

核技术利用建设项目
武宁县中医院数字减影血管造影仪（DSA）应用项
目环境影响报告表
（公示稿）

武宁县中医院
二〇二四年九月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
武宁县中医院数字减影血管造影仪（DSA）应用项
目环境影响报告表

建设单位名称：武宁县中医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：江西省九江市武宁县新宁镇长水大道7号

邮政编码：332300

联系人：***

电子邮箱：wnxzyysbk@163.com

联系电话：***

目 录

表 1 项目概况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6 评价依据	15
表 7 保护目标与评价标准	17
表 8 环境质量和辐射现状	21
表 9 项目工程分析与源项	27
表 10 辐射安全与防护	33
表 11 辐射环境影响分析	39
表 12 辐射安全管理	45
表 13 结论与建议	51
表 14 审批	53

附件：

附件 1：委托书

附件 2：建设项目环境影响登记表

附件 3：辐射安全许可证正、副本

附件 4：2023 年度评估报告

附件 5：辐射工作人员一览表

附件 6：个人剂量检测报告

附件 7：辐射工作人员健康体检报告

附件 8：基本规章制度

附件 9：辐射事故应急预案

附件 10：DSA 类比监测报告

附件 11：本项目监测报告

附件 12：关于武宁县中医院武宁县新中医院项目环境影响报告书的批复

附件 13 审查意见

附件 14 专家意见及修改清单

附件 15 专家确认函

表1 项目概况

建设项目名称	武宁县中医院数字减影血管造影仪（DSA）应用项目				
建设单位	武宁县中医院				
法人代表	陈春华	联系人	***	联系电话	***
注册地址	江西省九江市武宁县新宁镇长水大道7号				
项目建设地点	武宁县中医院医技综合楼一楼放射科 DSA 机房				
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 checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m ² ）	142
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	/			

项目概述

1.1 建设单位基本情况

武宁县中医院成立于 1978 年，是一所集医疗、预防、保健、科研、教学为一体的二级甲等中医医院，是江西省热敏灸医院武宁分院、江西省中医药大学教学基地。

武宁县中医院按照三级医院标准设计建造，是一座中式园林建筑，总投资 2.5 亿元，占地面积 122.6 亩，建筑面积 6.2 万平方米，绿化面积近 3.5 万平方米，建有内科大楼、外科大楼、医技综合楼、门急诊楼、科研办公楼、后勤辅助楼等，开放床位 500 张，设有临床科室 22 个，医技科室 11 个，行政科室 13 个，其中针灸科、心脑血管科、中西医结合急诊科、中医骨伤科为省级重点专科。

医院位于江西省九江市武宁县新宁镇长水大道 7 号，位置中心地理坐标为：东经 115°5'12.63"，北纬 29°15'27.48"，地理位置图详见图 1-1。医院现有在岗职工 400 人，其中辐射工作人员 35 人。

武宁县中医院医技综合楼项目已履行了环评手续，并于 2015 年 6 月 16 日取得了武宁县环境保护局关于对《武宁县中医院武宁县新中医院项目环境影响报告书》的批复（武环评字【2015】22 号），见附件 12，该报告书对该项目各阶段产生的废水、废气、噪声及固体废物对环境的影响，已进行重点分析和评价。

1.2 建设规模

医院拟在医技综合楼一楼放射科 DSA 机房使用 1 台数字减影血管造影仪，带类 CT 功能（以下简称“DSA”），DSA 为床下单球管 X 射线机。

表 1-1 本次环评射线装置一览表

设备名称	数量(台)	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	类别	位置
DSA	1	Optima IGS Plus	125	1000	II类	医技综合楼一楼放射科 DSA 机房

本项目 DSA 拟配备辐射工作人员 6 人，包括 2 名介入医生、2 名介入护士、2 名技师，均为新增辐射工作人员。本项目建成运行后，仅从事本项目安排的辐射工作，不另外增加受照时间。医院拟安排新增辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台(<http://fushe.mee.gov.cn/>)参加辐射安全与防护培训，参加相关考试并通过考核，做到持证上岗。

1.3 评价目的

(1) 对拟建场址周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，以掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状；

(2) 通过环境影响评价，分析建设项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染控制对策，为建设项目的工程设计和环境管理提供科学依据；

(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) 给出明确的环评结论，为有关部门的辐射环境监督管理提供科学依据。

1.4 任务由来

由“关于发布<射线装置分类>的公告（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）”可知，本项目 DSA 属“血管造影用 X 射线装置”，为 II 类射线装置。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部 部令 第 16 号）可知，武宁县中医院数字减影血管造影仪（DSA）应用项目应进行辐射环境影响评价并编制辐射环境影响报告表。

为此，武宁县中医院委托深圳市宗兴环保科技有限公司进行辐射环境影响评价。接受委托后托后深圳市宗兴环保科技有限公司组织相关人员进行现场探勘和资料收集等相关工作，并委托江西禾合检测技术有限公司开展辐射环境现状监测，在此基础上编制完成了该项目的辐射环境影响报告表。

1.5 评价因子及评价重点

本项目的污染因子为 DSA 在应用过程中产生的电离辐射。本次评价采用 X-γ辐射剂量率及有效剂量作为评价因子，重点评价其产生的电离辐射对周边环境的影响。本项目射线装置运行会产生微量的臭氧和氮氧化物，机房内设有通风设备，因此对环境的影响可忽略不计。

1.6 产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本）（2021 修正）中“十三、医药 6、医药行业新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发”，属于国家鼓励类的项目，故该项目符合国家产业政策。

1.7 核技术利用项目回顾

医院现有射线装置情况见表 1-2。

表 1-2 医院现有射线装置情况表

序号	设备名称	型号	使用场所	类别	环评情况	验收情况	办证情况
1	CT 机	SOMATOM smile	医技楼一楼：放射科 CT 室	Ⅲ类	备案号：20183604230000078	/	赣环辐证 [G2275]
2	DR 机	IMIXDR-SIM	医技楼一楼：放射科 DR 室	Ⅲ类			
3	乳腺钼靶机	珠海普利德	医技楼一楼：钼靶房	Ⅲ类			
4	小 C 臂	Cios Select S1	医技楼四楼：手术室	Ⅲ类	备案号：20193604230000029		
5	小 C 臂	PLX- 112C	医技楼四楼：手术室	Ⅲ类			
6	牙片机	Ds730	门诊楼三楼：口腔科	Ⅲ类			
7	数字胃肠机	PLD9000B	医技楼一楼：胃肠机室	Ⅲ类	备案号：20203604230000004		

医院现已使用CT机、DR机、乳腺钼靶机、小C臂、牙片机等7台Ⅲ类射线装置，医院已许

可使用的上述射线装置均已履行环评手续。医院于 2022 年 10 月 28 日更换了辐射安全许可证，证书编号为赣环辐证[G2275]（见附件 3），辐射安全许可证种类和范围为使用Ⅲ类射线装置。

根据生态环境部“关于环评登记表项目是否要进行环保验收的回复”可知，按照现行法律法规，对编制环境影响登记表的建设项目没有作出竣工环保验收要求，即不需要对编制环境影响登记表的建设项目开展环保验收。

1.8 医院辐射安全管理现状

①医院成立了辐射防护领导机构，并以文件形式明确各成员管理职责，满足环保相关管理要求；

②根据国家法律法规的要求，医院制定了《DSA 操作规程》《辐射防护监测方案》《辐射防护和安全保卫制度》《放射工作人员岗位职责》《放射防护人员培训计划》《射线装置使用登记制度和台账管理制度》《设备检修维护制度》等规章制度且张贴在相关操作室墙上，工作人员严格按规章制度要求执行；

③医院建立了相应的《辐射事故应急预案》，成立了应急防治工作领导小组；

④医院射线装置机房门口设置工作状态指示灯并规范地张贴电离辐射警告标志，且制定了相应的操作规程；

⑤医院配置铅橡胶防护衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙（方形）、方巾等防护用品；

⑥医院应按照国家相关要求，委托具有相关资质的放射卫生服务机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，并加强个人剂量监测相关管理，避免出现漏检、错检情况；

⑦医院现有辐射工作人员 35 人，均参加了辐射安全与防护培训，并通过了考核；

⑧医院已为每名操作人员配备个人剂量计，每季度送检，进行辐射工作时均规范佩戴个人剂量计，并进行个人剂量检测和职业健康检查，建立了个人剂量档案和职业健康监护档案。根据医院提供的 2023 年三个季度和 2024 年第一季度个人剂量检测结果可知，医院辐射工作人员年有效剂量均满足剂量约束值 5mSv/a 的要求；

⑨医院已按相关规定在 1 月 31 日前向生态环境部门提交了《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。

1.9 项目周边环境概况及场址选址

本项目位于江西省九江市武宁县新宁镇长水大道 7 号，医院东面为云海名仕府，南面为山体 and 空地，北面为长水大道，西面为山体。

医院地理位置图见图 1-1。



图 1-1 项目地理位置图

本项目拟建 DSA 机房位于武宁县中医院医技综合楼一楼放射科 DSA 机房，医技综合楼东面、南面、西面、北面均为医院内部道路。

本项目 DSA 机房东面为设备间、缓冲室；北面为洁净走廊；南面为库房、护士长办公室；楼上为胃镜室，楼下为土层。医技综合楼一楼放射科 DSA 机房北面屏蔽体外 23~39m 为院内内部道路及门诊楼，南面、西面、东面屏蔽体外 50m 内均为医院内部道路。

项目周边关系图见图 1-2。

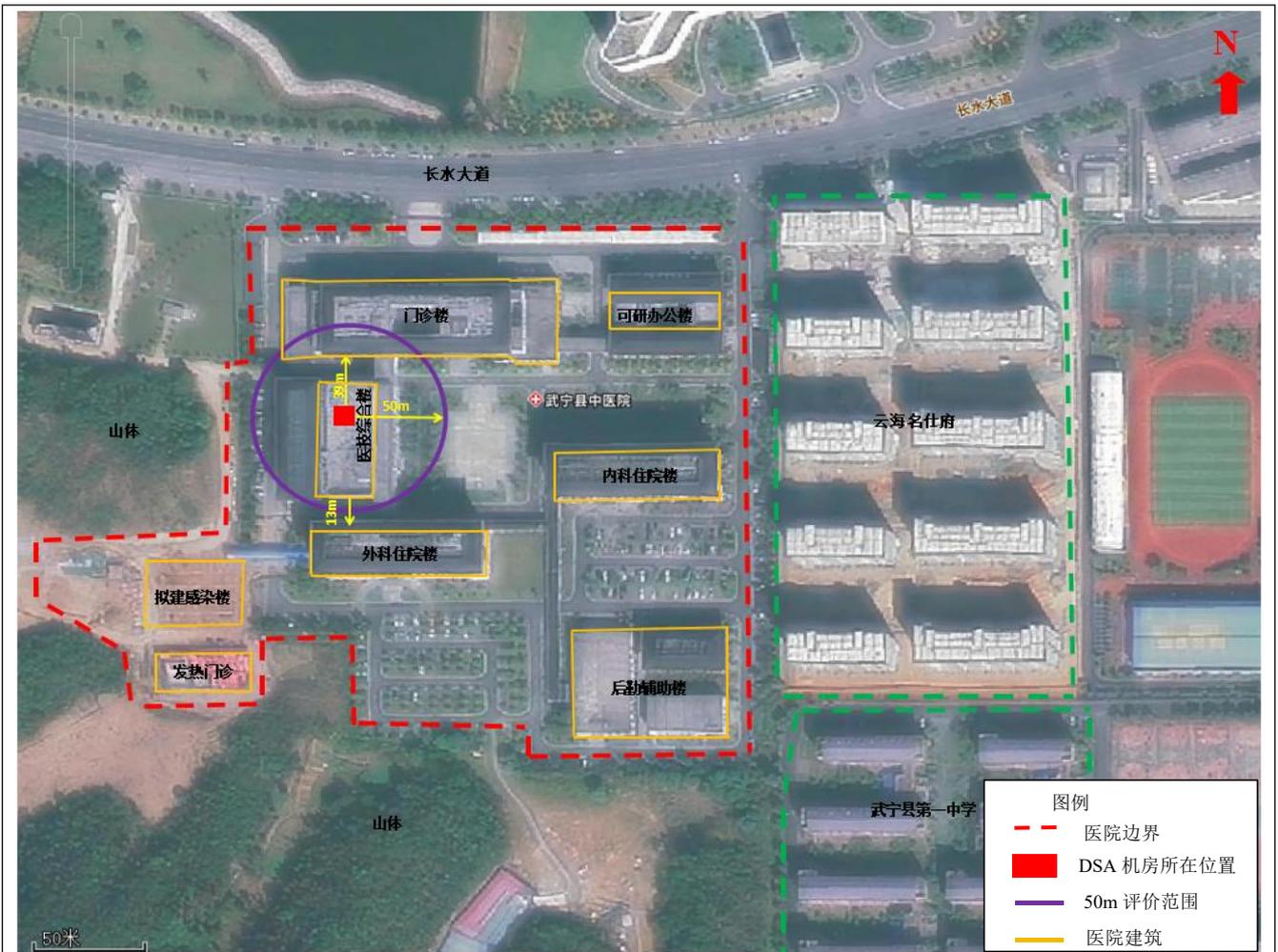
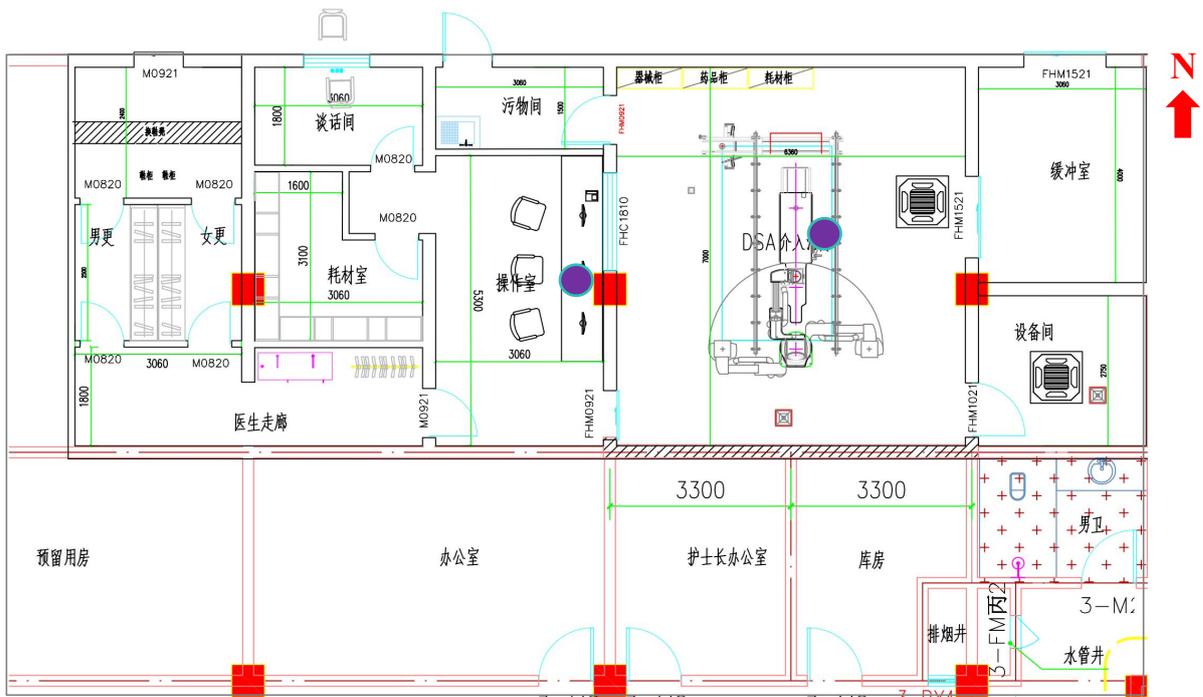
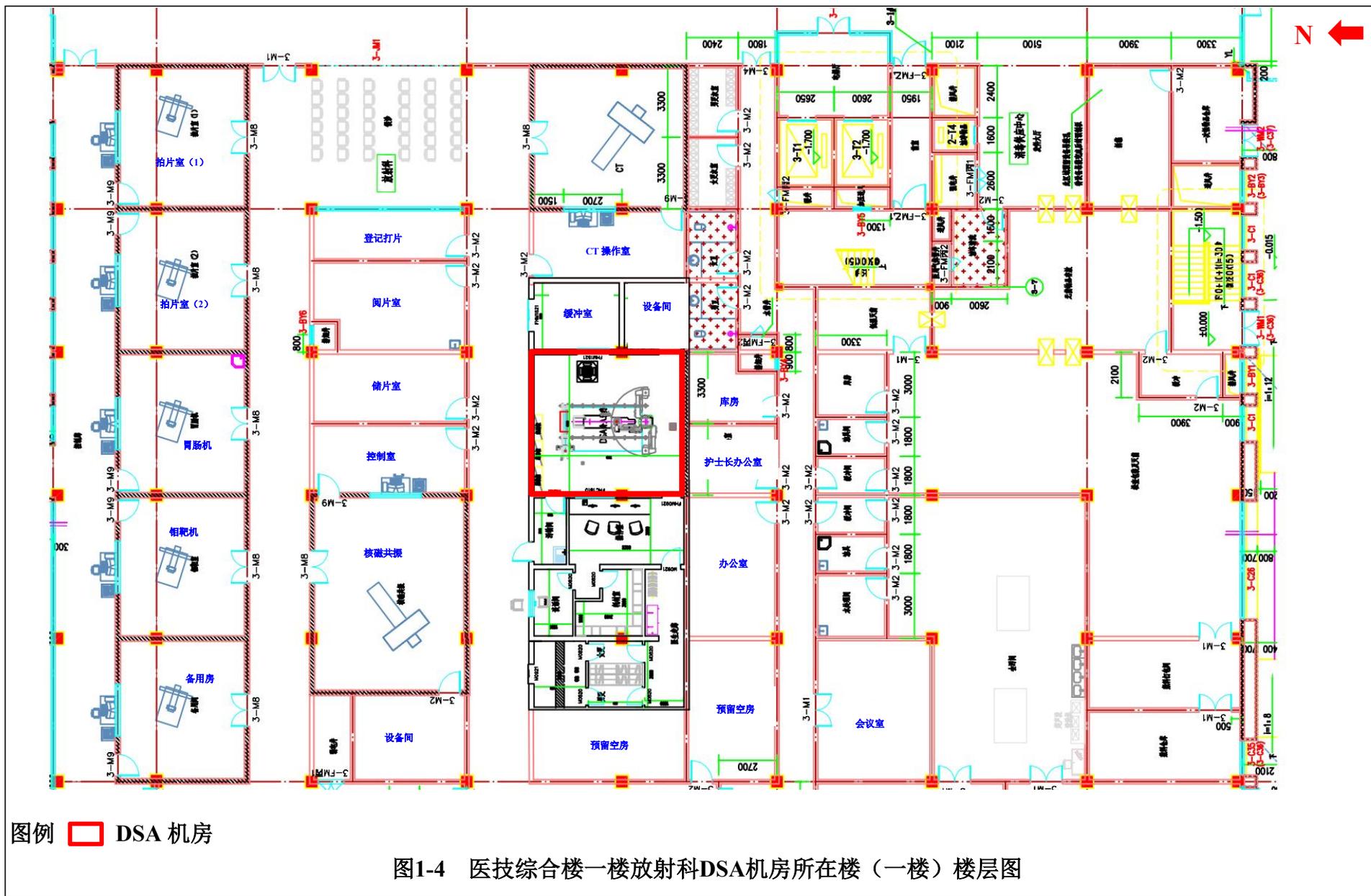


图 1-2 DSA 项目周边关系图



图例：●急停按钮

图 1-3 医技综合楼一楼放射科 DSA 机房平面布置图



1.11 选址合理性分析

根据现场踏勘，项目屏蔽体外 50 米外环境周围无自然保护区、风景名胜区、水源保护区等生态环境敏感点等制约因素。

本项目机房选址充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全，避开了敏感人群聚集点，按照相关规范要求建有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，辐射工作场所分布相对集中，方便建设单位辐射安全分区管理，限制无关人员进入控制区及限制在监督区逗留，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

1.12 实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊断和治疗能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断和治疗效果，是其它诊治项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于放射诊断的方法效果显著、病人诊断中所受的痛苦较小，方法的优势明显，因此，该项目的实践是必要的。

建设单位在放射性诊断和治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并建立相应的规章制度和辐射事故应急预案。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将本项目产生的辐射影响降至尽可能小。本项目的建设给公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术利用的实践具有正当性。

因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表 3 非密封放射性物质

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

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	数量	类别	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	1	II	Optima IGS Plus	125	1000	血管造影和介入治疗	医技综合楼一楼放射科 DSA 机房	新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，（2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，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》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 682 号），自 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》（中华人民共和国国务院令 第 449 号，2019 年修订）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护部 第 3 号令，2021 年修正版）；</p> <p>(7) 《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）；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）；</p> <p>(9) 《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）；</p> <p>(10) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）；</p> <p>(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；</p> <p>(12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，生态环境部公告 2021 年第 9 号，2021 年 3 月 15 日起实施。</p> <p>(13) 《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》，原国家环保总局，环发[2006]145 号。</p> <p>(14) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部令 第 55 号，2007.6）。</p> <p>(15) 《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 日施行）。</p>
-------------	--

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1—2016）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则——核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1—2016）；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）；</p> <p>(4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61—2021）；</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157—2021）；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GZ128-2019）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 本项目辐射环境影响评价委托书（见附件1）；</p> <p>(2) 武宁县中医院提供的项目相关资料；</p> <p>(3) 《中国环境天然放射性水平》，国家环境保护局，1995年8月；</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用 II 类射线装置工作场所，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），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。考虑到该项目的实际情况，本项目评价范围为射线装置机房实体屏蔽物外 50m 范围。

7.2 环境保护目标

结合医院平面布置、DSA 机房平面布置及现场踏勘，本项目 DSA 机房实体边界外 50m 范围内的主要环境保护目标为医院辐射工作人员及各工作场所周边偶尔路过或停留的其他非辐射工作人员。本项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

射线装置	环境保护对象				保护对象	规模
	职业类型	布置	方位	距离		
DSA	职业人员	DSA 机房	手术室	/	DSA 辐射工作人员	6 人
		设备间	东侧	紧邻		
		操作室、污物间	西侧			
	公众人员	缓冲室	东侧	紧邻	工作人员、短暂停留的患者及家属	约 3 人
		库房、护士长办公室	南侧	紧邻	工作人员	约 2 人
		洁净走廊	北侧	紧邻	工作人员、短暂停留的患者及家属	约 10 人
		门诊楼		39m		约 200 人
		内部道路	西侧	50m 内	短暂停留的其他人员	流动人员
		胃镜室	楼上	紧邻	工作人员、短暂停留的患者及家属	约 5 人
		内部道路	南侧	50m 内	短暂停留的其他人员	流动人员
内部道路	东侧	50m 内	短暂停留的其他人员	流动人员		
医技综合楼	/	50m	工作人员、短暂停留的患者及家属	约 150 人		

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

第 4.3.2.1 款应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当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。

关于公众照射：

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

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

同时，应对剂量限制进行约束，约束值通常应在公众照射剂量限值 10%-30%（即 0.1 mSv/a-0.3mSv/a 范围之内）。

关于职业照射：

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 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量 50mSv；

本项目公众年有效剂量取 GB18871-2002 中年有效剂量的 10%即 0.1mSv/a 作为公众年有效剂量约束值；工作人员中以年有效剂量不超过 5mSv 作为年有效剂量约束值。

(2) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）

5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求。

5.8.1 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类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应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。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20 cm 的装置。

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应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。

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。

6.1.4 移动式 X 射线机(不含床旁摄影机和急救车配备设备)在使用时，机房应满足相应布局要求。

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（见表 1-1）的规定。

表 1-1 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d 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
CT 机(不含头颅移动 CT)	30	4.5

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（见表 1-2）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 1-2 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
CT 机房(不含头颅移动 CT)	2.5	

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（见表 1-2）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 2.5 μ Sv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

b)CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h。

6.3.2 机房的辐射屏蔽防护检测方法及检测条件按第 8 章和附录 B 的要求。

6.3.3 宜使用能够测量短时间出束和脉冲辐射场的设备进行测量，若测量仪器达不到响应

时间要求，则应对其读数进行响应时间修正，修正方法参见附录D。

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。

6.4.4 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。

6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。

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 机房出入口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（见表 1-3）基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；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 1-3 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
CT 体层扫描(隔室)	—	—	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—

注 1：“—”表示不做要求。

注 2: 各类个人防护用品和辅助防护设施, 指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品, 特别是非铅介入防护手套。

a 工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。

b 床旁摄影时的移动铅防护屏风主要用于保护周围病床不易移动的受检者。

表 8 环境质量和辐射现状

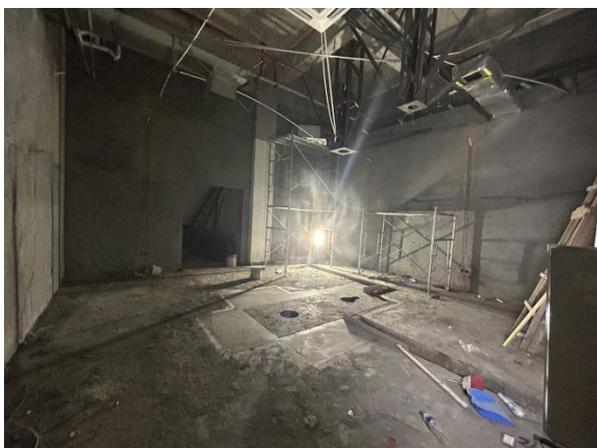
8.1 项目地理和场所位置

江西省九江市武宁县新宁镇长水大道 7 号，医院东面为云海名仕府、南面、西面均为山体、北面为长水大道。

医院将该区域拟建为 DSA 机房，相关用室包括：设备间、污物间、操作室、DSA 机房。

DSA 工作场所南侧为消毒供应室、西面为预留的空房、北面为洁净走廊，东面为 CT 操作室。

DSA 机房北面为洁净走廊，南面为库房、护士长办公室，西面为操作室，东面为设备间、缓冲室，楼上为胃镜室，楼下为土层。



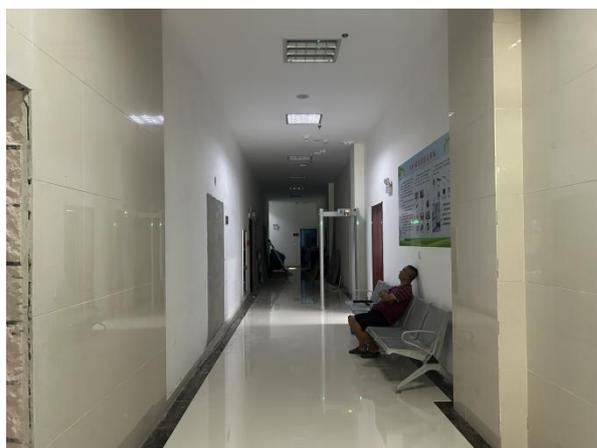
拟建 DSA 机房现状



拟建 DSA 机房东侧一



拟建 DSA 机房东侧二



拟建 DSA 机房北侧



拟建 DSA 机房南侧一



拟建 DSA 机房南侧二



拟建 DSA 机房西侧一



拟建 DSA 机房西侧二



拟建 DSA 机房楼上



项目所在楼



项目所在楼北侧



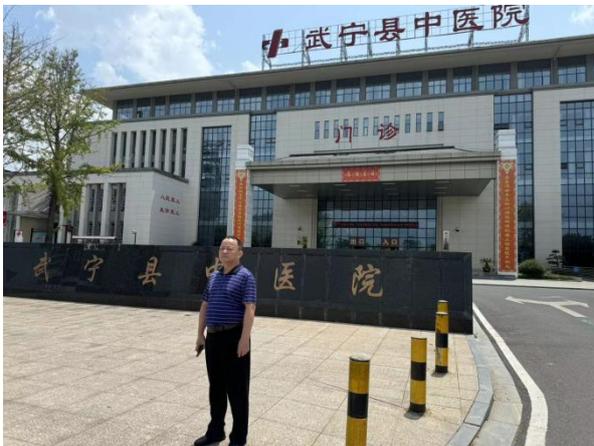
项目所在楼东侧



项目所在楼南侧



项目所在楼西侧



环评工程师探勘照片

图 8-1 项目周边环境现状

8.2 环境质量和辐射现状

为掌握武宁县中医院数字减影血管造影仪（DSA）应用项目周围辐射现状环境水平，2024年07月23日环评单位委托江西禾合检测技术有限公司，对该项目周围环境进行了监测，监测报告见附件14。

8.2.1 监测因子

本项目环境现状监测因子为环境 γ 辐射剂量率。

8.2.2 监测点布置

根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)中的方法和《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)的防护要求作为监测布点原则要求进行布设,在机房四周、楼上、机房中央等布设了监测点位。根据本项目周围环境现状,监测点位的选取覆盖项目区域及周围公众人员工作区域。采用符合要求的仪器,仪器探头中心距离地面为1m,仪器读数稳定后,以约10s的间隔读取10个数据进行监测和记录。详见下图8-2。

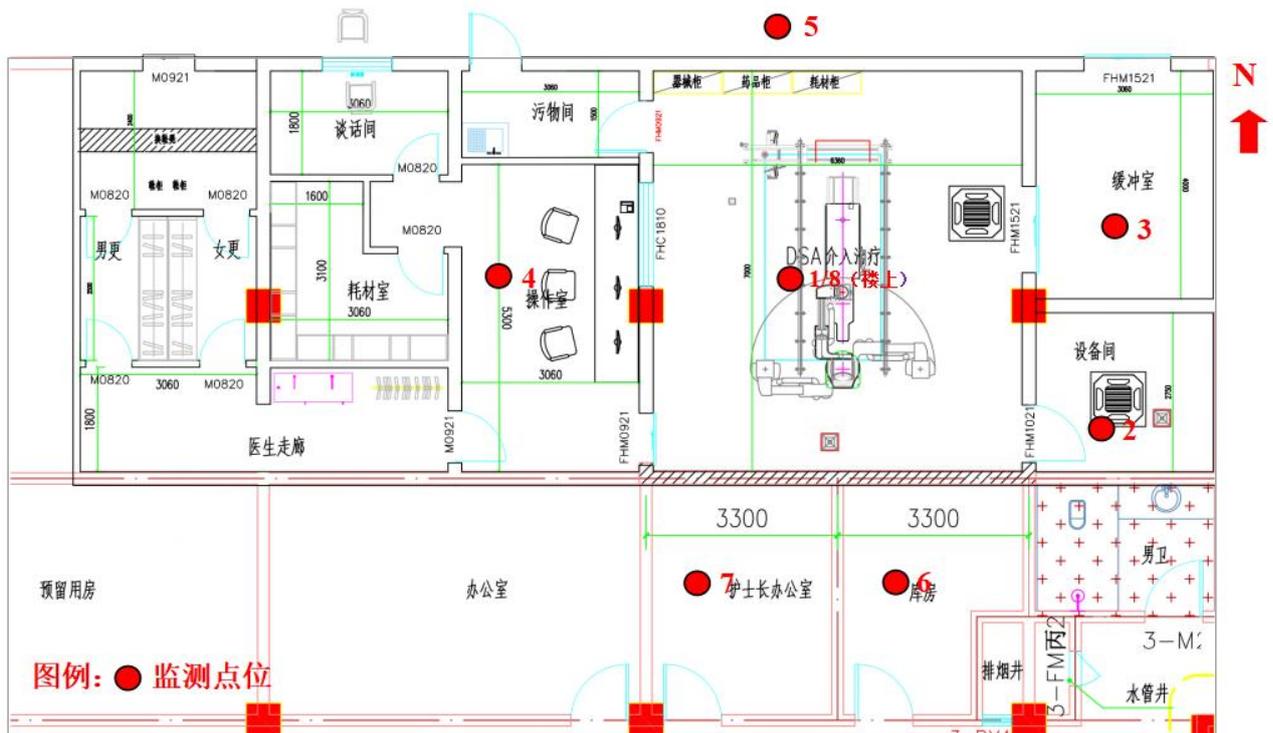


图 8-2a 项目场所及周边敏感点 γ 辐射剂量监测布点图

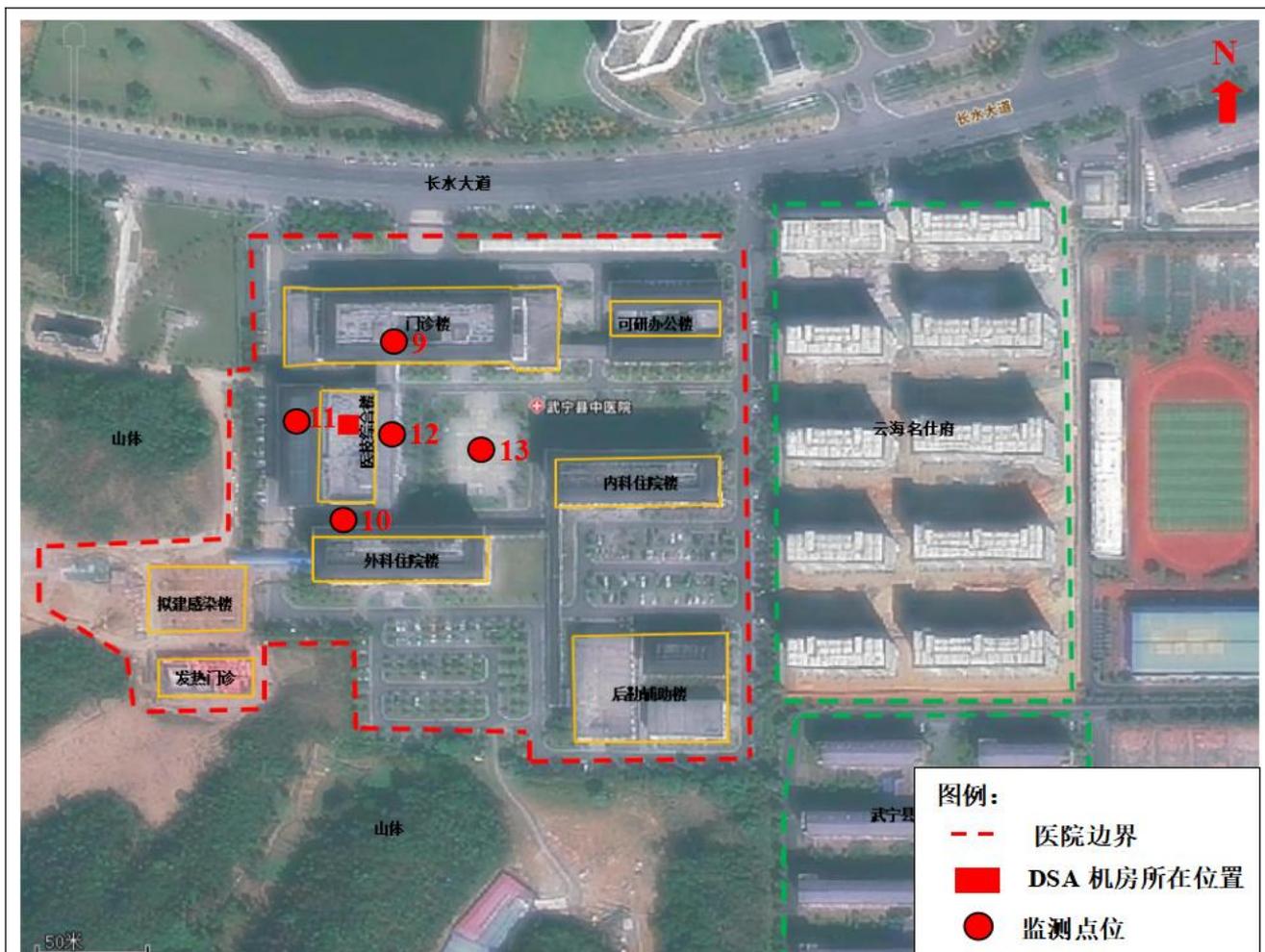


图 8-2b 项目场所及周边敏感点 γ 辐射剂量监测布点图

8.3 监测仪器

环境监测仪器参数见表 8-1。

表8-1 测量仪器主要技术参数一览表

仪器名称型号	MH1100-RG 型 X- γ 辐射剂量率仪
生产厂家	木亥环保科技（上海）有限公司
设备编号	G-21024145
测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h
能量范围	20keV~7MeV
检定证书编号	2023H21-20-5010797001-01
检定有效期	2023 年 12 月 19 日至 2024 年 12 月 18 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院

8.4 质量保证措施

- ①监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- ②测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好，并用检验源对仪器进行校验；
- 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监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

8.5 监测结果

本项目射线装置工作场所周围辐射环境现状监测结果见表 8-2，监测报告见附件 10。

表 8-2 DSA 工作场所及周边辐射环境水平监测结果

序号	监测点位描述	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1	拟建 DSA 机房中央	96.1	± 4.4	室内
2	DSA 机房东侧拟建设备间	80.7	± 3.9	室内
3	DSA 机房东侧拟建缓冲室	94.9	± 4.6	室内
4	DSA 机房西侧拟建操作室	94.0	± 4.3	室内
5	DSA 机房北侧洁净走道	107.1	± 5.0	室内
6	DSA 机房南侧库房	98.2	± 3.6	室内
7	DSA 机房南侧护士长办公室	97.4	± 4.5	室内
8	楼上胃镜室	72.2	± 4.6	室内
9	门诊楼一楼大厅	85.2	± 5.2	室内
10	医技综合楼南侧外科住院楼	101.7	± 4.1	室外
11	医技综合楼西侧内部道路	102.0	± 4.3	室外
12	医技综合楼东侧内部道路	103.1	± 4.5	室外
13	医院内	102.8	± 4.1	室外

注：以上数据已扣除仪器对宇宙射线的响应值。

表8-2监测结果表明，本项目DSA应用场所及周边环境室内 γ 辐射剂量现状本底监测均值在72.2~107.1nGy/h之间，室外环境 γ 辐射剂量现状本底监测均值在101.7~103.1nGy/h之间，在江西省九江市道路 γ 辐射环境本底范围内（由《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995年）可知，江西省九江市道路 γ 辐射环境本底值为30.0~142.7nGy/h范围内，室内本底值为55.7~219.3nGy/h范围内），本项目场所辐射水平未见异常。

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 设备组成及工作原理

(1) 设备组成

DSA是数字减影血管造影仪（Digital subtraction angiography）的简称，其由产生X射线的X线管、供给X线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制X线的“量”和质及曝光时间的控制装置、探测器，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置等围设备组成。

(2) 工作原理

本项目数字减影血管造影仪（DSA）为采用 X 射线进行摄影、透视技术设备。DSA 设备中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成（详见图 9-1），阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

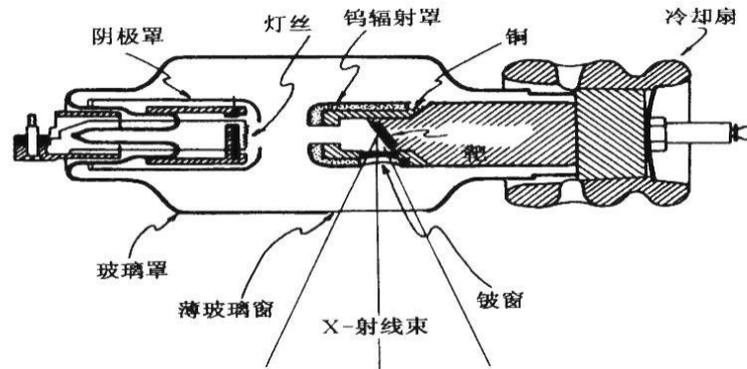


图9-1 典型X射线管结构图

数字减影血管造影仪（DSA）成像的基本原理是将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 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存储起来，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/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

随着硬件系统的不断完善，影像链处理技术的飞跃，DSA 设备已经从影像增强系统（image intensifier）发展到了数字平板探测器；硬件的进步同样促进了整体机架机械运动性的提升。如出现了导管室内的术中定量分析、功能学成像等高端应用，可帮助医生判断即刻疗效、影响决策；术中实时导航可增加医生对解剖的空间认知；同时，血管造影剂、高压注射器等配套设备的提升也使 DSA 技术有了明显进步。

类CT功能能进行三维旋转采集及重建，并且利用厂家工作站根据病变特点选择不同的重建方式，进行多种密度组织重建，提供类CT高分辨图像，有利于判断病变解剖部位及结构，从而帮助临床诊断。通过旋转采集原始影像数据传送到影像后处理工作站，经校正后进行断层重建，同时重建出横断面、矢状面、冠状面的断层图像。

（三）工作流程

本项目 DSA 在进行曝光时有三种情况：

第一种情况：透视。进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在介入手术室内对病人进行直接的介入手术操作。该情况在实际运行中占绝大多数，是本次评价的重点。

第二种情况：拍片。操作人员采取隔室操作的方式（即医生在操作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。

第三种情况：类 CT。利用 DSA 系统中旋转血管造影采集的图像进行血管造影计算机断层成像；类 CT 旋转采集 500 帧原始数据，因此其获取的图像质量优于三维重建影像。帮助医生更好地了解血管病变的位置、形态和范围，指导临床手术和治疗。

工作流程：

本项目 DSA 存在隔室操作与同室操作，治疗流程如下：

①病人候诊、准备：患者须行介入诊疗时，由介入科接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

②正当性判断：判断病人是否必须要接受介入诊疗，对确认需要接受介入诊疗的病人，由介入科主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果等，征得病人或其家属的同意并签署知情同意书、委托书等书面文件；

③患者推进手术室。

④出束前准备，医务人员为自身穿戴相应的个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套等，穿戴完成后后再进入机房准备出束状态下手术，并根据手术实际情况，为手术患者遮盖相应的个人防护用品。

⑤摆位准备：手术人员对其进行摆位准备，摆位前认真查对受检者信息、照射条件及摆位要求；

⑥术中实施照射：

a) 介入室内手术人员在透视条件下插入导管，注入造影剂进行检查或进行介入治疗，此时介入手术医师在 DSA 机房内同室操作，位于铅屏风或铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作；

b) 注入造影剂后需再次进行影像采集（摄影），影像采集时介入手术室内手术人员退至操作室，通过铅玻璃观察窗观察介入手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流，摄影或类 CT 扫描完毕后再进入介入手术室操作；

⑦照射结束：手术医生或助手压迫血，并向病人详细交代注意事项，由护士协助包扎止血，非危重和复杂病人介入诊疗结束后可由介入科医生护送病人回病房。

(四) 产污环节

DSA 曝光时，主要污染因子为 X 射线。DSA 介入手术的工作流程及产污环节示意图见图 9-2。



图 9-2 DSA 诊疗流程及产污环节示意图

9.1.4 工作负荷及人员配备

由医院提供资料可知，本项目 1 台 DSA 运行后预计年手术量约 600 台，每台透视时间平均约为 20min，摄影时间平均约为 1min，类 CT 时间为 30s，介入辐射工作人员年工作时间按 600 台计年最大曝光时间为 215h。

表 9-1 介入放射诊断工作负荷统计表

人员类型	工作状态	每台手术最长曝光时间	年最大手术量	年最大曝光时间	
介入医生、介入护士和技师	透视	20min	600 台	200h	215h
	摄影	1min		10h	
	类 CT	30s		5h	
操作室工作人员	透视	20min	600 台	200h	215h
	摄影	1min		10h	
	类 CT	30s		5h	

本项目 1 台 DSA 拟新增辐射工作人员 6 人（两班），每人每年受照时间为 107.5h，仅从事本项目安排的辐射工作，不另外增加受照时间。

9.1.5 人员、物流通道

①病人通道：病人经洁净走道后再经病人通道门进入 DSA 机房。

②工作人员通道：手术人员、护士和技师经换鞋、进入男更、女更经医生走廊进入操作室内，介入人员再经工作人员通道门进入 DSA 机房。

③污物通道：每台手术产生的污物就地打包后暂存至污物间并冲洗相关器械，下班后由相关清洁人员从污物通道门送出。

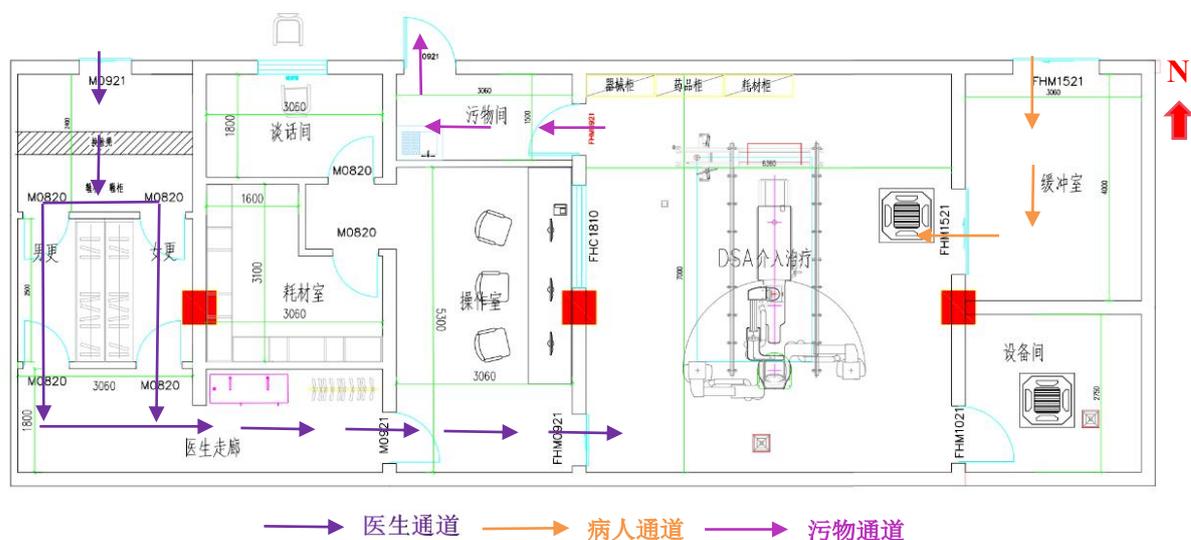


图9-3 DSA工作场所人流、物流路径规划图

9.2 污染源项描述

由 DSA 机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生、消失。因此，该院使用的 DSA 机在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。在诊断过程中，X 射线在辐射场中可分为三种射线：由 X 射线管窗口出射的用于诊断检查的有用射线；由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射线；以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。

1、正常工况

在采取隔室操作并且设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，DSA 机房外的工作人员及公众受到的泄漏 X 射线的外照射。手术人员在 DSA 机房内进行出束操作时，受到设备产生的 X 射线的外照射影响。

2、事故工况

a 射线装置发生 X 射线无法停束故障，机房内工作人员受到持续照射。

b 工作人员或病人家属在防护门关闭前尚未撤离 X 射线装置机房,射线装置运行可能产生误照射。

c 安全装置发生故障状况下,人员误入正在运行的 DSA 机房而受到误照射。

本次评价项目中使用的射线装置为数字化显影设备,无放射性三废产生,不会产生废显影水、定影水。射线装置产生的 X 射线与空气相互作用产生微量的臭氧与氮氧化物,经机房通风系统排出室外,对人员影响较小。

图 10-1 DSA 辐射工作场所分区图

(2) 辐射安全与防护措施

由《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的附录C的式C.1、C.2 可算得不同屏蔽物质的铅当量，相关计算公式如下：

对给定的铅厚度，依据NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值按式（C.1）计算辐射透射因子B：

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

式中：

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

X——铅厚度，mm；

α ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β ——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。

b) 依据NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值和 a) 中的 B 值，使用下式计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X。

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

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度，mm

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；

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；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

由《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录C的表C.2可知，混凝土的拟合参数取值分别为：管电压125kV（有用线束）， $\alpha=0.03502$ 、 $\beta=0.07113$ 、 $\gamma=0.6974$ ，铅的拟合参数取值分别为：管电压125kV（有用线束）， $\alpha=2.219$ 、 $\beta=7.923$ 、 $\gamma=0.5386$ ，实心砖的拟合参数取值分别为：管电压125kV（有用线束）， $\alpha=0.02870$ 、 $\beta=0.06700$ 、 $\gamma=1.346$ 。

代入参数算得：240mm实心砖相当于2.28mm铅当量厚度，120mm混凝土相当于1.44mm

铅当量厚度。

本项目DSA机房拟屏蔽参数设计情况见表10-1

表 10-1 本项目 DSA 机房拟屏蔽参数设计情况一览表

机房	DSA 机房
位置	武宁县中医院医技综合楼一楼放射科 DSA 机房
长×宽	7m×6.36m
有效使用面积	44.52m ²
墙体厚度	240mm 厚实心砖 (2.28mmPb) +3mmPb 硫酸钡防护涂料, 共计 5.28mmPb
顶棚厚度	120mm 厚现浇混凝土楼板 (1.44mmPb) +3mmPb 硫酸钡防护涂料, 共计: 4.44mmPb
地板厚度	120mm 厚混凝土 (1.44mmPb) +3mmPb 硫酸钡防护涂料, 共计: 4.44mmPb
防护门	4mmPb
观察窗	4mmPb

注: ①混凝土密度不低于2.35g/cm³, 实心砖密度1.65g/cm³。②上表中屏蔽物质的铅当量均根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中附录 C 计算而来。

为保障 DSA 的安全运行, 避免在开机期间人员误留或误入机房内而发生误照射事故, 以及对工作人员和病人的辐射防护, 本项目 DSA 机房设计有相应的辐射安全装置和保护措施, 主要有:

(1) DSA 机房防护门外设置电离辐射警告标志; 患者出入防护门上方设置醒目的工作状态指示灯, 灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句; 在候诊区等设置放射防护注意事项告知栏。机房设置门灯连锁装置, 防护门关闭的情况下, 工作状态指示灯才亮。机房平开机房门设置自动闭门装置, 推拉式机房门设有曝光时关闭机房门的管理措施, 并设置防夹装置; 工作状态指示灯能与机房门有效关联。

(2) DSA 机房内(设备床侧)及控制室内(操作台)各设置 1 个急停开关按钮, 在出现紧急情况下, 随意按下任意一个急停按钮, 均可以切断设备电源, X 射线停止出束。

(3) DSA 机房内设置对讲装置, 方便工作人员与病人交流。

(4) DSA 机房设置观察窗, 在控制室内可以观察到介入手术室内的情况, 当发生意外情况(有人误入或滞留)时, 控制室内操作人员可以及时发现并采取应急措施。

(5) 介入手术过程职业人员进入机房进行透视时, 应佩戴好个人防护用具包括: 铅衣、铅围裙、铅围脖、铅眼镜等, 并配备个人剂量计。

(6) 电缆管线线槽为埋地设计, 穿墙设计为地下直穿, 洞口屏蔽措施采用 3mm 铅当量

可活动铅盖板进行覆盖补偿。

(7) DSA 机房拟在室内吊顶设置动力通风装置，以保持良好的通风。

(8) 本项目 DSA 机房拟配备铅橡胶围裙 6 套、铅橡胶颈套 6 套、铅防护眼镜 6 副、铅橡胶帽 6 套、介入防护手套 3 套，供工作人员使用；铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套（方形）或方巾等防护用品 2 套，供受检者使用，介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb，其余铅防护用品铅当量 0.5mmPb。DSA 设备自带铅悬挂防护屏、床侧防护帘，铅当量 0.5mmPb。

表 10-2 DSA 机房拟配备防护用品一览表

场所	防护用品名称	铅当量 (mmPb)	单位	数量
DSA 机房	铅橡胶围裙	0.5	件	6
	铅橡胶颈套	0.5	件	6
	铅防护眼镜	0.5	副	6
	介入防护手套	0.025	副	3
	铅橡胶帽子	0.5	顶	6
	铅悬挂防护屏	0.5	个	2
	床侧防护帘	0.5	个	2
	患者铅橡胶颈套、铅橡胶围裙	0.5	套	2

(9) 在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量选择最优化的检查参数，为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施，同时在不影响操作的前提下可采取缩小照射野和缩短物片距，尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线。

(10) 操作中减少透视时间和减少拍片的次数可以显著降低工作人员的辐射剂量，介入手术工作人员在操作时应尽量远离检查床。同时，加强辐射工作人员的培训，参与介入手术的工作人员应该技术熟练，以减少介入手术工作人员的剂量。

(11) 医院为所有辐射工作人员配备个人剂量计并定期送检，同时建立个人剂量档案；定期安排人员参加职业健康体检，并建立个人职业健康监护档案。

(12) DSA 机房在对病人病灶进行照射时，对病人病灶以外的部位用铅橡胶布或其他防护用品进行遮盖，避免病人受到不必要的辐射照射。

(13) 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；通过制定最优化的治疗、诊断方案尽量减少射线装置的照射时间。尽量减少人员与设备间的近距离接触时间。

(14) 武宁县中医院拟配置一台便携式 X-γ 辐射剂量率监测仪用于本项目 DSA 的日常自行监测。每年委托有资质单位对射线装置应用场所进行辐射监测，对射线装置安全防护状况进行年度评估，一旦发现安全隐患，应当立即进行整改。

(15) 制定辐射事故应急预案等辐射安全管理相关的各项规章制度，发生辐射事故时，

立即启动应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境、公安和卫生健康主管部门报告。

(三) 辐射防护措施符合性分析

武宁县中医院 DSA 机房辐射防护措施合理性分析采用《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 进行分析。辐射防护措施符合性分析见表 10-3。

表 10-3 DSA 机房拟防护措施情况一览表

项目	实际情况	标准防护要求	符合性
机房	医院拟购置的 DSA 带类 CT 功能，因此在设备机房规格评价内容中，按照 CT 机相关标准要求进行评价。 有效使用面积：44.52m ²	单管头 X 射线机：机房内最小有效使用面积不小于 20m ² ，最小单边长度不小于 3.5m。CT 机(不含头颅移动 CT):机房内最小有效使用面积不小于 30m ² ，最小单边长度不小于 4.5m。	符合
大小	单边最小长度：6.36m		
四周墙体	医院拟购置的 DSA 带类 CT 功能，因此该机房屏蔽防护铅当量厚度要求按照 CT 机相关标准内容进行评价。240mm 厚实心砖 (2.28mmPb) +3mmPb 硫酸钡防护涂料，共计 5.28mmPb	介入 X 射线设备机房：有用线束方向铅当量 2mmPb，非有用线束方向铅当量 2mmPb。 CT机(不含头颅移动CT)机房:有用线束方向铅当量、非有用线束方向铅当量:2.5mmPb。	符合
顶棚	120mm 厚现浇楼板 (1.44mmPb) +3mmPb 硫酸钡防护涂料，共计 4.44mmPb		
地板	120mm 厚现浇楼板 (1.44mmPb) +3mmPb 硫酸钡防护涂料，共计 4.44mmPb		
防护门、观察窗	防护门铅当量为 4.0mmPb 观察窗铅当量为 4.0mmPb		
X 射线设备工作场所防护	DSA 机房操作间侧设置观察窗，观察窗位置便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	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。	符合
	DSA 机房防护门外拟设置电离辐射警告标志；患者出入防护门上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱拟设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；在候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目工作状态指示灯，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。	符合
	本项目机房的患者防护门为推拉式门，设计曝光时关闭机房门的管理措施；其他防护门均为平开式，拟安装自动闭门装置，机房门外拟设计醒目的电离辐射标志和工作指示灯，且工作状态指示灯能与机房门有效联动；灯箱处设置警示语句。	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。	符合
	DSA 主束向上照射，避免了有用线束直接照射门、窗和管线口位置；有用线束未直接照射工作人员操作位；机房内未堆放与	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	符合

	该设备诊断工作无关的杂物；机房内设置了动力排风装置，并保持良好的通风。	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，并保持良好的通风。	
	本项目 DSA 机房拟配备铅橡胶围裙 6 套、铅橡胶颈套 6 套、铅防护眼镜 6 副、铅橡胶帽 6 套、介入防护手套 3 套，供工作人员使用；铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套（方形）或方巾等防护用品 2 套，供受检者使用，介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb，其余铅防护用品铅当量 0.5mmPb。DSA 设备自带铅悬挂防护屏、床侧防护帘，铅当量 0.5mmPb。	配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾等防护用品。	符合

由表 10-3 可知，本项目机房的辐射防护措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

10.2 三废的治理

本项目 DSA 属于 II 类射线装置，使用过程中无放射性固体废物、放射性废水及放射性废气产生。DSA 设备的 X 射线与空气相互作用产生微量的臭氧与氮氧化物，经机房通风系统排出室外，对环境影响可忽略不计。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境影响的分析

医院本项目建设阶段不涉及射线装置的使用，调试、运行过程中应严格按照相关使用说明及管理制度执行。

11.2 运行阶段对环境的影响

根据工艺流程与源项分析，项目运行阶段产生的辐射环境影响主要有为X射线等带来的环境影响。

(1) DSA运行阶段对环境的影响

因医院此次环评的 DSA 未建设运行，故采取类比监测的方法进行分析评价。DSA 采用采用宜黄县第一人民医院验收监测数据（含类 CT 功能）（监测报告编号：HH231121003），进行类比分析评价。类比可行性分析见表 11-1。

表 11-2 防护情况对比表

基本情况	本项目 DSA 机房	类比对象 DSA 机房	类比情况
设备型号	Optima IGS Plus 型 DSA (含类 CT 功能)	Optima IGS Plus 型 DSA (含类 CT 功能)	与类比对象相同
最大管电压	125kV	125kV	与类比对象相同
最大管电流	1000mA	1000mA	与类比对象相同
主束方向	主束朝上	主束朝上	一致
四周屏蔽墙厚度	24cm 厚实心砖墙 (2.28mmPb)+3mmPb 硫酸钡防护涂 料，共计：5.28mmPb	24cm 黏土实心砖+3mmPb 铅 板（相当于 5.28mmPb）	一致
顶棚厚度	12cm 厚现浇混凝土楼板（1.44mmPb） +3mmPb 硫酸钡防护涂料，共计： 4.44mmPb	10cm 混凝土+3mmPb 硫酸钡水 泥（相当于 3.90mmPb）	本项目优
底板厚度	地下为土层，12cm 厚混凝土 (1.44mmPb)+3mmPb 硫酸钡防护涂 料，共计：4.44mmPb	地下为土层，未进行防护设计	/
防护门铅当量	4mmPb	4mmPb	一致
观察窗铅当量	4mmPb	4mmPb	一致
机房净面积	44.52m ² (7m×6.36m)	39.49m ² (7.18m×5.5m)	本项目优
运行工况	摄影模式：76kV/450mA 透视模式：71kV/12mA 类 CT 模式：120kV/165mA	摄影模式：76kV/450mA 透视模式：71kV/12mA 类 CT 模式：120kV/165mA	一致

由表 11-1 可知，本项目 DSA 的最大管电压、最大管电流均与类比对象一致；DSA 设备型号与类比对象一致；项目机房四周墙体与类比对象一致；顶棚屏蔽能力优于类比；观察窗

屏蔽能力和防护门屏蔽能力与类比对象一致；DSA 机房面积优于类比对象，由以上分析可知，本项目总体参数优于类比项目，具有较好的可比性。

(2) 类比监测结果

类比监测结果见表 11-3。

表 11-3 类比 DSA 机房周围剂量当量率监测结果

序号	监测位置	X-γ辐射剂量率(nSv/h)	
		关机 (平均值)	开机 (平均值)
1	观察窗外30cm	173	192
2	控制室操作位	174	188*
3	控制室防护门左侧门缝外30cm	177	186
4	控制室防护门右侧门缝外30cm	179	189
5	控制室防护门中心外30cm	178	191
6	控制室防护门上方门缝外30cm	179	189
7	控制室防护门下方门缝外30cm	180	189
8	受检者防护门左侧门缝外30cm	198	208*
9	受检者防护门右侧门缝外30cm	194	207
10	受检者防护门中心外30cm	197	205
11	受检者防护门上方门缝外30cm	192	203
12	受检者防护门下方门缝外30cm	191	201
13	污物间防护门左侧门缝外30cm	160	175
14	污物间防护门右侧门缝外30cm	165	179
15	污物间防护门中心外30cm	168	182
16	污物间防护门上方门缝外30cm	169	182
17	污物间防护门下方门缝外30cm	175	188
18	东墙外30cm处(配电间)	174	187
19	东墙外30cm处(污物存放)	169	186
20	南墙外30cm处(空地)	179	186
21	西墙外30cm处(医生办公室)	188	197
22	北墙外30cm处(谈话间)	188	197
23	机房正上方地面100cm处	174	185*
24	内科大楼东侧空地	173	180
25	内科大楼南侧在建养老院	175	184

26	DSA(摄影 工况: 76kV; 450mA)	内科大楼西侧连廊	163	175
27		内科大楼北侧院区空地(拟建公园)	170	177
1		观察窗外 30cm	173	182
2		控制室操作位	175	186
3		控制室防护门左侧门缝外 30cm	175	183
4		控制室防护门右侧门缝外 30cm	177	185
5		控制室防护门中心外 30cm	176	183
6		控制室防护门上方门缝外 30cm	177	185
7		控制室防护门下方门缝外 30cm	178	186
8		受检者防护门左侧门缝外 30cm	200	205
9		受检者防护门右侧门缝外 30cm	197	204
10		受检者防护门中心外 30cm	190	198
11		受检者防护门上方门缝外 30cm	191	197
12		受检者防护门下方门缝外 30cm	190	198
13		污物间防护门左侧门缝外 30cm	160	175
14		污物间防护门右侧门缝外 30cm	165	181
15		污物间防护门中心外 30cm	167	181
16		污物间防护门上方门缝外 30cm	170	181
17		污物间防护门下方门缝外 30cm	175	182
18		东墙外 30cm 处(配电间)	170	185
19		东墙外 30cm 处(污物存放)	166	185
20		南墙外 30cm 处(空地)	179	184
21		西墙外 30cm 处(医生办公室)	186	194
22		北墙外 30cm 处(谈话间)	187	193
23		机房正上方地面 100cm 处	171	184
24		内科大楼东侧空地	171	178
25		内科大楼南侧在建养老院	176	184
26	内科大楼西侧连廊	166	175	
27	内科大楼北侧院区空地(拟建公园)	170	179	
28	DSA(透视)	介入操作位(铅衣内)	160	6473*
29	工况: 71kV; 12mA)	介入操作位(铅衣外)	164	34773*

1) 监测结果未扣除宇宙射线响应值; 2) 带*号的数值为有效剂量估算时用的值。

由表 11-1 类比监测表明: DSA 机房在 CT 扫描模式下机房周围各测点 X- γ 辐射剂量率为 0.175~0.208 μ Sv/h 之间; 摄影模式下, 机房周围各测点 X- γ 辐射剂量率为 0.175~0.205 μ Sv/h 之间; 符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 相关要求, 即满足机房外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

本项目 DSA 的最大管电压、最大管电流与类比对象一致; 设备型号与类比对象一致; 项

目各机房四周墙体、顶棚、屏蔽能力与类比对象一致；观察窗屏蔽能力和防护门屏蔽能力与类比对象一致；DSA 机房面积优于类比。由以上分析可知，本项目总体参数优于类比项目，具有较好的可比性，故本项目 DSA 运行后对周边环境影响也能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。

本项目各 DSA 开机时介入操作位 X- γ 辐射剂量率较高，在介入室内操作时，工作人员必须佩戴好个人剂量计、穿好铅衣、铅帽、铅围脖等辐射防护用品，且在射线出束方向设置铅挡板，同时合理安排操作人员轮流操作。操作时应尽可能缩短曝光时间、优化曝光条件，减少患者的受照剂量，在不影响诊疗的情况下给病人必要的屏蔽防护如铅衣、铅帽、铅围裙等。

因此，通过类比结果可预测本项目使用的 DSA，只要按有关辐射防护规定，认真做好机房构筑墙体和防护门的辐射防护设计，落实好有关辐射防护措施，投入使用后对环境产生辐射污染影响很小。

（4）有效剂量估算

为确定机房辐射防护设计的有效性及其项目运行中对工作人员产生的附加辐射剂量，同时对医院使用射线装置对公众以及周围辐射环境的影响程度进行分析，本次评价对项目运行过程中对医院职业工作人员和公众成员进行附加辐射剂量估算评价。

年附加有效剂量当量计算公式按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 公式计算：

$$H=D \times T \times 10^{-3}$$

式中：H—辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

D—辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T—年工作时间，h；

DSA 介入操作位个人有效剂量当量计算模式如下（出自 GBZ 128-2019 的 6.2.4 公式（4））：

$$H_e = \alpha H_u + \beta H_o$$

式中： H_e —DSA 介入操作位个人有效剂量当量，mSv；

α —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

β —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

H_u —铅围裙内个人有效剂量当量，单位为毫希沃特（mSv）；

H_o —铅围裙外个人有效剂量当量，单位为毫希沃特（mSv）。

控制室工作人员的辐射剂量率为 DSA 开机状态下控制室操作位的监测数值（表 11-1 中带*号的数值），介入人员为介入室铅衣内、外的监测数据（表 11-1 中带*号的数值），公众成员的辐射剂量率为 DSA 开机状态下机房周围(除控制室外)监测数值中最大辐射剂量率(表 11-1 中带*号的数值)。

医院预估项目建成后，DSA 年手术量约为 600 台，每台手术摄影时间平均 1min，类 CT 时间 30s，透视时间平均 20min，介入辐射工作人员年工作时间按 600 台计，年摄影时间为 10h，年类 CT 时间为 5h，年透视时间为 200h，则年总出束时间 215h。本项目辐射工作人员 6 人（一台手术拟配备 1 名介入医生、1 名介入护士、1 名技师）两班，每人每年受照时间为 107.5h。

工作人员和公众成员最大年有效剂量当量估算表见表11-5。

表11-5 工作人员和公众成员年有效剂量当量估算表

环境保护对象		附加辐射剂量率 (nSv/h)	年出束时间(h)	居留 因子	最大附加年效剂量 (mSv/a)		
职业工作 人员	控制室操作位	188-174=14	107.5	1	1.51×10 ⁻³		
	介入室辐射工 作人员（医生、 护士）位于介 入手术室	铅衣外	34773-164=34609	100	1	3.46	
		铅衣内	6473-160=6313			0.63	
		合计	0.79×0.63+0.051×3.46= 0.68mSv/a				0.68
	介入室辐射工作人员（医 生、护士）位于操作室	188-174=14	5+2.5=7.5	1	1.05×10 ⁻⁴		
公众成员	受检者防护门外	208-198=10	215	1/8	2.69×10 ⁻⁴		
	机房正上方	185-174=11	215	1	2.37×10 ⁻³		

注：1) 不同场所的居留因子取值出自于放射治疗辐射安全防护要求HJ1198-2021附录A。

公众及职业照射年有效剂量理论预算结果表明，DSA设备使用后，本项目对辐射工作人员职业照射及公众照射最大附加年有效剂量值分别为0.68mSv、2.37×10⁻³mSv，低于项目要求辐射剂量约束值（职业照射剂量限值：5mSv/a，公众照射剂量限值：0.1mSv/a），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）的要求。

医院应密切关注每个周期工作人员个人剂量监测结果，工作人员必须佩戴好个人剂量计、穿好铅衣、铅帽、铅围脖等防护用品，以尽量减少所受的辐射照射，同时医院应安排操作人员轮流操作，缩短操作时间，减小受照剂量，以有效避免超出辐射剂量约束值。

综上所述，武宁县中医院使用的DSA在采取相关辐射防护措施，设备正常运行期间对工作人员及环境的影响较小。

(4) 环境敏感目标辐射环境影响分析

本项目 50m 评价范围内环境敏感目标主要为医技综合楼以及本项目机房周边有关操作人员，其他医务工人员和病人等。

根据类比监测结果可知，DSA 机房防护门外最大附加 X- γ 辐射剂量为 0.208 μ Sv/h。根据 X 射线减弱规律，X 射线强度在空气中随距离增加而减弱，本评价保守估算，采用 DSA 机房防护门外最大附加 X- γ 辐射剂量为 0.208 μ Sv/h，估算出环境敏感保护目标的最大年有效剂量为 1.34×10^{-4} mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，也显著低于本项目约束限值 0.1mSv，故本项目对环境敏感保护目标产生的辐射影响很小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故风险类别识别

对于 DSA 的使用，当关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素，最大可能的事故主要有四种：

(1) 无关人员误入正在运行的 X 射线机房，由 X 射线直接或散射照射对人体造成潜在的照射伤害。

(2) 工作人员还未全部撤离机房，外面人员启动设备，造成有关人员被误照。

(3) 操作介入手术的医生或护士未按规定穿戴铅围裙、防护手套、防护帽和防护眼镜等防护具，而受到超剂量外照射。

(4) 检修时，误开机时，维修人员受到潜在的照射伤害。

(5) 当射线装置控制系统出现故障或工作人员操作失误，装置出束过大，病人可能接受额外照射。

11.3.2、风险事故预防措施

DSA 项目可能发生的辐射事故及风险的发生主要是在管理上出问题，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，并定期检查机房的性能及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用的 DSA 手术室。一旦发生辐射事故，处理的原则是：

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医

检查。

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

④在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

⑤事故处理后应累计资料，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。

⑥不断完善放射性事故应急预案，在射线装置建设和运行过程中的适当时候进行演习。

⑦定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

⑧建设单位需制定《DSA 操作规程》。凡涉及对射线装置进行操作，必须按操作规程执行并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

⑨定期对使用射线装置和机房的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换，建立射线装置维护、维修台账。

⑩建设单位所有辐射工作人员应根据《中华人民共和国生态环境部公告》（2019 年第 57 号）建设单位所有辐射工作人员需通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习并考核合格后上岗。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理类机构的设置

(1) 辐射安全与环境保护管理机构设置

辐射安全与环境保护管理机构设置根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》，国家环境保护总局令第 31 号第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、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，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。医院成立了以陈春华为组长，叶爱华为副组长，魏叶、邱顺然、李孟林、邹志宁、丰守海、陈青云、陈剑、邱型豪、胡玉、葛碧丝等为成员的放射防护安全管理领导小组，明确了机构的成员及其职责（见附 8），满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护部令第 3 号 2021 年修订版）的相关要求。

(2) 辐射安全管理规章制度

医院已制定《DSA 操作规程及流程》《设备检修维护制度》《辐射监测方案》《辐射防护与安全保卫制度》《辐射工作人员培训制度》《放射装置使用登记和台账管理制度》《岗位职责》《DSA 介入质量保证方案》《辐射事故应急预案》等规章制度。

医院应将操作规程及流程、辐射事故应急预案、辐射安全管理制度等张贴于工作场所墙面醒目处；医院应根据国家法律法规，对规章制度进行及时更新，确保制定的规章制度满足要求。

医院给辐射工作人员配备了个人剂量计，定期送有资质单位监测，建立个人剂量监测档案；安排辐射工作人员参加职业健康体检，建立了职业健康档案；安排辐射工作人员参加辐射安全与防护培训考核，持证上岗；每年编制了上一年度的放射性同位素与射线装置辐射安全与防护年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用系统上传提交。

根据医院提供的年度评估报告，医院已落实辐射安全与防护培训，并进行考核；已委托吉安市疾病预防控制中心为医院辐射工作人员提供个人剂量监测，已落实所有辐射工作人员的职业健康体检，医院辐射工作人员体检均正常，可以继续原放射工作。医院落实内部辐射监测与外部辐射检测，辐射安全管理符合要求。

对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第六款至第九款的要求，“使用放射性同位素、射线装置的单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射安全和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案、确保放射性废气、废液、固体废物达标排放可行的处理方案、质量保证大纲、质量控制检测

计划以及完善的辐射事故应急措施”等相关要求。医院制定了医院已制定《DSA 操作规程及流程》《设备检修维护制度》《辐射监测方案》《辐射防护与安全保卫制度》《辐射工作人员培训制度》《放射装置使用登记和台账管理制度》《岗位职责》《DSA 介入质量保证方案》《辐射事故应急预案》等规章制度，满足上述要求。

本项目辐射工作人员 6 人，仅从事本项目辐射工作。医院定期安排辐射工作人员参加职业健康体检，建立职业健康监护档案。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）5.3 节，医院为手术工作人员配备内、外个人剂量计各 1 个，定期送检，并建立个人剂量档案。医院应安排已培训取证人员定期参加复训，考核合格后方可上岗。

医院本项目运行后，应每年委托有资质单位对本单位射线装置工作场所进行监测，编制射线装置辐射安全与防护年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向上级生态环境主管部门提交上一年度的年度评估报告。

12.2 辐射环境管理要求

按照《电离辐射防护与辐射安全基本标准》关于“营运管理”的要求，为确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行辐射防护职责，尽可能的避免事故的发生，医院必须培植和保持良好的安全文化素养，减少因人为因素导致人员意外照射事故的发生。为此，提出如下辐射环境管理要求：

（1）依据《中华人民共和国放射性污染防治法》第二十八条和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》之规定，医院必须向生态环境部门重新申领辐射安全许可证等相关环保手续。

（2）明确辐射防护工作领导小组的职责：设立兼职或专职的安全负责人，负责整个医院的辐射防护与安全工作。建立辐射防护安全防护管理制度，履行放射防护职责，确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众成员的权益，尽可能避免事故的发生。

（3）医院辐射工作人员必须定期经过辐射工作安全防护培训，取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单方可上岗；操作人员必须遵守各项操作规程，检查仪器安全并做好当班记录，严格执行交接班制度，发现异常及时处理。

（4）各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；机房门外应有电离辐射警示标志，患者进出防护门上方设置了醒目的工作状态指示灯，候诊区应设置放射防护注意事项，警告标志的张贴需要规范。

（5）每年应至少进行一次辐射环境监测，建立监测技术档案，医院工作人员应持证上岗，定期进行辐射防护知识和法规知识的培训 and 安全教育，检查和评估工作人员的个人剂量，建

立个人剂量档案。

(6) 制定事故状态下的应急处理计划，其内容包括事故的报告，事故区域的封闭，事故的调查和处理及工作人员的受照剂量估算和医学处理等。

(7) 应当加强对本单位射线装置安全和防护状况的日常检查。发现安全隐患的，应当立即整改。

(8) 对医院辐射装置安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

(9) 按照《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号）第十二条规定，建设项目的规模发生变化，或者建设项目环境影响报告书自批准之日起满5年，建设项目方开工建设的，其环境影响报告文件应重新编制，报批。

(10) 项目竣工后，医院应依法进行竣工环境保护自主验收。

(11) 医院在依法被撤销、依法解散、依法破产或者其他原因终止前，应当确保环境辐射安全，妥善实施辐射工作场所或者设备的退役，并承担退役前所有的安全责任。

12.3 辐射监测

12.3.1 环保措施竣工环境保护验收

本项目竣工后，建设单位须按照国务院生态环境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验收，编制验收报告。本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，本项目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。

建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，核查落实辐射安全与防护的所有安全措施，保证严格落实环境影响评价过程中的全部安全措施，不得弄虚作假。建设单位将依法向社会公开验收报告。

12.3.2 日常自行监测

医院已配备日常自行监测用的 X- γ 辐射剂量率监测仪，制定日常自行监测计划，定期对辐射工作场所进行监测，并将每次监测结果记录存档备查，监测计划内容见表 12-1。

医院每次监测后需保持监测记录并存档，设专人管理辐射设备监测档案，发现监测结果超过参考水平时需停止开展射线装置工作，并委托有相关资质单位的监测机构对机房的防护性能进行监测，如监测结果仍然超过参考水平，需及时进行防护整改，直到整改符合要求后，方可重新开展工作。

12.3.3 辐射工作人员个人剂量监测

所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并制定（每季度 1 次）送有资质的检测机构进行

检测，建立完善的个人剂量档案，并保存至辐射工作人员年满 75 周岁，或者停止辐射工作 30 年。

12.3.4 年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定，使用射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的环境监测机构进行监测。

医院拟每年委托有相关资质的辐射监测机构对辐射工作场所进行监测。医院将严格执行辐射监测计划，做好辐射工作场所的监测。

另外医院应在每个季度自行对辐射工作场所进行辐射测量及防护设施检查，并将检测结果妥善保存，应在每年年底进行对比分析，以便辐射管理制度的改进，环保监测方案见表 12-1。

表 12-1 辐射监测计划

监测对象	监测点位	监测方案	监测项目	监测频率	监测方式
DSA	四周墙体外 30cm 处、操作位、观察窗、楼上、防护门、管线孔	实测	X-γ辐射剂量率	每年 1 次	委托有资质单位
				1 次/季度	自行监测
	辐射防护装置	检查	安全	每天 1 次	自行监测
工作人员	/	佩戴个人剂量计	年有效剂量	1 次/季度	委托有资质单位
外环境	实测	实测	X-γ辐射剂量率	每年 1 次	委托有资质单位

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院根据可能发生的辐射事故的风险，建立了辐射事故应急工作小组（详见附件 9），明确了该领导小组的组长、成员，明确了辐射事故应急小组联系人。放射事故应急小组的工作职责是平时做好放射事故应急准备工作，一旦有事故发生时能按照程序启动应急方案。

为有效处理核技术利用项目开展过程中可能产生的辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，建设单位制定了《辐射安全应急预案》。在《辐射安全应急预案》规定了应急响应基本程序及操作流程。建设单位承诺，随着项目的开展，将对《辐射安全应急预案》进行细化完善。建设单位的辐射事故应急预案基本可以满足要求。

武宁县中医院已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，对可能发

生的辐射事故，制定了《辐射事故应急预案》，做好应急准备。发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取应急措施，向当地生态环境主管部门、公安部门和卫生健康行政部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。医院运行至今，未发生放射性事故，本项目运行后，还应定期修改完善相关规章制度，并定期进行应急辐射事故应急演练。

医院的事故应急预案应根据以下内容进行完善：

(1) 若出现问题及时切断射线装置电源，通知医院内所有人员立即撤离，同时报安全防护小组处理，并及时向卫生行政部门和环境保护行政主管部门报告。

(2) 如果发生人体受超剂量照射事故时，应当迅速安排人员接受医学检查或者在指定医疗机构救治，同时对危险源采取应急安全处理措施。

(3) 对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关状况。提交给相关部门作为救治参考。

(4) 事故处理必须在辐射安全领导小组和医院领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行，其他人员不得进入事故区。

(5) 事故处理后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

(6) 遇严重或重大事故，辐射安全领导小组应在第一时间与生态环境部门报告，请求环境保护局等相关部门指导协调处理与处置。

医院应定期、具有针对性的对可能发生的辐射事故进行演练，演练内容包括辐射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性。并根据实际情况组织修订辐射事故应急预案。

12.5 辐射环境保护“三同时”验收清单

本项目总投资 750 万元，其中环保投资 50 万元，环保投资占总投资比例的 6.67%。此外，该项目投入运行后，还应按有关要求进行竣工环境保护验收。具体环保投资清单和竣工环境保护验收清单详见表 12-2。

表 12-2 项目竣工环境保护验收清单

污染源或保护源	主要环保措施	验收标准	环保投资(万元)
电离辐射防护措施	本项目机房防护措施见表 10-1。	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)	35.0
	机房门外设置工作指示灯及电离辐射警告标志，机房内设置通风设施。		2.0

	DSA 机房配备铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅橡胶帽子、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾等防护用品供工作人员及受检者使用，配备介入防护手套 3 副，介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb，其余铅防护用品铅当量 0.5mmPb。		3.0
	便携式辐射监测仪	/	1.0
	制定相应的规章制度和应急预案，规章制度上墙。	/	1.0
	辐射工作人员佩戴个人剂量计，并按时送检，建立完善个人剂量档案；所有辐射工作人员每年进行职业健康体检，并建立完善健康档案。	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）及剂量约束值 5mSv。	3.0
辐射安全管理措施	所有辐射工作人员参加辐射防护与安全培训，并取得合格证。	/	1.0
	日常例行监测、射线装置安全和防护状况年度评估报告。	/	2.0
	每年委托有资质的单位对项目工作场所进行辐射环境检测（长期投入）。	/	2.0
合计	/	/	50

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

武宁县中医院位于江西省九江市武宁县新宁镇长水大道 7 号。为了适应医疗事业和医院的发展需求，提高医疗服务质量，满足患者的治疗需要，医院拟在医技综合楼一楼放射科 DSA 机房使用 1 台 Optima IGS Plus 型 DSA，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，带类 CT 功能，属于 II 类射线装置。

13.1.2 实践正当性

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊断和治疗能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断和治疗效果，是其它诊治项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于放射诊断的方法效果显著、病人诊断中所受的痛苦较小，方法的优势明显，因此，该项目的实践是必要的。

建设单位在放射性诊断和治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并建立相应的规章制度和辐射事故应急预案。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将本项目产生的辐射影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给医务人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术利用的实践具有正当性。

因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.3 产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本）（2021 修正）中“十三、医药 6、医药行业新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发”，属于国家鼓励类的项目，故该项目符合国家产业政策。

13.1.4 选址及平面布局合理性

根据现场踏勘，项目屏蔽体外 50 米外环境周围无自然保护区、风景名胜区、水源保护区等生态敏感点等制约因素。

本项目建设的辐射工作场所按照相关规范要求建有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产

生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，辐射工作场所分布相对集中，方便建设单位辐射安全分区管理，限制无关人员进入控制区及限制在监督区逗留，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

13.1.5 辐射安全与防护分析结论

13.1.5.1 辐射安全管理分析

武宁县中医院已建立了辐射安全领导小组，统筹领导全院辐射防护与安全的管理工作。

武宁县中医院增加环评建议制定的各项规章制度后，基本满足辐射安全的相关要求，在实际使用中，应严格执行本次环评提出的辐射防护和管理要求。

在日后的工作实践中，新增的辐射工作人员同样须参加相关部门举办的有关法律、法规、规章、专业技术、安全防护和应急相应等知识的培训教育，并通过考核取得工作上岗证，考核不合格的不得上岗。建设单位还应不断加强对辐射工作人员的有关技能和辐射安全防护知识的再教育或培训，进一步提高对专业技能和放射防护工作重要性的认识。

13.1.5.2 人员培训及健康管理

建设应按照国家关于个人健康管理的规定，定期对辐射工作人员进行职业健康检查，并建立职业健康管理档案，为工作人员保存职业照射记录，同时应按照国家关于个人剂量监测的规定，对辐射工作人员进行个人剂量检测。

13.1.6 环境影响分析结论

13.1.6.1 环境现状评价

本项目 DSA 应用场所及周边环境室内 γ 辐射剂量现状本底监测均值在 72.2~107.1nGy/h 之间，室外环境 γ 辐射剂量现状本底监测均值在 101.7~103.1nGy/h 之间，在江西省九江市道路 γ 辐射环境本底范围内（由《中国环境天然放射性水平》（国家环境保护局，1995 年）可知，江西省九江市道路 γ 辐射环境本底值为 30.0~142.7nGy/h 范围内，室内本底值为 55.7~219.3nGy/h 范围内），本项目场所辐射水平未见异常

13.1.7 环境影响评价

（1）辐射安全与防护措施评价

项目采取的辐射环境管理措施：设立专门的辐射安全与防护管理机构，并建立完善的规章制度，落实安全、保卫、环保等措施，制定了辐射事故应急预案等。

（2）辐射环境影响分析

本项目 DSA 机房四周屏蔽墙、顶棚地板、防护门及观察窗屏蔽厚度均不低 2mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于介入 X 射线设备机房墙壁应有 2mmPb

的防护厚度要求，本项目 DSA 机房周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

(3) 个人剂量

武宁县中医院使用的 DSA 对职业人员的附加最大年有效剂量当量值为 0.68mSv ，对公众成员的附加最大年有效剂量当量值为 $2.37\times 10^{-3}\text{mSv}$ ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

综上所述，武宁县中医院严格按照环评要求进行建设后，医院核技术利用项目运行时对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求；该项目的辐射防护安全措施可行；规章制度基本健全；该项目对环境的辐射影响是可接受的。医院在落实了本环评提出的各项环境保护及污染防治措施的前提下，从环境保护的角度来看，本环评认为该建设项目是可行的。

13.2 建议和承诺

(1) 该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

(2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

(3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可合理达到的尽可能低水平”。

(4) 对本评价提出的辐射管理和辐射防护措施，应尽快落实。项目竣工后，及时组织“三同时”验收。

(5) 经常检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

(6) 建设单位须重视控制区和监督区的管理。

(7) 建设单位在申办辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn/>），完善相关信息。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

(8) 医院应按照国家相关要求，委托具有相关资质的卫生服务机构对辐射工作人员进行个人剂量监测，并加强个人剂量监测相关管理，避免出现漏检、错检情况。

14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人

公 章
年 月 日

审批意见:

经办人

公 章
年 月 日