

项目基本情况 表 1

建设项目名称		重庆市职业病防治院 DSA 介入诊断建设项目			
建设单位		重庆市职业病防治院			
法人代表	刘永生	联系人	李襄军	联系电话	023-61929579
注册地址		重庆市南岸区南城大道 301 号			
项目建设地点		重庆市南岸区南城大道 301 号重庆市职业病防治院住院部 1F			
立项审批部门		重庆市南岸区发展和改革委员会	批准文号	2019-500108-84-03-062742	
建设项目总投资（万元）	1400	项目环保投资（万元）	70	投资比例（环保投资/总投资）	5%
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

重庆市职业病防治院（重庆市第六人民医院、重庆市中毒控制中心），始建于 1948 年，其前身为中国人民解放军第二野战军中原卫生部直属医院。经过近 70 年的建设和发展，现已成为一所以职业病防、治、研及中毒处置为特色，以医疗、教学、科研、预防、保健为一体的市属三级医院；市人社局认定的工伤（职业病）鉴定、治疗、康复定点医院、医保定点医院，重庆医科大学、重庆医药高等专科学校等大专院校的教学医院；国家二类化学中毒救治基地、重庆市核辐射救治基地。2014 年 5 月，经国家卫生计生委验收合格，批准为国家突发中毒事件处置队承建单位，是目前国内唯一由医疗机构组建国家突发中毒事件处置队的

项目基本情况 续表 1

医院。

重庆市职业病防治院现有编制床位 600 张，开设有内分泌与代谢病科/消化内科、呼吸内科、神经内科/老年医学科、肾病风湿科、心血管内科、重症医学科、妇科/产科、康复科、普通外科、神经外科、泌尿外科、骨科/胸心外科、耳鼻咽喉科/眼科、口腔科、医疗美容科、血液净化治疗中心、职业病科/血液内科、急诊科、门诊部、体检中心、麻醉科（手术室）等临床科室和实验医学中心（临床检验科、理化检验科、中心试验室）、放射科、内镜中心、超声科、药学部、消毒供应科等医技科室，以及卫生学评价科等业务科室。其中“职业病与中毒”是市级重点学科，“眼科”是市级重点专科，“内分泌专科”、“放射专科”是区级重点专科。

1.2 项目由来

为更好地满足患者多层次、多方位、高质量和快捷便利的就诊需求，重庆市职业病防治院拟将住院部 1F 原缴费大厅和收费室区域改造成为介入手术室，建设 2 间 DSA 机房及其辅助用房，并配置 2 台数字减影血管造影 X 射线装置（以下简称“DSA”）开展介入放射诊断工作。

根据《射线装置分类》（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），DSA 属于 II 类射线装置。DSA 运行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》等相关规定，该项目的建设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》（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）的分类，本项目属于 191 核技术利用建设项目类别中的使用 II 类射线装置项目，其环境影响评价文件类别为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》，重庆市职业病防治院委托重庆宏伟环保工程有限公司对“DSA 介入诊断建设项目”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，编制完成了该项目的环境影响报告表。

项目基本情况 续表 1

1.3 项目概况

1.3.1 项目组成

本工程建设内容主要是将重庆市职业病防治院住院部 1F 原缴费大厅和收费室（目前为空置房间）区域改造成为介入手术室，建设 2 间 DSA 机房及其辅助用房，并配置 2 台 DSA，本次改建工程施工内容主要包括拆墙、隔墙、内部装饰、防护门窗及设备安装等。项目总建筑面积约 260m²。本项目工程组成见下表 1-1。项目施工期预计 2 个月。

表 1-1 本项目组成情况一览表

分类	项目	工程组成	备注
主体工程	机房	2 间 DSA 机房，名称暂定为 DSA1 室和 DSA2 室： ①DSA1 室：最小单边长约 4.8m，有效使用面积约 54m ² ； ②DSA2 室：最小单边长约 5.0m，有效使用面积约 41m ² ； DSA 机房原始高度约 4.8m，吊顶后净空高度为约 2.8m。	主体依托改造装修
	设备	2 台 DSA（额定电压 150kV，1000mA），II 类射线装置。	
辅助工程	辅助用房	操作间、缓冲间、设备间、更衣室、洗手间、污物缓冲通道、污物暂存间等。	
公用工程	给水	由城市供水管网提供，依托医院供水管网。	依托
	排水	实行雨污分流。雨水排入市政雨水管网；医疗废水经医院污水处理站处理后排入市政污水管网，进入鸡冠石污水处理厂深度处理后最终排入长江。	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	DSA 机房采用机械通风，每个机房分别使用 1 台低噪音管道离心风机（风量 650m ³ /h，通风换气次数不小于 4 次/h），通风管道位于房间内吊顶上方	新建
环保工程	废水	工作人员产生的废水依托医院的污水管网收集至位于医院南侧的污水处理站（处理能力为 400m ³ /d）处理后接入市政管网，进入鸡冠石污水处理厂深度处理后最终排入长江。	依托
	固废	手术过程中产生的医疗废物经污物通道运至 DSA1 室西侧的污物暂存间暂存，然后依托医院医疗废物收运处置系统收集暂存，最后交有资质单位处置。工作人员产生的生活垃圾依托医院的生活垃圾收集系统收集，统一交环卫部门处理。	依托
	废气	DSA 机房通过专用通风系统机械通风换气，排风管道穿墙处采用 2mmPb 当量铅板包裹屏蔽防护，废气引至门诊楼楼顶高空排放。	新建

1.3.2 机房屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料可知，本项目 DSA 机房屏蔽防护设计方案见表

项目基本情况 续表 1

1-2。

表 1-2 DSA 机房屏蔽防护方案

屏蔽体	DSA1 室	DSA2 室
墙体	300 mm 实心页岩砖+2 cm 硫酸钡	300 mm 实心页岩砖+2 cm 硫酸钡
顶棚	10 cm 混凝土+2 mm Pb 当量铅板	10 cm 混凝土+2 mm Pb 当量铅板
地板	10 cm 混凝土+3 cm 硫酸钡	10 cm 混凝土+3 cm 硫酸钡
防护门	3 mm Pb 当量防护门	3 mm Pb 当量防护门
观察窗	3 mm Pb 当量铅窗	3 mm Pb 当量铅窗

备注：①混凝土密度 2.35g/cm³，实心页岩砖密度 1.65g/cm³，硫酸钡密度 3.5g/cm³。

1.3.3 相关设备配置

本项目拟为介入手术室配套相关手术设备，项目配套设施设备见表 1-3。

表 1-3 手术配套设施设备配置一览表

序号	名称	数量	型号	用途	位置	备注
1	氧气瓶	2 台	/	手术配套用	DSA 机房	计入介入手术室物资配置计划中
2	除颤仪	2 台	/	手术配套用		
3	高压注射器	2 台	/	手术配套用		
4	吸痰器	2 台	/	手术配套用		
5	电生理仪	2 台	/	手术配套用		
6	麻醉机	2 台	/	手术配套用		
7	空气消毒机	2 台	/	手术配套用		

1.4 劳动定员和工作制度

项目拟配备 14 名放射工作人员，包含 10 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。本项目辐射工作人员每年工作 50 周，每周工作 5 天，每天工作 8 小时。

1.5 工作负荷

项目基本情况 续表 1

根据医院提供资料，预计单台 DSA 年开展介入手术 250 台，共 500 台/年。

1.6 项目周边保护目标

本项目位于重庆市南岸区南城大道 301 号重庆市职业病防治院住院部 1F，项目周边保护目标主要为 DSA 机房周围辅助功能用房、东侧楼外医技楼、北侧紧邻门诊楼等院内建筑物。根据项目周边保护目标分布情况，确定本项目环境保护目标为该医院从事介入手术的放射工作人员、DSA 机房周围 50 米范围内的其它非放射工作人员和公众成员。

1.7 与项目有关的环境保护问题

1.7.1 项目所在住院楼环保手续情况

本项目位于重庆市职业病防治院住院部 1F 原缴费大厅和收费室区域，项目所在的住院部大楼（16F/-1F）于 2014 年建成投用，并于 2014 年 8 月 27 日取得了南岸区环境保护局核发的《重庆市建设项目竣工环境保护验收批复》（渝（南岸）环验[2014]058 号），运营至今无环保投诉。

1.7.2 与项目有关的辐射环境问题

根据调查，重庆市职业病防治院目前使用 7 台 III 类医用 X 射线装置，医院按照《辐射安全许可证》（渝环辐证[00281]号，有效期至 2023 年 5 月 26 日）许可的种类和范围开展核技术利用项目。根据《辐射安全许可证》及现场调查，医院的射线装置台账见表 1-4。

表 1-4 重庆市职业病防治院射线装置台账一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	使用场所
1	小型 C 臂机	ZEN3090	III 类	医用诊断 X 射线装置	手术室
2	微焦点牙科机	MSD-III	III 类	口腔（牙科）X 射线装置	牙片摄影室
3	X 射线数字胃肠机	OPERA-T20C	III 类	医用诊断 X 射线装置	放射科
4	X 线摄片机	RADIOTEXCH	III 类	医用诊断 X 射线装置	放射科
5	X 线摄片机	RADSPEED MCDR	III 类	医用诊断 X 射线装置	放射科
6	CT	TSX-101A	III 类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	放射科
7	箱式 X 线机	AKHX-50/200D	III 类	医用诊断 X 射线装置	放射科

项目基本情况 续表 1

上述设备均完成了环境影响评价工作、进行了验收监测、取得辐射安全许可证并按照重庆市职业病防治院的辐射安全管理要求进行管理，营运至今未发生辐射环境事故及环保投诉。

1.7.3 本项目与医院依托衔接关系

(1) 依托关系

本项目主要依托住院部主体结构、给排水及供配电工程、废水处理站、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，依托可行性分析详见表 1-5。

表 1-5 本项目依托情况一览表

序号	项目名称	依托情况	依托可行性
1	主体结构	依托住院部 1F 原缴费大厅和收费室区域主体结构，原结构为框架结构，满足本次改造需要。	可行
2	公用工程	依托医院原有给排水及供配电工程。	可行
3	废水处理站	本项目产生废水量小，医院现有废水处理站处理规模为 400m ³ /d，能接纳本项目废水。	可行
4	医疗废物收运系统	本项目医疗废物产生量小，依托医院现有医疗废物收运系统并交有资质单位处置可行。	可行
5	生活垃圾收运系统	本项目生活垃圾产生量小，依托医院现有生活垃圾收运系统并交环卫部门处置可行。	可行
6	劳动定员	本项目拟配置 14 名放射工作人员，均在医院总劳动定员范围内，依托可行。	可行
7	辐射环境管理	本项目依托医院现有辐射安全与环境保护管理机构及人员，管理内容均为辐射工作管理，与现有管理工作一致，依托可行。	可行

综上，本项目依托医院现有的主体结构、给排水及供配电工程、废水处理站、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等是可行的。

(2) 衔接关系

本项目改建重庆市职业病防治院住院部 1F 原缴费大厅和收费室区域为 DSA 介入手术区域，目的是为了提升心血管内科等科室医疗技术水平，更好地满足患者多层次、多方位、高质量和快捷便利的就诊需求，与医院战略发展方向一致。

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
本项目不涉及放射源								

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
本项目不涉及非密封放射性物质										

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
本项目不涉及加速器										

（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	2 台	待定	150	1000	介入手术	住院楼 1F	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	
本项目不涉及中子发生器													

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 日施行修订版； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日施行修订版； (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) 《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； (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，国务院令第 653 号修改，2014 年 7 月 29 日修订实施； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环保部令第 3 号，2017 年 12 月 20 日施行修订版； (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； (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； (9) 《射线装置分类》，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； (10) 《重庆市环境保护条例》，2017 年 6 月 1 日施行修订版； (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。
--------	---

续表 6 评价依据

技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (2) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)； (3) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2016)； (4) 《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》(GBZ/T 144-2002)； (5) 《医疗照射放射防护基本要求》(GBZ179-2006)； (6) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》(GB16348-2010)； (7) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)； (8) 《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)； (9) ICRP33 号报告和 NCRP147 号报告； (10) 《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 -2007)； (11) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)。
其他	(1) 建设项目环境影响评价委托书，附件 1； (2) 建设项目环境影响评价内容确认函，附件 2； (3) 《监测报告》渝泓环（监）[2018]397 号，附件 3； (4) 《重庆市建设项目竣工环境保护验收批复》，附件 4； (5) 医院辐射安全许可证，附件 5； (6) 建设单位提供的其他资料。

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 DSA 机房边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 保护目标

项目环境保护目标为从事本项目介入手术的放射工作人员、DSA 机房周围 50 米范围内的其它非放射工作人员和公众成员。

（1）医院周围环境概况

重庆市职业病防治院位于重庆市南岸区南城大道 301 号，医院东侧紧邻大石路，南侧为绿地，西侧为桃源路居民楼，北侧紧邻桃源路。

（2）住院部大楼周围环境概况

住院部大楼位于医院中部，东侧为中央空调机组，之外约 26m 为医技楼，南侧约 40m 为行政楼，西侧为院内道路，之外为绿化，隔绿化约 52m 为桃源路居民楼，北侧紧邻门诊楼。

（3）DSA 机房周围环境概况

本项目 2 间 DSA 机房均位于住院部 1F，周围主要为 DSA 辅助用房、住院部门厅、门诊楼等，楼上为五官科、楼下为空置房间，DSA 手术区域平面布置见附图 4，DSA 机房周围 50m 范围内环境敏感点见表 7-2。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-2 DSA 机房周围环境敏感目标一览表							
机房	序号	敏感点名称	方位	水平距离	高差	环境特征	影响因子
DSA1 室	1	医技楼	东	26-50m	平层	非放射工作人员、公众成员	电离辐射
	2	住院部门厅 (含接待台)	南	0-11.5m	平层	非放射工作人员、公众成员	
	3	药房	南	11.5-43.5 m	平层	非放射工作人员	
	4	消防楼梯、消 防电梯和前室	西	4.5-11m	平层	公众成员	
	5	操作间	北	0-7m	平层	放射工作人员	
	6	门诊楼	北	9.5-50m	平层	非放射工作人员、公众成员	
	7	五官科	楼上	/	/	非放射工作人员、公众成员	
	8	空置房间	楼下	/	/	公众成员	
DSA2 室	1	操作间	东	0-3m	平层	放射工作人员	电离辐射
	2	医技楼	东	32.5-50m	平层	非放射工作人员、公众成员	
	3	住院部门厅 (含接待台)	南	7.5-19m	平层	非放射工作人员、公众成员	
	4	药房	南	19-43.5m	平层	非放射工作人员	
	5	消防楼梯、消 防电梯	西	0-6.5m	平层	公众成员	
	6	无菌库房、更 衣室	西	0-7.5m	平层	放射工作人员	
	7	门诊楼	北	2.5-50m	平层	非放射工作人员、公众成员	
	8	五官科	楼上	/	/	非放射工作人员、公众成员	
	9	空置房间	楼下	/	/	公众成员	

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。

续表 7 保护目标与评价标准

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) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)

本标准规定了医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、X 射线诊断操作的通用防护安全要求及其相关检测要求。

第 4.7.5 款 X 射线设备在确保铅屏风 and 床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下, 按附录 B 中 B.1.2 的要求, 在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400 μ Gy/h (按附录 C 图 C.3 的要求)。

第 5.1 款 X 射线设备机房(照射室)应充分考虑邻室(含楼上和楼下)及周围场所的人员防护与安全。

第 5.2 款 每台 X 射线机(不含移动式 and 携带式床旁摄影机与车载 X 射线机)应设有单独的机房, 机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建 and 扩建的 X 射线机房, 其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 2 (本报告表 7-3) 要求。

表 7-3 X 射线设备机房(照射室)使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m^2	机房内最小单边长度
单管头 X 射线机 ^b	20	3.5
^b 单管头、双管头或多管头 X 射机的每个管球各安装在 1 个房间内。		

第 5.3 款 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求:

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 4 (本报告表 7-4) 要求:

表 7-4 不同类型射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
介入 X 射线设备机房	2	2

c) 应合理设置机房的门、窗和管线口位置, 机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房(不含顶层)顶棚、地板(不含下方无建筑物的)应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

续表 7 保护目标与评价标准

第 5.4 款 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处, 机房的辐射屏蔽防护, 应满足下列要求:

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时, 周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$; 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、乳腺机、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$; 其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv ; 测量时, 测量仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。

第 5.9 款 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、患者和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防护衣; 防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb ; 应为不同年龄儿童的不同检查, 配备有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低于 0.5mmPb 。

(3) 《医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准》(GB16348-2010)

第 7.1.2 款 应为不同年龄儿童的不同检查配备有保护相应组织和器官的防护用品, 其防护性能不小于 0.5mm 铅当量。

(4) 《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 -2007)

室内: 臭氧浓度的接触限值: 0.3mg/m^3 。

(5) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)

二级标准: 臭氧 1 小时平均限值为 $200 \mu\text{g/m}^3$ (0.2mg/m^3)。

(6) 评价标准及相关数值

根据 GB18871-2002 基本标准 4.3.4 款中剂量约束要求及医院的辐射防护管理要求, 项目涉及的放射工作人员及公众成员中关键人群的年有效剂量管理目标值分别为: 放射工作人员职业照射 5mSv/a 、公众照射 0.25mSv/a ; 根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 第 5.4 款放射诊疗辐射防护要求, 项目场所环境剂量率管理目标值为: DSA 机房屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$, DSA 在确保床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下, 在透视防护区测试平面上的空气释动能率不大于 $400 \mu\text{Gy/h}$ 。

续表 7 保护目标与评价标准

综上所述，确定本项目的评价要求见表 7-5 所示。

表 7-5 辐射评价标准及相关参数汇总表

剂量控制			执行依据
执行对	标准限值 (mSv/a)	年有效剂量管理目标 (mSv/a)	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002) 及医院辐射环境管理部门确定
放射工作人员	20	5	
公众成员	1	0.25	
剂量率控制			执行依据
DSA 机房屏蔽体外 30cm 处	周围剂量当量率不大于 2.5 μSv/h。		《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）
透视防护区测试平面	在确保床侧挂帘等防护设施正常使用情况下，在 DSA 透视防护区测试平面上的空气释动能率应不大于 400 μGy/h。		
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 (m²)	机房内最小单边长度 (m)	《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）
DSA ^①	20	3.5	

注：①DSA 参照单管头确定机房控制面积。

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 2019 年 1 月 11 日对本项目建设地的 γ 辐射剂量率背景值进行了监测，监测结果见监测报告：渝泓环（监）[2018]397 号，附件 3。

（1）监测点位：

本次监测共设 5 个监测点，具体监测布点见表 8-1，监测布点图见图 8-1。

表 8-1 监测布点情况

监测点位	监测点位描述	备注
△1	住院部 1 楼空房间	DSA2 室拟建位置
△2	住院部 1 楼大厅	DSA1 室拟建位置
△3	住院部 2 楼耳鼻喉科诊断室外走廊	楼上
△4	住院部-1 楼	楼下
△5	住院部-1 楼外	楼外

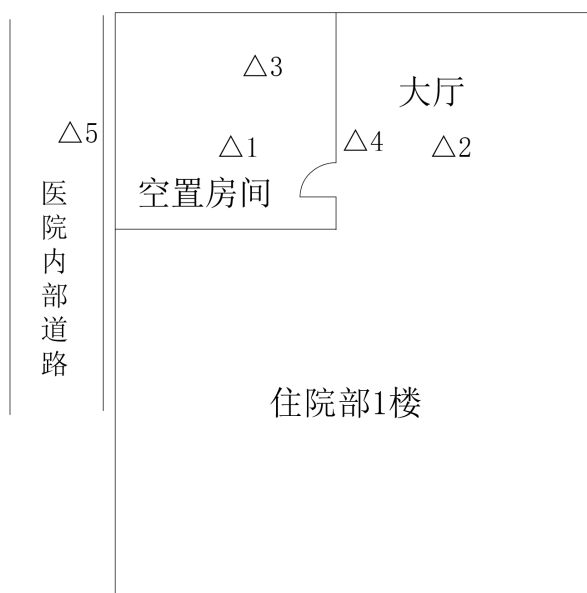


图 8-1 监测布点图

由表 8-1 和图 8-1 可知，本次监测布点全面，能为掌握本项目所在位置的辐射环境背景水平提供充分可靠依据。

续表 8 环境质量和辐射现状

(2) 监测因子：环境地表 γ 辐射剂量率。

(3) 监测方法和依据：监测方法和依据见表 8-2。

表 8-2 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
环境地表 γ 辐射剂量率	仪器法	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-1993

(4) 监测仪器

监测仪器情况见表 8-3。

表 8-3 监测仪器情况

监测仪器名称及型号	仪器编号	计量检定/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	2018020801299	2019.02.28	1.02

(5) 质量保证措施

监测人员持证上岗，监测仪器每年送剂量部门检定合格后在有效期内使用；监测时获取足够的数据量，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。

(6) 监测结果统计

重庆泓天环境监测有限公司的监测报告监测结果统计见表 8-4。

表 8-4 拟建项目监测结果统计

点位	监测点位描述	γ 辐射剂量率 (nGy/h)
$\Delta 1$	住院部 1 楼空房间	78
$\Delta 2$	住院部 1 楼大厅	79
$\Delta 3$	住院部 2 楼耳鼻喉科诊断室外走廊	77
$\Delta 4$	住院部-1 楼	67
$\Delta 5$	住院部-1 楼外	62

续表 8 环境质量和辐射现状

根据监测统计结果可知,本项目拟建位置及周围的环境 γ 辐射剂量率的监测值在 62nGy/h~79nGy/h 之间。根据《2017 全国辐射环境质量报告》可知,重庆市各自动站监测结果小时均值为 30.6~195.1nGy/h。因此,本项目拟建址的环境 γ 辐射剂量率监测结果位于重庆市本底水平范围内,项目周围环境的辐射环境质量现状无异常。

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

本项目在原有建筑内进行改造和装修，不新增用地。因此，项目施工期主要是对已有建筑物内部进行改造和装饰施工、设备安装，最后进行竣工验收。其工艺流程及产物环节见图 9-1。

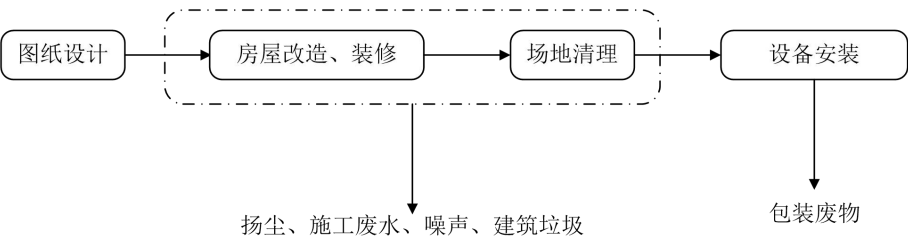


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

9.2 运行期污染工序及污染物产生情况

9.2.1 工作原理、操作流程、工作负荷及污染因子

(1) X 射线成像工作原理

本项目拟配置的 2 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 9-1。

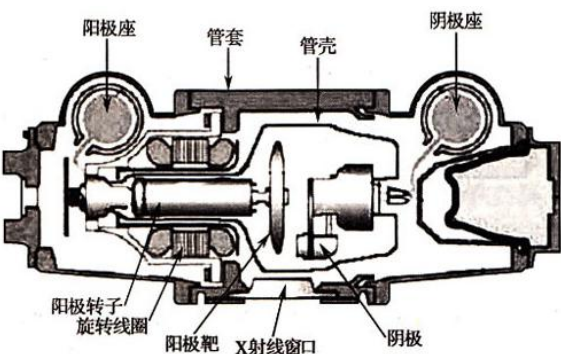


图 9-1 X 射线管结构图

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。

续表 9 项目工程分析与源项

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（对影像增强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。

(2) DSA 设备组成及工作原理

DSA 设备组成：DSA 主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

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。DSA 工作示意图见图 9-2，DSA 实物图示例如下图 9-3 所示。

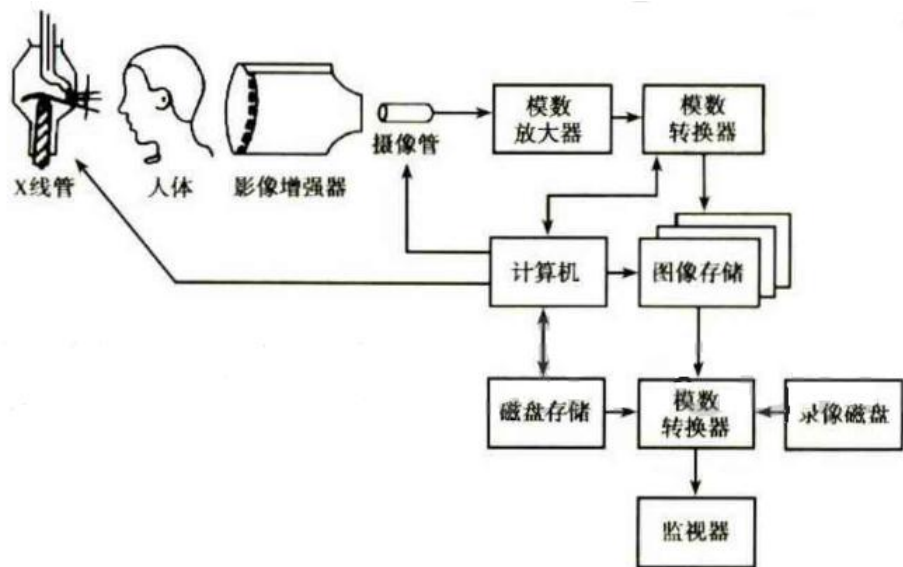


图 9-2 DSA 工作示意图

续表 9 项目工程分析与源项



图 9-3 数字减影血管造影用 X 射线装置（示例）

（3）操作流程、工作负荷及污染因子

DSA 主要操作流程为：在 DSA 引导下进行介入手术，在手术过程中介入手术医生在床旁并在 X 射线导视下进行操作。

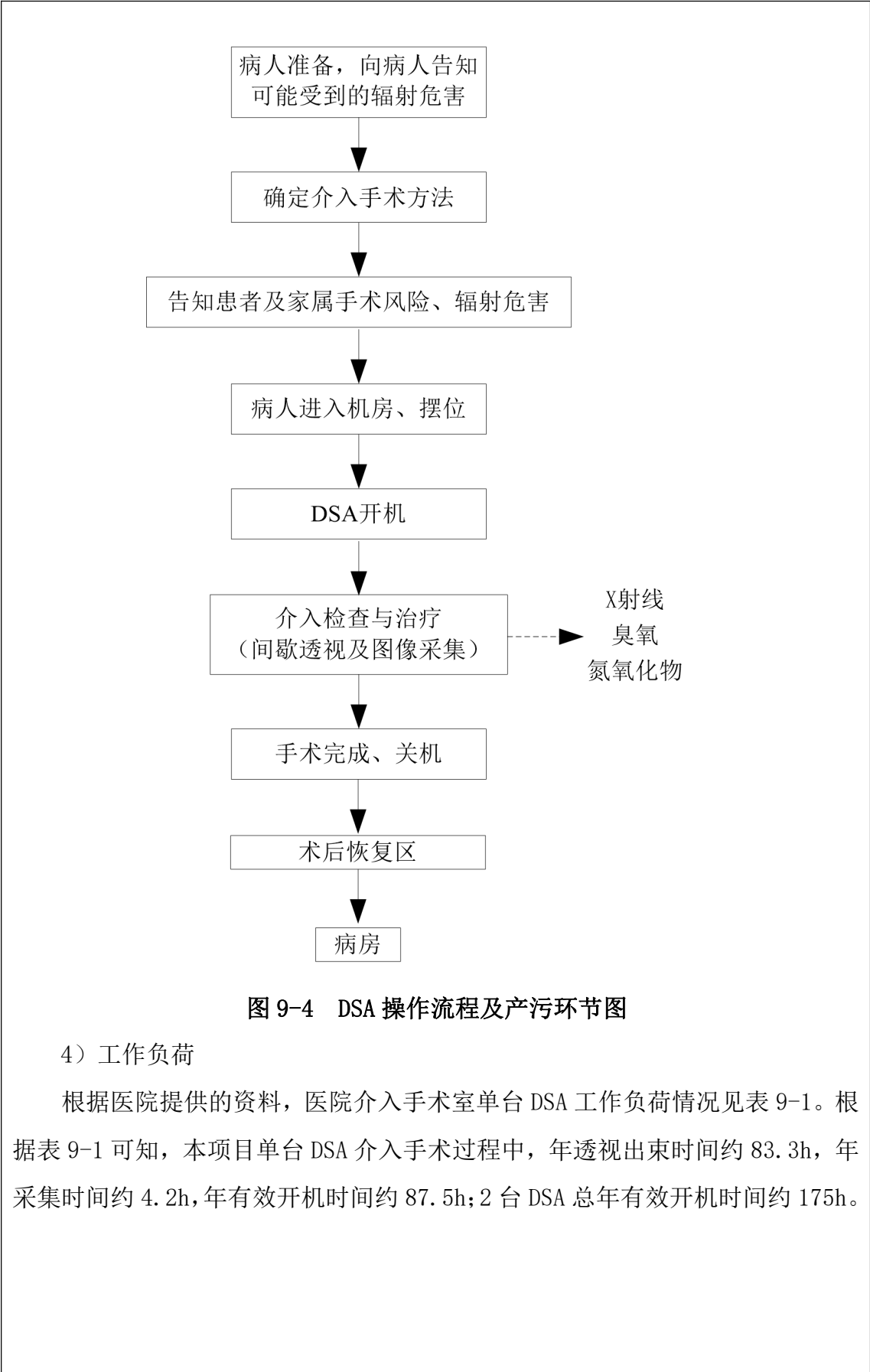
项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，采集。介入手术医生采取隔室操作的方式（即 DSA 技师在操作间内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。

第二种情况，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、铅橡胶帽子、铅防护眼镜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。

DSA 治疗流程及产污环境见图 9-4 所示。根据图 9-4，本项目污染因子主要为 DSA 工作时产生的 X 射线和臭氧。本项目 DSA 工作时产生的 X 射线主要是从床体下方的 C 臂头球管出束，床体上方的 C 臂头为接收器，经接收器散射，DSA 出束状态仅考虑散射线。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轫致辐射，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



续表 9 项目工程分析与源项

表 9-1 医院单台 DSA 工作负荷					
透视					
手术类别	工作人员及数量	年开展工作量	平均每台手术 透视出束光时间	年透视出束时间	
心脏介入	手术医生 5 人	约 250 台	约 20 min	约 83.3h	
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 采集出束时间	年采集出束 时间
心脏介入	约 250 台	3~4s	10~15 次	约 1min	约 4.2h
透视、采集合计					
合计	约 250 台	/	/	/	约 87.5h

9.3 污染源项描述

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管电压之间，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。本项目 DSA 最大管电压为 150kV，其产生的电子线最大能量为 150keV，X 射线的能量不大于 150kV，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。视 X 射线靶点为点源，根据 ICRP33 号报告，在不同过滤材质的屏蔽体外剂量率如下图 9-5 所示。本项目 DSA 的过滤板为 3 mm Al，查图 9-5 可知离靶 1 米处的发射率约为 12mGy/mA•min。

DSA 具有自动调强功能，摄影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低；如果受检者体型较胖，功率自动增强。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和功率通常留有一定的裕量。

（2）漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。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。

续表 9 项目工程分析与源项

(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、面积和距离有关。

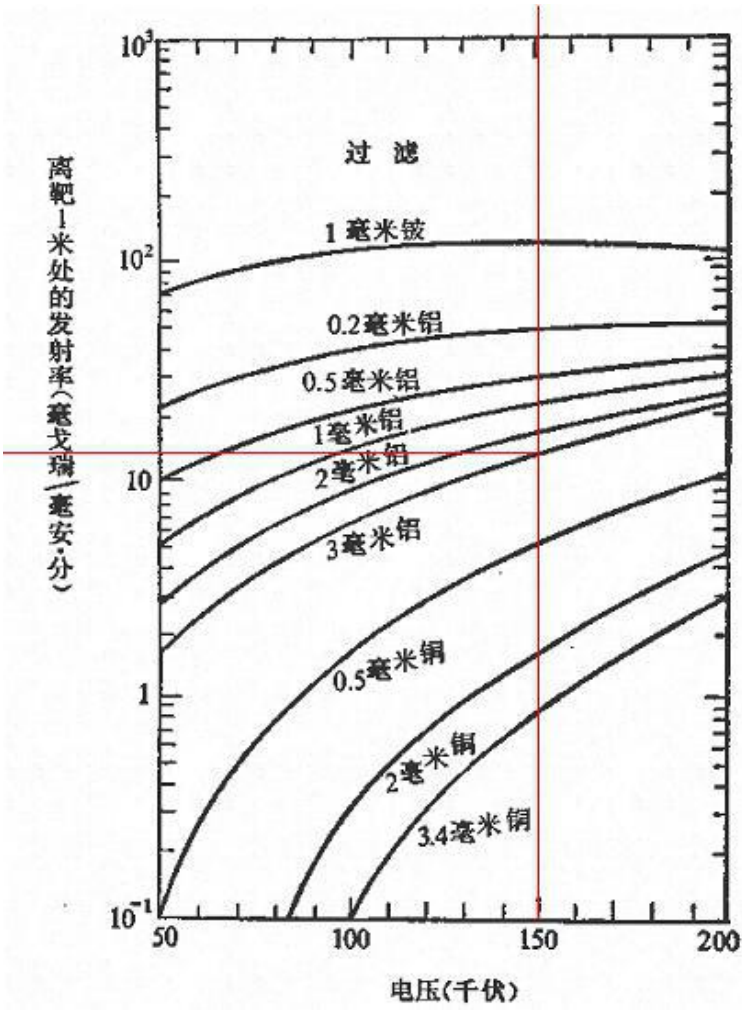


图 9-5 不同过滤材质在恒电位 X 射线发生器在离靶 1 米处的发射率

9.4 “三废”排放情况

9.4.1 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。臭氧产额远大于氮氧化物，因此下文以臭氧进行分析。

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，郝海鹰、刘容、王玉海），在 20 间摄片机房、透视机房、CT 室内（工

续表 9 项目工程分析与源项

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 0.031mg/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)》(GBZ2.1-2007) 的标准限值要求 (0.3mg/m³)。臭氧很快能自行分解 (分解时间约 0.83h), 其通过通风换气到室外后, 远低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 的标准限值要求 (0.2mg/m³)。因此, 本项目 DSA 运行产生的臭氧和氮氧化物实际上可不予考虑, 本项目在采用机械通风换气措施后能保证机房内的空气质量。

9.4.2 固废

本项目 DSA 在运行时均采用实时成像系统, 不洗片, 无废片产生。介入手术人员产生医疗垃圾及生活垃圾已在医院固废处理中进行了考虑。依托医院医疗垃圾暂存间暂存后交同兴医疗废物处理有限公司处置, 生活垃圾交环卫部门处理。

9.4.3 废水

介入手术室医护人员洗手废水和医疗废水依托医院污水处理站统一处理。

综上, 本项目污染因子一览表见表 9-2。

表 9-2 污染因子一览表

工作场所	影响因素	主要污染因子及产排量
DSA 机房	电离辐射	X 射线, 能量不大于 150kV, 主射线方向距靶 1m 处主射束的输出量: 150kV 下不大于 12mGy/mA•min。
	废气	少量, O ₃ 、NO _x 。
	固废	少量, 依托医院医疗垃圾暂存间暂存后交同兴医疗废物处理有限公司处置。
	废水	少量, 排入医院污水处理站处理。

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

10.1.1 布局合理性

本项目包含 2 间 DSA 机房，建设单位在综合考虑辐射屏蔽防护、院感、消防等要求后，对 2 间 DSA 机房及其配套的辅助用房进行了有机组合，共用操作间、无菌库房、污物通道和更衣室等辅助功能用房。

人流、物流通道：手术病人由病人入口经缓冲区、机房防护大门进入 DSA 机房；医生由医生入口经更衣室进入操作间及机房内；污物由污物通道运至污物暂存间。项目布局做到了人流、物流通道相对独立，清洁物品导管储存在无菌库房间内。DSA 手术室人流物流通道示意图见图 10-1。

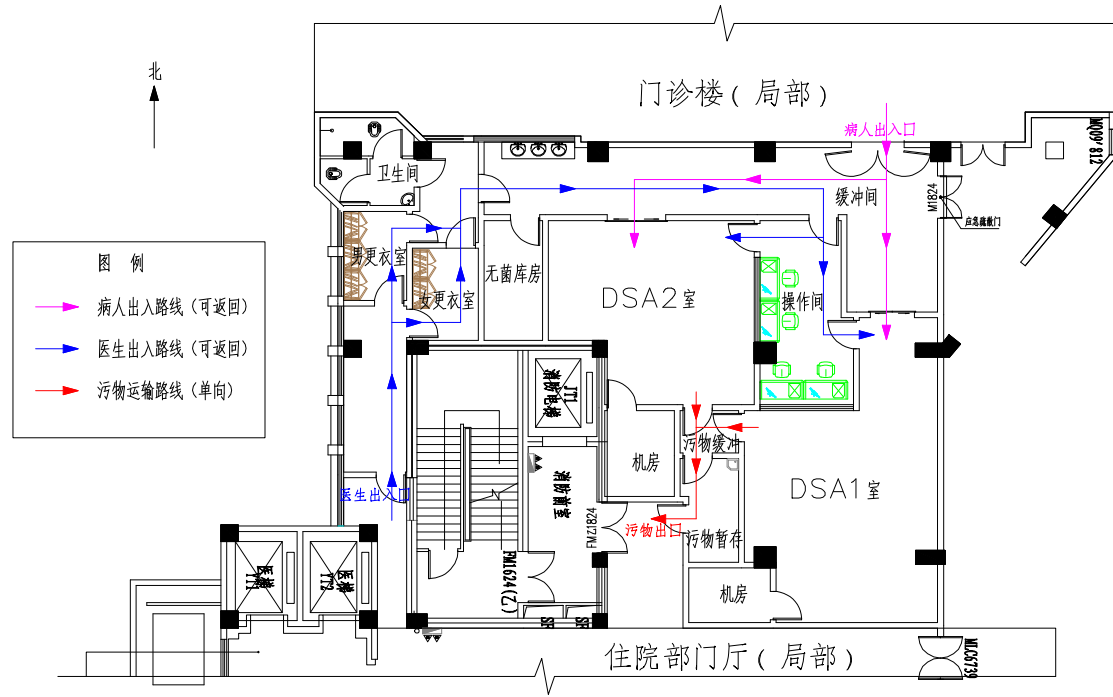


图 10-1 本项目人流物流通道示意图

由图 10-1 可知，本项目平面布局不仅考虑了人流、物流通道相对独立、医院感染管理和消防等要求，而且对辅助功能用房进行了合理组合并用，在有限空间内有机组合，符合辐射防护要求，从辐射环境保护角度分析，项目布局合理。

10.1.2 机房面积

本项目 DSA 机房尺寸和标准要求对比见表 10-1 所示，根据对比可知，本项目 DSA 机房的最小单边长度和面积均能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》

续表 10 辐射安全与防护

(GBZ130-2013) 的要求。

表 10-1 DSA 建设要求对比表

机房名称	机房设计		标准要求		是否满足要求
	最小单边长 (m)	有效使用 (m ²)	最小单边长 (m)	面积 (m ²)	
DSA1 室	约 4.8	约 54	≥3.5	≥20	满足
DSA2 室	约 5.0	约 41	≥3.5	≥20	满足

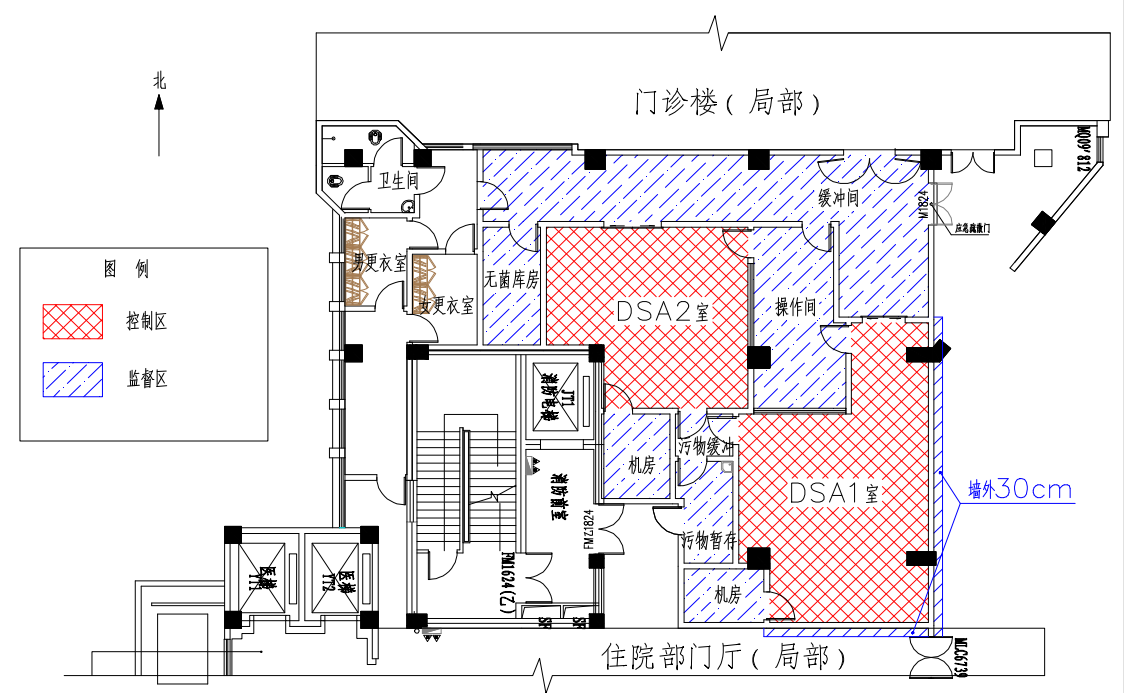
10.1.3 辐射工作场所分区

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 DSA 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。

本项目 DSA 辐射工作场所分区具体情况见图 10-2 和表 10-2。



续表 10 辐射安全与防护

表 10-2 本项目控制区、监督区划分情况表	
类型	区域范围
控制区	DSA1 室和 DSA2 室
监督区	操作间、缓冲间、无菌库房、污物缓冲通道、污物暂存间、机房、DSA1 室东侧和南侧墙体外 30cm 区域

建设单位拟对控制区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；对监督区在边界处拟设置明显警示标志带，设置电离辐射警示标志，按要求定期检查辐射剂量水平，进行经常性监督和评价。

10.2 辐射安全与防护

10.2.1 建设单位拟采取的辐射安全与防护措施

（1）设备固有措施

本项目 DSA 装置本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。
- 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放置合适铝过滤板，以减少二次散射，优化有用 X 射线谱。拟购 DSA 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，以减少散射影响。
- 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：拟配置的辅助防护设施包括铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 2 套。
- ⑥应急开关：DSA 设备床旁和操作台均设置急停按钮开关，按下急停按钮，

续表 10 辐射安全与防护

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根据建设单位提供资料，DSA 机房四周墙体、顶棚、底板、防护门、观察窗防护铅当量能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）表 4 的要求。

②DSA 机房的防护门均为铅门，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、铅玻璃窗安装均交有资质的厂家负责。

(3) 通风

本项目 DSA 机房均新建专用机械通风系统，设计通风换气次数不小于 4 次/h，能保证机房内良好的通风，废气最终引至楼顶高空排放。

(4) 管线进出口防护

机房内的穿越防护墙的电缆导线、导管等均拟采用“U”型，在机房角落穿墙，电管进出口设置在机房底部并敷设钡水泥，不影响墙体的屏蔽防护效果。通风管道穿墙处拟采用 2mmPb 当量的铅板包裹屏蔽防护。

(5) 联锁系统

每个 DSA 机房的病人出入口防护铅门拟设置门灯联锁系统，即在开机时，门上方设置的“正在照射或手术中”指示灯亮，警示无关人员远离机房区域。

(6) 警示标识

每个 DSA 机房的病人出入口防护铅门外拟设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，每个 DSA 机房的污物通道防护铅门、医生通道防护铅门、DSA1 室的东墙和南墙外墙面上拟设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域。

(7) 辐射防护用品

建设单位拟按照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求为放射工作人员和患者配备防护用品与辅助防护设施，具体配备情况见表 10-3，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.5 mm Pb。

续表 10 辐射安全与防护

表 10-3 项目拟配置个人防护用品				
设备类型	放射工作人员		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、铅橡胶帽子、铅防护眼镜（4 套）	铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏（2 套）	铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具（2 套）	—
(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由专业单位按照防护方案进行施工，保证施工质量。 ③合理布置机房内相关急救及手术用的辅助设备，机房内安装对讲装置。				
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《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）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《医用 X 射线诊断放射防护要求》GBZ130-2013 及《医用 X 射线诊断受检者卫生防护标准》GB16348-2010 要求。建设单位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				
10.3.1 放射性三废				
本项目 DSA 在工作过程中产生 X 射线，不产生放射性三废。				
10.3.2 非放射性三废				
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。DSA 手术室采用机械通风，确保机房内有良好的通风，臭氧很快能自行分解，对机房内空气质量影响甚微。废气引至门诊楼楼顶高空排放，排放口周围非人员活动密集区，对周围环境影响可以接受。				

续表 10 辐射安全与防护

本项目医生、操作人员洗手、保洁废水进入医院废水处理设站进行处理。医院南侧建设有一座污水处理站，处理能力为 $400\text{m}^3/\text{d}$ 的污水处理站，接纳整个医院废水。本项目劳动定员在医院总的劳动定员内，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。

项目人员生活垃圾依托医院生活垃圾收集桶收集后由交由环卫部门处理。本项目介入手术室设置有专门的污物通道和污物暂存间，本项目医疗垃圾可以依托医院现有医疗废物收运系统收运然后统一交有资质单位处置，依托可行。

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
GBZ130-2013	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	透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视限时装置。	设备自带
		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
		X 射线设备在确保铅屏风 and 床侧铅挂帘等防护设施正常使用的前提下，按附录 B 中 B.1.2 的要求，在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400 μ Gy/h。	配置合格的出厂设备，经监测合格后方可使用。
	X 射线设备机房防护设施的技术要求	X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	拟建机房四周墙体和楼上、楼下均采用足够厚的屏蔽材料进行防护。
		每台 X 射线机应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于相应要求。	DSA 有独立的机房，机房面积和最小单边长度满足标准要求。
		X 射线设备机房屏蔽防护应满足相应要求。具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h；摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv。	根据后文核算，机房屏蔽体的铅当量这算大于标准要求，摄影机房外人员年有效剂量满足要求。
		应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。	DSA 机房门、窗拟委托专业单位按照墙体相同防护要求进行设计、安装。四周墙体、顶棚、地板的屏蔽能力大于 2mmPb 当量，屏蔽能力满足要求。
		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患者和受检者状态。	机房设置有观察窗，能观察到患者和受检者状态。
		机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。	有用线束不朝向防护门、观察窗、管线位置。机房内除必要的配套设施外，不堆放杂物，机房拟设置机械通风系统，

标准号	标准要求		项目情况
			设计通风换气不小于 4 次/h。
		机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。	机房外拟设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，拟设置门灯连锁。
		根据工作内容，现场应配备相应的工作人员、患者和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防护衣；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不低于 0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，配备有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低于 0.5mmPb。	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。
	医用 X 射线诊断防护安全操作要求	介入放射学用 X 射线设备应具有可准确记录受检者受照剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后患者受照剂量记录在病历中。	拟在验收前根据工作内容制定相关文件，按照标准规定执行。
		借助 X 射线透视进行骨科整复、取异物等诊疗活动时，不应连续曝光，并应尽可能缩短累计曝光时间。	
		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。	
GB16348-2010	防护最优化	应避免受检者同一部位重复 X 射线检查，以减少受检者受照剂量。	术前制定手术方案，加强管理和提高工作人员能力，按照医疗照射控制。
	儿童 X 射线检查的特殊要求	应为不同年龄儿童的不同检查配备有保护相应组织和器官的防护用品，其防护性能不小于 0.5mm 铅当量。	具体配置设施数量和铅当量见表 10-3

表 11 环境影响分析

11.1 施工期环境影响

施工扬尘主要为 DSA 机房及其辅助用房装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘；采取关闭门窗，适当洒水，局部围挡等措施，可以减少扬尘的扩散。

施工噪声主要来自于机房装修等通过采用低噪声设备、墙体隔声减轻环境影响。

施工期废水废水主要为施工人员产生的少量生活污水利用现有污水处理系统处置。

施工期固体废物主要为墙体拆除垃圾、装修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，对外环境及敏感目标的影响较小，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 机房屏蔽能力校核

(1) 屏蔽体铅当量核算

由《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）5.3 可知，标准中规定了机房的屏蔽防护应不低于标准中表 3 的要求。根据建设单位提供的屏蔽防护方案及设备额定参数，其机房屏蔽体屏蔽能力与 GBZ130-2013 中表 3 和表 D.4~表 D.7 的屏蔽要求进行对比，DSA 机房屏蔽情况见表 11-1。

表 11-1 射线装置机房屏蔽厚度核算对比表

屏蔽体	屏蔽设计	核算铅当量	标准要求	评价结果
墙体	300 mm 实心页岩砖+2 cm 硫酸钡	3.4mmPb	2.0mmPb	满足要求
顶棚	10 cm 混凝土+2 mm Pb 当量铅板	3.4mmPb		满足要求
地板	10 cm 混凝土+3 cm 硫酸钡	2.1mmPb		满足要求
防护门	3 mm Pb 当量防护门	3.0mmPb		满足要求
观察窗	3 mm Pb 当量铅窗	3.0mmPb		满足要求

根据表 11-1，本项目 DSA 机房的屏蔽防护设计满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的屏蔽防护铅当量厚度要求。

续表 11 环境影响分析

(2) 机房屏蔽防护最优化的建议

辐射防护最优化是指在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平。建设单位提供的本项目防护方案是在考虑机房地板荷载承重、手术医生更大的操作空间、辐射环境安全而提出的。根据表 11-1 计算结果可知，建设单位提供的防护方案中墙体、顶棚和防护门窗等屏蔽厚度设计偏保守，本环评从辐射防护最优化角度，结合目前广泛应用的屏蔽防护材料按照 GBZ130-2013 中对介入手术室墙体屏蔽防护能力不小于 2mmPb 当量的要求，提出如下优化方案建议，见表 11-2。

表 11-2 机房屏蔽防护优化建议

屏蔽体	屏蔽设计	优化建议方案	综合对比
墙体	300 mm 实心页岩砖+2 cm 硫酸钡	300 mm 实心页岩砖	优化建议方案更符合屏蔽防护最优化原则
顶棚	10 cm 混凝土+2 mm Pb 当量铅板	10 cm 混凝土+1 mm pb 当量铅板	
地板	10 cm 混凝土+3 cm 硫酸钡	—（不调整）	
防护门	3 mm Pb 当量防护门	2 mm Pb 当量防护门	
观察窗	3 mm Pb 当量铅窗	2 mm Pb 当量铅窗	

综上所述，DSA 机房四周墙体、防护门及铅玻璃设计厚度能满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的屏蔽厚度要求。建设单位给出的屏蔽防护方案偏保守，从辐射防护最优化角度，按照 GBZ130-2013 中机房屏蔽体防护性能要求评价给出了优化建议方案，该方案经济、技术可行。

11.2.2 剂量估算

(1) 估算公式

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

$$H_{Er} = H_{(10)} \times T \times t \times 10^{-3} \quad (11-2)$$

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， $\mu\text{Sv/h}$ ；

续表 11 环境影响分析

T: 居留因子;

t: X 或 γ 射线照射时间, 小时。

(2) 剂量估算

根据建设单位提供的资料, 本项目单台 DSA 进行介入手术的工作负荷约 250 台/年, 单台 DSA 总年有效曝光时间约 87.5h。

①放射工作人员剂量估算

操作间工作人员: 考虑最不利因素, 操作间设备操作由 1 人完成, 同时受到 2 台 DSA 的照射即照射时间为 175h/a, 取机房屏蔽体外周围剂量当量率为 $2.5 \mu\text{Sv/h}$, 则计算出年附加有效剂量最大为 0.44mSv/a , 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中工作人员 20mSv/a 的剂量限值和本项目年有效剂量管理目标值 5mSv/a 要求。实际工作过程中, 2 台 DSA 同时使用的时间不多, 操作间工作人员实际受到的年附加有效剂量小于计算值。

手术室医护人员: 根据《医用 X 射线诊断防护要求》(GBZ130-2013) 规定, X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下, 按附录 B.1.2 的要求, 在透视防护区测试平面上的空气比释动能率不应大于 $400 \mu\text{Gy/h}$ (按附录 C 图 C.3 的要求)。

按照 GBZ130-2013 附录 C 介入放射学设备透视防护区测试点示意图, 第一术者位为 $0\sim0.6\text{m}$, 第二术者位为 $0.6\sim1.2\text{m}$, 本评价取床侧铅挂帘与主射束距离约 0.3m , 手术者均位于床侧铅挂帘后, 第一术者距床侧铅挂帘约 0.3m , 第二术者距床侧铅挂帘约 0.9m , 医护人员均穿戴橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等防护设施 (铅当量 0.5mm , 根据《辐射防护概论》表 3.7 内插计算 116kV 宽束 X 射线铅的 TVL 为 0.081cm , 则减弱倍数约 4.1)。

参考李士骏编著的《电离辐射剂量学》中的估算方法, 空气比释动能率与距离的平方呈反比, 与防护材料对 X 射线的减弱因子呈正比, 即:

$$H=H_0 \div (R \div R_0)^2$$

式中, H 为 R 距离处空气比释动能率; H_0 为初始空气比释动能率; R_0 为 H_0 处距主射束距离; R 为计算点 H 处距主射束距离; f 为防护材料对 X 射线的减弱因子。

续表 11 环境影响分析

经减弱后，各手术位受照剂量见表 11-3。

表 11-3 手术医生受照剂量

人员	空气比释动能率	防护用品 减弱倍数	R	R ₀	受照剂量
第一手术者	400 μ Gy/h	4.1	0.6m	0.3m	24.4 μ Gy/h
第二手术者	400 μ Gy/h	4.1	1.2m	0.3m	6.25 μ Gy/h

根据表 9-1 医院确认的工作负荷，单台 DSA 手术医生所受年有效剂量见表 11-4。

表 11-4 单台 DSA 手术医生受照剂量

手术类型	手术台数	总计曝光 时间 (h)	第一手术位医生年 有效剂量 (mSv/a)	第二手术位医生年 有效剂量 (mSv/a)
心脏介入	250 台	87.5	4.1	1.05

注：根据 GBZ/T144-2002 附录 B 中给出的空气比释动能和周围剂量当量的转换系数，本项目内插得 X 射线能量为 116kV 的 Sv/Gy 转换系数取 1.60。

根据上表估算结果可知，心血管内科开展 DSA 手术的第一、第二手术位医生所受年有效剂量均满足医院制定的年有效剂量管理目标。按照医院制定的年有效剂量管理目标值 5mSv/a 核算，考虑最不利情况，DSA 每台手术的第一术者位医生为同一人，则年第一手术位医生可操作最大手术量约为 305 台。考虑到介入手术医生穿戴防护用品对射线的多次散射、实际手术操作时间延长等因素，医院应合理调配多名手术医生轮流操作第一手术位、第二手术位，尽可能的平均分配（手术量和手术位置），如发现年个人剂量计监测结果接近 5mSv/a，应停止该放射工作人员继续从事放射性工作。实际工作中，从事介入手术相关放射工作人员应根据定期的个人剂量监测报告结果，合理分配工作量，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非放射工作人员及公众成员剂量估算

非放射工作人员剂量估算结果见表 11-5。根据表 11-5 核算，在 DSA 开机期间，非放射工作人员及公众成员所受的周围剂量当量率均低于医院剂量管理目标值 0.25mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目年有效剂量管理目标的要求。

续表 11 环境影响分析

表 11-5 非放射工作人员及公众成员剂量估算				
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)
非放射工作人员	2.5	87.5	1	0.22
公众成员	2.5	87.5	1/2	0.11

(3) 剂量估算结论

综上所述, 根据医院提供的计划手术量, 从事心血管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), 非放射工作人员、公众成员受到年有效剂量也均满足管理目标值 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。

11.2.3 敏感目标受影响情况分析

根据上述分析, 本项目所致机房外放射工作人员、非放射工作人员、公众成员年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求, 临近 DSA 机房为项目辅助用房, 其余为院内其他诊疗用房。根据 X 射线衰减规律, 距离越远, 受到的影响越小, 不考虑其他屏蔽因素, 距离机房 2m 处周围剂量当量率小于 $0.63\mu\text{Sv/h}$, 距离机房 5m 处周围剂量当量率小于 $0.1\mu\text{Sv/h}$ (已经处于本底水平), 若考虑各方面墙体、楼板等屏蔽, 则项目所致周围 50m 范围内环境敏感目标几乎无影响, 本项目建设对各环境敏感目标项目不会带来不利影响, 对环境的影响可以接受。

11.3 废气影响

臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体, 消除有害气体对手术室的影响, 关键在于加强室内通风。X 射线装置曝光运行时间短, 产生臭氧和氮氧化物量极少, 本项目采取机械通风方式 (设计通风换气不小于 4 次/h) 可保持 DSA 机房良好的通风。废气引至楼顶高空排放, 对周围环境影响甚微。

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

续表 11 环境影响分析

时，该实践才是正当的。

DSA 在医疗诊断和手术辅助等方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命可以起到十分重要的作用。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，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。

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）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

根据《产业结构调整指导目录》（2013 年修正）第一类——鼓励类中新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用。本项目属于《产业结构调整指导目录》中鼓励类，所以本项目 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，本项目拟建场址的辐射环境质量状况良好，有利于项目的建设。此外，本项目位于住院部 1F 北端，周围活动人员相对较少，楼下为空置房间，无人员经常活动场所，机房周围布置 DSA 手术辅助配套用房，确保人流、物流通道独立，利于患者就医。DSA 手术室污物通道距离医疗垃圾暂存间较近，手术医生洗手间距离排水点较近可接入医院污水处理站，医院也考虑了较保守的防护方案，对周围环境不会带来不利影响。

因此，从辐射环境保护角度分析，本项目选址可行。

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

续表 11 环境影响分析

设置有专用机房，机房四周墙体、顶棚、底板、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，也不会受到误照射。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。这类辐射事故主要体现在以下几个方面：

①设备异常或未进行质量控制检测致设备发射剂量较大，如：限束装置失效、球管屏蔽丧失或脱落、设备参数调节失效等。

②长期对使用过大的透视输出剂量，对患者未采取有效的防护，造成患者误照射。

③设备故障维修、设备急停按钮故障或失效，在紧急情况下不能关闭 X 射线射线装置，让其停止出束，使患者受到持续照射而不能终止。

(2) 后果分析

根据上述分析，因各种原因导致 X 射线装置发生误照射辐射事故，本评价对 DSA 发生误照射剂量核算和影响分析。

根据前文分析，辐射事故主要是在 X 射线装置曝光过程中无关人员在机房内受到误照射。考虑无关人员受到照射的位置距离 X 射线装置靶点约 1m，受到 X 射线照射的时间最大约为 60s，则辐射事故误照射受照剂量核算情况见表 11-6。

表 11-6 误照射人员所受辐射剂量情况表

设备	1m 处发射率	与靶点间的距离	曝光时间	受到的有效剂量当量
DSA	$12\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{mA min}$	1.0m	60s	16.8mGy

备注：考虑散射线。

根据上表核算，射线装置正常运行时，无关人员受到误照射，单次照射下受到照射剂量约最大约为 16.8mGy。

(2) 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

续表 11 环境影响分析

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。

这类症状存在阈值效应，其严重程度取决于剂量大小，只有在剂量超过一定的阈值时才能发生，我们称之为确定性效应，该效应是高水平辐射照射导致细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果。确定性效应常出现在短时间间隔内的高剂量照射的情况（急性照射）。除了受控制的医学照射外，高剂量照射一般不会出现在工作场所。因此，确定性效应一般也不会出现在常规的工作场所，仅在事故情况下被观察到。

确定性效应定义为通常情况下存在剂量阈值的一种辐射效应，超过阈值时，剂量越高则效应的严重程度越大。同时不同个体不同组织和器官对射线照射的敏感度差异较大。在非正常情况下，急性大量辐射照射可以造成人或者生物的死亡。成人全身受到不同照射剂量的损伤估计情况见表 11-7 所示。

表 11-7 不同照射剂量对人体损伤的估计

类型	受照剂量参考值 (Gy)	初期症状和损伤程度
/	<0.25 0.25~0.5 0.5~1	不明显和不易察觉的病变 可恢复的机能变化，可能有血液学的变化 机能变化，血液变化，但不伴有临床症状
骨髓型急性放射病	1.0~2.0	中度：头昏，乏力，食欲减退，恶心，呕吐，白细胞短暂上升后下降
	2.0~4.0	轻度：乏力，不适，食欲减退
	4.0~6.0	重度：1h 后多次呕吐，可有腹泻，腮腺肿大，白细胞明显下降
	6.0~10.0	极重度：1h 内多次呕吐和腹泻，休克、腮腺肿大，白细胞明显下降

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

根据前文核算，无关人员在受到本项目 DSA 误照射情况下受照剂量约 16.8mGy。结合表 11-7 可知，本项目发生人员机房内误照射后初期症状和损伤程度为不明显和不易察觉的病变。因此，DSA 单次短时间误照射不会达到发生确定性效应阈值，可能增加发生随机性效应的概率。

根据《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）辐射事故分级，DSA 等发生多次累积误照射可能导致人员受到超过年剂量限值的

续表 11 环境影响分析

照射,造成一般辐射事故。建设单位应根据不同的风险事故采取不同的处置措施,减少人员受照剂量,保障人群健康。

(3) 防范措施

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撤离射线装置室时应清点人数,放射工作人员对机房按搜寻程序进行查找,确认无人停留机房后开始进行操作。此外,在设备上设置有人工紧急停机按钮,只要未撤离人员了解该按钮的作用,可避免此类事故的发生。因此,在射线装置室内应设置此按钮醒目的指示和说明,便于在紧急情况下使用。

②加强医院管理,DSA 机房病人通道大门只能从内开门;在介入手术过程中,医生通道的门在开启前,需要确认射束未出束,从操作间进入机房内时可在设备控制台控制设备不能出束,从机房出来到操作间,可与手术医生确认后再开门。

③放射工作人员必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) 医院要定期做好设备稳定性检测和质控检测,使设备始终保持在最佳状态下工作。

(5) 培植放射工作安全文化素养,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。

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

重庆市职业病防治院成立了以院长为组长的放辐射安全与环境保护领导小组，明确了在医院的日常辐射安全管理工作及应急状态下各小组成员的责任分工，具体见附件 6。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2008 修订）》（环境保护部令第 3 号）第十六条要求：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理小组，或至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。医院放辐射安全与环境保护领导小组专职人员能力及职责安排满足环境保护部令第 3 号要求。

(2) 放射工作人员配置

本项目拟配置 14 名放射工作人员，包含 10 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。

根据环境保护部令第 3 号第十五条的规定：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。同时，根据环境保护部令第 18 号第二十二条规定：取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训。辐射安全再培训包括新颁布的相关法律、法规和辐射安全与防护专业标准、技术规范以及辐射事故案例分析与经验反馈等内容。

因此建设单位应组织本项目放射工作人员按照规定参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，确保持证上岗；取得培训合格证的人员，每四年参加复训。

12.2 辐射安全管理规章制度

(1) 辐射安全管理规章制度

根据环境保护部令第 3 号第十六条规定：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。

续表 12 辐射安全管理

为满足医院辐射环境的安全，医院制定了《放射科岗位职责和各级人员职责》、《辐射工作安全防护管理制度》、《放射性设备维修、保养制度》、《放射工作人员培训制度》、《个人剂量监测管理制度》《辐射安全和防护监测制度》等，待本项目建成后医院拟制定针对本项目 DSA 的《操作规程》。

(2) 档案管理

根据环境保护部令第 18 号第二十三条规定：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。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。建设单位建立辐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。放射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查。符合放射工作人员健康标准的方可上岗。放射工作单位应当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应超过 2 年。

建议医院档案资料分以下大类：“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”、“辐射应急资料”。建设单位应根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

(3) 年度评估

重庆市职业病防治院每年 1 月 31 日均向生态环境主管部门提交了上一年度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心，对于核技术利用项目核安全文化的建设要求建设单位树立并弘扬核安全文化。核安全文化表现在从事企业核技术利用工作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。医院应建立安全管理体系，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。

续表 12 辐射安全管理

12.4 辐射活动能力评价

建设单位从事辐射活动的能力情况见表 12-1 所示。

表 12-1 从事辐射活动能力评价

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。	建设单位建立了以院长为组长的放辐射安全与环境保护领导小组，专职人员学历满足本科以上的要求。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	建设单位拟在项目运营前对放射工作人员进行辐射安全和防护专业知识培训，持证上岗，并保证四年一次复训。
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。	拟配置自带急停按钮的 DSA 设备，同时拟设置有门灯联锁装置，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、辐射防护措施、台账管理制度、培训计划和监测方案。	建设单位已制定《放射科岗位职责和各级人员职责》、《辐射工作安全防护管理制度》、《放射性设备维修、保养制度》、《放射工作人员培训制度》、《个人剂量监测管理制度》《辐射安全和防护监测制度》等规章制度，拟在本项目验收前制定针对 DSA 的《操作规程》。
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。	建设单位拟为每名辐射工作人员配置个人剂量计等。
有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已建立《放射事件应急处置预案及应急流程》，并在项目投运前修订。

从表 12-1 可知，在项目营运前，建设单位应安排本项目放射工作人员参加辐射安全和防护专业知识，确保项目各项辐射防护与安全措施正常运行，制定符合 DSA 实际运行的操作规程，建设单位方具备从事辐射活动的能力，建设单位在具备了辐射活动能力后方可投入正式运行。

12.5 辐射环境监测

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》（国务院第 449 号令）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。

医院可配备相应的监测仪器，或委托有资质的单位定期对医用 X 射线装置机房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括：

续表 12 辐射安全管理

(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：不小于 90 天测读一次个人剂量计；如发现异常可加密监测频率。

(2) 工作场所外环境监测

医院在机房建成后应委托有资质的单位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。

监测频度：验收时监测一次；日常监测每 1~2 年监测一次；

监测项目：周围剂量当量率

监测点位： DSA 透视防护区测试平面及机房屏蔽体四周 30cm 处、顶棚、底板等关注点位，重点关注穿墙管线、门缝等搭接处。

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》（环保部令第 18 号）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具有针对性与操作性的应急措施。医院成立了放辐射安全与环境保护领导小组，制定了《放射事件应急处置预案及应急流程》，具体内容包括应急处理原则、应急预案流程、应急报告电话等。医院应根据辐射源项不断完善应急预案。

(1) 事故报告程序

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、渝中区环境保护部门。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：

放射防护办公室电话：（023）61929579

重庆市辐射环境监督管理站值班电话：15998951300

环境保护举报热线电话：12369

续表 12 辐射安全管理

重庆市疾病预防控制中心电话：（023）68803103 重庆市南岸区生态环境局电话：（023）62801745 （2）辐射事故应急措施 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，放射工作人员立即停机断电，确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。 ②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。 ③现场处置任务的工作人员应佩带防护用具及个人剂量计。 ④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。 ⑤事故处理后必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，采取措施防止类似事故再次发生。 12.5 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，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。建设单位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。

续表 12 辐射安全管理

表 12-2 环保设施竣工验收要求一览表			
序号	验收内容	验收要求	备注
1	环保文件	环评批复、验收监测报告等齐全	/
2	年有效剂量控制	放射工作人员年有效剂量 $<5\text{mSv}$ 机房外公众成员年有效剂量 $<0.25\text{mSv}$	GB18871-2002 辐射环境管理
3	人员要求	放射工作人员均持证上岗,且 4 年进行 1 次复训。	环境保护部令第 3 号、第 18 号
4	剂量率控制	DSA 机房屏蔽体外 30cm 处、操作台、机房外电缆穿越处等,周围剂量当量率不大于 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 。 DSA 第一手术位、第二手术位处,机房在确保铅屏风和床侧挂帘等防护设施正常使用的情况下,在透视防护区测试平面上的空气释动能率应不大于 $400\ \mu\text{Gy/h}$ 。	GBZ130-2013
5	设备数量	2 台 DSA (II 类射线装置)	/
6	防护用品	每名放射工作人员配备个人剂量计 配备与所开展手术相适宜的辅助防护设施及个人防护用品:铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜 4 套;铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 2 套,铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具各 2 套	
7	辐射安全防护措施	①机房各防护门上均设置电离辐射警告标志,醒目的工作状态指示灯,设置门灯联锁装置。 ②制度上墙(操作规程、应急程序等)。 ③机房设置专用机械通风系统,保持良好通风,机房内不得堆放无关杂物。 ④设备上自带急停开关;操作间与机房设对讲装置;防护用品与辅助防护设施齐全。 ⑤机房四周墙体、顶棚、底板、防护门、观察窗有足够的屏蔽防护能力。 ⑥穿墙管线不得影响屏蔽防护效果。	

表 13 结论及建议

13.1 结论

(1) 项目概况

重庆市职业病防治院拟在重庆市南岸区南城大道 301 号重庆市职业病防治院住院部 1F 建设“重庆市职业病防治院 DSA 介入诊断建设项目”，该项目建设内容为将住院部 1F 原缴费大厅和收费室区域改造成为介入手术室，建设 2 间 DSA 机房及其辅助用房，并配置 2 台 DSA（II 类射线装置）开展介入手术。项目总使用面积约 260m²，总投资约 1400 万元，其中环保投资约 70 万。

(2) 实践正当性

项目 DSA 在疾病诊断、辅助治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命可以起到十分重要的作用，项目对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

(3) 产业政策符合性

项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 21 号《产业结构调整指导目录》（2013 修订）鼓励类中第一类——鼓励类，符合国家产业政策。

(4) 辐射环境现状

根据监测统计结果可知，本项目拟建址的环境地表 γ 辐射剂量率的监测值在 73nGy/h~93nGy/h 之间，项目所在地辐射环境质量现状无异常。

(5) 选址、布局合理性

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，利于辐射屏蔽防护和安全管理，因此，从辐射环境保护角度分析，本项目选址可行。

本项目平面布局不仅考虑了人流、物流通道相对独立、医院感染管理和消防等要求，而且对辅助功能用房进行了合理组合并用，在有限空间内有机组合，符合辐射防护要求，从辐射环境保护角度分析，项目布局合理。

(6) 辐射防护与安全措施结论

①辐射工作场所分区管理

医院根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，

续表 13 结论及建议

拟将辐射工作场所划分为控制区和监督区，实行辐射安全分区管理，并采取相应的防护安全措施。

拟将项目 DSA 机房内部，以防护门和机房屏蔽墙为界，设置为控制区；机房防护门、窗和屏蔽墙体外邻近区域为监督区。对控制区拟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；对监督区在边界处拟设置明显警示标志带，设置电离辐射警示标志，按要求定期检查辐射剂量水平，进行经常性监督和评价。

②机房屏蔽防护

本项目两间 DSA 机房面积分别为 41 m²和 54 m²，最小单边长度分别为 4.8m 和 5.0m，符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中有效使用面积和最小单边长度的要求。

本项目 DSA 机房墙体为 300 mm 实心页岩砖+2 cm 硫酸钡，顶棚为 10 cm 混凝土+2 mm Pb 当量铅板，地板为 10 cm 混凝土+3 cm 硫酸钡，防护门、窗屏蔽厚度均为 3mmPb。项目 DSA 机房的屏蔽防护设计考虑了偏保守的防护方案，符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）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安全防护措施

本项目 DSA 机房拟设置门灯联锁系统；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，每台 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；按有关标准要求配备介入手术工作人员及患者防护用品；通风拟采用机械通风系统，以满足机房的通风换气需要；机房防护门外均拟设置电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯。

经分析，本项目拟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》GBZ130-2013 及《医用 X 射线诊断受检者卫生防护标准》GB16348-2010 要求。

（7）环境影响分析结论

①辐射环境影响分析

续表 13 结论及建议

项目 DSA 机房的有效使用面积、最小单边长度均符合相关标准要求；通过核算，DSA 机房的四周墙体厚度、顶棚厚度、地板厚度、防护门、观察窗均能满足屏蔽防护要求，符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）等标准及辐射防护要求。

根据医院提供的计划手术量，从事心血管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），非放射工作人员、公众成员受到年有效剂量也均满足管理目标值 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。

②废气影响

X 射线装置运行中 X 射线与空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物，本项目采取机械通风方式（设计通风换气不小于 4 次/h）可保持 DSA 机房良好的通风，并引至楼顶高空排放，对周围环境影响甚微。

（9）辐射环境管理

重庆市职业病防治院成立了放辐射安全与环境保护领导小组，负责医院的放射防护与安全管理，并明确了相应职责与分工；医院制订和完善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 DSA 项目建设中，应根据要求配置相应的放射工作人员，包括介入手术及医学影像学专业技术人员，以满足开展项目放射介入工作需求，并组织放射工作人员参加辐射安全防护培训，经考核合格持证上岗；完善辐射监测计划，建立落实委托监测与自主监测制度；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，重庆市职业病防治院拟建的“重庆市职业病防治院 DSA 介入诊断建设项目”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。

13.2 建议和承诺

（1）医院应按规定自行开展环保验收，并重新办理《辐射安全许可证》，

续表 13 结论及建议

在许可范围内开展工作。

(2) 建议为手术人员配置手环个人剂量计及眼晶体剂量计并定期监测。

(3) 建设单位目前提供的屏蔽防护方案偏保守，可采纳本评价提出的优化方案。