

核技术利用建设项目

明溪县总医院 1 台 DSA 机项目

环境影响报告表

(公开版)

仅限于环评信息公开使用

明溪县总医院

二〇二四年二月

表 1 项目基本情况

项目名称	明溪县总医院 1 台 DSA 机项目				
建设单位	明溪县总医院				
法人代表	刘*刚	联系人	曾*	联系电话	152****9867
注册地址	三明市明溪县雪峰镇民主路 199 号				
项目建设地点	三明市明溪县雪峰镇民主路 199 号				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	**	环保投资（万元）	**	投资比例	**%
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)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	/				

1.1 建设单位情况

明溪县总医院创建于 1937 年，原名县立卫生院，2017 年 7 月因县域资源整合更名为“明溪县总医院”，是集医疗、教学、科研和预防保健、康复为一体的现代化二级甲等医院，是明溪县唯一的综合性公立医院。2017 年 9 月，各乡镇卫生院（社区服务中心）作为明溪县总医院的分院一并纳入明溪县总医院实行一体化管理，建立县域内紧密型管理体制的医联体组织体系。医院占地面积 26269.13m²，总建筑面积 30335.44m²，目前设临床科室 22 个，医技科室 7 个，行政职能科室 21 个。

医院拥有联影 1.5T 核磁共振、东芝 16 层螺旋 CT 机、奥林巴斯 290 电子胃肠镜系统、西门子 DR 机、日立 7180 型全自动生化分析仪、泰瑞 MZ-08 医用中心制氧系统、德国费森尤斯血液与血滤透析机等一批先进的医疗设备，标准化的净化手术室和重症监护病房，为完善医院的功能和提升临床诊断治疗水平提供有力保障。

1.2 建设内容与项目由来

1.2.1 建设内容

为了适应卫生事业和医疗技术的发展，满足日益增长的医疗服务要求，本项目拟在门诊综合楼一层新建一间 DSA 机房及其配套用房，使用 1 台 DSA 机，为 II 类射线装置。

本次环评涉及射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置情况一览表

序号	设备名称	数量 (台)	型号	技术参数	类别	应用目的	设备位置
1	数字平板减影血管造影机 (DSA)	1	待定	**	II类	介入治疗	门诊综合楼一层 DSA 机房

1.2.2 项目由来

根据《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）对射线装置的分类，本次拟建设的 1 台 DSA 机属于 II 类射线装置。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订本）（国务院令 第 653 号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的规定，生态环境部部令第 20 号）、《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）等国家环境管理相关法律法规的规定，明溪县总医院 1 台 DSA 机项目应进行辐射环境影响评价并编制环境影响报告表。

明溪县总医院于 2023 年 12 月正式委托江西省地质局实验测试大队进行本项目环境影响评价（委托书详见附件 1）。江西省地质局实验测试大队则立即组织人员进行现场踏勘和资料收集等相关工作，在此基础上编制完成了本项目的辐射环境影响报告表。

1.3 项目地理位置及周边环境

本项目位于三明市明溪县雪峰镇民主路 199 号明溪县总医院门诊综合楼一层，地理坐标为：北纬 26°24'03.79"，东经 117°47'20.86"。

门诊综合楼东侧为院内道路，南侧为院内道路、设备用房和病房楼 B，西侧为院内道路、急诊楼，北侧为院前广场。

拟建 DSA 机房东侧为控制室、谈话间，南侧为设备间，西侧为污物间、导管间，北侧为走廊、病人缓冲间，上方为候诊区、检验科标本接收区、脑脊液实验室，下方为生活泵房。

表 1-2 项目周围场所一览表

位置	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
住院楼	院内道路	院内道路、 设备用房、病房楼 B	院内道路、 急诊楼	院前广场	/	/
DSA 机房	控制室、 谈话间	设备间	污物间、 导管间	走廊、病 人缓冲间	候诊区、检验科 标本接收区、脑 脊液实验室	生活泵房

本项目 DSA 机房所处位置相对独立，与周边非放射性工作场所隔开，周边人员停留较少，机房大小、屏蔽物质厚度等符合相关标准要求。DSA 机房选址充分考虑了邻室及周围场所的人员防护与安全，且周围辐射环境现状质量良好，项目工作场所选址合理。

1.4 可行性分析

本项目的建设有利于其周边区域医疗卫生服务水平的提升，改善患者的诊疗环境，在保障病人健康的同时也为医院创造了良好的经济效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则。本项目考虑了经济和社会因素之后，通过采取机房辐射防护措施以将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则。本项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

根据《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，2024 年 2 月 1 日起施行），本项目属于“第十三条 医药”中“第五款、新型医用诊断设备和试剂、高性能医学影像设备”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策。

1.5 评价目的

(1) 对本项目核技术利用场所及周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，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，预测本项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染对策，为本项目的辐射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，使辐射环境影响满足相关标准要求和减少到“可合理达到的尽量低的水平”。

(4) 提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为辐射环境管理提供科学依据。

1.6 原有核技术利用项目许可情况

(一) 许可情况

建设单位已取得了辐射安全许可证，许可的种类和范围为使用Ⅲ类射线装置，证书有效期至2027年3月2日。

(二) 环保手续履行情况

明溪县总医院现使用Ⅲ类射线装置8台，射线装置环保手续履行情况见表1-3。

表 1-3 明溪县总医院原有射线装置一览表

序号	设备名称	规格型号	类别	数量	环评情况	验收情况	使用场所	
1	口腔颌面曲面体层X射线机	ORTHOPHOS XG 5 Ceph	Ⅲ类	1台	备案号： 201935042100000 038	/	口腔科	
2	数字化医用X射线摄像系统（双板多功能悬吊DR）	Optima XR646 HD	Ⅲ类	1台			放射科	
3	X射线骨密度检测仪	Prodigy	Ⅲ类	1台			放射科	
4	多排螺旋CT	Aquilion TSX-101A	Ⅲ类	1台			放射科	
5	移动式平板C型臂X射线机	JDPN-VC	Ⅲ类	1台			手术室	
6	牙科X射线机	RAY98 (W)	Ⅲ类	1台			口腔科	
7	数字高频移动式X射线摄影机	PLX5200A	Ⅲ类	1台			备案号： 202135042100000 032	全院
8	X射线计算机体层摄影设备	uCT530+	Ⅲ类	1台			备案号： 202235042100000 004	发热门诊

(三) 辐射安全管理

明溪县总医院现有辐射工作场所的辐射防护设施运行工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

(1) 明溪县总医院已成立辐射安全管理小组全面负责辐射安全及应急管理工作，已制订《辐射防护和安全保卫制度》、《个人剂量监测管理制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《设备检修维护制度》、《射线装置台账管理制度》和《射线装置使用登记制度》等规章制度，并要求工作人员严格按照规章制度要求执行。

(2) 医院每年委托有资质的单位对医院辐射工作场所进行监测，辐射工作场所监测结果表明，医院各辐射工作场所周围剂量当量率均符合相关标准要求。

(3) 医院辐射工作场所均设置有电离辐射警告标志、工作指示灯和门灯联锁装置。

(4) 医院于每年1月31日前提交上一年度年度评估报告，2023年年度评估报告已提交。

(5) 医院各辐射工作场所均已配备铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜等辐射防护用品。

(6) 医院辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康监护档案情况：

①辐射工作人员培训：

医院现有辐射工作人员24人，均为III类射线装置的使用人员，均已按照《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）的有关要求通过医院自行组织的培训考核，考核成绩均合格，持证上岗。

②医院现有24名辐射工作人员（均配有个人剂量计，接受剂量监测，建立个人剂量监测档案并存档，根据医院个人剂量监测报告（监测周期：2022年10月1日~2023年10月1日），辐射工作人员年有效剂量均低于5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准要求。

③医院辐射工作人员均已参加职业健康体检，建立健康体检档案。

1.7 环保投资

项目总投资为**万元，其中环保投资为**万元，占总投资的**%。环保投资情况见表1-4。

表 1-4 环保投资情况一览表

项目		环保投资金额（万元）	
DSA 机房	DSA 机房土建及防护施工、5 扇铅制防护门、1 扇 4.0mmPb 铅玻璃。	**	合计： **
	机房通风和排风设施。	**	
	铅围裙、铅围脖、铅帽、铅眼镜、介入防护手套、个人剂量计和个人剂量报警仪、便携式 X、γ 辐射剂量率仪。	**	
	工作状态指示灯、电离辐射警告标志、规章制度上墙。	**	
	安排工作人员参加辐射安全防护专业知识和职业病健康体检。	**	
	环境影响评价、竣工环境保护验收和年度监测费用等。	**	



图 1-1 项目地理位置图

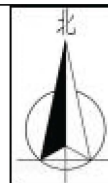
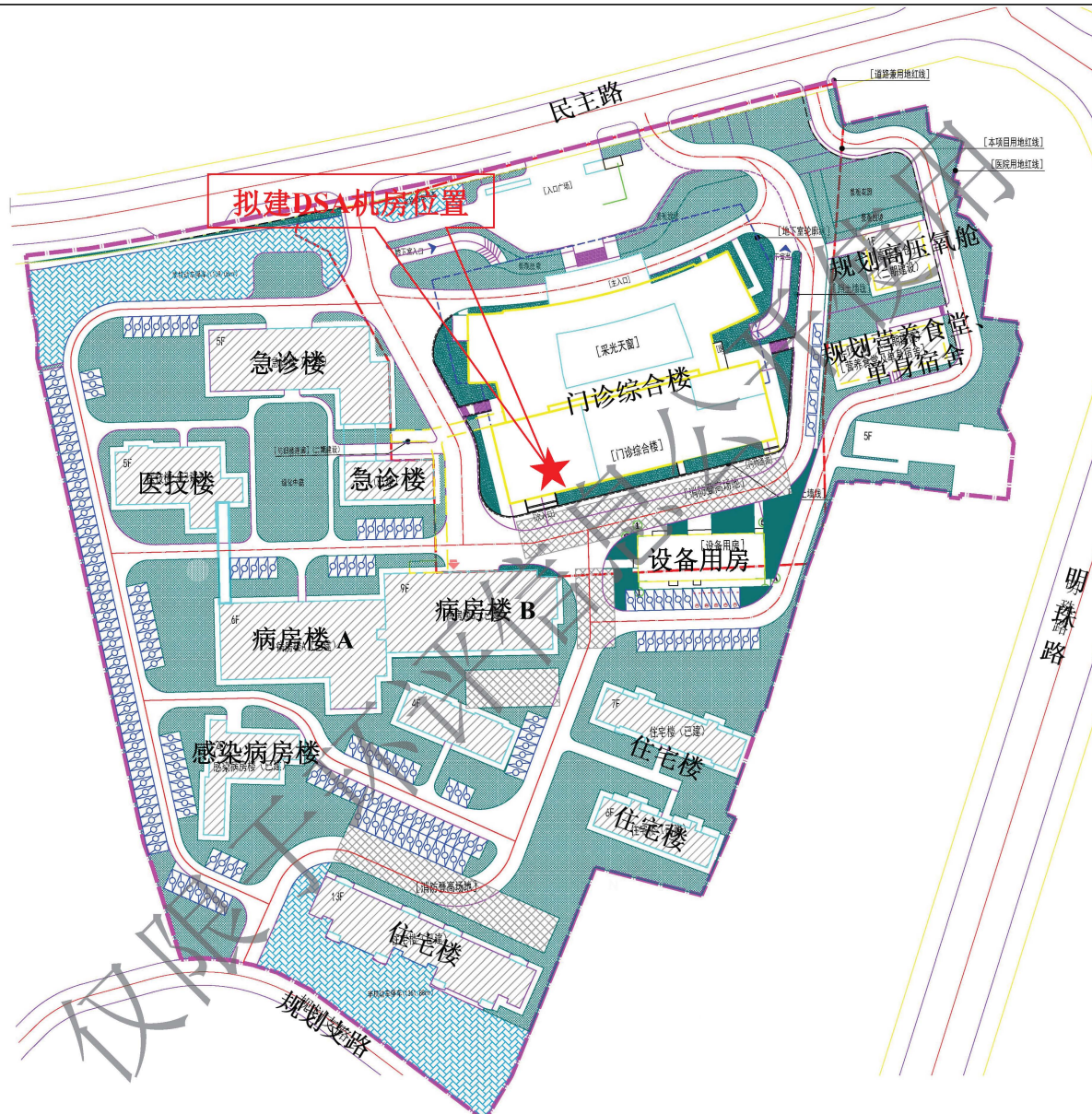


图1-2 医院总平面布置图

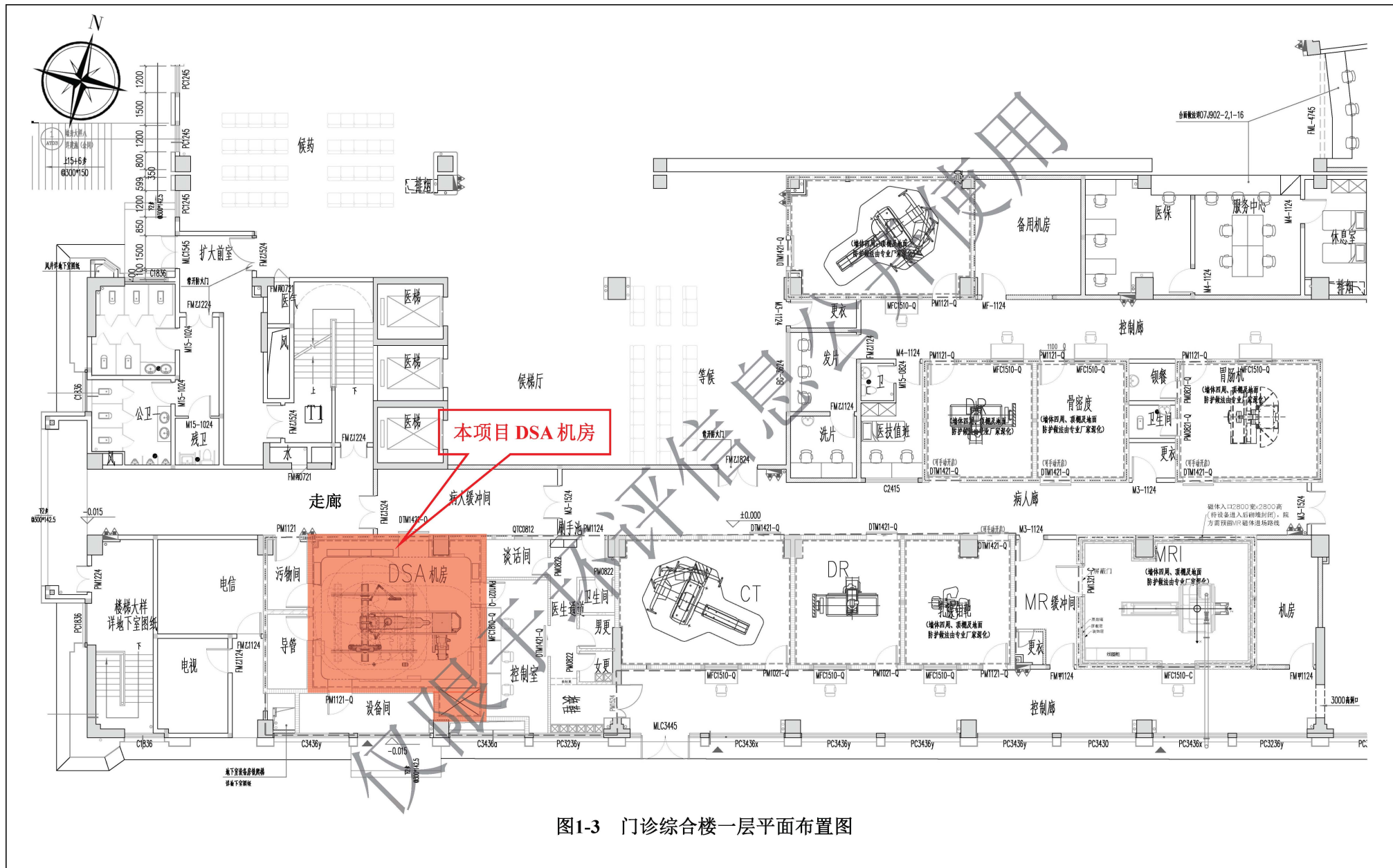


图1-3 门诊综合楼一层平面布置图

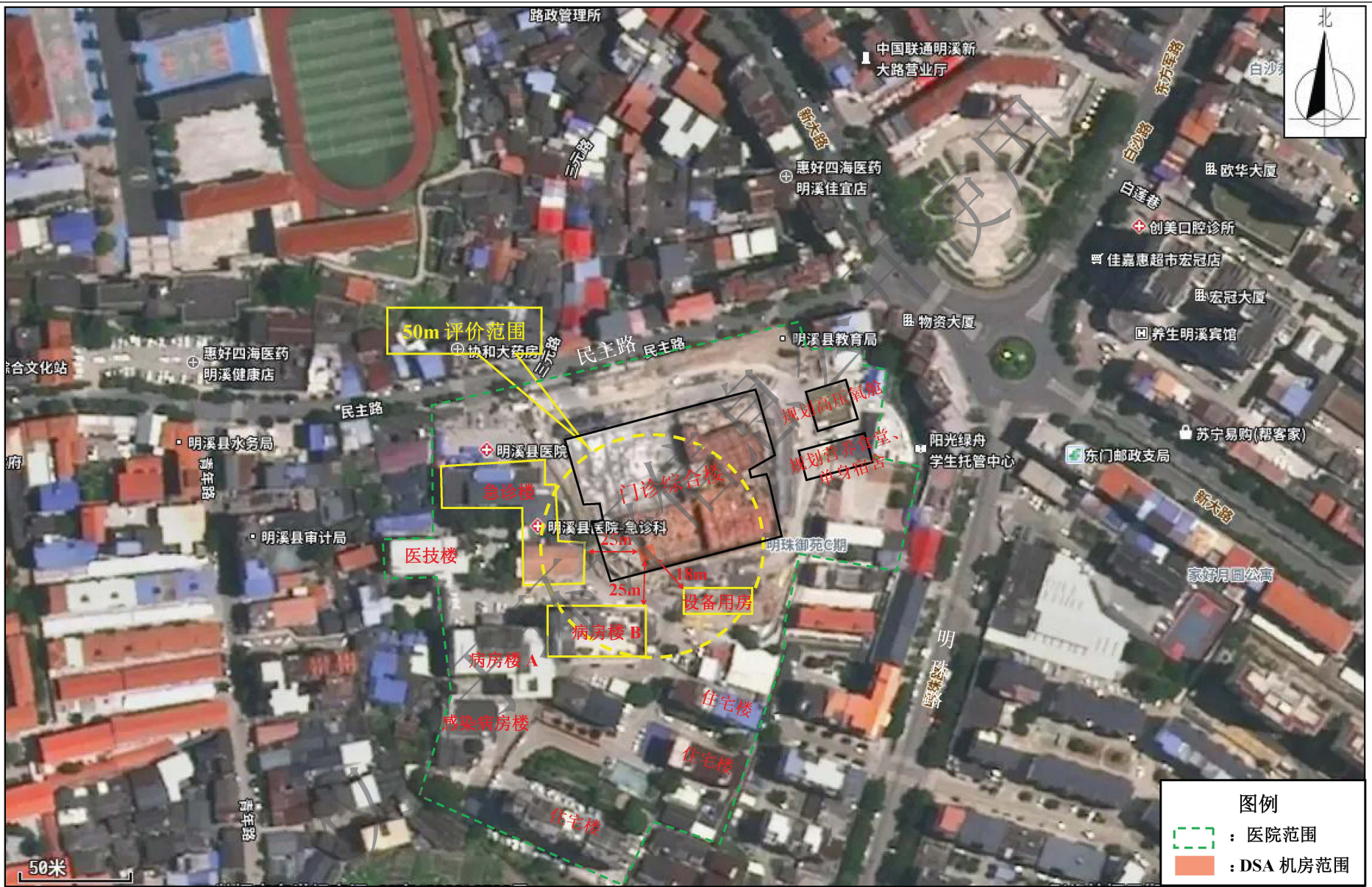


图1-4 项目外环境关系图

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国家标准《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	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	数字平板减影血管 造影机 (DSA)	II类	1台	待定	≤150	≤1000	介入治疗	门诊综合楼一层 DSA 机房	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	通过机房排风系统排入大气	排入大气，臭氧在20~30分钟左右可自动分解
废旧阴极射线管	固态	/	/	/	达到设备使用年限或阴极射线管损坏	/	/	有资质单位处置
/	/	/	/	/	/	/		

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。
 2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法律、 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) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院令第682号，2017年10月1日起实施）；</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七09号，2019年修订）；</p> <p>(6) 《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）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定，生态环境部部令第20号）；</p> <p>(8) 《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，2011年5月1日起施行）；</p> <p>(9) 《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》（环办函〔2006〕629号，2006年9月28日印发）；</p> <p>(10) 《关于明确核技术利用辐射安全监督有关事项的通知》（中华人民共和国环境保护部，环办辐射函〔2016〕430号）；</p> <p>(11) 《关于发布射线装置分类办法的公告》（国家环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月6日起实行）；</p> <p>(12) 《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，2024年2月1日起施行）；</p> <p>(13) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号，2006年9月26日）；</p> <p>(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）；</p> <p>(15) 《福建省生态环境保护条例》（福建省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，2022年5月1日施行）。</p>
--------------------------	---

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130—2020)</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(8) 《医用电气设备第 1-3 部分：基本安全和基本性能的通用要求-并联标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》(GB9706.103-2020)；</p> <p>(9) 《医用血管造影 X 射线机专用技术条件》(YY/T0740-2009)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 委托书(附件 1)；</p> <p>(2) 《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社, 2015年)；</p> <p>(3) 《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》；</p> <p>(4) 《辐射防护手册 第一分册(辐射源与屏蔽)》(李德平、潘自强主编)；</p> <p>(5) 《辐射防护手册 第三分册(辐射安全)》(李德平、潘自强主编)</p> <p>(6) 《医用外照射源的辐射防护》(国际放射防护委员会第33号出版物)；</p> <p>(7) 现状监测报告；</p> <p>(8) 其他技术资料。</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，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），放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）。考虑到本项目的实际情况，本次项目评价范围为 DSA 机房屏蔽墙体外周边 50m 范围。

7.2 保护目标

根据对本项目周围环境的现场踏勘和调查，本项目职业工作人员包括 DSA 操作人员和介入人员，公众人员包括医院工作人员、病人、陪护人员以及医院外流动人员。结合本项目 DSA 机房平面示意图 1-3，外环境关系图 1-6，本项目核技术利用工作场所周边具体环境保护目标见下表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护对象		相对方位	距离	规模	剂量限值	
DSA 机房	职业人员	操作人员	DSA 机房东侧控制室	≥0.3m	2 人	5mSv/a
		介入人员	DSA 机房内	--	2~3 人	
	公众	医院工作人员、病人、陪护人员以及医院外居民、流动人员	DSA 机房上方候诊区、检验科标本接收区、脑脊液实验室	≥0.3m	约 20 人	0.1mSv/a
			DSA 机房下方生活泵房	≥0.3m	约 30 人	
			门诊综合楼内其他区域	≥0.3m	约 300 人	
			DSA 机房南侧设备用房	≥18m	约 1 人	
			DSA 机房南侧病房楼 B	≥25m	约 150 人	
			DSA 机房西侧急诊楼	≥25m	约 200 人	

7.3 评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

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。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），
20mSv；

本项目取其四分之一即 5mSv/a 作为剂量约束值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众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：

年有效剂量，1mSv；

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

本项目取其十分之一即 0.1mSv/a 作为剂量约束值。

表 7-2 本项目人员年有效剂量约束值

人员类别	标准限值	剂量约束值
职业照射	连续5年的年平均有效剂量小于20mSv	5mSv/a
公众照射	年平均剂量估计值不应超过1mSv	0.1mSv/a

二、《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）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人

员防护和安全。

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 7-3 要求。

表 7-3 X 射线设备机房(照射室)使用面积及单边长度

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

b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

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 7-4 要求:

表 7-4 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 7-4 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 射线机在透视条件下检测时, 周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h; 测量时, X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

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

6.4: X 射线设备工作场所防护

6.4.1: 机房应设有观察窗或摄影监控装置, 其设置的位置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: 电动推拉门应设置防夹装置。

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。

6.5: 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（见下表7-5）基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助设施，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。

表 7-5 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

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

表 8 环境质量与辐射现状

8.1 监测计划

1、项目地理和场所位置

本项目 DSA 机房位于三明市明溪县雪峰镇民主路 199 号明溪县总医院门诊综合楼一层，项目地理位置见图 1-1。为掌握项目所在地的辐射环境质量现状，江西省地质局实验测试大队于 2023 年 12 月 19 日对项目所在地进行了辐射环境现状监测。

2、监测内容与点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）第 4.2.2 条中有关布点原则和方法，结合本项目的实际情况进行监测布点，本次监测主要针对拟建辐射工作场所及周边环境 γ 辐射剂量率。

3、监测仪器与规范

电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 监测仪器与监测规范表

便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪	仪器型号	FH40G+FHZ672E-10 (F119)
	生产厂家	Thermo SCIENTIFIC
	监测规范	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
	监测单位	江西省地质局实验测试大队
	监测时间	2023 年 12 月 19 日
	校准单位	上海市计量测试技术研究院
	校准证书编号	2023H21-10-4653455002
	有效日期	2023 年 6 月 25 日至 2024 年 6 月 24 日
	量程范围	1nSv/h~100 μ Sv/h
能量响应范围	40keV~4.4MeV	

4、质量保证措施

- 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- 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。
- 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- 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。

8.2 辐射环境质量现状监测结果

江西省地质局实验测试大队于 2023 年 12 月 19 日对评价项目场址及周边区域的辐射环境现状进行监测，监测条件见表 8-2，监测结果见表 8-3，测量布点见图 8-1~图 8-4，监测报告见附件 12。

表 8-2 项目监测条件一览表

监测日期	温度	湿度	天气情况
2023年12月19日	**°C	**%	阴

表 8-3 项目周围环境 γ 辐射剂量率监测数据

编号	监测位置	环境 γ 辐射剂量率(nGy/h) (平均值)	备注
1	拟建 DSA 机房	**	室内监测点位
2	拟建 DSA 机房东侧控制室	**	
3	拟建 DSA 机房南侧设备间	**	
4	拟建 DSA 机房西侧污物间	**	
5	拟建 DSA 机房北侧病人缓冲间	**	
6	拟建 DSA 机房上方候诊区	**	
7	拟建 DSA 机房下方生活泵房	**	
8	门诊综合楼东侧院内道路	**	室外监测点位
9	门诊综合楼南侧设备用房	**	室内监测点位
10	门诊综合楼南侧病房楼 B	**	
11	门诊综合楼西侧急诊楼	**	
12	门诊综合楼北侧院前广场	**	室外监测点位

根据表 8-3，本项目周边室内的环境 γ 辐射剂量率在**~**Gy/h，周边室外环境 γ 辐射剂量率在**~**nGy/h，处于三明市室内、室外辐射环境本底范围值内（注：三明市室内辐射环境本底范围值 78.0~311.5nGy/h，三明市室外辐射环境本底范围值在 57.0~225.3nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》）。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

(一) 工作原理

DSA是利用X射线进行放射诊断的设备，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，灯丝通电加热产生电子，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。

数字平板减影血管造影机（DSA）是利用X射线技术和造影剂，清晰显示血管影像，并通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号，两次数字相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。主要用于心脏、脑血管、外周血管的造影诊断及介入治疗，是心血管造影诊断及介入治疗的专用血管造影机。

(二) 设备组成

DSA主要由机架、导管床、高压发生器、X线球管、影像增强器、摄像系统、影像数字处理系统、图像显示和外部数据存储等部分组成。

(三) 操作流程

介入放射手术的主要工作流程如下：

- ①根据预约接诊患者，医护人员做好手术前洁净准备，并穿戴好防护用品；
- ②根据患者检查部位，选择合适的曝光条件进行影像采集；
- ③医生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；

④注入造影剂后需再次进行影像采集，影像采集或介入治疗完成后由工作人员协助患者离开检查室。

DSA在进行曝光时分为两种情况：第一种情况，操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗观察DSA机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况，医生需进行手术治疗时，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，此时操作医师在曝光室内位于铅橡胶帘后身着铅围裙、铅围脖、介入防护手套等防护用品对病人进行直接的手术操作。

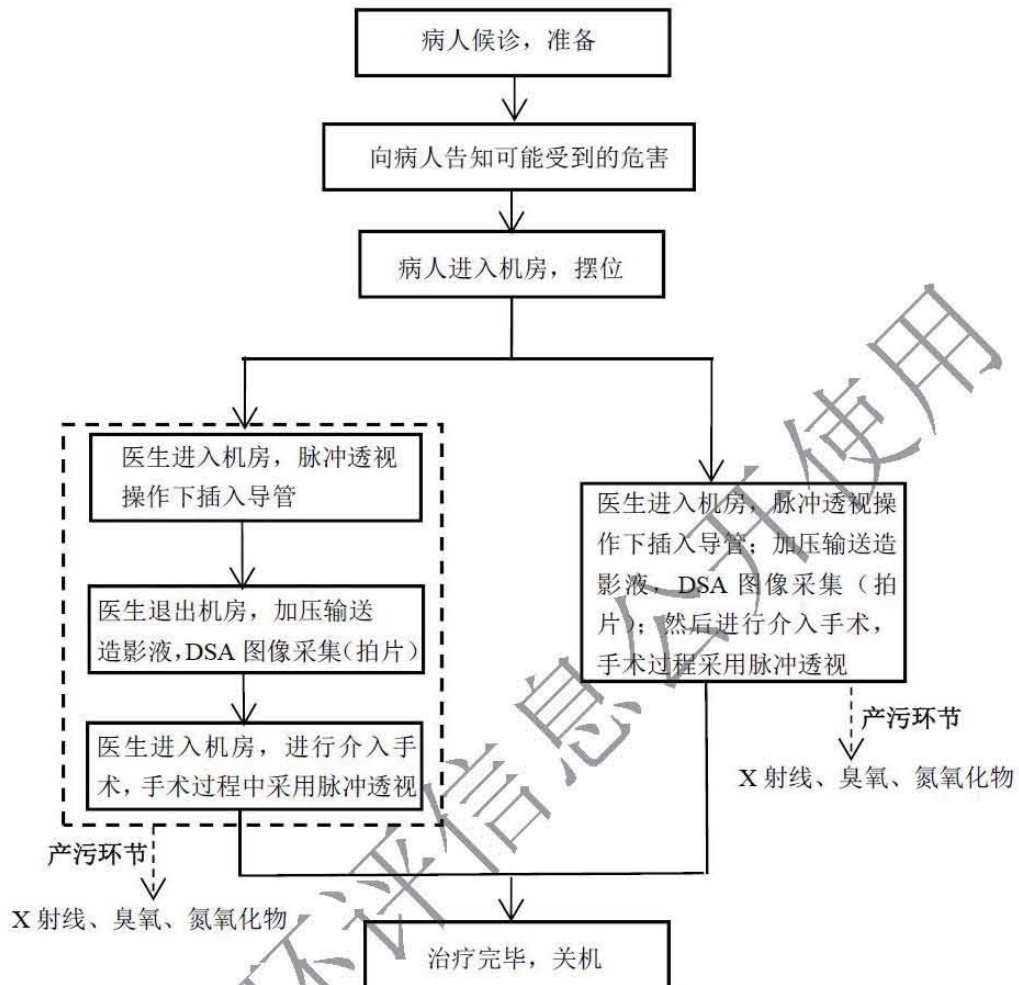


图 9-2 DSA 工作流程图及产污环节

(四) 劳动定员及工作制度

本项目 DSA 机房每周工作 5 天，年工作 250 天（按年工作 50 周考虑）。

DSA 机房操作间配备 1~2 名影像操作人员，介入手术人员为医院各科室根据临床需要安排进行介入手术，每台介入手术约 2~3 名介入手术人员进行同室操作。

表 9-1 设备工作负荷

机房	年最大手术(台)	每台手术最大透视时间(min)	每台手术最大减影时间(min)	年最大透视时间(min)	年最大减影时间(min)
DSA 机房	**	**	**	**	**

9.2 污染源项描述

9.2.1 施工期的污染源项

本项目施工内容主要包括 DSA 机房及辅房的土建及防护施工、装修装饰等，建设规

模较小，对周边环境影响程度均仅局限在局部区域内。本项目建设阶段不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体，主要是施工时产生的噪声、废水、固体废物等环境影响，不会对周边环境影响造成较大影响。

（一）噪声

本项目产生噪声来源的主要是墙体改造、装修电钻作业、设备安装等。噪声值一般在65~105dB（A）之间，施工场地的噪声对周围环境有一定的影响，但随着施工的开始而结束。

（二）废水

施工期污水主要来自两个方面：一是施工废水，二是施工人员的生活污水。本项目施工期约为3个月，本项目建设内容所需施工人员约10人，根据给水排水设计规范，按每人每天用水80L计算，则施工期总用水量约为72t（0.8t/d），污水排放量按用水量的90%计算，则生活污水总排放量约64.8t。

（三）固体废物

本项目固体废物主要为：生活垃圾、施工垃圾等。本项目建设内容所需施工人员约10人，生活垃圾量按0.5kg/人·d计算，则施工期内每天产生生活垃圾约5kg/d，则施工期总生活垃圾约为450kg。生活垃圾采取袋装分类收集，投放至指定地点，而后由环卫部门每日及时统一清运、处置。施工垃圾可回收利用的部分应尽量予以回收，不可回收的部分运送至建筑垃圾定点收集处。

9.2.2 运行期的污染源项

本项目 DSA 属于 X 射线装置，为采用 X 射线进行放射诊断的设备，X 射线是随 DSA 的开机、关机而产生和消失。其主要放射性污染途径为 X 射线对公众及辐射工作人员的外照射。项目运行期没有放射性的废气、废水和固体废弃物产生。

（一）正常工况

①在采取隔室操作，并且设备正常运行和屏蔽防护措施到位的正常情况下，DSA 机房外的工作人员及公众受到 X 射线的外照射。

②对于使用 DSA 装置的介入手术项目，DSA 机房内进行手术操作的医生和其他医务人员，会受到一定程度的 X 射线外照射。

③X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，但由于本项目 DSA 工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。

(二) 事故工况

①当警示灯、门灯联锁损坏时，公众、检查管理人员或检修维护人员在 DSA 开机状态下误入 DSA 机房，致使人员受到额外的 X 射线照射。

②DSA 在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因违章操作，控制室操作人员在病人及医护人员未撤离 DSA 机房时进行曝光，给病人及医护人员造成额外的 X 射线照射。

④进行 DSA 介入手术的医护人员未穿戴铅围裙、铅围脖、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；没有为患者穿戴个人防护用品而受到不必要的 X 射线照射。

本次评价项目中使用的 DSA 为数字化显影设备，不会产生废显影水、定影水，因此不存在污水污染的问题。

仅限于环评信息公开使用

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

一、工作场所布局

项目建设地点位于三明市明溪县雪峰镇民主路199号明溪县总医院门诊综合楼一层。医院规划、设计时充分考虑了项目特点和本项目DSA机对周围环境可能存在的影响，有利于辐射防护和环境保护。

拟建DSA机房东侧为控制室、谈话间，南侧为设备间，西侧为污物间、导管间，北侧为走廊、病人缓冲间，上方为候诊区、检验科标本接收区、脑脊液实验室，下方为生活泵房。本项目DSA机房区域各组成部分功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，项目选址合理。DSA机房最小有效使用面积为55.5m²，最小单边为7.4m，DSA机房设有观察窗，DSA机房布局符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“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”等标准的相关要求，布局合理。

二、控制区和监督区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，为了便于辐射防护管理和职业照射控制，控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围，将辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

根据分区原则，本项目辐射工作场所分区情况如下：把DSA机房划为控制区，控制室和防护门外等相邻区域划为监督区，实行分区管理，避免人员误闯入或误照。

三、辐射防护屏蔽设计

本项目DSA机房采取了符合标准的辐射防护措施，充分考虑邻室（含楼上楼下）及周围场所的人员防护和安全。DSA机房拟采取的辐射防护措施情况见下表10-1，拟配备的防护用品见下表10-2。

表 10-1 DSA 机房辐射防护措施情况一览表

项目		辐射防护情况
DSA 机房	四周墙体	24cm 实心砖+4cm 硫酸钡防护涂料（约 4.0mmPb）
	顶棚	12cm 混凝土+4cm 硫酸钡防护涂料（约 3.0mmPb）
	地板	32cm 混凝土+4cm 硫酸钡防护涂料（约 6.0mmPb）
	防护门	内衬 4.0mmPb 铅板防护门
	观察窗	4.0mmPb 铅玻璃
	机房大小	DSA 机房最小有效使用面积为 55.5m ² （7.4m×7.5m）

表 10-2 本项目 DSA 拟配备防护用品一览表

《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 标准要求				防护用品配备情况	评价
工作人员		受检者		①医院 DSA 设备自带铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘。 ②医院拟为本项目工作人员配备 4 件铅围裙、4 件铅围脖、4 副介入防护手套、4 副铅眼镜、4 顶铅帽。 ③医院拟为受检者配备 1 件铅围裙、1 件铅围脖、1 顶铅帽。 ④医院拟为本项目工作场所配备 1 台辐射剂量率仪和 2 个人剂量报警仪。	符合要求
个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施		
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	--		

四、工作场所辐射安全和防护措施分析

为保障 DSA 的安全运行，避免在开机期间人员误留或误入 DSA 机房内而发生误照射事故，以及对工作人员和受检者的辐射防护，本项目拟建 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 机房防护门上方设置工作状态指示灯，并在灯箱处设置“射线有害，灯亮勿入”等警示语句，入口显著位置粘贴电离辐射警告标志。工作状态指示灯与防护门联锁，防护门关闭的情况下，工作状态指示灯才亮。

(2) 本项目控制室防护门、设备间防护门、污物间和导管间为平开防护门，建设单位拟为平开防护门设置自动闭门装置。本项目病人缓冲间防护门为电动推拉门，电动推拉门拟设置防夹装置，建设单位已制订操作规程，工作人员可通过观察窗观察缓冲间防护门是否关闭，当电动推拉门关闭时，才可以进行曝光。

(3) 本项目 DSA 机房及控制室内各设置 1 个急停开关按钮，在出现紧急情况下，按下急停按钮，可以切断设备电源，X 射线停止出束。

(4) 本项目 DSA 机房设置对讲装置，方便工作人员实时关注机房情况并与病人交流。

(5) 本项目 DSA 机房设置观察窗，在控制室内可以观察到 DSA 机房内的情况，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。

(6) 为改善 DSA 机房内空气质量，本项目拟于 DSA 机房上方设置吸顶式排风扇作为排风装置，排气管道经吊顶从南侧墙体接到室外，管道穿越墙体处包覆 5mmPb。

(7) 本项目 DSA 机房电缆线管采用“U”型方式从地下穿过墙体。

(8) 医院为所有辐射工作人员和介入医生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档案。

五、介入医生及护士的管理措施

本项目 DSA 投入使用后，医院应加强介入手术中医生和护士的防护设施佩戴管理，从事介入手术的医生和护士应严格执行穿戴铅围裙、铅围脖和防护眼镜等个人防护用具以降低 X 射线的外照射。另外项目开展后，医院的介入手术操作医生需要佩戴两个剂量计，一个佩戴在围裙里面，另外一个佩戴在围裙外面衣领上，以估算人体未被屏蔽部分的剂量。

DSA 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 DSA 项目运行过程中还应严格落实以下要求：

A) 介入医生和护士的防护要求

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，介入医生和护士应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习、考试，取得合格证书后方能上岗；

② 结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施，以减少受照剂量；

③ 必须佩戴 2 枚个人剂量计，1 枚佩戴于防护用品内，1 枚佩戴于防护用品外，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），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。

B) 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；

④充分利用各种防护器材：操作者穿戴铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜或铅面罩；处于生育年龄者还可加穿铅三角裤；使用床下铅帘及悬吊铅帘；重大手术需要技师、护士或其他人员在机房内时，除佩戴上述物品，还应配有铅屏风，让上述人员在屏风后待命，并做好其他个人防护。

六、辐射防护措施符合性分析

为分析本项目 DSA 机房的辐射防护性能，根据医院提供的设计资料，将 DSA 机房的主要辐射防护措施列表分析，并与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 DSA 机房的辐射防护设施的技术要求对照，具体见表 10-3。

表 10-3 本项目 DSA 机房辐射防护措施符合性分析表

设备名称	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ 130-2020) 要求	本项目方案	符合情况
DSA	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。	本项目 DSA 有用线束朝上照射, 避免直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	符合
	6.1.5: 单管头 X 射线机 (含 C 形臂, 乳腺 CBCT): 机房内最小有效使用面积 20m ² , 机房内最小单边长度 3.5m。	DSA 机房最小有效使用面积为 55.5m ² (7.4m×7.5m)。	符合
	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的规定 (C 形臂 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)。	DSA 机房四周墙体为 24cm 实心砖+4cm 硫酸钡防护涂料 (约 4.0mmPb); 顶棚为 12cm 混凝土+4cm 硫酸钡防护涂料 (约 3.0mmPb); 地板为 32cm 混凝土+4cm 硫酸钡防护涂料 (约 6.0mmPb); 防护门为内衬 4.0mmPb 铅板防护门; 观察窗为 4.0mmPb 铅玻璃。满足有用线束方向铅当量 2mm, 非有用线束方向铅当量 2mm 的标准要求。	符合
	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。	本项目 DSA 机房拟设有观察窗, 其设置的位置能观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合
	6.4.2: 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	建设单位在项目运行期拟制定相关规章制度规定机房内不允许堆放与本项目诊	符合

		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。		本项目 DSA 机房拟设置动力通风装置, 保障 DSA 机房具备良好的通风。	符合
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。		本项目 DSA 机房防护门外拟设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、工作状态指示灯, 灯箱处设置有“射线有害、灯亮勿入”警示语句; 候诊区拟设置放射防护注意事项告知栏。	符合
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。		本项目 DSA 机房平开防护门拟设置自动闭门装置, 推拉式机房门拟设置自动闭门装置; 工作状态指示灯能与机房门有效关联。	符合
6.4.6: 电动推拉门宜设置防夹装置。		本项目 DSA 机房病人缓冲间防护门为电动推拉门, 拟设有防夹装置。	符合

10.2 三废的治理

本次评价的数字平板减影血管造影机 (DSA) 属于利用 X 射线进行介入诊疗和摄影诊断的医用设备, 只有在 DSA 开机的状态下才产生 X 射线, 本项目无放射性废气、废水和放射性固体废弃物产生。

(一) 废气

DSA 运行时产生的少量氮氧化物和臭氧, 通过 DSA 机房内设置的通风系统进行通风换气, 工作时均开启, 防止 DSA 机房内空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积, 故产生的少量氮氧化物和臭氧对周围环境空气质量和辐射工作人员影响极小。

(二) 固体废物

① DSA 达到设备使用年限或阴极射线管损坏进行更换时, 产生的废旧阴极射线管属于危险废物 (代码: 900-044-49), 应委托有资质单位处置。拆除 X 射线管的 DSA 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。

② 在进行介入手术过程中会产生纱布、针管、损伤废物、输液器等医疗废物, 医疗废物收集后转移至医院医疗垃圾暂存间, 由医院统一委托有资质单位处置。

(三) 废水

本项目 DSA 为数字化显影设备, 无洗片废水、废定 (显) 影液。

本项目 DSA 正常运行时, 如能落实本次环评提出的污染治理措施, 即 DSA 机房安装通风设施和废旧阴极射线管委托有资质单位进行处理, 则本项目 DSA 正常运行时产生的三废对周围环境基本无影响。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目建设地点位于三明市明溪县雪峰镇民主路199号明溪县总医院门诊综合楼一层，门诊综合楼属于明溪县总医院门诊综合楼建设项目建设内容，该项目于2020年6月4日取得了三明市生态环境局对环境影响报告表的批复文件。本项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，施工人员较少，施工期约为3个月，施工涉及的区域面积较小，施工期间以墙体建设和设备安装噪声为主，同时伴有少量扬尘、固体废物和废水产生，本项目施工期间产生的扬尘、噪声、固体废物、废水造成的影响均仅限于医院范围内，对医院周边环境基本不造成影响。

（一）施工期扬尘影响分析

本项目在建设施工期需进行的粉刷防护涂料、电气安装、铅门安装等作业，各种施工将产生少量扬尘，另外材料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。

针对上述扬尘污染采取以下措施：a、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b、施工场地应进行围挡，设置洒水装置，车辆在运输材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（二）施工期噪声环境影响分析

机房装修电钻作业、设备安装等施工时产生间歇性噪声和振动，最大噪声级可达105dB，对项目周边人员有一定的影响。

为了降低施工噪声对周围环境的影响，施工时应文明施工，合理安排施工时间，午间和夜间休息时间禁止施工；同时应选择噪声级尽可能低的施工机械进行施工，对施工机械采取消声降噪措施，施工场所应采取消声减震措施，避免对项目周边人员产生影响。

（三）施工期固体废物环境影响分析

项目施工期间固废主要为施工垃圾及施工人员生活垃圾。对项目施工期间产生的建筑垃圾、施工废物料，可回收利用的部分应尽量予以回收，不可回收的部分运送至建筑垃圾定点收集处，统一交由有资质的渣土运输单位处置。建设单位应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。

本项目建设内容所需施工人员约 10 人，生活垃圾量按 0.5kg/人·d 计算，则施工期内每天产生生活垃圾约 5kg/d。生活垃圾采取袋装分类收集，投放至指定地点，而后由环卫部

门每日及时统一清运、处置。

（四）施工期废水环境影响分析

施工期废水主要有施工过程中产生的含泥浆建筑废水及施工人员生活污水。

施工期建设场地设置临时沉淀池，建筑废水经临时沉淀池处理后用于施工场地洒水降尘，不外排。

本项目建设内容所需施工人员约 10 人，根据给水排水设计规范，按每人每天用水 80L 计算，则施工期总用水量约为 72t（0.8t/d），污水排放量按用水量的 90%计算，则生活污水总排放量约 64.8t。生活污水经收集后纳入院区污水处理站统一处理，外排废水符合相关要求后经市政污水管排入明溪县污水处理厂处理。

本项目为新建项目，建设期间不涉及射线装置的使用，不会对周边环境产生电离辐射影响。但在安装调试的过程当中，一定要严格按照相关使用说明、相关管理制度执行。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA机房周围辐射环境影响分析

本项目DSA运行期对环境的影响主要是在介入诊疗和摄影拍片时产生的X射线对职业工作人员及公众人员的外照射，为分析本项目DSA的辐射环境影响，根据医院提供的相关参数及设计方案，对本项目DSA运行后辐射环境影响进行理论计算和类比分析。

一、DSA机房周围剂量当量率理论计算

（一）关注点的选取

评价选取 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，防护水平及距射线源距离均有所不同，评价选取第一术者位作为 DSA 机房内关注点。

根据场所布局情况，本次评价选取机房东侧墙外 30cm 处（A 点）、机房南侧墙外 30cm 处（B 点）、机房西墙侧外 30cm 处（C 点）、机房北侧墙外 30cm 处（D 点）、控制室防护门外 30cm 处（E 点）、控制室观察窗外 30cm 处（操作位）（F 点）、设备间防护门外 30cm 处（G 点）、导管间防护门外 30cm 处（H 点）、病人缓冲间防护门外 30cm 处（I 点）、顶棚上方距顶棚地面 100cm 处（J 点）、下方负一层距地面 170cm 处（K 点）、介入操作位（L 点）。

（二）预测模式

根据典型数字减影血管造影设备工作原理，设备图像增强器对 X 射线主束有防护作用。

根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》第 4.1.6 节指出, DSA 防护设计不需要考虑主束照射。因此, 评价考虑**泄漏辐射**和**散射辐射**造成的辐射影响。

(1) 泄露辐射

泄漏辐射预测模式, 参考《辐射防护手册 第一分册(辐射源与屏蔽)》(李德平、潘自强主编)中给出的公式。透射因子 B 预测模式, 参考《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C 中给出的公式。

$$H_L = \frac{H_{0L} \cdot B}{d^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-1)}$$

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

式中:

H_L -关注区域泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_{0L} -距焦点 1m 处剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

d -关注区域至源点距离, m;

B -透射因子, 无量纲;

X -实体防护铅当量, mm;

α 、 β 、 γ -对不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数, 无量纲。

根据公式 (11-1) 和 (11-2), 本项目各关注点泄漏辐射剂量率见表 11-1。

表 11-1 关注点处泄漏辐射剂量率计算结果

机房	关注点	距焦点1m处剂量率 H_{0L} ($\mu\text{Gy/h}$)	X	d (m)	α	β	γ	B	\dot{H}_L ($\mu\text{Gy/h}$)
D S A 机 房	A点	**	**	**	**	**	**	**	**
	B点		**	**				**	**
	C点		**	**				**	**
	D点		**	**				**	**
	E点		**	**				**	**
	F点		**	**				**	**
	G点		**	**				**	**
	H点		**	**				**	**
	I点		**	**				**	**
	J点		**	**				**	**

K点	**	**	**	**
L点	**	**	**	**

(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：原子能出版社，1987）中P437页给出的公式计算：

$$H_s = \frac{H_{os} \cdot \alpha \cdot S}{d_o^2 \cdot d_s^2} \cdot B \dots\dots\dots \text{式 (11-3)}$$

式中：H_s—散射剂量率，μSv/h；

H_{os}-距焦点 1m 处剂量率，μGy/h；

α—受照射物体对入射X射线的散射比；

S—散射面积，cm²；

d_o—X射线机与受照体的距离，m；

d_s—受照体与关注点的距离，m。

其他参数所代表意义同上。

透视模式：参考《医用血管造影 X 射线机专用技术条件》（YY/T0740-2009）第 5.4.3 节要求，在管电压与管电流的任意组合下，透视入射空气比释动能率应不大于 100mGy/min。参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 5.8.3 节要求，介入放射学、近台同室操作用 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

减影模式：根据《辐射防护导论》（方杰）（第64页）可知，距离靶点1m处的最大剂量率与射线装置的管电流成正比，根据建设单位提供资料，摄减影工况下管电流约为透视工况的50倍，因此离靶1米处的空气比释动能率为**μGy/h。

根据公式（11-2）、（11-3），本项目各关注点散射辐射剂量率见表11-2。

表 11-2 关注点处散射辐射剂量率计算结果

关注区域	H _{os} (μGy/h)	S (cm ²)	d _o (m)	d _s (m)	α	β	γ	B	H _s (μGy/h)
透视模式	A点	**	**	**	**	**	**	**	**
	B点	**	**	**	**	**	**	**	**
	C点	**	**	**	**	**	**	**	**
	D点	**	**	**	**	**	**	**	**

減影模式	E点		**	**	**	**	**	**	**	**
	F点		**	**	**	**	**	**	**	**
	G点		**	**	**	**	**	**	**	**
	H点		**	**	**	**	**	**	**	**
	I点		**	**	**	**	**	**	**	**
	J点		**	**	**	**	**	**	**	**
	K点		**	**	**	**	**	**	**	**
	L点		**	**	**	**	**	**	**	**
	A点	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	B点	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	C点	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	D点	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	E点	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	F点	**	**	**	**	**	**	**	**	**
G点	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
H点	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
I点	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
J点	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
K点	**	**	**	**	**	**	**	**	**	

(三) 本项目DSA机房各关注点总辐射剂量率

根据表11-1和表11-2，本项目DSA机房各关注点总辐射剂量率见表11-3。

表 11-3 本项目 DSA 机房各关注点总辐射剂量率

工作模式	关注区域描述	泄露剂量率 (μGy/h)	散射剂量率 (μGy/h)	总剂量率 (μGy/h)	
透视模式	A点	东侧墙外30cm	**	**	2.26×10^{-3}
	B点	南侧墙外30cm	**	**	2.21×10^{-3}
	C点	西侧墙外30cm	**	**	2.26×10^{-3}
	D点	北侧墙外30cm	**	**	2.21×10^{-3}
	E点	控制室防护门外30cm	**	**	2.26×10^{-3}

减影模式	F点	观察窗外30cm（操作位）	**	**	2.26×10^{-3}
	G点	设备间防护门外30cm	**	**	2.21×10^{-3}
	H点	导管间防护门外30cm	**	**	2.26×10^{-3}
	I点	病人缓冲间防护门外30cm	**	**	2.21×10^{-3}
	J点	顶棚上方距顶棚地面100cm处	**	**	7.02×10^{-3}
	K点	地板下方负一层地面170cm处	**	**	6.37×10^{-5}
	L点	介入操作位	**	**	90.62
	A点	东侧墙外30cm	**	**	7.25×10^{-2}
	B点	南侧墙外30cm	**	**	7.09×10^{-2}
	C点	西侧墙外30cm	**	**	7.25×10^{-2}
	D点	北侧墙外30cm	**	**	7.09×10^{-2}
	E点	控制室防护门外30cm	**	**	7.25×10^{-2}
	F点	观察窗外30cm（操作位）	**	**	7.25×10^{-2}
G点	设备间防护门外30cm	**	**	7.09×10^{-2}	
H点	导管间防护门外30cm	**	**	7.25×10^{-2}	
I点	病人缓冲间防护门外30cm	**	**	7.09×10^{-2}	
J点	顶棚上方距顶棚地面100cm处	**	**	2.00×10^{-1}	
K点	地板下方负一层地面170cm处	**	**	1.93×10^{-3}	

根据表 11-3，本项目 DSA 机房在透视模式下机房外各关注点辐射剂量率最大为 $7.02 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，机房周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

二、类比分析

本项目类比分析采用《*****医院 X 射线装置应用项目》中已投入使用的 1 台 DSA 机运行时的相关监测数据。

① 类比可行性分析

本次拟建的 DSA 与类比 DSA 技术参数、防护措施及机房周边环境对比一览表见表 11-4、表 11-5。

表 11-4 DSA 技术参数、防护措施类比条件一览表

项目	本项目	类比项目	备注
型号	待定	*****	/
管电压、管电流	≤150kV, ≤1000mA	*****	管电流低于类比项目
屏蔽墙	24cm 实心砖+4cm 硫酸钡防护涂料 (约 4.0mmPb)	*****	优于类比项目
防护门铅当量	防护门为内衬 4.0mmPb 铅板	*****	优于类比项目
顶棚	12cm 混凝土+4cm 硫酸钡防护涂料 (约 3.0mmPb)	*****	优于类比项目
地板	32cm 混凝土+4cm 硫酸钡防护涂料 (约 6.0mmPb)	*****	优于类比项目
观察窗铅当量	4mmPb 铅玻璃	*****	优于类比项目
机房面积	55.5m ²	*****	优于类比项目

表 11-5 机房周边环境对比表

机房	本项目	类比项目
	DSA 机房	DSA 机房
机房上方	候诊区、检验科标本接收区、脑脊液实验室	办公室
机房下方	生活泵房	/
机房四周环境	东侧为谈话间、控制室	东侧为污水处理站、院内空地
	南侧为设备间	南侧为院内空地
	西侧为污物间、导管间	西侧为病人通道、操作间、办公室
	北侧为走廊、病人缓冲间	北侧为库房、废物通道

由表 11-4 可知，本项目 DSA 的最大管等同类比项目，最大管电流小于类比项目，DSA 机房各屏蔽措施均优于类比项目；由表 11-5 可知，本次评价的 DSA 机房周围环境与类比项目相似。综上所述，类比条件充分。

②类比监测结果

根据《*****医院 X 射线装置应用项目》中有关监测数据，本项目类比监测结果见下表 11-6

表 11-6 DSA 机房周围 X-γ剂量率类比监测结果

序号	监测位置	周围剂量当量率 (μSv/h)				
		开机状态		关机状态		
		范围值	平均值	范围值	平均值	
1	DSA (透视: 69kV, 558mA; 曝光: 70kV, 31mA)	大防护门门缝 (透视)	**	**	**	**
		大防护门门缝 (曝光)	**	**		
2		观察窗 (透视)	**	**	**	**
		观察窗 (曝光)	**	**		

3	操作位（透视）		**	**	**	**
	操作位（曝光）		**	**		
4	机房北面库房（透视）		**	**	**	**
	机房北面库房（曝光）		**	**		
5	小防护门门缝（透视）		**	**	**	**
	小防护门门缝（曝光）		**	**		
6	机房东面墙外 30cm（透视）		**	**	**	**
	机房东面墙外 30cm（曝光）		**	**		
7	机房南面墙外 30cm（透视）		**	**	**	**
	机房南面墙外 30cm（曝光）		**	**		
8	介入操作位铅 屏风前（曝光）	**	**	**	**	**
		**	**	**		
	介入操作位铅 屏风前（透视）	**	**	**	**	**
		**	**	**		
9	医院南18m 居民楼（曝光）		**	**	**	**
	医院南18m 居民楼（透视）		**	**		
10	医院东南30m 居民楼（曝光）		**	**	**	**
	医院东南30m 居民楼（透视）		**	**		
11	机房楼上办公室		**	**	**	**

由表11-6类比监测结果可知，类比DSA在正常使用条件时，减影模式下机房周围剂量当量率为 $0.10\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$ ，透视模式下机房周围剂量当量率为 $0.09\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$ 。本项目DSA管电压与类比项目相同，管电流小于类比项目，且机房的屏蔽措施优于类比项目，故可预测本项目DSA正常运行后周围各关注点辐射剂量率满足《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，机房周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”。

11.2.2 职业工作人员和公众年有效剂量评价

为评价本项目拟建 DSA 机房屏蔽防护的有效性及其项目运行过程中对职业工作人员和公众产生的附加年有效剂量，采用理论计算对辐射工作人员和公众进行附加年有效剂量估算评价。

附加年有效剂量计算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{式 (11-4)}$$

式中：H—关注点处的年附加有效剂量，mSv；

\dot{H} —关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t —年停留时间， h ；

T —居留因子。

根据医院提供的资料，DSA 年工作负荷情况见下表 11-7。

表11-7 设备工作负荷

机房	年最大手术(台)	每台手术最大透视时间(min)	每台手术最大减影时间(min)	年最大透视时间(min)	年最大减影时间(min)	总曝光时间(min)
DSA 机房	**	**	**	**	**	**

一、职业工作人员年有效剂量

(1) 介入操作人员

介入手术时，介入操作人员穿戴铅围裙、铅眼镜、铅围脖、铅手套等个人防护用品，位于铅防护屏和床侧铅帘后进行透视曝光。

DSA 介入手术是由相关内、外科等不同科室的人员构成，进行介入手术时，至少需 1 名医生和 1 名护士在介入手术室内对患者进行手术，由于介入手术医生所受辐射剂量率较大，为方便管理和限制介入手术医生所受年有效剂量，建设单位规定每名介入手术医生每年最大介入手术量为 150 台。

根据公式 11-4，介入操作人员最大附加年有效剂量估算结果见表 11-8。

表 11-8 介入操作人员最大附加年有效剂量估算表

机房	对象	附加辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	年停留时间(h)	最大附加年有效剂量(mSv/a)
DSA 机房	介入医生和护士	透视 **	**	4.53
		减影 **	**	

注：在减影模式下介入医生和护士位于控制室内，因此采用观察窗外 30cm 处剂量率进行计算。

(2) 控制室操作人员

DSA 控制室操作人员的附加年有效剂量采用表 11-3 理论计算辐射剂量率进行年有效剂量估算。根据公式 11-4，则本项目控制室操作人员最大附加年有效剂量估算结果见表 11-9。

表11-9 控制室操作人员最大附加年有效剂量估算表

机房	方式	工作人员	附加辐射剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	年停留时间(h)	最大附加年有效剂量(mSv/a)
DSA 机房	理论计算辐射剂量率	控制室	透视 **	**	2.19×10^{-3}
		操作人员	减影 **	**	

综上所述，根据表11-8和表11-9职业人员年有效剂量估算结果，可以预测本项目DSA

正常运行时对工作人员职业照射的最大附加年有效剂量值为4.53mSv/a，本项目职业人员受到的年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“连续5年的年平均有效剂量小于20mSv”的要求，也低于本报告提出的剂量约束值（职业人员5mSv/a）。

二、公众人员年有效剂量

DSA 机房周围公众人员的附加年有效剂量采用表 11-3 理论计算辐射剂量率进行年有效剂量估算。本项目 DSA 机房公众人员居留因子按不同场所取值，根据公式 11-4，则本项目周围公众人员最大附加年有效剂量估算结果见表 11-10。

表11-10 公众人员最大附加年有效剂量估算表

机房	公众人员		\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	t (h)	F	H (mSv/a)
DSA 机房	东侧谈话间人员 (A点)	透视	**	**	**	5.47×10^{-4}
		减影	**	**	**	
	南侧设备间人员 (B点)	透视	**	**	**	5.35×10^{-4}
		减影	**	**	**	
	西侧污物间人员 (C点)	透视	**	**	**	5.47×10^{-4}
		减影	**	**	**	
	西侧导管间人员 (C点)	透视	**	**	**	1.37×10^{-4}
		减影	**	**	**	
	北侧走廊人员 (D点)	透视	**	**	**	5.35×10^{-4}
		减影	**	**	**	
	上方检验科人员 (J点)	透视	**	**	**	6.17×10^{-3}
		减影	**	**	**	
	下方地下停车场人员 (K点)	透视	**	**	**	3.68×10^{-6}
		减影	**	**	**	

根据表11-10公众人员最大附加年有效剂量估算结果，公众年附加有效剂量最大为 $6.17 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。本项目公众人员受到的年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“年平均剂量估计值不应超过1mSv”的要求，也低于本报告提出的剂量约束值（公众人员0.1mSv/a）。

11.3 事故影响分析

按照《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）要求，医院已编制《明溪县总医院辐射事故（件）

应急预案》。

(一) DSA 机可能发生的辐射事故

本项目 DSA 属于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 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。

①当警示灯、门灯联锁损坏时，公众、检查管理人员或检修维护人员在 DSA 开机状态下误入本项目 DSA 机房。

②DSA 在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照射。

③因控制室操作人员违章操作，当人员未全部撤离 DSA 机房时进行曝光，DSA 运行给公众、辐射工作人员造成额外的照射。

④介入医生在 DSA 机房进行介入手术时，未穿戴好个人辐射防护用品，导致介入医生受到额外的照射。

(二) 辐射事故后果

结合事故风险识别内容，假设事故状态下受照射人员处于 DSA 机房内且无其他防护措施的情况。事故发生后，DSA 机房内人员按下紧急停机开关、开门装置，迅速撤离治疗机房，或控制室工作人员按下紧急停机开关。离靶 1 米处的空气比释动能率取 $1.20 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ ，如果受照射人员处于 DSA 机房内且无其他防护措施的情况 1s 内事故最大照射剂量为 0.003Gy，减影模式下不同居留条件对人员造成的事故照射剂量情况，见表 11-11。

表 11-11 不同居留条件下事故照射剂量

时间 (s)	1s	5s	15s	30s
距离 (m)				
1m	**	**	**	**

参考《辐射安全手册精编》第 14.6.2 节关于急性放射病内容，各型急性放射病剂量阈值见表 11-12。

表 11-12 急性放射病剂量阈值

分型	受照剂量阈值 (Gy)	
骨髓型	轻度	**
	中度	**
	重度	**
	极重度	**
肠型	**	
脑型	**	

结合上表内容，对比不同居留条件下事故照射剂量分析，项目可致受照人员产生急性轻度放射病。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第40条关于辐射事故分级要求，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表11-13。

表 11-13 辐射事故分级

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	指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	指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	指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	指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。

综上所述，项目可能发生的事故为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。

（三）辐射事故处置方案

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》（原国家环境保护总局环发145号文件）等相关规定，发生辐射事故时，应当立即启动本单位的事态应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。

针对本项目DSA可能发生的辐射事故，本项目采取的处理原则是：

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

③事故处理后分析相关资料，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。

④对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，同时及时上报生态环境主管部门和卫生健康主管部门。

(四) 辐射事故防范措施

针对本项目 DSA 机房可能发生的辐射事故，本项目采取的预防措施如表 11-14。

表 11-14 本项目采取的预防措施

辐射工作场所	环境风险因子	可能发生的辐射事故	采取的风险防范措施
DSA 机房	X射线	当警示灯、门灯连锁损坏时，公众、检查管理人员或检修维护人员在 DSA 开机状态下误入本项目 DSA 机房。	工作人员应每天检查安全连锁装置，且工作人员必须严格按照 DSA 操作程序进行操作，防止事故的发生。当发生事故时立即按下紧急按钮停止曝光，减少事故的影响。
		DSA 在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照射。	与当地生态环境部门密切配合，加强 DSA 机房辐射防护的监督检查。 DSA 维修保养时，由专业检修人员进行操作，并在操作台处标识“维修中”，待检修完成后，将维修标识取走，工作人员方可进行治疗操作，可有效避免事故的发生。
		因控制室操作人员违章操作，当人员未全部撤离 DSA 机房，DSA 运行给公众、辐射工作人员造成额外的照射。	制订辐射安全管理相关制度，辐射工作人员需经培训后上岗，严格按照操作规程操作，杜绝因违章操作造成额外照射。
		介入医生在 DSA 机房进行介入手术时，未穿戴好个人辐射防护用品。	介入人员均须经培训合格后上岗，且严格按照操作规程进行操作，防止事故的发生。为介入医生配备铅围裙、铅围脖、铅眼镜、介入防护手套等个人防护用品。

引起辐射事故（事件）的原因可分为人为因素、技术因素或其他因素。人为因素如蓄意破坏、偷盗、违反操作规程、操作失误、安全观念淡薄、管理缺失等；技术因素为设计不合理、设备故障等；其他因素如自然原因等。

为加强辐射安全管理工作，医院应从辐射安全管理、辐射安全意识两方面着手，提高辐射安全文化素养，加强辐射防护意识，预防辐射事故发生。为减少事故发生，医院需做好以下工作：

①定期组织辐射安全文化、法律法规培训，开展辐射安全实践活动，提高辐射安全文化素养，增强工作人员的核安全意识和专业技术知识。

②倡导严谨质疑的工作态度，树立知责任、负责任的责任意识，建立机制鼓励工作人员发现潜在的管理问题和安全隐患，建立有效的经验反馈机制，预防人为失误。

③定期对辐射安全与环境保护措施效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对

发现的安全隐患立即进行整改，预防技术因素引起辐射事故。

④加强辐射分区管理，限制公众在监督区长期滞留。

⑤射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因或维修结束前，不得重新启动辐射源。

⑥调试和维修时，应保证切断辐射源。

⑦调试和维修必须解除安全联锁时，需经负责人同意并通告有关人员。调试结束后，应及时恢复安全联锁并确认系统正常。

11.4 退役影响分析

DSA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（国家废物危险名录900-044-49），应委托有资质单位处置。拆除X射线管的DSA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。DSA机X射线屏蔽材料含铅，必须按规定处置，不得随意废弃。

仅限于环评信息公开使用

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

明溪县总医院根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定以及医院所使用放射源及射线装置所对应的分类管理要求，已成立了以余*为组长，曹*兰为副组长，钟*根、肖*东、邓*根、陈*招、钟*、张*等 11 人为成员的辐射安全管理小组，具体负责医院的辐射安全与环境保护工作。其主要职责内容包括：

- (1) 组织贯彻落实国家和地方政府、医院有关辐射安全与环境保护工作的方针、政策；
- (2) 定期（至少每季度一次）召开会议，听取辐射安全与环境保护工作情况汇报，讨论决定辐射安全与环境保护工作中的重大问题和采取的措施；
- (3) 组织开展核技术利用项目安全检查活动，组织处理、通报事故；
- (4) 组织制定和完善射线装置管理制度和操作规程，监督检查各规章制度的执行，督促整改辐射事故隐患。

12.2 辐射安全管理

(一) 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》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、放射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。

明溪县总医院已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关要求制订规章制度，医院已制订相关制度见表 12-1。

表 12-1 医院已制定的规章制度一览表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求成立的制度	医院已建立的管理制度	
	名称	内容
《操作规程》	《DSA机操作规程》	医院制订的《DSA机操作规程》中规定辐射工作人员操作射线装置的详细流程，能减少辐射事故的发生。
《岗位职责》	《DSA岗位职责》	医院制订的《DSA岗位职责》中明确了辐射工作人员和管理人员在辐射工作中各自的责任。
《辐射防护制度》 《安全保卫制度》	《辐射防护和安全保卫制度》	医院制定的《辐射防护和安全保卫制度》对医院辐射工作人员职责、工作程序和个人防护作出要求。
《设备检修维护制度》	《设备检修维护制度》	医院制订的《设备检修维护制度》中提出了对射线装置的定期检修和维护要求，能防止因设备损坏造成辐射事故。
《人员培训制度》	《人员培训计划》	医院制订的《人员培训计划》中规定了辐射工作人员必须参加有资质单位组织的辐射安全与防护培训。
《台账管理制度》	《射线装置台账管理	医院制定的《射线装置台账管理制度》和《射线装置

	制度》和《射线装置使用登记制度》	使用登记制度》中规定了DSA操作人员在日常操作过程中记录DSA使用时的管电压、管电流、曝光时间、使用人等情况。
《监测方案》	《监测方案》	医院制订的《监测方案》中规定了委托监测和日常监测的频率和内容，并要求对监测结果存档保留。
/	《个人剂量监测管理制度》	医院制订的《个人剂量监测管理制度》中规定了辐射工作人员个人剂量监测的频率以及个人剂量计的佩戴要求。

（二）辐射工作人员拟配备人数

DSA 机房操作间拟配备 1~2 名影像操作人员，介入手术人员为医院各科室根据临床需要安排进行介入手术，拟安排 7 名介入医生、护士，每台介入手术约 2~3 名介入手术人员同室操作，医护人员进行轮岗。详细的人员结构在后期项目运行期将根据实际需要再进行调整。

（三）辐射工作人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用射线装置的单位，其辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

本项目正式开展运营前，建设单位将严格根据相关法律法规的要求，督促本项目涉及的辐射工作人员报名参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习、考试，取得考核合格证书后方可上岗。

（四）辐射工作人员职业健康体检

根据《中华人民共和国职业病防治法》第三十五条：对从事接触职业病危害的作业的劳动者，用人单位应当按照国务院卫生行政部门的规定组织上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康检查，并将检查结果书面告知劳动者。

本项目正式开展运营前，建设单位将严格根据相关法律法规的要求，安排本项目辐射工作人员进行上岗前职业病健康体检，并每2年一次安排本项目辐射工作人员进行在岗期间职业病健康体检，并对本项目辐射工作人员建立职业健康档案。

12.3 辐射监测

（一）辐射工作人员个人剂量监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的有关要求，本项目DSA操作人员和介入医生等辐射工作人员配备个人剂量计，其中介入医生应配备2组个人剂量计（一组佩戴在左胸前铅衣内，一组戴在颈部铅围脖的外面），并定期（每3个月1次）送个人剂量计至有资质的单位进行检测，

建立个人剂量档案。

（二）安全联锁装置检查

根据医院制订的操作规程，本项目辐射工作人员每天对安全联锁装置进行一次检查，确保安全联锁装置运行正常有效。

（三）工作场所环境监测

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）第5.3.3.2条“X射线机的辐射环境监测”和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录B，本项目DSA机房辐射环境监测计划见表12-2。

表 12-2 辐射监测计划

监测对象	DSA机房
监测计划	a.验收监测：项目建设完成后，委托有资质的单位进行竣工环境保护验收监测。 b.年度监测：每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行环境监测。 c.日常监测：项目运行期，使用配备的辐射监测设备，对辐射工作场所每季度进行一次环境监测。 d.个人剂量监测：辐射工作人员正确佩戴个人剂量计，其中介入医生应配备2组个人剂量计（一组佩戴在左胸前铅衣内，一组戴在颈部铅围脖的外面），并定期（每季度）送交有资质的单位进行检测。
监测因子	周围剂量当量率
监测点位	四周屏蔽墙、操作位、防护门门缝处、观察窗外30cm、机房上方、机房下方、管线穿墙口、环境保护目标
监测依据	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本项目拟配备的辐射监测设备能够满足监测需要，制定的辐射监测计划符合医院实际情况，包括竣工环境保护验收监测、定期委托监测、自行检查以及辐射工作人员个人剂量监测，内容全面，符合《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等要求。

综上所述，医院辐射监测计划较为全面，能够涵盖核技术利用项目的各个环节，且监测频率较为合理，辐射监测计划整体可行。

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》和《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）要求，医院已编制《明溪县总医院辐射事故（件）应急预案》。

根据《明溪县总医院辐射事故（件）应急预案》，医院成立了辐射事故（件）应急管理小组，小组成员名单如下：

组长：余*

副组长：曹*兰

成员：钟*根、肖*东、邓*根、陈*招、钟*、张*、吴*燕、吴*贵、许*、罗*炎、范*红。

主要职责为：

- (1) 定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行放射防护情况的自查和监测，发现事故隐患及时报告并落实整改措施；
- (2) 发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；
- (3) 事故发生后立即组织有关部门和人员进行放射性事故应急处理；
- (4) 负责向生态环境主管部门和卫生健康部门及时报告事故情况；
- (5) 负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；
- (6) 负责迅速安置超受照人员就医，组织人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

12.5 建设项目竣工环境保护验收一览表

本项目竣工环境保护验收一览表见表 12-3。

表 12-3 辐射环境保护“三同时”验收清单

污染源或保护源	主要环保措施	验收标准
辐射防护措施	DSA 机房有效使用面积为：55.5m ² （7.4m×7.5m）； DSA 机房四周墙体为 24cm 实心砖+4cm 硫酸钡防护涂料（约 4.0mmPb）；顶棚为 12cm 混凝土+4cm 硫酸钡防护涂料（约 3.0mmPb）； 地板为 32cm 混凝土+4cm 硫酸钡防护涂料（约 6.0mmPb）；防护门为内衬 4.0mmPb 铅板防护门；观察窗为 4.0mmPb 铅玻璃。	1、《放射诊断放射防护要求》 （GBZ130-2020） 2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 （GB18871-2002） 3、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》
	DSA 机房防护门外设置工作状态指示灯，并在灯箱处设置警示语句，防护门外设置电离辐射警告标志并实行门灯连锁。	
	DSA 机房平开防护门设置自动闭门装置；电动推拉门设置防夹装置，且设有曝光时关闭机房门的管理措施。	
	DSA 机房设有动力通风装置。	
	配备个人剂量计（所有辐射工作人员）、辐射剂量率仪、个人剂量报警仪、铅衣、铅帽、铅围脖、铅围裙、铅眼镜、介入防护手套等辐射监测仪器与防护用品。	
管理措施	将 DSA 机房划为控制区，控制室和防护门外等相邻区域划为监督区。	
	候诊区设置放射防护注意事项告知栏。	
	工作人员佩戴个人剂量计并建立个人剂量监测档案。	
管理措施	制定相应的规章制度和辐射事故（件）应急预案，规章制度应张贴在控制室。	
	医院辐射工作人员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，并取得辐射安全与防护考核合格证书。	

所有辐射工作人员参加职业病健康体检。	
每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，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。	
本项目环评批复后，建设单位应向生态环境主管部门办理辐射安全许可证重新申领手续。	

仅限于环评信息公开使用

表 13 结论与建议

13.1 结论

本项目位于三明市明溪县雪峰镇民主路 199 号明溪县总医院门诊综合楼一层，新建一间 DSA 机房及其配套用房，使用 1 台 DSA 机，为 II 类射线装置。

(1) 辐射安全与防护分析结论

数字平板减影血管造影机（DSA）的应用在我国是一门成熟的技术，在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起十分重要的作用。本项目建设运行后，将为患者提供一个更优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，并能在保障病人健康的同时为医院创造良好的经济效益。在做好辐射管理工作和采取必要的防护措施后，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

(2) 辐射安全防护及管理措施结论

①本项目 DSA 机房工作场所实行分区管理，严格限制无关人员进入控制区，避免人员误闯入或误照；DSA 机房各防护门外拟设置电离辐射警告标志，其中患者进出防护门外上方设置“工作状态指示灯”，工作状态指示灯与防护门设有门灯联锁装置；平开防护门拟设置自动闭门装置，电动推拉门拟设置防夹装置；DSA 机房拟设置动力排风装置；

②医院为本项目配备辐射剂量率仪、个人剂量报警仪、铅衣、铅帽、铅围脖和介入防护手套等辐射监测仪器和个人防护用品；

③医院根据射线装置所对应的分类管理要求成立了《辐射安全管理小组》，具体负责医院的辐射安全与环境保护工作；医院根据本项目实际情况，新增制定了《DSA 机操作规程》和《DSA 岗位职责》，规定了 DSA 机使用过程中的辐射安全操作流程和相关人员的岗位职责。

本项目 DSA 机房辐射安全防护措施及管理措施满足辐射安全防护与相关标准要求。

(3) 环境影响评价结论

由理论计算及类比分析结果可知，本项目 DSA 正常运行时，在透视模式下，机房外辐射剂量率最大为 $0.18\mu\text{Sv/h}$ ，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，机房周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 4.53mSv/a ，对公众照射的最大年有效剂量值为 $6.17 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

中的剂量限值要求（职业人员 20mSv/a，公众人员 1mSv/a），也可满足剂量约束值要求（职业人员 5mSv/a，公众人员 0.1mSv/a）。

（4）可行性分析结论

①实践正当性分析

本项目投入运行主要为医疗诊治，符合辐射防护“实践的正当性”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改），本项目属于“第十三条 医药”中“第五款、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备”，为鼓励类，因此本项目建设符合国家当前产业政策要求。

②利益代价分析

明溪县总医院1台DSA机项目的建设有利于其周边区域医疗卫生服务水平的提升，改善患者的诊疗环境。该项目在保障病人健康的同时也为医院创造良好的经济效益和社会效益。

（5）总结论

综上所述，明溪县总医院1台DSA机项目在落实本报告表提出的各项污染防治措施和辐射安全管理措施后，将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，项目正常运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目建设是可行的。

13.2 建议和承诺

（1）对本评价提出的辐射管理和辐射防护措施，建设单位应尽快落实，在项目建设时，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

（2）如需增加本报告表所涉及之外的射线装置或对其使用功能进行调整，则应按要求向生态环境主管部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的辐射防护措施。

（3）本项目环评批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门办理辐射安全许可证重新申领手续并按要求开展竣工环境保护验收工作。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：	
经办人：	单位盖章 年 月 日
审批意见：	
经办人：	单位盖章 年 月 日

仅限于环评信息公开使用