核技术利用建设项目

武夷山市立医院1台DSA机项目

生态环境影响报告表

（公示本）

武夷山市立医院（盖章）

2026 年 11月

核技术利用建设项目

武夷山市立医院1台DSA机项目

生态环境影响报告表

建设单位名称：武夷山市立医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：福建省南平市武夷山市武夷大道 18 号

邮政编码：354300　　联系人：彭龙

电子邮箱：250474781@qq.com　联系电话：17305998234

编制主持人环境影响评价工程师职业资格证书（复印件）



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。

中华人民共和国人力资源和社会保障部

中华人民共和国生态环境部

姓　　名：杨梅青

证件号码：350125199212022820

性　　别：女

出生年月：1992年12月

批准日期：2021年05月30日

管 理 号：20210503535000000001

编制主持人社保证明

社会保险个人历年缴费明细表（按月）

文件检验码：90B19CB7B2B74414A633677277ACC6B0
此件真伪，可通扫描上方二维码进行校验
或访问https://zwfw.rst.fujian.gov.cn/#/authorize

经办机构（签章）：
经办日期：2026年03月27日
险种类型：企业养老[√]工伤保险[√]

个人编号：175337482　　身份证号：350125199212022820　　姓名：杨梅青

序号	参保地经办机构	险种类型	单位编号	单位名称	缴费年月	缴费对应属期	月数	缴费基数（累计）	应缴类别	单位缴费金额（累计）	个人缴费金额（累计）
1	福州市社会劳动保险中心	企业职工基本养老保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202602	202602	1	4,043.00	正常应缴	646.88	323.44
2	福州市社会劳动保险中心	企业职工基本养老保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202603	202603	1	4,043.00	正常应缴	646.88	323.44
3	福州市社会劳动保险中心	企业职工基本养老保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202604	202604	1	4,043.00	正常应缴	646.88	323.44
4	福州市社会劳动保险中心	企业职工基本养老保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202605	202605	1	4,043.00	正常应缴	646.88	323.44
5	福州市社会劳动保险中心	企业职工基本养老保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202606	202606	1	4,043.00	正常应缴	646.88	323.44
6	福州市社会劳动保险中心	企业职工基本养老保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202607	202607	1	4,043.00	正常应缴	646.88	323.44
7	福州市社会劳动保险中心	工伤保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202602	202602	1	4,414.00	正常应缴	17.66	0.00
8	福州市社会劳动保险中心	工伤保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202603	202603	1	4,414.00	正常应缴	8.83	0.00
9	福州市社会劳动保险中心	工伤保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202604	202604	1	4,414.00	正常应缴	8.83	0.00
10	福州市社会劳动保险中心	工伤保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202605	202605	1	4,414.00	正常应缴	8.83	0.00
11	福州市社会劳动保险中心	工伤保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202606	202606	1	4,414.00	正常应缴	8.83	0.00
12	福州市社会劳动保险中心	工伤保险	202209173098 6	福建宏邦检测技术有限公司	202607	202607	1	4,414.00	正常应缴	8.83	0.00

目　录

表1 项目基本情况 1
表2 放射源 25
表3 非密封放射性物质 25
表4 射线装置 26
表5 废弃物（重点是放射性废弃物） 27
表6 评价依据 28
表7 保护目标与评价标准 30
表8 环境质量和辐射现状 35
表9 项目工程分析与源项 43
表10 辐射安全与防护 49
表11 环境影响分析 62
表12 辐射安全管理 90
表13 结论与建议 98
表14 审批 101

表1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="7">武夷山市立医院1台DSA机项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">武夷山市立医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>林</td><td>联系人</td><td>彭</td><td>联系电话</td><td colspan="2">1 4</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="7">福建省南平市武夷山市武夷大道18号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">福建省南平市武夷山市武夷大道18号病房大楼B区二楼</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>850</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>120</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">14.12%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">□新建 ☑改建 □扩建 □ 其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td colspan="2">39.96</td></tr>
<tr><td rowspan="10">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="6">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="6">□制备PET用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="6">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="6">☑II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="7">/</td></tr>
</table>

1.1 项目概述

1.1.1建设单位基本情况

武夷山市立医院始建于1938年，是武夷山市唯一一所集急救、医疗、康复、教学、科研、保健于一体的综合性“二级甲等医院”；2008年12月，挂牌成立“福建省立医院武夷分院”。医院总占地93.5亩，建筑面积93602m^2，现有员工690人，其中高级职称42人，中级职称146人，博士、硕士研究生12人；医院开放病床650张，设职能科室15个、病区14个、医技科室7个，ICU1个，体检中心1个。医院目前拥有德国西门子128层全身螺旋CT、德国西门子1.5T核磁共振（MR）、德国西门子数字减影血管造影X线系统（DSA）、意大利进口多功能数字胃肠机、骨密度测定仪等先进的仪器设备。

1.1.2项目建设规模

由于医院介入诊疗需求显著增长，2025年共开展介入手术约820台，医院原配备的一台西门子Artis zee ceiling型DSA已使用多年，难以满足临床实际需求，为全面提升区域内心脑血管疾病、肿瘤以及外周血管疾病的诊疗水平，推动科室发展，武夷山市立医

院拟将病房大楼B区二楼原新生儿重症监护室（以下简称NICU）整体搬离，选取NICU医护人员原办公用房重新改造为DSA机房及其配套用房，并在DSA机房内配备1台飞利浦Azurion 7 M20型医用血管造影X射线系统（简称DSA），用于开展放射诊断和介入治疗。原西门子的DSA手术室位于本项目拟改建DSA机房的东侧，与改建DSA的控制室相邻，本项目投入使用后，医院大部分心脑血管、神经和外周血管等介入手术（约600台）将依托本项目DSA开展，剩余介入手术依托原有DSA开展。

本项目核技术利用情况见表1.1-1。

表1.1-1　拟建项目射线装置参数一览表

名称	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	球管数量	类别	数量（台）	设备拟安装位置	用途	备注
DSA	Azurion 7 M20	125	1000	单球管	II	1	病房大楼B区二楼DSA机房	放射诊断和介入治疗	新增设备

本项目拟建DSA机房区域为原NICU的医生办公室、主任办公室、护士办公室和办公走廊，现拟将该区域功能用房隔墙拆除改建为一间DSA机房及其设备间；将原护士长办公室与部分女更衣室隔墙拆除合并作为DSA机房的控制室；将部分办公走廊和部分男、女更衣室隔墙拆除合并作为DSA机房的病人缓冲间。正上方楼板和下方地板原已采用100mm厚混凝土结构，主体不进行改动。

项目拟建工程主要建设内容详见下表：

表1.1-2 拟建项目工程内容一览表

序号	类别	工程名称	主要内容		备注
1	主体工程	DSA机房	设备	1台Azurion 7 M20型号的DSA	/
			占地规模	东西长7.4m，南北宽5.4m，有效使用面积39.96m^2	
2	辅助工程	控制室	位于DSA机房东侧，有效使用面积21.81m^2		
3	公用工程	供电系统	依托现有医院供配电系统		依托现有
		给排水系统	依托现有医院给水管网为辐射工作人员供水。		
		排风系统	本项目排风系统独立设计并投入使用。		新建
4	环保工程	安全措施	在控制室操作台处设置观察窗；在控制室和机房内分别设置急停按钮；患者出入门外设电离辐射警告标志、辐射安全注意事项；患者出入门上设工作状态指示灯、门灯联锁装置、红外防夹装置和警示语句；患者门为铅防护钢质电动推拉门。		新建
		废气处置	在DSA机房西北侧顶部设置1个排风口，产生的废气由排气扇经排风管道排放至楼外。		

		生活污水	项目无废显影液和定影液产生。辐射工作人员为医院现有医务人员，不会新增生活污水。	依托现有
		生活垃圾	项目不会产生废胶片。辐射工作人员为医院现有医务人员，不会新增生活垃圾。	

1.2任务由来和评价目的

1.2.1 任务由来

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国生态环境法典》《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，本项目应开展核技术利用项目生态环境影响评价。根据《关于发布<射线装置分类办法>的公告》（生态环境部、国家卫生健康委员会，公告2026年第44号），DSA属于“介入近台操作用X射线装置”，属于II类射线装置；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目为使用II类射线装置，应编制生态环境影响报告表。因此，武夷山市立医院于2026年3月委托福建宏邦检测技术有限公司（以下简称“我公司”）对武夷山市立医院1台DSA机项目（以下简称“本项目”）进行生态环境影响评价工作（委托书见附件1）。我公司接受委托后，立即组织工程专业技术人员对项目场地及周围环境进行实地调查，收集相关基础资料，根据国家、省市有关环保法规和《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），编制了本项目生态环境影响报告表。本次生态环境影响评价是建立在相关审查机构对项目建筑结构安全审查合格的基础上，重点对项目在施工和运营过程中可能产生的环境影响进行分析，并在此基础上提出相应的环境保护措施，为生态环境主管部门和建设单位提供环境保护管理的依据。

1.2.2 评价目的

本项目评价目的主要包括以下几个方面：

（1）对辐射活动场所周边进行辐射环境现状水平监测，以掌握辐射活动场所的辐射环境现状水平。

（2）分析项目运行过程中产生的辐射影响，预测辐射工作人员和公众所受的年有效剂量。

（3）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

（4）分析本项目是否满足国家和地方生态环境主管部门对核技术利用建设项目环

境管理规定的要求，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

1.3项目选址及周边环境保护目标

1.3.1本项目外环境关系

武夷山市立医院位于福建省南平市武夷山市武夷大道18号，病房大楼位于医院整体的中部，本项目DSA机房位于病房大楼B区二楼北侧。病房大楼B区北侧为绿化区、停车区、院内道路和传染楼，西侧为绿化区、院内道路、员工室外活动场地和综合大楼，南侧为绿化区、病房大楼A区和C区，东侧为院内道路和花园路。

1.3.2本项目周围环境关系

病房大楼一共6层，本次拟建的DSA机房位于病房大楼B区二楼北侧，机房北侧为室外悬空，西侧为值班室和污物通道，南侧为空房间，东侧为控制室和病人缓冲间，正上方三楼该位置为医师值班室、换药室和空房间，正下方一楼该位置均为空房间。

表 1.3-1　拟建 DSA 机房四周毗邻关系表

机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
DSA 机房	控制室、病人缓冲间	空房间	值班室、污物通道	室外悬空	医师值班室、换药室、空房间	空房间

本项目医院地理位置详见图1.3-1，医院平面布局和项目周边关系详见图1.3-2，病房大楼B区二楼改造前平面布局详见图1.3-3，病房大楼B区二楼改造后平面和拟建DSA机房平面布局详见图1.3-4，拟建DSA机房正上方三楼平面布局详见图1.3-5，拟建DSA机房正下方一楼平面布局详见图1.3-6，医院现场照片详见图1.3-7。



图1.3-1　项目地理位置图



图1.3-2　医院平面布局和项目周边关系图

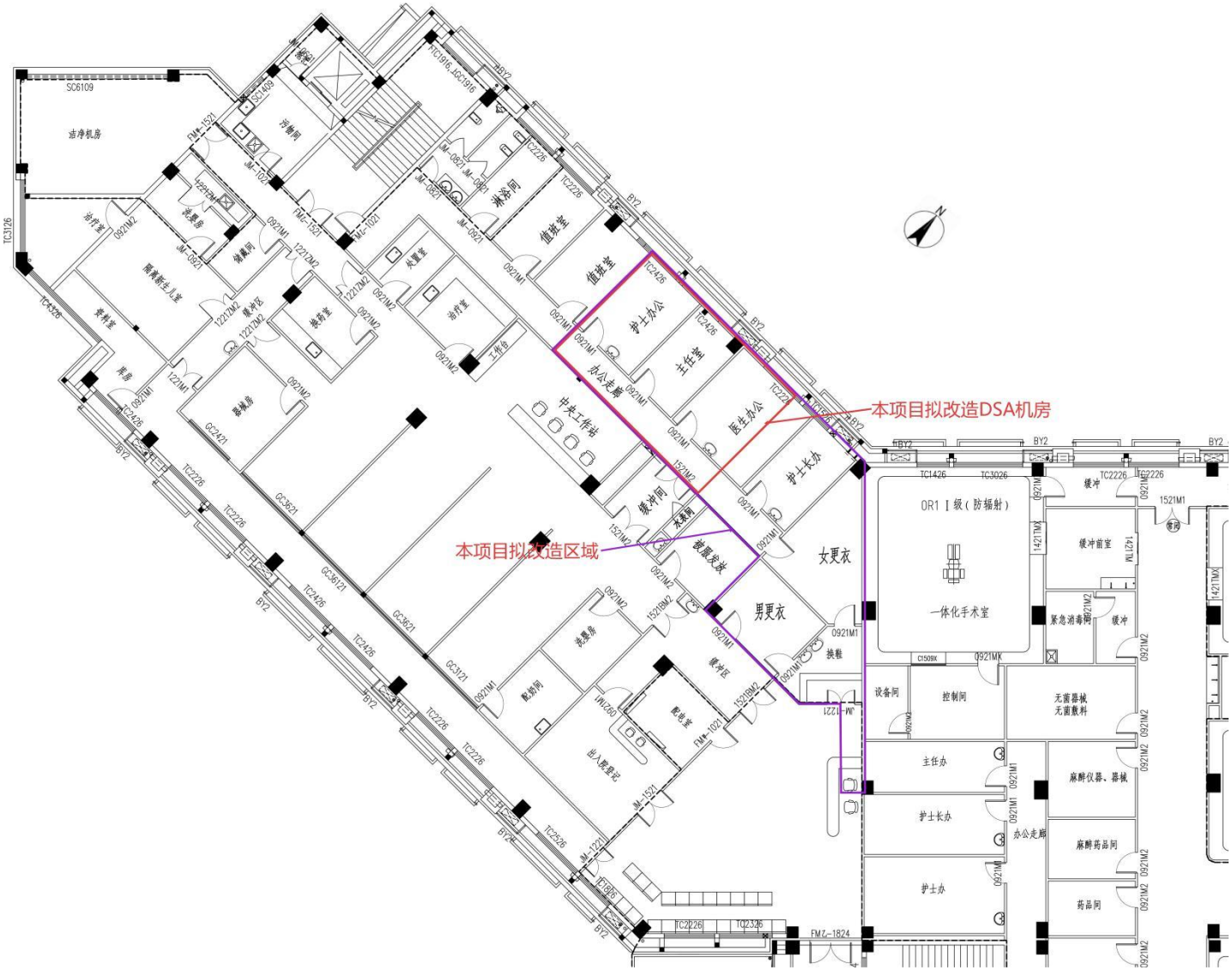


图1.3-3　病房大楼B区二楼改造前平面布局图

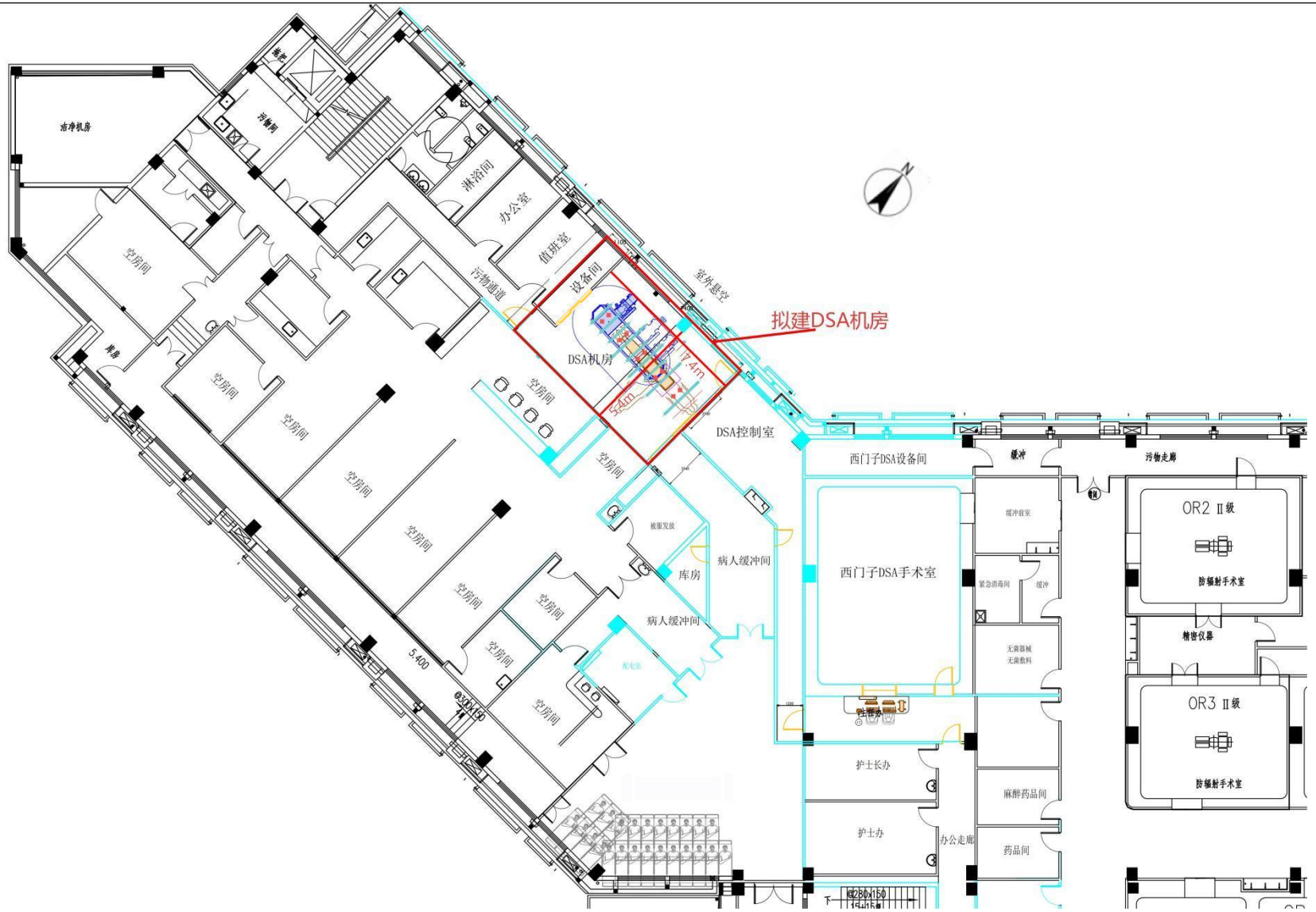


图1.3-4　　病房大楼B区二楼改造后平面和拟建DSA机房平面示意图

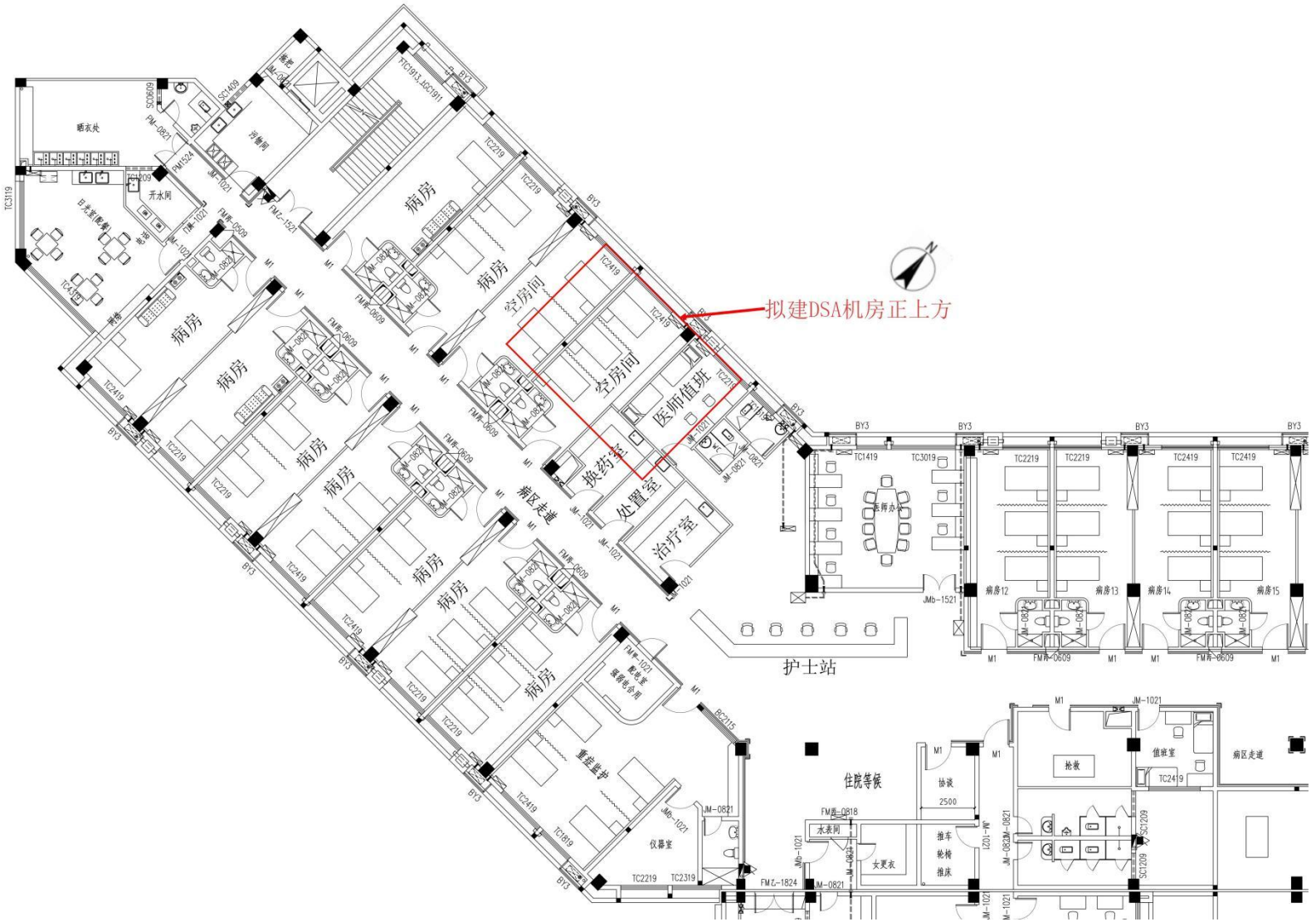


图1.3-5　拟建DSA机房正上方三楼平面示意图

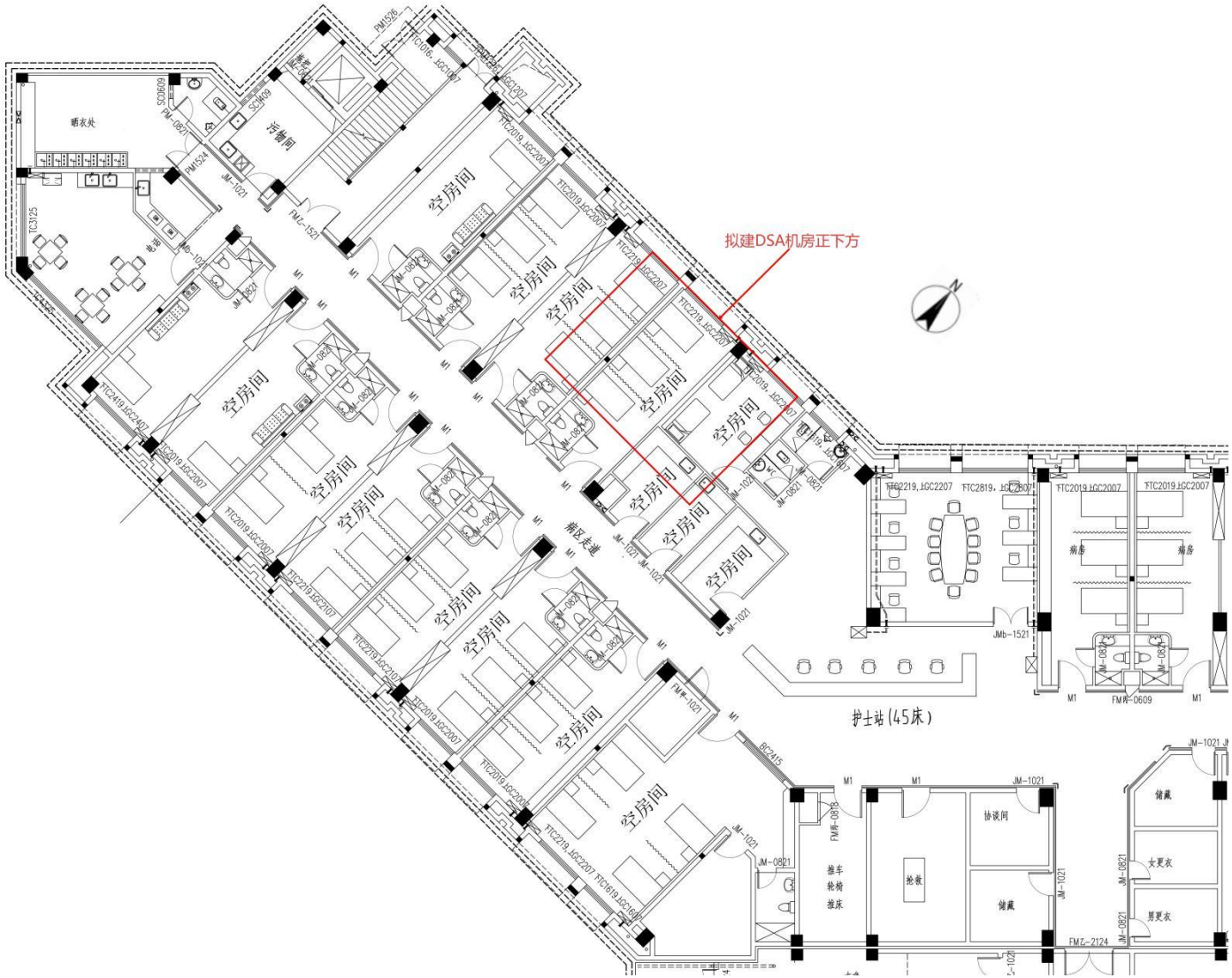


图1.3-6　拟建DSA机房正下方一楼平面示意图



病房大楼B区



拟建DSA机房位置现状（医生办公室）



拟建DSA机房位置现状（护士办公室）



拟建DSA机房位置现状（主任办公室）



拟建DSA机房位置现状（办公走廊）



拟建DSA机房东侧控制室、病人缓冲间（现状为女更衣室）



拟建DSA机房东侧病人缓冲间（现状为办公走廊）



拟建DSA机房南侧空房间（现状为缓冲间和中央工作站）



拟建DSA机房西侧值班室（现状为值班室）



拟建DSA机房正上方现状（医师值班室）



拟建DSA机房正上方现状（换药室）



拟建DSA机房正下方现状（空房间）



拟建DSA机房正下方现状（空房间）



病房大楼B区北侧（绿化区）



病房大楼B区北侧（感染楼）



病房大楼B区东侧（院内道路）



病房大楼B区西侧（综合大楼）



病房大楼B区西侧（员工室外活动场地）



病房大楼B区西侧（绿化区）



病房大楼B区南侧（道路和绿化区）

图1.3-7　医院现场照片

1.3.3“生态环境分区管控”符合性分析

本项目“生态环境分区管控”符合性分析一览表见表1.3-1。根据福建省生态环境分区管控数据应用平台“生态环境分区管控”综合查询结果可知，本项目属于“武夷山市重点管控单元1”（编码：ZH35078220004），该环境管控单元准入要求见附件14。

表1.3-1 本项目“生态环境分区管控”符合性分析一览表

生态保护红线	本项目位于福建省南平市武夷山市武夷大道 18 号，选址不涉及饮用水水源保护区、风景名胜区、自然保护区等生态保护区，不属于国家级和省级禁止开发区域及其他需要纳入红线的保护地范围。本项目位于武夷山市立医院病房大楼内，属于公共服务设施用地，不在优先保护单元、中心城区重要生态空间保护范围。综上，本项目建设符合生态保护红线控制要求。
环境质量底线	经现场监测，本项目 DSA 机房拟建址及周围环境的辐射本底水平未见异常。经辐射环境影响预测，本项目运营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健康的辐射影响是可接受的。项目无放射性废气、废水和固体废弃物产生，DSA 运行时产生的少量氮氧化物和臭氧，通过机械通风可满足相关要求，符合环境质量底线要求。
资源利用上线	本项目运营过程中会消耗一定量的水、电资源，主要来自工作人员的日常生活用水和设施用电，项目用水用电均来自市政供应，建设规模小，用水、用电量不大，不涉及高污染燃料使用，不属于高耗水高耗能项目。因此项目不会突破区域资源利用上线要求。
环境管控单元准入要求	本项目为核技术利用建设项目，主要为医疗放射诊断和介入治疗，不属于空间布局约束中大气污染型项目，不具有土壤污染环境风险，不涉及燃用高污染燃料，符合环境准入清单要求。

1.3.4 选址合理性分析

本项目位于武夷山市立医院中部的病房大楼B区二楼北侧，拟建机房位置目前为医生办公室、主任办公室、护士办公室和办公走廊，本次建设不新增用地，项目用地属于医疗卫生用地。本项目建设有独立的固定机房，周围无环境制约因素。本项目拟建机房周边50m评价范围内环境敏感目标主要为医院内就诊的公众以及医院内工作人员，不涉及儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，也不涉及人员流动性大的商业活动区域，无学校敏感点。本项目拟建的DSA机房将按要求设置相应的屏蔽防护措施，根据环境影响分析可知，经辐射屏蔽措施后，本项目的运行对周围环境的影响是可接受的。

综上所述，本项目选址充分考虑了周围场所的防护和安全。从辐射场所的楼层平面布局可知，各辐射场所与其配套单元间功能布局分区明确，不相互穿插、干扰，本项目选址合理。

1.4 项目建设的必要性

介入治疗技术是融合了影像诊断和临床治疗等多专业、多层次的综合技术结构体，介入治疗全过程在影像设备的引导和监视下进行，能够直接到达病变局部位置，因此具有准确、安全、高效、创伤小、并发症少等优点，现已成为全身血管性疾病及肿瘤的首选治疗方法，在治疗方案构成中具有必要性和重要性。为满足就诊患者对介入治疗的需求，缓解医院的治疗压力，武夷山市立医院拟在病房大楼B区二楼北侧新增1台DSA机，用于开展介入治疗，提高医疗服务体系水平，为病人提供更方便、快捷、专业的治疗，更好地服务于社会。

因此，本项目建设是十分必要的。

1.5 项目实践的正当性

按照《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”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊疗能力，具有良好的社会效益和经济效益。根据报告分析，项目经辐射防护和安全管理后，可保证项目辐射环境剂量率和人员辐射剂量满足项目管理目标要求。项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源（2024年本）安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

1.6 产业政策符合性

本项目属于核技术在医学领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号），本项目属于“鼓励类”中“十三、医药”中的“4.高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，**高性能医学影像设备**，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”以及“三十七、卫生健康”中的“1.医疗服务设施建设：预防保健、卫生应急、卫生监督服务设施建设，**医疗卫生服务设施建设**，传染病、儿童、精神卫生专科医院和康复医院（中心）、护理院（中心）、安宁疗护中心、全科医疗设施与服务，医养结合设施与服务”项目，因此本项目的建设符合国家产业政策。

1.7原有核技术利用项目基本情况

1.7.1 原有核技术利用项目许可情况

武夷山市立医院原有核技术利用项目已取得由福建省生态环境厅发放的辐射安全许可证（见附件4），证书编号：闽环辐证[00386]；发证日期：2026年8月11日；有效期至：2030年8月7日；许可的种类和范围：使用II类、III类射线装置。医院原有核技术利用情况见表1.7-1。

表1.7-1 医院原有的射线装置情况一览表

序号	装置名称	规格型号	技术参数	类别	辐射活动场所名称	环评手续	环保验收	许可情况
1	数字化平板探测器血管造影系统	Artis zee leiling	125kV, 1000mA	II类	手术室	环评批复文号：闽环辐评〔2021〕29号，见附件5	于2021年12月25日已通过自主验收，见附件5	已许可
2	岛津C型臂	OPESCOPE ACTENO	110kV, 9mA	III类		已备案，环境影响登记表备案号：202035078200000100	/	已许可
3	飞利浦C型臂	BV Vectra	110kV, 21mA	III类			/	已许可
4	INSTRUME 全景牙科机	OC200D	85kV, 16mA	III类	口腔科		/	已许可
5	整康碎石机	HK.ESWL-V	20kV, 100mA	III类	碎石室		/	已许可
6	数字胃肠机	Neo-Vision	150kV, 630mA	III类	影像中心		/	已许可
7	数字化摄影X射线机	新东方1000LB型	150kV, 1000mA	III类			/	已许可
8	联影DR	μDR588i	150kV, 630mA	III类			/	已许可
9	联影DR	μDR770i	150kV, 630mA	III类			/	已许可
10	西门子CT	Definftion AS	140kV, 800mA	III类			/	已许可
11	联影CT	μCT510	135kV, 420mA	III类			/	已许可
12	X射线计算机体层摄影设备	Revolution Ace ES	140kV, 600mA	III类			/	已许可
13	24排CT	TURBOTOM1600	140kV, 400mA	III类			/	已许可
14	通用骨密度仪	Prodigy Advance	76kV, 3mA	III类			/	已许可

15	双能X射线骨密度仪	Dcax Pro-I	85kV, 0.45mA	III类		已备案，环境影响登记表备案号：202635078200000081	/	已许可
16	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	Smart3D-Xs	100kV, 10mA	III类	口腔科		/	已许可
注：/表示备案登记表无需开展竣工环境保护验收。								

根据武夷山市立医院提供的辐射安全许可证信息，目前院内在用射线装置共16台，其中1台为II类射线装置，其余15台均为III类射线装置，已履行了相关环保手续。

1.7.2 辐射工作人员培训、职业健康监护和个人剂量监测档案情况

武夷山市立医院现有辐射工作人员共计55人（截至2026年8月），本项目拟暂时配备辐射工作人员12人（主要由心血管内科、神经内科、神经外科、普外科、脑血管内科、手术室和放射科工作人员组成）每年共开展600台手术，其中手术医生7人（共分为3组，其中心内科2名介入手术医生为一组，神经科和普外科3名介入手术医生为一组，脑血管内科2名介入手术医生为一组），护士3人（共分为3组，配合介入手术医生人均完成200台手术），技师2人（共分为2组，配合介入手术医生人均完成300台手术）。所配备的辐射工作人员均已通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的培训考核，并取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单，本项目拟配备的辐射工作人员培训考核情况见表1.7-2。本项目拟配备的辐射工作人员除操作本项目DSA外，还从事医院另外1台DSA的介入手术操作。

表1.7-2 本项目配备的辐射工作人员培训考核情况一览表

序号	姓名	工作岗位	核技术利用辐射安全与防护编号	辐射安全与防护考核有效期	考核类别	培训机构
1	黄	心内科医生	FS24FJ0100745	2024.11.18~2029.11.18	医用X射线诊断与介入放射学	国家核技术利用辐射安全与防护培训平台
2	叶	心内科医生	FS24FJ0100781	2024.11.24~2029.11.24		
3	崔	神经外科医生	FS24FJ0100773	2024.11.24~2029.11.24		
4	陈	神经内科医生	FS25FJ0100639	2025.09.12~2030.09.12		
5	刘	普外科医生	FS24FJ0100741	2024.11.18~2029.11.18		
6	翁	脑血管内科医生	FS26FJ0100310	2026.07.15~2031.07.15		
7	韩	脑血管内科医生	FS25FJ0100641	2025.09.12~2030.09.12		
8	俞	心内科护士	FS25FJ0100469	2025.08.07~2030.08.07		
9	黄	手术室护士	FS26FJ0100279	2026.07.13~2031.07.13		
10	吴	手术室护士	FS26FJ0100288	2026.07.13~2031.07.13		

11	蔡	介入放射技师	FS26FJ0100403	2026.08.03~2031.08.03		
12	杨	介入放射技师	FS26FJ0100410	2026.08.03~2031.08.03		

本项目辐射工作人员均已配备个人剂量计，已定期（3个月）送有资质单位（南平市疾病预防控制中心）进行个人剂量监测，建立了个人剂量监测档案。根据武夷山市立医院本项目辐射工作人员2025年第3、4季度和2026年第1、2季度连续4个季度个人剂量监测报告（详见附件10），本项目辐射工作人员4个季度总有效剂量监测结果最大值为0.683mSv（叶文华），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业照射的剂量限值要求。

武夷山市立医院定期（每两年一次）组织现有辐射工作人员进行职业健康检查，并建立辐射工作人员职业健康监护档案，满足环保相关管理要求。辐射工作人员在上岗前、在岗期间和离岗前均进行了职业健康检查，在岗期间体检周期不超过2年。根据医院提供的本项目辐射工作人员在岗期间职业健康检查报告，检查结果均为“可继续原放射工作”。

1.7.3 辐射工作场所监测情况

武夷山市立医院每季度至少对工作场所自测一次，每年委托具有监测资质的机构对辐射工作场所进行一次场所周围辐射环境水平年度监测。严格落实为辐射工作人员配置热释光个人剂量元件，定期每年检测四个周期，每周期三个月，并进行个人累积剂量登记，将监测结果存档。定期对所有射线装置进行辐射安全检查，包括防护门联锁装置是否正常工作、各紧急开关是否正常工作等。

根据医院2025年度辐射工作场所监测报告，院内各辐射场所监测均未出现超标情况。

1.7.4 辐射安全管理现状

（1）辐射安全与防护管理机构

武夷山市立医院已成立了辐射防护安全管理委员会（见附件7），并明确了相应的职责。辐射防护安全管理委员会以吕　（分管副院长）为主任、徐　（医务科科长）、罗　（医学影像科主任）和姚　为副主任，成员有游　、邬　、朱　、刘　、陈　、张　、舒　、翁　、黄　、兰　、黄　、陈　、陈　等，委员会下设办公室，徐　担任办公室主任，负责日常工作协调，协助主任处理相关事务。

委员会具体职责包括：

①负责对全院放射防护工作的监督与检查，监督各项放射防护制度、措施的落实情

况；

②负责本院辐射安全与环境保护日常管理工作；

③负责辐射设备管理，环评、退役环评、环境保护竣工验收以及辐射安全许可证申请、变更、延续等相关工作开展；

④组织实施放射防护法规，经常组织有关人员开展学习；负责辐射工作人员定期培训考核、健康体检和个人剂量监测等；

⑤组织放射防护知识的宣传，并对有关人员进行防护知识教育；

⑥负责建立健全辐射安全与环境保护相关制度；

⑦会同上级有关部门按有关规定调查和处理放射事故，并对有关人员提出处理意见；负责编制审定辐射安全事故/事件应急预案，并组织演练；

⑧负责本院放射人员的健康体检工作。

委员会分工：

①主任：负责委员会各项工作的总指挥，负责辐射防护相关事宜的总体协调处理；

②副主任：协助主任完成各项任务，影像科主任负责科室具体防护工作落实，设备科负责各项仪器防护方面的维护及指导；

③成员：各相关职能科室根据相关要求配合完成各项辐射防护工作；

④办公室(管理人员)：负责各项具体工作的落实，包括材料的准备和整理、日常监测的实施等。

（2）辐射安全管理规章制度

武夷山市立医院已针对现有核技术利用项目制定以下相关制度：

①武夷山市立医院辐射事故（事件）应急预案；

②辐射防护和安全制度；

③辐射防护知识培训与档案管理制度；

④个人剂量监测与档案管理制度；

⑤辐射职业健康检查与档案管理制度；

⑥辐射防护监测制度；

⑦辐射工作场所监测方案；

⑧辐射安全防护设施设备维护保养制度；

⑨辐射工作人员岗位职责；

⑩射线装置使用登记制度。

以上相关制度具体内容详见附件7和附件8，此外，武夷山市立医院已按规定要求编制完成《飞利浦DSA操作流程图》（详见附件9）。

武夷山市立医院制定的辐射安全管理规章制度较完备且具有一定的可行性，满足现有核技术利用项目和本项目对辐射安全管理规章制度的需求。武夷山市立医院能够按照辐射安全管理规章制度进行管理，辐射工作人员也能够严格按照各项规章制度开展工作，满足环保相关管理要求。

本项目建成后，可依托医院现有比较健全的管理组织机构开展工作。医院目前配置的管理委员会人员大部分为本科学历，都具有一定的管理能力，本项目开展后，辐射管理成员为同一套班子成员，目前医院的管理人员也能满足配置要求。

（3）年度评估报告情况

武夷山市立医院已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，每年对本单位射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年1月31日前向管理部门提交上年度评估报告（详见附件6）。

（4）应急预案情况

武夷山市立医院已按规定要求编制有《辐射事故（事件）应急预案》（详见附件8），已成立辐射事故（事件）应急处置领导小组。医院每年会组织相关科室进行辐射事故应急演练和应急培训，运行期间未发生过辐射安全事故，也未收到相关环保投诉。

（5）运行情况

医院日常按照制定的一系列规章制度开展辐射工作管理，按时提交年度安全评估报告；建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案，并指定专人管理，定期委托有资质的单位开展个人剂量监测、组织辐射工作人员进行职业健康检查；医院安排责任科室日常定时巡查、检测设备性能，据调查，截至目前，武夷山市立医院使用的射线装置可正常运行，未发生辐射事故。

根据以上汇总，武夷山市立医院的辐射安全管理现状较为良好。

1.7.5与原有核技术利用项目依托情况

（1）辐射工作人员依托关系说明

本项目辐射工作人员均依托现有心血管内科、神经内科、神经外科、普外科、脑血管内科、手术室和放射科从事DSA介入手术的辐射工作人员（12人），拟配备的辐射工作人员数量可满足本项目人员配置要求。

本项目拟配备的辐射工作人员除操作本台DSA装置外，还负责医院另一台DSA的介入操作。

（2）辐射安全管理制度依托关系说明

医院现已成立了辐射防护安全管理委员会，明确了相应的职责，并已制定了一系列的辐射安全管理规章制度，本项目将依托医院现有辐射安全防护管理制度。本项目运行后，医院将根据日常运行情况不断完善相关管理制度，新增本项目的《飞利浦DSA操作流程图》（详见附件9），一并纳入原有管理制度体系中。

（3）辐射监测设备依托关系说明

医院为确保本项目辐射工作场所及辐射工作人员的辐射监测工作正常开展，并同时结合监测工作开展的实际性和合理性，依托原已配备的1台防护级X、γ辐射测量仪用于开展本项目的辐射日常监测，并拟新配备1个个人剂量报警仪。

（4）辐射安全装置和防护用品依托关系说明

本项目所需的个人防护用品、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等辐射安全装置均为新配置，与现有的不存在依托关系。

表2 放射源

序号	核素名称	放射性活度（Bq）/活度（Bq）×枚数	类别	活动类别	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表3 非密封放射性物质

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

注：日最大等效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	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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	1台	Azurion 7 M20	125	1000	放射诊断和介入治疗	病房大楼B区二楼DSA机房	新增设备，单球管
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（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(mA)	中子强度(n/s)	用途	工作场所	氘靶情况			备注
										活度(Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	不暂存	经排风管道引至室外排放，臭氧在常温常压下可自行分解为氧气
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度年排放总量分别用比活度（Bq/L，或Bq/kg，或Bq/m^3）和活度（Bq）。

表6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国生态环境法典》（2026年3月12日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，2026年8月15日起施行）； （2）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005年9月14日中华人民共和国国务院令第449号公布，根据2019年3月2日国务院令第709号《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）； （3）《建设项目环境保护管理条例》（1998年11月29日中华人民共和国国务院令第 253 号发布，根据2017年7月16日国务院令第682号《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》修订）； （4）《关于发布<射线装置分类办法>的公告》，生态环境部、国家卫生健康委员会公告2026年第44号，2026年10月15日起施行； （5）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部令第16号公布，自2021年1月1日起施行； （6）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行； （7）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正版），生态环境部令第 20 号，自2021年1月4日起施行； （8）《放射工作人员职业健康管理办法》（2007年6月3日卫生部令第55号发布，自2007年11月1日起施行）； （9）《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令第7号，自2024年2月1日起施行； （10）《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》国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日； （11）《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； （12）《生态环境部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日生成； （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，2020年1月1日起施行；

	（14）《福建省环保厅关于印发<核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲>（试行）的通知》，闽环保辐射〔2013〕10号，2013年3月15日印发； （15）《福建省生态环境厅关于印发福建省辐射事故应急预案的函》，2020年9月23日发布。
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2016）； （2）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）； （3）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （5）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； （6）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （7）《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）； （8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； （9）《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）。
其他	（1）项目委托书（见附件 1）； （2）武夷山市立医院现有环保手续、辐射安全许可证、个人剂量检测报告等相关资料； （3）《中国环境天然放射性水平》（原子能出版社出版，2015年）； （4）《放射防护实用手册》（主编：赵兰才，张丹枫），济南出版社，2009年 （5）建设单位提供的其他技术资料。

表7 保护目标与评价标准

7.1评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定：“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50m的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于100m的范围），对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大。”考虑项目的实际情况，本项目射线装置属于II类，因此本项目评价范围为DSA机房屏蔽墙体外50m，详见图1.3-2。

7.2 保护目标

根据现场调查和图1.3-2可知，本项目DSA机房周围50m范围内的环境敏感点主要是病房大楼B区、感染楼、院内道路、停车场和绿化区等，环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、医院的其他医护人员、患者及其陪同家属等流动人员。本项目环境保护目标情况见表 7.2-1。

表7.2-1 主要环境保护目标一览表

保护目标		场所	相对位置关系		规模/人	人员类别	年有效剂量约束值
			方位	距离（m）			
辐射工作人员		DSA机房内	机房内	/	10人	职业	≤5mSv
		操作间（控制室内）	东侧	0~6	2人	职业	
		西门子DSA机房和控制室内		6~12	6人	职业	
公众人员	医院其他非辐射工作人员和公众	绿化区	北侧	0~25	流动人员	公众	≤0.1mSv
		停车场		25~32	流动人员	公众	
		院内道路		32~38	流动人员	公众	
		感染楼		38~50	60人	非辐射工作人员、公众	
		值班室、污物通道	西侧	0~3	4人	非辐射工作人员	
		办公室、污物通道		3~5	3人	非辐射工作人员	
		淋浴间、污物通道		5~7	3人	非辐射工作人员	
		卫生间、污物通道		7~10	10人	非辐射工作人员	
		楼道、污物间		10~17	5人	非辐射工作人员	

公众人员	医院其他非辐射工作人员和公众	院内道路和绿化区		17~50	流动人员	公众	≤0.1mSv
		空房间	南侧	0~16	2人	非辐射工作人员	
		院内道路和绿化区		16~50	流动人员	公众	
		无菌器械室、麻醉仪器室	东侧	12~17	4人	非辐射工作人员	
		手术室洁净走廊		17~21	流动人员	非辐射工作人员	
		手术室、污物走廊和通道		21~50	流动人员	非辐射工作人员、公众	
		医师值班室、换药室、空房间	楼上	相邻楼层	10人	非辐射工作人员	
		空房间	楼下	相邻楼层	2人	非辐射工作人员	

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》（GB18871-2002）相关内容

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关规定，在实践过程中，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：由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作为任何追溯性平均20mSv）。实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量1mSv。

在环境影响评价中，出于“防护与安全的最优化”原则，对于某单一项目的剂量控制，可以取剂量限值的几分之一进行管理，本项目辐射工作人员的剂量约束值取年平均有效剂量四分之一，即不超过5mSv/a。对于单个伴有辐射的“实践”项目，剂量约束值通常应在公众照射剂量限值的10%～30%（即0.1mSv/a-0.3mSv/a）。根据项目及周围环境状况，本项目对公众照射的剂量约束值取每年0.1mSv。

本项目辐射环境影响评价标准具体见表7.3-1。

表7.3-1 本项目剂量约束值及辐射评价标准汇总表

分类	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值	本次评价剂量约束值
职业照射	20	5
公众照射	1	0.1

7.3.2《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

6 X射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 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（即表 7.3-2）的规定。

表7.3-2（表2）X射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度要求

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

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（即表7.3-3）的规定。

6.2.2 医用诊断X射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录C中表C.4～表C.7。

表7.3-3（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 mmPb	非有用线束方向铅当量mmPb
C形臂X射线设备机房	2.0	2.0

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表3（即表7.3-3）的要求。

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；

b）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（即表7.3-4）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。

表7.3-4（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		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	——
注：“——”表示不要求。				

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。

7 X射线设备操作的防护安全要求

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GBZ128 的规定。

7.3.3 本项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等要求，本项目相关限值要求汇总见表7.3-5。

表 7.3-5 本项目相关限值要求汇总一览表

项目		标准要求		标准依据
人员年受照剂量约束值		辐射工作人员	不大于5mSv/a	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
		非辐射工作人员、公众人员	不大于0.1mSv/a	
DSA机房	面积要求	DSA机房最小有效使用面积不小于20m^2，最小单边长度不小于3.5m		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）
	防护要求	DSA机房屏蔽防护铅当量不小于2.0mmPb		
	剂量率限值要求	（1）透视模式下，机房外30cm处周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h； （2）摄影模式下，机房外30cm处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0.25 mSv.		
	排风要求	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 项目地理和场所位置

武夷山市立医院位于福建省南平市武夷山市武夷大道18号，病房大楼位于医院整体的中部，本项目DSA机房位于病房大楼B区二楼北侧。病房大楼B区北侧为绿化区、停车区、院内道路和传染楼，西侧为绿化区、院内道路、员工室外活动场地和综合大楼，南侧为绿化区、病房大楼A区和C区，东侧为院内道路和花园路。

病房大楼一共6层，本次拟建的DSA机房位于病房大楼B区二楼北侧，机房北侧为室外悬空，西侧为值班室和污物通道，南侧为空房间，东侧为控制室和病人缓冲间，正上方三楼该位置为医师值班室、换药室和空房间，正下方一楼该位置均为空房间。

本项目医院地理位置详见图1.3-1，医院平面布局和项目周边关系详见图1.3-2，病房大楼B区二楼改造前平面布局详见图1.3-3，病房大楼B区二楼改造后平面和拟建DSA机房平面布局详见图1.3-4，拟建DSA机房正上方三楼平面布局详见图1.3-5，拟建DSA机房正下方一楼平面布局详见图1.3-6。

8.2 辐射环境质量现状评价

（1）环境现状评价对象：项目拟建址及周围辐射环境现状。

（2）监测单位：福建宏邦检测技术有限公司（证书编号：23131205A029）。

（3）监测因子：环境γ辐射剂量率。

（4）监测时间：2026年8月16日。

（5）布点原则：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）“5.3.3.2 射线机的辐射环境监测X射线机（包括CT机）在运行前对屏蔽墙或自屏蔽体外30cm处的X-γ辐射空气吸收剂量率进行一次监测”和《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）“4.2测量要求开展道路测量时，点位应设置在道路中心线。开展室内测量时，点位应设置在人员停留时间最长的位置或者室内中心位置”有关布点原则进行布点，并结合项目评价范围（DSA机房边界外50m范围），在项目设备位置及周围布设代表性点。

（6）监测点位：监测结果见表8.2-1，监测点位布设见图8.2-1至图8.2-4。

表8.2-1 本项目拟建DSA机房及周围监测点位及监测结果

序号	监测点位	监测结果（nGy/h）	位置属性
1	病房大楼B区二楼拟建DSA机房（原医生办公室）	167±2	室内（多层楼房）
2	病房大楼B区二楼拟建DSA机房（原主任室）	183±2	室内（多层楼房）
3	病房大楼B区二楼拟建DSA机房（原护士办公室）	183±2	室内（多层楼房）
4	病房大楼B区二楼拟建DSA机房西侧空房间（原值班室）	184±2	室内（多层楼房）
5	病房大楼B区二楼拟建DSA机房西侧污物通道（原办公走廊）	183±2	室内（多层楼房）
6	病房大楼B区二楼拟建DSA机房南侧空房间（原中央工作站）	185±1	室内（多层楼房）
7	病房大楼B区二楼拟建DSA机房南侧空房间（原缓冲间）	183±2	室内（多层楼房）
8	病房大楼B区二楼拟建DSA机房东侧病人缓冲间（原办公走廊和女更衣室）	184±2	室内（多层楼房）
9	病房大楼B区二楼拟建DSA机房东侧控制室（原护士长办公室）	183±2	室内（多层楼房）
10	病房大楼B区二楼拟建DSA机房楼上医师值班室	152±1	室内（多层楼房）
11	病房大楼B区二楼拟建DSA机房楼上空房间	156±3	室内（多层楼房）
12	病房大楼B区二楼拟建DSA机房楼上换药室	156±3	室内（多层楼房）
13	病房大楼B区二楼拟建DSA机房楼下空房间	171±3	室内（多层楼房）
14	病房大楼B区南侧绿化区	137±2	原野
15	病房大楼B区南侧道路	137±3	道路
16	病房大楼B区西侧绿化区	137±3	原野
17	病房大楼B区西侧道路	137±3	道路
18	病房大楼B区北侧绿化区	137±3	原野
19	病房大楼B区北侧道路	138±2	道路
20	病房大楼 B 区北侧发热门诊一楼门口	162±3	室内（多层楼房）

注：（1）监测时间：2026年8月16日，天气：多云；温度、湿度：33℃/59%RH；海拔：219.0m；
（2）测量时探头距离地面约1m，监测方式为每个测量点测量十次，取平均值；
（3）以上监测结果均已扣除测量点处的宇宙射线响应值（28nGy/h）。（注：根据附件3中的宇宙射线响应值监测报告，2026年3月7日福清市东张水库水面上的空气吸收剂量率监测值28nGy/h，本项目位置位于福建省南平市武夷山市武夷大道18号。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）附录D宇宙射线响应值修正方法计算，得到测量点处的宇宙射线响应值为28nGyh）；
（4）根据HJ1157-2021，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取1.20Sv/Gy（^{137}Cs作为检定参考辐射源）；
（5）根据HJ1157-2021，环境γ辐射剂量率=仪器测量读数值均值*校准因子k1*仪器检验源效率因子k2÷（空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子k3*测量点宇宙射线响应值Dc），其中校准因子k1为0.97，仪器使用^{137}Cs进行校准，源效率因子k2取1，换算系数为1.20Sv/Gy，屏蔽修正因子k3取0.8（楼房）、1（原野、道路），宇宙射线响应值Dc为28nGy/h。

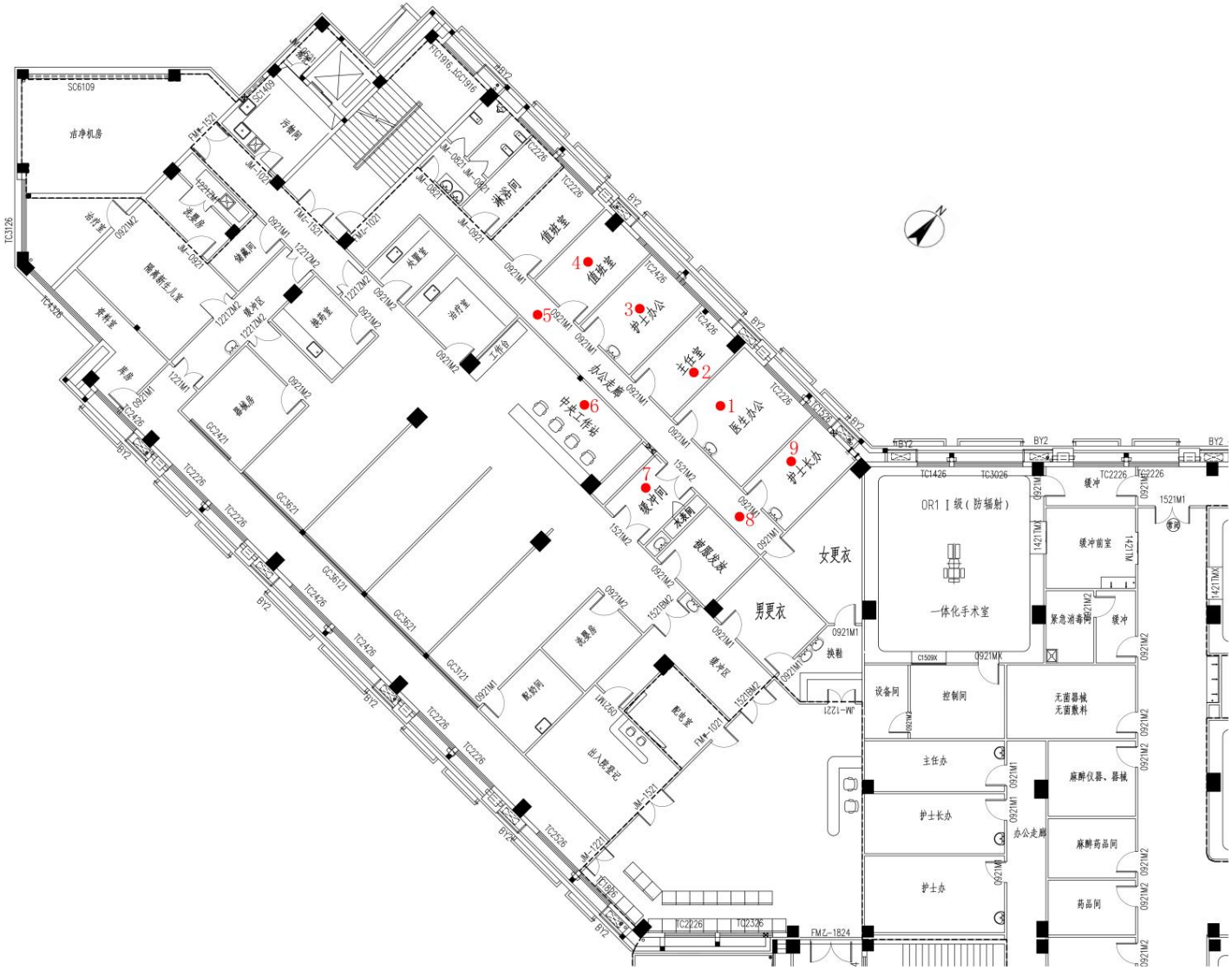


图8.2-1 病房大楼B区二楼拟建DSA场址监测点位图

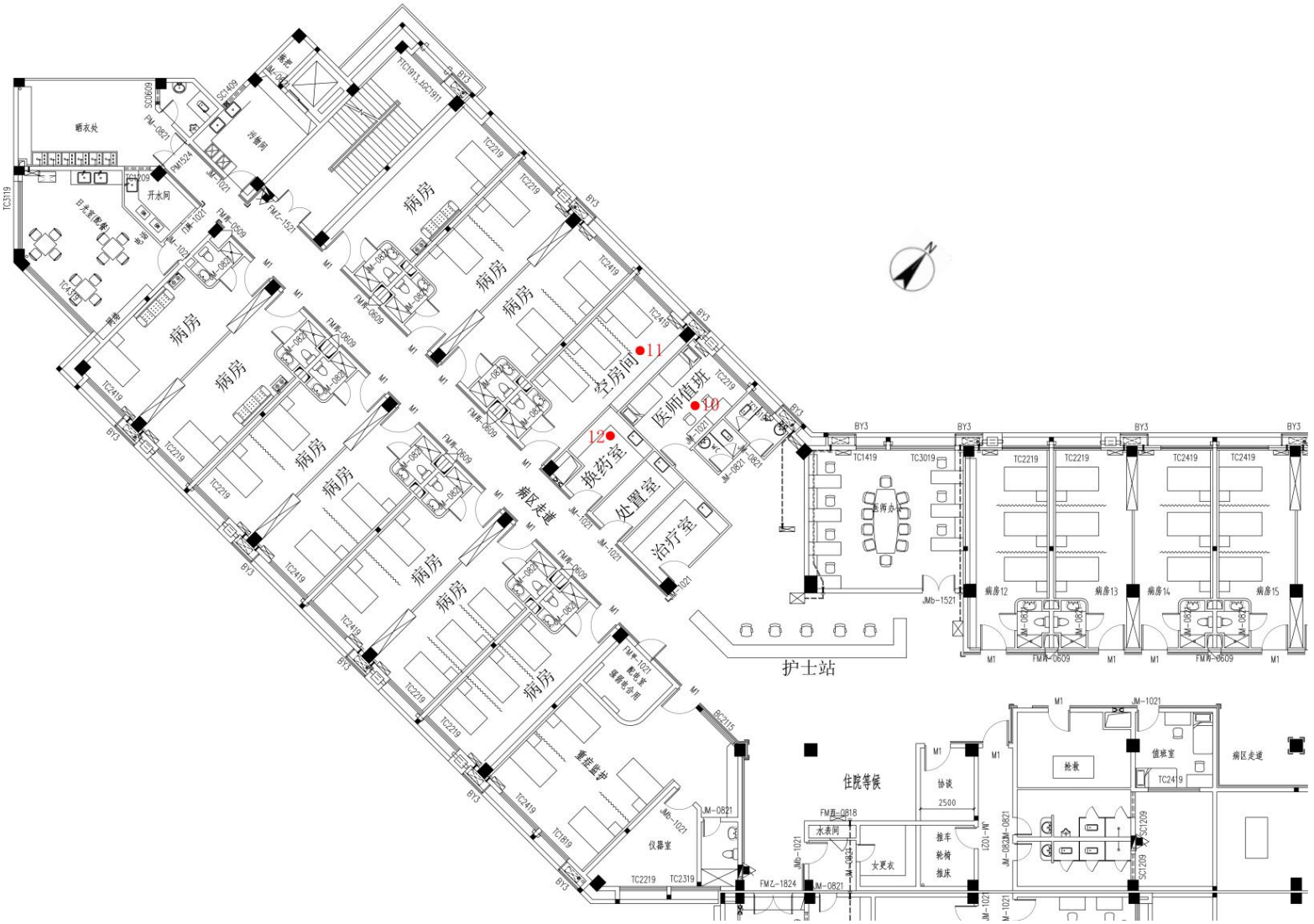


图8.2-2 病房大楼B区二楼拟建DSA机房楼上监测点位图

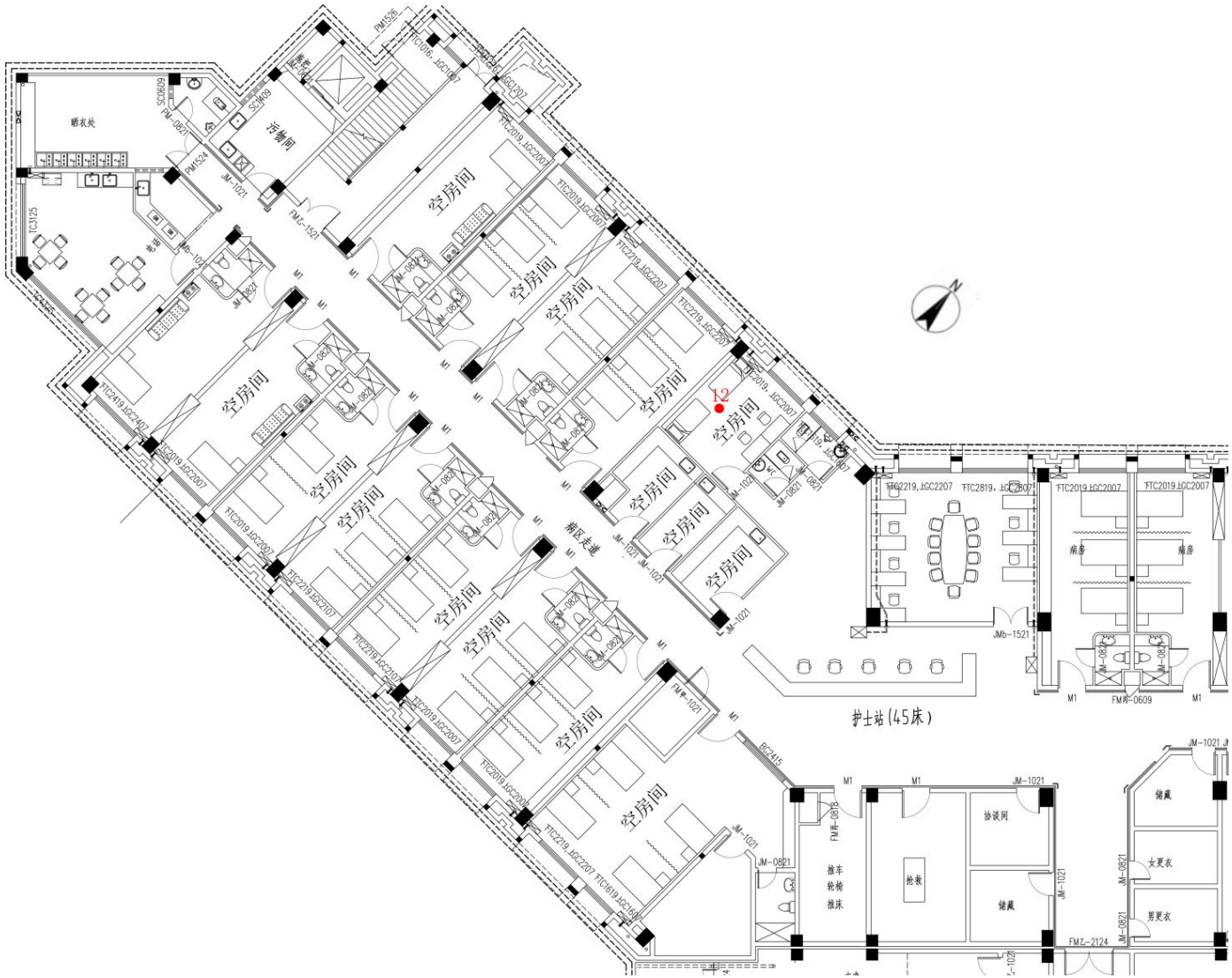


图8.2-3 病房大楼B区二楼拟建DSA机房楼下监测点位图



图8.2-4 病房大楼B区周围监测点位图

（7）监测仪器参数与规范

监测仪器参数与规范见表8.2-2，监测报告、资质认定证书、检定/校准证书见附件3，资质认定证书、检定证书均在有效期内。

表8.2-2 监测仪器参数与规范

仪器名称	便携式X、γ辐射周围剂量当量率仪
型号/规格	6150 AD 6+6150 AD-b/H
制造单位	AUTOMESS
仪器量程	5nSv/h-99.99μSv/h
能量范围	20keV~7MeV
检定/校准单位	福建省计量科学研究院
检定/校准证书编号	25R2-00151
检定/校准有效日期	2025年9月26日起至2026年9月25日
监测技术规范	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）

8.3质量保证措施

（1）监测单位取得检验检测机构资质认定证书（CMA：23131205A029，发证日期：2023年7月4日，有效期至：2029年7月3日），在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了合法性。

（2）监测单位有完整的组织机构且分工明确。

（3）监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

（4）监测现场由专业人员按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录。

（5）本次监测仪器于2025年9月26日经计量部门检定，检定有效期一年，监测期间监测仪器处于有效期内。

（6）根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点，保证各监测点位布设的科学性和可比性。

（7）监测报告严格实行三级审核制度，经报告编制人、审核人、签发人审核签字后报出。

8.4 监测结果及分析

福建省建阳地区（20世纪80年代开展的全国环境天然放射性水平调查是按当时的行政区划组织布点、统计和署名的。当时闽北的建制为“建阳地区”，行署驻建阳，因此这一区域的数据被记录为“建阳（地区）”。此后虽于1988年地区机关迁南平、

1994年设南平市，但已发布的调查数据、数据库和名称沿用了建立时的区划名称，没有随之更名）环境γ辐射剂量率参考《中国环境天然放射性水平》（2015年），见表8.2-3：

表8.2-3 建阳地区环境γ辐射剂量率　　单位：（nGy/h）

监测项目		建筑物室内	原野	道路
环境γ辐射剂量率	均值	142.8±45.3	91.7±38.7	101.4±35.2
	范围	70.9-273.4	29.4-222.2	41.8-192.6
注：监测结果均扣除宇宙射线响应值				

根据表8.2-1中的监测结果，并对比表8.2-3可知，本项目所在场址建筑物室内环境γ辐射剂量率为（152~185）nGy/h，原野环境γ辐射剂量率为（137）nGy/h，道路环境γ辐射剂量率为（137~138）nGy/h，均处于建阳地区天然本底辐射范围内，无异常。

表9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 DSA设备组成

数字减影血管造影系统（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X射线发生系统、C型支架、接收器、图像显示器、导管床、操作台等系统组成。X射线发生系统位于接收器正对方向；操作台集合控制系统和设备状态显示等功能，位于控制室内；手术室内控制装置一般为脚闸控制，通过设备电缆引出、位于地面。其整体外观图如图9.1-1所示。

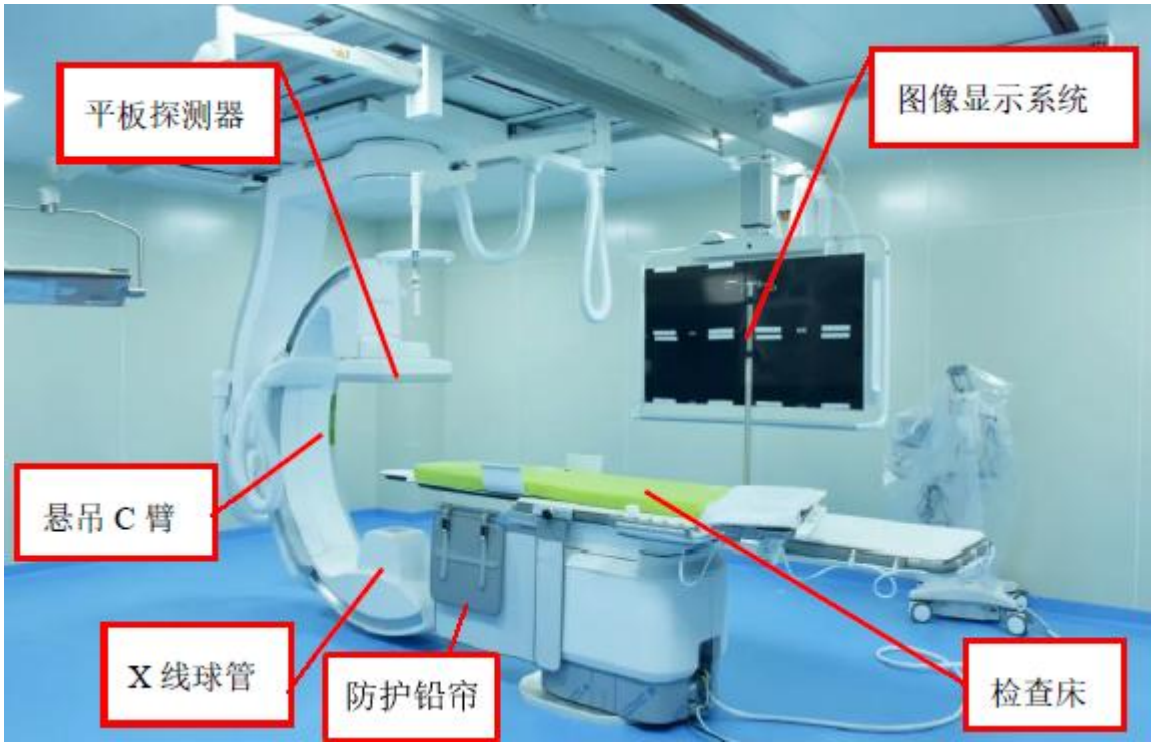


图9.1-1 DSA设备外观示意图

9.1.2工作原理

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极构成。阴极通常为钨制灯丝，并置于聚焦杯内。当灯丝通电加热时，电子通过热发射方式从灯丝表面逸出，聚焦杯将这些电子聚集成束，使其直接射向嵌在金属阳极中的靶体。靶体一般采用高原子序数的难熔金属（如钨）制成。高电压加在 X 射线管两极之间，使电子在到达靶体前被加速至很高的速度。这些高速电子在靶面被突然阻挡，通过轫致辐射和特征辐射机制产生 X 射线。典型X射线管结构详见图9.1-2。

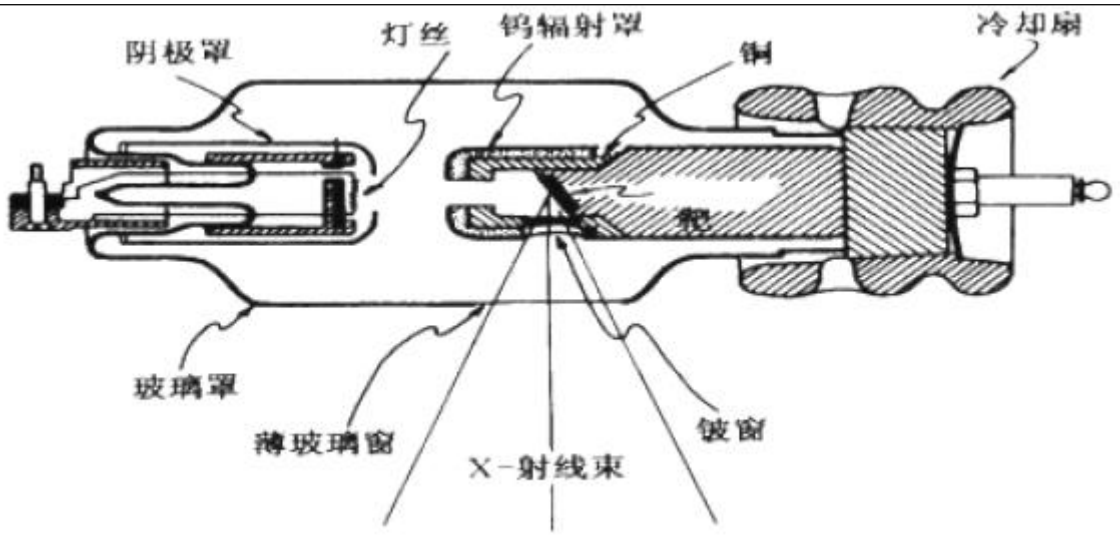


图9.1-2 典型X射线管结构图

虽然不同用途的X射线机因诊疗目的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生X射线的X射线管、供给X射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制X射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置组成。

DSA 成像的基本原理是将受检部位在注入造影剂前后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增强后，由高分辨率的数字探测器（CCD 或 CMOS）扫描，将图像分割成许多小方格并形成数字化矩阵，得到由像素组成的视频图像。图像信号经对数放大和模/数转换为数字信号，形成数字图像并分别存储。随后输入计算机进行处理，将两幅图像的数字信息相减，得到差值信号。该信号再经对比度增强和数/模转换为模拟信号，从而去除骨骼、肌肉和其他软组织，仅保留血管影像，并通过显示器显示。

9.1.3操作流程及产污环节分析

（1）工作流程

①接诊病人后，向病人告知可能受到的辐射危害；

②病人准备完毕进入机房摆位、固定，然后进入机房内对病人进行局部消毒处理和局部防护处理；

③医生退出机房，通过控制室操作台对病人进行拍片；

④医生穿着防护服进入曝光室，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；

⑤配合射线装置透视推送导管，并将导管送入指定位置；

⑥完成后进行导管加压，将造影剂注入病人体内；

⑦完成造影剂注入后，医生退出机房，通过控制室操作台对病人进行拍片，并进行减影处理后，得到最终病人的高清血管影像资料；

⑧完成减影后，医生再次进入机房内并配合射线装置透视对病人病灶部位进行相应介入手术。

本项目DSA进行出束曝光时分为两种情况：

①摄影：操作人员一般采取隔室操作的方式（即操作技师或医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

②透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅帘后面，并穿戴铅服、铅眼镜等在机房内进行同室操作。

DSA操作流程如图9.1-3所示。

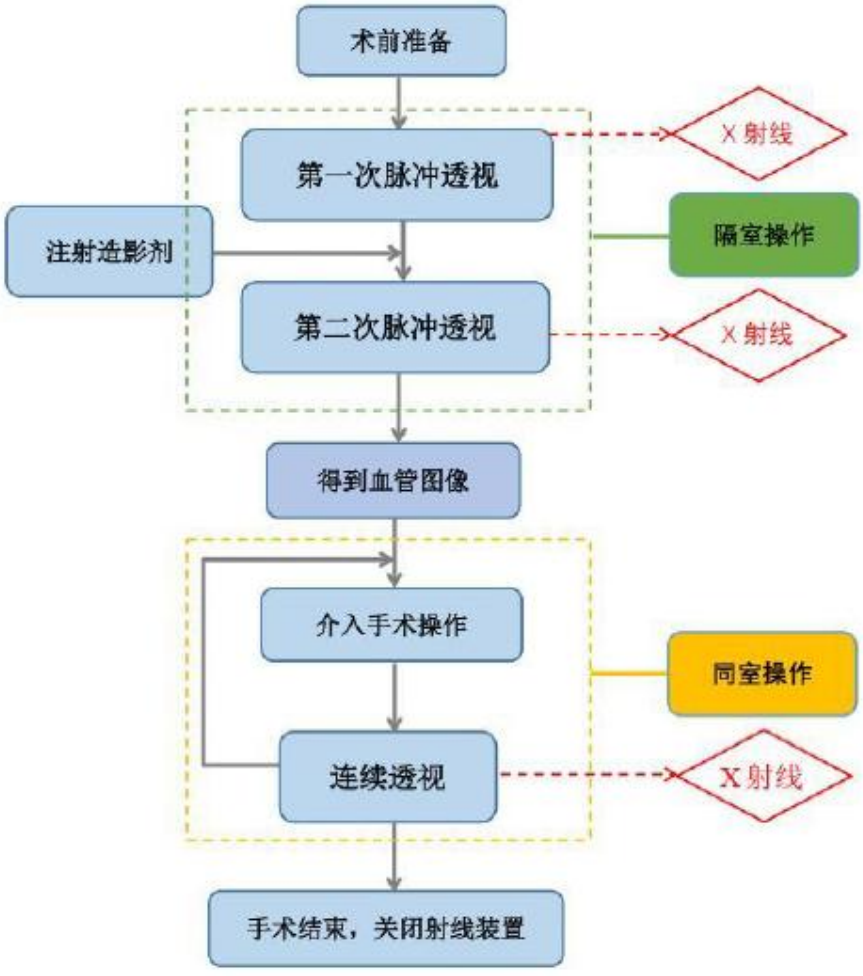


图9.1-3 DSA操作流程示意图

（2）产污环节分析

使用DSA手术时，注入的造影剂不含放射性，DSA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，介入手术中会产生一些医疗废物。DSA进行摄影、透视时，高压发生器将高电压加在X射线管的两极之间，高速运动的电子撞击物质而突然受阻时产生X射线。X射线使空气电离产生臭氧和氮氧化物。DSA工作流程及产污环节如图9.1-4所示。

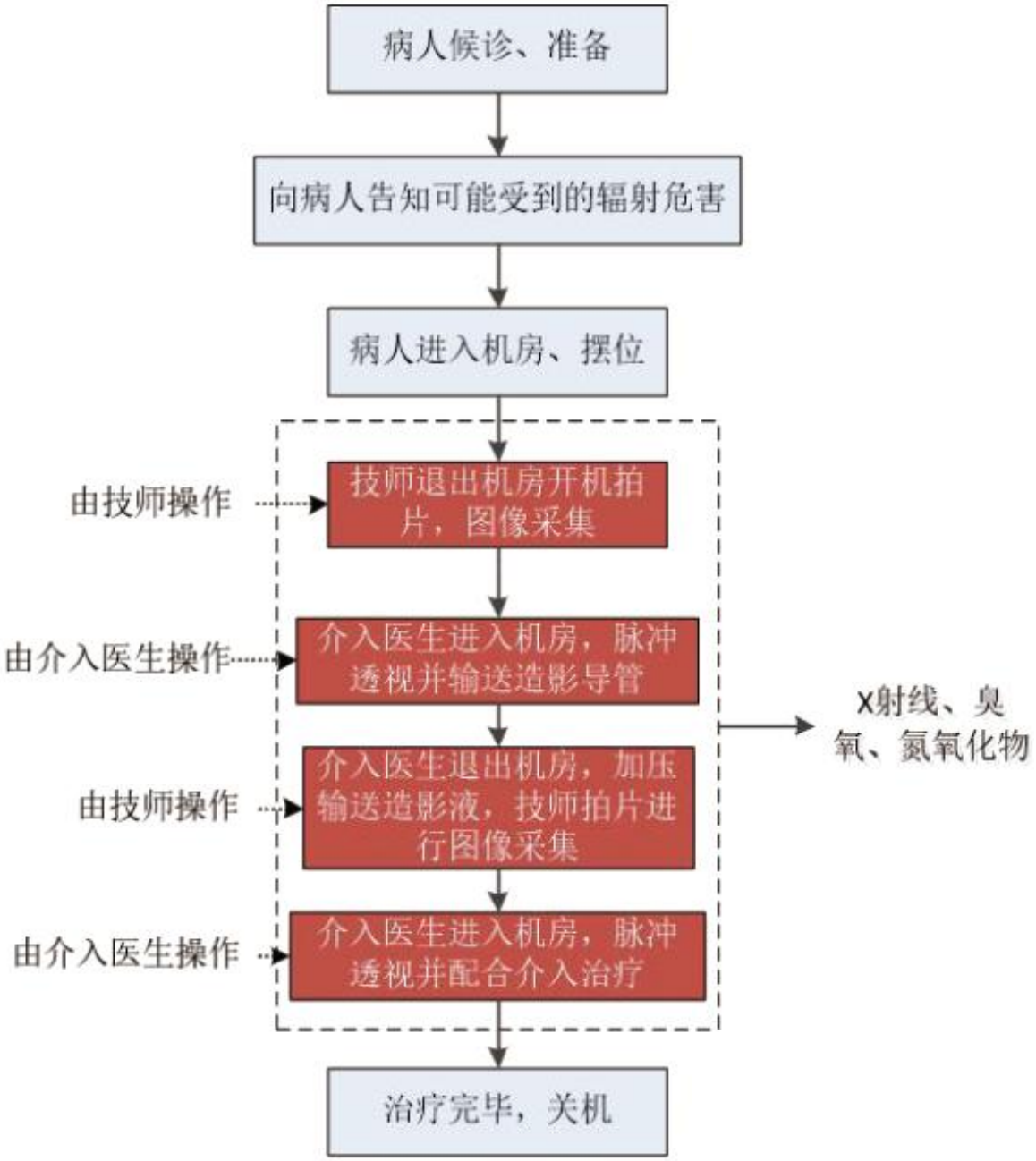


图9.1-4　DSA工作流程及产污环节示意图

9.2 污染源项描述

9.2.1施工期工艺流程简述

本项目在施工过程中伴有施工噪声、装修垃圾、施工废水和建筑粉尘产生。本项目工程量小，施工安装时间短，施工单位合理安排好施工时间，能够满足施工场界噪声规定限制要求；施工所产生的少量生活废水和施工废水经本院污水处理站处理后排入管网；在建设施工中采取低噪声工具及湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响；建设施工所产生的少量建筑废渣以及设备安装产生的包装废物送院方指定的建筑垃圾储存场，定时定点清运。

9.2.2 运行阶段污染源项

本项目DSA属于II类X射线装置，X射线伴随着机器的开、关而产生和消失。其在使用过程中主要污染因子是对辐射工作人员及公众造成外照射的X射线；其次，本项目运行过程中会因X射线与空气发生电离作用产生少量臭氧及氮氧化物废气；另外，在介入诊疗过程中会产生少量的医疗废物和医疗废水。本项目使用过程中不产生放射性废气、放射性废水以及放射性固体废弃物。

（1）正常情况下的污染途径

①电离辐射

射线装置运行时，在放射工作人员按照规范操作的条件下，放射工作人员、受检者和公众可能受到射线装置运行时产生的包括有用射线、散射线和漏射线等X射线的外照射。X射线照射到生物机体时，可使生物细胞受到抑制、破坏甚至坏死，致使机体发生不同程度的生理、病理和生化等方面的改变。介入手术需要在DSA设备引导下操作，手术室内的医护人员会暴露于X射线有用线束、散射线的环境中，需要穿戴相应的防护用品（如铅围裙、铅帽、铅橡胶颈套、铅眼镜、铅橡胶手套等）或借助辅助防护设施（铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏等）以减少辐照引起的剂量。同时，穿透屏蔽体的X射线会对操作人员和机房周围留居人员造成一定的辐照危害。

②废气

X射线装置在出束过程中会与空气产生电离作用，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧和氮氧化物。由于DSA产生的X线输出功率低，剂量小，光子能量低，每次曝光时间短，因此，臭氧和氮氧化物产生量极少，根据《X射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（郝海鹰、刘容、王玉海编著）及《X射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》（张大薇编著）的资料，医院射线装置工作场所在开机状态下产生的

臭氧浓度范围为0.010~0.137mg/m^3、氮氧化物浓度范围为0.010~0.103mg/m^3。通过采取机械通风、保证换气次数的方式，经过稀释后，氮氧化物排放满足《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）中表2新污染源无组织排放单位周界最大浓度0.12mg/m^{3}限值要求；同时，氮氧化物无组织排放最大落地浓度能够满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）的二级标准（氮氧化物二级标准小时浓度值为0.25mg/m^3）限值要求。臭氧无组织排放最大落地浓度满足《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）的二级标准（臭氧二级标准小时浓度值为0.20mg/m^3）限值要求，有害气体能够达标排放，同时能够保证环境空气质量达标。

③废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。经过医院已建的污水处理设施消毒处理后排入市政管网。

④固体废物

本项目DSA采用数字成像，不打印胶片。介入手术时会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医用敷料。每台手术约产生1kg医疗废物，每年约进行600台介入手术，医疗废物年产生量为600kg。工作人员产生少量的生活垃圾。

（2）事故情况下的污染途径

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

①曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到X射线照射。

②曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射。

③曝光过程中，因警示灯失效或其他情况，其他人员误入曝光室受到意外照射。

④因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。

⑤同室近台工作人员未按要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致工作人员接受额外照射。

⑥因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要的照射。

⑦控制系统出现故障，照射无法停止，病人受到计划外照射。

⑧紧急停机系统故障，无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停止运行，造成人员误照射。

本项目射线装置在异常或事故状态下的辐射源项与正常运行时是一样的，即中、低能X射线，但在异常或事故状态下对人员的伤害可能会超过正常运行状态。

表10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目拟建DSA机房位于病房大楼B区二楼北侧位置，机房北侧为室外悬空，西侧为值班室和污物通道，南侧为空房间，东侧为控制室和病人缓冲间，正上方三楼该位置为医师值班室、换药室和空房间，正下方一楼该位置均为空房间；观察窗设置于机房东侧墙体，能有效观察手术室内情况。本项目新增DSA设备有用线束主要方向垂直向上，有用线束不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。因此，DSA手术室布局相对合理。

本项目DSA机房平面布局与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求的符合性分析详见表10.1-1。

表10.1-1 本项目 DSA 机房平面布局情况及符合性分析一览表

序号	《GBZ130-2020》要求	本项目情况	符合性
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。	本项目DSA射线装置有用线束主要直接照射机房顶部，机房内布局已避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	符合
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。	根据本次评价分析，经采取辐射屏蔽措施后，本项目DSA机房在运行时产生的辐射影响对周围环境是可接受的。	符合
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。	本项目拟安装1台DSA机，设置有独立的机房，机房满足布局要求。	符合
4	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，其最小有效面积、最小单边长度应符合规定。	本项目DSA机房最小有效面积为39.96m^2，最小单边长度为5.4m，满足最小有效面积20m^{2}和最小单边长度3.5m的要求。	符合
5	电动推拉门宜设置防夹装置。	本项目机房电动推拉门拟设置防夹装置。	符合
6	平开机房门应有自动闭门装置。	本项目机房平开门拟设置自动闭门装置。	符合
7	受检者不应在机房内候诊。	受检者在机房东侧设置的病人缓冲间内候诊，不在机房内候诊。	符合

由上表可知，本项目DSA机房平面布局可以满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相关要求。

10.1.2 辐射工作场所分区管理

（1）分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在

项目运营期间采取分区管理措施。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。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电离辐射警告标志，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。

（2）本项目分区管理情况

建设单位根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，本项目辐射工作场所分区情况见图10.1-1，辐射工作场所两区划分情况如下：

控制区：DSA机房内部区域；

监督区：DSA机房西侧墙体外的值班室和污物通道；南侧墙体外的空房间；东侧墙体外的控制室和病人缓冲间；楼上的医师值班室、换药室和空房间；楼下的空房间。

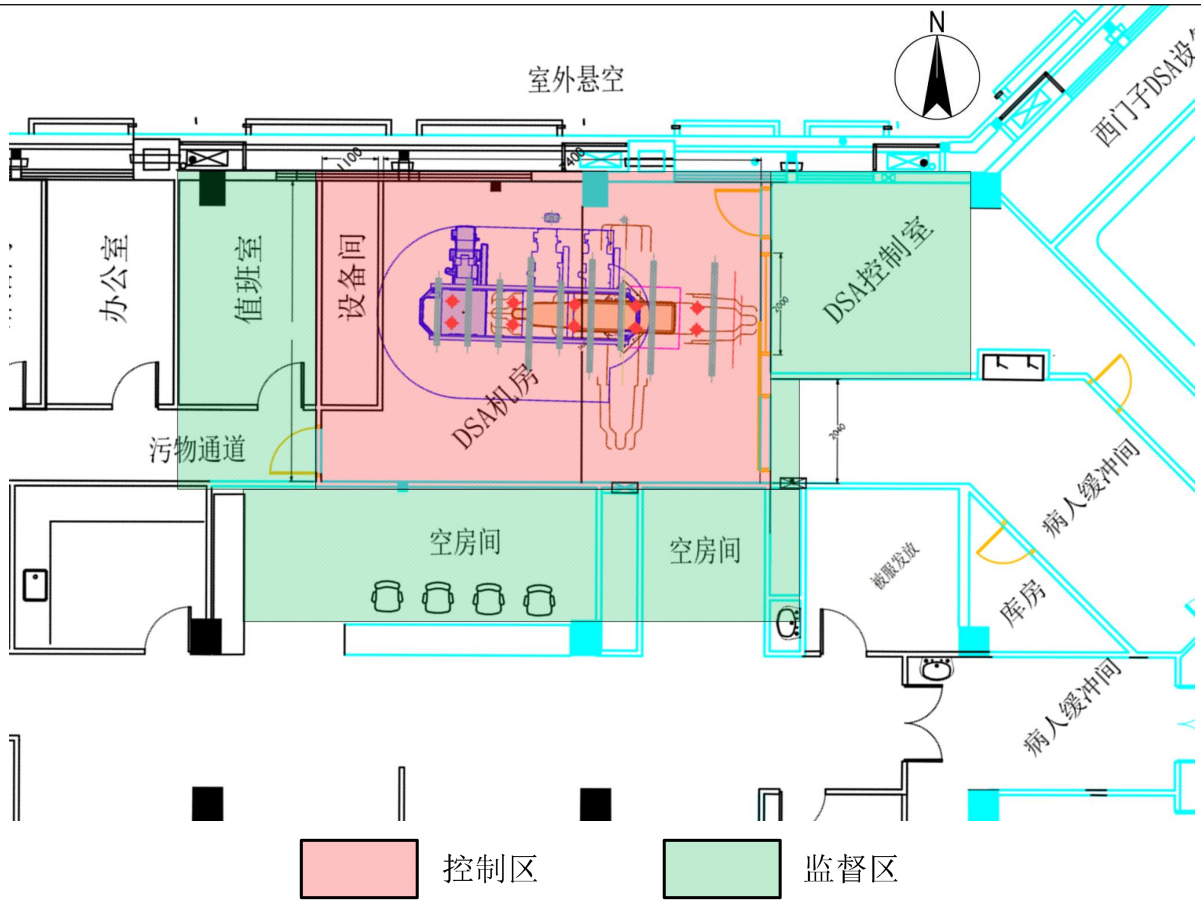


图10.1-1 本项目DSA机房控制区与监督区划分图

本项目控制区通过实体屏蔽措施、警示标志等进行控制管理。在射线装置使用时，除介入治疗的医护人员和患者进入手术室的情况外，禁止其他人员进入；监督区通过地面划警示线的方式提醒人员尽量避开该区域。建设单位需定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改，整改完成经监测满足要求后方可继续使用射线装置，有必要时更改监督区的边界。

10.1.3人流、物流路径规划

本项目DSA工作场所设有独立的医护路径、患者路径和污物路径，操作技师在手术室换鞋区换鞋后通过办公走廊进入控制室，在控制室操作台处操作DSA机；介入手术人员先在手术室换鞋区换鞋，进入更衣室更衣，经过办公走廊到DSA控制室穿戴铅衣等个人防护用品后，从控制室医护人员防护门进入机房为患者进行介入手术；患者经病人通道防护门进入机房接受介入治疗。手术产生的污物从污物通道防护门进入污物通道，打包后再送至医院的医疗废物暂存间。本项目人流、物流路径规划详见图10.1-2。

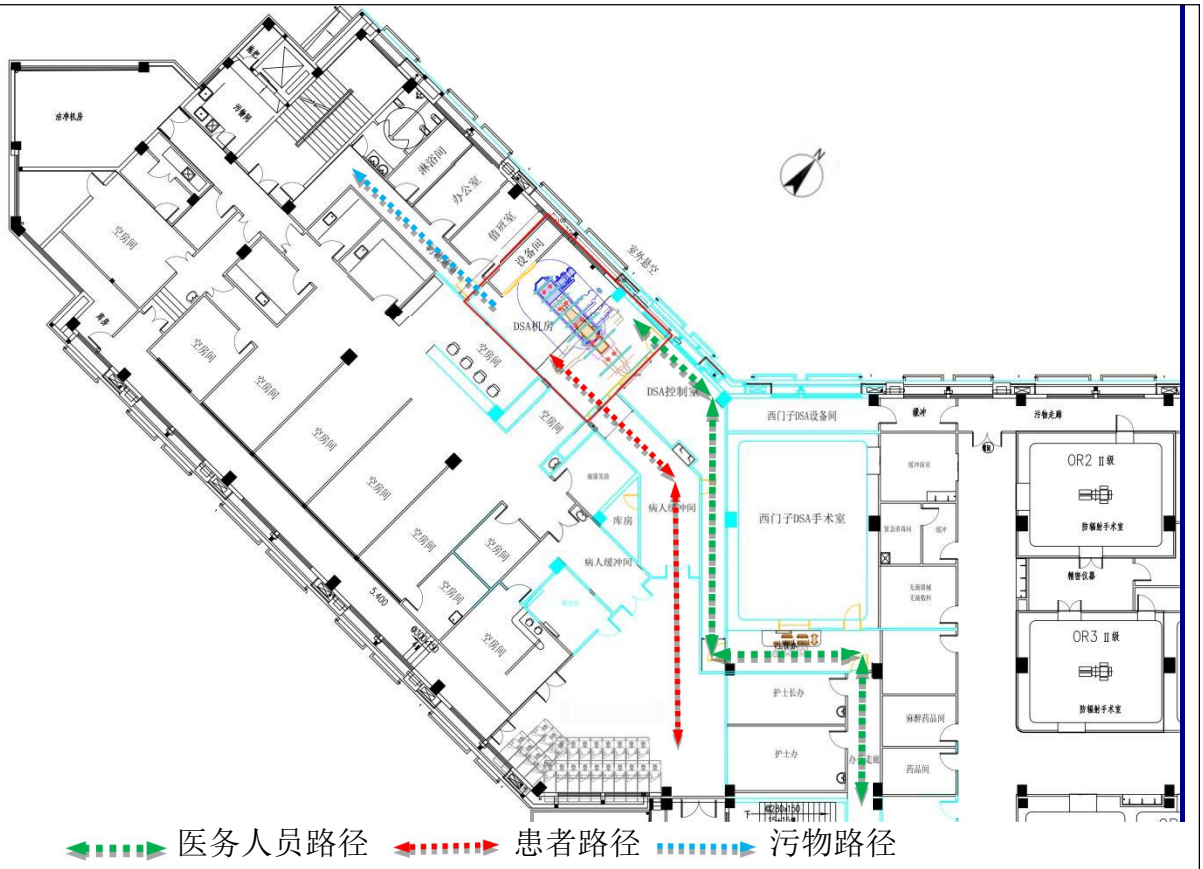


图10.1-2 本项目DSA机房人流、物流路径示意图

10.1.4 辐射防护屏蔽设计

（1）机房屏蔽设计符合性分析

本项目DSA机房拟采取的屏蔽防护设计情况见表10.1-2。

表 10.1-2 本项目DSA机房拟采取的屏蔽防护设计情况一览表

项目区域	屏蔽体	屏蔽防护设计方案
DSA机房	东面、北面墙体	200mm空心砖+4mmPb铅板
	西面、南面墙体	100mm龙骨架+4mmPb铅板
	正上方楼板	100mm混凝土+4cm硫酸钡水泥
	正下方楼板	100mm混凝土+4cm硫酸钡水泥
	机房大门（患者出入门）	5mmPb电动推拉防护门
	控制室门（工作人员出入门）	5mmPb平开防护门
	污物通道门	5mmPb平开防护门
	观察窗	5mmPb铅玻璃
注：本项目混凝土密度不低于2.35g/cm^3；铅密度不低于11.3g/cm^3；硫酸钡水泥密度不低于2.79g/cm^3；下同。		

①混凝土等效铅当量计算

混凝土的等效铅当量厚度参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录C进行计算，见下式。

$$X=\frac{1}{\alpha\gamma}\ln\left(\frac{B^{-\gamma}+\frac{\beta}{\alpha}}{1+\frac{\beta}{\alpha}}\right) \quad （式10.1-1）$$

式中：

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α——不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ——不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β——不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子，采用下式进行计算。

$$B=\left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma x}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad （式10.1-2）$$

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

β——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X-----铅厚度。

本项目DSA的最大管电压为125kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C表C.2和C.3，可知铅、混凝土对管电压为125kV（主束方向）X射线辐射衰减的有关的拟合参数，具体见表10.1-3所示。

表10.1-3 铅、混凝土对不同管电压X射线辐射衰减的拟合参数（节选）

管电压kV	铅			混凝土		
	α	β	γ	α	β	γ
125（主束）	2.219	7.923	0.5386	0.03502	0.07113	0.6974

根据式10.1-1及式10.1-2计算，混凝土的等效铅当量厚度详见表10.1-4所示。

表10.1-4 混凝土在125kV管电压下等效铅当量厚度一览表

管电压kV	材料	材料厚度	屏蔽透射因子B	等效铅当量厚度
125（主束）	混凝土	100mm	0.00670	1.17mm

②硫酸钡水泥等效铅当量计算

本次评价拟使用的硫酸钡水泥（密度不低于2.79g/cm^3）等效铅当量计算参照《放射防护实用手册》（主编：赵兰才，张丹枫）中“表6.14 低能X射线屏蔽材料的铅当量”，具体参数见图10.1-3。

第6章 外照射的防护 105

表 6.14 低能 X 射线屏蔽材料的铅当量

材料和密度	管电压	不同铅当量(mmPb)的材料厚度(mm)								
	kV	0.5	1	2	3	4	6	8	10	15
铁(钢) $\rho=7.89$ g/cm^3	80	3	6.5	13	20					
	100	2.5	6	12.5	19.5	30				
	120	3.5	8	17.5	27	37				
	150	5	11	25	37	50				
	200	5.5	12	27	40	55				
	300		12	20	28	35	48	60	75	
	400		11	18	23	28	38	45	55	75
重晶石混凝土 $\rho=3.29$ g/cm^3	150		10	21	35	50				
	200		14	30	45	60				
	300		14	27	40	50	70	90	120	
	400		13	24	35	45	65	80	100	140
钡水泥 $\rho=2.79$ g/cm^3	80	6	13	26	40					
	100	5	8.5	17	25					
	120	5.5	9.5	19	31					
	150		17	38	65	90				
	200	9.5	22	50	75	100				
	300		22	42	60	75	105	135	165	
	400		18	36	50	60	85	110	130	185

图10.1-3 低能X射线屏蔽材料的铅当量

本项目DSA为飞利浦Azurion 7 M20型，摄影模式下，DSA设备的管电压一般为60kV～100kV，透视模式下管电压一般为60kV～90kV。本项目DSA机房正上方和正下方楼板设计的硫酸钡水泥厚度为40mm，结合图10.1-3中给出参数和DSA的常规工作条件，本项目40mm硫酸钡水泥等效铅当量为3mmPb。

③屏蔽防护措施符合性分析

根据上述计算，本项目DSA机房屏蔽防护设计与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的屏蔽厚度符合性分析详见表10.1-5。

表 10.1-5 本项目 DSA 机房屏蔽防护设计情况及符合性分析一览表

项目区域	屏蔽体	屏蔽防护设计方案	等效铅当量（mmPb）	标准要求（mmPb）	符合性
DSA机房	东面、北面墙体	200mm空心砖+4mmPb铅板	4.0	2	符合
	西面、南面墙体	10cm龙骨架+4mmPb铅板	4.0		符合
	正上方楼板	100mm混凝土+4cm硫酸钡水泥	4.17		符合
	正下方楼板	100mm混凝土+4cm硫酸钡水泥	4.17		符合
	机房大门	5mmPb电动推拉防护门	5.0		符合
	控制室门	5mmPb平开防护门	5.0		符合
	污物通道门	5mmPb平开防护门	5.0		符合
	观察窗	5mmPb铅玻璃	5.0		符合

根据表10.1-5可知，本项目DSA机房防护屏蔽设计可满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。

10.1.5 管线设计及穿墙位置屏蔽补偿

本项目管线穿墙主要涉及DSA与控制室操作台连接电缆线穿墙，新风管道、排风管道以及空调管道的穿墙，DSA机房管线设计及穿墙位置示意见图10.1-4。

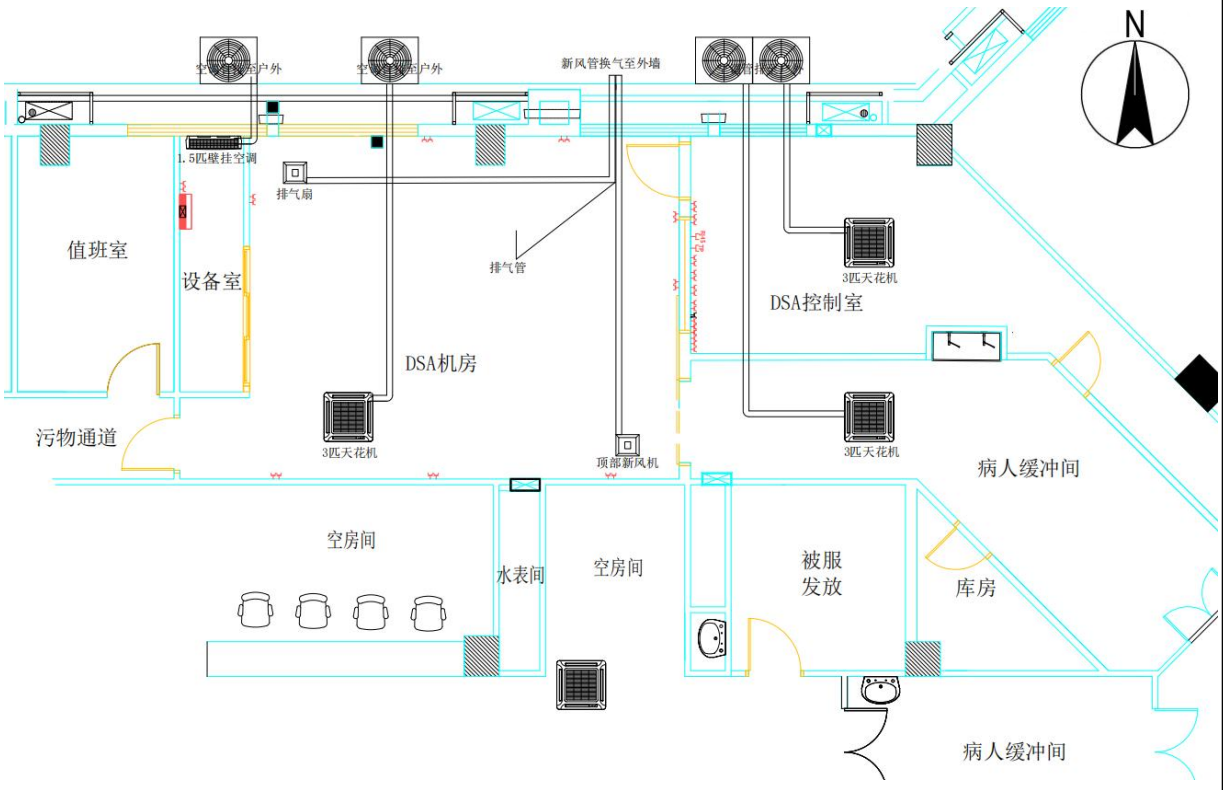


图10.1-4 本项目DSA机房管线设计及穿墙位置示意图

（1）电缆管线设计

本项目DSA机房内与控制室操作台连接的电缆线拟采用地沟直穿墙体，通过地面下沉电缆沟穿出机房，穿越防护墙的电缆线、导管进出口设置在机房墙底部，并在管线进出口上方铺设4mmPb铅板，不影响墙体的屏蔽防护效果。本项目电缆沟穿墙防护示意图见图10.1-5。

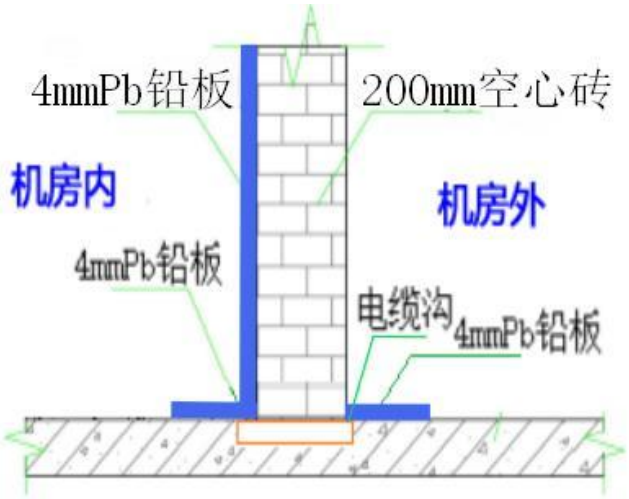


图10.1-5 电缆沟穿墙线管防护示意图

（2）穿墙风管设计

通风管道和空调管道均直穿墙体，位于北侧墙体吊顶上方。DSA新风管道、排风管道和空调管道均由机房北侧墙体穿出DSA机房，穿墙处拟采用包裹“L”形的4mmPb铅板，包裹长度大于穿墙通风管道直径的2.5倍，用于通风管道穿越机房墙体处的屏蔽补偿，能保证机房的屏蔽能力；射线经多次散射后对机房外的剂量满足要求，不影响墙体的屏蔽防护效果。进风管与排风管穿墙防护措施一致，本项目风管穿墙防护示意图见图10.1-6。

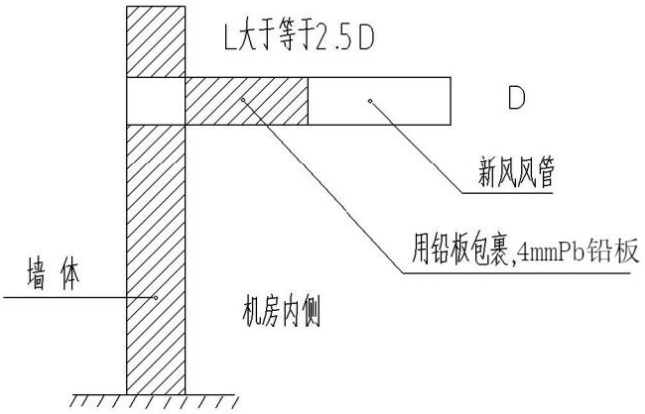


图10.1-6 风管穿墙防护示意图

10.1.6 辐射安全与防护措施设计

（1）机房辐射防护措施符合性分析

对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，本项目 DSA 机房辐射防护措施符合性分析表见表10.1-6。

表10.1-6 本项目辐射防护措施符合性分析一览表

射线装置	《GBZ130-2020》要求	本项目方案	符合性
DSA	每台固定使用的X射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。	本项目拟建DSA机设置有单独的机房，机房满足使用设备的布局要求。	符合
	单管头X射线设备（含C形臂，乳腺CBCT）机房内最小有效使用面积应不小于20m^2，最小单边长度应不小于3.5m。	本项目拟建DSA机房内最小有效使用面积为39.96m^2，最小单边长度为5.4m。	符合
	机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	本项目在控制室内靠近DSA机房的一侧设置有铅玻璃观察窗，同时拟设置对讲装置，工作人员在控制室内可及时观察患者情况及防护门开闭情况，防止意外情况的发生。	符合
	C型臂X射线设备机房：有用线束方向铅当量不小于2mmPb，非有用线束方向铅当量不小于2mmPb。	根据建设单位提供的DSA机房屏蔽防护设计方案可知，本项目DSA机房四面墙体等效铅当量为4.0mmPb，顶板和地板等效铅当量为4.17mmPb，防护门、窗的铅当量5.0mmPb。	符合
DSA	在距机房屏蔽体外表面0.3m处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h；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。	通过理论计算可知，DSA机在正常使用条件下，机房周边关注点辐射剂量率均未超过标准要求。	符合
	机房内布局要合理，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；机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力通风装置，保持良好的通风。	机房布局合理，通过设计方案可知，有用线束未直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位，机房内拟设置动力通风装置。	符合
	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；电动推拉门宜设置防夹装置；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。	本项目DSA机房大门外拟设置电离辐射警告标志和工作指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；电动推拉门拟设置线状形红外线防夹装置；平开机房门均拟设置自动闭门装置；拟设置工作状态指示灯与机房大门有效关联。	符合

	配备适量的符合防护要求的各种辅助防护用品，如铅衣、铅手套、铅围裙等。	医院拟为本项目DSA机房配置数量足够的铅衣、铅围裙、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅手套等辐射防护用品。	符合
	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。	受检者在DSA机房东侧设置的病人缓冲间候诊，不在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中，陪检者不允许留在机房内。	符合

由表10.1-6可知，本项目拟建的DSA机房已按相关标准要求进行了设计，机房的辐射防护措施均符合相关规定要求，建设单位应严格按照设计方案进行建设。

本项目为机房内设置设备间，设备间东侧和南侧使用普通玻璃隔断，在东侧隔断预留门洞设置玻璃推拉门，推拉门上拟设置单面钥匙不锈钢专用钩锁，从机房进入设备间必须使用钥匙打开，从设备间出来可以免钥匙直接推开，设备间门钥匙由DSA机房辐射工作人员管理，以此避免设备间内有人员进行检修或维护而DSA机房辐射工作人员不知情误出束造成不必要的X射线照射。

（2）个人防护用品

经与建设单位确认，建设单位拟为本项目DSA机房配置数量足够的铅衣、铅眼镜、铅围脖等辐射防护用品，对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本项目DSA机房的个人防护用品配备情况相符性分析详见表10.1-7所示。

表10.1-7 个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析一览表

机房	防护对象	《GBZ130-2020》要求		本项目拟配备情况			符合性
		防护用品名称	铅当量（mmPb）	防护用品名称	铅当量（mmPb）	数量	
本项目DSA机房	成人受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	≥0.5	铅橡胶性腺防护围裙（方形）	0.5	1件	符合
		铅橡胶帽子（选配）	≥0.25	铅橡胶帽子	0.35	1个	符合
		铅橡胶颈套	≥0.5	铅橡胶颈套	0.5	1件	符合
	儿童受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	≥0.5	铅橡胶性腺防护围裙	0.5	1件	符合
		铅橡胶帽子（选配）	≥0.5	铅橡胶帽子	0.5	1个	符合
		铅橡胶颈套	≥0.5	铅橡胶颈套	0.5	1件	符合
	工作人员	铅橡胶围裙	≥0.25	铅橡胶围裙	0.5	3件	符合
		铅橡胶颈套	≥0.5	铅橡胶颈套	0.5	3件	符合
		铅防护眼镜	≥0.25	铅防护眼镜	0.5	3副	符合
		介入防护手套	≥0.025	介入防护手套	0.025	5副	符合
		铅橡胶帽子（选配）	≥0.25	铅橡胶帽子	0.5	3个	符合
		铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	≥0.25	铅悬挂防护屏	0.5	1个	符合

		床侧防护帘/屏	≥0.25	床侧防护帘	0.5	1件	符合
		移动铅屏风（选配）	≥2	移动铅屏风	2	1件	符合

由表10.1-7可知，本项目拟配备的个人防护用品可满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关要求。

（3）DSA 设备固有的安全性

①本项目 DSA设备购置于正规厂家，装置泄漏辐射满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关技术要求，并且安装可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

②本项目DSA设备具有安全系统，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示。

③正常情况下，必须按规定程序并经控制台验证确认设置无误时，才能启动照射。

④本项目DSA设备配备紧急制动按钮。

10.2 辐射安全防护设施与法律法规要求对比分析评价

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环境保护部令第 18 号）防护相关技术要求，对本项目进行对照分析，拟采取的防护措施与法律法规详细对照分析表见表10.2-1。

表10.2-1 本项目拟采取的防护措施与法律法规对照分析表

项目	要求	拟采取的防护措施	评价结果
场所安全和防护	生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	拟设置电离辐射警告标志、门灯联锁装置、工作状态指示灯、辐射安全注意事项等。	按要求设置安全设施和措施后可符合要求
人员安全和防护	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	本项目配备的辐射工作人员均已参加辐射安全与防护知识培训考核，持证上岗。	符合要求
	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案	拟配备的辐射工作人员均已进行个人剂量监测，个人剂量计每 3 个月送检一次，数据归档；	符合要求

	和职业健康监护档案。	已按要求进行职业健康检查，并对检查结果存档。	
辐射事故应急	生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备。	建设单位制定有相应的辐射事故应急预案。	符合要求
评估报告	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素、射线装置的安全和防护状况进行年度评估。发生安全隐患的，应当立即进行整改。	拟按要求于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告	符合要求

10.3三废的治理

10.3.1 废气治理措施

本项目产生的废气主要是微量臭氧和氮氧化物。DSA机房设置动力排风系统，能保持机房内良好的通风，氮氧化物及臭氧通过送排风系统经排气管道排放到大气环境，经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

10.3.2 固体废物治理措施

本项目运行期产生的固体废物主要为医疗废物和生活垃圾，院内医疗废物将委托有资质单位进行清运处理，生活垃圾由当地环卫部门统一清运。

10.3.3 废水治理措施

本项目运行期产生的污水将经院区污水管道进入院内污水处理站，经预处理满足接管要求后接入市政污水管网。

10.3.4 噪声治理措施

本项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声，本项目拟优先选用噪声低、振动小的风机设备，安装风机时拟设置减振基础，通风管采用软性接头，排风口处安装消声器。

10.4辐射环境保护投资

本项目总投资约850万元，环境保护投资约120万元，占本项目总投资额的14.12%。详见表10.4-1。

表 10.4-1 本项目环境保护投资一览表

类 别	环保措施	投资（万元）
辐射防护主体设计施工	墙体和顶板地板辐射防护处理	45
机房防护门窗设计施工	防护门（5mmPb当量）、观察窗（5mmPb当量）	30
通风设备	动力通风系统、空气净化器、中央空调	8

人员防护用品	铅衣、铅围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜、介入防护手套、移动铅防护屏风等	18
辐射监测设备	个人剂量计、个人剂量报警仪等	2
其他	辐射安全制度上墙、辐射工作人员复训考核、职业健康检查、环评和验收等费用	17
合计		120

表11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目为改建项目，涉及建筑改造装修、设备安装等，在项目建设过程中，应采取污染防治措施，减轻对医院及周边地区的环境影响。项目施工时会产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，对环境会产生如下影响：

（1）大气：本项目在建设施工期，由于涉及建筑改造装修、设备安装，施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域和大楼周边路面。针对上述大气污染采取以下措施：

①及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；

②车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；

③施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（2）噪声：整个施工阶段，施工设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。因此，在施工时严格执行《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时应避免在中午休息时间施工，另外考虑院区周围公众，严禁夜间进行噪声作业。本项目施工工期相对较短，在落实各项污染防治措施、合理安排施工时间的情况下，噪声对周围人群的影响是暂时的。

（3）固体废物：施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，医院应委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

（4）废水：项目施工期间，会有少量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水不可随意外排，应统一收集后由医院进行处理。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA运行阶段辐射影响分析

DSA设备在手术中分为透视和摄影两种模式。DSA摄影模式是指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，医护人员近台同室进行介入操作。本次评价分别对摄影、透视两种工况下手术室周围的

辐射水平进行预测。

DSA装置的辐射场由三种射线组成：主射线、散射线、漏射线。本项目DSA装置拟配备单管头设备，图像增强器对X射线主束有屏蔽作用，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，在血管造影术中使用图像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此DSA屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

本项目DSA为飞利浦Azurion 7 M20型，摄影模式下，DSA设备的管电压为60kV～100kV，管电流为300mA～500mA：透视模式下管电压为60kV～90kV、管电流为5mA～15mA，本环评拟进行保守估算，采用摄影工况下的设备参数：管电压100kV，管电流500mA；透视工况下的设备参数：管电压90kV，管电流15mA进行相关计算。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备的等效总滤过不小于2.5mmAl，本次计算总滤过取2.5mmAl保守读数。根据ICRP33号报告《医用外照射源的防护》图2（见图11.2-1），查得管电压为90kV状态下的离靶1m处发射率常数为6mGy/mA•min，管电压为100kV状态下的离靶1m处发射率常数为7.5mGy/mA•min。

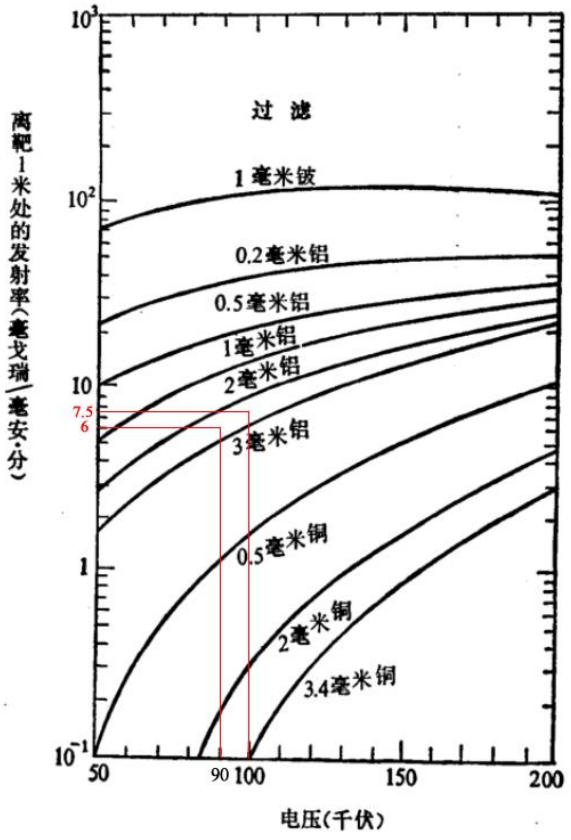


图 11.2-1 离靶1m处的发射率随管电压及总滤过厚度变化的情况

根据《辐射防护导论》（方杰主编）中X射线机剂量率计算公式（3.1），计算对距离靶点r（m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率，按公式11.2-1计算：

$$\dot{K}=I\cdot\delta_x\frac{r_o^2}{r^2} \quad （式 11.2-1）$$

式中：

Ḱ——离靶r（m）处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率，μGy/h；

I—管电流，mA；

δ_x——发射率常数，mGy/mA·min，见图11.2-1；

r_0——取1m；

r——距离靶点r（m）处由X 射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率，计算1m处剂量率时，取1m。

根据公式11.2-1计算距离靶点1m处由X射线机产生的初级X射线束造成的空气比释动能率，见表11.2-1

表11.2-1 DSA不同管电压下距靶1m处最大剂量率一览表

装置名称	工作状态	滤过材料及厚度（mm）	运行管电压（kV）	运行管电流（mA）	离靶1m处空气中的发射率常数（mGy/mA·min）	距靶1m处的空气比释动能率（μGy/h）
DSA	摄影	Al,2.5	100	500	7.5	2.25E+08
	透视	Al,2.5	90	15	6	5.40E+06

11.2.2 DSA机房周边影响理论计算

（一）关注点的选取

评价选择DSA机房实体屏蔽墙体防护外人员活动区域作为关注区域；对于同室近台操作人员，由于人员所处位置不固定，防护水平及距射线球管均有所不同，评价选取X射线球管距地面0.3m，源与患者的距离取0.7m。

根据DSA机房布局情况，本次评价关注点选取机房控制室观察窗铅玻璃外30cm处（A点）、机房东侧控制室防护墙体外30cm处（B点）、机房东侧控制室防护门外30cm处（C点）、机房东侧患者出入防护门外30cm处（D点）、机房南侧空房间防护墙体外30cm处（E点）、机房西侧污物通道防护门外30cm处（F点）、机房西侧值班室防护墙体外30cm处（G点）、顶棚正上方距顶棚地面100cm处（H点）和地板正下方距楼下地面170cm处（I点）作为关注点。根据屏蔽防护措施相同的情况下，关注点处辐射剂量率

随关注点距离辐射源点距离增加而减小的规律，在DSA机房相邻四周以外的地方，其受到的辐射剂量率更小，因此本次评价不再将其他地方列为关注点进行预测。本次评价DSA机房周围各关注点平面分布图如图11.2-2和11.2-3所示。

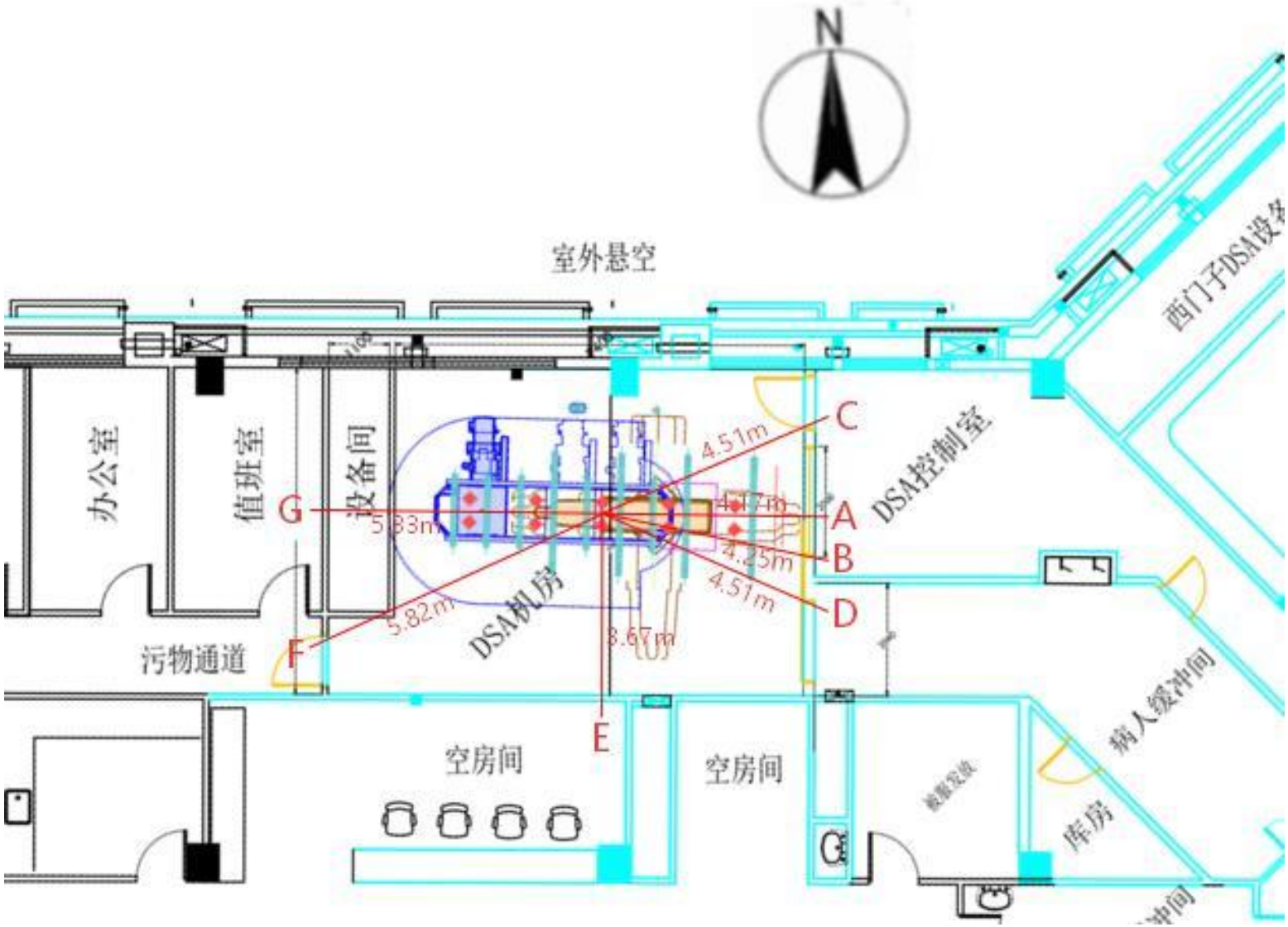


图11.2-2 本项目DSA机房周边关注点位置分布图

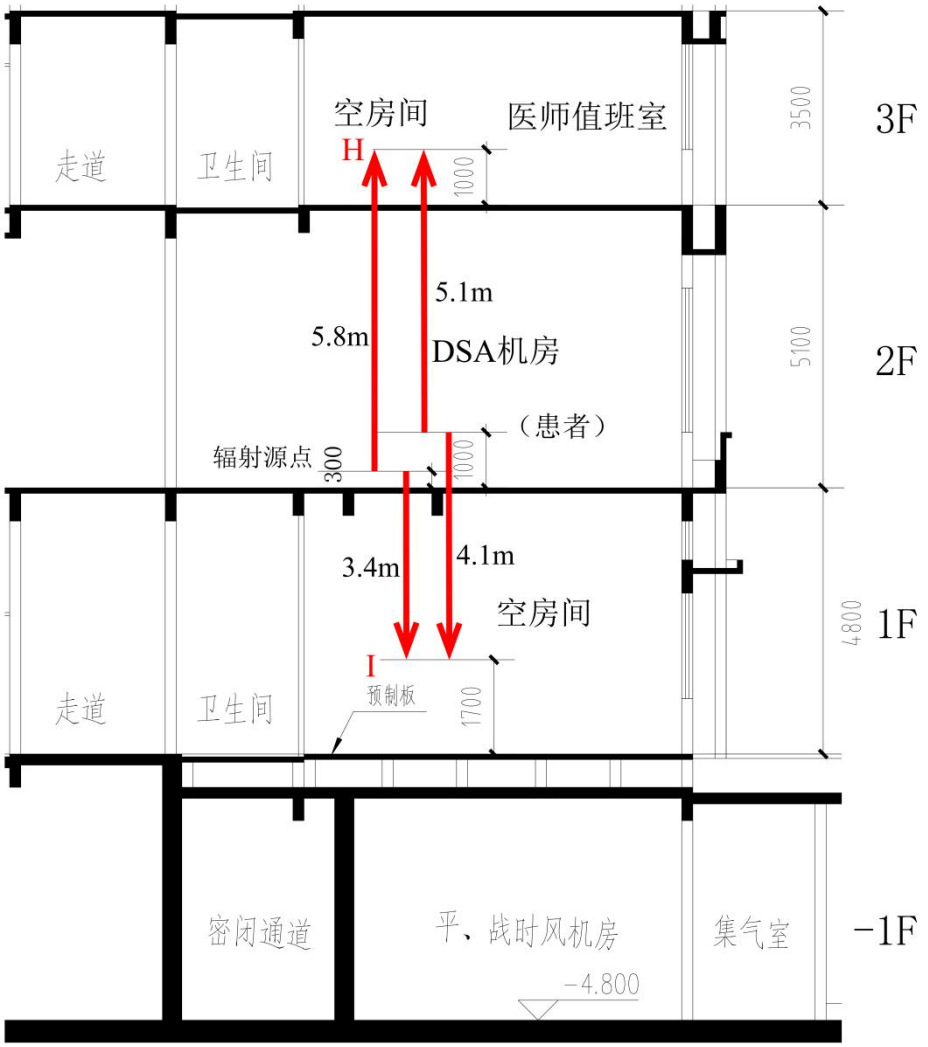


图11.2-3 本项目DSA机房楼上和楼下关注点位置分布图（剖面图）

本项目随DSA设备出厂配置有床侧防护帘（0.5mmPb）、铅悬挂防护屏（0.5mmPb）等辅助防护设施，根据相关经验描述，辐射工作人员进行同室介入手术时，机房内工作人员配备0.5mmPb的铅衣、铅眼镜等防护用品，手部穿戴0.025mmPb的介入防护手套，在进行介入手术过程中，第一、第二术者位医师一般平行站位于床旁防护用品后，手术医师距球管靶点水平垂直距离约60cm，胸部距诊断床垂直距离约25cm，其中医生手术位漏射辐射距离（即球管靶点距医生手术位距离）为（$0.6^2+0.3^2+0.95^2$）$^{0.5}$=1.16m（本评价取1m计算）、散射辐射距离（即诊断床患者距医生手术位距离）为（$0.6^2+0.3^2+0.25^2$）$^{0.5}$=0.72m（本评价取0.7m计算）；同理，护士手术位漏射辐射距离为（$0.6^2+0.8^2+0.95^2$）$^{0.5}$=1.38m（本评价取1.3m计算）、散射辐射距离为（$0.6^2+0.8^2+0.25^2$）$^{0.5}$=1.03m（本评价取1m计算），医生和护士手术位距离示意见图11.2-4。

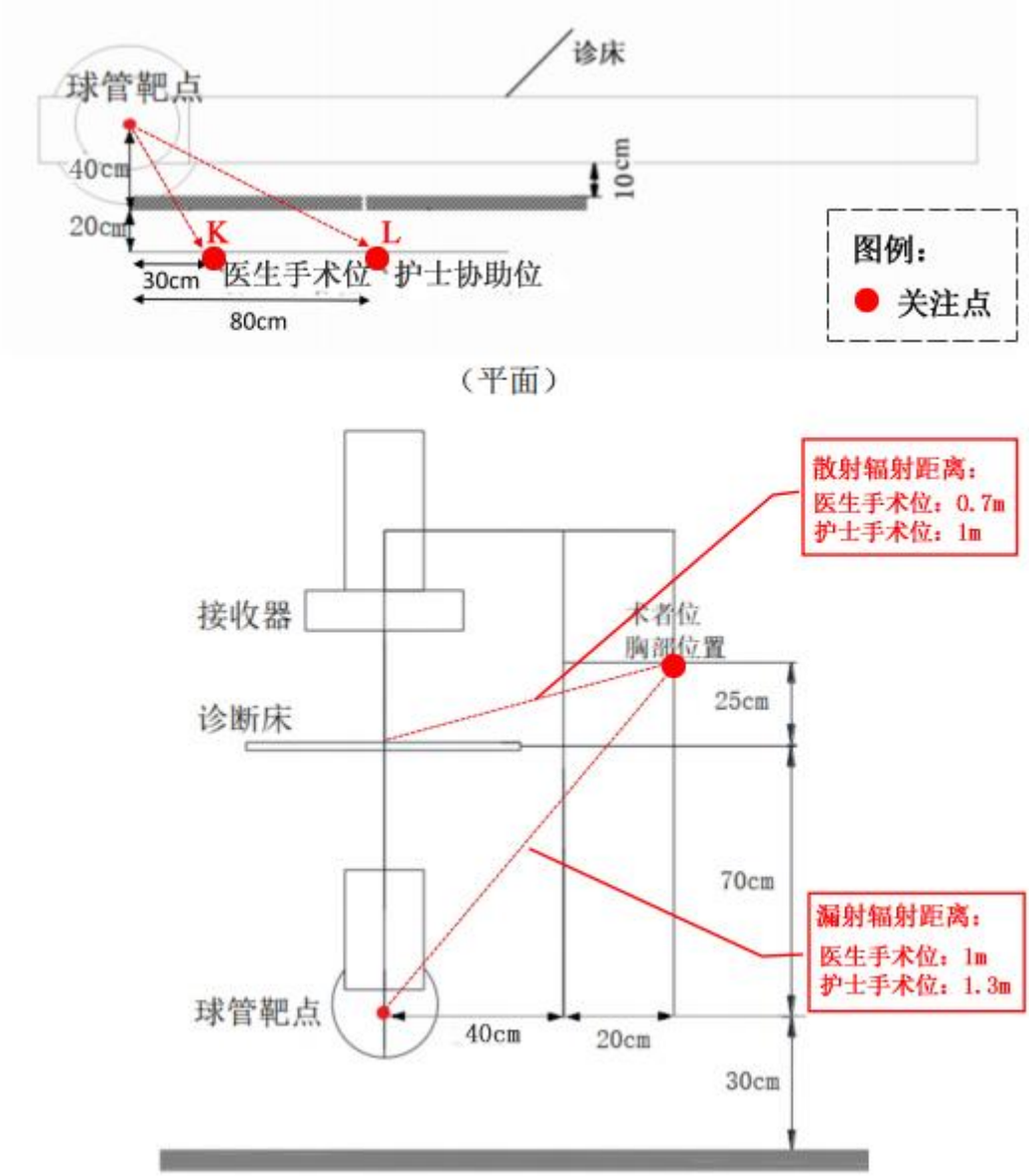


图11.2-4 医生和护士手术位距离示意图

各关注点位置情况详见下表：

表11.2-2 项目关注点位置情况表

关注点	位置	关注点至源点的距离（m）	关注点至患者的距离（m）
A	控制室观察窗铅玻璃外30cm处	4.17	4.17
B	东侧控制室防护墙体外30cm处	4.25	4.25
C	东侧控制室防护门外30cm处	4.51	4.51
D	东侧患者出入防护门外30cm处	4.51	4.51
E	南侧空房间防护墙体外30cm处	3.67	3.67
F	西侧污物通道防护门外30cm处	5.82	5.82
G	西侧值班室防护墙体外30cm处	5.33	5.33

H	顶棚正上方距顶棚地面100cm处	5.80	5.10
I	地板正下方距楼下地面170cm处	3.40	4.10
K	医生手术位（第一术者位）	1.0	0.7
L	护士协助位（第二术者位）	1.3	1.0

（二）理论计算

（1）泄漏辐射

泄漏辐射剂量率计算公式参考李德平、潘自强主编《辐射防护手册第一分册辐射与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）中P436中X射线机周照射量计算公式（10.8）进行推导（推导过程中居留因子n、利用因子u均取为1），则可推导出泄漏辐射剂量率计算公式如下：

$$\dot{H}_Z=\frac{\dot{H}_0\cdot B\cdot f}{d^2} \quad （式 11.2-2）$$

式中：$\dot{H}_Z$——关注点漏射剂量率，μGy/h；

$\dot{H}_0$——距靶点1m处的最大剂量率，μGy/h，详见表11.2-1；

d——机头至各关注点的距离，m；

f--------设备射线泄漏率，泄漏辐射剂量率按初级辐射束的0.1%计算；

B--------透射因子，按照《GBZ130-2020》附录C计算，见式（11.2-3）；

$$B=\left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma x}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad （式 11.2-3）$$

式中：X——铅当量；

α、β、γ——针对不同电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数，采用《GBZ130-2020》附录 C中表 C.2 数据获得，详见下表。

表11.2-3 铅对X射线辐射衰减的有关的拟合参数

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

经计算可知，本项目DSA机房外各关注点处泄漏辐射剂量率详见表11.2-4所示。

表11.2-4 本项目DSA机房外各关注点处泄漏辐射剂量率一览表

工作模式	关注点		等效铅当量（mmPb）	d(m)	$\dot{H}_0$ (μGy/h)	α	β	γ	透射因子B	$\dot{H}_Z$(μGy/h)
	编号	位置								
摄影	A	控制室观察窗铅玻璃外30cm处	5.0	4.17	2.25E+08	2.5	15.28	0.7557	2.78E-07	3.60E-03
	B	东侧控制室防护墙体外30cm处	4.0	4.25	2.25E+08	2.5	15.28	0.7557	3.39E-06	4.22E-02
	C	东侧控制室防护门外30cm处	5.0	4.51	2.25E+08	2.5	15.28	0.7557	2.78E-07	3.07E-03
	D	东侧患者出入防护门外30cm处	5.0	4.51	2.25E+08	2.5	15.28	0.7557	2.78E-07	3.07E-03
	E	南侧空房间防护墙体外30cm处	4.0	3.67	2.25E+08	2.5	15.28	0.7557	3.39E-06	5.66E-02
	F	西侧污物通道防护门外30cm处	5.0	5.82	2.25E+08	2.5	15.28	0.7557	2.78E-07	1.85E-03
	G	西侧值班室防护墙体外30cm处	4.0	5.33	2.25E+08	2.5	15.28	0.7557	3.39E-06	2.68E-02
	H	顶棚正上方距顶棚地面100cm处	4.17	5.80	2.25E+08	2.5	15.28	0.7557	2.21E-06	1.48E-02
	I	地板正下方距楼下地面170cm处	4.17	3.40	2.25E+08	2.5	15.28	0.7557	2.21E-06	4.31E-02
透视	A	控制室观察窗铅玻璃外30cm处	5.0	4.17	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	5.34E-06
	B	东侧控制室防护墙体外30cm处	4.0	4.25	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	1.10E-04
	C	东侧控制室防护门外30cm处	5.0	4.51	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	4.56E-06
	D	东侧患者出入防护门外30cm处	5.0	4.51	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	4.56E-06
	E	南侧空房间防护墙体外30cm处	4.0	3.67	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	1.48E-04
	F	西侧污物通道防护门外30cm处	5.0	5.82	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	2.74E-06
	G	西侧值班室防护墙体外30cm处	4.0	5.33	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	7.02E-05
	H	顶棚正上方距顶棚地面100cm处	4.17	5.80	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	2.19E-07	3.52E-05
	I	地板正下方距楼下地面170cm处	4.17	3.40	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	2.19E-07	1.02E-04
	K	手术室内医生手术位（铅衣外）	0.5	1.0	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	1.36E+02
		手术室内医生手术位（铅衣内）	1	1.0	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03	2.20E+01
	L	手术室内护士协作位（铅衣外）	0.5	1.3	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	8.04E+01
		手术室内护士协作位（铅衣内）	1	1.3	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03	1.30E+01

（2）散射辐射

对于病人体表的散射X射线可以用反照率法估计。散射剂量率采用李德平、潘自强主编《辐射防护手册第一分册辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能4出版社，1987）中P437页给出的公式计算：

$$\dot{H}_s=\frac{\dot{H}_0\cdot\alpha\cdot S}{d_0^{\,2}\cdot d_s^{\,2}}\cdot B \qquad （式 11.2-4）$$

式中：$\dot{H}_S$——散射剂量率，μGy/h；

$\dot{H}_0$——距出束点1m处的剂量率水平，μGy/h；

α——α=a/400，a是相对于400cm^{2}散射面积的受照物体对入射X射线的散射比，查《辐射防护手册第一分册》P437 表10.1，100kV下X射线90°散射因子a取0.0013（90°散射角）；

S——散射面积，cm^2；此处取100cm^2；

d_0——X射线机靶点与患者的距离，m，此处取0.7m；

d_S——患者与关注点的距离，m。

其他参数所代表意义同上。

经计算可知，本项目DSA机房外各关注点处的散射辐射剂量率详见表11.2-5所示。

表11.2-5 本项目DSA机房外各关注点处的散射辐射剂量率一览表

工作模式	关注点		等效铅当量（mmPb）	d_0(m)	d_s(m)	$\dot{H}_0$ (μGy/h)	α	β	γ	透射因子B	$\dot{H}_Z$ (μGy/h)
	编号	位置									
摄影	A	控制室观察窗铅玻璃外30cm处	5.0	0.7	4.17	2.25E+08	2.507	15.33	0.9124	4.19E-07	3.60E-03
	B	东侧控制室防护墙体外30cm处	4.0	0.7	4.25	2.25E+08	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06	4.25E-02
	C	东侧控制室防护门外30cm处	5.0	0.7	4.51	2.25E+08	2.507	15.33	0.9124	4.19E-07	3.07E-03
	D	东侧患者出入防护门外30cm处	5.0	0.7	4.51	2.25E+08	2.507	15.33	0.9124	4.19E-07	3.07E-03
	E	南侧空房间防护墙体外30cm处	4.0	0.7	3.67	2.25E+08	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06	5.69E-02
	F	西侧污物通道防护门外30cm处	5.0	0.7	5.82	2.25E+08	2.507	15.33	0.9124	4.19E-07	1.85E-03
	G	西侧值班室防护墙体外30cm处	4.0	0.7	5.33	2.25E+08	2.507	15.33	0.9124	5.14E-06	2.70E-02
	H	顶棚正上方距顶棚地面100cm处	4.17	0.7	5.10	2.25E+08	2.507	15.33	0.9124	3.36E-06	1.93E-02
	I	地板正下方距楼下地面170cm处	4.17	0.7	4.10	2.25E+08	2.507	15.33	0.9124	3.36E-06	2.98E-02

表11.2-5 本项目DSA机房外各关注点处的散射辐射剂量率一览表（续表）

工作模式	关注点		等效铅当量（mmPb）	d_0(m)	d_s(m)	$\dot{H}_0$ (μGy/h)	α	β	γ	透射因子B	$\dot{H}_Z$ (μGy/h)
	编号	位置									
透视	A	控制室观察窗铅玻璃外30cm处	5.0	0.7	4.17	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	3.54E-06
	B	东侧控制室防护墙体外30cm处	4.0	0.7	4.25	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	7.32E-05
	C	东侧控制室防护门外30cm处	5.0	0.7	4.51	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	3.03E-06
	D	东侧患者出入防护门外30cm处	5.0	0.7	4.51	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	3.03E-06
	E	南侧空房间防护墙体外30cm处	4.0	0.7	3.67	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	9.82E-05
	F	西侧污物通道防护门外30cm处	5.0	0.7	5.82	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	1.72E-08	1.82E-06
	G	西侧值班室防护墙体外30cm处	4.0	0.7	5.33	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	3.69E-07	4.65E-05
	H	顶棚正上方距顶棚地面100cm处	4.17	0.7	5.10	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	2.19E-07	3.02E-05
	I	地板正下方距楼下地面170cm处	4.17	0.7	4.10	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	2.19E-07	4.67E-05
	K	手术室内医生手术位（铅衣外）	0.5	0.7	0.7	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	1.84E+02
		手术室内医生手术位（铅衣内）	1.0	0.7	0.7	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03	2.98E+01
	L	手术室内护士协作位（铅衣外）	0.5	0.7	1.0	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	2.52E-02	9.01E+01
		手术室内护士协作位（铅衣内）	1.0	0.7	1.0	5.40E+06	3.067	18.83	0.7726	4.08E-03	1.46E+01

（3）DSA机房外各关注点总剂量率

根据表11.2-4和表11.2-5计算结果，本项目DSA机房各关注点处泄漏辐射和散射辐射叠加总辐射剂量率详见表11.2-6所示，计算得出的总剂量率单位为μGy/h。根据《辐射防护导论》（方杰主编），X射线的品质因数通常取1，因此Gy/Sv=1。

表11.2-6 本项目DSA机房外各关注点处总辐射剂量率一览表

工作模式	关注点		泄漏辐射剂量率(μSv/h)	散射辐射剂量率（μSv/h）	总辐射剂量率（μSv/h）
	编号	位置			
摄影	A	控制室观察窗铅玻璃外30cm处	3.60E-03	3.60E-03	7.19E-03
	B	东侧控制室防护墙体外30cm处	4.22E-02	4.25E-02	8.47E-02
	C	东侧控制室防护门外30cm处	3.07E-03	3.07E-03	6.15E-03
	D	东侧患者出入防护门外30cm处	3.07E-03	3.07E-03	6.15E-03

表11.2-6 本项目DSA机房外各关注点处总辐射剂量率一览表（续表）

工作模式	关注点		泄漏辐射剂量率(μSv/h)	散射辐射剂量率（μSv/h）	总辐射剂量率（μSv/h）
	编号	位置			
摄影	E	南侧空房间防护墙体外30cm处	5.66E-02	5.69E-02	1.14E-01
	F	西侧污物通道防护门外30cm处	1.85E-03	1.85E-03	3.69E-03
	G	西侧值班室防护墙体外30cm处	2.68E-02	2.70E-02	5.38E-02
	H	顶棚正上方距顶棚地面100cm处	1.48E-02	1.93E-02	3.41E-02
	I	地板正下方距楼下地面170cm处	4.31E-02	2.98E-02	7.29E-02
透视	A	控制室观察窗铅玻璃外30cm处	5.34E-06	3.54E-06	8.88E-06
	B	东侧控制室防护墙体外30cm处	1.10E-04	7.32E-05	1.84E-04
	C	东侧控制室防护门外30cm处	4.56E-06	3.03E-06	7.59E-06
	D	东侧患者出入防护门外30cm处	4.56E-06	3.03E-06	7.59E-06
	E	南侧空房间防护墙体外30cm处	1.48E-04	9.82E-05	2.46E-04
	F	西侧污物通道防护门外30cm处	2.74E-06	1.82E-06	4.56E-06
	G	西侧值班室防护墙体外30cm处	7.02E-05	4.65E-05	1.17E-04
	H	顶棚正上方距顶棚地面100cm处	3.52E-05	3.02E-05	6.54E-05
	I	地板正下方距楼下地面170cm处	1.02E-04	4.67E-05	1.49E-04
	K	手术室内医生手术位（铅衣外）	1.36E+02	1.84E+02	3.20E+02
		手术室内医生手术位（铅衣内）	2.20E+01	2.98E+01	5.18E+01
	L	手术室内护士协作位（铅衣外）	8.04E+01	9.01E+01	1.70E+02
		手术室内护士协作位（铅衣内）	1.30E+01	1.46E+01	2.76E+01

由表11.2-6计算结果可知：本项目DSA射线装置在摄影模式下，机房外周围各关注点处的辐射剂量率最大值为1.14×10^{-1}μSv/h；透视模式下，手术室周围各关注点处的辐射剂量率最大值为2.46×10^{-4}μSv/h。机房外周围各关注点处的辐射剂量率能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于25μSv/h”的要求。

机房外周围各关注点处的辐射剂量率叠加：本项目DSA控制室、病人缓冲间东侧位置设有1台DSA机在用，考虑2台设备同时运行时对本项目机房外周围各关注点处的辐射剂量率叠加影响。根据医院提供的2025年度住院楼二楼DSA手术室防护检测报告（报告编号：2520518-BGQTR26369，详见附件14）可知，DSA手术室周围本底值为0.15~0.17μSv/h，DSA手术室西墙体外30cm处防护检测结果为0.15~0.16μSv/h，在本底值

范围内，因此，东侧DSA手术室在正常运行时对本项目相邻各关注点影响很小，叠加本项目DSA射线装置在摄影/透视模式下，机房外周围各关注点处的辐射剂量率依然能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求。

11.2.3 类比分析

本项目类比分析采用《泉州市第一医院核技术利用项目（分期验收）竣工环境保护验收监测报告表》中有关检测数据，该项目已于2024年12月通过竣工环保验收。

（1）类比可行性分析

本次拟建的DSA项目与类比项目DSA技术参数、防护措施对比情况见表11.2-7所示。

表11.2-7 本项目DSA与类比对象DSA对比条件一览表

项目	本项目	类比对象	类比结果
运营单位	武夷山市立医院	泉州市第一医院	/
最大管电压	125kV	125kV	一致
最大管电流	1000mA	1000mA	一致
东面、北面墙体屏蔽铅当量	200mm空心砖+4mmPb铅板（4.0mmPb）	240mm实心砖+30mm硫酸钡水泥（4.56mmPb）	类比对象略大于本项目
东面、北面墙体屏蔽铅当量	10cm龙骨架+4mmPb铅板（4.0mmPb）	240mm实心砖+30mm硫酸钡水泥（4.56mmPb）	类比对象略大于本项目
防护门铅当量	5mmPb	3mmPb	本项目略优于类比对象
观察窗铅当量	5mmPb	3mmPb	本项目略优于类比对象
顶棚铅当量	100mm混凝土+40mm硫酸钡水泥（4.17mmPb）	250mm混凝土（3.4mmPb）	本项目略优于类比对象
地板铅当量	100mm混凝土+40mm硫酸钡水泥（4.17mmPb）	250mm混凝土（3.4mmPb）	本项目略优于类比对象
机房面积	39.96m^2	49.72m^2	类比对象略大于本项目

由表11.2-7可知，本项目DSA的最大管电压、最大管电流与类比对象均一致，DSA机房面积略小于类比对象，四面墙体屏蔽防护类比对象略优于本项目，其他屏蔽防护本项目略优于类比对象，因此采用该项目作为本项目的类比对象可行。

（2）类比监测结果

根据《泉州市第一医院核技术利用项目（分期验收）竣工环境保护验收监测报告表》的检测报告，类比对象DSA机房周边检测结果见表11.2-8所示，类比对象检测点位示意图见图11.2-5。

表11.2-8 类比对象周围剂量率监测结果一览表

测点编号	检测点位描述	检测结果（μSv/h）		
		透视模式开机	摄影模式开机	关机
1	操作位处	0.16	0.15	0.13
2	距观察窗外表面30cm处（中部）	0.15	0.15	0.13
3	距观察窗外表面30cm处（上侧）	0.15	0.15	0.14
4	距观察窗外表面30cm处（下侧）	0.16	0.15	0.13
5	距观察窗外表面30cm处（左侧）	0.15	0.15	0.13
6	距观察窗外表面30cm处（右侧）	0.15	0.15	0.13
7	距机房南墙防护门中部外表面30cm处	0.16	0.15	0.13
8	距机房南墙防护门上缝外表面30cm处	0.16	0.15	0.13
9	距机房南墙防护门下缝外表面30cm处	0.61	0.60	0.13
10	距机房南墙防护门左缝外表面30cm处	0.16	0.15	0.13
11	距机房南墙防护门右缝外表面30cm处	0.16	0.15	0.13
12	距机房东墙外表面30cm处（毗邻：空机房）	0.15	0.15	0.14
13	距机房西墙外表面30cm处（毗邻：空机房）	0.14	0.15	0.14
14	距机房南墙外表面30cm处（毗邻：控制室）	0.15	0.15	0.14
15	距机房北墙外表面30cm处（毗邻：过道、设备用房、导管室）	0.15	0.15	0.14
16	机房楼上距地面100cm处（毗邻：平台）	0.15	0.15	0.13
17	机房楼下距地面170cm处（毗邻：大厅）	0.15	0.15	0.13
18	距机房北墙防护门中部外表面30cm处①	0.15	0.15	0.13
19	距机房北墙防护门上缝外表面30cm处①	0.15	0.15	0.13
20	距机房北墙防护门下缝外表面30cm处①	0.15	0.15	0.13
21	距机房北墙防护门左缝外表面30cm处①	0.15	0.15	0.13
22	距机房北墙防护门右缝外表面30cm处①	0.15	0.15	0.13
23	距机房穿墙管线口外30cm处	0.16	0.15	0.13
24	距机房排气口外30cm处	0.15	0.15	0.13
25	距机房北墙防护门中部外表面30cm处②	0.15	0.15	0.13
26	距机房北墙防护门上缝外表面30cm处②	0.15	0.15	0.13
27	距机房北墙防护门下缝外表面30cm处②	0.39	0.39	0.13
28	距机房北墙防护门左缝外表面30cm处②	0.15	0.15	0.13
29	距机房北墙防护门右缝外表面30cm处②	0.15	0.15	0.13
30	介入手术室内第一术者位头部	*194.98 #42.76	*222.80 #42.39	0.13

31	介入手术室内第一术者位胸部	*196.27	#42.56	*202.11	#40.25	0.13
32	介入手术室内第一术者位腹部	*141.62	#33.48	*144.30	#32.44	0.13
33	介入手术室内第一术者位下肢	*84.30	#13.93	*82.82	#15.14	0.13
34	介入手术室内第一术者位足部	*64.80	#11.72	*63.91	#10.99	0.13
35	介入手术室内第二术者位头部	*15.76	#3.36	*17.12	#3.79	0.13
36	介入手术室内第二术者位胸部	*16.88	#3.35	*17.46	#3.60	0.13
37	介入手术室内第二术者位腹部	*235.47	#42.03	*247.45	#41.55	0.13
38	介入手术室内第二术者位下肢	*83.71	#15.91	*84.99	#13.83	0.13
39	介入手术室内第二术者位足部	*16.76	#3.69	*17.36	#3.25	0.13

注：1.测量结果未扣除本底值。

2.透视模式监测工况：管电压80kV、管电流9.7mA；摄影模式监测工况：管电压68kV、管电流296mA。

3.*标注结果为无0.5mmPb铅衣屏蔽，#标注结果为有0.5mmPb铅衣屏蔽。

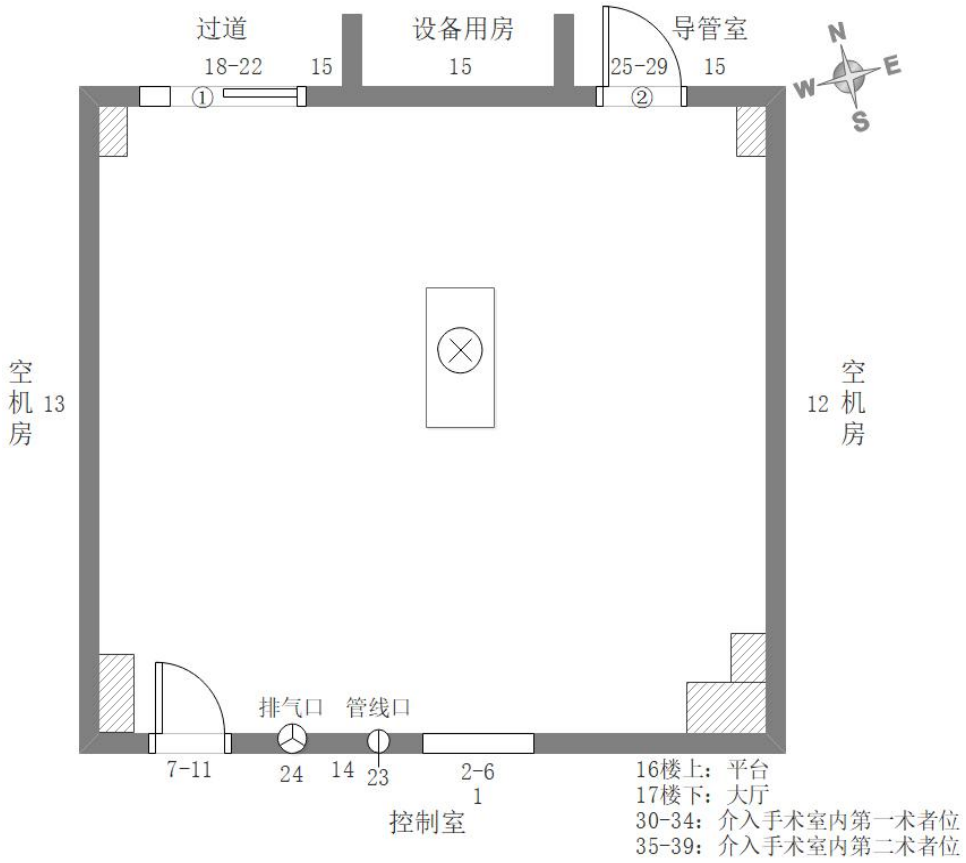


图11.2-5 类比对象检测点位示意图

由表11.2-8可知，类比项目DSA在正常运行时，透视模式下机房周围的X-γ辐射剂量当量率检测结果为0.14μSv/h-0.61μSv/h，摄影模式下机房周围的X-γ辐射剂量当量率检测结果为0.15μSv/h-0.60μSv/h。本项目DSA的最大管电压、最大管电流与类比项目一致，

故可预测本项目DSA装置正常运行后周围各关注点辐射剂量率可满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

11.2.4 周围公众及辐射工作人员年有效剂量估算

（1）原有项目个人剂量当量

本项目依托现有12名辐射工作人员。根据2025年第3、4季度和2026年第1、2季度个人剂量监测报告（监测周期：2025年7月1日—2026年6月29日，详见附件10），本项目依托的12名辐射工作人员连续4个季度总有效剂量见表11.2-9。

表11.2-9　依托辐射工作人员原有项目贡献剂量一览表

序号	姓名	工作岗位	2025年第3季度个人剂量当量（mSv）	2025年第4季度个人剂量当量（mSv）	2026年第1季度个人剂量当量（mSv）	2026年第2季度个人剂量当量（mSv）	近期连续4个季度总有效剂量（mSv）
1	黄	心内科医生	<MDL	0.071	0.099	0.244	0.430
2	叶	心内科医生	0.468	0.147	0.052	<MDL	0.683
3	崔	神经外科医生	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.064
4	陈	神经内科医生	<MDL	<MDL	<MDL	0.032	0.080
5	刘	普外科医生	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.064
6	翁	脑血管内科医生	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.064
7	韩	脑血管内科医生	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.064
8	俞	心内科护士	<MDL	/	/	<MDL	0.064
9	黄	手术室护士	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.064
10	吴	手术室护士	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.064
11	蔡	介入放射技师	0.165	0.122	0.112	0.167	0.566
12	杨	介入放射技师	0.095	0.168	0.154	0.156	0.573
备注：MDL为0.032mSv。							

（2）DSA工作负荷

根据建设单位提供的资料，本项目DSA的使用主要涉及医院心血管内科、神经内科、神经外科和脑血管内科，预估每月手术量约50台，每年手术量约600台。DSA介入手术透视时间一般在15min～20min，摄影时间一般在0.5min～1min，医院已使用DSA开展介入手术多年，因此本次评价每台手术透视时间按15min计算，摄影时间按1min计算；即本项目DSA年透视时间最多9000min（150h），摄影时间最多600min（10h）。医生手术过程中需通过透视影像辅助进行手术，因此医生同室操作时间为透视模式总时间；护

士在手术过程中承担记录手术情况、传递医疗器械及辅助医生手术的工作，既有同室操作又有隔室操作，非必要情况下在设备透视曝光过程中可处于手术室外，同室时间按透视模式总时间的1/3考虑；技师只需在控制室操作设备，因此技师年受照时间均为隔室操作时间。

本项目DSA各岗位辐射工作人员工作负荷详见下表。

表11.2-10 本项目DSA工作负荷一览表

射线装置	岗位	出束模式	操作方式	平均每台手术曝光时间（min）	年手术最大量（台）	受照时间（h）	岗位人数（人）	单名工作人员最大受照时间（h）
DSA	医生	摄影	隔室操作	1	600	10	7（3组手术医生轮岗）	3.33
		透视	同室操作	15		150		50
	护士	摄影	隔室操作	1		10	3（3名护士轮岗）	3.33
		透视	隔室操作	2/3×15		100		33.33
			同室操作	1/3×15		50		16.67
	技师	摄影	隔室操作	1		10	2（2名技师轮岗）	5
		透视	隔室操作	15		150		75

（2）辐射工作人员年有效剂量估算结果

根据《职业性外照射个人监测规范》GBZ 128-2019给出的公式进行估算：

$$E=\alpha H_u+\beta H_o \quad \text{式11.2-5}$$

式中：

E——有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

α——系数，有甲状腺屏蔽时，取0.79；无屏蔽时，取0.84。DSA机房内配备有个人防护用品，因此取0.79；

β——系数，有甲状腺屏蔽时，取0.051；无屏蔽时，取0.100。DSA机房内配备有个人防护用品，因此取0.051；

H_u——铅围裙内个人剂量计测得的Hp（10），单位为毫希沃特（mSv）；

H_0——铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 Hp（10），单位为毫希沃特（mSv）。

本项目DSA设备辐射工作人员年有效剂量结果见下表11.2-11：

表11.2-11 职业人员有效剂量中的外照射分量估算结果

工作人员	模式	操作方式	剂量率（μSv/h）	年工作时间（h）	年有效剂量（mSv）	剂量约束值（mSv）	评价
医生	透视	同室操作（铅衣外）	320	50	2.862	5	符合
		同室操作（铅衣内）	51.8				
	摄影	隔室操作	8.47E-02①	3.33			
护士	透视	同室操作（铅衣外）	170	16.67	0.508	5	符合
		同室操作（铅衣内）	27.6				
		隔室操作	1.84E-04②	33.33			
	摄影	隔室操作	8.47E-02①	3.33			
技师	透视	隔室操作	1.84E-04②	75	4.37E-04	5	符合
	摄影	隔室操作	8.47E-02①	5			

注：①摄影模式下隔室操作剂量率取表11.2-6中摄影模式下计算出来的控制室防护墙体外30cm处剂量当量率为8.47E-02μSv/h；

②透视模式下隔室操作剂量率取表11.2-6中透视模式下计算出来的控制室防护墙体外30cm处剂量当量率为1.84E-04μSv/h；

根据表11.2-11可知，本项目拟建DSA机房辐射工作人员年有效剂量最大约为2.862mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射工作人员职业照射剂量应不超过“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”的限值要求，同时满足本项目辐射工作人员年有效剂量不大于5mSv的剂量约束值要求。

考虑到本项目辐射工作人员还从事医院另外1台DSA的介入手术操作，因此叠加本项目医生（叶文华）近4个季度辐射工作人员个人累计剂量值0.683mSv，得出本项目辐射工作人员最大年受照剂量为2.862mSv+0.683mSv=3.545mSv，满足本项目职业人员受照的年有效剂量不超过5mSv的年剂量约束值要求。

工作人员剂量叠加：本项目DSA控制室东侧位置设有1台DSA机在用，考虑2台设备同时运行时对本项目工作人员的剂量叠加。根据医院提供的2025年度住院楼二楼DSA手术室防护检测报告（报告编号：2520518-BGQTR26369，详见附件14）可知，DSA手术室周围本底值为0.15~0.17μSv/h，DSA手术室西墙体外30cm处防护检测结果为0.15~0.16μSv/h，在本底值范围内，因此，东侧DSA手术室在正常运行时对本项目相邻各关注点影响很小，叠加后辐射工作人员年有效剂量最大值仍为3.545mSv，满足本项目

辐射工作人员年有效剂量不大于5mSv的剂量约束值要求。

本项目设备运行时的X射线辐射剂量率保守按最小固有滤过2.5mmA1进行计算，未考虑附加滤过材料的影响，因此估算结果是偏保守的。DSA射线装置在固有滤过材料的基础上，均配备有A1、Cu等附加滤过材料，实际运行过程中，辐射工作人员只要严格按照操作规程规范使用设备、正确使用防护用品和设施，正常情况下辐射工作人员实际年有效剂量值将小于上述保守预测结果。

（2）公众年有效剂量估算结果

本次评价对关注点人员的有效剂量估算参照《辐射防护导论》（方杰主编）中的计算公式，如下：

$$D_{Eff}=D_r\times t\times T\times U \qquad 式11.2\text{-}6$$

式中：D_{Eff}——辐射外照射人均年有效剂量，Sv；

Dr——辐射剂量率，Sv/h；

t——年工作时间，h；

T——居留因子；

U——使用因子，以点源考虑，本次评价取1。

不同场所的居留因子参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）附录A选取，详见表11.2-12所示。

表11.2-12 居留因子选取一览表

场所	居留因子（T）		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、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域
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2：相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5：走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8：各治疗室门 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40：仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

根据DSA机房周围环境保护范围内公众的可到达性及停留时间对公众的年受照剂量进行分析。据表11.2-6计算结果，取DSA机房外各侧剂量率最大值进行分析（保守不再考虑距离的衰减）。本项目DSA机房透视年出束时间为150h，摄影年出束时间为10h。公众年有效剂量计算结果见下表。

表11.2-13 本项目周围公众年有效剂量估算结果一览表

保护目标	射线类型	年出束时间（h）	T	辐射剂量率（μSv/h）	年有效剂量（mSv）	
东侧病人缓冲间公众人员	透视模式	150	1/8	7.59E-06	1.42E-07	7.83E-06
	摄影模式	10		6.15E-03	7.69E-06	
南侧空房间公众人员和非辐射工作人员	透视模式	150	1/16	2.46E-04	2.31E-06	7.36E-05
	摄影模式	10		1.14E-01	7.13E-05	
西侧污物通道非辐射工作人员	透视模式	150	1/8	4.56E-06	8.55E-08	4.70E-06
	摄影模式	10		3.69E-03	4.61E-06	
西侧值班室非辐射工作人员	透视模式	150	1	1.17E-04	1.76E-05	5.56E-04
	摄影模式	10		5.38E-02	5.38E-04	
三楼医师值班室、换药室和空房间公众人员和非辐射工作人员	透视模式	150	1	6.54E-05	9.81E-06	3.51E-04
	摄影模式	10		3.41E-02	3.41E-04	
一楼空房间非辐射工作人员	透视模式	150	1/16	1.49E-04	1.40E-06	4.70E-05
	摄影模式	10		7.29E-02	4.56E-05	

由表11.2-13计算可知，本项目DSA机房周围环境保护目标处公众所受年有效剂量最大为5.56×10^{-4}mSv，满足本项目公众所受年有效剂量不超过 0.1mSv的年剂量约束值要求。

公众剂量叠加：本项目DSA机房外病人缓冲间东侧位置设有1台DSA机在用，考虑2台设备同时运行时对病人缓冲间的辐射剂量率叠加影响。根据医院提供的2025年度住院楼二楼DSA手术室防护检测报告（报告编号：2520518-BGQTR26369，详见附件14）可知，DSA手术室周围本底值为0.15~0.17μSv/h，DSA手术室西墙体外30cm处防护检测结果为0.15~0.16μSv/h，在本底值范围内，因此，东侧DSA手术室在正常运行时对病人缓冲公众人员影响很小，叠加后公众人员年有效剂量值仍为5.56×10^{-4}mSv，满足本项目公众所受年有效剂量不超过 0.1mSv的年剂量约束值要求。

对于本项目DSA机房实体屏蔽体边界外50m以内的其他公众，由于剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，随着距离的增加，周围50m范围内公众所受年有效剂量更小，能够满足本项目DSA机房周围公众所受1年有效剂量不超过0.1mSv的年剂量约束值要求。

综上所述，本项目DSA机房的辐射屏蔽防护设计满足要求，其正常运行后产生的辐射影响在国家标准允许的范围以内。上述估算仅是理论计算，实际应用时，工作人员的

受照剂量应以佩戴的个人剂量计检测结果为准。

11.2.5 废气影响

本项目运行时，DSA在开机过程中发射的X射线接触空气，会产生微量臭氧及氮氧化物等有害气体（主要为臭氧），本项目拟在DSA手术室设计机械排风系统，可保证手术室内良好的通风效果，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）关于通风的要求。

11.2.6 介入治疗过程的防护要求

介入手术需要工作人员近距离同室操作，其受照剂量大小与设备曝光时间、患者病情状况等均密切相关，同时也与手术操作人员的工作习惯、技术水平有关。因此，医院在开展DSA介入手术过程中还应严格落实以下要求：

（1）手术医生的要求

①提高辐射防护和诊疗技术水平，全面掌握辐射防护法规与技术知识；

②结合诊疗项目实际情况，治疗前应制定和优化治疗方案，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施，以减少受照剂量；

③根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求，DSA辐射工作人员建议佩戴2枚个人剂量计，并且将内、外剂量计做明显标记（如以对比鲜明的颜色进行区分等），1枚佩戴在铅围裙内躯干上，1枚佩戴在铅围裙外锁骨对防止内、外剂量计反戴的情况发生；

④严格开展介入手术医生的个人剂量监测，发现问题及时调查、整改。

（2）介入治疗时的防护要求

①时间防护：熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少照射和采集时间。特别避免未操作时仍踩脚闸；

②缩小照射野：在满足影像采集质量和诊疗需要的前提下，尽量缩小照射野、调节透视脉冲频率至最低状态；

③短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；

④充分利用各种防护器材：操作者穿戴铅衣、铅颈套、铅帽和铅眼镜；处于生育年龄者还可加穿铅橡胶性腺防护方巾；使用铅悬挂防护屏及床侧防护帘；重大手术需要技师、护师或其他人员在手术室内时，除佩戴上述物品，最好配有铅屏风，让上述人员在屏风后待命，并做好其他个人防护。

11.3事故影响分析

11.3.1 辐射事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第449号，根据2019年3月2日国务院令第709号修订）及《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》的有关规定，辐射事故按其性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，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，各等级的判定条件见表11.3-1。

表11.3-1 辐射事故分级及判定条件一览表

事故等级	判定条件
特别重大辐射事故（I级）	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（II级）	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级）	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级）	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

本项目拟使用1台DSA装置，属II类射线装置，不涉及放射性同位素（放射源）的使用与贮存，不存在放射源丢失、被盗、失控以及放射性物质泄漏、散失等事故情形。结合表11.3-1的判定条件，本项目可能发生的辐射事故类型仅为“射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射”，对应事故分级为一般辐射事故（IV级）。

11.3.2 可能发生的辐射事故

11.3.2.1 事故风险危害识别

本项目DSA机属于II类射线装置，只有当设备开机并处于出束状态时才会产生X射线，设备关机时不会产生X射线；因此，本项目辐射事故多为人员误留或误入机房产生的误照射事故。按事故诱因可归纳为以下四类：

（1）安全联锁与警示设施失效类

①当工作状态指示灯、门灯联锁、声光警示装置损坏时，公众、检查管理人员或检修维护人员在DSA处于出束状态时误入手术室，在不知情的情况下在机房内停留或在机房周围活动，致使人员受到额外的X射线照射。

② DSA在不停机、铅玻璃老化和铅门破损未及时维修情况下，给周围活动人员及辐射工作人员造成额外的X射线照射。

③ 曝光时防护门未关闭或门灯联锁失效，导致防护门外停留人员受到意外的X射线照射。

（2）违章操作类

①因违章操作，控制室操作人员在病人及医护人员未撤离手术室时进行曝光，给病人及医护人员造成额外的X射线照射。

②进行介入手术的医护人员未穿戴铅围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜、介入防护手套等个人防护用品而受到不必要的X射线照射；未为非受检部位（尤其是性腺、甲状腺、眼晶体等敏感器官）采取屏蔽防护，致使患者受到不必要的X射线照射。

（3）设备失控类

在曝光结束后，DSA设备不能正常停止出束（透视或摄影无法终止），给病人及医护人员造成额外的照射。

（4）应急处置失效类

在发生事故时，紧急停止开关失灵，未能及时终止出束，给病人及医护人员造成额外的照射。

11.3.2.2 事故工况下的辐射影响分析

（1）事故情景筛选

上述各类情景的受照对象及其防护状态不同，所对应的辐射场参数与受照持续时间亦不相同。为估算事故工况下人员可能受到的最大剂量，按受照人群分别筛选代表性的最不利情景，见表11.3-2。

本项目拟按照要求配备床侧防护帘，所以本项目机房内无屏蔽条件下的周围剂量当量率保守取本报告表11.2-6透视模式下第一术者位（铅衣外）的计算值320μSv/h；类比项目（泉州市第一医院）同类工况下的实测值可作为佐证，其摄影模式下机房内无铅衣屏蔽的最大检测值为247.45μSv/h，与计算值处于同一量级。

表11.3-2 事故工况最大剂量估算情景筛选表

情景编号	受照人群	事故情景描述	事故点位周围剂量当量率取值
A	职业人员（介入手术医生、护士）	未按规定穿戴铅围裙等个人防护用品，在DSA透视出束期间全程于第一术者位同室操作	320μSv/h（透视模式，第一术者位铅衣外）
B	公众/非辐射工作人员	门灯联锁及声光警示失效，在DSA出束期间误入机房并滞留至透视结束	320μSv/h（不考虑距离因素，机房内无屏蔽条件，按保守取值）
C	公众	曝光时防护门未关闭或门灯联锁失效，人员于防护门外停留	1.11×10^{1}μSv/h（透视）/7.51×10^{2}μSv/h（摄影）

（2）估算模式

事故工况下人员所受外照射剂量按下式估算：

$$D=\dot{H}^*(10)\times t\times 10^{-3}$$

式中：D——事故工况下受照人员所受外照射剂量，单位为毫希沃特（mSv）；

$\dot{H}^*(10)$——事故点位周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时（μSv/h）；

t——受照持续时间，单位为小时（h）。

（3）参数选取与计算结果

各情景参数取值及计算结果见表11.3-3。其中，单台手术透视出束时间按照本项目手术时间取15min，摄影出束时间取1min。

表11.3-3 事故工况下人员最大受照剂量估算结果

情景	受照人群	剂量率（μSv/h）	受照持续时间（min）	受照剂量（mSv）	剂量约束值（mSv/a）	评价
A	医生（未穿戴铅衣，单台手术）	320	15	0.08	5	符合
B	公众误入机房（单台手术）	320	15	0.08	0.1	符合
C	防护门外停留公众（单台手术）	7.51×10^{2}	1	1.25×10^{-2}	0.1	符合
		1.11×10^{1}	15	2.78×10^{-3}	0.1	符合

（4）事故后果评价

由表11.3-3的估算结果分析如下：

①情景A：介入手术医生未按规定穿戴个人防护用品完成一台介入手术（透视出束15min），所受外照射剂量约为0.08mSv，低于本项目职业人员年剂量约束值5mSv/a，更低于GB18871-2002规定的职业照射剂量限值，不构成辐射事故。

②情景B：公众或非辐射工作人员误入机房并滞留至透视结束（15min），所受外照射剂量约为0.08mSv，低于本项目公众人员年剂量约束值0.1mSv/a，更低于公众年剂量限值1mSv/a，不构成辐射事故。

③情景C：防护门外停留人员在单次摄影曝光期间所受剂量约为1.25×10^{-2}mSv，单次透视期间所受剂量约为2.78×10^{-3}mSv，低于本项目公众人员年剂量约束值0.1mSv/a，更低于公众年剂量限值1mSv/a，不构成辐射事故。

综合上述分析，本项目在事故工况下，单次事故所致人员最大受照剂量约为0.08mSv，低于相应人群的年剂量限值，不会构成《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》规定的一般及以上等级辐射事故。

11.3.3 辐射事故预防措施

根据上述分析，本项目可能发生的辐射事故及风险主要源于安全管理不到位和操作规程执行不严格。为最大限度降低事故发生概率、控制事故后果，建设单位应采取以下预防措施：

（1）组织管理措施

①建立辐射安全与环境保护管理机构，完善辐射安全管理制度、DSA操作规程、岗位职责、设备检修维护制度、人员培训计划和辐射工作场所现场监测制度等，并在实际工作中严格贯彻执行。

②制定并定期修订《辐射事故应急预案》，明确应急组织体系、应急处置流程、响应时限和责任分工；每年至少组织一次辐射事故应急演练和应急培训。

③严格落实辐射工作人员培训考核、职业健康监护和个人剂量监测制度，确保所有辐射工作人员持证上岗。

（2）工程与设施措施

①机房防护门与工作状态指示灯、声光警示装置实现有效联锁，并每周检查不少于一次，发现失效立即停用修复，严禁在联锁失效状态下出束。

②机房内及控制台设置紧急停止开关，实现双点位紧急停机，并每月测试一次；设备应具备多重出束终止方式，确保任一环节均可切断高压、终止出束。

③按GBZ130-2020要求配齐铅悬挂防护屏（0.5mmPb）、床侧防护帘（0.5mmPb）等辅助防护设施，并定期检查其完好性。

④机房设置机械排风系统，保证室内通风良好。

⑤每年委托有资质单位对辐射工作场所进行一次年度检测，对防护门缝隙、观察窗、穿墙管线口等薄弱部位重点巡测。

（3）人员防护措施

①为介入手术工作人员配备数量充足、铅当量满足要求的个人防护用品，包括铅衣、铅橡胶围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜（均为0.5mmPb）及介入防护手套（0.025mmPb）等，并定期检查、及时更换。

②建立术前个人防护用品穿戴核查制度，未按规定穿戴者不得进入机房参与介入手术。

③介入手术工作人员配备双剂量计，1枚佩戴于铅围裙内躯干部位，1枚佩戴于铅围

裙外锁骨对应的衣领位置，严格执行个人剂量监测规定。

④优化介入操作技术，熟悉设备性能，缩短照射与采集时间，避免未操作时踩踏脚闸；在满足诊疗需要的前提下尽量缩小照射野、降低透视脉冲频率、缩短物片距，以减少散射线。

（4）应急处置与报告措施

①曝光前严格执行机房清场与语音提示，确认无关人员撤离、防护门关闭后方可出束，并做好手术登记。

②一旦发生人员误入、误留或设备失控，应立即切断电源终止出束，组织人员撤离，划定警戒范围并设置明显的电离辐射警告标志，禁止公众入内。

③及时估算受照人员剂量，必要时安排医学检查与救治，并按规定时限向当地生态环境主管部门、公安部门报告，在造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康主管部门。各类事故的应急处置流程、响应时限和责任分工见表11.3-4。

表11.3-4 本项目所涉及的事故类别及处理措施一览表

可能发生的辐射事故	应急处置流程	响应时限	责任分工
①DSA 机正常工作时，陪检人员滞留机房导致发生误照射； ②工作状态指示灯、门灯联锁等安全联锁装置发生故障失效的状况下，人员误入 DSA 机正在运行的机房，导致发生误照射。	①一旦发现有人员误入或误留机房，工作人员应立刻切断电源，确保射线装置停止工作； ②误入或误留人员应在最短的时间内撤离机房。机房外划出警戒范围，设置明显的电离辐射警告标志，禁止公众人员入内； ③对可能受到超剂量照射的人员，应及时安排其接受检查或在指定的医疗机构救治； ④发现上述事故者应立即报告医院辐射事故应急小组，由医院辐射事故应急小组上报当地生态环境部门和公安部门，在造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门； ⑤事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。	①发现人员滞留后 1 分钟内切断电源并启动撤离； ②撤离完成后 10 分钟内完成现场警戒； ③30 分钟内上报医院辐射事故应急处置领导小组； ④医院辐射事故应急小组接到报告后 1 小时内上报生态环境、公安及卫生健康部门。	①机房操作人员：第一时间切断电源、组织撤离、报告现场情况； ②科室负责人：启动现场警戒，联系医疗救治； ③医院辐射事故应急处置领导小组：统筹上报、组织后续调查与整改。
③操作人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射。	①操作人员一旦发现因违反操作规程或误操作导致的意外照射情况，应立刻切断电源，确保射线装置停止工作； ②机房内非相关人员应在最短的时间内撤离机房。机房外划出警戒范围，设置明显的电离辐射警告标志，禁止公众人员入内； ③对可能受到超剂量照射的人员，应及时安	①发现误操作后 1 分钟内切断电源； ②10 分钟内完成人员撤离与现场管控； ③30 分钟内上报医院辐射事故应急	①涉事操作人员：立即停机、报告事件、配合调查； ②科室质控员：协助评估事件影响、收集操作记录； ③医院辐射事故

	排其接受检查或在指定的医疗机构救治； ④发现上述事故者应立即报告医院辐射事故应急处置领导小组，由医院辐射事故应急处置领导小组上报当地生态环境部门和公安部门，在造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门； ⑤事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。	处置领导小组； ④医院辐射事故应急小组 1 小时内完成外部上报。	应急处置领导小组：组织事件处置、落实整改措施。
④介入手术工作人员未穿戴铅衣等个人防护用品进入机房进行介入手术，受到不必要的照射。	①一旦发现介入手术工作人员未穿戴铅衣等个人防护用品进入机房进行介入手术情况，应立即报告医院辐射事故应急处置领导小组； ②医院辐射事故应急处置领导小组应立刻停止其辐射工作，及时安排其接受检查或在指定的医疗机构救治； ③医院辐射事故应急处置领导小组应立即将事故情况上报当地生态环境部门和公安部门，在造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门； ④事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。	①发现违规行为后 5 分钟内报告并停止其工作； ②15 分钟内启动医学检查流程； ③医院辐射事故应急处置领导小组在 1 小时内完成外部上报。	①现场医护人员：及时发现并报告违规行为； ②医院辐射事故应急处置领导小组：暂停涉事人员工作、协调医学检查； ③质控部门：完善防护用品穿戴核查制度。
⑤紧急停止开关失灵，如曝光无法停止等。	紧急停止开关可能失灵，当按下紧急停止开关之后，如果未能听到驱动电机的声音，说明紧急停止线路没有起作用，应采取以下措施： ①立即断开主电路器的电源（即关掉整机电源）； ②有病人在治疗床上，应将病人迅速从治疗床移开，并记录病人的照射剂量； ③操作人员不得试图再次开机，应联系设备维修人员进行维修，确保机器能够正常工作和紧急停止开关正常时才能正常开机。 ④医院辐射事故应急处置领导小组应立即将事故情况上报当地生态环境部门和公安部门，在造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门； ⑤事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。	①发现曝光无法停止后 30 秒内切断整机电源； ②5 分钟内转移病人并记录照射剂量； ③10 分钟内通知设备维修人员到场； ④医院辐射事故应急处置领导小组在 1 小时内完成外部上报。	①机房操作人员：执行紧急断电、转移病人、记录剂量； ②设备维修组：紧急抢修设备、验证安全功能； ③医院辐射事故应急处置领导小组：协调事件处置、评估病人受照风险。
⑥门灯联锁装置失效（机房门开启时射线装置未停止照射）	①发现联锁失效后立即按下设备急停按钮，切断射线输出； ②撤离机房内所有人员，设置物理隔离与警示标识并安排专人值守； ③对受照人员进行剂量估算并安排医学检查； ④上报医院应急小组并由其完成外部上报；	30 秒内触发急停；5 分钟内完成撤离与隔离；20 分钟内完成剂量估算并联系医疗机构；医院应急小组 1 小时内完成外部上报。	①1 机房操作人员：触发急停、组织撤离、初步评估； ②设备维修组：负责联锁装置检修与验证；

	⑤维修人员全面检修联锁系统，经辐射防护人员验证合格后恢复设备使用； ⑥调查组分析失效原因，增加巡检频次。		③辐射防护组：负责剂量评估与设备恢复前的安全验证； ④医院辐射事故应急处置领导小组：统筹事件处置与整改。

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。

③现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计和剂量报警仪。

④应尽可能记录下现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。

⑤事故处理后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

⑥以上应急响应流程医院应每年组织演练一次。

11.4达到报废年限后对环境的影响

DSA机在达到设备使用年限时，产生的废旧X射线阴极管属于危险废物，应当委托有资质的单位处置。拆除X射线阴极管的DSA机在任何情况下均不会再产生 X 射线，医院可按照一般设备报废的相关规定进行处置。

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》第十六条第一款的要求，使用II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，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。

武夷山市立医院已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规的要求，成立了辐射防护安全管理委员会（见附件7），委员会组成人员如下：

主　任：吕　　（分管副院长）

副主任：徐　　（医务科科长）、罗　（医学影像科主任）、姚

成　员：游　、邬　　、朱　　、刘　　、陈　　、张　　、舒　　、翁　　、黄　、兰　　、黄　　、陈　、陈

委员会下设办公室，徐　　担任办公室主任，负责日常工作协调。

文件中明确了管理组织成员组成及相关职责，涵盖了核技术利用项目辐射安全管理的主要内容，故建设单位现有的辐射安全管理机构能够满足辐射安全与环保管理工作的要求，在框架上基本符合要求。在日后运行过程中，建设单位应根据人事变动情况及时调整机构组成。

12.1.2 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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，使用射线装置的单位应当具备健全的操作规程、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、辐射工作场所现场监测制度方案等。医院已制定了以下相关制度：

表12.1-1 武夷山市立医院制度制定情况一览表

序号	检查项目		是否制定	执行情况	备注
1	综合管理	辐射防护和安全制度	已制定	《辐射防护和安全制度》	见附件 7
2		安全操作规程	已制定	《飞利浦 DSA 操作流程图》	见附件9
3		设备检修维护制度	已制定	《辐射安全防护设施设备维护保养制度》	见附件 7
4		辐射安全管理机构设置	已制定	《辐射防护安全管理委员会》	见附件 7
5		核医学操作人员防护制度	/	/	不涉及
6		放射源使用管理登记制度	/	/	不涉及
7		非密封放射性物质管理制度	/	/	不涉及
8		放射防护培训制度	已制定	《辐射防护知识培训与档案管理制度》	见附件 7
9		台账管理制度	已制定	《射线装置使用登记制度》	见附件 7
10	监测	场所监测制度	已制定	《辐射防护监测制度》《辐射工作场所监测方案》	见附件 7
11		工作人员监测制度	已制定	《个人剂量监测与档案管理制度》	见附件 7
12	人员管理	辐射工作人员防护制度及安全措施	已制定	《辐射防护和安全制度》	见附件 7
13		辐射工作人员岗位职责管理	已制定	《辐射工作人员岗位职责》	见附件 7
14		辐射工作人员健康管理制度	已制定	《辐射职业健康检查与档案管理制度》	见附件 7
15		辐射工作人员个人剂量管理	已制定	《个人剂量监测与档案管理制度》	见附件 7
16		辐射工作人员培训考核制度	已制定	《辐射防护知识培训与档案管理制度》	见附件 7
17	事故应急	辐射事故应急管理制度	已制定	《武夷山市立医院辐射事故（事件）应急预案》	见附件 8

武夷山市立医院制定的各种辐射安全管理规章制度较全面，具有可行性。医院需根据实际运行情况，不断调整补充及完善各项规章制度，并落实专人负责；按照制定的辐射安全管理规章制度严格落实，定期对辐射安全控制效果进行评议；从事辐射诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行辐射诊疗工作；对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急流程等制度应张贴于工作场所墙面醒目处。

12.1.3 辐射工作人员的培训与体检

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。

根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年第9号）的相关要求，仅从事III类射线装置使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核。医院已按标准要求执行医院内部的考核，并将考核结果存档。

本项目拟配备辐射工作人员共12人，均为医院原从事DSA介入手术的辐射工作人员，已通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台中的医用X射线诊断与介入放射学培训考核，并取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单（详见附件11）。

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的方可上岗；上岗后，建设单位应当定期组织辐射工作人员进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过2年；辐射工作人员脱离辐射工作岗位前，医院应当对其进行离岗前的职业健康检查。

本项目12名辐射工作人员均已进行了在岗期间的职业健康检查，检查结果均为“可继续原放射工作”。本项目大部分辐射工作人员检查时间为2024年8月3日，检查结果已超过2年时间，建设单位应及时组织该部分辐射工作人员进行在岗期间的职业健康检查，检查结果符合辐射工作人员健康标准方可重新上岗。

12.1.4 年度评估情况

本次评价的核技术利用项目正式运行后，建设单位应每年委托有相关监测资质的机构对辐射工作场所进行监测，对本单位核技术利用项目的安全防护状况进行评估，同时按要求每年编制辐射安全与防护状况年度评估报告，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

12.2 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，医院须对使用射线装置、辐射工作场所及辐射从业人员开展辐射监测工作，以确保辐射从业人员的职业健康，控制放射性物质的照射，保障环境安全，规范辐射工作防护管理。

12.2.1 环保措施竣工验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号），建设单位是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，建设单位应按照《建设项目

竣工环境保护验收暂行办法》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，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（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组成，代表范围和人数自定。环保设施的验收期限一般不超过3个月；需要对环境保护设施进行调试或整改的，验收期限最长不超过12个月。

竣工验收监测应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽进行重点检测，关注点应包括：机房四面墙体、顶棚、地板、机房大门、控制室门、污物通道门、观察窗、管线洞口、工作人员操作位等。

12.2.2 辐射工作人员个人剂量监测

建设单位已要求从事辐射工作的工作人员均佩戴个人剂量计上岗，并定期送相应资质单位检测。根据建设单位提供的个人剂量监测结果，辐射工作人员职业照射年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员职业照射剂量的相关要求，也满足职业照射剂量约束值不超过5mSv/a的要求。

本项目将为全部辐射工作人员配备个人剂量计，参与介入治疗的医护人员配备双剂量计，1枚佩戴在铅围裙内躯干上，1枚佩戴在铅围裙外锁骨对应的领口位置，并规定其必须佩戴个人剂量计上岗，同时医院将在院内组织所有辐射工作人员加强相关辐射安全与防护方面的学习，加强辐射工作人员的安全意识，保证所有辐射工作人员均能够严格执行个人剂量监测的相关规定和方法，正确使用个人剂量计。

个人剂量监测报告（连续四个季度）应当连同辐射工作场所年度监测报告一起作为《辐射安全与防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

辐射工作人员个人剂量档案内容应包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等

信息，个人剂量档案应保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作后三十年。

12.2.3 个人剂量超标处置上报程序

医院应将各季度发送的个人剂量计定期（最长不得超过 3个月）送往有资质的单位进行检测。如果在单个季度出现个人剂量超过1.25mSv时，医院需进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，并经当事人签字。年剂量超过5mSv的管理限值时，医院应暂停该辐射工作人员继续从事放射工作，并进行剂量异常原因调查，最终形成正式调查报告，经当事人签字，并上报当地生态环境主管部门。年剂量超过20mSv标准时，构成辐射事故，医院立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射安全与环境保护管理领导小组上报当地生态环境主管部门。检测报告及有关调查报告应存档备查。

12.2.4 辐射工作场所监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，医院已配备1台辐射巡测仪为各个射线装置共用，本项目建设完成后依托拟购买的辐射巡测仪，能满足日常的辐射工作场所常规辐射水平自行检测的需求。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关规定，X射线设备机房的防护检查应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测；X射线设备机房放射防护安全设施在项目竣工时应进行验收检测。在使用过程中，应按规定进行定期检测；X射线设备及其机房防护检测合格并符合国家有关规定后方可投入使用。

针对本项目运行后的监测，建设单位制定了辐射监测计划（表12.2-1），并将每次监测结果记录存档备查。

表12.2-1 本项目辐射监测计划

监测类别	工作场所	监测因子	监测频率	监测设备	监测范围	监测单位
年度监测	DSA机房	X-γ辐射周围剂量当量率	1次/年	按照国家规定进行计量检定	机房外距墙体表面30cm处；防护门及门缝、观察窗表面30cm处；顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm处；地板下方（楼下）距楼下地面170cm处；控制室操作位、电缆/空调风管穿墙处等周围需要关注的监督区；医护人员手术位等。	委托有资质单位监测
日常监测			1次/季度	按照国家规定进行计量检定		自行监测
验收监测			项目建成、设备调试正常后，监测1次	按照国家规定进行		委托有资质单位监测
个人剂量监测	/	个人剂量当量	每三个月1次	个人剂量计	所有辐射工作人员	委托有资质单位监测

医院需定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。委托有资质监测单位进行监测，其仪器必须在检定有效期内，监测工作人员必须持证上岗；对监测中出现辐射超标问题，及时向院方提出，并提出整改意见，在院方整改完成后，进行复测，直至符合要求，提供满足要求的检测报告。医院自主监测时，所用仪器须按国家规定进行计量检定，检测时须按《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）制定检测方案及其实施细则执行。

12.2.5 竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，本项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收报告，“三同时”验收清单见表12.2-2。

表12.2-2 本项目“三同时”验收一览表

项目	“三同时”验收内容	验收要求
防护措施	东面、北面墙体：200mm空心砖+4mmPb铅板 西面、南面墙体：10cm龙骨架+4mmPb铅板 正上方和正下方楼板：100mm混凝土板+4cm硫酸钡水泥 机房大门：5mmPb防护门 控制室门：5mmPb防护门 污物通道门：5mmPb防护门 观察窗：5mmPb铅玻璃	检查辐射防护达标情况和监测结果达标情况；监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标；辐射环境剂量率控制水平：DSA透视时机房屏蔽体外表面30cm处的周围剂量当量率不大于2.5μSv/h，摄影时机房屏蔽体外表面30cm处的周围剂量当量率不大于25μSv/h；辐射剂量控制水平：职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv。
安全措施	（1）工作状态指示灯 患者出入防护门上方设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的警示语句，工作状态指示灯与病人通道防护门设置门灯联锁装置，用于显示机房内设备运行状态。 （2）防夹和闭门装置 患者出入防护门（电动推拉门）设置防夹装置，工作人员出入防护门和污物通道门（平开门）设置自动闭门装置。 （3）电离辐射警告标志 DSA机房患者出入防护门和污物通道门外表面均设置电离辐射警告标志。 （4）监控与对讲装置 DSA机房设计有观察窗和对讲装置，工作人员在控制室内可及时观察病人情况及防护门开闭情况，防止意外情况的发生。 （5）个人防护用品	检查落实情况。满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需求。

	医院为本项目辐射工作人员和受检者配备相应的个人防护用品与辅助防护设施。	
人员配备	本项目所有辐射工作人员上岗前均应参加生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的培训和学习，并通过考核；已获得辐射安全培训合格证书的工作人员每五年应接受一次再培训。	检查落实情况。满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》人员培训要求。
	所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期（不超过3个月）送有资质检测机构进行监测，医院建立个人累积剂量档案。	检查落实情况。满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《职业性外照射个人监测规范》中个人剂量监测的要求。
	本项目所有辐射工作人员均定期（间隔不超过2年）进行职业健康检查，医院建立职业健康监护档案。	检查落实情况。满足《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》职业健康检查的要求。
管理措施	已制定了一系列辐射安全管理规章制度，主要包括： ①武夷山市立医院辐射事故（事件）应急预案； ②辐射防护和安全制度； ③辐射防护知识培训与档案管理制度； ④个人剂量监测与档案管理制度； ⑤辐射职业健康检查与档案管理制度； ⑥辐射防护监测制度； ⑦辐射工作场所监测方案； ⑧辐射安全防护设施设备维护保养制度； ⑨辐射工作人员岗位职责； ⑩射线装置使用登记制度； ⑪飞利浦DSA操作流程图。	检查落实情况。满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规中辐射安全管理的要求，满足本项目辐射工作需要。
监测仪器和防护用品	①医院是否配备有辐射巡测仪用于开展自主监测，巡测仪是否进行了检定/校准。 ②辐射工作人员，每人配备2枚个人剂量计。 ③设备自带1个铅悬挂防护屏、1件床侧防护帘（均为0.5mmPb）、医院配备1个移动铅防护屏风（2mmPb）。 ④医院是否为本项目DSA机房工作人员配置3件铅橡胶围裙（0.5mmPb）、3件铅橡胶颈套（0.5mmPb）、3副铅防护眼镜（0.5mmPb）、5副介入防护手套（0.025mmPb）、3个铅橡胶帽子（0.5mmPb）、配备1台个人剂量报警仪。 ⑤医院是否为本项目介入手术成人受检者配备1件铅橡胶性腺防护围裙（0.5mmPb）、1件铅橡胶颈套（0.5mmPb）、1个铅橡胶帽子（0.35mmPb）和儿童受检者配备1件铅橡胶性腺防护围裙、1件铅橡胶颈套、1个铅橡胶帽子（均为0.5mmPb）。	检查落实情况。满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对监测仪器和防护用品配备的要求。
环境监测	委托有资质的单位每年对DSA机房周围辐射环境进行检测。	检查落实情况。

12.3 辐射事故应急

12.3.1辐射事故应急预案

根据国务院令第449号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条对

辐射事故应急预案内容的要求，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

（1）应急机构和职责分工；

（2）应急人员的组织、培训以及应急救助的装备、资金、物资准备；

（3）辐射事故分级与应急响应措施；

（4）辐射事故的调查、报告和处理程序。

医院已制定有《武夷山市立医院辐射事故（事件）应急预案》（见附件8），成立了辐射事故应急处置领导小组。对照上述要求，现有辐射事故应急预案已基本完善，医院应当在今后预案实施过程中，根据国家新发布的相关法规内容，结合医院实际及时对预案进行补充修改，使之更能符合实际需要。同时医院应根据本单位实际情况，每年至少开展一次综合或单项的应急演练，应急演练前编制演习计划，包括演练模拟的事故事件情景，演练参与人员等。此外，该院应加强管理，加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，发现问题及时解决，并在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，还应经常监测辐射工作场所的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

12.3.2 辐射事故上报的要求

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

表13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

武夷山市立医院位于福建省南平市武夷山市武夷大道18号，为全面提升区域内心脑血管疾病、肿瘤以及外周血管疾病的诊疗水平，推动科室发展，拟将病房大楼B区二楼原新生儿重症监护室整体搬离，选取医护人员原办公用房重新改造为DSA机房及其配套用房，并在DSA机房内配备1台飞利浦Azurion 7 M20型医用血管造影X射线系统（最大管电压125kV，最大管电流1000mA），用于开展放射诊断和介入治疗，属于II类射线装置。

13.1.2 项目选址及合理性分析

本项目位于病房大楼 B 区二楼，根据相关产权资料，项目用地属于医疗卫生用地。本项目评价范围（DSA 机房屏蔽体外 50m 范围）环境保护目标主要为医院内就诊的公众以及医院内工作人员，评价范围内现状无人员流动性大的商业活动区域、学校等环境敏感点。项目机房在严格采取设计及环评要求防护措施的条件下，对周围环境辐射影响较小。

本项目不涉及生态保护红线，不会突破区域环境质量底线、资源利用上线，符合“生态环境分区管控”要求。

因此，项目用地属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素，符合“生态环境分区管控”要求，项目选址合理。

13.1.3 辐射安全与防护分析结论

本项目拟建DSA机房的屏蔽防护设计方案能达到《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准的要求。本项目辐射工作场所拟采取的屏蔽措施均能够满足辐射防护的要求，符合机房的辐射屏蔽规范。

13.1.4 环境影响分析结论

根据本报告表11对本次核技术利用项目对周边环境及人员的辐射影响分析可知，在正常情况下，项目对周围环境中的工作人员和公众的辐射影响均能满足本报告提出的剂量约束值：工作人员年有效剂量约束值不超过5mSv，公众年有效剂量约束值不超过0.1mSv，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职

业人员和公众受照剂量限值要求。

13.1.5 辐射安全管理分析结论

管理机构：医院成立了辐射防护安全管理委员会、辐射事故应急处置领导小组，明确小组各成员的职责，并将加强监督管理。

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

医院已组织现有辐射工作人员进行了职业健康检查和个人剂量监测，并建立了工作人员职业健康监护检查档案和个人剂量档案。

医院严格执行辐射工作人员培训制度，本项目辐射工作人员均参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训，并通过了考核。

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

13.1.6 可行性分析结论

（1）产业政策符合性

本项目属于核技术在医学领域的运用，根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》本项目属于鼓励类，符合国家产业政策。

（2）实践的正当性

本项目增加使用1台DSA，目的在于更好地开展放射诊疗工作、治病救人，实践过程中采取了辐射防护措施，在患者得到诊疗预期效果的同时，对周围环境、工作人员以及公众人员的辐射影响满足国家法律法规及标准的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于辐射项目的“实践正当性”要求。

综上所述，武夷山市立医院1台DSA机项目在落实本报告提出的各项污染防治、辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家法律法规及标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

13.2建议

（1）环境影响评价文件审批完成后，应根据有关规定及时重新申领辐射安全许可证。

（2）建设项目投入运行前，医院应及时组织本项目职业健康检查结果超期的辐射工作人员进行在岗期间的职业健康检查，检查结果符合辐射工作人员健康标准方可重新上岗。

（3）建设项目竣工后，医院应按照相关法规要求及时进行竣工环保验收，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

下一级环保部门预审意见： 公　　章 经办人 年　　月　　日
审批意见 公　　章 经办人 年　　月　　日