

核技术利用建设项目
渝北区中医院三级甲等医院建设项目
(DSA 部分)

环境影响报告表
(公示版)

建设单位：重庆市渝北区中医院

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

二〇二〇年十月

生态环境部监制

表 1 项目基本情况

建设项目名称		渝北区中医院三级甲等医院建设项目（DSA 部分）			
建设单位		重庆市渝北区中医院			
法人代表	赵敏	联系人	蒋长江	联系电话	188*****707
注册地址		重庆市渝北区渝航路 87 号			
项目建设地点		重庆市空港工业园区 A 标准分区 A135-6/04 地块中医院新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧			
立项审批部门		重庆市渝北区发展和改革委员会	批准文号	渝北发改投（2017）634 号	
建设项目总投资（万元）	1000	项目环保投资（万元）	30	投资比例（环保投资/总投资）	3%
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				

1.1 医院概况

重庆市渝北区中医院位于重庆市渝北区两路镇渝航路 87 号，是集中医、中西医结合医疗、教学、科研为一体的综合性医院。医院创建于 1984 年，于 1997 年成功创建国家二级乙等中医院，2005 年成功创建重庆市示范中医院。医院占地面积 10 余亩，业务用房 1.1 万平方米，固定资产 2200 万元，设备总值 1100 万元，病床设置 150 张，在职员工 180 人，副高职称 11 人，中级职称 22 人。医院是卫生部命名的爱婴医院、重庆市放心药房、渝北区优质服务医院、渝北区卫生系统首家消费者信得过单位、重庆医科大学中医药学院临床实习基地，创建重庆市示范中医院及国家二级甲等中医院成效显著。

续表 1 项目基本情况

渝北区中医院为了推进渝北区医疗事业的完善，更好地服务渝北区人民群众，同时也是为了加强中医机构建设，提升中医医疗技术水平，拟在重庆市空港工业园区 A 标准分区 A135-6/04 地块投资新建重庆市渝北区中医院三级甲等医院。2015 年 9 月，重庆市渝北区中医院实施“重庆市渝北区中医院三级甲等医院建设项目”，委托重庆市渝佳环境影响评价有限公司承担了该项目环评工作，于 2015 年 9 月 27 日取得了《重庆市渝北区中医院三级甲等医院建设项目环境影响评价报告书》的环评文件批准书（渝（北）环准[2015]134 号）。项目占地面积 67495m²，总建筑面积 175000m²，其中门诊医技住院综合楼 114550m²（包括地下车库）、精神卫生中心住院楼 14250m²、国际康复中心 25000m²、后勤综合及教学科研楼 20000m²、附属设施用房 1200m²。设置内科、外科、妇（产）科、儿科、皮肤科、眼科、耳鼻咽喉科、口腔科、肿瘤科、骨伤科、肛肠科、老年病科、针灸科、推拿科、康复科、体检中心等诊疗科室，不设置传染病科室，住院床位 1500 床，门诊最大接待病人 4500 人次/d，医护人员 1000 人，管理人员 100 人。目前项目正在建设中，目前主体框架已建成。

1.2 项目由来

为了提高全区医疗救治能力，满足辖区老百姓就医需求，减轻病员外出就医负担，改善人民群众就医环境，重庆市渝北区中医院拟在重庆市空港工业园区 A 标准分区 A135-6/04 地块中医院新院区（以下简称新院区）门诊医技住院综合大楼二楼东南侧建设“渝北区中医院三级甲等医院建设项目（DSA 部分）”，项目主要建设内容为在预留介入中心配备 1 台 DSA，开展血管造影介入手术工作。根据《重庆市渝北区中医院三级甲等医院建设项目环境影响评价报告书》可知，医院拟设核医学科及其他 III 类射线装置，由于 III 类射线装置未确定设备型号及参数，核医学科只是预留位置，尚未进行设计，均另行评价。

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》（环境保护部令第 44 号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号）的要求，II 类射线装置的使用属于“191 核技术利用建设项目 使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，严格执行《中华人民共和国环境影响评价法》，重庆市渝

续表 1 项目基本情况

北区中医院特委托重庆宏伟环保工程有限公司对该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《渝北区中医院三级甲等医院建设项目（DSA 部分）环境影响报告表》。

1.3 项目概况

1.3.1 项目组成

本项目位于新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧预留介入手术中心处，建设内容为装修介入中心用房，包括介入手术室、设备室、控制位、更衣室、污物间等，并配置一台医用血管造影 X 射线机（DSA）开展介入放射诊疗工作。本项目配置的医用血管造影 X 射线机型号为 Innova IGS 5-30（单管头），额定电压 125kV，额定电流 1000mA，属于 II 类射线装置。项目总建筑面积约 120m²，总投资约 1000 万元，其中环保投资约 30 万元。

本项目组成情况见下表 1-1。

表 1-1 本项目组成情况一览表

分类	项目	组成	备注
主体工程	介入手术室	拟建介入手术室位于新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧，有效尺寸为（长×宽×高）8.6m×5.7m×5.1m，有效使用面积约 49.02m ² ；吊顶后净空高度为约 3m，采用轻质吊顶材料。	依托主体结构并装修，目前主体结构已建成
	设备	购置 1 台 DSA（II 类射线装置，单管头），额定电压 125kV，额定电流 1000mA。	新购
辅助工程	辅助用房	包括控制位、设备室、更衣室、污物间等。	依托主体结构并装修
公用工程	给水	由城市供水管网提供，依托医院拟建供水管网。	依托
	排水	实行雨污分流。依托医院拟建雨水管网及污水管网；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	依托新院区门诊医技住院综合大楼拟建的新风系统，在介入手术室内东侧吊顶处设置 1 个排风口和 1 个进风口。通风管道穿墙处位于吊顶顶板上方，距离地面约 4m。	新建
环保工程	废水	本项目废水依托新院区拟建的污水管网收集至位于新院区东侧拟建的污水处理站（处理能力为 1100m ³ /d）处理后接入市政污水管网。	依托
	固废	本项目产生的医疗废物依托新院区的医疗废物收集系统收集，暂存于新院区东北侧拟建的医废暂存间（约 80m ² ），后交有资质单位处理。	依托

续表 1 项目基本情况

		本项目产生的生活垃圾依托新院区的生活垃圾收集系统收集，统一交环卫部门处理。废铅防护用品按有关规定由医院收集、暂存后妥善处理。	
	通风	本项目介入手术室依托新院区拟建新风系统，废气排放口拟位于楼顶东南侧。排风风量约为 750m ³ /h，通风换气次数约 5 次/h。	新建
	辐射防护	采用实心砖墙、混凝土、铅玻璃、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。	新建

1.3.2 介入手术室屏蔽防护设计

建设单位委托深圳市建筑设计总院有限公司进行了本项目介入手术室屏蔽防护的设计和建设，介入手术室屏蔽防护方案具体情况见表 1-2。

表 1-2 介入手术室屏蔽防护情况表

用房现状功能	方位	介入手术室屏蔽防护情况	备注
闲置	东北墙、西北墙、西南墙	37cm 厚实心页岩砖	介入室顶面及地板铺设复硫酸钡板。改建，根据建设单位提供的硫酸钡板检测报告可知，一层硫酸钡板铅当量为 1.03mm，介入室顶棚、地板地面铺设两层硫酸钡板
	东南墙	48cm 厚实心页岩砖	
	顶棚、地板	10cm 厚砼+3mm 铅当量的硫酸钡板	
	铅门	4mmPb	
	铅窗	4mmPb	

备注：混凝土密度 2.35g/cm³、铅密度 11.3g/cm³、砖密度 1.65g/cm³。

1.3.3 相关设备配置

本项目拟配置的主要设备情况见表 1-3 所示。

表 1-3 项目主要设备一览表

序号	名称	数量	厂家及型号	管电压 管电流	用途	位置	备注
1	数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA)	1 台	GE 公司 Innova IGS 5-30	125kV 1000mA	介入手术	新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧	新购
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		控制位		
5	中心供氧装置	1 套	病人供氧		介入手术室内		手术配套设备
6	除颤仪	1 台	手术配套用		介入手术室内		
7	高压注射器	1 台	手术配套用		介入手术室内		

续表 1 项目基本情况

8	吸痰器	1 台	手术配套用	介入手术室内	
9	电生理仪	1 台	手术配套用	介入手术室内	
10	中心负压吸引	1 套	手术配套用	介入手术室内	
11	空气消毒机	1 台	空气消毒	介入手术室内	
12	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜	5 套	0.25mmPb	放射工作人员个人防护用品	新购
13	介入防护手套	若干	0.025mmPb		新购
14	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	2mmPb	放射工作人员辅助防护设施	设备配置
15	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	2 套	0.5mmPb	患者个人防护用品	新购
16	个人剂量计	10 枚	每个人均配备	放射工作人员个人剂量监测	新购

1.4 劳动定员和工作制度

本项目劳动定员 10 人，其中手术医生 6 人，技师 2 人，护士 2 人，均在医院现有劳动定员中调配，不新增医院总劳动定员。上述人员均为放射工作人员，工作 250 天。

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 110 台，主要为心脏介入手术（70 台/年），另外有少量神经介入手术（15 台/年）和综合介入手术（25 台/年）。

1.6 项目周边保护目标

本项目位于新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧，根据项目周围环境保护目标分布情况，本项目介入手术室周围 50m 范围主要为医院用房，因此，确定本项目环境保护目标为该医院从事介入手术的相关工作人员、介入手术室周围公众成员。

1.7 与项目有关的环境保护问题

1.7.1 原有环保手续情况及原有环境保护问题

2015 年 9 月，重庆市渝佳环境影响评价有限公司承担了“重庆市渝北区中医院三级甲等医院建设项目”环评工作，编制《重庆市渝北区中医院三级甲等医院建设项目环境影响评价报告书》，并于 2015 年 9 月 27 日取得了原渝北区环境保护局批复的《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》（渝（北）环准[2015]134 号）。目前项目正在建设中，期间未发生环境污染事故及环保投诉。

1.7.2 与项目有关辐射环境问题

续表 1 项目基本情况

经现场调查和咨询，重庆市渝北区中医院现院区在用的 3 台 III 类射线装置已于 2016 年 10 月 18 日取得了辐射安全许可证：渝环辐证[17062]（有效期至 2021 年 6 月 18 日，见附件）。重庆市渝北区中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，至今未发生辐射环境事故及环保投诉。

根据医院资料，医院目前配置了 12 名放射工作人员，均取得了辐射安全与防护知识培训合格证，配置了个人剂量计，建立了个人剂量档案和健康档案。目前放射工作人员的培训合格证均在四年有效期内，个人剂量均未超出《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及医院规定的年有效剂量控制。根据各台射线装置的工作场所辐射环境监测结果可知，各射线装置机房的屏蔽能力均能满足辐射防护的要求。医院现有射线装置具体情况见表 1-4 所示。

表 1-4 医院现有射线装置情况一览表

编号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	备注
1	TSX-201B 型医用 X 射线机	TSX-201B	III 类	诊断	医院一楼放射科	已办证
2	AXIOM Aristos.vxpius 型 X 光机（DR）	tos.vxpius	III 类	诊断	医院一楼放射科	
3	PHILIPS X 射线计算机断层摄影（CT）	MX16-Slice	III 类	诊断	医院一楼放射科	

1.7.3 本项目与医院的依托关系

本项目主要依托医院新院区门诊医技住院综合大楼主体结构、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、医院劳动定员和辐射环境管理机构及人员，依托情况详见表 1-5。

表 1-5 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	项目用房的主体结构正在施工建设，已办理环评手续，建筑设计时已预留本项目用房，本项目依托可行。	可行
辅助工程	污物通道等辅助用房	本项目位于医院新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧，医院设计时已考虑本项目用房，本项目依托可行。	可行
公用工程	供电、供水等	医院新院区门诊医技住院综合大楼的供电电网、供水管网、排水管网等均已设计，本项目依托可行。	可行
环保工程	污水处理	本项目废水主要来自手术医务人员刷手清洁、场地保洁等，产生量很少。本项目废水经门诊医技住院综合大楼拟建管网收集到医院污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准后排入市政污水管网。污水处理设施设计时已考虑本项目用水，	可行

续表 1 项目基本情况

		因此本项目依托污水处理站可行。	
	固废处理	<p>本项目产生的医疗废物主要为手术过程中产生的感染性及损伤性医疗废物，产生量少，医疗废物依托新院区医疗废物收运系统收集暂存在医疗废物暂存间，然后交有资质的单位处置。新院区拟建医疗废物暂存间建筑面积约 80m²，考虑了整个医院的医疗废物收储，本项目不新增住院床位，本项目产生的少量医疗废物依托拟建的医疗废物收运系统可行。</p> <p>本项目产生的少量生活垃圾依托新院区拟建的生活垃圾收运系统，最终交环卫部门处理，依托可行。</p>	可行
劳动定员	放射工作人员	介入手术室技师依托放射科现有人员，其他手术人员在院内心血管等科室内培植，所有介入手术室内医护人员将纳入放射工作人员管理，本次依托可行。	可行
管理	辐射环境管理	医院已经建立了辐射防护管理机构，设置了专人管理辐射环境，制定了相应的管理制度和应急预案。本项目可依托现有的辐射环境管理机构和部分管理制度，还应补充《操作规程》、《岗位职责》等。	可行

综上，本项目所在大楼取得了环评批复，主体结构及环保设施、雨污管网等均正在建设中，项目依托新院区拟建的主体结构、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等是可行的，同时依托现有辐射环境管理机构及人员可行。

1.7.4 本项目与医院发展的衔接

本项目主要是通过使用射线装置来开展介入手术，是一种手术过程中的更新诊断手段，能提高全区医疗救治能力，满足周边老百姓就医需求，减轻病员外出就医负担，为心脑血管病人争取最佳抢救时机，提高后期生活质量。因此，项目建设与医院的整体发展相适应。

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》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA)	II 类	1 台	Innova IGS 5	125	1000	介入手术	新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧介入中心介入手术室	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

法规文件	<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 日最新修订；</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) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 21 日施行，2014 年 7 月 29 日修订实施；国务院令第 653 号，2014 年 7 月 29 日修订实施；国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2019 年 8 月 22 日修订实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环保部令第 44 号，2017 年 9 月 1 日施行）及《关于修改《建设项目环境影响评价分类管理名录》部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日施行）；</p> <p>(9) 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>(10) 《重庆市环境保护条例》，2018 年 7 月 26 日施行修订版；</p> <p>(11) 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>
------	--

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)； (2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)； (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (4) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)； (5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (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)； (7) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书； (2) 《监测报告》渝泓环(监)[2020]1304 号； (3) 《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》(渝(北)环准[2015]134 号)； (4) 《辐射安全许可证》渝环辐证[17062]； (5) ICRP33 号报告、ICRP144 号报告和 NCRP147 号报告； (6) 《辐射防护导论》； (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 环境影响文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定，并结合该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，确定以该项目介入手术室边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

因 DSA 设备位于固定的介入手术室内，且四周墙体有良好的屏蔽作用，因此垂直方向上本评价主要关注与介入手术室相邻上下层的项目用房对应区域。

7.2 环境保护目标

(1) 项目用房所在楼外环境概况

本项目位于医院新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧介入中心。门诊医技住院综合大楼东侧约 35m 为医院精神卫生中心大楼，东北侧约 40m 为医院行政科教楼，西北侧为荒地，之外为绕城路，西南侧约 80m 为物流仓库，东南侧约 60m 为两江小学。

项目用房所在楼外环境概况见附图二。

(2) 介入中心周围环境情况

介入中心位于门诊医技住院综合大楼二楼东南侧，楼下为车库，楼上病人候诊区及诊室。本项目所在的区域为放射科，介入中心用房位于放射科北侧预留用房处，其东北侧约 35m 为医院精神卫生中心大楼，东南侧为 CT 及医生办公室，西南侧为乳腺钼靶机房、DR 机房、候诊厅、医生办公室等，西北侧为电梯井、过道、输液厅、办公室等。

项目所在门诊医技住院综合大楼二楼放射科平面布置图见附图三。

(3) 介入手术室周围环境情况

本项目介入手术室位于介入中心中部及北部，介入手术室楼下为车库，楼上为病人候诊区。东北侧紧邻控制位，约 37m 为医院精神卫生中心大楼；东南侧紧邻本项目设备室，约 2m 为更衣间、CT 室、医生办公室等；西南侧紧邻过道，约 4m 为乳腺钼靶机房、DR 机房、候诊厅、医生办公室等；西北侧紧邻过道，约 3m 为电梯井、过道、输液厅、办公室等。

项目介入手术室评价范围（50m）内周围环境保护目标见表 7-1。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-1 介入手术室周围环境保护目标一览表						
序号	名称	方位	水平距离	高差	环境特征及受影响人群	影响因子
1	控制走廊	东北侧	相邻	平层	项目用房, 放射工作人员	电离辐射
	精神卫生中心大楼		约 37m	平层	医院用房, 公众成员	
2	设备室	东南侧	相邻	平层	项目用房, 公众成员	
	更衣间、CT 室、 医生办公室等		约 2m	平层	医院用房, 放射工作人员	
3	过道	西南侧	相邻	平层	手术用房, 公众成员	
	乳腺钼靶机房、 DR 机房、候诊厅、 医生办公室等		约 4m	平层	医院用房, 放射工作人员及公 众成员	
4	污物间	西北侧	相邻	平层	项目用房, 公众成员	
	电梯井、过道、输 液厅、办公室等		约 3m	平层	医院用房, 公众成员	
5	病人候诊区	楼上	/	楼上	医院用房, 公众成员	
6	车库	楼下	/	楼上	医院用房, 公众成员	

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

应对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

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

(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；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

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 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 射线设备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 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 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

备注：本项目 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 的要求。

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；

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

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防

续表 7 保护目标与评价标准

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。

(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（一）》（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。

(4) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）

二级标准：臭氧 1 小时平均限值为 200μg/m³（0.2mg/m³）；二氧化氮 1 小时平均限值为 200μg/m³（0.2mg/m³）。

(5) 评价标准及相关参数值

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：剂量约束值通常在公众照射剂量限值10%-30%（即0.1mSv/a-0.3mSv/a）。根据医院提供的资料，医院取GB18871-2002中工作人员职业照射剂量限值的四分之一即5mSv/a作为放射工作人员的年有效剂量管理目标值；取其公众照射平均剂量估计值的四分之一0.25mSv/a作为公众成员的年有效剂量管理目标值，本项目医院的公众照射剂量管理取值为25%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 7-4 所示。

表 7-4 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（mSv/a）	GB18871-2002 及医院管理要求
放射工作人员	20	5	
公众成员	1	0.25	
环境剂量控制			执行依据
透视时机房外 30cm 处	机房外周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。		GBZ130-2020
摄影时机房外 30cm 处	机房外周围剂量当量率不大于 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。		
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)	GBZ130-2020
DSA（按单管头 X 射线设备 ^b （含 C 形臂，乳腺 CBCT））	20	3.5	

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

续表 7 保护目标与评价标准

边长度。

表 8 环境质量和辐射现状

为掌握本项目所在位置的辐射环境背景水平，重庆泓天环境监测有限公司于 2020 年 9 月 16 日对本项目拟建址的环境地表 γ 辐射剂量率背景值进行了监测。监测报告编号为：渝泓环(监)[2020]1304 号。

(1) 监测因子：环境地表 γ 辐射剂量率。

(2) 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	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）

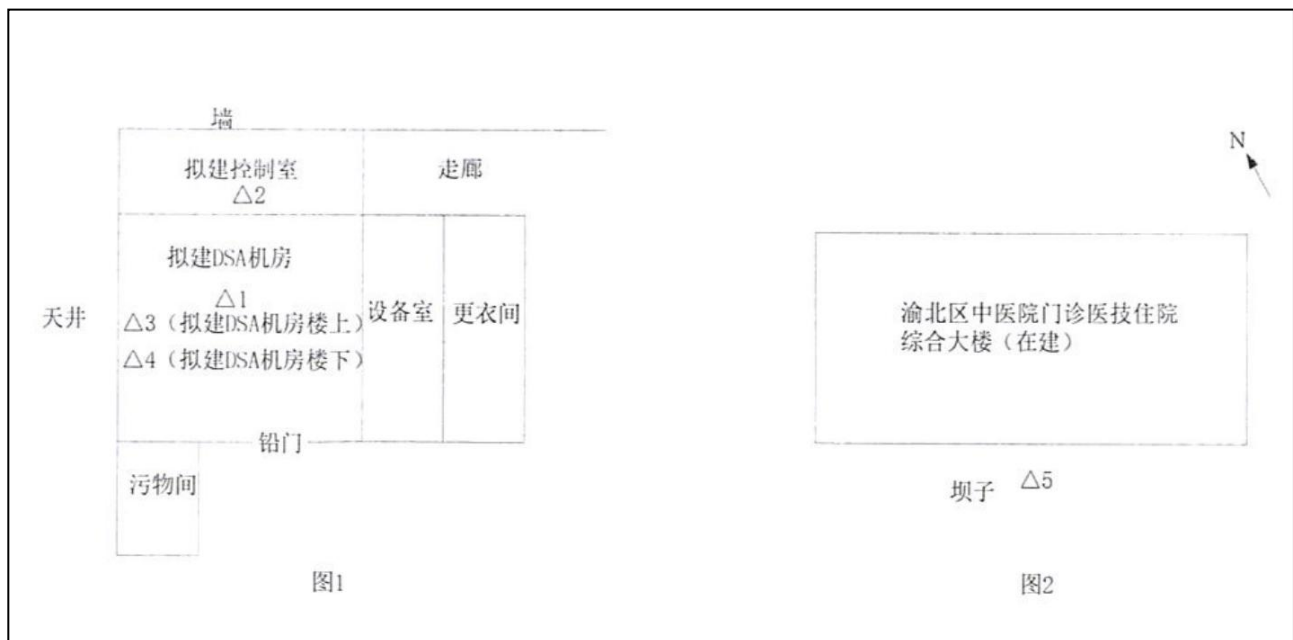
(3) 监测仪器

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	2020030403481	2021.3.19	1.03

(4) 监测点位：共设 5 个点，具体监测布点见图 8-1。



备注：△为环境地表 γ 辐射剂量率监测点位，监测高度距地面 1.0m，项目位于渝北区中医院门诊医技住院综合大楼（在建）2 楼。

图 8-1 监测布点图

续表 8 环境质量和辐射现状

根据监测布点情况，本次监测在项目拟建房间内、楼上、楼下及所在建筑外空坝均布设了监测点位，各监测点位的布设能够反映本项目拟用房辐射环境水平及邻近环境地表 γ 辐射水平。因此，项目监测布点合理可行。

(5) 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、校核，最后由技术负责人审定。因此，监测结果有效。

(6) 监测结果统计：

监测结果统计见表 8-3。

表 8-3 拟建项目本底监测结果统计

监测点位	监测点位描述	环境地表 γ 辐射剂量率 (nGy/h)
$\Delta 1$	拟建 DSA 机房内	79
$\Delta 2$	拟建操作室内	82
$\Delta 3$	拟建 DSA 机房楼上	70
$\Delta 4$	拟建 DSA 机房楼下	71
$\Delta 5$	渝北区中医院门诊医技住院综合大楼西南侧室外坝子	66

根据监测统计结果可知，本项目拟建位置及周围环境的地表 γ 辐射剂量率的监测值在 66nGy/h~82nGy/h 之间（未扣除宇宙射线）。根据《2019 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部），重庆市多个点位的 2019 年环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率监测值范围在 64.8~188.8nGy/h 之间。两者相比，拟建址场址及临近环境 γ 辐射剂量率在其本底涨落范围内。

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

本项目用房在门诊医技住院综合大楼二楼东南侧预留介入中心处进行建设，施工期主要为房屋装修、设备安装等工作。

其工艺流程及产物环节见图 9-1。

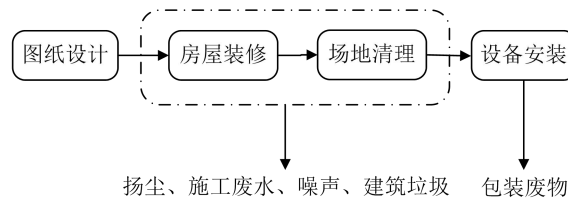


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

复合板安装具体施工方式为：先安装边龙骨、主龙骨，要求吊在同一个水平面上，再插入次龙骨；然后是防辐射复合板的安装，从墙边开始施工，把复合板依次排放在钢龙骨上，采用紧固螺钉固定，墙边折 50mm 反边靠墙面，复合板中间搭接时，搭接不少于 20mm，阻止射线泄露；最后进行墙面装饰，用辅助支架将板材顶起固定在龙骨上。

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：主要为项目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；

噪声：主要来自于项目用房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。根据项目工程量，预计建筑垃圾共产生约 2t。

9.2 运行期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 工作原理

①X 射线产生及成像原理

本项目拟配置的 1 台 DSA 属于 II 类射线装置，其中产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。X 射线管结构见图 9-2，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

续表 9 项目工程分析与源项

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。

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，通过荧光屏或影像增强器、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。

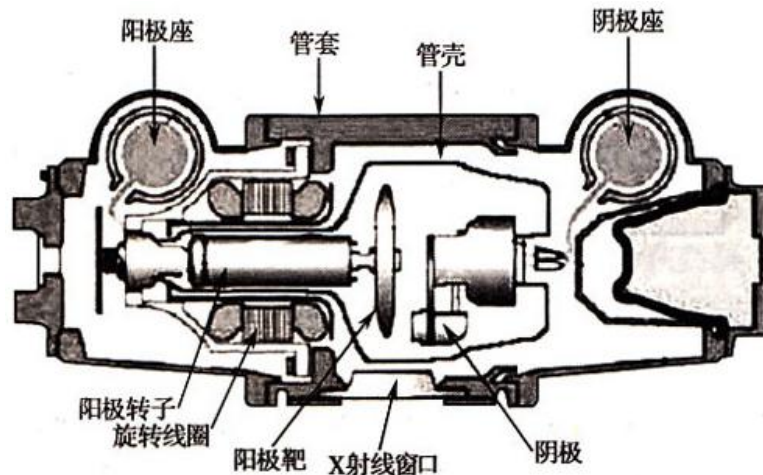


图 9-2 典型 X 射线管结构图

② DSA 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，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

9.2.2 设备组成

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；图像处理系统。

该项目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

续表 9 项目工程分析与源项

像进行后期处理，轻松保存和传送图像。

DSA 工作示意图见图 9-3，实物图如下图 9-4 所示。

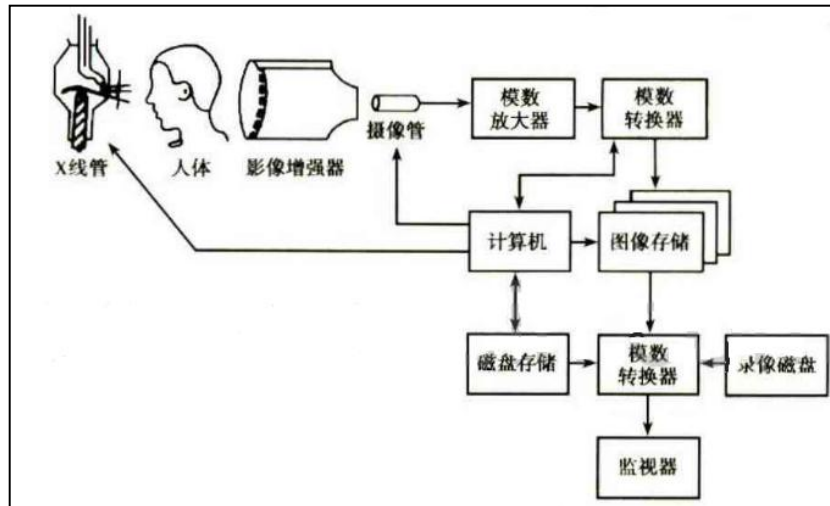


图 9-3 DSA 工作示意图



图 9-4 DSA 实物图（厂家提供）

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，介入手术医生必须在床旁并在 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

续表 9 项目工程分析与源项

一般情况下，电影模式下是医生在介入手术室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介入手术室内。无论哪种工作模式，医生在介入手术室内必须身着铅橡胶围裙、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、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏等辅助防护设施后身着铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品在介入手术室内对病人进行直接的介入手术操作。

9.2.4 污染因子

DSA 治疗流程及产污环节见下图 9-5 所示，根据图 9-5 可知，本项目污染因子主要为 DSA 工作时产生的 X 射线和臭氧、氮氧化物。由 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。

续表 9 项目工程分析与源项

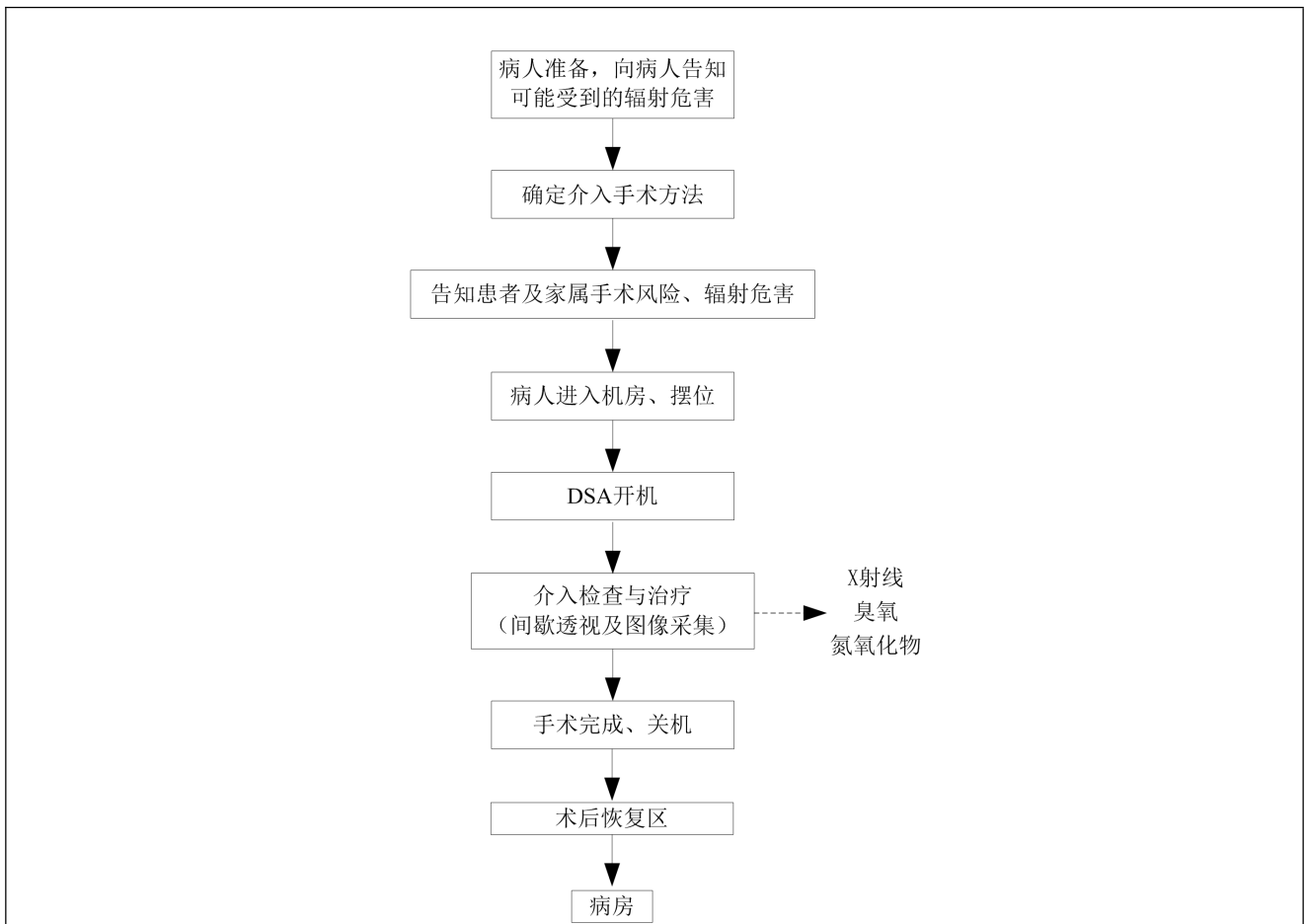


图 9-5 DSA 操作流程及产污环节图

9.2.5 工作负荷

根据医院提供的资料，医院介入手术工作负荷情况见表 9-1。根据介入手术年工作负荷可知，本项目 DSA 年透视时间共约 38.3h，采集时间约 2h，DSA 总年有效开机时间约 40.3h。

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	每台手术 透视曝光时间	年透视曝光时间	
心脏介入	手术医生 4 人	75 台	约 20min	约 25h	
神经介入	手术医生 4 人	20 台	约 21 min	约 7h	
综合介入	手术医生 4 人	15 台	约 21 min	约 6.3h	
小计	/	/	/	约 38.3h	
采集					
手术类别	年开展工作量	单次采集时间	单台手术采集次数	单台手术最大采集时间	年采集时间

续表 9 项目工程分析与源项

心脏介入	75 台	3~4s	6~10 次	约 0.7min	约 0.9h
神经介入	20 台	6~10s	4~10 次	约 1.7min	约 0.6h
综合介入	15 台	3~8s	7~15 次	约 2min	约 0.5h
小计	/	/	/	/	约 2h
总计	/	/	/	/	约 40.3h

9.3 污染源项描述

9.3.1 电离辐射

根据本建设项目 DSA 介入工作流程, DSA 与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 X 射线球管出束照射患者期间, 它产生的 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。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命, 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并调查根据调查重庆市多家医院 DSA 的设备工作条件中发现, ①在极端情况下, 本项目 DSA 透视工况运行管电压为额定电压, 即 125kV, 电流自动跟随电压, 电流不大于 110mA; 在极端情况下, 本项目 DSA 采集工况运行管电压也为额定电压, 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》, 不同过滤条件下离靶 1 米处的 X 射线发射率如下图 9-6 所示。本项目 DSA 过滤板为 3mmAl, 额定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 额定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
1	额定电压125kV	9.8mGy·m ² /mA·min
2	常用最大电压90kV	5.3mGy·m ² /mA·min

续表 9 项目工程分析与源项

(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 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。

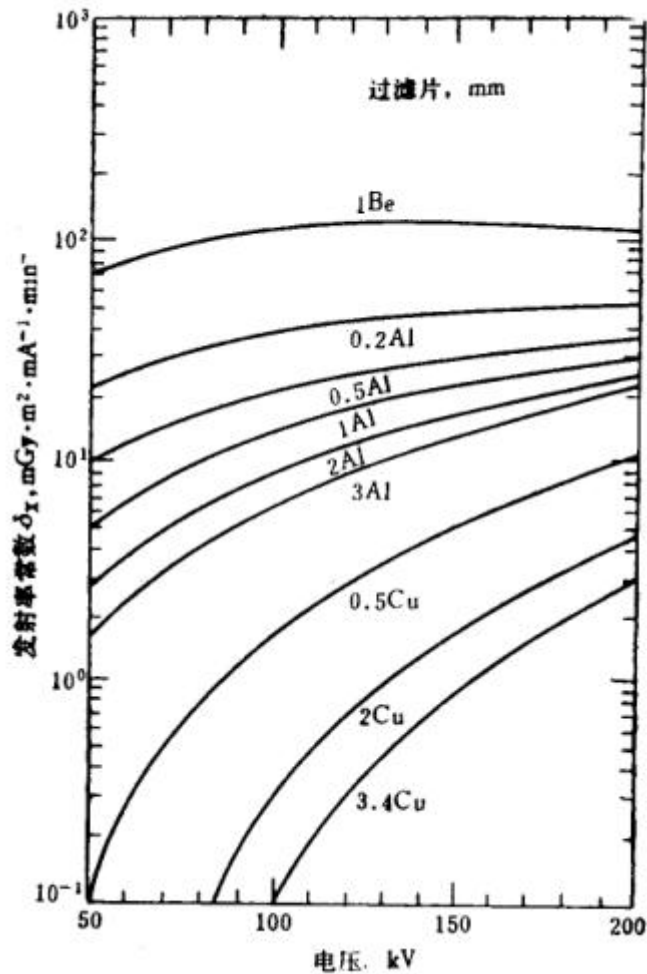


图 9-6 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

9.3.2 “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。

根据《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（中国辐射卫生 1998 年第 7 卷第 3 期，

续表 9 项目工程分析与源项

郝海鹰、刘容、王玉海），在正常通风的摄片机房、透视机房、CT 室内（工作电压 70~90kV 下）射线装置正常工作 1 小时后，机房内的臭氧浓度最大为 0.064mg/m³，氮氧化物的浓度最大为 0.042mg/m³；远小于《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）的标准限值要求（臭氧 0.3mg/m³、氮氧化物 5mg/m³）。本项目介入手术室依托新院区拟建新风系统，排风风量约为 750m³/h，通风换气次数约 5 次/h，引至楼顶东南侧排放。

(2) 固废

本项目介入手术过程中主要产生感染性和损伤性废物，属于《国家危险废物名录》中 HW01 医疗废物。医院在介入手术室内设置感染性和损伤性废物收集桶，并粘贴标识。手术过程中产生废物暂存于污物间后，再通过经污物通道每日运至新院区拟建医疗废物暂存间。

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新院区生活垃圾暂存间暂存交环卫部门处理。项目配置多套铅橡胶衣、帽子等含铅防护用品，在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不能达到原有使用功能后成为报废铅防护用品，由医院收集、暂存后妥善处置。

(3) 废水

本项目产生的少量医疗废水进入新院区拟建污水处理站统一处理，达标后排入市政管网。

9.3.3 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
介入手术室	电离辐射	X 射线	距靶 1m 处有用线束的发射率：125kV 下不大于 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	臭氧浓度约为 0.064mg/m ³ ，氮氧化物的浓度约为 0.042mg/m ³
	固废	医疗废物	少量（依托医院医疗废物暂存间暂存后交有资质单位处置）
		生活垃圾	少量（交环卫部门处置）
	废铅防护用品	少量（由医院收集、暂存后妥善处置）	
废水	医疗废水	少量（排入新院区污水处理站处理）	

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) 布局

本项目位于新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧介入手术中心，介入手术室位于介入中心中部及北部，介入手术室楼下为车库，楼上为病人候诊区。东北侧紧邻控制位，约 37m 为医院精神卫生中心大楼；东南侧紧邻本项目设备室，约 2m 为更衣间、CT 室、医生办公室等；西南侧紧邻过道，约 4m 为乳腺钼靶机房、DR 机房、候诊厅、医生办公室等；西北侧紧邻过道，约 3m 为电梯井、过道、输液厅、办公室等。

(2) 通道

放射工作人员通道：医护人员进入更衣室穿戴好个人防护用品，经控制走廊进入操作位/介入手术室。工作完成后，医护人员原路返回。

病人通道：病人通过走廊直接进入介入手术室，手术完成后原路返回。

污物通道：介入手术室产生的医疗废物在手术结束后进入污物间暂存，在每天工作结束后再由污物间运出，运至新院区拟建医疗废物暂存间。

项目通道布置示意图见图 10-1 所示。

(3) 合理性分析

本项目所在的介入中心位于新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧，位于医院放射科一端，一般公众活动较少，远离人流聚集区域，有利于辐射防护。介入手术室属于独立的手术用房，设置 3 个防护门，分别用于工作人员、病人进出及污物运出。放射工作人员通道、病人通道、污物通道独立。

综上所述，本项目布局考虑了不同类型通道相对独立，且利于辐射防护。从辐射环境保护角度分析，项目布局合理。

续表 10 辐射安全与防护

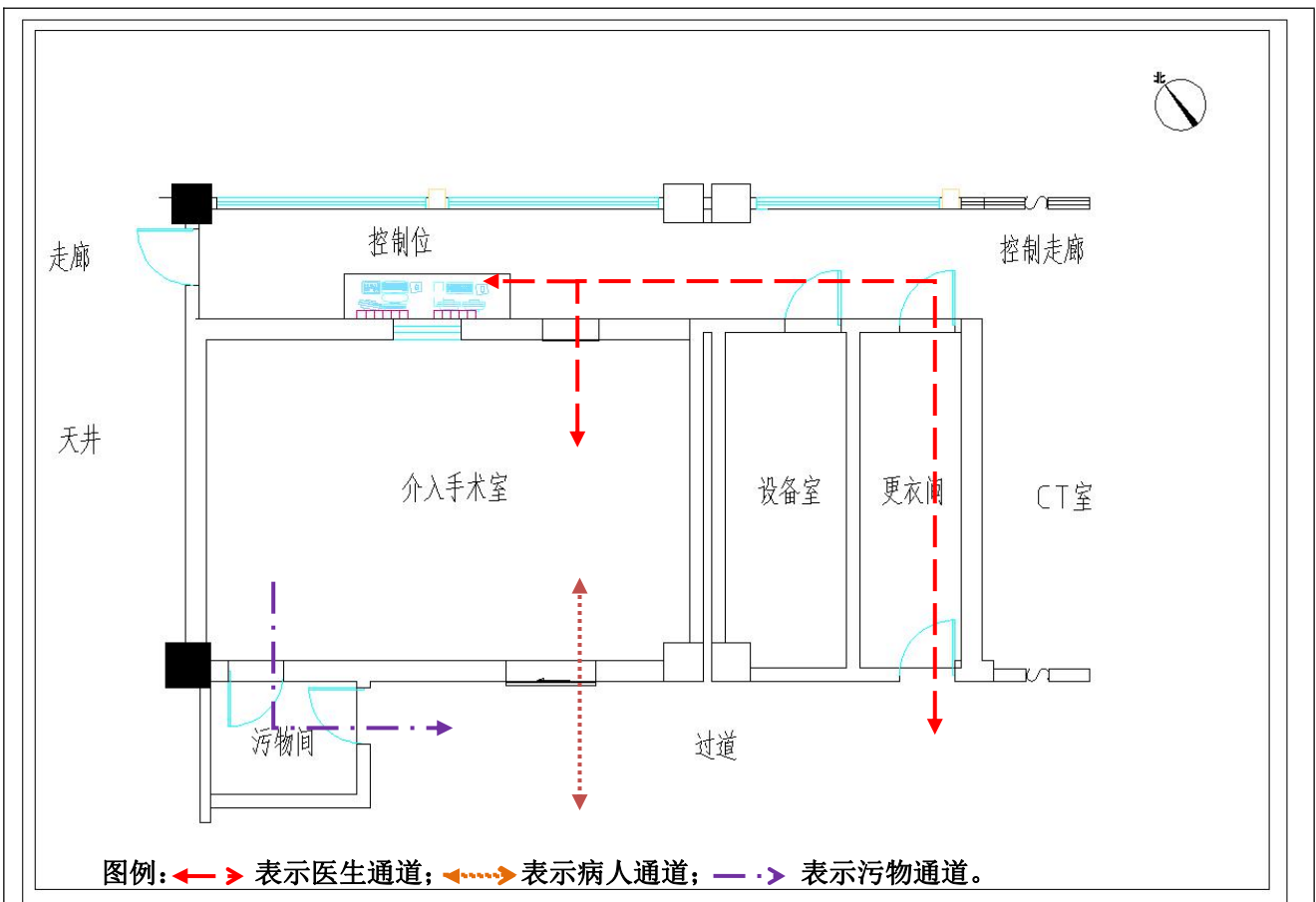


图 10-1 项目通道布置示意图

10.1.2 机房面积

本项目 DSA 为单管头设备，介入手术室内空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
	最小单边长 (m)	有效使用面积 (m ²)	最小单边长 (m)	有效使用面积 (m ²)	
DSA	约 5.7	约 49.02	≥3.5	≥20	满足

由上表可知，本项目射线装置机房的最小单边长度和有效使用面积均能满足《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）的要求，医院拟将本项目辐射工作场所划分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：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

续表 10 辐射安全与防护

工作条件下的正常照射，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：这种区域未被确定为控制区，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。

表 10-2 本项目控制区、监督区划分表

分区类型	划分区域
控制区范围	介入手术室
监督区范围	控制走廊、设备室、污物间和楼上、楼下机房正对区域

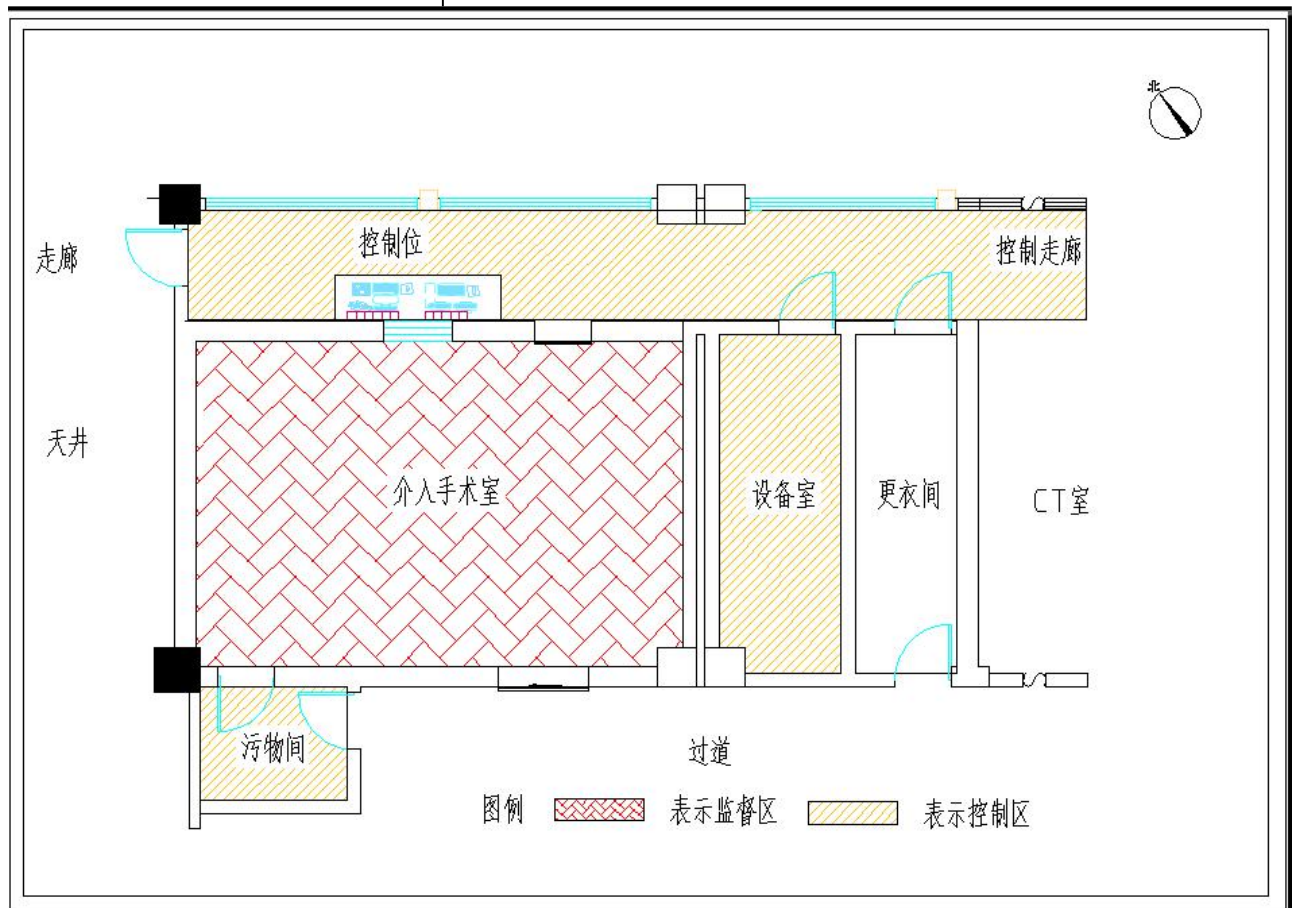


图 10-2 本项目分区布置示意图

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 DSA 装置自身拟采取多种固有安全防护措施：

①本项目 DSA 设可调限束装置，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，并拟配备透视限时装置。DSA 具备工作人员在不变换操作位置

续表 10 辐射安全与防护

情况下成功切换透视和采集功能的控制键。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处设置合适铝过滤板，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。影像增强器前面可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：设备采购时配辅助防护设施，包括铅悬挂防护屏/铅防护帘、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）机房采取的辐射安全与防护措施

①本项目介入手术室有单独机房，有效使用面积为 49.02m²，最小单边长度为 5.8m；介入手术室东北墙、西北墙、西南墙屏蔽厚度为 37cm 厚实心页岩砖，东南墙屏蔽厚度为 48cm 厚实心页岩砖，顶棚屏蔽厚度为 10cm 厚砵+3mm 铅当量的硫酸钡板，铅防护门和铅玻璃观察窗厚度为 4mmPb。由此可知，本项目 DSA 机房的有效使用面积、最小单边长度和四周墙体、顶棚及地板屏蔽防护能力均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

②介入手术室的 3 个门均为铅防护门，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，防护门、铅玻璃窗的生产和安装均交有资质的厂家负责。

（3）通风

本项目介入手术室依托新院区拟建新风系统，废气引至项目所在楼 6 楼顶东南侧拟建排放口排放。排风风量约为 750m³/h，通风换气次数约 5 次/h。

（4）管线进出口防护

机房内的穿越防护墙的电缆导管等均采用“U”型，导管进出口设置在机房底部并敷设钡水泥，管线槽上部同时使用铅板遮挡，不影响墙体的屏蔽防护效果。

续表 10 辐射安全与防护

介入手术室通风管道穿墙处位于吊顶上方，距离地面约 4m。根据后表 11-3 及 11-4 计算，在正常透视和摄影条件下，机房墙体外 0.3m、高地面 1.7m 的周围剂量当量率最大值为 0.098 μ Sv/h，而管道穿墙位置距离地面约 4m，高于计算点位置，且该位置人员无法到达，故穿墙处不采取防护措施。

(5) 联锁系统

本项目介入手术室病人进出口防护铅门拟设置有门灯联锁系统，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。

(6) 警示标识

本项目介入手术室各防护门外均拟设置电离辐射警告标志，机房门上方有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在病人进入手术室的外墙上设置放射防护注意事项告知栏。

(7) 辐射防护用品

根据医院提供的资料，医院拟配备个人防护用品，具体见表 10-3。对比《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），医院拟配置的个人防护用品及辅助防护设施符合要求。

表 10-3 项目拟配置个人防护用品和辅助防护设施情况

设备类型	工作人员		患者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
DSA	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜（5 套），介入防护手套若干	铅悬挂防护屏/铅防护帘、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（2 套）	/

备注：除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于 0.25 mmPb；介入防护手套铅当量不小于 0.025 mmPb；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不小于 2 mmPb，放射工作人员需要光学铅眼镜的另行单独配置。儿童防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于 0.5 mmPb。防护用品采用悬挂或平铺方式存放，不折叠。

(8) 其他

①医院在进行介入手术时，应制定最优化方案，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，避免病人受到额外剂量的照射。

②合理布置介入手术室内急救及手术用辅助设备，安装监控与对讲装置。

③医院应合理安排医疗废物运出时间，介入手术室工作时，严禁医疗废物运出；待介入手术室停止工作时，方可进行医疗废物运送。

续表 10 辐射安全与防护

④本项目四周墙体的硫酸钡板应由专业单位提供，并由专业单位进行施工，保证该硫酸钡板的厚度和使用能达到 3mmPb 的辐射防护效果。

10.2.2 拟采取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）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）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。

10.3 三废的治理

本项目 X 射线装置在工作过程中产生的 X 射线，不产生放射性三废。

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	5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求	5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。	设备自带	
		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	
	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。	设备自带影像增强器能较好的阻挡主射线，本项目门、窗、管线口和工作人员操作位均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。	机房四周墙体和楼上均采用足够厚的屏蔽材料进行防护。
			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，满足 DSA 手术布局要求。
			6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。	本项目介入手术室有效使用面积为 49.02m ² ，最小单边长度为 5.8m，满足标准要求。
	6.2 X 射线设备机房屏蔽	6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。	本项目介入手术室东北墙、西北墙、西南墙屏蔽厚度为 37cm 厚实心页岩砖，东南墙屏蔽厚度为 48cm 厚实心页岩砖，顶棚屏蔽厚度为 10cm 厚砧+3mm 铅当量的硫酸钡板，铅防护门和铅玻璃观察窗厚度为 4mmPb，满足表 3 要求。	
			6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平	6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求： a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间； b) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于25 μ Sv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评

标准号	标准要求		项目情况
		估，应不大于0.25mSv。	能确保摄影时机房屏蔽体外的周围剂量当量率不大于 25 μ Sv/h。
	6.4 X 射线设备工作场所防护	6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	机房设有观察窗，可有效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。	机房内不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。	本项目介入手术室依托医院拟建新风系统，废气引至项目所在楼 6 楼顶东南侧拟建排放口排放。排风风量约为 750m ³ /h，通风换气次数约 5 次/h。
		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。	铅防护门均设置电离辐射警告标志，病人进出防护门设置门灯联锁装置，门关闭，显示如“射线有害、灯亮勿入”，同时在病人进入手术室的外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。	机房门有闭门装置。机房与污物间间的门为平开门，设有自动闭门装置，病人进出的防护铅门及控制走廊与机房之间的门为推拉式门，设置门灯、灯机联锁，确保曝光时关闭机房门。
		6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	本项目病人进出的防护铅门及控制走廊与机房之间的电动推拉门设置防夹装置。
		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。	受检者在机房外候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不滞留在机房内。
	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 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，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 0.25 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mmPb。	拟配置相应的辐射防护用品，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。
		6.5.4 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	拟配置相应的辐射防护用品，数量和铅当量均

标准号	标准要求		项目情况
		和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5 mmPb。	满足要求。具体配置设施数量和铅当量见表 10-3。
		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。	拟采用悬挂或平铺方式存放，不折叠。
	7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求	7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。	设备自带。
		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。	在验收前根据工作内容制定相关文件，按照标准规定执行。
		7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ 128 的规定。	医院为每名介入手术的医生在铅防护衣内外各配置 1 枚个人剂量计。
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。 5.3.3 对于 5.3.2 所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。	医院为每名介入手术的医生在铅防护衣内外各配置 1 枚个人剂量计。
其他	/		在进行介入手术时，应制定最优化方案，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，避免病人受到额外剂量的照射。
	/		合理布置介入手术室内急救及手术用辅助设备，安装监控与对讲装置。
	/		应合理安排医疗废物运出时间，介入手术室工作时，严禁医疗废物运出；待介入手术室停止工作时，方可进行医疗废物运送。
	/		顶棚、地板硫酸钡板的厚度和使用能达到 3mmPb 的辐射防护效果。

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响

施工期主要为用房的装修，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。

施工扬尘主要为项目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，项目位于二层，用塑料布围封施工区域，洒水等措施，可以减少扬尘的扩散。

施工噪声主要来自于项目用房装修及现场处理等，采取合理安排施工时间，选择低噪声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，生活污水依托新院区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，建筑垃圾运至市政指定的弃渣场，生活垃圾交环卫部门统一收运处置。

本项目工程量小，且均在建筑物内施工，对外环境及保护目标的影响较小；项目施工期短，施工期产生的影响随着施工的结束而消失，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对给定的铅厚度，可根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录 D 的式 D.1（本报告式 11-1）计算得到屏蔽透射因子 B:

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

式中：

- B——给定铅的屏蔽透射因子；
- β ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- α ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- γ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- X——铅厚度。

续表 11 环境影响分析

②在相同透射因子 B 的情况下，其相当于其他屏蔽材质的厚度核算按以下公式核算：

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

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

α 、 β 、 γ ——不同屏蔽材质对同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数。

③根据 DSA 工作原理及工作方式可知，DSA 工作时发出的有用线束均会被患者身体和影像增强器等阻挡，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 额定电压为 125kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 混凝土拟合参数，对墙体进行进行核算。

④核算结果

根据医院提供的屏蔽防护方案及设备最大参数，其机房屏蔽体的铅当量核算结果见表 11-1。

表 11-1 射线装置机房屏蔽厚度与 GBZ130-2020 要求对比表

机房名称	屏蔽防护体	建成屏蔽防护	建成铅当量	标准要求	评价结果
介入手术室 (125kV)	东北墙、西北墙、西南墙	37cm 厚实心页岩砖	3.8mmPb	2.0mmPb	满足要求
	东南墙	48cm 厚实心页岩砖	5.0mmPb	2.0mmPb	满足要求
	顶棚、地板	10cm 厚砼+3mm 铅当量的硫酸钡板	4.3mmPb	2.0mmPb	满足要求
	铅门	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	满足要求
	铅窗	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	满足要求

备注：由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C.3 中暂无 125kV 非有用线束的砖的拟合参数，故本次核算时先将砖厚度折算为混凝土厚度后再核算铅当量，折算厚度公式为 $\rho_1/\rho_2=d_2/d_1$ ，其中 ρ 为密度，d 为厚度。砖密度 1.65g/cm³、混凝土密度 2.35g/cm³。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.2 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，即本项目介入手术室屏蔽能力不得低于 2.0mmPb 当量。根据上表核算和对比分析，本项目介入手术室墙体的屏蔽能力均能满足《放射诊断放射

续表 11 环境影响分析

防护要求》（GBZ130-2020）中第 6.2 条的要求。

11.2.2 介入手术室屏蔽体外剂量率核算

(1) 核算公式

根据式 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} ($\mu\text{Sv/h}$)可根据《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,推导得出本项目关注点的散射辐射剂量率计算公式如下:

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

式中:

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);

H_0 ——距辐射源点(靶点)1 m 处输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$,以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 , Sv/Gy 转换系数取值为 1。

B——屏蔽透射因子,根据式 11-1 计算得出;

F—— R_0 处的辐射野面积,单位为平方米(m^2),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 1 m 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.1,125kV 射线装置在最大散射角情况下 1m 处的每平方厘米的散射系数为 7.5×10^{-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

本项目 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介入手术室墙体外周围剂量当量率。本项目 DSA 常用透视工况为 60~90kV/5~20mA,常用采集工况为 60~90kV/300~500mA。本项目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。

续表 11 环境影响分析

预测参数见表 11-2。

表 11-2 核算参数

设备名称	管电压 (kV)	对应管电流 I (mA)	输出量 H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	发射率 $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}$ min	散射面积 F (cm^2)	散射因子 α	散射距离 R_s (m)
DSA	90	20 (透视)	3.18×10^5	5.3	400	7.5×10^{-6}	0.38
	90	500 (采集)	3.18×10^5	5.3	400	7.5×10^{-6}	0.38
拟合参数	90kV	铅 α : 3.067 混凝土 α : 0.04228 砖 α : 0.03750	β : 18.83 β : 0.1137 β : 0.08200	γ : 0.7726 γ : 0.4690 γ : 0.8920			

(3) 机房外周围剂量当量率核算结果

根据核算公式和表 11-2 相关参数, 透视、采集状态下介入手术室外周围剂量当量率核算结果分别见表 11-3、11-4 所示。

表 11-3 DSA 手术室屏蔽核算结果 (透视)

墙体名称		射线类型	距离 R(m)	设计厚度	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	已建厚度是否满足要求
东北面 (控制位)	墙体	散射	3.52	37cm 厚实心页岩砖	0.003	是
	防护门	散射	3.52	4mmPb	0.004	是
	观察窗	散射	3.52	4mmPb	0.004	是
西南面 (过道)	墙体	散射	3.52	37cm 厚实心页岩砖	0.003	是
	防护门	散射	3.52	4mmPb	0.004	是
西北面 (过道)	墙体	散射	4.97	37cm 厚实心页岩砖	0.001	是
东南面 (设备室)	墙体	散射	5.08	48cm 厚实心页岩砖	0.00002	是
顶棚 (病人候诊区)	顶棚	散射	5.2	10cm 厚砼+3mm 铅当量的硫酸钡板	0.001	是
楼下 (车库)	楼下	散射	4.5	10cm 厚砼+3mm 铅当量的硫酸钡板	0.001	是

备注: 设备离地高度按 1.0m 考虑。顶棚核算到楼上地面 1m 处, 楼下核算至距地面 1.7m 处。

根据计算可知, 常用透视工况下 DSA 手术室屏蔽体外的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的要求。

续表 11 环境影响分析

表 11-4 DSA 手术室屏蔽核算结果（采集）

墙体名称		射线类型	距离 R(m)	设计厚度	周围剂量当量率 (μSv/h)	已建厚度是否满足要求
东北面（控制位）	墙体	散射	3.52	37cm 厚实心页岩砖	0.069	是
	防护门	散射	3.52	4mmPb	0.098	是
	观察窗	散射	3.52	4mmPb	0.098	是
西南面（过道）	墙体	散射	3.52	37cm 厚实心页岩砖	0.069	是
	防护门	散射	3.52	4mmPb	0.098	是
西北面（过道）	墙体	散射	4.97	37cm 厚实心页岩砖	0.034	是
东南面（设备室）	墙体	散射	5.08	48cm 厚实心页岩砖	0.001	是
顶棚（病人候诊区）	顶棚	散射	5.2	10cm 厚砼+3mm 铅当量的硫酸钡板	0.013	是
楼下（车库）	楼下	散射	4.5	10cm 厚砼+3mm 铅当量的硫酸钡板	0.018	是

备注：设备离地高度按 1.0m 考虑。顶棚核算到楼上地面 1m 处，楼下核算至距地面 1.7m 处。

根据计算可知，常用采集工况下 DSA 手术室屏蔽体外的周围剂量当量率小于 25μSv/h，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：

$$H_{Er} = H_{(10)} \times T \times t \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots \text{（式 11-3）}$$

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：居留因子；

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和工程分析，医院使用 DSA 进行介入手术治疗的工作负荷约 110 人次/年；年有效采集曝光时间约为 2h，透视曝光时间约为 38.3h。DSA 总年有效曝光时间约

续表 11 环境影响分析

40.3h。

①放射工作人员剂量估算

a: 透视情况下控制室放射工作人员有效剂量估算

本项目 DSA 机房透视模式下控制室最大周围剂量当量率按 $0.004\mu\text{Sv/h}$ 考虑,年透视出束时间为 38.3h/a , 则控制室的放射工作人员受到的年有效剂量约为 0.0002mSv/a , 从最不利情况考虑, 本项目所有手术控制室的工作由 1 名技师完成, 则该名放射工作人员受到的年有效剂量约 0.0002mSv/a , 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。

b: 采集情况下控制室放射工作人员有效剂量估算

在采集情况下, 机房外控制室周围剂量当量率按 $0.098\mu\text{Sv/h}$ 考虑, 年采集出束时间为 2h/a , 则控制室的放射工作人员(包括控制室内技师和采集时在控制室的手术医生)受到的附加有效剂量约为 0.0002mSv/a , 满足本项目公众成员年有效剂量管理目标限值 0.25mSv/a 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

综上所述, 本项目控制室的放射工作人员(包括控制室内技师和采集时在控制室的手术医生)受到的附加有效剂量最大为 $0.0002+0.0002=0.0004\text{mSv/a}$, 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, 同时在采集条件下, 机房外控制室的放射工作人员附加有效剂量最大为 0.0002mSv/a , 也满足本项目公众成员年有效剂量管理目标限值 0.25mSv/a 和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

本项目为介入手术医护人员配备有齐全的个人防护用品及辅助防护设施(具体见表 10-3), 并制定有严格的制度要求手术过程中手术医护人员严格穿戴个人防护用品。手术医生受到的照射剂量与铅悬挂防护屏设置位置、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, 应正确佩戴个人剂量计, 介入手术医生应在防护铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计;

(2) 医院应定期对个人剂量计进行监测, 根据监测报告结果, 合理分配工作量, 正确有

续表 11 环境影响分析

效使用防护用品，确保放射工作人员受到的年有效剂量低于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见表 11-5。

表 11-5 公众成员剂量估算

类别	机房外最大周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		曝光时间 (h/a)	居留因子*	年有效剂量 (mSv/a)
部分居留 (更衣间、CT 室、乳腺钼靶机房、DR 机房、备室、候诊厅等)	透视	0.004	38.3	1/4	0.0009
	采集	0.098	2		
电梯井、过道	透视	0.004	38.3	1/2	0.0017
	采集	0.098	2		
医生办公室、精神卫生中心大楼	透视	0.004	38.3	1/8	0.0004
	采集	0.098	2		

备注：居留因子参照 ICRP144 号报告 P185 表 4.4 取值。

根据上表核算，介入手术室周围公众成员受到的年附加有效剂量最大约为 0.0017mSv/a ，低于医院年剂量管理目标值 0.25mSv/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 0.25mSv/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

本项目介入手术室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，屏蔽体外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，辐射影响按距离的平方进行衰减，即距离辐射源越远，受到的影响越小。

各环境保护目标预测结果见表 11-6。

续表 11 环境影响分析

序号	名称	方位	水平距离	高差	摄影预测结果 (μSv/h)
1	控制室	东北侧	相邻	平层	≤0.098
	精神卫生中心大楼		约 37m	平层	0.00001
2	设备室	东南侧	相邻	平层	≤0.005
	更衣间、CT 室、医生办公室等		约 2m	平层	0.0001
3	过道	西南侧	相邻	平层	≤0.197
	乳腺钼靶机房、DR 机房、候诊厅、医生办公室等		约 4m	平层	0.001
4	过道	西北侧	相邻	平层	≤0.099
	电梯井、过道、输液厅、办公室等		约 3m	平层	0.016
5	病人候诊区	楼上	/	5.2	≤0.018
6	车库	楼下	/	4.5	≤0.018

根据上表可知，介入手术室邻近的各保护目标周围剂量当量率均不大于 2.5μSv/h，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 废气影响

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。本项目介入手术室依托新院区拟建新风系统，废气引至项目所在楼 6 楼顶东南侧拟建排放口排放，排放后经大气扩散稀释，浓度将进一步降低，也远小于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准“臭氧小时平均限值 0.2mg/m³、二氧化氮小时平均限值 0.2mg/m³”的要求，对环境的影响可接受。

11.3.2 废水影响

续表 11 环境影响分析

本项目废水进入医院污水处理站进行处理，达标后排入市政管网。新院区东侧拟建污水处理站（处理能力为 1100m³/d），接纳整个医院医疗废水。介入手术室劳动定员在医院现有工作人员调配，介入手术室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理，不会对周围环境产生影响。

11.3.3 固废影响

项目人员生活垃圾依托新院区生活垃圾收集桶收集后交环卫部门处理。

本项目介入手术室设置有专用的污物间，手术期间产生医疗废物存放在介入手术室的医疗废物桶内，并暂存于介入手术室专用污物间，在每天工作结束后再由污物间运出，运至新院区拟建医疗废物暂存间，并与医院其他医疗废物一起交有资质单位处理。

新院区医疗废物暂存间内拟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中文标签，医疗废物暂存间大门贴警示标识；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；拟设置紫外线消毒装置消毒，设置换气扇进行通风换气。医院拟与有资质的单位签订医疗废物处置协议，由该公司每天收集、处置医疗废物。因此，本项目产生医疗废物及时运送至医疗废物暂存间，此种处理措施依托可行。

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，由医院收集、暂存后妥善处理。

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。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，医疗照射应有足够的净利益，在能取得相同净利益的情况下，应尽可能采用非医疗照射的替代方法，在无替代方法时也应权衡利弊，判断医疗照射给接受诊断或治疗的个人或社会所带来的利益大于可能引起的辐射危害时，医疗照射才是正当的。

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。项目营运以后，将为病人提供一个优越的就医环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院的档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同

续表 11 环境影响分析

时也为医院创造了更大的经济效益。项目拟采取的辐射安全与防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。只有在临床上有充分理由要求，才能对已怀孕或可能怀孕的妇女进行会引起其腹部或盆腔受到照射的放射学检查，否则应避免 X 射线照射。应严格对儿童的诊断性医疗照射进行正当性判断。

因此，该医院 X 射线装置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

本项目主要使用 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“十三 5、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”，本项目属于上述“数字化医学影像设备的应用”，属于鼓励类。

综上，本项目 DSA 的使用符合国家的产业政策。

11.6 工作场所选址合理性

根据现状监测结果，拟建场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。本项目所在的新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧介入中心，周围主要为放射科及诊室、办公室等区域，本项目选址于此可行，不影响医院的整体布局；另外，项目出入口远离公众聚集区域，介入手术室周围一般公众成员较少，医院考虑了保守的防护方案，对周围环境影响甚微。

因此，从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

11.7 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

续表 11 环境影响分析

个方面：

①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 20mA，摄影时电压 125kV、电流 500mA，造成 DSA 机房外公众成员的误照射。

②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。

③未合理安排介入医生工作量，长期由一名医生开展手术，手术过程中医生未正确使用防护用品，造成工作人员的误照射。

(2) 后果分析

① DSA 机房外公众成员误照射

根据核算，在极端情况下，本项目 DSA 透视工况运行管电压为额定电压，即 125kV，电流自动跟随电压，电流不大于 110mA；在极端情况下，本项目 DSA 采集工况运行管电压也为额定电压，即 125kV，电流自动跟随电压，电流不大于 500mA。本项目 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 11-7，核算过程见支撑性材料。

表 11-7 手术室外误照射人员所受辐射剂量估算表

手术室	墙体外最大周围剂量当量率		单台手术最大采集时间	有效剂量	总有效剂量
	位置	周围剂量当量率			
控制室	墙体（东北、西南墙）	3.06 μ Sv/h（透视）	约 21min	0.0011mSv	0.0015mSv
	墙体（东北、西南墙）	12.82 μ Sv/h（摄影）	约 2min	0.0004mSv	

根据核算可知，在极端风险条件下，本项目 DSA 机房外公众成员受到的年有效剂量约 0.0015mSv，这种情况属于极端风险事故，发生概率极小。医院应加强设备维护，尽可能避免此类风险事故发生。

② DSA 机房内公众成员误照射

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，根据本项目 DSA 摄影的正常运行参数下（90kV，500mA），考虑人员受到照射的位置距离 X 射线装置靶点约 1m，受到 DSA 照射的时间最大约为 1min（DSA 设备上有急停按钮）的照射，其剂量估算情况见表 11-8。

续表 11 环境影响分析

表 11-8 误照射人员所受辐射剂量估算表

设备	1m 处发射率	受照时间	吸收剂量
DSA	5.3mGy·m ² /mA min	1min	0.27mGy

③放射工作人员误照射

本项目手术医生受到的年有效剂量以个人剂量计监测结果为准，医院每季度对放射工作人员个人剂量计测读一次值，如发现异常加密监测频率，医院应根据最大手术工作时间对手术医生进行工作调配，以确保其受到的剂量不超过年剂量管理目标值。因此要求放射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量计。如果手术医生在工作过程中未按要求佩戴个人剂量计，其收到的照射剂量无法进行跟踪，可能导致其受到超过年剂量管理目标值的照射。

(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值。

根据上述后果分析可知，本项目介入手术室在透视最大运行参数条件下运行时，导致手术室墙体外最大周围剂量当量率超过 2.5μSv/h；在摄影最大运行参数条件下运行时，导致手术室墙体外最大周围剂量当量率超过 25μSv/h，但单台手术时间内导致手术室外公众成员的有效剂量较小尚不足以造成一般辐射事故；本项目手术室 DSA 对公众成员发生单次误照射及放射工作人员在极端情况下发生事故可能使人员受到较大辐射剂量的照射，甚至造成一般辐射事故，但不会达到发生确定性效应阈值，可能导致随机性效应的发生概率增加。

(4) 风险事故防范措施分析

由于各种管理不善或人误等造成的误照射，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，放射工作人员对 DSA 机房按搜寻程序进行查找，确认没有无关人员停留在 DSA 机房后才开始操作。此外，在设备上设置有紧急停机按钮，只要相关人员了解该按钮的作用，可避免此类事故的发生。因此，在 DSA 机房内应设置此按钮醒目

续表 11 环境影响分析

的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

②加强医院管理，设备间日常上锁，DSA 机房病人通道防护门为脚踏式内开门；手术医生在开展手术时，需要进行机房内透视曝光时，应由熟练医生正确穿戴防护用品熟练完成。在操作间采集时，应确认机房内无工作人员，防护门已关闭方才开始曝光。

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。

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，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理小组，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。

重庆市渝北区中医院成立了放射诊疗与辐射防护管理工作领导小组（以下简称领导小组），明确了领导小组的职责。根据调查，医院领导小组具体负责成员学历能满足上述要求。因此，重庆市渝北区中医院的辐射安全与环境保护管理机构满足相关要求。

(2) 放射工作人员配置

本项目拟配置 10 名放射工作人员，包含 6 名介入手术医生、2 名护士和 2 名技师，目前具体人员未定，但均包含在医院总劳动定员内。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十五条的规定：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《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国家核技术利用辐射安全与防护培训平台免费学习相关知识。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。

12.2 辐射安全管理规章制度、档案

(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，重庆市渝北区中医院已制定了《辐射工作安全防护管理制度》、《人员培训计划》、《放射工作人员健康及个人剂量管理制度》、《设备使用及保养制度》、《辐射监测制度》等辐射安全管理规章制度和《辐射事故应急预案》。上述各种管理制度和应急预案考虑到了设备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。医院在此之前一直按照

续表 12 辐射安全管理

各项管理制度执行，到目前为止未曾发生过放射事故。

本项目建成后，医院还应补充介入手术室相关工作制度，如《操作规程》、《岗位职责》等，进一步完善放射工作人员学习、培训计划及放射事故应急预案等辐射安全管理制度。同时，医院还应根据在实际落实情况中不断完善已经制定的各项规章制度。

(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剂量档案，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。

医院建立了放射工作人员个人剂量档案，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。

(3) 年度评估

医院在《放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。目前医院已按照规定于每年 1 月 31 日前向发证机关提交了上一年度的评估报告。

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感，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。医院拟建立安全管理体系，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：

续表 12 辐射安全管理

①在院内开展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

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。	成立了辐射防护领导机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目拟配置的放射工作人员需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。
射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	购买的 DSA 自带急停按钮，同时本项目设置有门灯连锁装置，工作状态指示灯，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	已经建立了相关规章制度，还应补充《操作规程》、《岗位职责》等，进一步完善监测制度、放射工作人员学习、培训计划及辐射事故应急预案等辐射安全管理制度。待在本项目建成后，将相关制度在本项目放射工作场所张贴上墙。
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，包括个人剂量计。	本项目放射工作人员依托现有，医院已为每名放射工作人员配备个人剂量计，并拟配备一定数量的辐射防护用品（见表 10-3）供放射工作人员和病员使用。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急预案，应进一步完善预案。

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，进一步补充、完善本环评提出的防护措施和管理制度后，方具备从事本项目辐射活动的的能力，本项目方可投入正式运行。在后期运行

续表 12 辐射安全管理

过程中，医院还应强化医院辐射安全管理制度，严格要求放射工作人员遵守医院辐射安全管理制度。

12.5 辐射环境监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》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。

医院可配备相应的监测仪器或委托有资质的单位定期对所有射线装置进行监测，做好监测记录，存档备查。根据调查，医院每年均委托有资质单位对现有射线装置屏蔽体外辐射环境进行监测，满足相关要求。

本项目建成后，医院也应按照现有监测计划执行，定期对介入手术室周围环境进行监测，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：常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 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

医院在项目建成后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。

监测频度：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，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 等关注点位，通风管道传墙处正下方距地面高 1.7m 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

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，使用 II 类以上（含 II 类）射线装置的辐射工作单位应建立完善的辐射事故应急方案或

续表 12 辐射安全管理

具有针对性与操作性的应急措施。

医院设置有处理辐射事故的领导小组，制定了《辐射事故应急预案》，具体内容包括领导小组成员、领导小组的职责、应急预案的启动及应急处理程序。医院应根据辐射源项不断完善应急预案，完善医院放射事故应急处理流程，补充射线装置失控等辐射事故辐射事故应急处置流程、应急报告电话、辐射事故的调查等内容，定期进行辐射事故应急演练，并做好演练记录。

(1) 事故报告程序

一旦发生辐射事故，放射工作人员立即停机，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。报告联系电话如下：

医院应急办公室：023-67821372（24 小时值班）

环境保护举报热线电话：12369

重庆市辐射环境监督管理站：15998981300

重庆市卫生健康委员会电话：023-67903565

重庆市渝北区卫生健康委员会：023-67821062

重庆市渝北区生态环境局电话：023-86006200

(2) 辐射事故应急处置措施

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

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，工作人员应佩带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、

续表 12 辐射安全管理

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 本项目环保设施竣工验收要求一览表

序号	验收内容	本项目验收要求	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<0.25mSv	GB18871-2002、 GBZ130-2020 及医院 管理要求
3	人员要求	按照要求组织放射工作人员均持证上岗，按要求定期组织复训	环境保护部令第 18 号等
4	剂量率控制	机房四周墙体、门、窗外 30cm 处；顶棚上方（楼上）距离顶棚地面 100cm 等关注点位；通风管道传墙处正下方距地面高 1.7m 位置；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 2.5μSv/h；在摄影条件下检测时，周围剂量当量率不大于 25μSv/h。	GBZ130-2020
5	建设内容	1 台 DSA（II 类射线装置）	/
6	防护用品	按照要求为每名放射工作人员配备个人剂量计。	
		按表 10-3 执行，具体为：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 5 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 1 套；铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套各 2 套。	
7	辐射安全防护措施	①介入手术室病人出入口防护门设置门灯连锁系统，防护门外上方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。 ②介入手术室各防护门外均设置电离辐射警告标志，同时在病人通道入口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、应急程序等）。 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。	
8	管理	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。	

表 13 结论及建议

(1) 项目概况

重庆市渝北区中医院拟在重庆市空港工业园区 A 标准分区 A135-6/04 地块中医院新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧建设“渝北区中医院三级甲等医院建设项目（DSA 部分）”，在预留介入中心配备 1 台数字减影血管造影 X 射线装置，开展血管造影介入手术工作。项目总建筑面积约 120m²，总投资 1000 万元，其中环保投资约 30 万元。

(2) 实践正当性

本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。

(3) 产业政策符合性

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

(4) 辐射环境现状

本项目拟建址的地表 γ 剂量率的监测值在 66nGy/h~82nGy/h（未扣除宇宙射线），与重庆市多个点位的 2019 年环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率相比较处于本底涨落范围内。项目周围的辐射环境质量现状无异常。

(5) 选址合理性

本项目拟建址辐射环境质量现状无异常，周围活动人员相对较少，利于辐射屏蔽防护，位于新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧，紧邻放射科，便于集中管理，远离人流聚集区域，不影响医院的整体布局。因此，从辐射环境保护角度分析，本项目选址可行。

(6) 布局合理性

本项目所在的新院区门诊医技住院综合大楼二楼东南侧介入中心，周围主要为放射区域，一般公众活动较少，远离人流聚集区域，有利于辐射防护。介入手术室属于独立的手术间，设置 3 个防护门，分别用于工作人员、病人进出及污物运出。放射工作人员通道、病人通道、污物通道独立。

续表 13 结论及建议

综上所述，本项目布局考虑了不同类型通道相对独立，且利于辐射防护。从辐射环境保护角度分析，项目布局合理。

(7) 辐射安全与防护、污染治理措施

1) 辐射防护安全措施

①辐射工作场所分区管理

重庆市渝北区中医院根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将介入手术室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。

重庆市渝北区中医院将本项目介入手术室内部分区设置为控制区；控制走廊、设备室、污物间和楼上、楼下机房正对区域设置为监督区。对控制区防护门设置工作状态指示灯及辐射警示标志等设施，限制无关人员随意进入，以便控制正常照射和防止（或限制）潜在照射；对监督区定期开展辐射环境监测和评价。

②机房屏蔽防护

本项目介入手术室有效使用面积为 49.02m²，最小单边长度为 5.8m，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 C 形臂 X 射线设备机房有效使用面积和最小单边长度的要求。

本项目介入手术室东北墙、西北墙、西南墙屏蔽厚度为 37cm 厚实心页岩砖，东南墙屏蔽厚度为 48cm 厚实心页岩砖，顶棚屏蔽厚度为 10cm 厚砼+3mm 铅当量的硫酸钡板，铅防护门和铅玻璃观察窗厚度为 4mmPb，能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的屏蔽防护铅当量厚度要求，亦满足辐射防护安全要求。

③安全联锁装置及其他措施

本项目介入手术室病人进出口防护铅门拟设置有门灯联锁系统，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。本项目介入手术室各防护门外均拟设置电离辐射警告标志，机房门上方有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在病人走廊设置放射防护注意事项告知栏。

本项目拟使用具有多种固有安全防护措施并符合相关标准要求的 DSA 设备，DSA 拟配置 1 套铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏等辅助防护设施；按有关标准要求

续表 13 结论及建议

配备介入手术工作人员和患者个人防护用品；通风拟采用机械排风以保持机房内良好通风。

经分析，本项目采取的辐射安全与防护措施满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

2) 污染物治理措施

本项目设置机械排风系统，可保持介入手术室良好的通风。项目医务人员、患者及陪护人员产生的少量医疗废水依托新院区拟建污水处理站处理达标后排入市政污水管网；项目手术过程中产生医用器具、药棉、纱布、手套等医疗废物依托新院区拟建医疗废物暂存间暂存后与医院其他医疗废物一起交有资质单位处理；医务工作人员和患者的生活垃圾统一收集后，交环卫部门处理；废铅防护用品由医院收集、暂存后妥善处置。

(8) 环境影响分析

①机房屏蔽能力：根据核算，本项目介入手术室屏蔽体现有建成厚度能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的屏蔽厚度要求，屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

②剂量估算：根据医院提供的计划手术量，通过核算，在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人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 ），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（ 0.25mSv/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：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。根据射线装置衰减理论，则在距离机房更远的各环境保护目标处的周围剂量当量率将更小，项目运行，不会对环境保护目标带来不利影响。

④“三废”影响：DSA 运行中 X 射线与空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物，本项目设置机械排风系统，可保持介入手术室良好的通风。本项目产生的少量医疗废水依托新院区拟建污水处理站处理，医疗废物依托新院区拟建危废暂存间暂存后与医院其他危废一起交有资质单位处理，生活垃圾交环卫部门处理，废铅防护用品由医院收集、暂存后妥善处置。项目各污染物均能得到有效处理。

(9) 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，并明确了相应职责与分工；医院制订了辐射环境管理规章制度及辐射事故应急预案，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，以满足开展项

续表 13 结论及建议

目放射介入工作需求，并组织新进放射工作人员参加辐射安全与防护培训考核合格后上岗；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，重庆市渝北区中医院拟建的“渝北区中医院三级甲等医院建设项目（DSA 部分）”在完善相应的污染防治措施和管理措施后，项目运行时对周围环境和人员产生的影响满足环境保护的要求。在项目运行中，严格落实各项辐射安全与防护措施及辐射安全管理对环境及周围公众的影响可接受。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。

