视工况下周围环境辐射剂量率均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的 25 μ Sv/h（摄影）、2.5 μ Sv/h（透视）的限值要求。辐射工作人员年受照最大有效剂量均低于本项目年剂量约束值 5mSv 的要求；公众人员受照的最大有效剂量低于年剂量约束值 0.25mSv/a 的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中有关“剂量限值”的要求。

(3) “三废”影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水和放射性固废产生，“三废”主要为曝光过程产生的少量臭氧和氮氧化物等非放射性气体。少量的臭氧和氮氧化物经排风系统通

风后，满足评价标准要求，对机房周围的大气环境影响较小。

13.1.4 辐射安全管理结论

(1) 医院已成立辐射安全防护领导与管理小组，负责辐射安全与环境保护管理工作。同时根据实际情况及本报告要求，需完善相关辐射安全管理制度，并张贴于本项目 DSA 相关工作场所，认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

(2) 医院现有辐射工作人员按规定参加了辐射（放射）培训、个人剂量监测和职业健康体检工作，并按要求建立了培训档案、职业健康档案、个人剂量监测档案。本项目拟新增的辐射工作人员，医院将按要求安排辐射（放射）培训、个人剂量监测和职业健康体检工作。

(3) 医院拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

13.1.5 可行性分析结论

(1) 规划符合性与选址合理性分析结论

本项目位于浙江省东阳市江北街道北四路以北、迎宾大道以西、学士路以东地块，根据建设单位提供的国有建设用地划拨决定书，本项目用地为医疗卫生用地，且周围无环境制约因素，符合土地利用规划要求。本项目符合《东阳市生态环境分区管控动态更新方案》的要求，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求。本项目运行过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的选址基本合理可行。

(2) 产业政策符合性分析结论

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第十三项“医药”中第 4 点的高性能医学影像设备以及第三十七项“卫生健康”中第 1 点的医疗卫生服务设施建设，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策的要求。

(3) 实践正当性分析结论

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。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。

(4) 环保可行性结论

综上所述，东阳市红会医院 DSA 应用项目，其建设符合土地利用规划、生态环境分区管控和“三区三线”的建设要求，项目选址基本合理，符合国家产业政策和实践正当性，在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理要求后，医院将具备相应从事的辐射活动的技术能力，本次评价的 1 台 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 建议和承诺

1、医院承诺将根据报告表的要求和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

2、本项目环评报批后，医院需及时向生态环境主管部门重新申领《辐射安全许可证》。

3、建设项目竣工后，医院应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）等规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日