

核技术利用建设项目

重庆市江北区中医院 介入中心改造项目

环境影响报告表



建设单位：重庆市江北区中医院

编制单位：重庆宏伟环保工程有限公司

编制时间：二〇二五年七月



生态环境部监制

核技术利用建设项目

重庆市江北区中医院 介入中心改造项目

环境影响报告表

建设单位名称：重庆市江北区中医院

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：重庆市江北区建东一村 35 号

邮编：400020

电子邮箱：1946225371@qq.com



联系人：李品龙

联系电话：13*****80

打印编号: 1752044752000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	6y07ro		
建设项目名称	重庆市江北区中医院介入中心改造项目		
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）	重庆市江北区中医院		
统一社会信用代码	12500105450429939C		
法定代表人（签字）	黄效东		
主要负责人（签字）	曾增		
直接负责的主管人员（签字）	李品龙		
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	肖英
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
赵蕾	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、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、结论及建议	BH024400	赵蕾

重庆市江北区中医院

关于同意对《重庆市江北区中医院介入中心改造项目环境影响报告表》（公示版）进行公示的说明

重庆市江北区生态环境局：

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》和《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，我院委托重庆宏伟环保工程有限公司编制了《重庆市江北区中医院介入中心改造项目环境影响报告表》。该报告经我公司审阅，考虑到项目部分内容涉及到商业秘密，报告表(公示稿)已删除了涉及商业秘密的内容：附图 2~附图 6、附件 1~附件 7，其他内容可根据相关要求予以公开。

我公司对该报告表(公示稿)内容负责，同意进行网上公示，并承诺在项目建设、运营中落实报告表中提出的环保措施，愿承担由该报告表带来的一切相关后果和责任。

特此说明。



附件

建设项目环评文件信息公开情况确认表

建设单位名称 (盖章)	重庆市江北区中医院	
项目名称	重庆市江北区中医院介入中心改造项目	
环评机构	重庆宏伟环保工程有限公司	
环评类别	☐ 报告书	☒ 报告表
经确认有无不予 公开信息内容	☒ 有不予公开内容	☐ 无不予公开信息内容
序号	不予公开信息的内容	不予公开内容的依据和理由
1	附图 2-6	涉及商业机密
2	附件 1-7	涉及商业机密

目录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	12
表 3	非密封放射性物质	12
表 4	射线装置	13
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	14
表 6	评价依据	15
表 7	保护目标与评价标准	17
表 8	环境质量和辐射现状	18
表 9	项目工程分析与源项	26
表 10	辐射安全与防护	34
表 11	环境影响分析	48
表 12	辐射安全管理	64
表 13	结论及建议	73

表 1 项目基本情况

建设项目名称		重庆市江北区中医院介入中心改造项目			
建设单位		重庆市江北区中医院			
法人代表	黄效东	联系人	李品龙	联系电话	13*****80
注册地址		重庆市江北区建东一村 35 号			
项目建设地点		重庆市江北区建东一村 35 号 重庆市江北区中医院中医康复保健综合大楼-1F 放射科			
立项审批部门		重庆市江北区发展和改革委员会	批准文号	2506-500105-04-05-790926	
建设项目总投资（万元）	789.80	项目环保投资（万元）	25	投资比例（环保投资/总投资）	3.17%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他		占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	无			
	1.1 建设单位概况 重庆市江北区中医院（以下简称“中医院”）建院于1980年，坐落在江北区观音桥商圈，是一所中医特色突出、学科建设较完善、技术力量较雄厚、中西医并举的三级中医院、全国示范中医院。中医院现占地面积25亩，编制床位550张，临床和医技科室30余个。中医院现有职工627人，其中高级职称100人，博士研究生6人、硕士研究生107人。中医院拥有国家级名老中医专家传承工作室1个；市级名老中医专家传承工作室2个，市外知名中医药专家在渝工作室2个；区级名老中医药专家传承工作室4个。国家级中医特色专科1个；市级中医重点专科2个，市级中医特色专科1个，市级中医重点专科建设项目1个，市级中医特色专科建设项目3个。				

续表 1 项目基本情况

1.2 项目由来

为了提供更好的医疗服务，重庆市江北区中医院拟在重庆市江北区建东一村 35 号重庆市江北区中医院中医康复保健综合大楼（一号楼）-1F 实施“重庆市江北区中医院介入中心改造项目”，拟将放射科部分射线装置机房（5 号检查室、6 号检查室、闲置机房等）及其辅助用房（控制室、走廊等）改造为介入中心，内设 1 间介入手术室（DSA 机房）及其辅助用房，并配置 1 台血管造影用 X 射线装置开展血管造影介入手术工作。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日），项目涉及的血管造影用 X 射线装置（以下简称“DSA”）属于 II 类射线装置。DSA 使用时将会对周围环境产生一定的电离辐射影响，根据《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》等相关规定，项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）的“五十五 核与辐射 172 核技术利用建设项目”可知，使用 II 类射线装置的项目环境影响评价文件形式为编制环境影响报告表。

中医院委托重庆宏伟环保工程有限公司开展该项目的环境影响评价工作，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《重庆市江北区中医院介入中心改造项目环境影响报告表》。

1.3 现有项目遗留问题及施工计划

本次项目用房改造区域涵盖中医康复保健综合大楼-1F 放射科的 5 号检查室、6 号检查室、闲置机房、控制室及走廊等。其中，5 号检查室与闲置机房将改造为介入中心的介入手术室（DSA 机房）及控制室，原控制室则重新规划为设备间与库房；6 号检查室及其控制室将改造为介入中心的更衣间、刷手区等辅助用房；走廊改造为介入中心的换鞋区、医生休息室、谈话间、缓冲区等辅助用房。本次改造工程中，项目用房的楼板维持原状，原 5 号检查室的西南墙将作为介入手术室的墙体予以保留。除保留部分外，项目用房其余墙体、门窗（包括防护门、铅窗）等将全部拆除。拆除的墙体、门窗等运至政府指定的合法渣场倾倒，铅防护门、铅观察窗根据中医院相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

中医康复保健综合大楼-1F 放射科的 5 号检查室、6 号检查室原配置的数字化医用 X

续表 1 项目基本情况

射线摄影系统（III类射线装置）、全景牙科 X 射线机（III类射线装置）在使用期间未发生任何辐射事故，也未收到相关投诉。目前，上述 2 台射线装置已处于闲置状态，并已启动报废处置流程，将在施工前全部拆除、搬离。数字化医用 X 射线摄影系统、全景 X 射线机产生的污染物主要为 X 射线以及氮氧化物、臭氧等废气，均随射线装置的开、关而产生和消失，故不存在环保遗留问题。

1.4 项目概况

1.4.1 项目组成

（1）项目名称：重庆市江北区中医院介入中心改造项目

（2）建设单位：重庆市江北区中医院

（3）建设地点：重庆市江北区建东一村 35 号重庆市江北区中医院中医康复保健综合大楼（一号楼）-1F 放射科

（4）建设性质：改扩建

（5）建设规模：将中医康复保健综合大楼（一号楼）-1F 放射科部分射线装置机房（5 号检查室、6 号检查室、闲置机房等）及其辅助用房（控制室、走廊等）改造为介入中心，内设 1 间介入手术室（DSA 机房），并配置 1 台 DSA（II 类射线装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，单管头设备）开展血管造影介入手术工作。项目总建筑面积约 148m²。

（6）项目投资：总投资约 789.80 万元，其中环保投资约 25 万元。

（7）施工期：预计 3 个月。

项目组成情况见下表 1-1。

表 1-1 项目组成一览表

分类	项目	项目组成	备注
主体工程	工作场所	介入中心拟布置在中医康复保健综合大楼（一号楼）-1F 放射科，建筑面积约 148m ² ，内设介入手术室以及控制室、换鞋区、更衣间、医生休息室、谈话间、刷手区、设备间、库房等辅助用房。	依托主体结构改造
	射线装置机房	介入中心内设 1 间介入手术室，其有效内空尺寸为 6.97m×5.99m×3.99m（长×宽×高），吊顶后空高为 2.70m，有效使用面积约 41.75m ² 。	
	射线装置	单管头 DSA（II 类射线装置）：1 台；设备型号：Artis zee III ceiling；最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA；固定安装在介入手术室内。	

续表 1 项目基本情况

分类	项目	项目组成	备注
辅助工程	辅助用房	介入中心的辅助用房布置在介入手术室周围，主要包括缓冲区、控制室、换鞋区、更衣间、医生休息室、谈话间、刷手区、设备间、库房等，并依托放射科现有值班室、办公室、卫生间等辅助用房。	依托主体结构改造
公用工程	供配电	市政电网供电，依托同层柴油发电机房内的柴油发电机作为备用电源。	依托
	给水	由城市供水管网提供，依托中医院供水管网	依托
	排水	依托中医院内雨水管网及污水管网；雨水经院内雨水管网收集后排入市政雨水管网；医疗废水依托中医院污水处理站（处理能力为400m ³ /d）处理后排入市政污水管网。	依托
	通风	介入手术室拟采取机械进风、机械排风的通风方式。介入手术室内拟设置1个抽风口，布置于吊顶南侧，抽风口距离室内地面约2.7m。介入手术室抽风量约500m ³ /h。	新建
环保工程	废水处理措施	依托中医院已建污水处理站（处理能力为400m ³ /d），废水经处理后接入市政污水管网。	依托
	废气处理措施	介入手术室采用机械排风系统，废气经管道收集后经东南侧库房、走廊、主任办公室引至室外排放，排放高度距离室外地面约2m。	新建
	固废处置措施	项目运行产生的废物依托中医院的收运系统收集运输。生活垃圾收集后交市政环卫部门处理。手术过程中产生的医疗废物收集后转移至中医康复保健综合大楼南侧医废暂存间暂存，而后再交由有资质的单位处置。不再使用的含铅防护用品中医院收集后妥善保存，做好记录，交由有资质单位处置。DSA报废按照相关要求去功能化后，根据中医院相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。	依托
	辐射防护	拟采用足够铅当量厚度的实心砖、硫酸钡水泥、辐射防护板、铅玻璃、铅防护门等作为介入手术室屏蔽防护体的材料。介入手术室按相关标准要求设置状态指示灯、门灯联锁、对讲系统、自动闭门装置、防夹装置等，保证DSA运行安全。	部分依托部分新建

1.4.2 介入手术室的辐射防护方案设计

拟建介入中心依托现有主体结构，内部根据设计重新布局和建设。项目用房楼板维持原状，原5号检查室的西南墙将作为介入手术室的墙体予以保留。除保留部分外，介入中心其余墙体、门窗等将全部拆除。介入手术室的具体屏蔽方案见表1-2。

表 1-2 介入手术室辐射屏蔽防护设计方案

机房尺寸	方位		辐射防护设计情况	备注
有效内空尺寸： 6.97m×5.99m×3.99m （长×宽×高） 有效使用面积： 41.75m ²	墙体	西南	370mm 实心砖（240mm 实心砖+120mm 实心砖+水泥砂浆）+15mm 硫酸钡水泥	依托现有 240mm 实心砖，新建 120mm 实心砖，并新增敷设 15mm 硫酸钡水泥
		其他	370mm 实心砖+15mm 硫酸钡水泥	新建
	顶棚		180mm 混凝土+2mmPb 辐射防护板	依托现有 180mm 混凝土，吊顶处增设 2mmPb（电压 125kV 条件下）辐射防护板

续表 1 项目基本情况

机房尺寸		方位	辐射防护设计情况		备注
有效内空尺寸：6.97m×5.99m×3.99m （长×宽×高） 有效使用面积：41.75m²		地板	180mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥		依托现有 180mm 混凝土，并新增敷设 30mm 硫酸钡水泥
		防护门	4mmPb		新建，5 个
		观察窗	4mmPb		新建，1 个
备注：实心砖密度 1.65g/cm³，混凝土密度 2.35g/cm³，硫酸钡水泥密度 3.2g/cm³，铅密度 11.3g/cm³。					
1.4.3 设备配置					
项目主要配套设施设备见表 1-3。					
表 1-3 项目主要配套设施设备配置一览表					
序号	名称	数量	用途	位置	备注
1	DSA （125kV，1000mA）	1 台	介入手术	介入手术室内	拟购，II类射线装置，单管头，型号：Artis zee III ceiling
2	电源柜	1 套	DSA 配电	设备间	DSA 配套设备
3	高压发生柜	1 套	DSA 高压装置	设备间	
4	系统控制柜	1 套	设备控制和数据传输	设备间	
5	控制系统	1 套	操作 DSA	控制室	
6	中心供氧装置	2 套	患者供氧	介入手术室内	手术配套 设备
7	除颤仪	1 台	手术配套用	介入手术室内	
8	高压注射器	1 台	手术配套用	介入手术室内	
9	吸痰器	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	2 台	手术配套用	介入手术室内	
12	排风系统	1 套	通风	介入手术室内	/
13	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜	4 套	工作人员防护	控制室内	≥0.5mmPb
14	介入防护手套	若干	工作人员防护		≥0.025mmPb
15	床侧防护帘/床侧防护屏	1 套	工作人员防护	介入手术室内	≥0.5mmPb
16	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	1 套	工作人员防护		≥0.25mmPb
17	移动铅防护屏风	1 套	工作人员防护		≥2mmPb
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	更衣室内	儿童、成人各 1 套 ≥0.5mmPb
19	个人剂量计	按需	辐射工作人员个人剂量监测	辐射工作人员佩戴	医护内外各 1 枚 技师 1 枚
备注：可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。					

续表 1 项目基本情况

1.4.4 劳动定员及工作制度

(1) 劳动定员

项目拟配置 10 名放射工作人员，主要包括介入手术医师 6 人（心脏介入、神经介入和综合手术的医生各 2 名）、技师 2 人、护士 2 人，不从事其他放射工作。项目配置的放射工作人员均由内部培养调配，不新增中医院总劳动定员。

(2) 工作制度

放射工作人员年工作 250 天，每天工作时间 8h，实行轮休制。

1.4.5 工作负荷

项目拟开展心脏介入、神经介入和综合手术，预计年开展心脏介入手术约 150 台、神经介入 150 台、综合介入 300 台。

1.5 外环境概况

中医院位于重庆市江北区建东一村 35 号，属于城市建成区。项目所在中医康复保健综合大楼周围紧邻区域均为院内绿化、道路、停车位以及休闲广场（含停车位）等，之外为院内停用老住院楼（二号楼）、医疗废物暂存间、污水处理站机房、前广场（含停车位）等，院外为同心苑、敬业大厦、五岳国际公寓、建北一支路、中国电信股份有限公司（重庆江北分公司）、江北区疾病预防控制中心以及商住楼等。中医院总平面布置及周围环境布置图见附图 2，中医康复保健综合大楼外环境见下表。

表 1-4 项目所在楼外环境关系表

序号	名称	方位	最近水平距离	垂直高差	环境特征
1	休闲广场（含停车位）	东北	紧邻	约 0m	院内休闲、停车场所
2	老住院楼（二号楼）	东	约 15m	约 0m	停用，待改建
3	道路、绿化、停车位	东南	紧邻	约-1m	院内道路、绿化、停车位等
4	医疗废物暂存间、污水处理站机房		约 13m	约-3.5m	院内辅助用房，1F
5	同心苑		约 32m	约+3m	4 栋居民楼，11~33F
6	敬业大厦、五岳国际公寓		约 31m	约-8m	2 栋商住楼，26~33F
7	前广场	西南	紧邻	约-2m	入院、停车场所
8	道路、绿化等	西北	紧邻	约+3m	院内道路、绿化、停车位
9	建北一支路		约 2m	约+3m	市政道路，次干道，双向四车道

续表 1 项目基本情况

序号	名称	方位	最近水平距离	垂直高差	环境特征
10	中国电信股份有限公司 (重庆江北分公司)	西北	约 36m	约+3m	1 栋商住楼（办公、宿舍），6F
11	江北区疾病预防控制中心		约 33m	约+7m	1 栋疾控中心用房，8F
12	商住楼		约 31m	约+13m	2 栋商住楼，11~12F

备注：“-”代表其 1F 地面低于中医康复保健综合大楼 1F 地面。

项目介入手术室位于中医康复保健综合大楼内，其周围 50m 范围内主要为院内道路、绿化、停车位、广场（含停车位）以及医疗废物暂存间、污水处理站机房等，院外同心苑、建北一支路等。因此，项目周边保护目标主要为该医院从事本项目放射诊疗项目的放射工作人员及周围活动的公众成员。

1.6 项目选址可行性分析

项目拟使用 DSA 从事介入手术工作，DSA 运行过程中主要产生电离辐射影响。项目选址于中医院中医康复保健综合大楼-1F 放射科，便于射线装置的集中管理。放射科所在楼层主要布置有放射科、制剂室及设备用房，无关人流相对较少。拟建介入中心位于放射科北部，通过墙体、走廊等与周边其他功能区分隔，独立成区，减少对周围活动人员的影响。拟建介入手术室设置于介入中心南部，其周边紧邻介入中心内部用房及放射科 4 号检查室（CT 机房）、走廊，上层为输液室、药学门诊室与公共走廊，下层为车库，人员活动频次较低且停留时间较短。根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

1.7 项目建设背景

1.7.1 项目用房环保手续情况

项目位于中医院康复保健综合大楼。中医院委托有资质单位先后编制完成了《重庆市江北区中医院康复保健综合大楼环境影响报告书》《重庆市江北区中医院康复保健综合大楼项目环境影响补充评价》，分别于 2009 年 11 月 4 日、2010 年 5 月 28 日取得《重庆市建设项目环境保护批准书》（渝（江）环准〔2009〕112 号）《重庆市江北区环境保护局关于<重庆市江北区中医院康复保健综合大楼环境影响补充评价>的审查意见函》（江北环函〔2010〕62 号）。2017 年 9 月 22 日取得了《重庆市建设项目竣工环境保护验收批复》（渝（江北）环验〔2017〕69 号），对重庆市江北区中医院康复保健综合大楼

续表 1 项目基本情况

一期工程(不含放射科)进行了竣工环境保护验收。

项目所在中医院康复保健综合大楼（一号楼）-1F 放射科内现有射线装置均属于Ⅲ类射线装置，且于 2019 年填报了《放射诊断建设项目环境影响登记表》（201950010500000472），并开展了辐射监测，办理了《辐射安全许可证》。

根据调查，重庆市江北区中医院在建设和运营过程中，未曾发生过环保事故，也不存在环保遗留问题。此外，重庆市生态环境局、重庆市江北区生态环境局均未收到对中医院的核技术利用相关的环保投诉。

1.7.2 与项目有关辐射环境问题

（1）中医院现有设备情况

经现场和咨询，重庆市江北区中医院现配置有 14 台Ⅲ类射线装置，于 2023 年 8 月 16 日办理了《辐射安全许可证》（渝环辐证[12164]号），有效期至 2028 年 8 月 15 日，现使用的射线装置均在许可范围内。详见支撑性材料附件三。

中医院现有医用 X 射线装置见表 1-6。

表 1-6 中医院现有 X 射线装置一览表

序号	设备名称	类别	数量	使用场所	备注
1	移动式数字摄影 X 射线系统	Ⅲ类	1 台	病房床旁（移动式）	/
2	医用 X 射线 CT 机	Ⅲ类	1 台	二号楼一楼放射科 CT 检查室	停用，已启动报废处置流程
3	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	Ⅲ类	1 台	一号楼负一楼 1 号检查室	/
4	双能 X 射线骨密度仪	Ⅲ类	1 台	一号楼负一楼 2 号检查室	/
5	医用诊断 X 射线系统	Ⅲ类	1 台	一号楼负一楼 3 号检查室	/
6	医用 X 射线 CT 机	Ⅲ类	1 台	一号楼负一楼 4 号检查室	/
7	数字化医用 X 射线摄影系统(DR)	Ⅲ类	1 台	一号楼负一楼 5 号检查室	停用，已启动报废处置流程
8	全景牙科 X 射线机	Ⅲ类	1 台	一号楼负一楼 6 号检查室	
9	乳腺 X 射线机	Ⅲ类	1 台	一号楼负一楼 7 号检查室	/
10	移动式 C 形臂 X 射线机 (C 形臂)	Ⅲ类	1 台	一号楼六楼手术 6 间	/
11	储能式 C 型臂 X 射线机	Ⅲ类	1 台	一号楼六楼手术 7 间	/
12	牙科 X 射线机	Ⅲ类	1 台	一号楼四楼口腔科牙科 X 射线机室	/
13	医用 X 射线 CT 机	Ⅲ类	1 台	一号楼五楼 CT 检查室	/
14	数字化医用 X 射线摄影系统(DR)	Ⅲ类	1 台	一号楼五楼 DR 检查室	/

续表 1 项目基本情况

中医康复保健综合大楼（一号楼）-1F 的 5 号检查室、6 号检查室作为项目介入中心的用房，内部安装的数字化医用 X 射线摄影系统 (DR)、全景牙科 X 射线机已停用，正在报废处理中。老住院楼（二号楼）已停用，其 1F 放射科 CT 检查室中的医用 X 射线 CT 机已停用，正在报废处理中。医院其他射线装置设备手续齐全，运行至今使用情况良好。 （2）辐射管理情况 ①中医院配备了 54 名放射工作人员从事射线装置操作，建立了放射工作人员个人剂量档案和职业健康档案，中医院所有放射工作人员均佩戴了个人剂量计，每 3 个月将个人剂量计交有资质单位进行检测，并建立了个人健康档案。现有放射工作人员均参加了辐射工作安全防护培训，并考核合格，考核成绩在有效期内。 ②中医院按照要求每年对现有核技术利用项目进行监测。根据泉融科技(重庆)有限公司出具的 1 号楼负一楼放射科检查室工作场所防护检测结果报告（受理编号：渝泉融放检字〔2024〕401 号）可知，各射线装置正常运行条件下，其所在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。 ③根据重庆联尔医学研究院有限公司给中医院出具的 2024 年度外照射个人剂量检测报告（渝联放个检字〔2024〕0655 号）可知，院内辐射工作人员受到的年有效剂量为 0.05~0.49mSv，均低于中医院的年有效剂量管理目标值（5mSv）。根据重庆联尔医学研究院有限公司给中医院出具的 2025 年第一季度（1 月~3 月）外照射个人剂量检测报告（渝联放个检字〔2025〕0670-1 号）可知，院内辐射工作人员受到的剂量均低于检出限值（0.05mSv），均低于中医院的三个月有效剂量管理目标值（1.25mSv）。中医院现有射线装置正常运行条件下，其所在机房屏蔽体外的周围剂量当量率均小于 2.5μSv/h，周围长期居留的公众成员少，经其他墙体屏蔽，距离衰减后，公众成员受到的年有效剂量能低于中医院的年有效剂量管理目标值（0.1mSv）。 ④中医院成立了放射防护与辐射安全工作领导小组，制定了相应的管理制度和应急预案，并张贴上墙。 （3）小结 根据上述调查，中医院运营至今，辐射设备运营良好，无辐射安全事故发生，相关
--

续表 1 项目基本情况

主管部门未收到环保投诉，也未产生环保纠纷，无核技术利用相关的环保投诉和环保遗留问题，满足辐射环境管理的要求。

1.6.3 与项目整体的依托可行性分析

项目用房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		可行性分析
主体工程		项目用房原为中医康复保健综合大楼-1F 放射科部分射线装置机房（5 号检查室、6 号检查室、闲置机房等）及其辅助用房（控制室、走廊等），目前上述用房均已停用，处于闲置状态。本次介入中心仅需拆除原有墙体，并重新布局、装修后，便可投入使用。因此，项目主体建筑依托可行。
公用工程	给水	中医院由市政供水管网供给。项目位于中医康复保健综合大楼内，依托现有给水管网供水可行。
	排水	医疗废水和生活污水经现有污水处理站处理后排入市政污水管网，项目污水能接入医院的排污管网中。因此，项目依托中医院排水管网排水可行。
	供配电	中医院用电由市政电网引入，项目依托中医院供电系统可行。
环保工程	废水	中医院地理式污水处理站位于中医康复保健综合大楼南侧，设计处理能力 400m ³ /d，医疗废水和生活污水经处理达标后排入市政污水管网，而后进入唐家沱污水处理厂进一步处理，处理达标后排入长江。项目的建设不新增劳动定员、门诊等人数，且项目在现有污水处理站的纳入范围内。项目产生的废水为一般医疗废水，污水处理站采用“二级处理+消毒”工艺，能够满足对项目废水的处理需求。因此，项目废水依托污水处理站处理可行。
	生活垃圾	医院设置移动式生活垃圾箱，生活垃圾收集后交环卫部门处理
	医疗废物	中医院医废暂存间位于中医康复保健综合大楼南侧，建筑面积约 15m ² ，已按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求进行防渗、防腐、硬化处理。医院危险废物定期交有资质的单位处置，项目依托可行。
工作人员		项目劳动定员 10 人，包含医师、技师、护士等，均从中医院现有工作人员中调配培养，不新增中医院总劳动定员，项目依托可行。
辐射安全管理		中医院已经建立了放射防护与辐射安全工作领导小组，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，待项目建成后新增介入手术人员岗位职责、DSA 操作规程、患者告知制度和修订相关管理制度后可依托。

根据上表分析可知，项目依托中医康复保健综合大楼主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程、中医院劳动定员和辐射环境管理机构及制度等可行。

本次项目是将中医康复保健综合大楼-1F 放射科的 5 号检查室、6 号检查室、闲置机房、控制室及走廊等改造为介入中心，内部全部重新布局，通风系统、管线等设施全部新建，急停按钮、对讲装置、含铅防护用品等辐射安全防护设施均新建。拟建介入手术室（DSA 机房）仅有楼板及西南墙予以保留，并通过增设辐射防护板、硫酸钡水泥及

续表 1 项目基本情况

页岩砖等方式强化屏蔽能力外，其余屏蔽体（含墙体、防护门、观察窗等）均拆除重建。因此，项目用房内部布局进行了全面调整，介入手术室的通风系统、管线以及辐射安全防护设施（含屏蔽体）等主要为新建。中医院放射科现有射线装置已稳定运行多年，未发生任何辐射事故。根据射线装置的设备性能检测以及屏蔽体外的剂量监测可知，中医院现有在用射线装置的屏蔽防护设施完好，射线装置正常运行时，屏蔽体外辐射剂量率均满足相关标准的要求。本次项目的实施不改变其原有射线装置工作场所的布局以及辐射安全防护设施。因此，项目不涉及“以新带老”相关内容。

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
拟建项目不涉及。								

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
拟建项目不涉及。										

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
拟建项目不涉及										

（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	DSA	II类	1	Artis zee III ceiling	125	1000	介入手术	中医康复保健综合 大楼-1F 放射科介入 中心的介入手术室	拟购
以下空白									

（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	
拟建项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
O ₃ 、NO _x	气态	/	/	/	极少量	/	/	机械排风，废气引至中医康复保健综合大楼-室外排放，排放高度距离室外地面约 2m
医疗废物	固态	/	/	/	少量	/	医废暂存间	交有资质单位处置
生活垃圾	固态	/	/	/	少量	/	生活垃圾收集点	交环卫部门处置
废铅防护用品	固态	/	/	/	少量	/	/	由中医院收集、妥善暂存，做好记录，最后交由有资质单位处置
报废的 DSA	固态	/	/	/	/	/	/	DSA 报废按照相关要求去功能化后，根据中医院相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档
生活污水	液态	/	/	/	少量	/	/	排入中医院污水处理站处理达标后接入市政污水管网
医疗废水	液态	/	/	/	少量	/	/	
项目不涉及放射性废物								

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固态为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法律 法规 文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日修订施行； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修正施行； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行； (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日修订施行； (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 日修订施行； (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 日修订施行； (7) 《医疗废物管理条例》，中华人民共和国国务院令第 380 号； (8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日修正施行； (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； (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； (11) 《国家危险废物名录（2025 年版）》，中华人民共和国生态环境部令第 36 号，2025 年 1 月 1 日起施行； (12) 《医疗废物集中处置技术规范（试行）》，环发〔2003〕206 号，2003 年 12 月 26 日起施行； (13) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》； (14) 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； (15) 《重庆市环境保护条例》，2022 年 11 月 1 日修正施行； (16) 《重庆市辐射污染防治办法》，渝府令第 338 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行。
----------------	---

续表 6 评价依据

技术 标准	(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 环境影响评价文件的内容和格式》(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) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)； (7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)； (8) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)； (9) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)； (10) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)； (11) 《医疗废物处理处置污染控制标准》(GB 39707-2020)。
其他	(1) 环境影响评价委托书，见附件 1； (2) 项目所在楼环评及验收批复，见附件 2； (3) 监测报告，见附件 3； (4) 辐射安全许可证，见附件 4； (5) ICRP33 号报告《Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine》； (6) NCRP147 号报告《Structural shielding Design for Medical X-ray Imaging Facilities》； (7) 《医用外照射源的辐射防护》； (8) 《电离辐射剂量学》； (9) 中医院提供的防护方案等其他资料。

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，确定以拟建项目介入手术室边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 环境保护目标

重庆江北区中医院位于重庆市江北区建东一村 35 号，地块总体呈现西北和东北高、东南和西南低，垂直高差最大约 12m。项目所在中医康复保健综合大楼建筑结构为 -3F/5F/23F，西北侧人行入口设置在 2F，其他人行入口均设置在 1F。中医康复保健综合大楼剖面见附图 4。

根据项目介入中心布局及介入手术室屏蔽体外周围环境情况，介入手术室东南侧、西北侧 50m 评价范围超出中医院红线，另外两侧在中医院范围内。拟建介入手术室评价范围内活动的人员约 1200 人，环境保护目标统计情况见表 7-1。

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 (m)	最小高差 (m)	敏感目标特性	受影响人群	影响因素
1	控制室	东北	约 0~2	同层	项目用房	放射工作人员	电离 辐射
	刷手区、更衣间、7 号检查室、走廊、卫生间、制药室、发电机房、弱电机房等		约 2~41	同层	项目用房及中医院其他用房	公众成员	
2	休闲广场		约 38~50	约-4	院内建筑外公共区	公众成员	
3	库房、设备间、学习室、卫生间、库房、办公室等	东南	约 0~10	同层	项目用房及中医院其他用房	公众成员	
4	院内道路、绿化		约 10~35	约+3	院内建筑外公共区	公众成员	
5	同心苑 6 单元及小区道路、绿化		约 32~50	约+6	1 栋居民楼，11F	公众成员	
6	敬业大厦及小区道路、绿化		约 34~50	约-4	1 栋商住楼，33F	公众成员	
7	检查室、控制室、休息室、阅片室等	西南	约 0~42	同层	中医院其他用房	公众成员	
8	前广场		约 28~50	约+2	院内建筑外公共区	公众成员	
9	缓冲区、走廊、医生休息室、谈话间、值班休息室、配电房、库房等	西北	约 0~17	同层	项目用房及中医院其他用房	公众成员	
10	院内道路、绿化等		约 17~21	约+7	市政道路	公众成员	

续表 7 保护目标与评价标准

序号	名称	方位	水平距离 (m)	最小高差 (m)	敏感目标特性	受影响人群	影响因素
11	建北一支路及绿化	西北	约 21~50	约+7	市政道路	公众成员	电离辐射
12	门诊大厅门诊室(含药学门诊室)、治疗室(含输液室)、药房等用房(1F)	楼上	/	约+4.3~8.5	中医院其他用房	公众成员	
	门诊室、治疗室、住院等用房(2F~13F)	楼上	/	约+8.5~50	中医院其他用房	公众成员	
13	车库以及锅炉房、中心供氧机房等设备用房(-2F)	楼下	/	约 0 ~ -4.1	中医院其他用房	公众成员	
	车库以及冷冻机房、消防水泵房等设备用房(-3F)		/	约-4.1~-8.2	中医院其他用房	公众成员	

备注：“-”代表其地面低于中医康复保健综合大楼-1F地面，“+”代表其地面高于中医康复保健综合大楼-1F地面。

7.3 评价标准中相关指标要求

(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。

4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制

B1 剂量限值

B1.1.1.1 应对工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述控制值。

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 作为职业照射剂量限值。

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不超过下述限值：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

续表 7 保护目标与评价标准

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。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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

b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内；

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 形臂，按单管头 X 射线设备执行。

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小于表 3（本报告表 7-3）要求。

表 7-3 不同类型射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类	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

项目拟配置的 DSA 为 C 形臂 X 射线设备，执行其屏蔽防护铅当量。

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（即表 7-3）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。

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

续表 7 保护目标与评价标准

于 0.25mSv。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4（即下表 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。

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	—

注 1：“—”表示不作要求。

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

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。

附录 B

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。

表 B.1 中备注 1：介入放射学设备按透视条件进行检测。

B.2 关注点检测的位置要求

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。

（3）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。

续表 7 保护目标与评价标准

根据中医院提供的资料，项目放射工作人员年有效剂量管理目标值为 5mSv/a；公众成员年有效剂量管理目标值为 0.1mSv/a。

综上所述，拟建项目的评价要求见表 7-5 所示。

表 7-5 评价标准汇总表

年剂量限值要求			执行依据
分类	年剂量限值	年有效剂量管理目标值	
放射工作人员	20mSv/a	5mSv/a	GB18871-2002 及中医院管理要求
公众成员	1mSv/a	0.1mSv/a	
环境剂量控制			执行依据
透视时	介入手术室外 30cm 处， 楼上距顶棚地面 100cm 处、地板下方（楼下）距 离下层地面 1.7m 处	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。	《放射诊断放射防 护要求》 （GBZ130-2020）
摄影时		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。	
机房面积控制			
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）	
DSA	20	3.5	

注：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

拟建项目位于重庆市江北区建东一村 35 号重庆市江北区中医院中医康复保健综合大楼-1F 放射科。项目地理位置图见附图 1，项目场所位置见附图 3（2）所示。

8.2 环境质量和辐射现状

为掌握项目所在位置的辐射环境背景水平，重庆新绿环保工程有限公司于 2025 年 6 月 18 日对重庆市江北区中医院介入中心改造项目所在地的环境γ辐射剂量率进行了监测，监测报告编号为：渝新绿环(监)〔2025〕028 号。

8.2.1 监测因子

环境γ辐射剂量率。

8.2.2 监测方案

（1）监测方法和依据

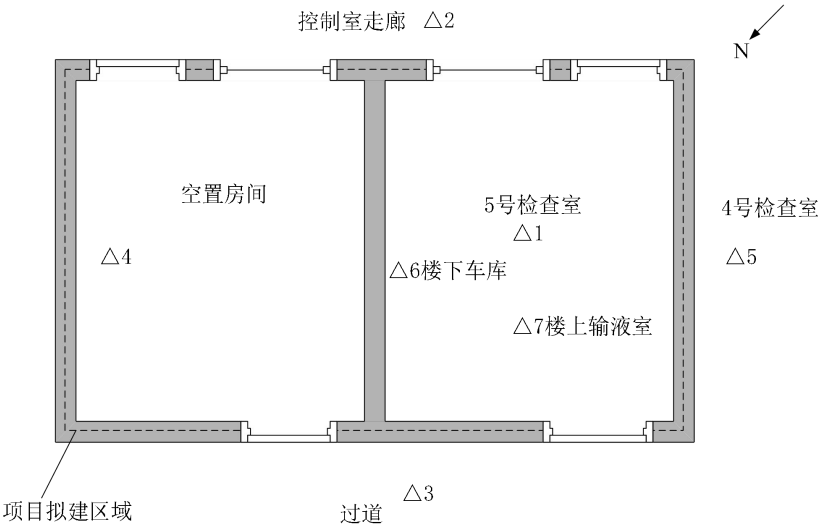
监测方法和依据见表 8-1。

表 8-1 监测方法和依据

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

（2）监测点位布置

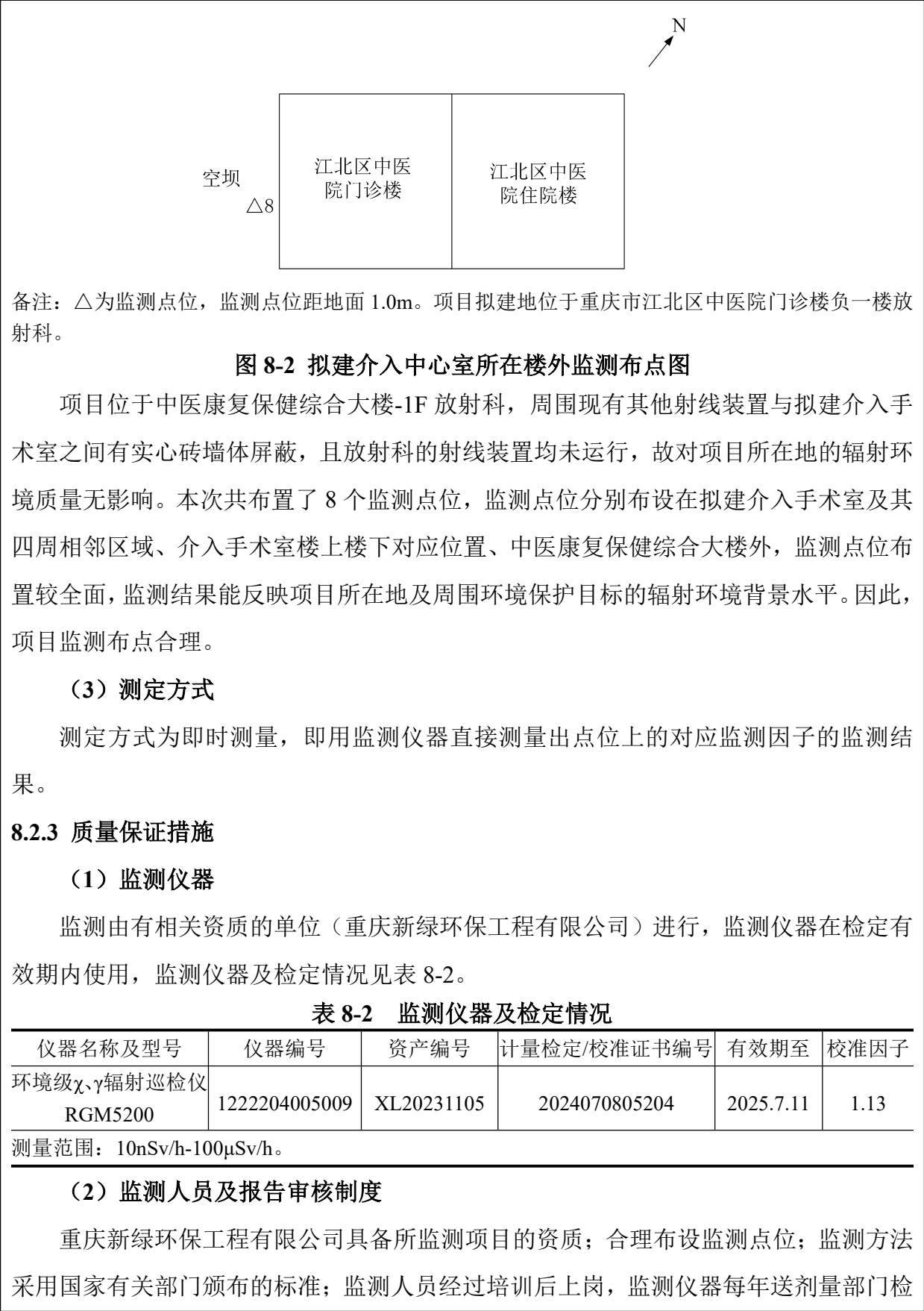
项目监测布点示意图见图 8-1 和图 8-2。



备注：△为监测点位，监测点位距地面 1.0m。项目拟建地位于重庆市江北区中医院门诊楼负一楼放射科。

图 8-1 拟建介入手术室及周围监测布点图

续表 8 环境质量和辐射现状



续表 8 环境质量和辐射现状

定合格后在有效期内使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；监测时由专业人员按操作规程操作仪器，获取足够的数量，并做好记录；监测报告严格实行三级审核制度，经过校验、审核、审定，最后由授权签字人签发。

8.2.4 监测结果

监测结果和监测布点见监测报告：渝新绿环(监)〔2025〕028 号（附件 4），监测结果统计见表 8-3。

表 8-3 项目所在区域辐射环境监测结果统计

监测点位	监测点位描述	环境γ辐射剂量率	
		μGy/h	nGy/h
△1	拟建介入手术室内 (现为 5 号检查室、闲置机房)	0.097	97
△2	拟建介入手术室东南侧走廊内	0.098	98
△3	拟建介入手术室西北侧走廊内	0.101	101
△4	拟建介入手术室东北侧控制室内 (现为闲置机房)	0.119	119
△5	拟建介入手术室西南侧 4 号检查室内	0.084	84
△6	拟建介入手术室楼下车库内	0.073	73
△7	拟建介入手术室楼上输液室内	0.097	97
△8	医院门诊楼外空坝	0.165	165

备注：以上监测结果均未扣除宇宙射线响应值。

根据监测统计结果可知，拟建项目所在位置环境γ剂量率的监测值在 73nGy/h～165nGy/h 之间（未扣除宇宙射线的响应值）。根据《2023 年重庆市辐射环境质量报告书》（简化版），累积剂量测得的 γ 辐射空气吸收剂量率全市点位年均值范围为 76.8~93.3nGy/h，平均值 87nGy/h（均未扣除宇宙射线响应值）相比较，项目所在地的环境 γ 辐射剂量率监测值在重庆市环境 γ 辐射空气吸收剂量率正常涨落范围内。

8.3 放射科（运行）辐射现状调查

项目所在中医康复保健综合大楼-1F 放射科现布置有 8 间检查室，其中 1 间机房闲置，2 间机房（5#检查室、6#检查室）已停用，剩余 5 间机房分别安装口腔 CBCT（1#检查室）、双能 X 射线骨密度仪（2#检查室）、医用诊断 X 射线系统（DR）（3#检查室）、X 射线计算机体层摄影设备（CT）（4#检查室）、乳腺 X 射线机（7#检查室）。根据泉融科技(重庆)有限公司出具的 1 号楼负一楼放射科检查室工作场所防护检测结果

续表 8 环境质量和辐射现状

报告（渝泉融放检字〔2024〕401-2 号、渝泉融放检字〔2024〕401-8 号、渝泉融放检字〔2024〕401-5 号、渝泉融放检字〔2024〕401-6 号、渝泉融放检字〔2024〕401-11 号）可知，口腔 CBCT、双能 X 射线骨密度仪、医用诊断 X 射线系统（DR）、X 射线计算机体层摄影设备（CT）、乳腺 X 射线机正常运行时，其机房屏蔽体外的周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

综上，环境质量现状监测调查表明，拟建项目场址辐射质量状况良好。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

项目拟将中医康复保健综合大楼-1F 放射科部分射线装置机房（5 号检查室、6 号检查室、闲置机房）及其辅助用房改造为介入中心，施工期主要为改造墙体、地板、顶棚，新建隔断、门洞及窗洞，室内装修，设备安装等工作，不新增用地。工艺流程及产污环节见图 9-1。

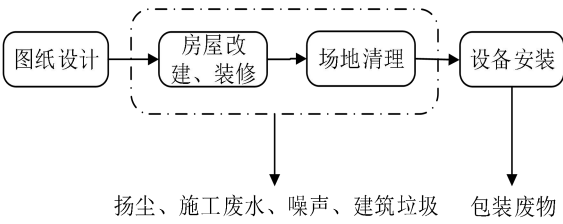


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

根据上图可知，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：主要为项目用房改建（包括墙体拆除和新建等）及装修时产生的扬尘，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：主要为项目用房墙体拆除、墙体新建和装修过程产生的建筑垃圾、报废防护门、报废铅玻璃以及施工人员产生的生活垃圾。根据项目工程量，预计建筑垃圾总计产生约 5.0t，报废防护门、报废铅玻璃约 0.5t。

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

（1）设备组成

血管造影机系统组成：Gantry，俗称“机架”或“C 形臂”，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，对图像进行后期处理，轻松保存和传送图像。

（2）工作方式

在医学影像系统监视引导下，经皮针穿刺或引入导管开展相关介入手术。拟建项目

续表 9 项目工程分析与源项

DSA 机架、X 射线管组合体可在水平和垂直两个方向上转动。介入手术过程中，介入手术医生须在手术床旁并在 X 射线导视下进行操作，技师隔室操作。DSA 典型照片见图 9-2。



图 9-2 DSA 示意照片

9.2.2 工作原理

(1) X 射线产生及成像原理

DSA 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 9-3。

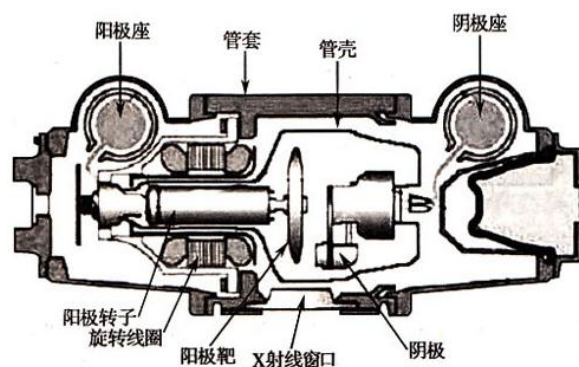


图 9-3 典型 X 射线管结构图

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

续表 9 项目工程分析与源项

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，通过平板探测器、计算机、摄像机（对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。

(2) 工作原理

DSA 的基本原理是将注入造影剂前后通过人体吸收后的 X 线信号进行成像，经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、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的剪影图像，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。DSA 工作示意图见图 9-4。

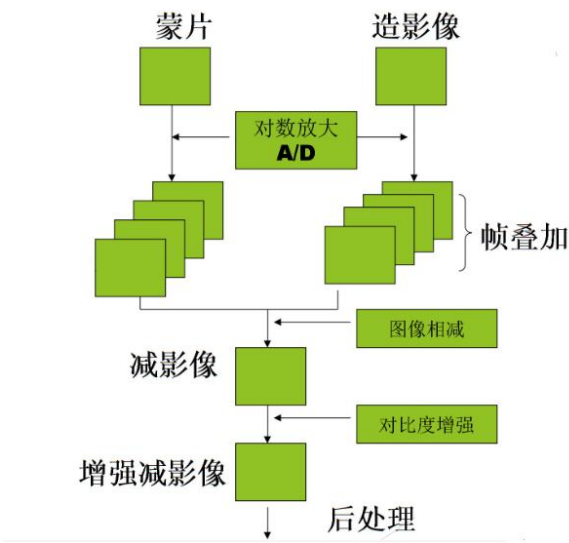


图 9-4 DSA 工作原理示意图

9.2.3 操作流程

医护人员将患者送入介入手术室，引导其躺在手术床上，工作人员选择病人所需照射部位，调整 DSA 机架和照射野，手术医生和助手穿戴好防护用品后，按手术要求，在 DSA 的引导下，经皮针穿刺或引入导管做抽吸注射，引流或对管腔、血管等做成型、灌注、栓塞等操作完成相应的介入手术。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。DSA 治疗流程及产污环节见下图 9-4 所示。

续表 9 项目工程分析与源项

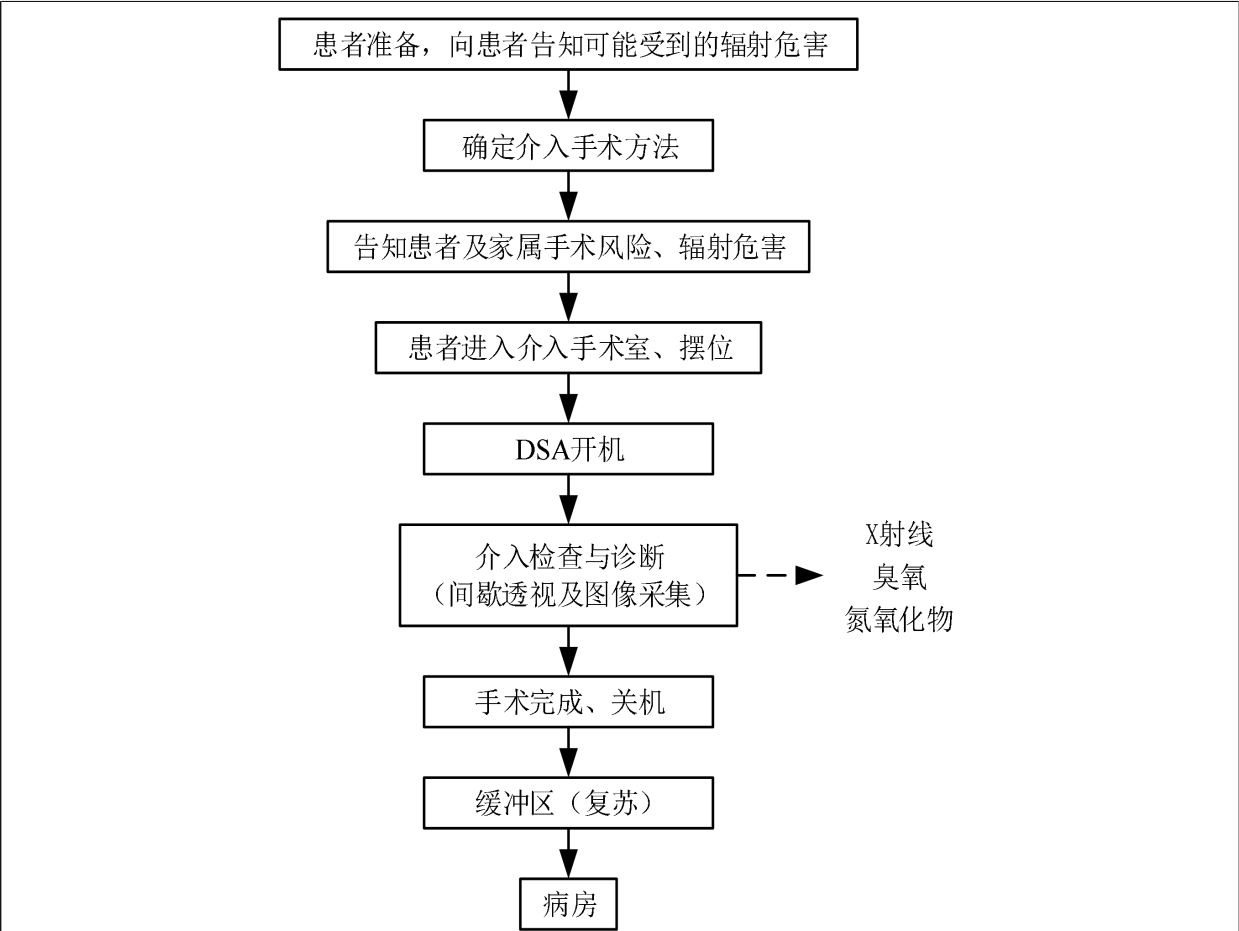


图 9-4 DSA 操作流程及产污环节图

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介入手术室内由手术医生直接采集。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了解介入手术室内病人情况。实际操作过程中，根据手术情况，减影模式下手术医生也可能在介入手术室内，曝光时医护人员位于移动铅屏风后。无论哪种工作模式，医生在介入手术室内身着铅橡胶围裙、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。患者需进行介入手术治疗时，为更清楚地了解患者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介入手术室内对患者进行直接的介入手术相

续表 9 项目工程分析与源项

关操作。

9.2.4 污染因子

(1) 放射性污染因子

①X 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轫致辐射，即 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。

②放射性废物

DSA 运行过程不产生放射性废水、废气和放射性固体废物。

(2) 非放射性污染因子

DSA 采用实时成像系统，不洗片，无废片产生，会产生少量医疗废物；DSA 运行时，空气在 X 射线的作用下电离产生极少量的氮氧化物（NO_x）和臭氧（O₃）；含铅防护用品在使用一定年限出现破损和破裂后，其屏蔽能力减弱，产生报废的含铅防护用品。DSA 无法使用后，将产生报废的 DSA。

医护人员、技师以及病人、家属等产生少量的生活垃圾、生活污水。

由上述分析可知，DSA 在运行过程中污染因子主要为 X 射线以及极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

根据中医院提供的资料，项目介入手术类型以心脏介入、神经介入、综合介入为主。DSA 工作负荷情况见表 9-1。

表 9-1 DSA 介入手术工作负荷表

透视			
手术类别	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	150 台	约 20 min	约 50.00h
神经介入	150 台	约 21 min	约 52.50h
综合介入	300 台	约 21 min	约 105.00h
小计	/	/	约 207.5h

续表 9 项目工程分析与源项

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
心脏介入	150 台	3~4s	6~10 次	约 0.7 min	约 1.75h
神经介入	150 台	6~10s	4~10 次	约 1.7 min	约 4.25h
综合介入	300 台	3~8s	7~15 次	约 2.0 min	约 10.00h
小计	/	/	/	/	约 16.0 h
总计	/	/	/	/	约 223.5 h

根据上表可知，介入手术过程中，DSA 年透视出束时间约 207.5h，年采集时间约 16.0h，DSA 年有效总开机时间约 223.5h。

9.3 路径规划

拟建介入手术室设置 5 扇防护门，其中 1 扇通向库房，1 扇通向设备间，其他 3 扇分别用于患者、医护人员的进出以及医疗废物运出，确保患者、医护人员及医疗废物通道相对独立。拟建介入中心人流物流走向示意图见下图。

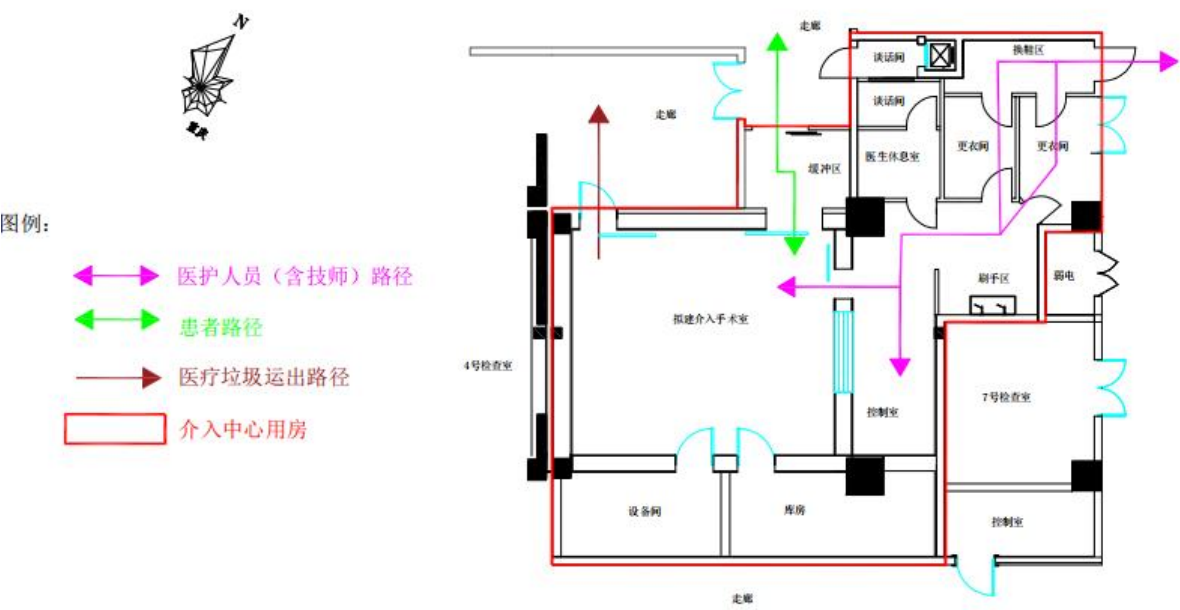


图 9-5 拟建介入中心人流物流走向示意图

医护人员路径：医护人员（手术医生和护士）在换鞋区、更衣室更换好鞋和衣物，进入刷手区穿戴好个人防护用品并消毒后由介入手术室控制室侧防护门进入介入手术室；手术完成后，医护人员原路返回。

续表 9 项目工程分析与源项

技师路径：技师与医护人员（手术医生和护士）的路径基本一致，经换鞋区、更衣室、刷手区进入控制室；手术完成后，技师原路返回。

患者路径：病人经介入手术室东北侧防护门进入介入手术室接受手术，手术完成后原路返回。

污物路径：介入手术结束后，专人将介入手术室内产生的手术污物打包，并从介入手术室西北侧通向走廊的防护门运出，而后运至中医院医废暂存间暂存。

9.4 污染源项描述

9.4.1 电离辐射

根据介入手术工作流程，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

有用线束是指直接由 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，射线末端能量低于光核反应的阈能。

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，照射量率减小；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%的余量。根据中医院提供资料，同时调查重庆市多家中医院 DSA 的设备工作条件中发现，①在极端情况下，拟建项目 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《医用外照射源的辐射防护》（第 55 页图 2），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。

续表 9 项目工程分析与源项

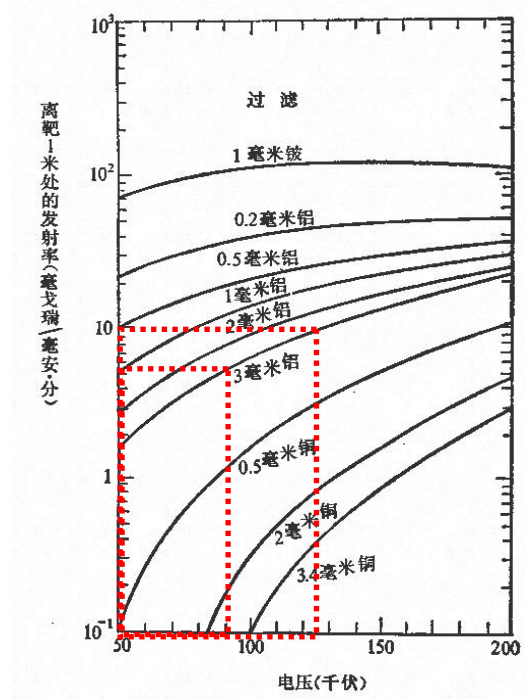


图 9-6 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

项目配置的 DSA 过滤板为 3mmAl，其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	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

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

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。臭

续表 9 项目工程分析与源项

氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体。项目介入手术室拟设置机械排风系统，DSA 运行产生的废气经机械排风系统收集后，沿东南侧库房、走廊、主任办公室引至中医康复保健综合大楼室外排放，排放口距离室外地面约 2m。

（2）固废

①生活垃圾

项目产生的一般固废主要为医务人员及病人家属产生的生活垃圾，集中放置于中医院生活垃圾点，依托中医院收运系统交环卫部门处理。

②危险废物

介入手术产生的一次性医疗用品、器械等医疗废物主要为感染性（废物代码：841-001-01）和损伤性废物（废物代码：841-002-01），属于《国家危险废物名录（2025 版）》中 HW01 医疗废物。医疗废物在手术结束后打包整理，而后运至医废暂存间暂存，之后统一由有资质单位处理。DSA 报废按照相关要求去功能化后，根据中医院相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

③其他

DSA 采用实时成像系统，不洗片，无废片产生。项目配置多套铅橡胶衣、帽子等含铅防护用品，在使用一定年限出现破损和破裂后，其屏蔽能力减弱，不再使用的含铅防护用品，中医院收集后妥善保存，做好记录，交由有资质单位处理。

（4）废水

项目运行产生的生活污水、医疗废水依托中医院医疗污水处理站（处理能力为 400m³/d）处理后排入市政污水管网，由市政污水管网接入唐家沱污水处理厂集中深度处理达一级 A 标准后排入长江。

9.5 项目主要产排污汇总

综上所述，本项目主要污染物产生情况统计汇总见表 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	产排量及处理方式
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。

续表 9 项目工程分析与源项

工作场所	影响因素	主要污染因子	产排量及处理方式
介入手术室	废气	O ₃ 、NO _x	极少量（机械排风，引至室外排放）
	固废	医疗废物(841-001-01、841-002-01)	少量（交由有资质单位处置）
		生活垃圾	少量（交环卫部门处置）
		废铅防护用品	少量（由中医院收集、妥善暂存，做好记录，最后交由有资质单位处置）
		报废的 DSA 设备	1 台（DSA 按照相关要求去功能化后，根据中医院相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档）
	废水	生活污水、医疗废水等	少量（排入中医院污水处理站处理达标后接入市政污水管网，最终进入唐家沱污水处理厂集中深度处理达一级 A 标准后排入长江）

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) 拟建介入中心位于中医康复保健综合大楼-1F 放射科，周围主要分布放射科其他用房、制剂室以及设备用房，周围活动人员较少。介入手术室四周紧邻控制室、库房、设备间、4 号检查室、走廊、缓冲区等放射科用房（包括介入中心用房），楼上对应区域为输液室、走廊、药学门诊室等，楼下对应区域为车库。介入手术室屏蔽防护设计时考虑了人员防护与安全，对周围环境影响甚微。

(2) 拟建介入中心布置有介入手术室、控制室、换鞋区、更衣间、医生休息室、谈话间、刷手区、设备间、库房等辅助用房，配置相对齐全，满足介入手术需求。控制室紧邻介入手术室布置，并设置 1 扇观察窗，观察窗和操作台设置的位置便于观察患者状态及各防护门开闭情况。

(3) 拟建介入手术室拟设置 5 扇防护门，分别用于污物运出、患者出入、医护人员出入、无菌用品的取用以及 DSA 配套的高压机柜、图像采集重建机柜、水冷机柜等设备的检修，故介入手术室的人流、物流的通道路径相对独立。

综上所述，从辐射防护与环境保护角度分析，拟建项目平面布局合理。

10.1.2 机房面积

按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定，机房的有效使用面积为机房内可划出的最大矩形的面积，

机房内单边长度为机房内有效使用面积的最小边长。项目介入手术室的有效使用面积和最小单边长度见表10-1和附图6。

表 10-1 介入手术室建设要求对比表

设计情况（单管头）		标准要求（单管头）		是否满足要求
机房内最小单边长度	机房内最小有效使用面积	机房内最小单边长度	机房内最小有效使用面积	
5.99m	41.75m ²	≥3.5m	≥20m ²	满足

根据表 10-1 可知，拟建介入手术室最小单边长及最小有效使用面积均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

10.1.3 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，中医院拟

续表 10 辐射安全与防护

将介入手术工作场所划为控制区和监督区，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。

根据上述要求，项目工作场所分区划设具体情况表见 10-2 及图 10-4。

表 10-2 项目控制区、监督区划设

分区类型	划分区域
控制区范围	介入手术室
监督区范围	控制室、库房、设备间、4 号检查室及控制室、走廊、缓冲区、医生办公室以及介入手术室楼上楼下对应区域（输液室、走廊、药学门诊室、车库）

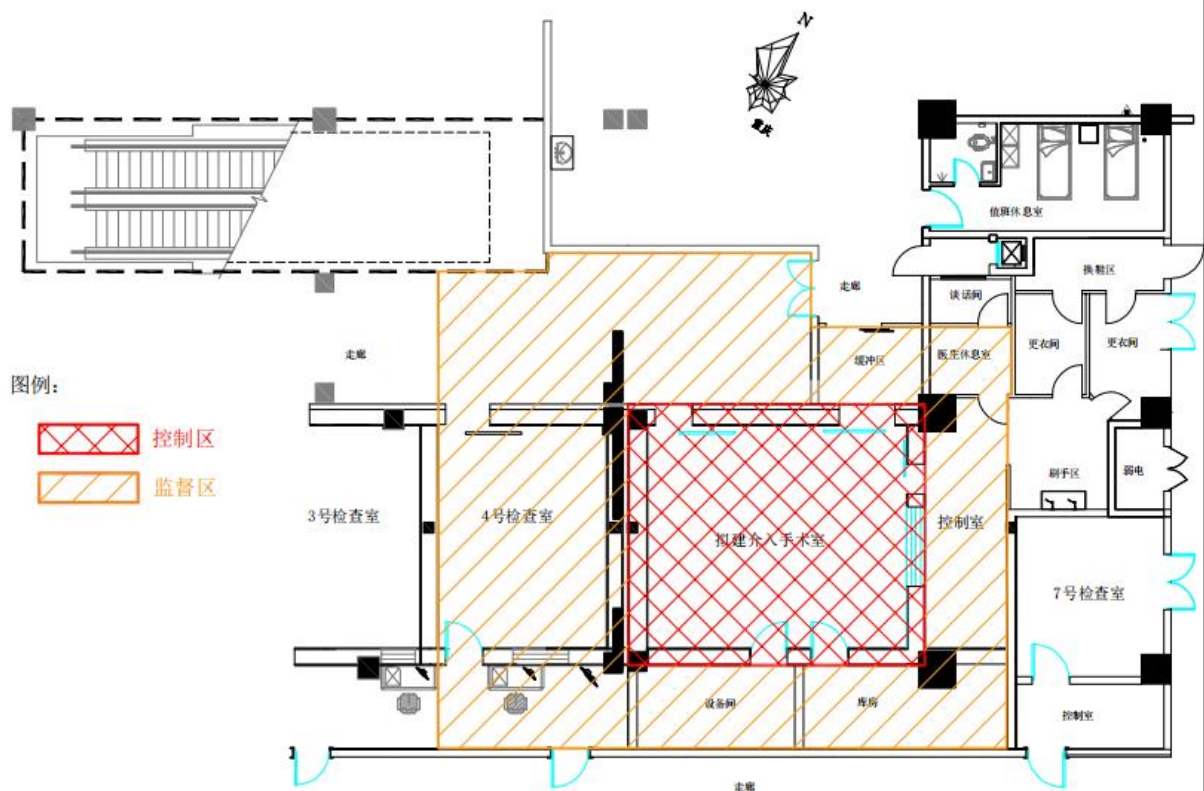


图 10-1 拟建介入中心分区布置图

中医院严格限制无关人员进出控制区，在正常诊疗的工作过程中，控制区内不得有无关人员滞留，保障该区的辐射安全。控制区边界防护门拟设置电离辐射警告标识、门灯连锁装置，在监督区入口处或适当位置设立表明监督区的标牌，监督区进行日常的监测和评估。

续表 10 辐射安全与防护

10.2 辐射安全与防护

10.2.1 中医院拟采取的辐射安全与防护措施

(1) 设备固有措施

项目拟购买合格出厂的、符合相关标准要求性能的 DSA；合格设备具有以下固有安全功能：

① DSA 设备配置可调限束装置，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 射线管头或影像增强器的窗口处设置合适铝过滤板，以此消除软 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。

DSA 只有在所有安全防护装置正常的情况下才能启动。同理，DSA 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。

(2) 介入手术室拟采取的辐射安全与防护措施

① 项目介入手术室的有效使用面积为 41.75m²，介入手术室的屏蔽墙厚度均为 370mm 实心砖+15mm 硫酸钡水泥。介入手术室顶棚为 180mm 混凝土+2mmPb 辐射防护板，地板为 180mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥，防护门、观察窗均为 4mmPb。根据后文核算结果可知，介入手术室的屏蔽防护能力满足《放射诊断放射防护要求》

续表 10 辐射安全与防护

（GBZ130-2020）的要求。

②拟建介入手术室的电缆采用直穿楼板的方式，电缆在介入手术室内向下直穿楼板，而后引至配套的设备间对应区域，之后上穿楼板进入设备间。介入手术室内穿越楼板处包裹 3mmPb 铅皮进行屏蔽补偿，包裹长度为 2 倍穿越口长边长度。电缆管穿墙示意图见下图。

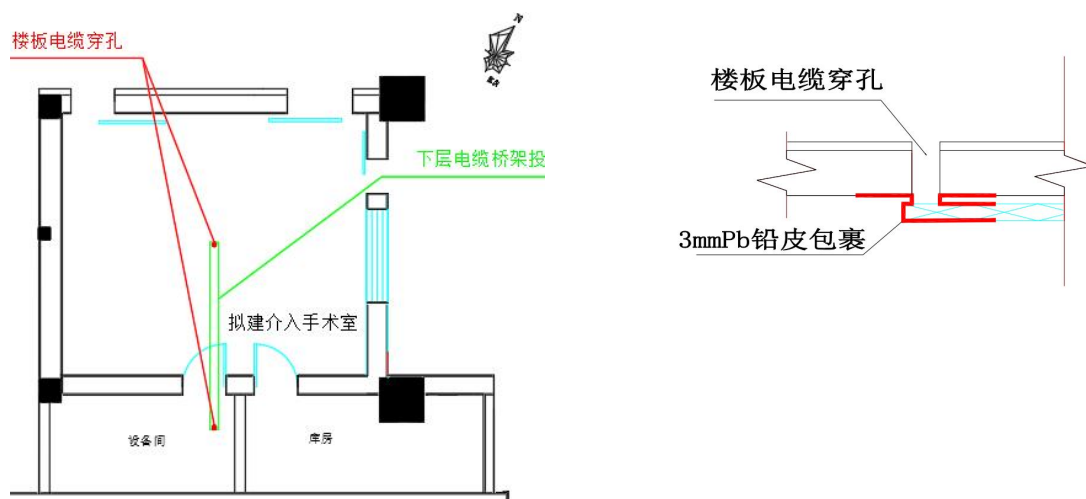


图 10-2 电缆下穿楼板示意图

③拟建介入手术室的内部空高约 3.99m，吊顶后空高为 2.7m。介入手术室顶棚楼板和吊顶之间拟架设 2mmPb 辐射防护板进行屏蔽，离地高度约 3.2m。介入手术室风管向上穿越辐射防护板，而后转向水平穿越屏蔽墙，穿墙高度离地约 3.5m。此外，风管穿越辐射防护板后拟采用 2mmPb 铅皮包裹以补偿顶棚的屏蔽能力，包裹长度为 2 倍穿越口长边长度，射线经多次散射不影响楼板、墙体的屏蔽防护效果。穿墙风管示意图如下图。

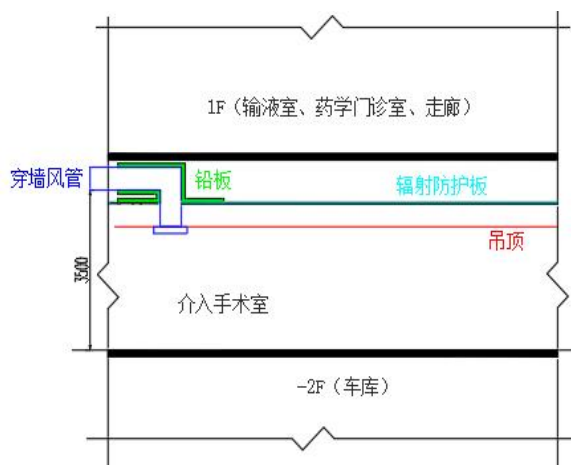


图 10-3 风管穿墙示意图

④介入手术室拟设置 5 扇防护门。介入手术室通向设备间、库房的防护门为平开门，

续表 10 辐射安全与防护

拟设置自动闭门装置；介入手术室通向控制室、缓冲区、走廊的防护门为电动推拉式门，拟设置红外线感应防夹装置。

⑤介入手术室设置 1 个观察窗，放射工作人员在控制室内便可全方位地观察到机房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。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，由专业单位施工，保证施工质量。

⑤介入手术室在建设时保证施工质量，窗户封堵搭接缝隙进行错缝施工，确保有足够的搭接宽度；防护门、防护窗的生产和安装由有生产资质的厂家承担，注意其与墙体有足够的搭接宽度，不影响屏蔽体的屏蔽效果。

(3) 通风

介入手术室拟采用机械通风方式。介入手术室内设置 1 个排风口、1 个进风口，分别布置在介入手术室吊顶上方东侧、西侧。抽风口尺寸为 300mm×300mm，进风口尺寸为 950mm×950mm，风管尺寸均为 110mm×110mm。介入手术室排风量约 500m³/h，能保证介入手术室有良好的通风换气。DSA 运行产生的废气经机械排风系统引至主任办公室东南墙外排放。

(4) 联锁系统

介入手术室的各防护门上方均拟设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”指示灯亮，警示无关人员远离介入手术室区域，并将门与灯形成联锁，门关，灯亮，警示无关人员远离介入手术室；门开，灯熄灭。

(5) 警示标识

介入手术室各防护门外均拟设置电离辐射警告标志，并在患者进出防护门外缓冲区张贴放射防护注意事项。

(6) 辐射防护用品

根据中医院提供的资料，项目拟配备个人防护用品和辅助防护设施，具体见表 10-3。

表 10-3 拟配置个人防护用品和辅助防护设施情况表

使用对象	个人防护用品			辅助防护设施		
	名称	铅当量	数量	名称	铅当量	数量
工作人员	铅橡胶围裙 铅橡胶颈套	≥0.5mmPb	4 套	床侧防护帘/床侧防护屏	≥0.25mmPb	1 套

续表 10 辐射安全与防护

使用对象	个人防护用品			辅助防护设施		
	名称	铅当量	数量	名称	铅当量	数量
工作人员	铅防护眼镜	$\geq 0.25\text{mmPb}$	4 套	铅悬挂防护屏/ 铅防护吊帘	$\geq 0.25\text{mmPb}$	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（儿童、成人各 1 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。根据《职业性外照射个人监测规范》（GB128-2019），建议在工作人员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）。

对比《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），中医院拟配置的个人防护用品及辅助防护设施符合要求。防护用品在日常存放时，拟采用悬挂或平铺等方式，减少折损，延长使用寿命。

（7）对讲装置

介入手术室与控制室拟设置对讲设备，便于手术医护人员和控制室内人员之间进行交流。

（8）其他

①中医院在进行介入手术时，应制定最优化方案，在满足介入手术的前提下，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。

③中医院合理安排医疗废物运出时间，介入手术过程中严禁进入介入手术室进行医疗废物转运；待介入手术室内停止工作时，方可进行医疗废物运送。

综上所述，拟建介入手术室的主要辐射防护设施布置图见下图。

续表 10 辐射安全与防护

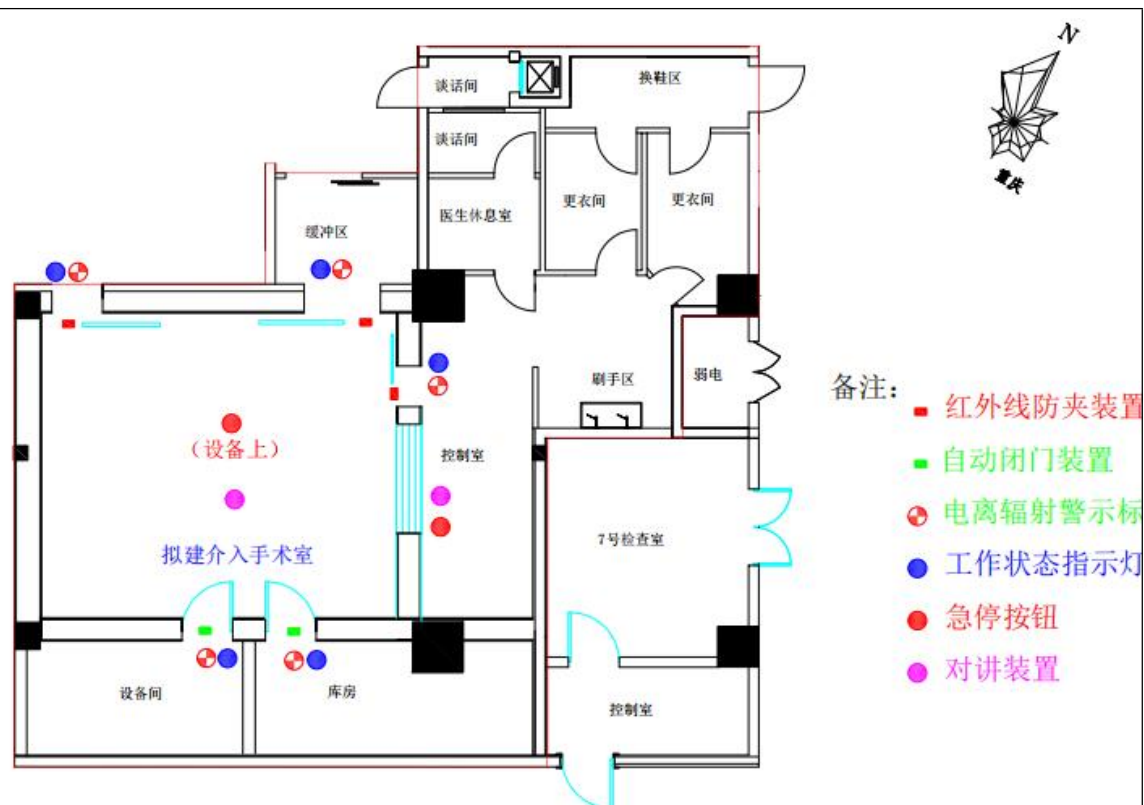


图10-4 辐射安全防护设施布置图

DSA 只有在急停按钮复位、系统自检正常的情况下才能启动。同理，DSA 运行过程中，如果按下任何一个急停开关，DSA 会立即停止运行，工作状态指示灯与防护门联锁。项目 DSA 辐射安全联锁逻辑见图 10-5。

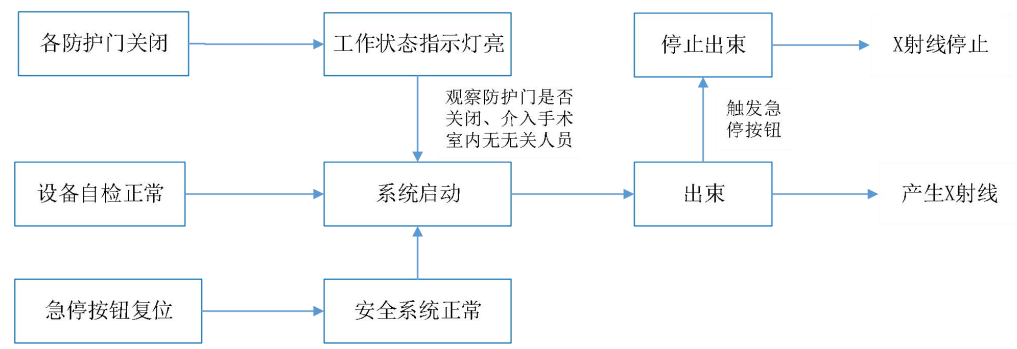


图10-5 辐射安全联锁逻辑图

10.3 三废的治理

项目 DSA 在工作过程中产生的 X 射线，不产生放射性三废。

10.4 拟采取辐射安全与防护措施与相关要求的符合性分析

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）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）等相关要求对比情况见表 10-4 所示。

续表 10 辐射安全与防护

表 10-4 项目拟采取的辐射安全与防护措施与相关标准要求对比分析表		
标准号	标准要求	项目情况
GBZ130-2020	5.1 一般要求	
	5.1.1 X 射线设备出线口上应安装限束系统（如限束器、光阑等）。	拟购买满足标准要求的 DSA。
	5.1.2 X 射线管组件上应有清晰的焦点位置标示。	
	5.1.3 X 射线组件上应标明固有滤过，所有附加滤过片均应标明其材料和厚度。	
	5.2 透视用 X 射线设备防护性能的专用要求	
	5.2.1 C 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。	拟购 DSA 的焦皮距为 38cm，满足标准要求。
	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。	拟购买满足标准要求的 DSA。
	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。	拟购买满足标准要求的 DSA。
	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。	拟购买的 DSA 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。	拟购 DSA 的焦皮距为 38cm，满足标准要求。
	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。	拟购买满足标准要求的 DSA，控制台和介入手术室的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。
	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。	拟建介入手术室的医护人员进出防护门、病患进出防护门和污物运出的防护门拟设置在介入手术室角落，穿墙管线设在介入手术室吊顶上方，电缆线设在地板下方（设备间与介入手术室之间、控制室与介入手术室之间），观察窗紧邻医护人员进出防护门布置，可避免有用线束直接照射。

续表 10 辐射安全与防护

标准号	标准要求		项目情况
GBZ130-2020	6 X 射线设备机房防护设施的技术要求	6.1 X 射线设备机房布局	
		6.1.2 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。	项目介入手术室四周紧邻区域主要为放射科用房（包括项目用房），楼上紧邻区域为输液室、药学门诊室、走廊，楼下紧邻区域为车库。介入手术室的屏蔽设计已考虑邻室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。	项目 DSA 有独立的机房（介入手术室），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 的规定。	项目介入手术室有效使用面积为 41.75m ² ，最小单边长度约 5.99m，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。	项目介入手术室的屏蔽防护能力均大于 2mmPb，满足要求。
		6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平	
		6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求： a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间； 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。	根据后文核算项目 DSA 在透视工况下，介入手术室屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 2.5μSv/h，在摄影工况下介入手术室屏蔽体外的周围剂量当量率均不大于 25μSv/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。	介入手术室设置观察窗，能观察到受检者状态及防护门开闭情况。拟设置对讲装置便于患者与控制室医生沟通。
		6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	介入手术室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。	介入手术室采取机械排风，能保证良好的通风。

续表 10 辐射安全与防护

标准号	标准要求	项目情况
GBZ130-2020	6.4 X 射线设备工作场所防护	
	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。	项目介入手术室的防护门均拟张贴电离辐射警告标志，防护门上方均拟设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”指示灯，并将门与灯形成联锁，门关，灯亮，警示无关人员远离介入手术室；门开，灯熄灭。缓冲区拟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。	项目介入手术室通向库房、设备间的防护门均为平开门，设置自动闭门装置；介入手术室通向控制室、缓冲区、走廊的防护门为电动推拉式门，设置防夹装置。介入手术室的防护门与门外工作状态指示灯关联。中医院拟制定相应制度进行管理，手术期间，介入手术室的防护门处于关闭状态，任何人不得擅自打开。
	6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	
	6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	中医院拟加强管理，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。	项目介入手术室的各防护门均设置在介入手术室角落，处于散射辐射相对低的位置。
	6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求	
	6.5.3 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。	中医院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，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。	中医院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。
	6.5.5 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。	中医院拟加强个人防护用品管理，采用悬挂或平铺方式存放，不折叠。

续表 10 辐射安全与防护

标准号	标准要求		项目情况
GBZ130-2020	7 X 射线设备操作的防护安全要求	7.1 一般要求	
		7.1.1 放射工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护和有关法律 知识培训，满足放射工作人员岗位要求。	项目新增放射工作人员将熟练掌握业务技术，接受放 射防护和有关法律培训，满足放射工作人员岗位要求。
		7.1.2 根据不同检查类型和需要，选择使用合适的设备、照射条件、 照射野以及相应的防护用品。	项目工作人员在手术过程中将根据患者及手术类型， 使用合适的设备、照射条件、照射野以及相应的防护用品。
		7.1.3 合理选择各种操作参数，在确保达到预期诊断目标条件下，使 受检者所受到的照射剂量最低。	项目工作人员在手术过程中合理选择参数使受检者所 受到的照射剂量最低。
		7.1.4 如设备具有儿童检查模式可选项时，对儿童实施检查时应使用 该模式；如无儿童检查模式，应适当调整照射参数（如管电压、管电 流、照射时间等），并严格限制照射野。	项目介入手术室内有儿童检查时，将调整适当的参数 并严格限制照射野，项目拟配置儿童防护用品。
		7.1.5 X 射线设备曝光时，应关闭与机房相通的门、窗。	项目介入手术室内 DSA 曝光前，将关闭防护门，曝光 期间不得打开防护门。
		7.1.6 放射工作人员应按 GBZ128 的要求接受个人剂量监测。	放射工作人员在工作过程中佩戴个人剂量计，并按照 GBZ128 的要求接受个人剂量监测，常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。
		7.1.7 在进行病例示教时，不应随意增加曝光时间和曝光次数。	项目不进行病例示教。
		7.1.8 不应使用加大摄影曝光条件的方法，提高过期胶片的显影效果。	项目不涉及胶片曝光。
		7.1.9 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并应通过观 察窗等密切观察受检者状态。	DSA 采用透视工作模式时，医护人员穿戴防护用品在 介入手术室内工作；DSA 采用采集工作模式时，医护人员 在介入手术室内的铅屏风后或控制室内工作，铅屏风或控 制室的观察窗密切观察患者状态。
		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。	中医院拟配置的 DSA 具有可准确记录受检者剂量的 装置；中医院拟将每次介入手术后受检者受照剂量记录在 病历中，需要时可追溯。

续表 10 辐射安全与防护

标准号	标准要求		项目情况
GBZ130-2020	7 X 射线设备操作的防护安全要求	7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求	
		7.8.3 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介入手术室内停留，若工作人员在介入手术室内进行图像采集，曝光时应位于移动铅屏风后；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。
		7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ128 的规定。	中医院为每名介入手术的医护人员在铅防护衣内外各配置 1 枚个人剂量计，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，工作人员可位于影像增强器一侧，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，将球管旋转至患者身体下方，手术人员在操作过程中合理站位，站于铅屏风及铅防护帘后，避开有用线束。
GBZ128-2019	5 检测系统和使用要求	5.3 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。	中医院为每名介入医生和护士在铅围裙内左胸前和铅围裙外锁骨对应的领口位置各配置 1 枚个人剂量计，为每名技师左胸前配备 1 枚个人剂量计，满足要求。
		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）。	

根据表 10-4 可知，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。中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 11 环境影响分析

施工期环境影响

施工期主要为介入中心用房的改造（包括墙体的拆除和新建等）、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。

扬尘主要为介入中心用房改造、装修时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘，项目施工期短，采取洒水等措施，可以减少扬尘的扩散。

噪声主要来自介入中心用房改建、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。

废水主要为施工人员产生的少量生活污水，无机械废水，生活污水依托中医院现有的废水处理系统处理，根据中医院污水处理站监测报告，其可以对院内污废水进行有效处理，并且达标排放。

固体废物主要为项目用房拆除及改造后装修过程产生的建筑垃圾、铅门、铅窗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。铅门、铅窗根据中医院相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

项目工程量小，且在建筑物内施工，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。

营运期环境影响

11.1 营运期辐射环境影响分析

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）。故介入手术室的屏蔽防护时主要考虑 DSA 非有用线束的影响，本评价以影响最大的 90° 非有用线束的屏蔽厚度要求作为核算依据。

11.2.1 屏蔽体铅当量核算

（1）核算公式

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录 C 的式 C.1（本报告式 11-1）计算得到屏蔽透射因子 B：

续表 11 环境影响分析

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

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。

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）核算参数

本评价在折合屏蔽体铅当量时，按照最大管电压（125kV）的参数进行铅当量折算。

①《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）未给出管电压为 125kV 的 90° 非有用线束条件下的实心砖拟合参数，故本报告实心砖的铅当量厚度通过混凝土的参数进行换算。根据《辐射防护导论》（方杰、李士骏）P88，实心砖和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：

d_1 、 d_2 —屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的厚度；

ρ_1 、 ρ_2 —屏蔽材料 1 和屏蔽材料 2 的密度。

由以上公式可计算出 370mm 实心砖对应的混凝土厚度为 260mm。

②根据《辐射防护手册》（第三分册）表 3.3 可知，管电压为 150kV 条件下，15mm 硫酸钡水泥（密度 3.2g/cm³）近似铅当量厚度为 1mmPb，33mm 硫酸钡水泥（密度

续表 11 环境影响分析

3.2g/cm³) 近似铅当量厚度为 2mmPb。根据表格相关数据和电压、铅当量对应变化规律,项目配置的 DSA 的最大工作管电压为 125kV, 保守选取管电压为 150kV 条件下的参数进行核算, 15mm 硫酸钡水泥对应的铅当量约 1.0mmPb, 30mm 硫酸钡水泥对应的铅当量约 1.8mmPb。

③根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020), 附录表 C.2 中给出了 125kV (散射) 下混凝土的拟合参数。DSA 在最大管电压 125kV 条件下的拟合参数见下表。

表 11-1 DSA 拟合参数 (125kV)

电压	拟合参数			
	材料	α	β	γ
125kV	铅	2.233	7.888	0.7295
	混凝土	0.0351	0.066	0.7832

(3) 核算结果

根据中医院提供的屏蔽防护方案, 介入手术室屏蔽体的铅当量核算结果见下表。

表 11-2 介入手术室屏蔽厚度与 GBZ130-2020 要求对比表

屏蔽防护体	屏蔽防护设计方案	折算铅当量	标准要求	评价结果
墙体	370mm 实心砖+15mm 硫酸钡水泥	4.8mmPb	2.0mmPb	满足要求
顶棚	180mm 混凝土+2mmPb 辐射防护板	4.5mmPb		
地板	180mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	4.3mmPb		
防护门	4.0mmPb	4.0mmPb		
观察窗	4.0mmPb	4.0mmPb		

备注: 实心页岩砖密度 1.65g/cm³, 混凝土 (砣) 密度 2.35g/cm³, 硫酸钡水泥密度 3.2g/cm³, 铅密度 11.3g/cm³。

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, 即拟建介入手术室屏蔽能力不得低于 2mmPb。根据上表核算和对比分析, 拟建介入手术室屏蔽能力能满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的要求。

11.2.2 介入手术室屏蔽体外剂量率核算

项目 DSA 在实际使用中通常不会使用到最大管电压, 介入手术室屏蔽体外剂量率核算采用最大常用管电压 (90kV) 的相关参数进行计算。

(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 ($\mu\text{Sv/h}$)

续表 11 环境影响分析

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：

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times a}{R_0^2} \quad (11-4)$$

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）；

H₀—距辐射源点（靶点）1 m 处输出量，μSv•m²/（mA•h），以 mSv•m²/（mA•min）为单位的值乘以 6×10⁴。

B—屏蔽透射因子；

F—R₀ 处的辐射野面积，单位为平方米（m²）；

a—散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）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。

R_s—辐射源点（靶点）至散射体的距离，单位为米（m）；DSA 取 0.38m；

R₀—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

①DSA 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屏蔽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 滤过板情况下主射线方向 1m 处发射率为 5.3mGy•m²/mA•min。根据《电离辐射剂量学》，Sv 与 Gy 之间的转换系数取 1。

②根据《辐射防护手册》（第三分册）表 3.3 可知，管电压为 100kV 条件下，9mm 硫酸钡水泥（密度 3.2g/cm³）近似铅当量厚度为 1mmPb，17mm 硫酸钡水泥（密度 3.2g/cm³）近似铅当量厚度为 2mmPb，24mm 硫酸钡水泥（密度 3.2g/cm³）近似铅当量厚度为 3mmPb。根据表格相关数据和电压、铅当量对应变化规律，项目配置的 DSA 的常用工作管电压为 90kV，保守选取管电压为 100kV 条件下的参数进行核算，15mm 硫酸钡水泥对应的铅当量约 1.6mmPb，30mm 硫酸钡水泥对应的铅当量约 3.7mmPb。

续表 11 环境影响分析

③DSA 运行时的最大照射野面积为 400cm²（20cm×20cm）。根据 NCRP147 号报告第 137 页附图 C.1，90kV 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 6.8×10⁻⁶，DSA 辐射源点（靶点）至散射体的距离 R_s 取 0.38m。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），附录表 C.2 中给出了 90kV 下混凝土的拟合参数。DSA 在最大常用管电压 90kV 条件下，介入手术室屏蔽体外剂量率核算参数见下表。

表 11-3 介入手术室屏蔽体外剂量率核算参数

管电压 (kV)	对应管电流 I (mA)	输出量 H ₀ μSv·m ² / (mA·h)	发射率 mGy·m ² /mA min	散射面积 F (cm ²)	散射因子α	散射距离 R _s (m)
90	20（透视）	3.18×10 ⁵	5.3	400	6.8×10 ⁻⁶	0.38
	500（采集）	3.18×10 ⁵	5.3	400	6.8×10 ⁻⁶	0.38
管电压 (kV)	材质	拟合参数				
		α	β	γ		
90	铅	3.067	18.83	0.7726		
	混凝土	0.04228	0.1137	0.4690		
	砖	0.0375	0.082	0.892		

(3) 核算距离

各关注点具体情况见图 11-1。

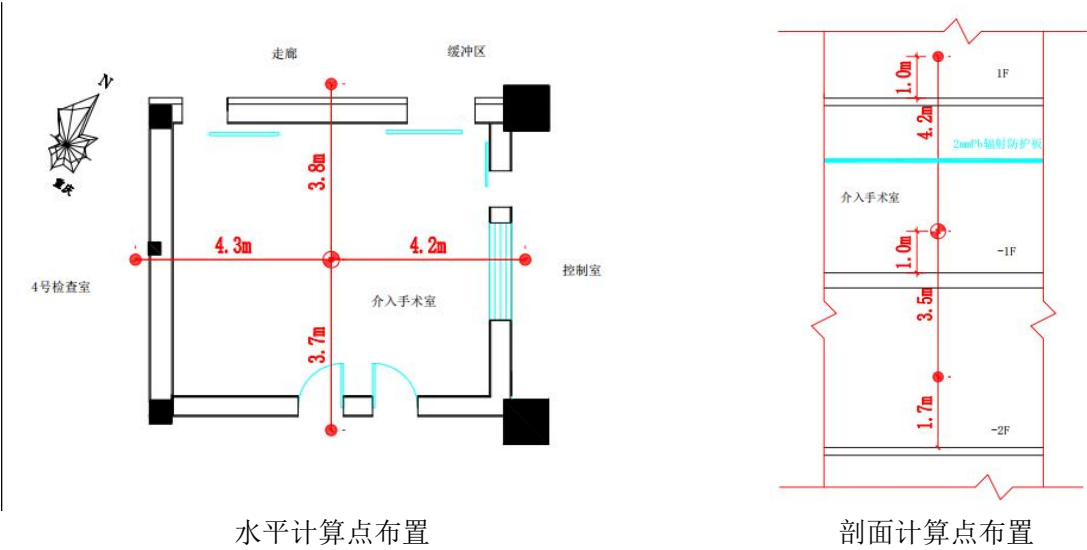


图 11-1 介入手术室计算关注点位示意图

DSA 安装位置未定，将介入手术室所能取得最大矩形中心作为散射点（核算距离起点）考虑，防护门、观察窗的核算距离与同侧屏蔽体最短核算距离保持一致。DSA 的辐射源点离地高度按 1.0m 考虑，四周墙体（含防护门、观察窗）计算点为屏蔽体外 30cm

续表 11 环境影响分析

处，顶棚核算到介入手术室楼上高于地面 1m 处，地板核算到下层高于地面 1.7m 处。

(4) 核算结果

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

表 11-4 介入手术室屏蔽核算结果

墙体名称		射线类型	最近距离 R(m)	设计厚度	周围剂量当量率 (μSv/h)		是否满足要求
					透视	采集	
东北（控制室）	墙体	散射	4.2	370mm 实心页岩砖 +15mm 硫酸钡水泥	1.29×10^{-5}	3.23×10^{-4}	是
	防护门、观察窗			4mmPb	2.51×10^{-4}	6.27×10^{-2}	是
东南（库房、设备间）	墙体	散射	3.7	370mm 实心页岩砖 +15mm 硫酸钡水泥	1.66×10^{-5}	4.16×10^{-4}	是
	防护门			4mmPb	3.23×10^{-3}	8.08×10^{-2}	是
西南（4 号检查室）	墙体	散射	4.3	370mm 实心页岩砖 +15mm 硫酸钡水泥	1.25×10^{-5}	3.08×10^{-4}	是
西北（缓冲区、走廊）	墙体	散射	3.8	370mm 实心页岩砖 +15mm 硫酸钡水泥	1.58×10^{-5}	3.94×10^{-4}	是
	防护门			4mmPb	3.06×10^{-3}	7.66×10^{-2}	是
楼上（输液室、走廊、 药学门诊室）	顶棚	散射	4.3	180mm 混凝土 +2mmPb 辐射防护板	4.70×10^{-4}	1.17×10^{-2}	是
楼下（车库）	地板	散射	3.4	180mm 混凝土 +30mm 硫酸钡水泥	3.68×10^{-6}	9.20×10^{-5}	是

备注：①DSA 离地高度按 1.00m 考虑，地板核算到楼下距地面 1.7m 处，核算距离均考虑了硫酸钡水泥厚度；②球管位于介入手术室有效使用范围中心位置；③介入手术室所在-1F 层高为 4.3m，楼下-2F 层高为 4.1m。

根据计算可知，DSA 在透视和采集条件下介入手术室屏蔽体外的周围剂量当量率均小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

11.3 剂量估算

11.3.1 剂量估算公式

X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{Er} = H_{(10)}^* \times t \times 10^{-3} \quad (11-5)$$

式中： 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；

续表 11 环境影响分析

t: X 或γ射线照射时间, h。 11.3.2 放射工作人员剂量估算 根据中医院提供的资料,项目 DSA 年透视时间共约 207.5h,采集时间约 16.0h, DSA 年有效总开机时间约 223.5h。 (1) 放射工作人员剂量估算 ①控制室放射工作人员年有效剂量估算 DSA 常用透视和采集条件下,控制室内放射工作人员的年有效剂量估算见表 11-5。 表 11-5 控制室放射工作人员年有效剂量估算一览表 <table><tr><th colspan="2">控制室最大周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)</th><th colspan="2">年出束时间 (h)</th><th colspan="2">年有效剂量 (mSv/a)</th><th rowspan="2">总年有效剂量 (mSv/a)</th></tr><tr><th>透视</th><th>采集</th><th>透视</th><th>采集</th><th>透视</th><th>采集</th></tr><tr><td>2.51×10^{-3}</td><td>6.27×10^{-2}</td><td>207.5</td><td>16.0</td><td>5.20×10^{-4}</td><td>1.00×10^{-3}</td><td>1.52×10^{-3}</td></tr></table> 根据上表可知,从最不利情况考虑,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 $1.52\times 10^{-3}\text{mSv/a}$,低于放射工作人员年有效剂量管理目标值 5mSv/a,满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。根据监测报告可知,7 号检查室内的乳腺 X 射线机正常出束工作时,项目控制室处的周围剂量当量率监测结果低于检出限值($0.008\mu\text{Sv/h}$),对技师的影响可忽略不计。中医院其他核技术利用项目距离更远,对技师的影响更小。 ②介入手术室医护人员 项目 DSA 有采集和透视两种工作模式。 透视工作模式下,医护人员均穿戴个人防护设施(考虑 0.5mmPb),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 $400\mu\text{Sv/h}$。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,考虑医护人员穿戴个人防护设施(考虑 0.5mmPb),并在移动铅屏风(考虑 2mmPb)后操作,以公式 11-2 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(1.5m),不区分手术人员位置,核算常用电压条件下手术医护人员受照剂量。							控制室最大周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		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	2.51×10^{-3}	6.27×10^{-2}	207.5	16.0	5.20×10^{-4}	1.00×10^{-3}	1.52×10^{-3}
控制室最大周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		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																					
2.51×10^{-3}	6.27×10^{-2}	207.5	16.0	5.20×10^{-4}	1.00×10^{-3}	1.52×10^{-3}																				

续表 11 环境影响分析

DSA 运行时,介入手术室内医护人员铅衣内外的周围剂量当量率计算结果见表 11-5 所示。

表 11-6 医护人员铅衣内外的周围剂量年剂量估算表

运行管电压	手术类别		透射因子	周围剂量当量率 (μSv/h)	年出束时间 (h)	年剂量估算 (mSv/a)	
医护人员铅衣内							
90kV	心脏介入	采集	3.68×10 ⁻⁵	49.05	1.75	8.58×10 ⁻²	5.89×10 ⁻¹
		透视	2.52×10 ⁻²	10.06	50.00	5.03×10 ⁻¹	
	神经介入	采集	3.68×10 ⁻⁵	49.05	4.25	2.08×10 ⁻¹	7.37×10 ⁻¹
		透视	2.52×10 ⁻²	10.06	52.50	5.28×10 ⁻¹	
	综合介入	采集	3.68×10 ⁻⁵	49.05	10.00	4.90×10 ⁻¹	1.55
		透视	2.52×10 ⁻²	10.06	105.00	1.06	
医护人员铅衣外							
90kV	心脏介入	采集	1.72×10 ⁻⁴	228.86	1.75	4.01×10 ⁻¹	2.04×10 ¹
		透视	/	400	50.00	2.00×10 ¹	
	神经介入	采集	1.72×10 ⁻⁴	228.86	4.25	9.73×10 ⁻¹	2.20×10 ¹
		透视	/	400	52.50	2.10×10 ¹	
	综合介入	采集	1.72×10 ⁻⁴	228.86	10.00	2.29	4.43×10 ¹
		透视	/	400	105.00	4.20×10 ¹	

备注:采集时医生有可能在介入手术室内,故按照最不利情况进行核算,核算考虑采集时间。

根据监测报告可知,4号检查室内的CT正常出束工作时,介入手术室内(原5号检查室)周围剂量当量率监测结果低于检出限值(0.008μSv/h),对项目手术医护人员的影响可忽略不计。中医院其他核技术利用项目距离更远,对项目手术医护人员的影响更小。

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)中6.2.4佩戴铅围裙内外两个剂量计时,宜采用式(11-6)估算有效剂量:

$$E=\alpha\times H_u+\beta\times H_o\tag{11-6}$$

式中:

E —有效剂量中的外照射分量,单位为mSv

α —系数,有甲状腺屏蔽时,取0.79,无屏蔽时,取0.84;

H_u —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_{p(10)}$,单位为mSv;

续表 11 环境影响分析

β —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.1；

H_o —铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位为 mSv。

手术医护人员受到的年有效剂量估算结果见下表。

手术类别	α	Hu（mSv）	β	Ho（mSv）	手术医护人员受到的年有效剂量（mSv）
心脏介入	0.79	5.89×10^{-1}	0.05	2.04×10^1	1.51
神经介入		7.37×10^{-1}		2.20×10^1	1.70
综合介入		1.55		4.43×10^1	3.48

备注：项目放射工作人员手术时佩戴铅橡胶颈套，故 α 取 0.79， β 取 0.051。项目未运营，按照理论值进行估算。

项目手术医护人员均由内部培养调配，不从事其他放射工作。单组手术医护人员受到项目的年有效剂量最大约 3.48mSv/a（综合介入手术医生），小于项目放射工作人员年有效剂量管理目标限值 5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，且能满足 DSA 常用条件下开展介入手术的基本需求。

此外，上述透视工作条件下的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于 400 μ Sv/h 的基础上计算的，短时的采集次数根据手术计划确定。实际手术过程中，手术医护人员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、手术医护人员的手术熟练度及习惯等相关。因此，介入手术医护人员实际受到的年有效剂量以个人剂量计监测结果为准，中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，放射工作人员 3 个月受照剂量超过 1.25mSv 时，应及时查明原因，如因工作量太大导致受照剂量超过 1.25mSv，则应减少工作量并密切关注个人剂量计结果。

另外，中医院还应采取以下措施确保辐射安全工作：

A.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，介入手术医护人员应在防护铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计；曝光时医护人员位于移动铅屏风后。

B.中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，正确有效使用防护用品，尤其是铅橡胶颈套。若放射工作人员的三个月受照剂量超过 1.25mSv，应开展进一步调查，查明原因，提出解决方案，确保放射工作人员受到的年有效剂量低于中医院的年剂量管理目标值。

C.建议中医院后续根据实际情况需要，可为介入医生配备局部剂量计（如指环剂量

续表 11 环境影响分析

计、眼部剂量计等)。

(2) 公众成员剂量估算

项目 DSA 年透视时间共约 207.5h, 采集时间约 16.0h。DSA 在常用透视和采集条件下, 介入手术室外公众成员受到的年有效剂量估算见表 11-8。

表 11-8 介入手术室外公众成员受到的年有效剂量表

序号	环境保护目标名称	方位	与介入手术室的最近水平距离 (m)	关注点最大周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
				透视	采集		
1	刷手区、更衣间、7 号检查室、走廊、卫生间、制药室、发电机房、弱电机房等	东北	约 2~41	1.15×10^{-3}	2.88×10^{-2}	1	6.99×10^{-4}
2	休闲广场		约 38~50	2.48×10^{-5}	6.21×10^{-4}	1/40	3.77×10^{-7}
3	库房、设备间、学习室、卫生间、库房、办公室等	东南	约 0~10	3.23×10^{-3}	8.08×10^{-2}	1	1.96×10^{-3}
4	院内道路、绿化等		约 10~35	2.36×10^{-4}	5.89×10^{-3}	1/40	3.58×10^{-6}
5	同心苑及小区道路、绿化等		约 32~50	3.47×10^{-5}	8.67×10^{-4}	1	2.11×10^{-5}
6	敬业大厦及小区道路、绿化等		约 34~50	3.11×10^{-5}	7.78×10^{-4}	1	1.89×10^{-5}
7	检查室、控制室、休息室、阅片室等	西南	约 0~42	2.39×10^{-3}	5.98×10^{-2}	1	1.45×10^{-3}
8	前广场		约 28~50	4.24×10^{-5}	1.06×10^{-3}	1/40	6.44×10^{-7}
9	缓冲区、走廊、医生休息室、谈话间、值班休息室、配电房、库房等	西北	约 0~17	3.06×10^{-3}	7.66×10^{-2}	1	1.86×10^{-3}
10	院内道路、绿化等		约 17~21	1.02×10^{-4}	2.56×10^{-3}	1/40	1.55×10^{-6}
11	建北一支路及绿化		约 21~50	7.19×10^{-5}	1.80×10^{-3}	1/40	1.09×10^{-6}
12	门诊大厅门诊室(含药学科门诊室)、治疗室(含输液室)、药房等用房(1F)	楼上	约+4.2~8.4(垂直距离)	4.70×10^{-4}	1.17×10^{-2}	1	2.68×10^{-4}
	门诊室、治疗室、住院等用房(2F~13F)		约+8.4~50(垂直距离)	1.17×10^{-4}	2.94×10^{-3}	1	7.14×10^{-5}
13	车库以及锅炉房、中心供氧机房等设备用房(-2F)	楼下	约 0~-4.2(垂直距离)	3.68×10^{-6}	9.20×10^{-5}	1/40	5.59×10^{-8}
	车库以及冷冻机房、消防水泵房等设备用房(-3F)		约-4.2~-8.4(垂直距离)	7.61×10^{-7}	1.90×10^{-5}	1/40	1.16×10^{-8}

备注: ①居留因子参照 NCRP147 号报告 P31 表 4.1 取值; ②同一方位选取居留因子最大值进行保守估算; ③“-”代表其地面低于中医康复保健综合大楼-1F 地面, “+”代表其地面高于中医康复保健综合大楼-1F 地面; ④同一处的环境保护目标的年有效剂量估算均以最近的距离、最大的居留因子进行计算, 故更远的环境保护目标年有效剂量将更小。

续表 11 环境影响分析

根据表 11-8 可知，介入手术室屏蔽体外公众成员受到的年有效剂量最大约 $1.96 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，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，根据中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、有效使用防护用品和辅助防护设施的前提下，从事介入手术的放射工作人员所受到的年有效剂量低于放射工作人员的剂量管理目标值（ 5mSv/a ），公众成员受到年有效剂量也低于中医院公众成员的剂量管理目标值（ 0.1mSv/a ），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.4 环境保护目标辐射环境影响分析

根据前文分析可知，拟建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，各关注点周围剂量当量率满足国家相关标准要求。拟建项目环境保护目标主要受 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 11-7 可知，介入手术室外公众成员受到的年有效剂量低于中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。根据调查可知，拟建介入手术室所在放射科的其他射线装置正常出束运行时，射线机房屏蔽体外的周围剂量当量率的监测结果很小，大部分监测结果均低于检出限值，故对拟建介入手术室周围环境保护目标的影响叠加效果不明显。因此，拟建项目所致介入手术室周围 50m 范围内环境保护目标的影响小，对环境的影响可以接受。

11.5 “三废”环境影响分析

11.5.1 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。项目 DSA 运行时产生臭氧和氮氧化物量极少，介入手术室设置 1 个排风口，废气经管道收集后引至主任办公室东南侧外墙排放，离地面高约 2m。因此，项目 DSA 运行产生的废气对周围环境影响可接受。

11.5.2 废水影响

项目医疗废水进入中医院污水处理站进行处理，处理满足《医疗机构水污染物排放

续表 11 环境影响分析

标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后排入市政污水管网，而后进入唐家沱污水处理厂进一步处理后，处理达标后排入长江。中医院污水处理站处理能力为 400m³/d。项目放射工作人员在中医院总劳动定员内，污水处理站设计建设时已经考虑这部分废水，故中医院污水处理站能接纳项目产生的废水。因此，项目产生的废水能得到有效处置，不会对周围环境产生影响。

11.5.3 固体废物

项目产生的生活垃圾经收集后，统一经中医院的收运系统交环卫部门处理。

项目产生的医疗废物分类收集，在介入手术室内打包整理后依托中医院的医疗废物收集系统收集，并暂存于中医院医废暂存间，最终交由有资质单位处理。医废暂存间内设置感染性废物和损伤性废物收集桶，相应类别的塑料桶上粘贴中文标签，医废暂存间大门张贴危险废物标识；医废暂存间为封闭空间，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；医废暂存间的面积足够暂存中医院 2 天内产生的医疗废物；医废暂存间内设置紫外线消毒装置，空调通风换气装置。因此，拟建项目产生医疗废物及时运送至医废暂存间，此种处理措施依托可行。

项目配置多套含铅防护用品，在使用一定年限后屏蔽能力减弱，不再使用的含铅防护用品按有关规定由中医院收集后妥善保存，做好记录，交有资质单位处理。DSA 报废按照相关要求去功能化后，根据中医院相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。综上所述，项目产生的固体废物均能得到合理处理，不会对环境产生影响。

11.6 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，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 应用于介入手术，在手术辅助等方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命可以起到十分重要的作用。拟建项目运营期将为患者提供一个便利的就医环境，具有明显的社会效益；随着医院医疗技术服务水平的提高，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，对环境的影响也在可接受范围内。同时，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介入手术相

续表 11 环境影响分析

关操作。 综上，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。 11.7 产业政策符合性 项目使用 DSA 从事介入手术工作，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类中的第十三项第 4 条：“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”。项目属于鼓励类中的“高性能医学影像设备”的应用，符合国家的产业政策。 11.8 事故影响分析 （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（介入手术室），介入手术室顶棚、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设备故障和违反操作规程等，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： ①介入手术室外人员误照射：在设备偏离正常运行工况下，项目 DSA 出现最不利运行参数造成介入手术室外人员的误照射。 ②介入手术室内人员误照射：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，造成介入手术室内人员的误照射。 （2）后果分析 ①介入手术室外人员误照射 DSA 在极端情况下，透视工况、采集工况的运行管电压为最大管电压即 125kV，电流均自动跟随电压，透视工况电流不大于 110mA，采集工况电流不大于 500mA。DSA

续表 11 环境影响分析

在最大运行参数条件下运行，介入手术室的防护门、观察窗的屏蔽能力最弱，楼下车库衰减距离最近。按照上述条件预测，介入手术室东南侧防护门外的周围剂量当量率最大。单台手术时间内介入手术室外最大剂量估算情况见下表。

表 11-9 介入手术室外误照射人员所受辐射剂量估算表

位置	事故情景	介入手术室外最大周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	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)
介入手术室东南侧	DSA 在最大运行参数条件下运行，人员位于库房或设备间	1.64 (透视)	21	5.73×10^{-4}	8.20×10^{-4}	8.20×10^{-4}
		7.44 (采集)	2	2.48×10^{-4}		

备注：①DSA 运行电压为 125kV，最大散射系数为 7.5×10^{-6} ；②本评价仅考虑散射线， $\text{Sv/Gy}=1$ 。

根据核算可知，在理论可预知风险条件下，项目介入手术室外人员误照射受到的单台手术有效剂量最大约 $8.20 \times 10^{-4} \text{mGy}$ 。

②介入手术室内人员误照射

因各种原因导致 X 射线装置在运行过程中非手术人员滞留介入手术室内发生误照射辐射事故，按照最不利情况即 DSA 最大运行参数（透视工况为 125kV/110mA，采集工况为 125kV/500mA），考虑人员受到照射的位置距离 DSA 靶点约 1m 考虑。因手术床旁和控制室均拟设置急停按钮，发现人员误入或滞留介入手术室内时能及时按下急停按钮停止出束，故受照时间可按照发现人员误入或滞留并按下急停按钮时间约 2min 考虑，另外从最不利情况考虑单台手术的最大采集和透视时间（分别约 2min 和 21min）进行估算，其剂量估算情况见表 11-10。

表 11-10 介入手术室内误照射人员所受辐射剂量估算表

工作模式	受照时间	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	有效剂量 (mSv)	吸收剂量 (mGy)
采集模式：1m 处发射率 $9.8 \text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{mA min}$	10s (发现后使用急停按钮)	6.11×10^6	16.97	16.97
	2min	6.11×10^6	203.60	203.60
透视模式：1m 处发射率 $9.8 \text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{mA min}$	2min (发现后使用急停按钮)	1.34×10^6	44.79	44.79
	21min	1.34×10^6	470.32	470.32
采集+透视：最大参数运行	23min (单次采集+透视最长时间)	/	673.92	673.92

备注：①DSA 运行电压为 125kV，最大散射系数为 7.5×10^{-6} ；②仅考虑散射线， $\text{Sv/Gy}=1$ 。

根据以上后果分析可知，介入手术室内人员误照射情况下，人员滞留介入手术室内且未穿戴防护用品时，误照射受到的单台手术有效剂量最大约 673.92mGy。

续表 11 环境影响分析

(3) 辐射事故等级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，辐射事故从重到轻分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表 11-10。

表 11-11 辐射事故等级分级一览表

事故等级	危害后果
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾
一般辐射事故	IV类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

根据上述后果分析可知，两种事故情景导致人员在介入手术室内单次误照射所受到的辐射剂量超过年剂量，为一般辐射事故。辐射剂量可能会发生可恢复的机能变化，增加随机性效应的概率，但不会导致较严重辐射损伤。全年多次误照射的情况基本不存在。

(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，中医院应采取以下措施防范风险事故发生。

①撤离介入手术室时应清点人数，确认没有无关人员停留在介入手术室后才开始操作。此外，在设备及控制台设置有紧急停机按钮，可避免此类事故的发生。在介入手术室内设置紧急停机按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

②中医院加强管理，手术医生在开展手术时，需要进行介入手术室透视曝光时，应由熟练医生正确穿戴防护用品熟练完成。

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，保证按照介入手术室管理要求开展手术。

④中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，增强放射工作人员个人防护意识，在开展血

续表 11 环境影响分析

管造影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。加强介入医护人员职业健康体检，发现医护人员不适合参与放射工作应及时停止工作。

综上所述，中医院落实上述措施后，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。

11.10 环保投资

项目环保投资估算约 25 万元，占总投资的 3.17%，具体情况见表 11-11。

表 11-12 拟建项目环保投资一览表

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急措施	制作图框、上墙，人员培训考核等	2
电离辐射警告标志	张贴正确，有中文说明	
辐射防护与安全措施	急停开关、对讲系统、门灯连锁等	3
防护用品及墙体屏蔽	铅衣、铅屏风、屏蔽室墙体、防护门窗、硫酸钡水泥等	12
环保手续	环评、验收、监测、办证等	8
合计	/	25

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构

《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I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

根据《重庆市江北区中医院关于印发放射防护与辐射安全管理工作实施方案的通知》（江中院发〔2024〕29 号）可知，重庆市江北区中医院发布了《重庆市江北区中医院放射防护与辐射安全管理工作实施方案》，中医院成立了放射防护与辐射安全工作领导小组，明确了领导小组的职责及工作要求，专职负责辐射安全与环境保护管理工作的成员学历为本科学历。因此，中医院的辐射安全与环境保护管理机构满足相关要求。

项目辐射环境管理可直接纳入现有管理机构管理。

12.2 辐射安全管理

12.2.1 规章制度

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“营运管理”的要求，中医院必须培植和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生。同时，《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：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。有完善的辐射事故应急措施。

中医院已制定的辐射环境管理制度有：《放射安全防护管理制度》《放射工作人员职业健康管理制度》《放射工作人员培训制度》《放射科管理制度》《放射科各类人员职责》《放射科档案管理制度》《辐射监测大纲》《设备保养和维修制度》《放射安全事件应急处理预案》等。中医院现有制度基本健全，具有一定的可操作性，中医院在此之前一直按照各项管理制度执行，到目前为止未曾发生过放射事故。

项目投入运行前，中医院应根据项目情况制定相应管理制度，如 DSA 操作规程、介入手术室管理制度、岗位职责，并将年度评估相关内容纳入放射安全防护管理制度中，以便满足项目的管理要求，将上述部分制度悬挂于辐射工作场所，并及时按照辐射环境管理要求办理《辐射安全许可证》，在许可范围内从事辐射工作。

12.2.2 放射工作人员配置及辐射安全培训

项目拟配置介入手术医生 6 人（心脏介入、神经介入、综合介入各 2 名）、技师 2

续表 12 辐射安全管理

人、护士 2 人。项目拟配置的放射工作人员能满足项目开展的需求。

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《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），有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（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识。

中医院目前仅许可使用Ⅲ类射线装置，按照《中华人民共和国生态环境部公告》（2021 年第 9 号）要求，中医院自行组织放射工作人员参加辐射安全与防护培训、考核，并在自行考核结果有效期届满前再培训、考核。

项目拟配置的放射工作人员拟按照上述要求进行辐射防护与安全培训，参加“介入放射学”等相应专业类别的考核，并取得合格成绩单后方可上岗，并在到期前及时参加再培训以及考核。

12.2.3 个人剂量管理

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，建立辐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。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。个人剂量档案应当终身保存。另外，放射工作人员上岗期间，必须正确佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量片相互传借，不允许将个人剂量片带出中医院。

中医院现有放射工作人员均配置了个人剂量计，按 GBZ128 相关要求进行一次个人剂量监测（一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），并安排了专人负责个人剂量监测管理工作，发现个人剂量监测结果异常的，立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。此外，放射工作人员上岗期间，必须正确佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量计相互转借，不允许将个人剂量计带出中医院。

项目配置的放射工作人员拟按照上述要求申请个人剂量监测，并按照相关管理制度进行管理。

续表 12 辐射安全管理

12.2.4 职业健康检查

中医院现有放射工作人员均按照要求在每两年进行一次职业健康体检，目前在岗放射工作人员均无体检异常，无疑似职业病人员，满足管理要求。必要时可增加临时性检查。放射工作人员脱离辐射工作岗位，离岗前的职业健康检查，并保存放射工作人员的健康档案。中医院按照现有制度对新增放射工作人员的职业健康体检进行管理。

12.2.5 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。

年度评估报告包括单位基本信息、射线装置台账、现有防护用品情况、辐射安全和防护设施的运行与维护及辐射安全和防护制度及措施的建立和落实等方面的内容。中医院按照上述要求每年均提交了上一年度的年度评估报告，后续拟继续按规定开展年度评估检查，对检查中发现的问题或不足及时整改，消除安全隐患，按规定编制并上报年度评估报告。中医院应将年度评估相关内容纳入管理制度中，并在本项目建成运行后，将本项目纳入年度评估管理。

12.2.6 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，建立辐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。个人剂量档案应当终身保存。

辐射安全与防护管理档案资料分为九大类：“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”。中医院根据核技术利用项目开展情况将档案资料整理后分类管理。

中医院认真落实了相关制度和规定，所有放射工作人员均进行职业健康体检（体检时间未超过 2 年）、个人剂量监测、辐射安全与防护培训，并将职业健康体检报告、个人剂量监测报告、辐射安全培训合格证等建立档案进行了保存。项目运营后，拟将项目相关资料建立档案，并纳入现有档案管理中，档案信息和保存等按照《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

12.3 核安全文化建设

核安全文化是以“安全第一”为根本方针，以维护公众健康和环境安全为最终目标；保障核安全是培育核安全文化的根本目的，而培育核安全文化是减少人因失误的有力措施，是核安全“纵深防御”体系中的重要屏障。

核安全文化是核安全的基础，是从事核技术利用活动单位及其全体工作人员的责任心。对于核技术利用项目核安全文化建设要求建设单位树立并弘扬核安全文化，核安全文化表现在从事核技术利用活动单位的相关领导与员工及最高管理者应具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识，提高并保持核安全意识。

中医院已建立了辐射环境安全管理体系，设立核安全保障机构，明确了单位各层级人员的职责，将良好的核安全文化融汇于运营和管理的各个环节；持续开展核安全文化建设，让其发挥的作用更加有效，做到凡事有章可循，凡事有据可查，凡事有人负责，凡事有人检查。在日常工作中将核安全文化建设贯彻于核技术利用活动中，不断识别单位内部核安全文化的弱项和问题并积极纠正与改进；落实两个“零容忍”，即对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”。让核安全文化落实到每个从事核技术利用活动人员的工作过程中，确保核技术利用项目的辐射安全。

具体操作参考如下：

- ①中医院组织核安全文化培训，制定出符合自身发展规划的核安全文化；
- ②中医院建立有关的部门管理，通过专项的管理能够让核安全文化一步步落实到员工的工作过程中，并让核安全文化建设更加有效。

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》第十六条的相关规定，中医院从事的辐射活动能力评价如表 12-1。

表 12-1 从事拟建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，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	中医院已成立放射防护与辐射安全工作领导小组，设置了具有本科以上学历的技术人员专人负责辐射安全与环境保护管理工作。

续表 12 辐射安全管理

应具备条件	落实情况
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	现有放射工作人员均已通过辐射安全和防护培训和考核，并在有效期内。中医院已制定有《放射防护人员培训计划》，承诺后期如有新上岗人员将按要求培训、考核，并考核合格后再行上岗。
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	现有放射工作人员均已通过辐射安全和防护培训和考核，并在有效期内。中医院已制定有《放射防护人员培训计划》，承诺后期如有新上岗人员将按要求培训、考核，并考核合格后再行上岗。
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	项目拟配置的 DSA 及控制台拟设急停按钮，拟建介入手术室所有防护门上方均拟设置工作状态指示灯，灯箱上拟设置“射线有害、灯亮勿入”指示灯。防护门与工作状态指示灯形成联锁，门关，灯亮，警示无关人员远离介入手术室；门开，灯熄灭，能有效防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射。
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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	中医院现有辐射环境管理制度较齐全。项目运营前，补充介入手术相关制度，并按照规定将项目相关制度张贴上墙。
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，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	现有放射工作人员均按照要求配置了个人剂量计；并为新上岗的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供病员使用。
有完善的辐射事故应急措施	中医院已制定《放射安全事件应急处理预案》，项目运营前，完善《辐射监测大纲》以满足项目的需求。

根据上表可知，中医院已建立有辐射环境管理体系。项目的管理工作依托现有的管理体系，具备一定从事辐射活动的能力。待项目建成后，认真落实上述要求，方具备从事本项目辐射活动的能力。中医院应及时完成项目竣工环境保护验收，并按照规定办理《辐射安全许可证》，在许可范围内从事辐射工作，项目方可投入正式运行。

12.5 辐射监测

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）等相关法律法规和标准，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。

中医院制定有《辐射监测大纲》，每年委托有资质单位对现有射线装置所在机房屏

续表 12 辐射安全管理

蔽体外的辐射环境及放射工作人员个人剂量进行监测。本项目建成后，定期对介入手术室周围人员和环境进行监测，做好监测记录，存档备查。本项目运营前，中医院应完善《辐射监测大纲》以满足本项目的需求。项目运营后按照相关制度执行。

根据调查，中医院委托有资质单位每三个月对放射工作人员个人剂量进行监测，监测结果远低于中医院年剂量管理目标值；委托有资质单位每年对现有辐射工作场所进行监测，监测结果均满足相关标准的要求，现有辐射项目运行对周围环境和人员的影响满足要求。

根据相关要求，项目涉及的具体辐射监测内容包括：

(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正确佩戴个人剂量计，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，最长不超过 3 个月。

(2) 工作场所环境监测

中医院应对介入手术室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。验收监测委托有资质的单位进行。

监测频度：验收时监测一次（含维修导致屏蔽防护措施或设备剂量率发生变化时的监测），委托有资质单位监测。中医院目前未配置辐射监测设备，日常监测委托有资质单位进行，每年监测一次；

监测项目：周围剂量当量率；

监测点位：介入手术室四周墙体、门、窗外 30cm 处；顶棚上方（楼上）距离顶棚地面 100cm；介入手术室地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 等关注点位，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

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《重庆市辐射污染防治办法》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。

中医院目前已制定了《放射安全防护管理制度》《放射安全事件应急处理预案》，内容包括应急及突发事件小组、应急处理程序、应急处理措施等。中医院应完善应急能

续表 12 辐射安全管理

力的培训、辐射事故报告电话，演练和应急响应能力的保持等内容。应急措施具有一定操作性，后期应根据情况完善制度内容，及时更新、完善应急管理部门名称及电话。主要内容如下：

(1) 辐射事故的报告

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：

中医院公共卫生管理中心：023-67879337

重庆市生态环境局 24 小时应急值班电话：023-89112369

重庆市卫生健康委员会电话：023-67867680

江北区生态环境局：023-67850019

江北区卫生健康委员会：023-67853613

(2) 应急处理程序

①发生辐射事故后，立即关闭辐射源（如关闭射线装置应急开关等），立即撤离有关工作人员和受检者，封锁现场；禁止无关人员进入辐射区，同时报告科室负责人和领导小组，领导小组启动应急预案。

②辐射应急处理领导小组召集相关人员，按照辐射事故的具体情况，迅速确定事故处理方案。

③安排受照人员到职业病防治机构接受医学检查、救治和医学观察，同时对危险源采取应急安全处理措施。对可能受放射损伤的人员，立即采取暂时隔离和根据需要实施其他医学救治应急救援措施。

④核实事故情况，确定为辐射事故的，并于 2 小时内向区卫生健康委员会、市生态环境局、区生态环境局等报告。禁止任何部门、科室和个人缓报、瞒报、谎报或者漏报。

⑤发生放射事故的科室及个人，必须积极配合区卫生健康委员会、市生态环境局、区生态环境局等部门对放射事故的调查、处置、监测等，做好善后处理工作。

⑥各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故再发生。

续表 12 辐射安全管理

另外，中医院运行至今，尚未发生过辐射事故，故目前未启动过放射安全事件应急处理预案，但开展过应急演练。中医院应继续完善现有放射安全事件应急处理预案，定期进行辐射事故应急演练，并做好演习记录和资料归档，并根据应急演练情况，进一步完善辐射事故应急预案，在本项目建成后，将本项目纳入现有放射安全事件应急处理预案中。

12.7 竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，建设项目需要配套建设的环境保护设施需与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。项目正式投产运行前，中医院应进行自主竣工环保验收，按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）的要求开展验收工作，完善验收程序与相关手续。拟建项目环境保护验收一览表见表 12-2。

表 12-2 项目环保设施竣工验收内容及管理要求一览表

序号	验收内容	本项目验收要求	备注
1	建设内容	建设介入中心，包括介入手术室及辅助用房，配置 1 台 DSA（单管头，II 类射线装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA）	/
2	环保文件	环评报告、环评批复、验收监测报告等齐全	/
3	剂量管理目标值	放射工作人员年有效剂量管理目标值<5mSv 机房外公众成员年有效剂量管理目标值<0.1mSv	GB18871-2002 中医院管理要求
4	人员要求	配置符合要求的辐射工作人员，按照要求组织放射工作人员均经考核合格后上岗，按要求定期复训	环境保护部令第 3 号、第 18 号、公告 2019 年第 57 号
5	剂量率控制	机房四周墙体、门、观察窗外 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、其他穿墙管线（电缆穿墙和风管穿墙等位置）、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。	GBZ130-2020
6	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，每名技师各佩戴 1 枚个人剂量计； 工作人员用铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 4 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 1 套；患者用铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 2 套（成人 1 套、儿童 1 套）。防护用品的铅当量满足标准要求。	

续表 12 辐射安全管理

序号	验收内容	本项目验收要求
7	辐射安全防护措施	①介入手术室所有防护门上方均设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”指示灯。并将门与灯形成联锁，门关，灯亮，警示无关人员远离机房区域，门开，灯熄灭。 ②介入手术室各防护门外均设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在患者进出防护门外缓冲区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介入手术室设置机械排放系统，保持良好通风。 ⑤介入手术室内不得堆放无关杂物。 ⑥介入手术室的平开门有自动闭门装置，电动推拉门有防夹装置。 ⑦设备（DSA）上自带急停开关；控制台设置急停开关；控制室与介入手术室设对讲装置；防护用品与辅助防护设施齐全。 ⑧介入手术室的四周墙体、顶棚、地板、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、年度评估等。

表 13 结论及建议

13.1 项目概况

重庆市江北区中医院拟在重庆市江北区建东一村 35 号重庆市江北区中医院中医康复保健综合大楼-1F 实施“重庆市江北区中医院介入中心改造项目”，拟将放射科部分射线装置机房（5 号检查室、6 号检查室、闲置机房）及其辅助用房改造为介入中心，内设 1 间介入手术室及其辅助用房，并配置 1 台血管造影用 X 射线装置（DSA，单管头，Ⅱ类射线装置，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA）开展血管造影介入手术工作。项目总建筑面积约 148m²，总投资约 789.80 万元，其中环保投资约 25 万元。

13.2 实践正当性

项目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。故项目建设符合《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(2024 年本)》鼓励类中的“高性能医学影像设备”的应用，符合国家的产业政策。

13.4 辐射环境质量现状

项目拟建址及周围环境的环境 γ 剂量率的监测值在 73nGy/h~165nGy/h 之间（未扣除宇宙射线的响应值）。根据《2023 年重庆市辐射环境质量报告书》（简化版），累积剂量测得的 γ 辐射空气吸收剂量率全市点位年均值范围为 76.8~93.3nGy/h，平均值 87nGy/h（均未扣除宇宙射线响应值）相比较，项目所在地的环境 γ 辐射剂量率监测值在重庆市环境 γ 辐射空气吸收剂量率正常涨落范围内。放射科现有设备正常运行时，拟建项目场址辐射质量状况良好。

13.5 选址可行性及布局合理性

项目拟使用 DSA 从事介入手术工作，DSA 运行过程中主要产生电离辐射影响。项目选址于中医院中医康复保健综合大楼-1F 放射科，便于射线装置的集中管理。放射科所在楼层主要布置有放射科、制剂室及设备用房，无关人流相对较少。拟建介入中心位于放射科北部，通过墙体、走廊等与周边其他功能区分隔，独立成区，减少对周围活动人员的影响。拟建介入手术室设置于介入中心南部，其周边紧邻介入中心内部用

续表 13 结论及建议

房及放射科 4 号检查室（CT 机房）、走廊，上层为输液室、药学门诊室与公共走廊，下层为车库，人员活动频次较低且停留时间较短。根据现状监测结果，场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。从辐射环境保护角度分析，项目选址可行。

拟建介入中心功能分区明确，包含介入手术室及控制室、缓冲区、换鞋区、更衣间、医生休息室、谈话间、刷手区、设备间、库房等配套辅助用房，设施配置齐全，满足介入手术的需求。辅助用房围绕介入手术室布置，控制室独立设置于介入手术室外；介入手术室拟设置 5 扇防护门，医护人员、患者、设备检修及无菌物品、医疗废物等通道独立。同时，介入手术室与控制室之间拟设置 1 扇观察窗，其设置位置可清晰地观察手术室内患者状态及防护门开闭情况。从辐射防护与环境保护角度分析，项目介入中心平面布局合理。

13.6 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射工作场所分区管理

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，将核技术利用工作场所划分为控制区和监督区，拟将介入手术室划设为控制区，四周紧邻的控制室、库房、设备间、4 号检查室、走廊、缓冲区、医生休息室以及介入手术室楼上楼下对应区域（输液室、走廊、药学门诊室、车库）划设为监督区，并采取相应的分区管理措施。

（2）介入手术室屏蔽防护

拟建介入手术室有效使用面积为 41.75m²，最小单边长度为 5.99m，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）机房有效使用面积和最小单边长度的要求。拟建介入手术室的屏蔽墙体均为 370mm 实心砖+15mm 硫酸钡水泥，顶棚为 180mm 混凝土+2mmPb 辐射防护板，地板为 180mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥，5 个防护门和 1 个观察窗均为 4mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的屏蔽防护厚度要求。

（3）安全联锁装置及其他措施

项目拟配置具有多种固有安全防护措施并符合相关标准要求的 DSA。DSA 及控制台上均拟设置急停开关。介入手术室内拟配置 1 套铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅屏风等辅助防护设施，并拟按有关标准要求配备足够数量，并符

续表 13 结论及建议

合防护要求的医生及患者的防护用品。介入手术室拟设置 5 个防护门，其上方均拟设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”指示灯，并安装门灯连锁系统，防护门上均设置电离辐射警告标志。介入手术室通向库房、设备间的防护门为平开门，设置自动闭门装置；介入手术室通向缓冲区、控制室、走廊的防护门为电动推拉式门，设置红外线感应防夹装置。拟建介入手术室采取机械排风系统进行通风换气，内设 1 个排风口，DSA 运行产生的废气经机械排风系统引至主任办公室东南墙外排放，排放口离室外地面高约 2m。介入手术医护人员拟在铅衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计，技师佩戴 1 枚个人剂量计，合理分配工作量。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）要求。

13.7 环境影响分析结论

（1）场所辐射剂量水平：根据核算，DSA 在最大运行工况及常用工况条件下，介入手术室设计屏蔽能力能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，DSA 在常用工况条件下，透视工作模式以及采集工作模式下，屏蔽体外周围剂量当量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

（2）剂量估算：根据中医院提供的计划手术量，通过核算，在合理配置介入手术医护人员的情况下，项目放射工作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值（ 5mSv/a ），项目所致公众成员的年有效剂量亦低于剂量管理目标值（ 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：通过核算可知介入手术室外公众成员受到的年有效剂量低于 0.1mSv/a 。因此，项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微，本项目对周围各环境保护目标的环境影响可以接受。

（4）“三废”影响：项目 DSA 运行时产生臭氧和氮氧化物量极少，介入手术室拟采取机械排风系统进行通风换气，介入手术室的废气经机械排风系统引至主任办公室东南墙外排放，排放口高于室外地面约 2m。项目产生的医疗废水依托中医院污水处理站处理，而后经市政污水管网进入唐家沱城市污水处理厂进行深度处理，处理达标后排入长江，对周围环境影响小。医疗废物依托现有医废暂存间暂存后交由有资质单位处理；生活垃圾交环卫部门处理；废弃含铅防护用品由中医院收集后妥善保存，做好记录，交

续表 13 结论及建议

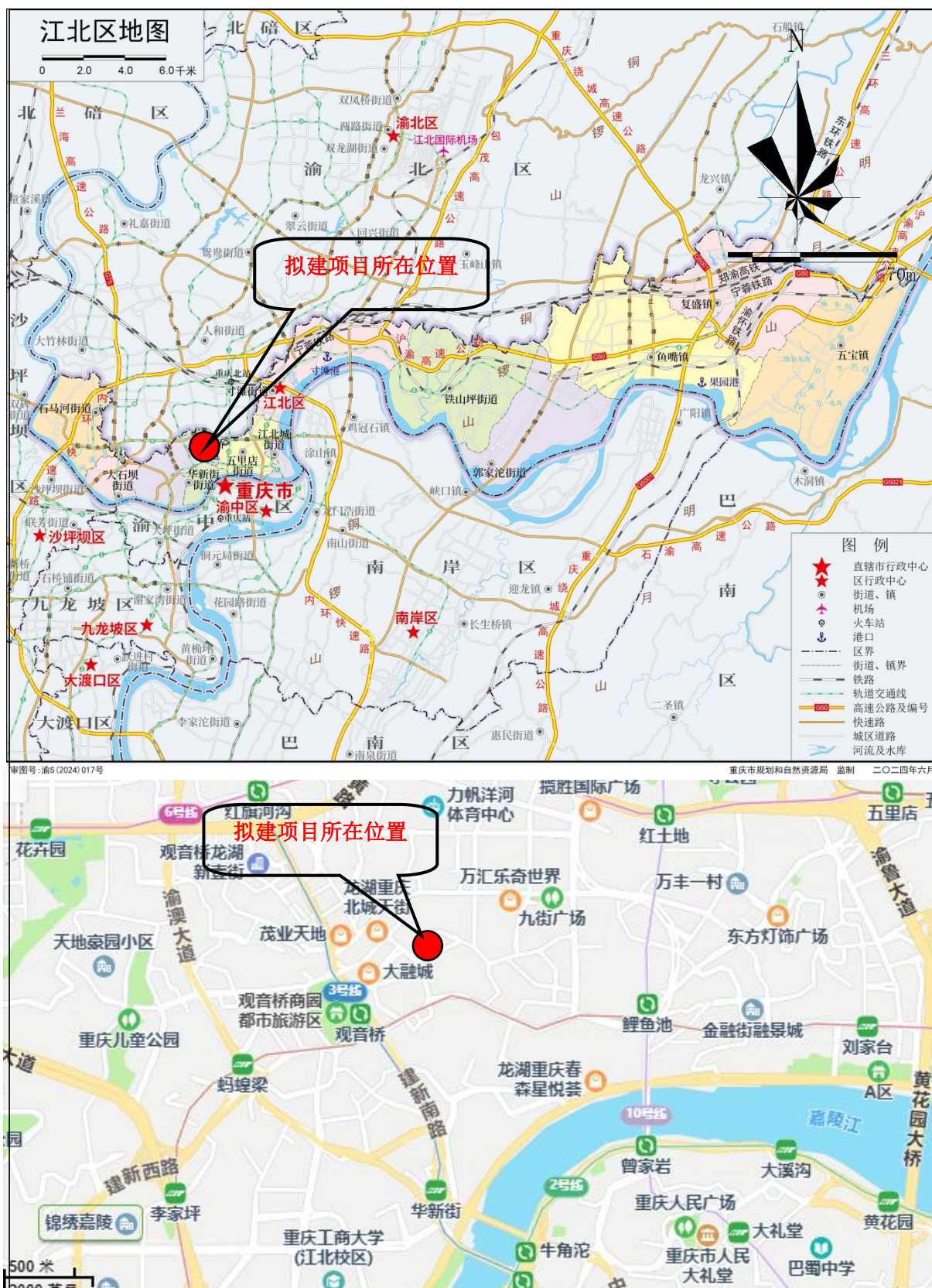
有资质单位处理；DSA 报废按照相关要求完成去功能化，而后根据中医院相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。项目各污染物均能得到有效处理，对周围环境的影响小。

（5）事故风险：项目 DSA 运行期间的风险事故等级为一般辐射事故，中医院落实撤离介入手术室时应清点人数、在 DSA 及控制台设置有紧急停机按钮、加强中医院管理、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，拟建项目风险可防可控。

13.8 辐射与环境保护管理

中医院成立了放射防护与辐射安全工作领导小组，制定了相应辐射环境管理相关制度，后续还应针对项目工作场所的特点，补充 DSA 操作规程、介入手术室管理制度等，并修订现有辐射安全管理制度。项目拟配置的放射工作人员拟在上岗前取得介入放射学等相关专业类别的辐射安全与防护培训考核合格成绩单以及职业健康体检合格报告，后期将按照 5 年有效期按时进行复训和考核、2 年有效期按时进行放射职业健康体检；项目落实本次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。加强日常应急响应的准备工作及应急演练，根据应急演练情况，进一步完善辐射事故应急预案，并在今后的工作中，加强管理，能满足辐射环境管理要求，杜绝辐射事故的发生。

综上所述，重庆市江北区中医院介入中心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。在制定完善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。



附图一 拟建项目地理位置图