

核技术利用建设项目
巴南区第二人民医院导管室改造项目
环境影响报告表

建设单位：重庆市巴南区第二人民医院

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

编制时间：2022年7月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
巴南区第二人民医院导管室改造项目
环境影响报告表

建设单位名称：重庆市巴南区第二人民医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：巴南区花溪街道办事处花溪新村18号

邮政编码：401320

联系人：彭其刚

电子邮箱：568249125@qq.com

联系电话：15*****18



打印编号: 1657687000000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	y4pw69		
建设项目名称	巴南区第二人民医院导管室改造项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	重庆市巴南区第二人民医院		
统一社会信用代码	125001134505002998		
法定代表人（签章）	金刚		
主要负责人（签字）	杨明松 		
直接负责的主管人员（签字）	赵长波 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	重庆宏伟环保工程有限公司		
统一社会信用代码	915001126912004062		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
肖英	07355543507550272	BH001035	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
白雪梅	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论和建议	BH002264	

表 1 项目基本情况

建设项目名称		巴南区第二人民医院导管室改造项目			
建设单位		重庆市巴南区第二人民医院			
法人代表	金刚	联系人	梁爽	联系电话	15*****77
注册地址		巴南区花溪街道办事处花溪新村 18 号			
项目建设地点		巴南区花溪街道办事处花溪新村 18 号巴南区第二人民医院 7 号楼 3F 北侧			
立项审批部门		重庆市巴南区发展和改革委员会	批准文号	巴南发改审发〔2021〕879 号 2111-500113-04-01-267484	
建设项目总投资（万元）	1108	项目环保投资（万元）	54	投资比例（环保投资/总投资）	4.9%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <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	无				
<p>1.1 医院概况</p> <p>重庆市巴南区第二人民医院（曾用名：花溪医院）始建于 1970 年，是集医疗、教学、科研、康复、预防和保健为一体的国家二级甲等综合医院。医院在职员工 771 人，其中，中高级职称 301 人，巴南区菁英计划人才 4 人，巴南区学术技术带头人 3 人、巴南区学术技术带头人后备人选 5 人，在国家及市级学术专委会任职 85 人。医院年门诊量 32 万人次左右、住院病人 2.8 万人次左右，医院编制床位 450 张。设置临床科室 18 个，医技科室 4 个。医院现拥有 64 排 CT、核磁共振、医用直线加速器、后装治疗机、DR 系统、超声诊断系统、超高清蓝光胃肠镜系统等大中型先进医疗设备。</p>					

续表 1 项目基本情况

1.2 项目由来

为完善医疗基础设施，方便患者及群众就医，重庆市巴南区第二人民医院（以下简称“巴南二院”）拟在巴南二院 7 号楼 3F 北侧实施“巴南区第二人民医院导管室改造项目”。医院已取得重庆市巴南区发展和改革委员会下发的立项申请的批复。

项目主要内容:拟对巴南二院 7 号楼 3F 北侧办公用房进行改造,改造为 DSA 机房及其辅助用房,并购置 1 台数字减影血管造影 X 射线装置（以下简称“DSA”，II 类射线装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，单管头），开展血管造影介入手术工作。本项目建筑面积约 300m²。

根据《射线装置分类》（原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）属于 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》以及《建设项目环境保护管理条例》的相关规定，DSA 的使用应开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）中第五十五项：核与辐射中第 172 条：核技术利用建设项目中确定，使用 II 类射线装置的项目应编制环境影响报告表。

为完善环保手续，巴南二院委托重庆宏伟环保工程有限公司对“巴南区第二人民医院导管室改造项目”进行环境影响评价。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础之上，并按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成了《巴南区第二人民医院导管室改造项目环境影响报告表》。

1.3 项目概况

1.3.1 用房现状

本项目用房主要为 DSA 机房及其辅助用房，DSA 机房及其辅助用房原为办公用房，经现场调查，各办公设备已搬离现场，未发现环保遗留问题。项目所在 7 号楼各楼层功能情况详见表 1-1，改造前平面布置图见附图 3-1。

表 1-1 本项目所在 7 号楼各楼层功能情况一览表

楼层	功能布置情况
1F	发热门诊
2F	检验室

1.3.2 项目组成

(1) 项目名称：巴南区第二人民医院导管室改造项目

(2) 建设地点：巴南区花溪街道办事处花溪新村 18 号重庆市巴南区第二人民医院 7 号楼 3F 北侧

(3) 建设性质：新建

(4) 建设单位：重庆市巴南区第二人民医院

(5) 项目投资：总投资约 1108 万元，其中设备投资为 994 万元，房屋改造投资约 60 万元，环保投资约 54 万元。

(6) 建设工期：3 个月

(7) 工作负荷：年开展介入手术共 500 台，包括心脏介入手术、神经介入手术和综合介入手术。

(8) 建设内容：拟对巴南二院 7 号楼 3F 北侧办公用房进行改造，改造为 DSA 机房及其辅助用房，并购置 1 台数字减影血管造影 X 射线装置（以下简称“DSA”，II 类射线装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，单管头），开展心脏、神经等相关血管造影介入手术。本项目总建筑面积约 300m²，项目组成情况见表 1-2。

表 1-2 项目组成情况一览表

分类	项目组成	主要内容及规模	备注
主体工程	DSA 机房	位于巴南二院 7 号楼 3F 北侧，净空高为 4.0m，DSA 机房有效内空尺寸：长×宽×高=7.06m×5.30m×2.80m（吊顶后），机房内最小有效使用面积约 37.42m ² 。	依托 7 号楼主体结构，新建东、西、南、北墙、改造顶棚和地板
	设备	DSA 机房内安装 1 台 DSA（II 类射线装置，单管头，Artis Qfloor），最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。	新购
辅助工程	辅助用房	DSA 控制室、洁具间、物资间、无菌物品间、更衣换鞋室、缓冲间、设备间、污物间、洗手区等。	依托大楼主体结构，改建为 DSA 辅助用房
公用工程	给水	由城市供水管网提供，依托医院供水管网。	依托
	排水	实行雨污分流。雨水排入市政雨水管网；医疗废水经医院污水处理站处理后排入市政污水管网。	依托
	供配电	由市政电网供电，依托医院供配电系统。	依托
	通风	采用机械进风、机械排风。排风风量约为 400m ³ /h。	新建

环保工程	废水	项目产生的废水依托现有污水处理站处理后，通过市政污水管网最终排入鱼洞污水处理厂处理。 污水处理站位于院区西北侧，总处理能力 250m ³ /d	依托
	固废	生活垃圾收集后交市政环卫部门处理。	依托
		医院院区西侧设有医疗废物暂存间 1 处，约 15m ² ；手术过程中产生废物暂存在污物暂存间，每日及时将污物暂存间的废物运至医院医疗废物暂存间暂存，再统一交有资质单位处理。	依托
		废铅防护用品由医院收集、妥善保存并做好相应记录、再交有资质单位处置。	依托
	废气	机房 DSA 运行产生的废气经废气管道收集引至 7 号楼东侧墙外（3F）距室外地面约 10m 处排放。	新建
辐射防护	采用页岩砖、混凝土、硫酸钡水泥、铅玻璃、铅板、铅防护门等屏蔽材料进行屏蔽。设置对讲装置、门灯联锁、电离辐射警示标志、工作状态指示灯、急停开关等。	新建	

1.3.3 屏蔽防护设计

本项目 DSA 机房拟新建东墙、南墙、西墙、北墙，四周墙体均采用 370mm 厚实心页岩砖，新建 3 个防护门及 1 个观察窗。项目 DSA 机房具体屏蔽防护方案具体情况见表 1-3。

表 1-3 DSA 机房屏蔽防护情况表

项目	防护情况	备注
东墙	墙体：370mm 厚实心页岩砖；观察窗和防护门：4mmPb	新建
南墙	墙体：370mm 厚实心页岩砖	新建
西墙	墙体：370mm 厚实心页岩砖；	新建
北墙	墙体：370mm 厚实心页岩砖；防护门：4mmPb	新建
顶棚	顶棚：轻钢龙骨+100mm 基层（垫层）+4mmPb 防护板	新建
地板	140mm 混凝土+2mmPb 硫酸钡板	新增 2mmPb 硫酸钡板

备注：混凝土(砼)密度 2.35g/cm³、铅密度 11.3g/cm³、实心页岩砖 1.65g/cm³、硫酸钡密度 3.20g/cm³。

1.3.4 相关设备配置

主要设备情况见表 1-4 所示。

表 1-4 项目主要设备一览表

序号	名称	数量	厂家及型号	最大管电压/ 最大管电流	用途	位置	备注
1	数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA, 单管头)	1 台	西门子 Artis Qfloor	125kV 1000mA	介入手术	巴南二院 7 号楼 3F 北侧 DSA 机房	拟购
序号	名称	数量	用途		位置		备注

1	电源柜	1 套	DSA 配电	设备间	DSA 配套设备
2	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置	设备间	
3	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输	设备间	
4	控制系统	1 套	DSA 设备操作	控制室	
5	中心供氧装置	1 套	病人供氧	DSA 机房内	手术配套设备
6	除颤仪	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
7	高压注射器	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
8	吸痰器	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
9	电生理仪	1 台	手术配套用	DSA 机房内	
10	中心负压吸引	1 套	手术配套用	DSA 机房内	
11	DSA 介入手术分体铅衣	5 套	工作人员防护	医护人员缓冲区	新购
12	医用 X 射线防护铅围脖	5 套			新购
13	医用 X 射线防护铅短裤	5 套			新购
14	医用 X 射线防护圆帽	5 套			新购
15	介入防护手套	若干	工作人员防护	DSA 机房内	新购
16	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏	1 套	工作人员防护	DSA 机房内	设备配置
17	移动铅防护屏风	1 套	工作人员防护	DSA 机房内	新购
18	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	2 套	患者防护	病人缓冲区/换床区域	新购
19	个人剂量计	若干	工作人员个人剂量监测	DSA 机房内	新购
20	消毒设施	若干	工作人员等消毒	DSA 机房内	新购
21	医疗废物桶	若干	用于存放手术期间产生的医疗废物	DSA 机房	新购

1.4 劳动定员和工作制度

项目劳动定员 5 人，其中手术医生 3 人，技师 1 人，护士 1 人，均在医院现有劳动定员中调配，不新增劳动定员。上述人员均为放射工作人员，年工作 250 天。本项目放射工作人员仅在本项目 DSA 机房工作，不参与其他放射诊疗工作。

1.5 工作负荷

根据医院提供资料,本项目预计年开展介入手术共 500 台,包括神经介入手术(200 台/年),综合介入手术(150 台/年)和心脏介入手术(150 台/年)。

1.6 外环境概况

巴南二院位于巴南区花溪街道办事处花溪新村 18 号。医院用地范围呈不规则多边形,院区东侧为土桥新街,南侧为土红路,西侧为花溪商住小区,北侧为琼奥钢材经营部。

本项目位于巴南二院 7 号楼 3F 北侧。

7 号楼东侧为医院内部道路,之外约 10m 为医院警务室,之外约 26m 为土红路商住小区;南侧为土红路,之外约 27m 为土桥新街小区;西侧约 2m 为花溪商住小区;北侧为医院内部道路,之外约 25m 为体检中心。

外环境关系见表 1-5,项目周边环境示意图见附图 2。

表 1-5 项目所在楼周围外环境关系一览表

序号	名称	方位	最近水平距离	高差关系	环境特征
1	警务室	东侧	约 10m	0	医院用房, 1F
2	土红路商住小区		约 26m	+2m	居住和商业混合楼, 8F
3	土桥新街小区	南侧	约 27m	+2m	居住和商业混合楼, 7-8F
4	花溪商住小区	西侧	约 2m	0	居住和商业混合楼, 6-7F
5	体检中心	北侧	约 25m	0	医院用房, 2F

备注: -表示低于 7 号楼 1F 室外地面, +表示高于 7 号楼 1F 室外地面。

1.7 选址可行性

本项目选址于巴南二院 7 号楼 3F 北侧,属于该建筑顶层。DSA 机房东侧(控制室)、西侧(设备间)、北侧(污物通道、洗手区等)均为本项目用房,南侧为隔离透析区(仅用作传染病人透析)、接诊室,周围活动人员相对较少,充分考虑了周围场所的安全;同时,机房设置考虑了邻室(含楼下)及周围场所的人员防护与安全。此外,根据现状监测结果,场址的辐射环境质量状况满足标准要求,有利于项目的建设。因此,从辐射环境保护角度分析,项目选址可行。

1.8 与项目有关的环境保护问题

1.8.1 原有环保手续情况及原有环境保护问题

巴南二院始建于 1970 年,巴南二院建设时,《中华人民共和国环境影响评价法》(2003 年 9 月 1 日施行)尚未实施,故巴南二院未进行环境影响评价;根据相关要求,

巴南二院已纳入排污管理，医院于 2020 年 7 月取得了重庆市巴南区生态环境局下发的排污许可证，有效期至 2023 年 6 月 30 日，证书编号：12500113450500299F001U。相关文件支撑性材料见附件 3。

1.8.2 与项目有关辐射环境问题

根据调查，医院已办理《辐射安全许可证》，渝环辐证[00206]，有效期至 2023 年 6 月 19 日，许可的种类和范围为使用 III 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置。医院在许可范围内从事核技术利用工作，并按照医院的辐射安全管理要求进行管理，具体情况如下。

表 1-6.1 医院现有使用射线装置情况一览表

序号	装置名称	规格型号	数量	等级/类别	使用场所	备注
1	NMSR600 医用电子加速器	NMSR600	1	II 类	肿瘤科放疗加速器室	已许可
2	医用 CT 机	SOMATOM	1	III 类	门诊楼负一楼放射科辐照 1CT 室	
3	X 射线机	AXIOM Aristons VXpius	1	III 类	门诊楼负一楼放射科辐照 2DR 室	
4	口腔 CT	Planmcca ProMax 3D	1	III 类	门诊楼负一楼放射科辐照 4 口腔 CT 室	
5	骨科 C 臂	JXC6000	1	III 类	住院楼 8 楼手术室	
6	心血管数字造影机	Axiom Artiscl	1	II 类	住院楼 8 楼 DSA 导管室	
7	移动 X 射线机	MIX-10J	1	III 类	放射科辐照 5 移动 X 机	
8	CT	Ingenuity Coro 128	1	III 类	门诊楼负一楼放射科辐照 3 胃肠检查室	
9	CT	Revolution ACT EL	1	III 类	发热门诊一楼	
10	骨密度仪	Dea Pro-1	1	III 类	骨密度室	

表 1-6.2 医院现有放射源情况一览表

序号	核素	类别	总活度（贝可）/活度（贝可）×枚数	活动种类	备注
1	铯-137	III 类	3.7E+11Bq	使用	已许可

医院上述设备的手续齐全，运行至今使用情况良好，无辐射安全事故发生。经调查，医院现有放射工作人员 30 人，均建立了个人剂量档案和健康档案，个人剂量 2021 年未见异常（检测结果： $<0.05\text{mSv}$ ），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求。放射工作人员均进行了辐射工作安全防护培训并考核合格。经咨询巴南区生态环境局和医院相关人员，医院运营至今，均未收到对巴南二院的辐射类环保投诉和纠纷。

1.8.3 本项目与所在院区依托可行性分析

本项目主要依托医院给排水及供配电工程、污水处理站、医疗废物及生活垃圾收运系统和辐射环境管理机构及人员，依托可行性分析详见表 1-7。

表 1-7 项目依托可行性分析

依托工程	依托情况	可行性分析	结论
主体工程	建筑主体	7 号楼为 3F 结构，无地下建筑。 项目位于 7 号楼 3F 北侧，原为办公用房，本次依托建筑主体结构，新建 DSA 机房的东、西、南、北墙，改造顶棚和地板。 本项目使用该区域后，不影响医院整体的布局与运营。	可依托
公用工程	供电、供水	医院现有配套供电系统等，故项目依托可行。	可行
环保工程	废水	主要为生活污水和医疗废水，无放射性废水。现有污水处理站处理能力为 $250\text{m}^3/\text{d}$ ，现有污水量约 $180\text{m}^3/\text{d}$ ，富余 $70\text{m}^3/\text{d}$ 。	可依托
	固体废物	医院现有医疗废物暂存间，建筑面积约 15m^2 ，医疗废物暂存间设计时就考虑了项目所在楼（包含本项目）的所有医疗废物暂存量，故能够满足本项目的需求；医疗废物每天转运，交重庆同兴医疗废物处理有限公司处置。	可依托
劳动定员	医生、技师和护士	项目 DSA 劳动定员 5 人，其中手术医生 3 人，技师 1 人、护士 1 人，均在医院内部调配。医院现有放射工作人员中包含了技师、医师、护士等，依托可行。	可依托
管理	辐射环境管理	医院成立了辐射管理机构，并制定了相应的辐射安全管理制度。已有 DSA 运营多年，医院管理经验丰富，因此，现有管理机构和管理制度等能满足本项目的管理要求。因此，项目辐射安全管理依托可行。	可依托

根据表 1-7 可知，本项目依托医院现有的供配电工程、污水处理站、医疗废物及生活垃圾收运系统和辐射环境管理机构等是可行的，本项目建成后纳入辐射安全管理由医院统一管理。

1.8.4 本项目与医院发展的衔接

本项目建设 DSA 机房开展介入手术，目的是提高所在区域医疗救治能力，满足辖区老百姓就医需求，减轻病员外出就医负担，为心血管等病人争取最佳抢救时机；同时，本项目的建设可以分担巴南二院现有 DSA 的手术负荷压力。项目建成后，项目将涉及心脏介入手术、综合介入手术、神经介入手术，提高了医院医疗服务质量，与医院的发展相适应。

表 2 放射源

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

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
本项目不涉及。										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及。										

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA)	II 类	1 台	西门子 Artis Qfloor	125	1000	介入手术	巴南二院 7 号楼 3F 北侧 DSA 机房	拟购

(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	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
本项目不涉及。													

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》，2015 年 1 月 1 日施行修订版；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日施行修订版；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日施行修订版；</p> <p>(5) 《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，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</p> <p>(6) 《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，2005 年 12 月 21 日施行，中华人民共和国国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(7) 《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB 39707-2020），2021 年 7 月 1 日实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订实施；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，中华人民共和国生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(11) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部令第 15 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(13) 《重庆市环境保护条例》，2018 年 7 月 26 日施行修订版；</p> <p>(14) 《重庆市辐射污染防治办法》，重庆市人民政府令第 338 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(15) 重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知，渝环〔2017〕242 号；</p> <p>(16) 重庆市生态环境局关于印发《重庆市辐射污染防治“十四五”规划（2021—2025 年）》的通知，渝环〔2022〕27 号；</p>
-------------	--

续表 6 评价依据

<p>技术标准 技术规范</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) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(6) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分:化学有害因素(一)》(GBZ2.1-2019)；</p> <p>(7) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157—2021)；</p> <p>(8) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)；</p> <p>(9) 参照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 《监测报告》，渝泓环(监)[2022]938 号；</p> <p>(3) ICRP33 号报告《Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine》；</p> <p>(4) NCRP147 号报告《Structural shielding Design for Medical X-ray Imaging Facilities》；</p> <p>(5) 《辐射防护导论》；</p> <p>(6) 《重庆市巴南区发展和改革委员会关于巴南区第二人民医院导管室改造项目立项申请的批复》，巴南发改审发〔2021〕879 号；</p> <p>(7) 医院提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定，并结合项目射线装置为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定以项目 DSA 机房边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 环境保护目标

项目位于巴南二院 7 号楼 3F 北侧，7 号楼为独立建筑，无裙楼、连廊。项目用房包括 DSA 机房及相关配套用房等。

DSA 机房东侧为控制室，之外为通道及楼梯间（约 5m）、医院内部道路（约 10m）、医院警务室（约 15m）、土红路商住小区（约 31m）；南侧为隔离透析区、接诊室及候诊区，之外为普通透析区、置管室及一般耗材间（约 4m）、准备间（约 9m）、休息区及配液间（约 12m）、土红路（约 18m），土桥新街小区（约 45m）；西侧为设备间及污染物通道，之外为花溪商住小区（约 6m）；北侧为洗手区、污物间、洁具间、物资间、无菌物品间、缓冲间以及更衣换鞋室，之外为医院内部道路（约 11m）、体检中心（约 36m）。楼下为检验室（2F）、发热门诊（1F），楼上无建筑（无法到达）。

项目评价范围（50m）内辐射环境保护目标见表 7-1。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-1 DSA 机房评价范围内辐射环境保护目标一览表						
编号	名称	方位	最近水平距离	高差	环境特征及受影响人群	影响因素
1	控制室	东侧	紧邻	平层	项目用房, 放射工作人员, 约 4 人	电离辐射
2	通道及楼梯间		约 5m	平层	项目所在楼, 公众成员, 约 10 人	
3	医院内部道路		约 10m	平层	公众成员, 约 10 人	
4	医院警务室		约 15m	-6m	医院用房, 公众成员, 约 4 人	
5	土红路商住小区		约 31m	-5m	8F 居住和商业混合楼, 公众成员, 约 250 人	
6	隔离透析区、接诊室及候诊区	南侧	紧邻	平层	项目所在楼医院用房, 公众成员, 约 20 人	
	普通透析区、置管室及一般耗材间		约 4m	平层		
	准备间		约 9m	平层		
	休息区及配液间		约 12m	平层		
7	土红路		约 18m	-6m	公众成员, 约 10 人	
8	土桥新街小区		约 45m	-6m	7-8F 居住和商业混合楼, 公众成员, 约 250 人	
9	设备间及污染物通道	西侧	紧邻	平层	项目用房, 公众成员, 约 2 人	
10	花溪商住小区		约 6m	-6m	6-7F 居住和商业混合楼, 公众成员, 约 200 人	
11	洗手区、污物间、洁具间、物资间、无菌物品间、缓冲间以及更衣换鞋室	北侧	紧邻	平层	项目用房, 公众成员, 约 5 人	
12	医院内部道路		约 11m	-6m	公众成员, 约 10 人	
13	体检中心		约 36m	-6m	医院用房, 2F, 公众成员, 约 50 人	
14	检验室	楼下 (2F)	/	楼下 (-3m)	项目所在楼医院用房, 公众成员, 约 30 人	
	发热门诊	楼下 (1F)		楼下 (-6m)	项目所在楼医院用房, 公众成员, 约 30 人	

备注: ①-表示低于项目用房地面, +表示高于项目用房地面;
 ②隔离透析区主要针对患有乙型肝炎的尿毒症患者进行透析的区域, 该区域使用较少; 普通透析区主要针对普通尿毒症患者进行透析的区域, 该区域为主要透析区域。

续表 7 保护目标与评价标准

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。

剂量限值:

1) 放射工作人员

B.1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制,使之不超过下述限值:

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

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv。

2) 公众照射

B1.2.1 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: 年有效剂量, 1mSv。

(2) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

本标准规定了放射诊断的防护要求,包括 X 射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及其相关防护检测要求。本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

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(即下表 7-2)的规定。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求（摘录）		
设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m
单管头 X 射线设备 ^b (含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5
^b 单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。 ^d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。 ^e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。		
备注：项目 DSA 属于单管头 C 型臂，按单管头 X 射线设备执行。		
<h3>6.2 X 射线设备机房屏蔽</h3>		
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（即下表 7-3）的规定。		
表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求（摘录）		
机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0
备注：DSA 为 C 型臂 X 射线设备。		
6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（即表 7-3）的要求。		
<h3>6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平</h3>		
6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：		
a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；		
c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv；		
<h3>6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求</h3>		
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（即下表 7-4）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。		

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求				
放射检查 类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射性 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	—
<p>注 1：“—”表示不做要求。</p> <p>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。</p>				
<p>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。</p>				
<p>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。</p>				
<p>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。</p>				
<p>附录 B</p>				
<p>B.1 检测条件 X 射线设备机房防护检测条件和散射模体应按表 B.1 的要求。</p>				
<p>表 B.1 中备注 1：介入放射学设备按透视条件进行检测。</p>				
<p>B.2 关注点检测的位置要求</p>				
<p>B.2.1 距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm。</p>				
<p>(3)《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019) 室内：臭氧浓度的接触限值：0.3mg/m³；氮氧化物的接触限值：5mg/m³。</p>				
<p>(4) 评价标准及相关参数值</p>				
<p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求，放射工作人员年有效剂量不超过 20mSv，公众成员年有效剂量不超过 1mSv；条款 11.4.3.2 规定：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。</p>				
<p>根据医院提供的资料（见支撑性材料：附件 1 环境影响评价委托书），医院取 GB18871-2002 中放射工作人员年有效剂量的四分之一即 5mSv/a 作为放射工作人员的年有效剂量管理目标值；取公众成员年有效剂量的十分之一即 0.1mSv/a 作为公众成员的年</p>				

续表 7 保护目标与评价标准

有效剂量管理目标值，本项目医院的年有效剂量管理目标值为10%在上述取值范围内，满足GB18871-2002要求。

综上所述，结合本项目医用射线装置的实际情况，确定本项目的评价要求见表 7-5 所示。

表 7-5 辐射评价标准及相关参数汇总表

年有效剂量控制			执行依据
执行对象	标准限值 (mSv/a)	年有效剂量管理目标 值 (mSv/a)	《电离辐射防护与辐射源安全基本 标准》(GB18871-2002)及医院管 理要求
放射工作人员	20	5	
公众成员	1	0.1	
环境剂量控制			执行依据
透视时 DSA 机房 外 30cm 处	距离 DSA 机房墙体、门、窗表面 30cm，顶 棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm 处的周 围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。		《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)
摄影时 DSA 机房 外 30cm 处	具有短时、高剂量率曝光的摄影程序(如屏 片摄影)机房外的周围剂量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，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。		
机房面积控制			执行依据
设备名称	机房内最小有效 使用面积(m^2)	机房内最小单边长度 (m)	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)
DSA	20	3.5	

注：本项目 DSA 为单管头，按照单管头 X 射线设备(含 C 形臂，乳腺 CBCT)确定机房控制面积和单边长度。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

巴南二院位于巴南区花溪街道办事处花溪新村18号，本项目位于巴南区花溪街道办事处花溪新村18号巴南二院7号楼3F北侧。本项目地理位置图见附图1，本项目场所位置见附图4-2。

8.2 环境质量和辐射现状

为了掌握项目所在位置的辐射环境背景水平，特委托重庆泓天环境监测有限公司对项目的环境 γ 辐射剂量率背景值进行了监测。

- (1) 监测时间：2022年6月28日
- (2) 监测因子：环境 γ 辐射剂量率
- (3) 监测报告编号为：渝泓环(监)[2022]938号
- (4) 监测方法和依据：

监测方法和依据见表 8-1。

表 8-1 监测方法和依据

监测方法	监测依据
仪器法	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021

- (5) 监测仪器

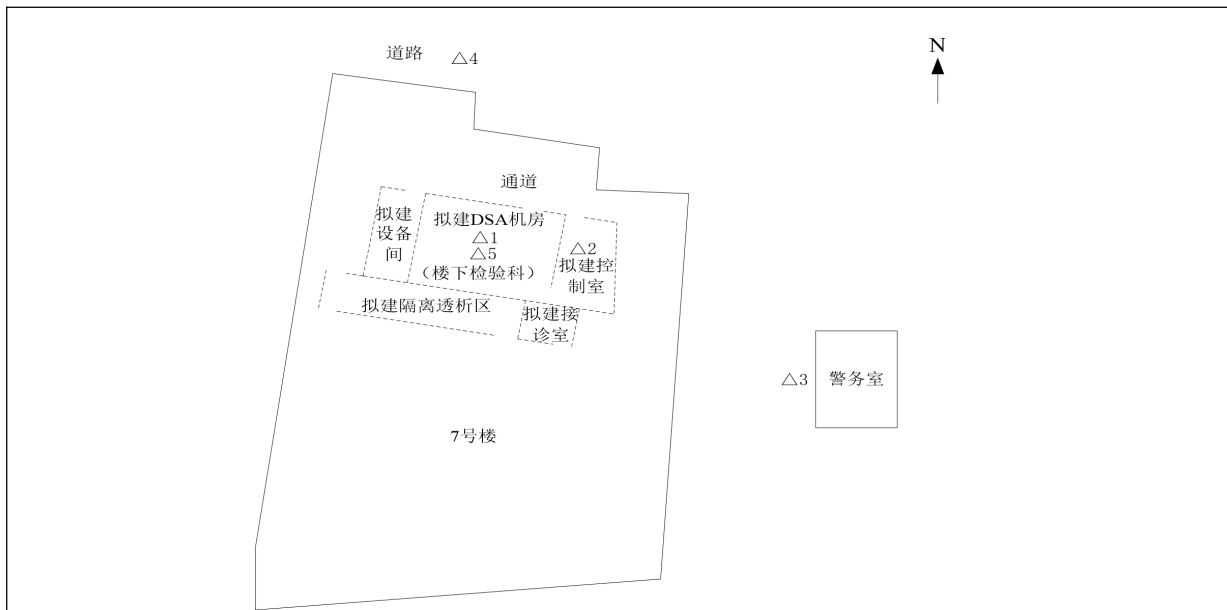
监测仪器情况见表 8-2。

表 8-2 监测仪器情况

仪器名称及型号	仪器编号	计量校准证书编号	有效期至	校准因子
环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率 JB4010	09031	2022042603435	2023.05.04	0.87

- (6) 监测点位：共设 5 个点，具体监测布点见图 8-1。

续表 8 环境质量和辐射现状



备注：△为环境γ辐射剂量率监测点位，监测高度距地面1.0m，该项目位于重庆市巴南区第二人民医院7号楼3F，楼上无建筑，楼下检验室。

图 8-1 监测布点示意图

本次监测在项目拟建 DSA 机房、控制室、楼下检验室、楼外警务房和楼外空地均设置了监测点位，各监测点位的布设能够反映本项目用房辐射环境水平及邻近环境γ辐射水平。因此，项目监测布点合理可行。

(7) 质量保证措施：监测仪器每年送计量部门检定合格后在有效期内使用；监测时获取足够的数量，以保证监测结果的统计学精度；监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核、审定，最后由授权签字人签发。因此，监测结果有效。

(8) 监测结果统计

监测结果统计见表 8-3。

表 8-3 项目本底监测结果统计

监测点位	监测点位描述（括号内为改建后描述）	环境γ辐射剂量率（nGy/h）
△1	拟建 DSA 机房（3F）	54
△2	拟建控制室（3F）	54
△3	项目拟建地东侧警务室旁	69
△4	项目拟建地所在楼北侧外道路	57
△5	楼下检验室（2F）	53

根据监测统计结果可知，本项目拟建位置的γ辐射剂量率的监测值在 53nGy/h~

69nGy/h 之间（未扣除宇宙射线的响应值）。根据《2021 年重庆市生态环境质量公报》，重庆市 2021 年环境 γ 空气吸收剂量率平均值为 94.0nGy/h(未扣除宇宙射线的响应值)。两者相比，拟建址环境 γ 辐射剂量率在正常涨落范围内。

表9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

本项目用房在现有房间基础上进行改造，施工期主要为墙体的新建和改造、装修（如铅板安装、装饰吊顶等），设备的安装等工作，不新增用地。

其工艺流程及产污环节见图 9-1。

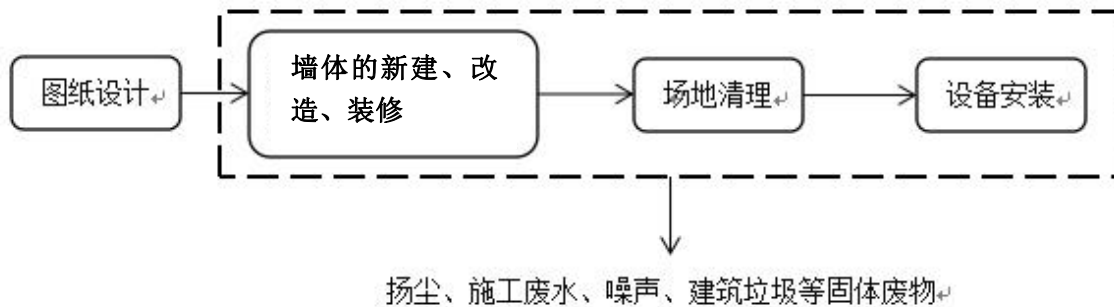


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

根据上图，项目施工期主要污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物等。

扬尘：主要为改造现有墙体和新建墙体时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘；

噪声：主要来自于墙体的新建和改造、装修及现场处理等产生的噪声；

废水：主要为施工人员产生的少量生活污水，无机械废水；

固体废物：主要为墙体改造、新建、装修过程产生的建筑垃圾，以及施工人员产生的生活垃圾。根据项目工程量，建筑垃圾共产生约 70m³。

9.2 运行期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 设备组成及工作方式

本项目 DSA 为固定式 C 形臂，由 C 形机架、X 射线球管组装体和影像增强器（或动态平板探测器）等部件组成，机架、X 射线管组合体可在水平和垂直两个方向上转动。血管造影机系统组成：Gantry，俗称“机架”或“C 型臂”，由“L”臂、PIVOT、“C”臂组成，同时还包括了数字平板探测器、球管、束光器等部件；专业手术床；Atlas 机柜，该机柜由 DL、RTAC、JEDI 构成；球管和数字平板探测器分别通过各自的水冷机控制温度；图形处理系统。设备采用平板探测器（FD）技术成像：FD 技术可以即时采集到患者图像，对图像进行后期处理，轻松保存和传送图像。

介入手术工作方式为在医学影像系统监视引导下，经皮针穿刺或引入导管做抽吸

续表 9 项目工程分析与源项

注射、引流或对管腔、血管等做成型、灌注、栓塞等，医院在实际操作过程中采取透视和采集的方式。在手术过程中，介入手术医生在床旁并在 X 射线导视下进行操作。

DSA 工作示意图见图 9-1，实物图如下图 9-2 所示。

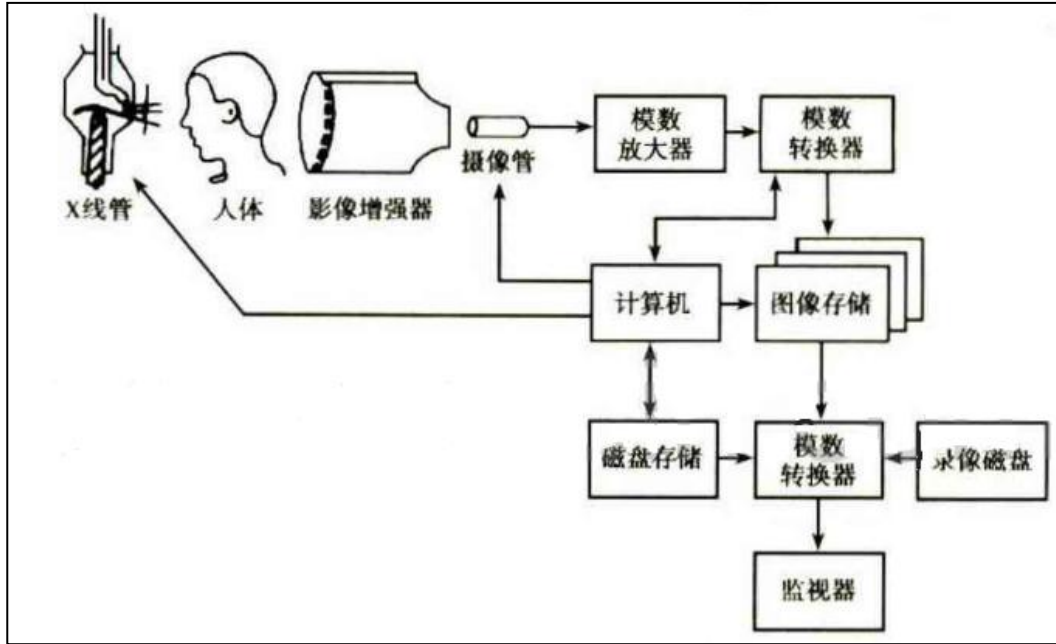


图 9-2 DSA 工作示意图



图 9-3 DSA 实物图

9.2.2 工作原理

续表 9 项目工程分析与源项

①X 射线产生及成像原理

DSA 属于 X 射线装置。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。X 射线管结构见图 9-1，X 射线管的阴极是钨制灯丝，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体所突然阻挡从而产生 X 射线。

成像装置是用来采集透过人体的 X 射线信号的，由于人体各部组织、器官密度不同，对 X 射线的衰减程度各不一样，成像装置根据接收到的不同信号，通过荧光屏或平板探测器、计算机、摄像机（对影像增器的图像进行一系列扫描，再经过模/数-数/模转换）等方式进行成像。

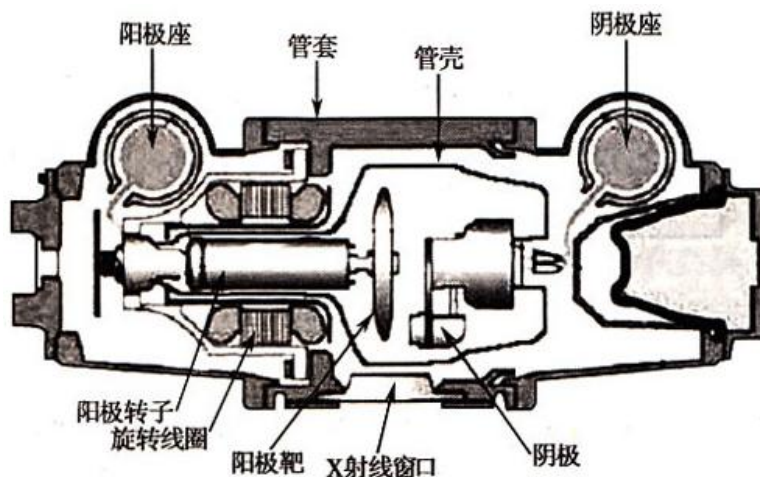


图 9-4 典型 X 射线管结构图

②DSA 工作原理

DSA 的基本原理是先后将没有注入造影剂和注入造影剂后通过人体 X 线信号进行成像，分别经平板探测器增益后，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，

续表 9 项目工程分析与源项

在进行介入手术时更为安全。

9.2.3 操作流程

DSA 主要操作流程为：在 DSA 引导下进行一系列的介入检查与诊疗手术。在手术过程中，介入手术医生在床旁并在 X 射线导视下进行操作。

项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，采集。采集包括电影和减影两种模式，根据手术方案，采集次数不同。一般情况下，电影模式下是医生在 DSA 机房内由手术医生直接采集，医生与病人直接交流。在减影模式下则采取隔室操作的方式（即 DSA 技师在控制位内对病人进行曝光），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。实际操作过程中，减影模式下手术医生也可能在 DSA 机房内，曝光时医护人员位于移动铅屏风后。无论哪种工作模式，医生在 DSA 机房内身着铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品。

第二种情况，透视。病人需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，此时介入手术医生位于铅悬挂防护屏（或铅防护吊帘）、床侧防护帘（或床侧防护屏）等辅助防护设施后，并身着铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品在 DSA 机房内对病人进行直接的介入手术操作。

DSA 操作流程及产污环节见图 9-5 所示。

续表 9 项目工程分析与源项

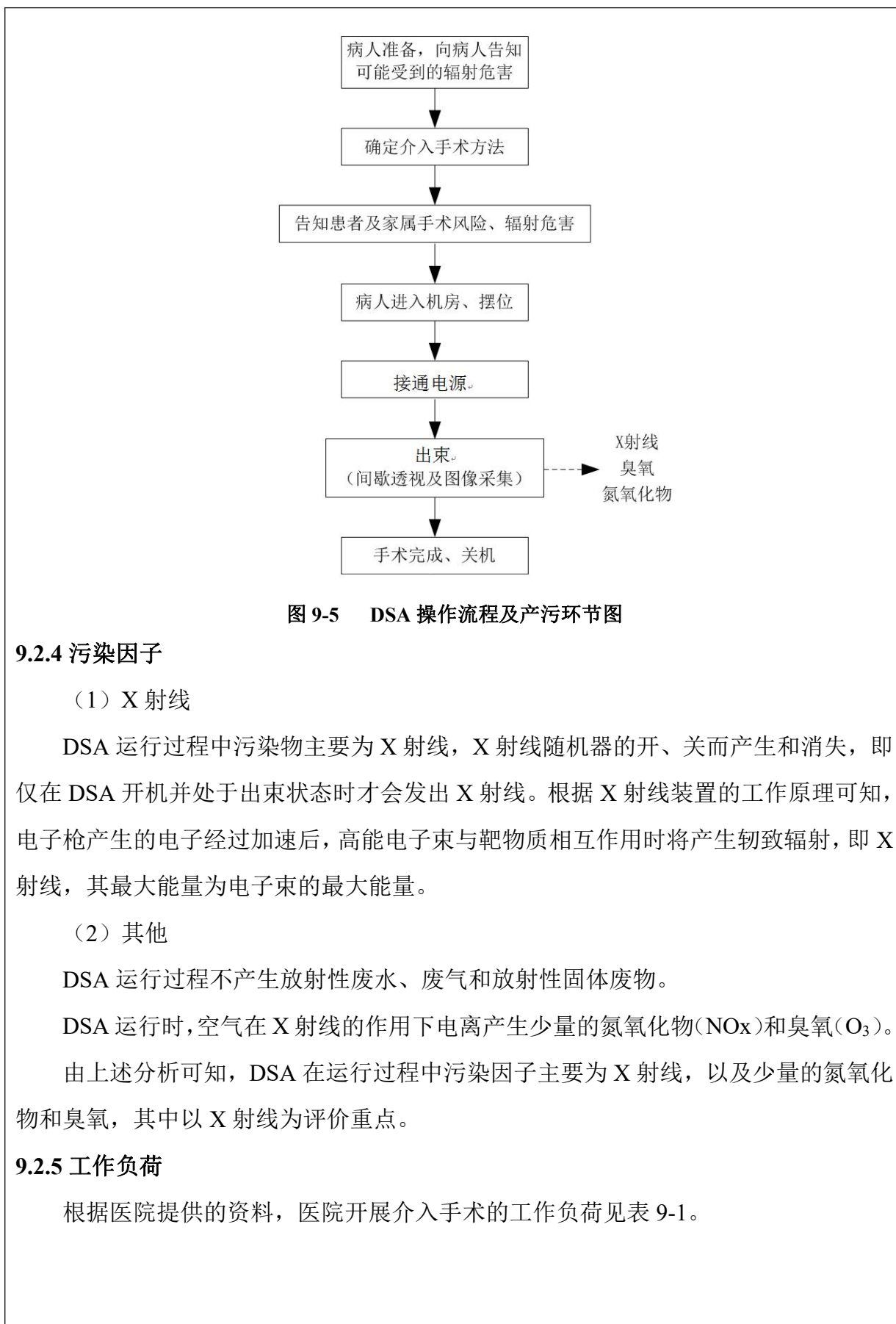


图 9-5 DSA 操作流程及产污环节图

9.2.4 污染因子

(1) X 射线

DSA 运行过程中污染物主要为 X 射线，X 射线随机器的开、关而产生和消失，即仅在 DSA 开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。根据 X 射线装置的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生韧致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。

(2) 其他

DSA 运行过程不产生放射性废水、废气和放射性固体废物。

DSA 运行时，空气在 X 射线的作用下电离产生少量的氮氧化物(NO_x)和臭氧(O₃)。

由上述分析可知，DSA 在运行过程中污染因子主要为 X 射线，以及少量的氮氧化物和臭氧，其中以 X 射线为评价重点。

9.2.5 工作负荷

根据医院提供的资料，医院开展介入手术的工作负荷见表 9-1。

续表 9 项目工程分析与源项

表 9-1 医院 DSA 工作负荷表					
透视					
手术类别	工作人员及数量	年开展工作量 (台)	每台手术透视曝光时间 (min)	年透视曝光时间 (h)	
心脏介入	手术医生 3 人	150	约 20	约 50	
神经介入		200	约 21	约 70	
综合介入		150	约 21	约 52.50	
小计	/	500	/	约 172.50	
采集					
手术类别	年开展工作量 (台)	单次采集时间 (S)	单台手术采 集次数 (次)	单台手术最大采 集时间 (min)	年采集时间 (h)
心脏介入	150	3~4	6~10	约 0.70	约 1.80
神经介入	200	6~10	4~10	约 1.70	约 5.70
综合介入	150	3~8	7~15	约 2	约 5
小计	500	/	/	/	约 12.50
总计	500	/	/	/	约 185.00

由上表可知，本项目 DSA 年透视时间约 172.50h，采集时间约 12.50h，DSA 总年有效开机时间约 185h。

9.3 路径规划

(1) 医务人员通道：医护人员（手术医生和护士）在更衣间换好鞋、更换衣物，进入医护人员缓冲区穿戴好个人防护用品并消毒后经东侧铅门 1 进入 DSA 机房；手术完成后，医护人员原路返回。

(2) 病人通道：病人通过东侧的病人缓冲区，经北侧的铅门 2 进入 DSA 机房接受手术，手术完成后原路返回。

(3) 污物通道：手术期间产生医疗废物手术结束后，经北侧的铅门 3 经过污物通道，在污物间打包暂存，每天工作结束后再由污物间通过后门运至医院医疗废物暂存间。

项目通道布置情况见图 9-6 所示。

续表 9 项目工程分析与源项

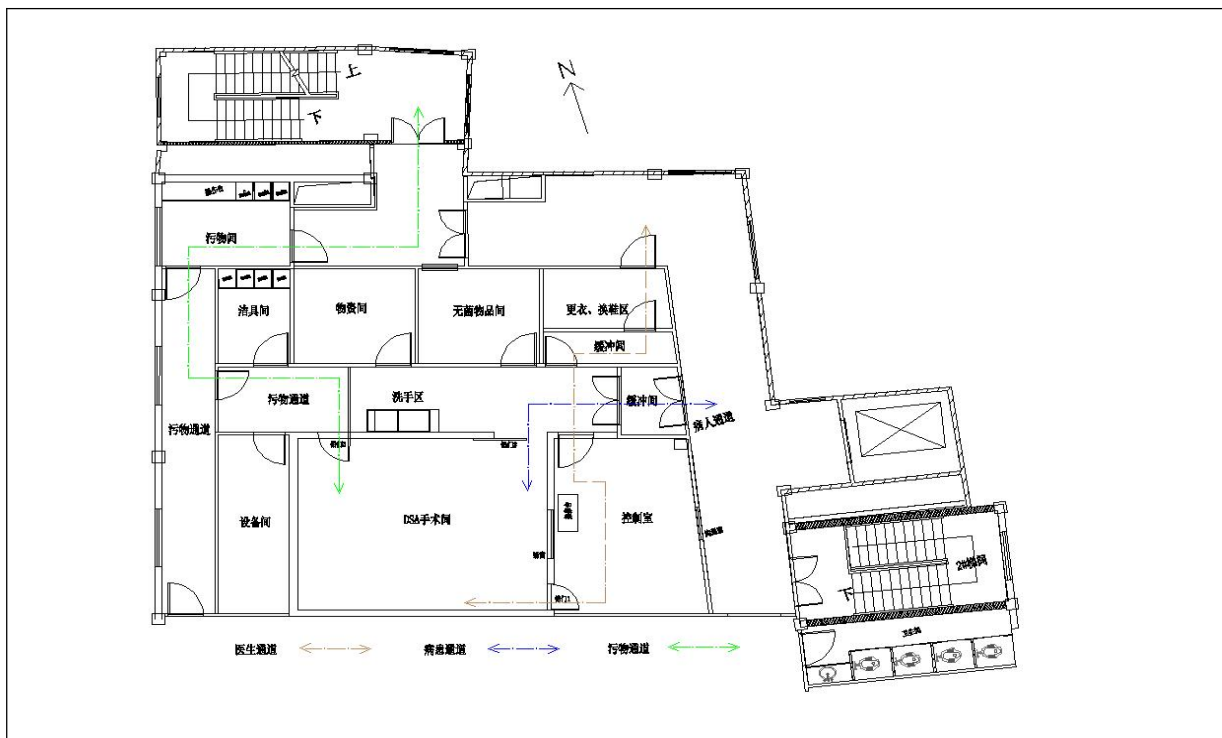


图 9-6 本项目人流物流通道示意图

9.4 污染源项描述

9.4.1 电离辐射

与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 DSA 设备 X 射线球管出束照射患者期间，产生的 X 射线能量在零和曝光电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散射线。

(1) 有用线束

直接由 X 射线球管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射人体，形成诊断影像的射线。其射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数，加在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。由于本项目 X 射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

DSA 具有自动照射量控制调节功能 (AEC)，采集时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为防止 X 射线球管烧毁并延长其使用寿命，在实际使用时，管电压和管电流通常留有约 30% 的裕量。根据医院资料提供资料及重庆市多家医院 DSA 的设备工作条件发现：① 在极端情况下，DSA 透视工况运行管电压为最大管电压，即 125kV，电流自动跟随电压，电流不大于 110mA；在极端情况下，DSA 采集工况运行管电压也为最大管电压，

续表 9 项目工程分析与源项

即 125kV，电流自动跟随电压，电流不大于 500mA。②常用透视工况为 60~90kV/5~20mA，采集工况为 60~90kV/300~500mA。

根据射线衰减原理和《辐射防护导论》（P342，图 3），不同过滤条件下离靶 1 米处的 X 射线发射率如下图 9-7 所示。

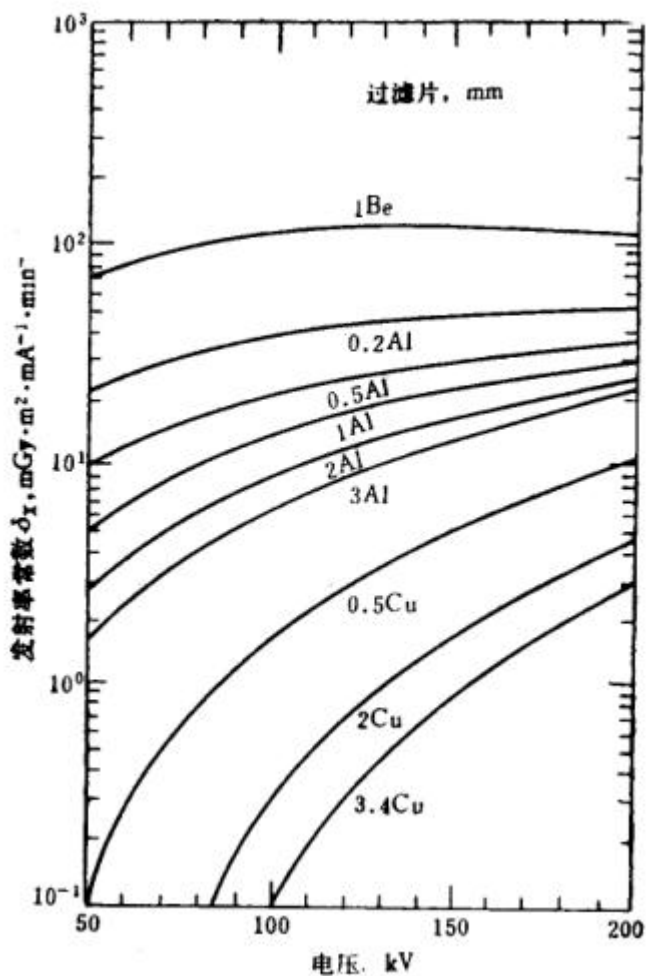


图 9-7 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

本项目 DSA 过滤板为 3mmAl，最大管电压和常用最大电压距靶 1m 处有用线束的发射率见表 9-2。

表9-2 最大管电压和常用最大电压距靶1m处有用线束的发射率

序号	电压	距靶1m处有用线束的发射率（拟合计算值）
1	最大管电压125kV	9.8mGy·m ² /mA·min
2	常用最大电压90kV	5.3mGy·m ² /mA·min

(2) 漏射线

由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。根据 NCRP147 号报告第 138 页

续表 9 项目工程分析与源项

C.2 可知，DSA 的漏射线剂量率很小，泄漏辐射距焦点 1m 处，在任一 100cm² 区域内的平均空气比释动能率不超过 1mGy/h。

(3) 散射线

由有用线束及漏射线在各种散射体（限束装置、受检者、射线接收装置及检查床、墙壁等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离等有关。

9.4.2 “三废”排放情况

(1) 废气

X 射线与空气作用，可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物，影响室内空气质量。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体。

(2) 固废

介入手术产生废一次性医疗用品、器械等主要为感染性和损伤性废物，属于《国家危险废物名录（2021 年版）》中 HW01 医疗废物。医院在 DSA 机房内分别设置感染性和损伤性废物收集桶，收集桶带盖，并粘贴标识。介入手术过程中产生医疗废物先暂存在污物暂存间，每日手术结束后再将污物暂存间的废物运至医疗废物暂存间暂存，再统一交有资质单位处理。

DSA 在运行时均采用实时成像系统，不洗片，无废片产生。项目产生生活垃圾依托院内生活垃圾暂存间暂存交环卫部门处理。项目配置有铅橡胶衣、帽子等含铅防护用品，在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不再使用的铅防护用品，按有关规定由医院收集、妥善保存并做好相应记录、再交有资质单位处置。

(3) 废水

本项目产生少量医疗废水进入医院污水处理站统一处理，达标后排入市政污水管网。

9.4.3 项目污染因子统计

综上所述，本项目污染因子一览表见表 9-3。

表 9-3 污染因子一览表

工作场所	影响因素	主要污染因子	产排量
DSA 机	电离辐射	X 射线	距靶 1m 处有用线束的发射率：125kV 下不大于

续表 9 项目工程分析与源项

房			9.8mGy·m ² /mA·min, 90kV 不大于 5.3mGy·m ² /mA·min; 漏射线距焦点 1m 处平均空气比释动能率不超过 1mGy/h
	废气	O ₃ 、NO _x	少量（机械排风）
	固废	医疗废物	少量（医疗废物手术结束后在污物间打包暂存，在每天工作结束后运至医疗废物暂存间，最后交有资质单位处置）
		生活垃圾	少量（交市政环卫部门处置）
		废铅防护用品	少量（按有关规定由医院收集、妥善保存并做好相应记录、再交有资质单位处置）
废水	医疗废水	少量（排入医院污水处理站处理）	

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

10.1.1 项目布局合理性分析

(1) 本项目 DSA 机房位于巴南二院 7 号楼 3F 北侧，东侧为控制室，南侧为隔离透析区及接诊室，西侧为设备间，北侧为污物通道、洗手区等，楼下为检验室（2F）、发热门诊（1F），楼上无建筑（无法到达），项目周围人员活动相对较少；DSA 工作时基本位于 DSA 机房中心位置，与周围均有一定的距离。机房和设备的布局考虑到了周围场所的安全。

(2) DSA 机房单独配套设置专用控制室，紧邻 DSA 机房布置，并在控制室与 DSA 机房之间设置一扇防护门和一扇观察窗，防护门便于介入手术时医务人员进出介入手术室，观察窗便于技师观察介入手术情况及 DSA 设备移动情况。

(3) DSA 机房在北侧设置两扇防护门，分别方便病人进出和污物运出，即 DSA 机房的人流物流路径相对独立。

(4) DSA 机房合理设置 DSA 设备、机房的门、窗和管线口位置，能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。DSA 机房的有效使用面积和最小单边长度均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

综上所述，从辐射防护与环境保护角度，平面布局合理。

10.1.2 机房面积

本项目 DSA 机房的内空矩形尺寸和标准要求见表 10-1 所示。

表 10-1 射线装置机房建设要求对比表

设备名称	机房设计		标准要求		是否满足要求
	有效使用面积（m ² ）	最小单边长（m）	机房内最小有效使用面积（m ² ）	机房内最小单边长度（m）	
DSA	约 37.42（7.06×5.30）	5.30	≥20	≥3.5	满足

由上表可知，本项目 DSA 机房的有效使用面积和最小单边长度均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

10.1.3 辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义，划定控制区和监督区。

控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专

续表 10 辐射安全与防护

门的防护手段和安全措施，以便：a)在正常条件下控制正常照射或防止污染扩展；b)防止潜在照射或限制其程度。

监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。控制区和监督区分区情况见表 10-2 和图 10-1。

表 10-2 控制区、监督区分表

分区类型	划分区域
控制区范围	DSA 机房
监督区范围	洗手区、设备间、控制室、隔离透析区、接诊室、楼下对应区域（检验科）、污物通道

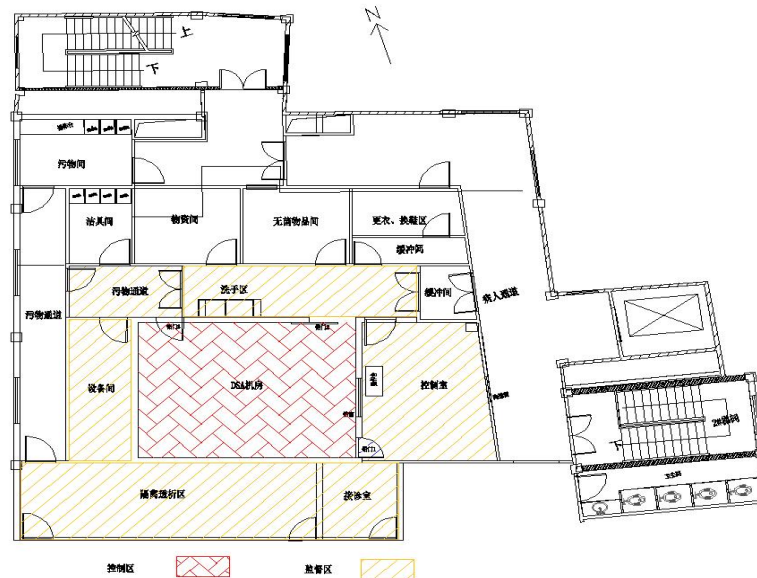


图 10-1 项目分区布置示意图

10.2 辐射安全与防护

10.2.1 医院拟采取的辐射安全与防护措施

(1) 设备固有措施

本项目拟购 DSA 装置自身采取了多种固有安全防护措施：

①本项目拟购 DSA 设备可调限束装置，使装置发射的线束照射面积尽量减小，以减少泄漏辐射。透视曝光开关为常断式开关，并配备透视限时装置。DSA 具备工作人员在不变换操作位置情况下成功切换透视和采集功能的控制键。介入操作中，设备控制台和机房内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或平板探测器的窗口处设置合适铝过滤板，

续表 10 辐射安全与防护

以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 不同应用时可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。平板探测器前面酌情配置各种规格的滤线栅，减少散射影响。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LIH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备辅助防护设施：包括铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏。

⑥应急开关：DSA 设备上及控制台上设置急停开关，按下急停按钮，DSA 设备立即停止出束。

（2）机房拟采取的辐射安全与防护措施

①本项目机房四周墙体均采用 370mm 厚实心页岩砖（实心页岩砖密度不低于 1.65g/cm^3 ），顶棚为轻钢龙骨+100mm 基层（垫层）+4mmPb 防护板，3 个防护门及 1 个观察窗均为 4mmPb。根据核算，本项目机房屏蔽防护能力满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

②机房内观察窗四周配备防护窗套，窗套屏蔽能力与铅玻璃屏蔽能力相当，铅门和窗由专业单位生产和安装，有足够的搭接，保证屏蔽能力。土建施工由专业单位施工，保证施工质量。

③铅板连接处需要用钉子固定，钉子穿孔和铅板拼接处采用 3mmPb 铅皮遮盖，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。示意图详见图 10-2.1 所示。

续表 10 辐射安全与防护

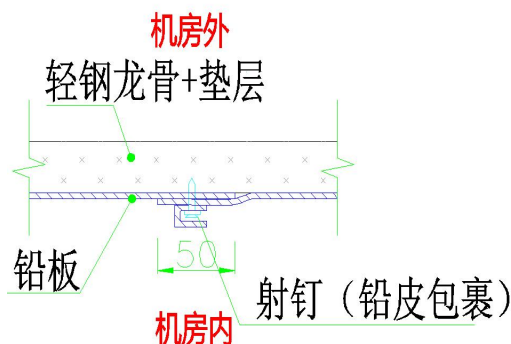


图 10-2.1 项目铅板搭接示意图

(3) 防护门及观察窗

本项目机房拟设 3 个铅防护门，病人进出口的门为电动推拉式门，拟设置防夹装置；医护人员进出口、手术室与污物间之间为手动平开门，拟设置自动闭门装置。

本项目机房拟设置 1 扇观察窗，位于控制室西侧墙体上，放射工作人员在控制室内便可全方位地观察到设备区、手术区及防护门的开闭情况，如发现患者不适、位置移动、部件脱落、机架与治疗床发生碰撞等异常情况，可及时采取紧急措施。

(4) 通风

DSA 机房采用机械进风、机械排风。在 DSA 机房内天棚装饰吊顶面设置 1 个排风口和 1 个进风口，废气由废气管道收集引至 7 号楼东侧墙外（3F）距室外地面约 10m 处排放。

(5) 管线进出口防护

穿墙线管：DSA 机房与控制室、设备间均设有穿墙管沟，电缆管从控制室南侧墙体上穿越，穿越处尺寸为 $\phi 150\text{mm}$ ；穿越处采用 3mmPb 铅皮包裹管道补偿，包裹位置在机房内，穿越处拟设置 50mm 长搭接。DSA 运行产生的 X 射线经过多次散射后在机房外的影响很小。

穿墙风管：根据机房屏蔽防护，本项目 DSA 机房的新风、排风管分别从 DSA 机房南侧、北侧穿越机房墙壁；穿越口位置的高度高于吊顶高度，其穿墙高度离室外地面约 10m。穿墙管径为 200×500mm；新风量：400m³/h，排风量：400m³/h。新风、排风管穿墙前拟采用铅皮屏蔽防护包裹补偿墙体的屏蔽能力，铅皮厚度为 3mmPb，包裹长度为 2 倍穿越口长边长度，铅皮包裹从 DSA 机房内部包裹，射线经多次散射不影响墙体的屏蔽防护效果。

续表 10 辐射安全与防护

因此，项目机房穿墙管线不影响机房的屏蔽防护效果。穿墙管线防护补偿情况见图 10-2.2、图 10-2.3 所示。

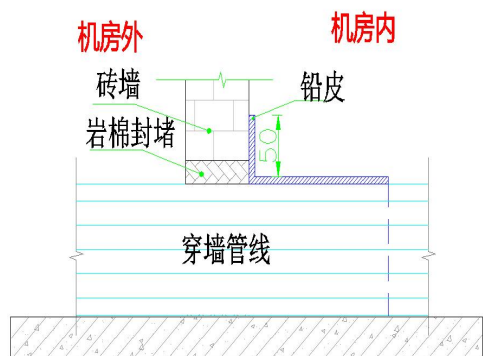


图 10-2.2 项目穿墙线管防护示意图

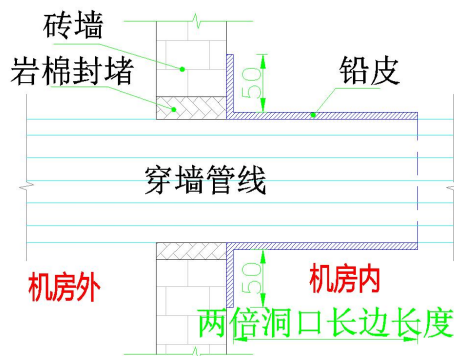


图 10-2.3 项目穿墙风管防护示意图

(6) 联锁系统

机房的出入口各防护铅门均设置有门灯联锁系统，即在开机时，门上方设置的“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮，警示无关人员远离机房区域。设备间门为常闭状态，设备间内无人员停留。DSA 设备上及控制台上设置急停开关。

(7) 警示标识

机房各防护门外均拟设置电离辐射警告标志，并在病人缓冲区门口墙上张贴放射防护注意事项。

(8) 辐射防护用品

根据医院提供的资料，医院拟配备的个人防护用品和辅助防护设施见表 10-3。

表 10-3 项目配置个人防护用品和辅助防护设施情况

使用对象	个人防护用品			辅助防护设施		
	名称	铅当量	总数	名称	铅当量	总数
工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜	$\geq 0.5\text{mmPb}$	5套	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏	$\geq 0.5\text{mmPb}$	1套
	介入防护手套	$\geq 0.025\text{mmPb}$	若干	移动铅防护屏风	$\geq 2\text{mmPb}$	1套
患者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	$\geq 0.5\text{mmPb}$	2套	/	/	/

备注：可以根据工作人员及患者需要选配铅橡胶帽子，铅当量不低于 0.25mmPb。

对比《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），医院配置的个人防护用品及辅

续表 10 辐射安全与防护

助防护设施符合要求。

(9) 其他

①医院在进行介入手术时，拟制定最优化方案，在满足诊断前提下，选择合理可行尽量低的射线参数、尽量短的曝光时间，减少放射工作人员和相关公众的受照射时间，避免患者受到额外剂量的照射。

②合理布置机房内急救及手术用辅助设备，机房内拟安装对讲装置。

③医院拟合理安排医疗废物运出时间，DSA 机房工作时，严禁医疗废物运出；待 DSA 机房停止工作时，方可进行医疗废物运送。

综上，DSA 只有在所有安全防护装置正常的情况下，设备才能启动，同理，设备运行过程中，如果按下任何一个急停开关，设备会立即停止运行。辐射安全联锁逻辑见图 10-3。

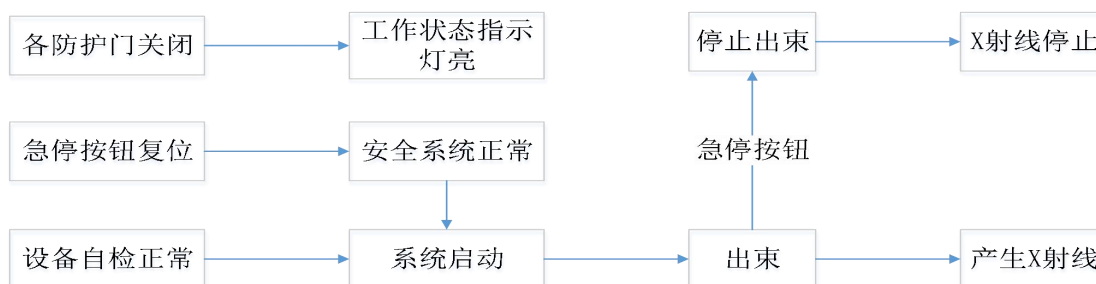


图10-3 辐射安全联锁逻辑图

10.2.2 三废的治理

本项目 X 射线装置（DSA）在工作过程中主要产生 X 射线，不产生放射性三废。

10.2.3 采取的辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析

本项目拟采取的辐射安全与防护措施与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等相关要求对比情况见表 10-4 所示。

根据表 10-4 可知，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准要求。医院严格按照上述要求建设，认真落实上述辐射安全与防护措施后，能保障 DSA 的运行对环境和人员的影响满足相关标准要求。

表 10-4 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表

标准号	标准要求	项目情况	
GBZ130 -2020	X 射线设备防护性能的技术要求	5.2.1C 形臂 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 20cm，其余透视用 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 30cm。	本项目拟购 DSA 设备的最小焦皮距为 38cm，满足要求。
		5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。	设备自带，透视曝光开关为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。
		5.3.1 200mA 及以上的摄影用 X 射线设备应有可安装附加滤过板的装置，并配备不同规格的附加滤过板	本项目 DSA 设备配备 3mmAl 过滤板
		5.3.2 X 射线设备应有能调节有用线束照射野的限束装置，并提供可标示照射野的灯光野指示装置	拟购 DSA 设备配置有能调节有用线束照射野的限束装置，使装置发射的线束照射面积尽量减小，以减少泄漏辐射。
		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。	设备自带，机房内具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的脚踩控制键。
		5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。	本项目拟购 DSA 设备的焦皮距为 38cm，满足要求。
		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。	设备自带，设备控制台和机房内显示器上能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。
	X 射线设备机房防护设施的技术要求	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 具有影像接收器，机房的门、窗、管线口和工作人员操作位可避免有用线束直接照射。
		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。	机房选址已考虑邻室（含楼下）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；	设备有独立的机房，能满足使用设备的布局要求。

标准号	标准要求	项目情况
	6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。	本项目机房的有效使用面积约 37.42m ² 、最小单边长度 5.30m，均满足标准要求。
	6.3.1 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不大于仪器响应时间；	根据后文核算，本项目 DSA 在透视工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 2.5μSv/h，在摄影工况下机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 25μSv/h。
	6.3.1 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；	
	6.4.1 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。	机房拟设置观察窗，能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。	机房内除必要的配套设施外，将不堆放其他杂物。
	6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。	机房拟采取机械进风和机械排风，排风风量约为 400m ³ /h，能保证良好的通风。
	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。	铅防护门均拟设置电离辐射警告标志和工作状态指示灯，灯箱显示“射线有害、灯亮勿入”，同时拟在病人缓冲区门口墙上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。	病人进出口的门为电动推拉式门，拟设置防夹装置；医护人员进出口、手术室与污物间之间为手动平开门，拟设置自动闭门装置；各防护门均拟设置门灯联锁，已制定《辐射工作安全防护管理制度》，医务人员确保防护

标准号	标准要求	项目情况
		门关闭后才能开机曝光。
	6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	病人进出口的门为电动推拉式门，拟设置防夹装置
	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。	拟加强管理，将其列入管理制度中，按标准要求执行。
	6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。	机房出入门均处于散射辐射相对低的位置。
	6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。	拟配置相应的辐射防护用品，类型、数量和铅当量均满足要求。具体配置设施数量和铅当量见表 10-3。
	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。	
X 射线设备操作的防护安全要求	7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有可准确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。	设备具有可准确记录受检者剂量的装置，医院拟将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时可追溯。
	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。	拟加强管理，图像采集时工作人员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	医院拟为 DSA 技师配置 1 枚个人剂量

标准号	标准要求		项目情况
		GBZ128 的规定。	计，为其余手术室内的放射工作人员在铅防护衣内外各配置 1 枚（左胸位置处），满足要求。
		7.8.5 移动式 C 形臂 X 射线设备垂直方向透视时，球管应位于病人身体下方；水平方向透视时，工作人员可位于影响增强器一侧，同时注意避免有用线束直接照射。	拟制定操作规程及人员岗位职责，将 X 射线管头旋转至病人身体下方，手术人员在操作过程中合理站位，避开有用线束。
GBZ128-2019	剂量计的佩戴	5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。	医院拟为 DSA 技师配置 1 枚个人剂量计，为其余手术室内的放射工作人员在铅防护衣内外各配置 1 枚（左胸位置处），满足要求。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响

施工期主要为墙体的新建和改造，用房的装修，设备的安装等工作，主要的污染因子有：扬尘、噪声、废水、固体废物等。

施工扬尘主要为墙体的新建和改造及用房装修时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘为机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘，项目位于 7 号楼内，采取洒水等措施，可以减少扬尘的扩散。

施工噪声主要来自于墙体的新建和改造及用房装修及现场处理等，采取合理安排施工时间，禁止在夜间（22：00-6：00）作业，选择低噪声、低振动施工设备和工艺等措施减少施工噪声影响。

施工期废水主要为施工人员产生的少量生活污水，无机械废水，生活污水依托医院的废水处理系统处理。

固体废物：主要为用房装修过程产生的建筑垃圾，以及施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾运至合法的弃渣场处置，生活垃圾交环卫部门统一收运处置。

本项目工程量小，施工范围在医院大楼内，施工期短，施工期产生的影响随着施工结束而消失，环境可以接受。

11.2 营运期辐射环境影响分析

11.2.1 机房铅当量核算

(1) 核算公式

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录 C 中 C.1.2 所列方法和公式核算不同屏蔽物质的铅当量。

①对给定的铅厚度，按式（11-1）计算屏蔽透射因子 B：

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

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；

续表 11 环境影响分析

X——铅厚度。

②在给出透射因子 B 的情况下，可根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录 C 的式 C.2（本报告式 11-2）计算出各屏蔽物质的铅当量厚度：

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left[\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right] \quad (11-2)$$

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；其余同上。

(2) 相关参数

根据 DSA 工作原理及工作方式可知，DSA 的辐射场由三种射线组成：主射线、散射射线、漏射线。根据 NCRP147 号报告“Examples of Shielding Calculations”5.1 节（P72）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。根据 NCRP147 号报告第 138 页 C.2 可知，DSA 的漏射线剂量率很小（一般不大于 1mGy/h）。因此，在屏蔽防护时主要考虑非有用线束的影响，而 90°非有用线束的影响最大，因此本评价以 90°非有用线束屏蔽厚度要求作为核算依据。本项目 DSA 最大管电压为 125kV，对于顶棚和地板查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 混凝土拟合参数进行核算。预测参数见表 11-1。

表 11-1 DSA 机房核算参数

屏蔽材料	125kV（90°非有用线束）			屏蔽材料的密度 g/cm ³
	α	β	γ	
铅	2.233	7.888	0.7295	11.3
混凝土	0.0351	0.0660	0.7832	2.35

根据《辐射防护导论》（方杰、李士骏）P88，实心页岩砖和硫酸钡水泥，与混凝土的相当厚度可用密度进行换算，具体公式如下：

$$d_1 / d_2 = \rho_2 / \rho_1 \quad (11-3)$$

式中：d₁、d₂—屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的厚度，

ρ₁、ρ₂—屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的密度。

因未给出管电压为 125kV 的 90°非有用线束条件下的页岩砖、硫酸钡水泥拟合参数，故本报告页岩砖、硫酸钡水泥的铅当量厚度通过《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中表 C.5 混凝土质等效铅当量厚度进行换算。

(3) 核算结果

续表 11 环境影响分析

根据医院提供的屏蔽防护方案及设备额定参数，DSA 机房屏蔽体的铅当量核算结果见表 11-2。

表 11-2 DSA 机房屏蔽厚度与 GBZ130-2020 要求对比表

机房名称	屏蔽防护体	屏蔽防护设计	折合铅当量	标准要求	评价结果
DSA 机房	四周墙体	370mm 厚实心页岩砖	3.53mmPb	2mmPb	满足
	顶棚	轻钢龙骨+100mm 基层（垫层）+4mmPb 防护板	4mmPb	2mmPb	满足
	地板	140mm 混凝土 +2mmPb 硫酸钡板	3.89	2mmPb	满足
	铅门、铅窗	4mmPb	4mmPb	2mmPb	满足

备注：混凝土（砣）密度 2.35g/cm³、铅密度 11.30g/cm³、实心页岩砖 1.65g/cm³、硫酸钡水泥密度 3.20g/cm³。楼上无建筑。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.2.1 可知，标准中规定了 X 射线装置机房的屏蔽防护应不低于标准中表 3 的要求，即本项目 DSA 机房屏蔽能力不得低于 2mmPb 当量。根据上表核算和对比分析，本项目机房墙体的屏蔽能力均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

11.2.2 DSA 机房屏蔽体外剂量率核算

(1) 核算公式

根据公式 11-1 计算得到屏蔽透射因子 B 后，关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} (μSv/h) 根据《辐射防护导论》（原子能出版社）第三章第三节（P116-P117）散射线的屏蔽计算公式(3.66)进行推导得出，按最不利情况考虑居留因子取 1，管电压修正系数取 1，推导得出项目关注点的散射辐射剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \dots\dots (11-3) \dots\dots$$

式中：

\dot{H} ——关注点散射辐射剂量率，μSv/h；

I——X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H₀——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/（mA·h），以 mSv·m²/（mA·min）为单位的值乘以 6×10⁴，Sv/Gy 转换系数取值为 1。

续表 11 环境影响分析

B——屏蔽透射因子，根据公式 11-1 计算得出；

F—— R_0 处的辐射野面积，射线装置运行时的最大照射野面积为 400cm^2 ($20\text{cm}\times 20\text{cm}$)；

a——散射因子，入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；根据 NCRP147 号报告第 137 页附图 C.1 及内插法计算，125kV 射线装置 1m 处的每平方厘米的散射系数为 7.5×10^{-6} ；90kV 射线装置 1m 处的每平方厘米的散射系数为 6.8×10^{-6} 。

R_s ——辐射源点（靶点）至散射体的距离，单位为米（m），根据设备参数，本项目取 0.38m；

R_0 ——散射体至关注点的距离，单位为米（m），根据设备布设位置确定。

（2）核算参数

①项目 DSA 存在透视及采集两种工况，本次评价按照透视常用工况及采集常用工况分别计算 DSA 机房墙体外周围剂量当量率。DSA 常用透视工况为 60~90kV/5~20mA，常用采集工况为 60~90kV/300~500mA。本报告保守估算，透视工况按照常用最大 90kV、20mA 进行计算；采集工况按照常用最大 90kV、500mA 进行计算。DSA 在 90kV、3mmAl 过滤板情况下主射线方向 1m 处发射率为 $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ 。Sv/Gy 转换系数取值为 1。

②本报告选用《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中管电压 90kV 的各屏蔽体的拟合参数进行估算。本报告保守估算，按 125kV（90°非有用线束）条件下铅当量核算。

③将 X 射线管头位置考虑在机房有效面积中心进行机房外关注点距离取值。

预测参数见表 11-3。

续表 11 环境影响分析

表 11-3 核算参数

设备名称	管电压 (kV)	对应管电流 I (mA)	输出量 H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	散射面积 F (cm^2)	散射因子 α	散射距离 R_s (m)	关注点距离 R_0
DSA	90	20 (透视) 500 (采集)	3.18×10^5	400	6.8×10^{-6}	0.38	根据设备布置位置确定
管电压		材质		拟合参数			
				α	β	γ	
90kV		铅		3.067	18.83	0.7726	

(3) 机房外周围剂量当量率核算结果

根据核算公式和表 11-3 相关参数, 透视、采集状态下 DSA 机房外周围剂量当量率核算结果分别见表 11-4 所示。

表 11-4 DSA 手术室屏蔽核算结果

墙体名称		射线类型	距离 $R(\text{m})$	设计厚度	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		设计厚度是否满足要求
					透视	采集	
东侧 (控制室)	墙体	散射	4.2	370mm 厚实心页岩砖	1.06×10^{-2}	2.66×10^{-1}	是
	观察窗、防护门	散射	4.2	4.0mmPb 的铅玻璃、铅防护门	2.52×10^{-3}	6.29×10^{-2}	是
南侧 (透析区)	墙体	散射	3.32	370mm 厚实心页岩砖	1.70×10^{-2}	4.26×10^{-1}	是
西侧 (设备及污染物通道)	墙体	散射	4.2	370mm 厚实心页岩砖	1.06×10^{-2}	2.66×10^{-1}	是
	防护门	散射	4.2	4.0mmPb 的铅玻璃、铅防护门	2.52×10^{-3}	6.29×10^{-2}	是
北侧 (洗手区、污物间、洁具间、物资间、无菌物品间、缓冲间以及更衣换鞋室)	墙体	散射	3.32	370mm 厚实心页岩砖	1.70×10^{-2}	4.26×10^{-1}	是
	防护门	散射	3.32	4.0mmPb 的铅玻璃、铅防护门	4.03×10^{-3}	1.01×10^{-1}	是
楼上	顶棚	散射	3.2	轻钢龙骨+100mm 基层 (垫层)+4mmPb 防护板	4.34×10^{-3}	1.08×10^{-1}	是
楼下 (检验室)	地板	散射	2.5	140mm 混凝土 +2mmPb 硫酸钡板	9.96×10^{-3}	2.49×10^{-1}	是

备注: ①7 号楼 3F 层高约 3.20m, 2F 层高约 3.20m, 顶棚核算到楼上地面 1m 处。四周墙体计算参考点位于墙体、

续表 11 环境影响分析

门窗外 0.30m 处。②设备离地高度按 1.00m 考虑，地板核算到楼下距地面 1.7m 处。③DSA 机布置在机房中心，球管位于机房 DSA 机位的病人位中心。④DSA 机房顶棚有轻钢龙骨、基层（垫层），其密度低，厚度薄，不考虑其屏蔽能力。

根据上表计算可知，在常用透视条件下和采集（摄影）条件下 DSA 机房屏蔽体外的周围剂量当量率均小于 2.5μSv/h，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

11.2.3 剂量估算

（1）剂量估算公式

工作人员和公众成员受到的 X-γ射线产生的外照射均年有效剂量按下列公式计算：

$$H_{Er} = H_{(10)} \times t \times 10^{-3} \quad (11-4)$$

其中：H_{Er}：X 或γ射线外照射人均年有效剂量，mSv；

H₍₁₀₎：X 或γ射线周围剂量当量率，μSv/h；

t：X 或γ射线照射时间，小时。

（2）剂量估算结果

根据医院提供的资料，医院使用 DSA 进行介入手术治疗的工作负荷约 500 人次/年；年有效采集曝光时间约为 12.50h，透视曝光时间约 172.50h。DSA 总年有效曝光时间约 185h。

①放射工作人员剂量估算

A. 控制室放射工作人员有效剂量估算

透视情况及采集情况下控制室放射工作人员有效剂量估算见表 11-5。

表 11-5 项目机房控制室放射工作人员有效剂量估算一览表

机房名称	控制室最大周围剂量当量率（μSv/h）		年出束时间（h）		年有效剂量（mSv/a）		总年有效剂量（mSv/a）
	透视	采集	透视	采集	透视	采集	
DSA 机房	2.52×10 ⁻³	6.29×10 ⁻²	172.50	12.50	7.87×10 ⁻⁴	4.33×10 ⁻⁴	1.22×10 ⁻³

根据上表可知，从最不利情况考虑，本项目 DSA 控制室的工作由 1 名放射工作人员完成，则该名放射工作人员受到的年有效剂量满足本项目放射工作人员年有效剂量管理目标限值 5.0mSv/a 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

续表 11 环境影响分析

B. 手术室医护人员

透视工作模式下，医护人员均穿戴个人防护设施（考虑铅当量0.5mm），以公式11-1计算其透射因子，不考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素，不区分手术人员位置，同时，参照《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）表B.1规定：透视防护区检测平面上的周围剂量当量率不应大于400μSv/h。核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。

采集工作模式下，医护人员均穿戴个人防护设施（考虑铅当量 0.5mm），并移至移动铅屏风（考虑铅当量 2mm）后，以公式 11-1 计算其透射因子，考虑射线与手术医护人员的距离衰减因素（2m），核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。计算结果见表 11-6 所示。

表 11-6 透视时手术室医护人员最大手术负荷时间表

运行管电压	透射因子		手术人员铅衣内周围剂量当量率（μSv/h）	年出束时间（h）	年有效剂量估算（mSv/a）	
	采集	透视			3.68×10 ⁻⁵	2.52×10 ⁻²
90kV	采集	3.68×10 ⁻⁵	2.77	12.5	3.46×10 ⁻¹	2.08
	透视	2.52×10 ⁻²	1.01	172	1.73	

备注：采集时医生均有可能在 DSA 机房内，故按照最不利情况进行核算，核算考虑采集时间。

根据上表可知，正常工作模式下，假设本项目机房内手术均由一组手术医生完成，机房医生受到的辐射剂量能满足本项目放射工作人员年有效剂量管理目标限值5mSv/a和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。医院拟配置的手术医生的数量能满足DSA常用条件下开展介入手术的基本需求。

上述估算是按照透视防护区测试平面上的周围剂量当量率不大 400μSv/h 的基础上计算的，实际手术过程中，手术医生受到的照射剂量与铅悬挂防护屏位置、铅防护用品质量、手术医生的手术熟练度及习惯等相关。因此，介入手术医生实际受到的年有效剂量以个人剂量计监测结果为准，医院应根据最大手术工作时间对手术医生进行工作调配，以确保辐射安全。

另外，医院还应采取以下措施确保辐射安全工作：

（1）要求从事介入手术人员在实际工作中，正确佩戴个人剂量计，手术室医护人员应在防护铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计；

（2）医院定期对个人剂量计进行监测，确保放射工作人员受到的年有效剂量低于

续表 11 环境影响分析

医院的年剂量管理目标值。

②公众成员剂量估算

项目用房周围公众成员剂量估算结果如下。

表 11-7 环境保护目标周围剂量当量率预测结果

序号	环境保护目标名称	方位	最近水平距离(m)	预测结果 $\mu\text{Sv/h}$		年有效时间 h					年有效剂量 mSv/a
				采集	透视	采集时间	透视时间	居留因子	有效采集时间	有效透视时间	
1	通道及楼梯间	东侧	约 5m	0.055	0.002	12.5	172	1/5	2.5	34.4	<0.001
2	医院内部道路		约 10m	0.023	0.001	12.5	172	1/5	2.5	34.4	<0.001
3	医院警务室		约 15m	0.003	<0.001	12.5	172	1	12.5	172	<0.001
4	土红路商住小区		约 31m	0.001	<0.001	12.5	172	1	3.34	82	<0.001
5	隔离透析区、接诊室及候诊区	南侧	紧邻	0.426	0.017	12.5	172	1	12.5	172	0.008
	普通透析区、置管室及一般耗材间		约 4m	0.088	0.004	12.5	172	1/2	6.25	86	0.001
	准备间		约 9m	0.031	0.001	12.5	172	1/2	6.25	86	<0.001
	休息区及配液间		约 12m	0.002	<0.001	12.5	172	1/2	6.25	86	<0.001
6	土红路		约 18m	0.010	<0.001	12.5	172	1/5	0.668	16.4	<0.001
7	土桥新街小区		约 45m	0.002	<0.001	12.5	172	1	3.34	82	<0.001
8	设备间及污染物通道		西侧	紧邻	0.063	0.003	12.5	172	1/20	0.167	4.1
9	花溪商住小区	约 6m		0.011	<0.001	12.5	172	1	3.34	82	<0.001

续表 11 环境影响分析

10	洗手区、污物间、洁具间、物资间、无菌物品间、缓冲间以及更衣换鞋室	北侧	紧邻	0.101	0.004	12.5	172	1	3.34	82	0.001
11	医院内部道路		约 11m	0.005	<0.001	12.5	172	1/5	0.668	16.4	<0.001
12	体检中心		约 36m	0.001	<0.001	12.5	172	1	3.34	82	<0.001
13	检验室	楼下	2.5	0.249	0.010	12.5	172	1	12.5	172	0.005

备注：①居留因子参照 NCRP147 号报告 P31 表 4.1 取值：办公室、药房等工作区域、等候室、儿童室内游戏区、护士站、控制室等取 1；检查、治疗室取 1/2；走廊、病房、员工休息室等取 1/5；走廊门 1/8；公厕、储藏室、室外休息区、病人留观区等取 1/20；过路行人或车辆、无人看管的停车场、楼梯等取 1/40。

②隔离透析区、接诊室及候诊区均为紧邻 DSA 机房，本次评价按照最不利进行估算，隔离透析区、接诊室及候诊区居留因子均取 1。

根据上表核算，DSA 机房周围公众成员受到的年附加有效剂量最大约为 0.008mSv/a，低于医院年剂量管理目标值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

（3）剂量估算结论

综上所述，根据医院提供的计划手术量，合理分配手术量、放射工作人员正确、有效使用防护用品的前提下，从事介入手术的医生所受到的年有效剂量低于放射工作人员剂量管理目标（5mSv/a），公众成员受到年有效剂量也满足管理目标值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.2.4 环境保护目标受影响情况分析

DSA 机房的屏蔽防护能力能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，设计屏蔽体外相关标准要求的点位处周围剂量当量率满足国家相关标准要求。本项目环境保护目标主要受本项目 DSA 运行时产生的电离辐射（X 射线）影响。根据 X 射线衰减规律，辐射影响与距离的平方进行衰减，即距离辐射源越远，受到的影响越小。

根据表 11-6 可知，DSA 机房（DSA 机房）外 50m 范围内环境保护目标位置周围剂量当量率均远低于 2.5 μ Sv/h，DSA 机房外公众成员受到的年有效剂量低于 0.1mSv/a，

续表 11 环境影响分析

DSA 机房内介入手术的医生所受到的年有效剂量低于放射工作人员剂量管理目标值 5mSv/a，对于机房之外的房间等，若考虑各方位墙体等屏蔽作用，则本项目的辐射影响将大大减小。因此，项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微，本项目建设对各环境保护目标不会带来不利影响，对环境的影响可以接受。

11.3 其他影响

11.3.1 废气

X 射线与空气作用，可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体，消除有害气体对诊断室的影响，关键在于加强室内通风。本项目 DSA 机房设计有排风系统，能满足 DSA 机房通风换气需要。

设置机械排风系统，排风系统布置 1 个排风口在 DSA 机房内天棚吊顶面。废气由废气管道收集引至 7 号楼东侧墙外（3F）距地面约 10m 处排放，排放口外为空坝，对周围环境影响很小。

11.3.2 废水

本项目医生、操作人员洗手废水及项目用房保洁废水等进入医院污水处理站进行处理，达标后排入市政污水管网。

医院污水处理站（污水处理站处理能力为 250m³/d），接纳整个医院医疗废水。DSA 机房劳动定员在医院工作人员调配，DSA 机房产生少量废水依托医院污水处理站处理是可行的。

项目产生的废水能得到合理处置，对环境的影响很小。

11.3.3 固体废物

项目工作人员从医院内部调剂，不新增人员，因此生活垃圾量无新增；生活垃圾统一收集后依托医院收运系统交市政环卫部门处理。

医院现有医疗废物暂存间 1 处，位于院区西侧，建筑面积约 15m²，暂存医院产生的医疗废物。医院医疗废物暂存间内设置感染性废物和损伤性废物收集桶，相应类别的塑料桶旁墙上贴有中文标签，医疗废物暂存间大门贴有警示标识；医疗废物暂存间为封闭空间，日常不使用时锁闭大门，设专人管理，防止非工作人员接触医疗废物；面积足够暂存医院 2 天内产生的医疗废物；设置了紫外线消毒装置消毒，设置了换气

续表 11 环境影响分析

扇进行通风换气。

项目介入手术产生的医疗废物分类收集，在污物间打包暂存，通过污物间后门每天及时转运至医疗废物暂存间，医院已与危废资质单位签订医疗废物处置协议，医疗废物交由该单位负责转运、处置医疗废物，措施依托可行。

铅防护用品在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不能达到原有使用功能后成为报废铅防护用品。含铅防护用品报废后按有关规定由医院收集、暂存后，交有资质单位处理，并做好相应记录。

项目产生的固体废物均能得到合理的处理，不会对环境产生影响。

11.4 实践正当性分析

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其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

DSA 在医疗诊断和手术辅助等方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。DSA 在医疗诊断和手术辅助等方面有其他技术无法替代的特点，可实现对血管病灶的精准定位，对拯救生命起了十分重要的作用。项目为患者提供更加优越的就医环境，具有明显的社会效益；随着医院医疗技术与及服务水平的提高，将吸引更多的就诊人员，医院在为患者健康服务的同时也将创造更大的经济效益。项目拟采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的辐射影响在可接受范围内。

因此，项目 DSA 的使用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

11.5 产业政策符合性

项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本）鼓励类中第十三项、第 5 条：“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危

续表 11 环境影响分析

重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，项目属于上述的“数字化医学影像设备”的应用，属于鼓励类，符合国家的产业政策。

11.6 事故风险分析及对策

(1) 风险事故类型

X 射线装置产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。因 X 射线装置设置有专用机房，机房四周墙体、顶棚、观察窗及防护门均拟采用固定辐射防护设施，基本不会发生机房屏蔽体损坏而致无关人员受到误照射的事故，即使发生，也能一目了然而不再开机曝光，不会受到误照射。X 射线看不见、摸不着，因此，更多的辐射事故是因为管理等不到位，而导致无关人员受到误照射或者放射工作人员受到超剂量照射。这类辐射事故主要体现在以下几个方面：

①DSA 机房外公众成员误照射：在设备故障等极端风险情况下，本项目 DSA 出现最不利运行参数即透视时电压 125kV、电流 110mA，摄影时电压 125kV、电流 500mA，造成机房外公众成员的误照射。

②DSA 机房内公众成员误照射：除手术人员外其他与手术无关人员（如清洁人员、医疗废物运输人员等）在防护门关闭前因未及时撤离，防护门未关闭或射线装置工作时门被开启，造成 DSA 机房内公众成员的误照射。

(2) 后果分析

①DSA 机房外人员误照射

根据核算，在极端情况下，项目 DSA 透视工况运行管电压为最大管电压，即 125kV，电流自动跟随电压，电流不大于 110mA；在极端情况下，项目 DSA 采集工况运行管电压也为最大管电压，即 125kV，电流自动跟随电压，电流不大于 500mA。DSA 在最大运行参数条件下运行，单台手术时间内手术室外最大剂量估算情况见表 11-8，核算过程见支撑性材料。

表 11-8 手术室外误照射人员所受辐射剂量估算表

位置	事故情景	机房外周围剂量当量率	单台手术最大曝光时间 (min)	有效剂量 (mSv)	总有效剂量 (mSv)	吸收剂量 (mGy)
DSA 机房防护门、窗外	最大运行参数条件下运行，人员位于机房外	12.4μSv/h (透视)	21	0.004	0.006	0.006
		56.4μSv/h (采集)	2	0.002		

续表 11 环境影响分析

根据核算可知，在极端风险条件下，项目 DSA 机房外人员受到的单台手术有效剂量最大约 0.006mSv。

②DSA 机房内人员误照射

因各种原因导致 X 射线装置在运行过程中人员滞留机房内发生误照射辐射事故，按照 DSA 正常运行参数（透视工况为 90kV/20mA，采集工况为 90kV/500mA），考虑人员受到照射的位置距离 X 射线装置靶点约 1m，其剂量估算情况见表 11-9。

表 11-9 误照射人员所受辐射剂量估算表

设备	工作模式	受照时间	受照人员所在位置周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	有效剂量 (mSv)	吸收剂量 (mGy)
DSA	采集模式：1m 处发射率 $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA min}$	10s（单次最长采集）	3.01×10^6	8.52	8.52
		2min	3.01×10^6	100.27	100.27
	透视模式：1m 处发射率 $5.3\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA min}$	2min（发现后使用急停按钮）	1.2×10^5	4.01	4.01
		21min	1.2×10^5	42.12	42.12

备注：仅考虑散射线， $\text{Sv/Gy}=1$ ，核算过程详见支撑性文件。

根据以上后果分析可知，DSA 机房内人员误照射情况下，人员滞留机房内且未穿戴防护用品时，可能发生超年有效剂量照射的事故，造成一般辐射事故。

(3) 事故状态可能引起的电离辐射生物效应

电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程。目前仍不清楚，但是大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化，由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤，继而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。这类效应分为确定性效应和随机性效应，在剂量超过一定的阈值时才能发生的是确定性效应，而随机性效应则不存在阈。

不同照射剂量的损伤估计情况见表 11-10。

续表 11 环境影响分析

表 11-10 不同照射剂量对人体损伤的估计			
剂量 (Gy)	类型		初期症状和损伤程度
<0.25 0.25~0.5 0.5~1	/		不明显和不易察觉的病变 可恢复的机能变化, 可能有血液学的变化 机能变化, 血液变化, 但不伴有临床症状
1~2 2~3.5 3.5~5.5 5.5~10	骨髓型 急性 放射病	轻度	乏力, 不适, 食欲减退
		中度	头昏, 乏力, 食欲减退, 恶心, 呕吐, 白细胞短暂上升后下降
		重度	多次呕吐, 可有腹泻, 白细胞明显下降
		极重度	多次呕吐, 腹泻, 休克, 白细胞急剧下降
10~50	肠型急性放射病		频繁呕吐, 腹泻严重, 腹痛, 血红蛋白升高
>50	脑型急性放射病		频繁呕吐, 腹泻, 休克, 共济失调, 肌张力增高, 震颤, 抽搐, 昏睡, 定向和判断力减退

备注: 来自《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)和《辐射防护导论》P33。

项目运行产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。DSA 属于 II 类射线装置, 其事故工况造成误照射事故时可能使人员受到较大的辐射剂量照射。经估算, 事故工况下人员可能受到超过年剂量限值的照射, 即造成一般辐射事故的发生; 项目对 DSA 机房外人员造成单次误照射及滞留机房内人员受到事故误照射时, 一般不会导致确定性效应和严重辐射损伤, 但可能增加发生随机性效应的概率。

(4) 风险事故防范措施分析

当造成误照射时, 导致人员的照射方式主要是外照射, 因此发生误照射事故应第一时间切断 X 射线装置电源, 确保 X 射线装置停止出束, 对人员进行救治, 医院应采取以下措施防范风险事故发生。

- ①撤离 DSA 机房时应清点人数, 确认没有无关人员停留在 DSA 机房后才开始操作。此外, 在设备及控制台设置有急停按钮, 在 DSA 机房内应设置此按钮醒目的指示和说明, 便于在紧急情况下使用, 可避免此类事故的发生。
- ②医生在开展手术时, 需要进行机房内透视曝光时, 应由医生正确穿戴防护用品。
- ③放射工作人员须加强专业知识学习, 加强防护知识培训, 避免犯常识性错误; 加强职业道德修养, 增强责任感, 严格遵守操作规程和规章制度; 管理人员应强化管理, 保证按照 DSA 机房管理要求开展手术。
- ④医院应定期做好设备稳定性检测和质控检测, 加强设备维护, 使设备始终保持在最佳状态下工作, 尽可能避免最不利条件运行的风险事故发生。
- ⑤培植放射工作人员的安全文化素养, 提高放射工作人员个人防护意识, 在开展

续表 11 环境影响分析

介入手术时正确使用防护用品，佩戴个人剂量计，放射工作人员定期参加辐射安全与防护知识的培训。防护用品不使用时，采用悬挂或平铺方式妥善存放，防止断裂。

医院在认真落实上述措施后，能有效减少和杜绝辐射事故的发生，减少对周围环境和公众的影响。

11.7 环保投资估算

本项目环保投资估算共约 54 万，占总投资 4.9%，具体情况见表 11-11。

表 11-11 项目环保投资一览表

序号	辐射安全与防护设施和措施	投资 (万元)
1	管理制度上墙，各处标识标牌、警示标志等	1
2	辐射安全与防护培训与考核、个人剂量检测、职业健康体检、档案建立等	5
3	个人防护用品	8
4	各含铅防护门、铅玻璃窗、硫酸钡、铅皮补偿等防护措施	30
5	环境影响评价、竣工验收、辐射安全许可证办理等	10
6	合计	54

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

(1) 辐射安全与环境保护管理机构

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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，应当设有专门的放射防护领导小组，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。

医院现已成立辐射安全防护管理领导小组（以下简称领导小组），办公室设置在医学装备科。医院根据人员情况于2022年1月进行了调整，并明确了领导小组的职责。调整后以冉毅、金刚为组长，以李麇为副组长，以童咏玫、陈尧坤、陈兴明、任洪波、包中会、王忠、许远吉、谭单丹、彭其刚为成员，并设置专职管理人员，学历为本科及以上；文件规定了领导小组的职责，负责全院的辐射环境管理，包括管理制度的建立、修订，人员的培训、考核及职业健康体检、个人剂量检测，建立档案，辐射环境监测等。医院现有的辐射安全与环境保护管理机构设置符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。

(2) 放射工作人员配置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条的规定：从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十二条规定：取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。根据《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》（公告2019年第57号），辐射安全与防护培训需求的人员可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（以下简称培训平台，网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识。原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过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。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。

本项目劳动定员5人，其中手术医生3人，技师1人，护士1人，均在现有劳动定员中调配。现有放射工作人员均进行了辐射安全与防护培训并取得了培训合格证/合格成绩单，也按要求进行了健康体检和个人剂量监测。

12.2 辐射安全管理规章制度、档案

续表 12 辐射安全管理

(1) 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》第十六条规定：使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件：有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。

目前，建设单位已制定了《辐射安全管理制度》、《放射诊疗安全防护管理制度》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《X 射线受检者须知》、《放射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射类医疗设备临床使用安全监测与报告制度》、《放射诊疗设备维修保养制度》、《放射安全防护设施维护制度》、《放射设备台账管理制度》、《辐射事故应急处置预案》、《DSA 操作规程》等辐射防护管理制度。

上述各种制度考虑到了核技术利用项目的操作使用和安全防护，制度基本健全，具有一定的可操作性。医院在此之前按照各项管理制度执行，到目前为止未发生过放射事故。

本项目为 DSA 项目，医院已开展了同类型的项目，因此，现有管理制度能满足本项目辐射环境管理的需求。项目运行后，医院还应根据实际使用情况和新发布更新的法律法规等，对现有制度进行不断的完善和修订。

(2) 档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立放射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至放射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

医院建立了放射工作人员个人档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，并且组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年。档案信息和保存记录等按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定执行。

续表 12 辐射安全管理

辐射安全与防护管理档案资料分以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“年度评估”、“辐射应急资料”。医院应根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

(3) 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条规定：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与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

医院在《辐射工作安全防护管理制度》中明确规定了提交年度评估报告要求，对医院的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并已于 2022 年 1 月 31 日前向发证机关提交了 2021 年度的评估报告。年度评估报告包括有医用 X 射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。后续应将本项目的设备纳入评估，每年按要求提交。

12.3 核安全文化建设

核安全文化是从事核安全相关活动的全体工作人员的责任心，对于核技术利用项目核安全文化的建设要求建设单位树立并弘扬核安全文化。核安全文化表现在核技术利用单位的相关领导与员工及最高管理者具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识。医院建立了安全管理体系，明确核技术利用单位各层次人员的职责、不断识别企业内部核安全文化的弱化处并加以纠正。将核安全文化的建设贯彻在核技术利用项目的各个环节，确保项目的辐射安全。

具体操作参考如下：

①在院内开展核安全文化宣贯推进专项培训，格落实岗位职责，对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”。

②医院应不断总结、汲取经验教训，培植核技术利用项目领导及员工的全员核安全文化素养。

12.4 辐射活动能力评价

续表 12 辐射安全管理

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，医院从事本项目辐射活动能力评价见下表 12-1。

表 12-1 从事本项目辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
使用Ⅱ类射线装置的工作单位，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作	本项目使用Ⅱ类射线装置，巴南二院现已成立辐射安全防护管理领导小组，并指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作，管理人员学历满足本科以上的要求
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	医院已建立人员培训计划，新上岗辐射工作人员按照规定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，持证上岗
射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	设备及控制台设有急停按钮，同时本项目拟设置门灯联锁装置，工作状态指示灯亮，门口显眼位置设置电离辐射警示标识和警示语
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线置装使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	已经建立了操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线置装使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	本项目不单独配置监测设备，依托医院现有的监测设备完成机房外的剂量率监测，保证机房的防护能力满足要求。同时，项目拟配置工作人员和患者的铅防护用品，也按要求拟配置铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏等防护设施。
有完善的辐射事故应急措施	医院已制定辐射事故应急预案，医院应完善应急预案流程图、应急能力的培训及演练、应急响应能力的保持等内容。

根据上表可知，本项目尚未建设，但医院已有其他射线装置运行，医院已建立有相应的管理体系，因此本项目的管理工作依托现有的管理体系，已具备了一定的能力，但医院还应针对本项目射线装置的管理，认真落实上述要求（放射工作人员持证上岗，设置门灯联锁、辐射警示标志，制度上墙，配备一定数量的辐射防护用品，完善应急预案并定期演练等）后，方具备从事本项目辐射活动的能力，本项目方可投入正式运行。

12.5 辐射监测

续表 12 辐射安全管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等相关法规和标准，必须对射线类装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、开展常规的防护监测工作。

根据调查，医院已制定有监测计划，包括工作场所监测及个人剂量监测等，医院每年均委托有资质单位对现有射线装置等屏蔽体外辐射环境及放射工作人员个人剂量进行监测，根据 2021 年个人剂量检测报告和现有射线装置周围环境的监测结果，均未见异常，满足相关要求。

本项目建成后，定期对 DSA 机房周围人员和环境进行监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括：

（1）个人剂量监测

对放射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求放射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。

监测频率：一般情况 3 个月测读一次个人剂量计；如发现异常可加密监测频率。

（2）工作场所环境监测

医院应对机房外周围剂量当量率进行监测，监测包括验收监测和日常监测，发现问题及时整改。验收监测应委托有资质的单位进行。

监测频率：验收时监测一次；日常监测每年监测一次；涉及设备发射剂量率或防护设施维修后监测一次；

监测项目：周围剂量当量率；

监测点位：机房四周墙体、门、窗外 30cm 处；顶棚上方（楼上）距离顶棚地面 100cm 关注点位，通风管道及其他穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置；重点关注穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置。

12.6 辐射事故应急

（1）医院辐射事故应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知》（渝环〔2017〕242 号）要求，建立完善的辐射事故应急方案或具有针对性与操作性的应急措施。

续表 12 辐射安全管理

医院目前已制定了《放射事故应急预案》，预案内容包括放射事件应急处理领导小组、应急处理领导小组职责、放射性事故应急处理应遵循的原则、放射性事故应急处理程序以及辐射事故报告电话等内容，应急措施具有一定操作性，并定期进行演练。但还应完善流程图、应急能力的培训及演练、应急响应能力的保持等内容。

(2) 辐射事故应急处置措施

一旦发生辐射事故，放射工作人员立即停机，并立即向上级部门报告，并根据《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》在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向市、区生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

①一旦发生辐射事故，立即按下应急开关按钮或直接停机断电，撤出机房内人员。

②事故状态下，确需工作人员进入机房关机的，工作人员应佩戴防护用品及个人剂量计。

③应尽可能记录现场有关情况，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。

④派专人对事故进行调查，查明事故原因。

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，采取措施防止类似事故再次发生。

12.7 竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。医院应按规定组织自主验收，编制验收报告。本项目竣工环境保护验收一览表见表 12-2。

表 12-2 竣工环境保护验收要求一览表

序号	验收内容	验收要求	备注
1	环保文件	环评报告、环评批复、验收监测报告等齐全	/
2	剂量控制	放射工作人员年有效剂量<5mSv 机房外公众成员年有效剂量<0.1mSv	GB18871-2002、医院管理要求
3	人员要求	按照要求组织放射工作人员进行培训，考核合格后上岗，按要求定期参加复训和考试。	环境保护部令第 3 号、第 18 号、生态环境部 7 号令、公告

续表 12 辐射安全管理

			2019 年第 57 号
4	剂量率控制	DSA 机房四周墙体外 30cm 处、楼上距顶棚地面 100cm 处、楼下距楼下地面 170cm 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、其他穿墙管线、门缝等搭接薄弱位置，在透视条件下检测时，周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h。	GBZ130-2020
5	建设内容	1 台 DSA（II 类射线装置）	/
6	机房面积	机房内最小有效使用面积不低于 20m ² ，最小单边长度不小于 3.5m	GBZ130-2020
7	防护用品	每名介入手术医护人员在铅防护衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计 按表 10-3 执行，具体为：DSA 介入手术分体铅衣医用、X 射线防护铅围脖、医用 X 射线防护铅短裤、医用 X 射线防护圆帽（5 套）；铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风（1 套；铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套各 1 套（成人和儿童各一套）和介入防护手套若干。	
8	辐射安全防护措施	①DSA 机房各进出防护门拟设置门灯连锁系统，防护门外上方拟设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。 ②DSA 机房各防护门外均拟设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在病人缓冲区门口墙上设置放射防护注意事项告知栏。 ③制度上墙（操作规程、人员岗位职责、应急预案等）。 ④机房设置机械通风系统，保持良好通风，机房内不得堆放无关杂物。 ⑤设备上自带急停开关；控制台设置急停开关；控制室与机房设对讲装置；防护用品与辅助防护设施齐全。 ⑥机房四周墙体、顶棚、防护门、观察窗有足够的屏蔽防护能力，穿墙管线不得影响屏蔽防护效果。	

表 13 结论及建议

13.1 项目概况

本项目位于巴南区花溪街道办事处花溪新村 18 号重庆市巴南区第二人民医院 7 号楼 3F 北侧，主要建设内容：拟对巴南二院 7 号楼 3F 北侧办公用房进行改造，改造为 DSA 机房及其辅助用房，并购置 1 台数字减影血管造影 X 射线装置（以下简称“DSA”，II 类射线装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，单管头），开展血管造影介入手术工作。本项目建筑面积约 300 平方米，总投资 1108 万元。

13.2 实践正当性

项目的建设对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

13.3 产业政策符合性

项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本）鼓励类中的“数字化医学影像设备”的应用，符合相关产业政策。

13.4 辐射环境现状

本项目所在位置环境 γ 辐射剂量率的监测值在 53nGy/h~69nGy/h 之间（未扣除宇宙射线的响应值），根据《2021 年重庆市生态环境质量公报》，重庆市 2021 年环境 γ 空气吸收剂量率平均值为 94.0nGy/h（未扣除宇宙射线的响应值）。两者相比，拟建址场址 γ 辐射剂量率无明显变化。

13.5 选址及布局合理性

（1）选址可行性

本项目选址于巴南二院 7 号楼 3F 北侧，属于该建筑顶层。DSA 机房东侧（控制室）、西侧（设备间）、北侧（污物通道、洗手区等）均为本项目用房，南侧为隔离透析区（仅用作传染病人透析）、接诊室，周围活动人员相对较少，充分考虑了周围场所的安全；同时，机房设置考虑了邻室（含楼下）及周围场所的人员防护与安全。此外，根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况满足标准要求，有利于项目的建设。因此，从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

（2）布局合理性

本项目位于巴南二院 7 号楼 3F 北侧，东侧为控制室，南侧为隔离透析区及接诊室，

续表 13 结论及建议

西侧为设备间，北侧为污物通道、洗手区等，楼下为检验室（2F）、发热门诊（1F），楼上无建筑（无法到达），项目周围人员活动相对较少；DSA工作时基本位于DSA机房中心位置，与周围均有一定的距离。机房和设备的布局考虑到了周围场所的安全。

（2）DSA机房单独配套设置专用控制室，紧邻DSA机房布置，并在控制室与DSA机房之间设置一扇防护门和一扇观察窗，防护门便于介入手术时医务人员进出介入手术室，观察窗便于技师观察介入手术情况及DSA设备移动情况。

（3）DSA机房在北侧设置两扇防护门，分别方便病人进出和污物运出，即DSA机房的人流物流路径相对独立。

（4）DSA机房合理设置DSA设备、机房的门、窗和管线口位置，能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。DSA机房的有效使用面积和最小单边长度均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

综上所述，从辐射防护与环境保护角度，平面布局合理。

13.6 辐射防护安全措施

（1）辐射工作场所分区管理

医院根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将辐射工作场所划分为控制区和监督区，实行辐射安全分区管理，并采取相应的防护安全措施。

（2）机房屏蔽防护

本项目机房有效使用面积满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中有效使用面积和最小单边长度的要求。项目机房四周墙体、顶棚、地板以及铅门、铅窗屏蔽防护设计折合铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的屏蔽防护铅当量厚度要求。

（3）安全联锁装置及其他措施

使用具有多种固有安全防护措施或符合相关标准要求的DSA，机房配置1套铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅屏风等辅助防护设施；按有关标准要求配备介入手术工作人员防护用品，患者防护用品（成人、儿童各一套）；通风拟采用机械排风以保持机房内良好通风；机房进出口防护门上拟设置电离辐射警告

续表 13 结论及建议

标志，醒目的工作状态指示灯，设置门灯联锁装置。DSA 机房医护人员拟在铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计，合理分配工作量。

经分析，本项目已采取的辐射安全与防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

13.7 环境影响分析

（1）机房屏蔽能力：根据核算，在透视和采集情况下，本项目 DSA 机房屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，均能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的屏蔽要求。

（2）剂量估算：根据医院提供的计划手术量，通过核算，项目在合理配置介入手术医生情况下，项目 DSA 介入手术相关医务人员所受到的年有效剂量均低于放射工作人员剂量管理目标 5mSv/a ，项目所致公众成员的附加年有效剂量亦低于剂量管理目标 0.1mSv/a ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及相关标准的要求。

（3）环境保护目标影响：通过核算，机房外周围剂量当量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

（4）“三废”影响：本项目采用机械排风，可保持机房良好的通风。项目放射工作人员等产生的废水依托医院现有污水处理站处理。手术过程中产生废物在污物间打包暂存，每日及时将污物间的废物经后门运至医院医疗废物暂存间暂存，再统一交由有危险废物处置资质的单位处置；生活垃圾交环卫部门处理；铅防护用品在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不再使用后按有关规定由医院妥善保存，并做好相应记录，交由资质的单位处置。项目各污染物均能得到有效处理。

（5）事故风险：通过落实撤离 DSA 机房时应清点人数、在设备上及控制台设置有紧急停机按钮、加强医院管理、合理设置防护门、放射工作人员须加强专业知识学习、加强防护知识培训、加强职业道德修养、严格遵守操作规程和规章制度、定期做好设备稳定性检测和质控检测、加强设备维护、使设备始终保持在最佳状态下工作、正确使用防护用品，佩戴个人剂量计，放射工作人员定期参加辐射安全与防护知识的培训等措施后，本项目风险可控。

13.8 辐射环境管理

医院成立了放射防护管理领导小组，负责医院的放射防护与安全管理工作，并明

续表 13 结论及建议

确了相应职责与分工；医院制定了辐射环境管理规章制度及放射事故应急预案，有满足从事辐射活动的的能力。在项目建设中，根据要求配置介入手术相应的放射工作医技人员，能满足开展项目放射介入工作需求；医院应进一步补充、完善环境影响评价提出的防护措施和管理制度后，能满足辐射环境管理要求。

综上所述，巴南区第二人民医院导管室改造项目符合国家产业政策，符合辐射防护“实践的正当性”要求，项目选址可行，平面布局合理。在制定的辐射安全防护措施和管理措施后，项目环境风险可防可控，能实现辐射防护安全目标及污染物的达标排放。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。

