核技术利用建设项目

成都市第六人民医院（东虹院区）
2025年数字减影血管造影装置（DSA）项目
环境影响报告表

（公示本）

成都市第六人民医院（成都市全科医学中心）

二O二五年七月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

成都市第六人民医院（东虹院区）
2025年数字减影血管造影装置（DSA）项目
环境影响报告表

建设单位：成都市第六人民医院（成都市全科医学中心）

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省成都市成华区建设南街16号

邮政编码： **联系人：**

电子邮件： **联系电话：**

目　　录

表 1　项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">成都市第六人民医院（东虹院区）
2025 年数字减影血管造影装置（DSA）项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">成都市第六人民医院（成都市全科医学中心）</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td></td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">四川省成都市成华区建设南街 16 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">四川省成都市成华区东虹路 39 号成都市第六人民医院（东虹院区）医疗综合楼 1 层</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">—</td><td>批准文号</td><td colspan="2">—</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>459.8</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>33.4</td><td>投资比例</td><td>7.26%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑新建　☐改建　☐扩建　☐其它</td><td>占地面积（m^2）</td><td>39.73</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="5">□I 类□II 类□III 类□IV 类□V 类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□I 类（医疗使用）□II 类□III 类□IV 类□V 类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="5">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="5">□乙　□丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="5">□II 类□III 类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="5">□II 类□III 类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑II 类□III 类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">无</td></tr>
</table>

项目概述

一、建设单位情况

成都市第六人民医院（成都市全科医学中心）（社会信用代码：12510100450751995 7）建于 1946 年，前身为“中华外科医院”，后经历“成都市工人医院”、“成都市第一工人医院”，于 1984 年更名为成都市第六人民医院，是国家胸痛中心、国家示范卒中防治中心，国家创伤中心，为四川省首家通过电子病历五级的市级医院。医院现设有金牛院区、沙河院区、东虹院区、青龙场院区，总开放床位 2200 张。设临床医技科室 68 个，涵盖内科、外科、妇产科、儿科、急诊

科、重症医学科、肿瘤科、眼科、耳鼻喉科、口腔科、中医科、康复科、医疗美容科、精神科等重点领域。医院现有省、市级重点学(专)科 16 个，市级临床重点专科 2 个，医学中心 2 个，市、区级质量控制中心 18 个

医院现已配备直线加速器、3.0T 核磁、CT、DSA（数字减影血管造影）等医疗设备。

医院为改善就医环境，优化流程布局，为患者提供便捷的就医体验，更好地为人民群众健康服务，已在医院的东虹院区内建设“成都市第六人民医院改建项目（东部院区改建项目）”；已取得了成都市成华生态环境局《关于成都市第六人民医院改建项目（东部院区改建项目）环境影响报告表的批复》成华环评审【2019】22 号（见附件 3），本项目在已建设的“成都市第六人民医院改建项目（东部院区改建项目）”区域内进行建设。

医院已取得辐射安全许可证，其许可证证书编号为川环辐证[00295]，有效期至 2026 年 04 月 27 日，许可的种类和范围为：使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所(详见附件 2)。

（一）任务由来

医院为进一步提高医疗服务能力，提高医疗机构的放射诊断技术能力和服务水平，更好的惠及人民群众，满足患者的诊疗需要，医院拟在东虹院区医疗综合楼 1 层原发热候诊室、发热诊室、更衣室、发热留观室、卫生间、治疗室、腹泻留观室等区域改建为 DSA 手术室及其配套用房，并在改建的 DSA 手术室内新增使用 1 台数字减影血管造影装置（型号：NeuAngio43C，简称 DSA），属于 II 类射线装置，主要用于介入诊断、血管造影。

（二）编制目的

按照《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》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素和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）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。根据《四川省生态环境厅关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》(2023年第7号)，本项目应报成都市生态环境局审查批准。因此，成都市第六人民医院（成都市全科医学中心）委托四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司编制本项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。

四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司接受本项目编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实

地调查了解项目所在地周围环境和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，对项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

（三）本项目建设内容

1、工程概况

项目名称：成都市第六人民医院（东虹院区）2025 年数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：成都市第六人民医院（成都市全科医学中心）

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市成华区东虹路 39 号成都市第六人民医院（东虹院区）医疗综合楼 1 层

2、工程建设内容及规模

本次评价内容及规模为：医院拟将东虹院区医疗综合楼（已建-2F~15F，地下约 8.1m，地上总高约 64m）1 层原发热候诊室、发热诊室、更衣室、发热留观室、卫生间、治疗室、腹泻留观室等区域改建为 DSA 手术室及其配套用房，并在手术室内新增使用 1 台 DSA，用于神经内科、心内科、呼吸科、肿瘤科等病症的放射诊断和介入诊断。拟新增 DSA 型号为 NeuAngio43C，生产厂家：东软医疗，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下而上，属于II类射线装置，医院年诊疗病例约 400 台，年曝光时间累计约 98.8h（拍片 1.8h、透视 97.0h）。

改建前平面布置图如下：

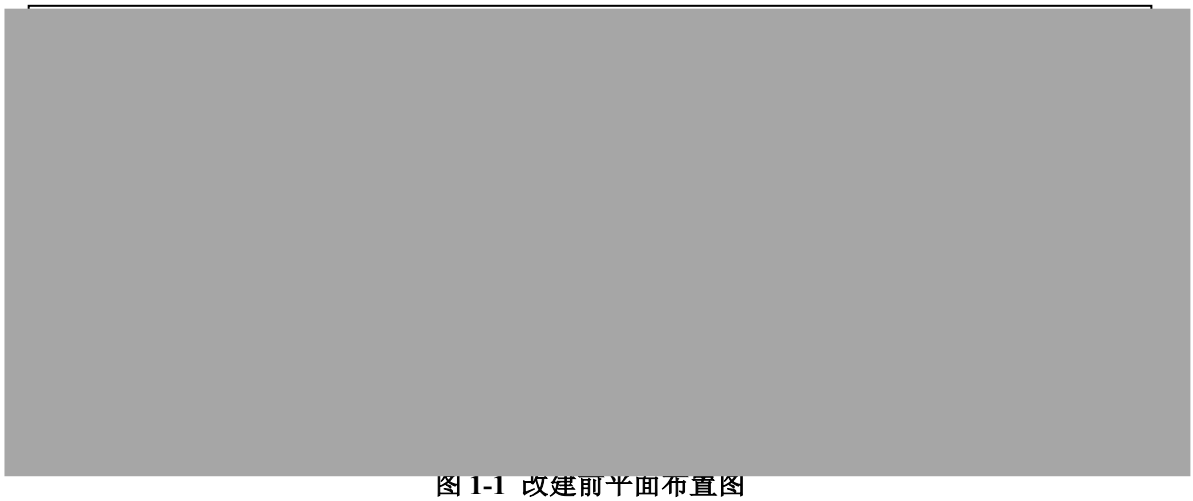

图 1-1 改建前平面布置图

图中阴影部分为本次项目占用的发热候诊室、发热诊室、更衣室、发热留观室、卫生间、

治疗室、腹泻留观室等区域，对该区域进行改建，阴影部分以外的为改建后保留区域，正常使用。

改建后的平面布置图如下：

图 1-2 改建后的平面布置图

改建后 DSA 手术室面积为 39.73m^2，长 6.60m、宽 6.02m、高 4.8m，DSA 手术室实体屏蔽如下：四面墙体：东北侧、西北侧、东南侧墙体为 240mm 实心砖（新建）+30mm 硫酸钡防护涂料（新建）、西南侧墙体为 200mm 空心砖（利旧）+45mm 硫酸钡板（新建）；顶部为 120mm 混凝土（利旧）+30mm 硫酸钡板（新建）；地面为 160mm 混凝土（利旧）+30mm 硫酸钡防护涂料（新建）；观察窗为 3mm 铅当量铅玻璃；屏蔽门为 3mm 铅当量的防护铅门（DSA 手术室与缓冲间的患者通道采用推拉门，尺寸：1.8m*2.3m、与控制室的医护人员通道采用平开门，尺寸：0.9m*2.1m、另外一个医护人员通道采用推拉门，尺寸：1.2m*2.3m）；投递口为 3mm 铅当量（尺寸：0.6m*0.6m）。辅助用房：污物暂存间面积 4.44m^2，库房面积为 3.74m^2，更衣室面积为 5.1m^2，控制室面积为 9.32m^2，设备间面积为 5.74m^2，缓冲间面积为 6.86m^2，刷手区面积为 4.62m^2。

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题		备注
			施工期	营运期	
主体工程	DSA 手术室	DSA 手术室面积为 39.73m^2，长 6.60m、宽 6.02m、高 4.8m，DSA 手术室实体屏蔽如下：四面墙体：东北侧、西北侧、东南侧墙体为 240mm 实心砖（新建）+30mm 硫酸钡防护涂料（新建）、西南侧墙体为 200mm 空心砖（利旧）+45mm 硫酸钡板（新建）；顶部为 160mm 混凝土（利旧）+30mm 硫酸钡板（新建）；地面为 160mm 混凝土（利旧）+30mm 硫酸钡防护涂料（新建）；观察窗为 3mm 铅当量铅玻璃；屏蔽门为 3mm 铅当量的防护铅门（DSA 手术室与缓冲间	噪声、废水、废气、固体废物	X 射线、臭氧、噪声、医疗废物	新建/依托

		的患者通道采用推拉门，尺寸：1.8m*2.3m、与控制室的医护人员通道采用平开门，尺寸：0.9m*2.1m、另外一个医护人员通道采用推拉门，尺寸：1.2m*2.3m）；投递口为 3mm 铅当量（尺寸：0.6m*0.6m）。			
	使用设备	拟新增 DSA 型号为 NeuAngio43C，生产厂家：东软医疗，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下而上，属于II类射线装置，医院年诊疗病例约 400 台，年曝光时间累计约 98.8h（拍片 1.8h、透视 97.0h）。			
辅助工程	控制室、库房、设备间、污物暂存间、换鞋区、更衣室、设备间、刷手区、缓冲间等			生活垃圾、生活污水	
公用工程	市政水网、市政电网、配电系统等。		—		依托
办公及生活设施	办公区、卫生间等		—		依托
环保工程	**废气处理：**本项目拟在 DSA 手术室内设置排风系统（新建，排风量 780m³/h），排风口位于 DSA 手术室西北侧天花板处，经排风管道穿过西南侧墙体外排入医院已有的排风井，最终通过排风井引至楼顶排放，经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。		施工扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物	废水、废气、固体废物	新建
	废水处理：本项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（工艺为："预处理+水解酸化+接触氧化+沉淀+次氯酸钠消毒"），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入成都市新建污水处理厂处理达标后，排入锦江。		—		依托
	固废处理：医疗废物先在本项目新建的污物暂存间打包后再依托医院原有的医疗废物暂存间及收集系统进行收集，统一交由有相应资质的单位收运处置；办公、生活垃圾依托医院设置的垃圾桶统一收集。		—		依托

3.本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	40L	外购	碘海醇
能源	煤	—	—	—
	电(kW·h)	2500kW·h/a	市政电网	—
	气(Nm³)	—	—	—
水资源	用水量	100m³/a	市政水网	—

本项目使用的造影剂为碘海醇注射液，规格为 100ml/瓶，平均每台介入手术使用 1 瓶，每年约 400 台手术，年使用量约为 40L。由医院统一采购，常温储存，使用后的废包装物按医疗废物处置。

4.本项目主要设备配置及参数

本项目设备参数及技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置相关参数

设备名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所
DSA	NeuAngio43C	1 台	125kV	1000mA	DSA 手术室

设备使用情况

出束方向	常用透视工况		常用拍片工况	
	管电压	管电流	管电压	管电流
由下向上	70~90kV	6~20mA	60~100kV	100~500mA

设备出束时间

使用科室	单台手术最长曝光时间		年手术台数（台）	年最大出束时间		
	拍片（min）	透视（min）		拍片（h）	透视（h）	小计(h)
神经内科	0.3	14	80	0.4	18.7	19.1
心内科	0.25	15	120	0.5	30.0	30.5
呼吸科	0.25	14	100	0.4	23.3	23.8
肿瘤科	0.3	15	100	0.5	25.0	25.5
合计			400	1.8	97.0	98.8

5.工作人员配置情况

表 1-4 拟配置辐射工作人员一览表

科室	职位	人数/名	备注
神经内科	医生	4	新增（后续进行培训）
心内科	医生	4	新增（后续进行培训）
呼吸科	医生	4	新增（后续进行培训）
肿瘤科	医生	4	新增（后续进行培训）
/	技师	2	新增（后续进行培训）
/	护士	4	新增（后续进行培训）

本项目 DSA 拟配置 22 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员。专职服务于本项目 DSA，不再承担医院其他辐射设备工作。今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。手术时，DSA 手术室内医生 2 名、护士 1 名，控制室内 1 名技师。

工作制度：医院实行每年工作250天，每天8小时的工作制度。

6.依托环保设施情况

1、废水：施工期废水、运营期医疗废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（工艺为："预处理+水解酸化+接触氧化+沉淀+次氯酸钠消毒"），处理规模为 250m^3/d，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入成都市新建污水处理厂处理达标后，排入锦江。

2、固体废物：施工期产生的固体废物主要为装修垃圾、设备安装过程中产生的包装垃圾以

及施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的装修垃圾，收集统一处理，运往政府指定地点堆存；施工人员产生的生活垃圾统一收集后由环卫部门定期清运。运营期产生的医疗废物在本项目新建的污物暂存间打包后与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置（目前医院已签订的医疗废物处置合同见附件 8）；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会修订发布《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号）的相关规定，本项目拟使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1条“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

（一）本项目外环境关系

本项目DSA手术室位于医疗综合楼1层，以DSA手术室四周墙体为边界：**北侧：**医疗综合楼以外区域（紧邻院内道路、约14.5-32.8m处为东虹西四路（院外道路）、约32.8-50m处为成都市建筑职业中专校）；**东北侧：**医疗综合楼以外区域（紧邻方舱CT(现未使用)及院内道路、约13.8-31.9m处为东虹西四路（院外道路）、约31.9-50m处为荒地）；**东侧：**医疗综合楼以外区域（紧邻院内道路、约14.4-37.9m处为东虹西四路（院外道路）、约37.9-50m处为荒地）；**东南侧：**医疗综合楼内区域（紧邻设备间及缓冲间、约2-5.1m处为空房间、约5.1-7.8m处为走廊、约7.8-11.1m处为污洗室及男值班室、约11.1-50m范围内为医疗综合楼内的其他功能区区域）；**南侧：**医疗综合楼内的区域（紧邻走廊、约3.5-7.9m处为DR室、约7.9-13.9m处为合前用室、约13.9-17.9m处为楼梯，约17.9-41.6m处为医疗综合楼内的其他功能区区域），医疗综合楼以外的区域（约41.6-50m处为院内道路）；**西南侧：**医疗综合楼内的区域（紧邻走廊、约2.1-9.8m处为合前用室区域、约9.8-12.1m处为过道、约12.1-22.1m处为医疗综合楼内的其他功能区区域），医疗综合楼以外的区域（约22.1-27.9m处为院内道路、约27.9-37.7m处为停车场、约37.7-42m处为院外道路、约42-50m处为保和小区二期16号楼）；**西侧：**医疗综合楼内的区域（紧邻走廊、约3-8m处为医疗综合楼内的其他功能区用房），医疗综合楼以外的区域（约8-18m处为院内道路、约18-26.9m处为地下停车场入口、约26.9-36.7m处为彩钢棚、约36.7-44.2m处为保和小区二期内的绿化及内部道路、约44.2-50m处为保和小区二期21号楼）；**西北侧：**医疗综合楼内的区

域（紧邻污物暂存间/控制室/刷手区、约2.7-4.5m处为库房及更衣室），医疗综合楼以外的区域（约4.5-12.7m处为院内道路、约12.7-20.5m处为地下停车场入口、约20.5-32.7m处为彩钢棚、约32.7-39.1m处为保和小区二期内的绿化及内部道路、约39.1-50m处为保和小区二期21号楼、约42.6-50m处为保和小区二期23号楼区域）；项目**正上方**为诊室等区域；项目**正下方**为停车场等区域。

本项目改建前所在的医疗综合楼一层平面布置图见附图5；医疗综合楼负一层平面布置图见附图4；医疗综合楼二层平面布置图见附图6。

（二）项目选址合理性

成都市第六人民医院（东虹院区）位于四川省成都市成华区东虹路 39 号（医院用地租用原成都市成华区惠民服务中心大楼选址意见书及房产证，详见附件 5）。本项目 DSA 手术室位于医院医疗综合楼 1 层，建设单位于 2019 年 10 月 30 日取得了成都市成华生态环境局“关于成都市第六人民医院改建项目（东部院区改建项目）环境影响报告表的审查批复”（成华环评审〔2019〕22 号），见附件 3。并完成了相关环保验收：“成都市第六人民医院改建项目（东部院区改建项目）竣工环境保护验收组专家意见”，详见见附件 4。本项目最大限度避开了人流量较大的门诊区，评价范围内无产科和儿科等环境敏感目标。本项目水、电、气、通讯设施均依托医院原有设施妥善解决，且建设的 DSA 手术室为专门的辐射工作场所，建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

（三）实践正当性分析

本项目 DSA 设备用于医学诊断和治疗，可提高医院的放射治疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，本项目 DSA 手术室的辐射屏蔽防护设计、拟采取的防护设施、措施符合国家有关标准要求。预计本项目 DSA 设备运行过程中带来的辐射环境影响符合国家有关标准要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护“实践正当性”的要求。

四、原有核技术利用情况

（一）医院原有项目辐射安全许可证情况

成都市第六人民医院（成都市全科医学中心）已取得由四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（见附件2），其许可证证书编号为川环辐证[00295]，有效期至2026年04月27日，许可的种类和范围为：使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作

场所。

（二）是否发生过辐射安全事故

据了解，医院自取得《辐射安全许可证》以来，未发生过辐射安全事故。

（三）原有辐射工作人员培训情况

成都市第六人民医院（成都市全科医学中心）严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。建设单位现有辐射工作人员共 202 人，均已进行了相关培训，并通过了相应的考核。医院现通过核技术利用辐射安全与防护考核的辐射工作人员共有 103 人。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，本项目的辐射工作人员和辐射防护负责人均应参加辐射安全与防护知识的学习，医院应尽快安排本项目相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：http://fushe.mee.gov.cn）学习辐射安全与防护知识并通过考试；合格证到期前，需进行再培训。

根据中华人民共和国生态环境部关于进一步优化辐射安全考核的公告（公告2021年 第9号），对于仅从事 III 类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加核技术利用辐射安全与防护考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加核技术利用辐射安全与防护考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期为五年，有效期届满的，应当有核技术利用单位组织再培训和考核。

（四）年度评估报告

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“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”。建设单位已编制《2024年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》并上交发证机关（已按时登录全国核技术利用辐射安全申报系统 http://rr.mee.gov.cn在单位信息维护界面完成了年度报告上传工作）。

（五）辐射管理规章制度执行情况

根据相关文件的规定，结合建设单位实际情况，制定有相对完善的管理制度，包括《辐射工作场所安全管理要求》《辐射工作人员岗位职责》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《射线装置台账管理制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射工作设备操作规程》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》等。建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，

人员落实，责任明确，在落实各项辐射安全规章制度后，可满足原有射线装置防护实际需要。

对建设单位现有辐射工作场所而言，建设单位具备辐射安全管理的综合能力。建设单位应根据国家发布新的相关法规内容，结合本项目实际及时对各项规章制度补充、修改和完善。

（六）开展辐射监测的情况

1、个人剂量检测

医院所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每三个月对个人剂量进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令18号）要求建立个人剂量档案。医院有专人负责个人剂量检测管理工作。医院已委托四川中环康源卫生技术服务有限公司对其所有辐射工作人员进行个人剂量检测。医院提供了2023年12月14日至2024年12月17日连续四个季度的个人计量检测报告（见附件7），结果表明，医院现有辐射工作人员连续四个季度的个人剂量监测结果均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的年剂量限制要求，未发现个人剂量超过5.0mSv/年的情况。

2、工作场所辐射水平监测

根据原环保部 18 号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。医用射线装置工作场所监测，主要针对射线装置机房周围（四周墙体、楼上/下、防护门和观察窗）、操作室等，从检测数据结果分析，未发现屏蔽体外 30cm 处超过 2.5μSv/h 的情况。

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

表 2　放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3　非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：日等效最大操作量和操作方式见《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（MeV）	额定电流（mA)/剂量（Gy/h）	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1	NeuAngio43C	125	1000	介入诊断	DSA 手术室	新增（东软医疗）

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大靶电流（μA）	中子强度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5　废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^3，年排放总量为 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/m^3）和活度（Bq）。

表 6　评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； （4）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订； （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日实施； （6）《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号，2024年2月1日施行）； （7）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； （8）《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日起实施； （9）《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第 449 号令，2019 年 3 月修订； （10）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部第 18 号令，2011 年 5 月起实施； （11）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》；原环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订； （12）《射线装置分类》，原环境保护部公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月起实施； （13）《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162 号，2015 年 12 月实施； （14）《关于建设放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日； （15）《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；

	（16）《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》，生态环境部公告，公告 2019 年第 57 号。
技术标准	（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1－2016)； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （3）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （4）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （5）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； （6）《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）； （7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （8）《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）； （9）《外照射放射防护剂量转换系数标准》(WS/T830-2024)； （10）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）； （11）《环境空气质量标准》（GB3095-2012）； （12）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）； （13）《声环境质量标准》（GB3096-2008）； （14）《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）； （15）《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； （16）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）； （17）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。
其他	（1）《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）； （2）院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料； （3）《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（2020 生态环境部（国家核安全局））； （4）《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号； （5）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）； （6）环评委托书。

表 7　保护目标与评价标准

评价范围 根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关要求："放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）"。本项目属于II类射线装置的项目，具有实体边界，因此，本项目评价范围为 DSA 手术室边界外 50m 区域。
保护目标 根据本项目确定的评价范围（本次评价的50m范围内均为医院区域内），环境保护目标主要是医院的辐射工作人员和周围停留的公众，本项目位于医疗综合楼1层DSA手术室，以DSA手术室的四周墙体为边界外环境关系具体如下：**北侧：**医疗综合楼以外区域（紧邻院内道路、约14.5-32.8m处为东虹西四路（院外道路）、约32.8-50m处为成都市建筑职业中专校）；**东北侧：**医疗综合楼以外区域（紧邻方舱CT(现未使用)及院内道路、约13.8-31.9m处为东虹西四路（院外道路）、约31.9-50m处为荒地）；**东侧：**医疗综合楼以外区域（紧邻院内道路、约14.4-37.9m处为东虹西四路（院外道路）、约37.9-50m处为荒地）；**东南侧：**医疗综合楼内区域（紧邻设备间及缓冲间、约2-5.1m处为空房间、约5.1-7.8m处为走廊、约7.8-11.1m处为污洗室及男值班室、约11.1-50m范围内为医疗综合楼内的其他功能区区域）；**南侧：**医疗综合楼内的区域（紧邻走廊、约3.5-7.9m处为DR室、约7.9-13.9m处为合前用室、约13.9-17.9m处为楼梯，约17.9-41.6m处为医疗综合楼内的其他功能区区域），医疗综合楼以外的区域（约41.6-50m处为院内道路）；**西南侧：**医疗综合楼内的区域（紧邻走廊、约2.1-9.8m处为合前用室区域、约9.8-12.1m处为过道、约12.1-22.1m处为医疗综合楼内的其他功能区区域），医疗综合楼以外的区域（约22.1-27.9m处为院内道路、约27.9-37.7m处为停车场、约37.7-42m处为院外道路、约42-50m处为保和小区二期16号楼）；**西侧：**医疗综合楼内的区域（紧邻走廊、约3-8m处为医疗综合楼内的其他功能区用房），医疗综合楼以外的区域（约8-18m处为院内道路、约18-26.9m处为地下停车场入口、约26.9-36.7m处为彩钢棚、约36.7-44.2m处为保和小区二期内的绿化及内部道路、约44.2-50m处为保和小区二期21号楼）；**西北侧：**医疗综合楼内的区域（紧邻污物暂存

间/控制室/刷手区、约2.7-4.5m处为库房及更衣室），医疗综合楼以外的区域（约4.5-12.7m处为院内道路、约12.7-20.5m处为地下停车场入口、约20.5-32.7m处为彩钢棚、约32.7-39.1m处为保和小区二期内的绿化及内部道路、约39.1-50m处为保和小区二期21号楼、约42.6-50m处为保和小区二期23号楼区域）；项目**正上方**为诊室等区域；项目**正下方**为停车场等区域。

由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此，在进行预测时，选取距离本项目辐射工作场所（DSA 手术室）较近、有代表性的环境保护目标进行分析。具体预测的环境保护目标见表 7-1。

表 7-1　本项目环境保护目标一览表

[redacted]								

评价标准

一、环境质量标准

（1）大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（2）地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

（3）声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

二、污染物排放标准

（1）废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

（2）医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准。

（3）噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

（4）一般固废：《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020）、还应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）相关要求。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

电离辐射执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

本项目评价取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（即 5mSv/a）作为医院职业人员年剂量约束值；取四肢（手和足）或皮肤年当量剂量的 1/4（即 125mSv/a）作为职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值。

公众照射：第 B1.2.1 条的规定，实践使公众中有关的关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。

本项目评价取上述标准中规定的公众年有效剂量限值的 1/10（即 0.1mSv/a）作为公众的年剂量约束值。

四、DSA 手术室防护设施的技术要求

1．DSA 手术室防护设施的技术要求执行《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定。

(1) DSA 手术室布局要求

①DSA 手术室应合理设置 DSA 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。

②DSA 手术室应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

③DSA 手术室最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 的规定。

表 7-2　DSA 手术室使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积（m^2）	机房内最小单边长度(m)
DSA（单管头）	20	3.5

(2) DSA 手术屏蔽要求

①DSA 手术室屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

表 7-3　DSA 手术室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 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
DSA 机房	2.0	2.0

①DSA 手术室门和窗关闭时应符合表 7-3 的规定。

(3) DSA 手术室屏蔽体外剂量水平

本项目DSA设备在透视条件下检测时，DSA手术室屏蔽体（四周墙体）外表面30cm处，楼上距顶部地面100cm处，机房地面下方（楼下）距楼下地面170cm处的周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h。

(4) DSA 工作场所防护

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。

②机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

③机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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。

⑤机房平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

⑥机房电动推拉门宜设置防夹装置。

⑦机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

(5) DSA 工作场所防护用品及防护设施配置要求

①机房应配备不少于表 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，其数量应符合开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

②除介入防护手套外，本项目使用的防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb。

③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。

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。

⑤防护设施的铅当量应不小于 0.5 mmPb。

⑥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。

表 7-4 个人防护用品和和辅助防护设施配置要求

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

注 1：“—”表示不做要求。

表 8　环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

本项目位于成都市第六人民医院东虹院区医疗综合楼（已建-2F~15F，地下约8.1m，地上总高约64m）1层原发热候诊室、发热诊室、更衣室、发热留观室、卫生间、治疗室、腹泻留观室等区域改建为DSA手术室及其配套用房。根据现场踏勘，本项目外环境关系如下：

图8-1 本项目DSA手术室及周边现状图

二、本项目主要环境影响

项目在投入运营后，主要对环境造成影响的是 DSA 在曝光过程中，产生的 X 射线。

三、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

受成都市第六人民医院（成都市全科医学中心）委托，四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司的于 2025 年 06 月 17 日对本次评价的辐射工作场所进行了现场监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源
X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	主要参数	检定/校准情况	
X/γ辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪 SCYRJ-FSWS-033	能量响应：20keV~3.0MeV 测量范围：1nGy/h~1.2mGy/h	校准/检定单位：中国测试技术研究院 校准/检定有效期：2024.09.13~2025.09.12 校准因子：0.94（校准源：^{137}Cs）	天气：晴 温度：30.2~31.4℃ 湿度：48.2~49.8%

四、质量保证

四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经过培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行

数据处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司质量管理体系：

（一）资质认证

从事监测的单位，四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司于 2023 年 12 月取得了四川省市场监督管理局颁发的计量认证证书，证书编号为：232303100019，有效期至 2029 年 5 月 3 日。

（二）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（三）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经过培训，考核合格持证上岗。

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

五、监测布点原则及监测点布置

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 DSA 曝光时高压射线管发出的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X-γ辐射剂量率。根据现场实际情况，X-γ辐射剂量率监测点位主要包括 DSA 手术室内正中、室外、正下方、正上方及评价范围内的敏感点。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况，点位布设符合技术规范要求。

表 8-3 现状监测布点情况及其相对位置关系

项目	监测点位	备注
DSA	[redacted]	[redacted]

	12	项目西南侧保和小区二期16号楼处	可反映DSA手术室西南侧环境保护目标现状值
	[redacted]		

注：本项目现状监测布点主要包括介入手术室二室内正中、室外、正下方、正上方及评价范围内的敏感点。

监测布点示意图如下：

图 8-2 本项目监测布点图（周边 50m 范围内敏感点）

图 8-3 本项目监测布点图（所在楼栋内敏感点）

六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-4 环境 X/γ辐射剂量率监测结果　单位：nGy/h

点位	监测位置	环境 X/γ辐射剂量率		备注
		测量值	标准差	
[redacted]				

属于正常天然本底辐射水平。

表 9　项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、设备组成及工作原理

（1）设备组成

本项目 DSA 由 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器等，图像检测系统，包括光栅、影像增强器或平板探测器、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

（2）工作原理

X 射线装置主要由 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。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。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。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。本项目主要污染因子为:高速电子轰击靶体产生 x 射线。

X射线装置原理见图9-2。

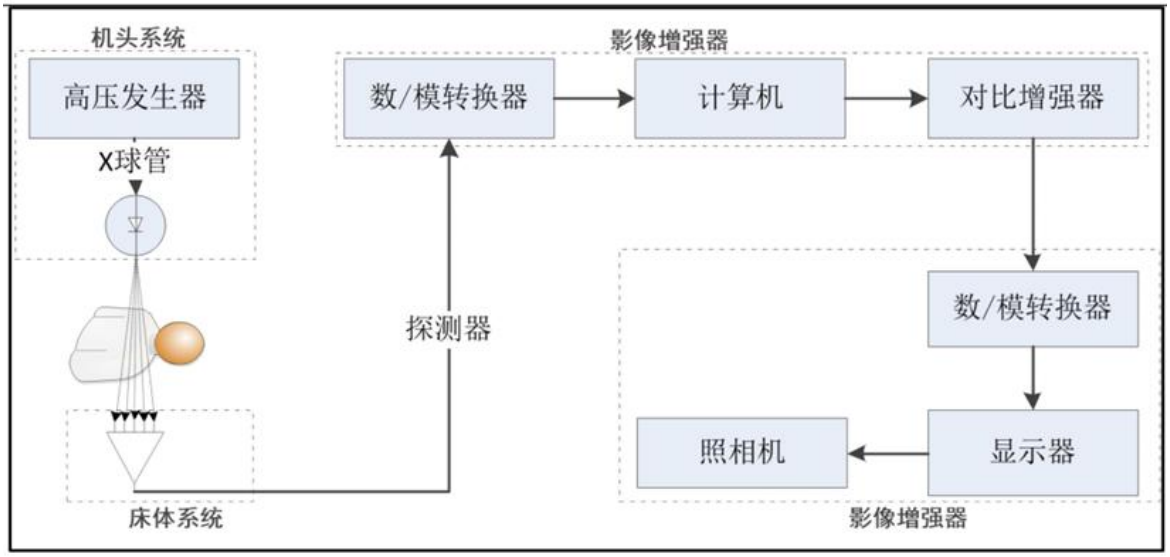

图 9-2 X 射线装置基本原理图

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，

消除相同的信号，形成一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观,一些精细的血管结构亦能显示出来。对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示;由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全;通过减影处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

2、诊断及治疗流程简述

本项目放射介入诊疗流程如下所示：

（1）病人候诊、准备、检查：由医生写介入诊疗申请单；介入接诊手术医生检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

（2）向病人告知可能受到的辐射危害：介入主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等。对各种需放置支架的病人，由介入主管医生根据精确测量情况提前预定核实的支架。

（3）设置参数，病人进入介入手术室二、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入介入手术室二并进行摆位。

（4）根据不同的治疗方案，手术医生及技师密切配合，完成介入手术或检查。DSA在进行曝光时分为拍片和透视两种情况：

①拍片检查

DSA 检查采用隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员调整 X 线球管、人体、影像增强器三者之间的距离，然后进入控制室，关好防护门。手术医生、技师通过控制室的计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。手术医生根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

②介入诊断

DSA 介入诊断采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医生位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.3~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅手套等）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。

介入诊断中，手术医生根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机，病人离开介入手术室二。

（5）诊断完毕关机：手术医生应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片，急症病人应尽快将胶片交给病人；对单纯接受介入造影检查的病人，手术医生应在 24 小时内将诊断报告写出由病人家属取回交病房病历保管。

本项目 DSA 工作流程及产污图见图 9-3：

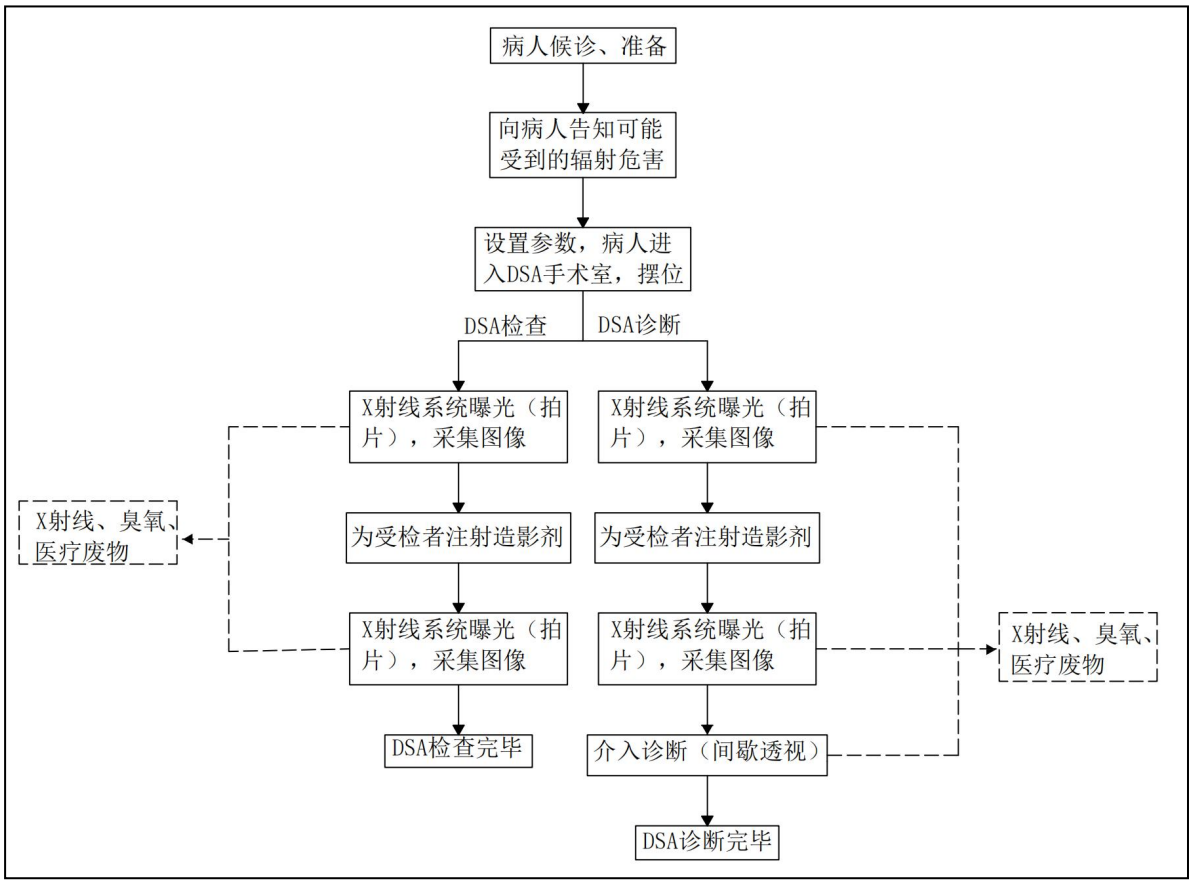

图 9-3 DSA 检查与治疗流程及产污环节示意图

其中 DSA 介入诊断具体操作流程为：诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达目标部位，进行介入诊断，留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，医生必须在床旁并在 X 线导视下进行。

污染源项描述

一、施工期污染源项分析

1、施工期的环境影响分析

医院拟在东虹院区医疗综合楼（已建-2F~15F，地下约 8.1m，地上总高约 64m）1 层原发热候诊室、发热诊室、更衣室、发热留观室、卫生间、治疗室、腹泻留观室等区域改建为 DSA 手术室及其配套用房，在机房内新增使用 1 台 DSA，型号为 NeuAngio43C，属于II类射线装置。在改造过程中，需要拆除、新建部分墙体，故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水。其工艺流程及污染物产生环节如下图 9-1 所示。

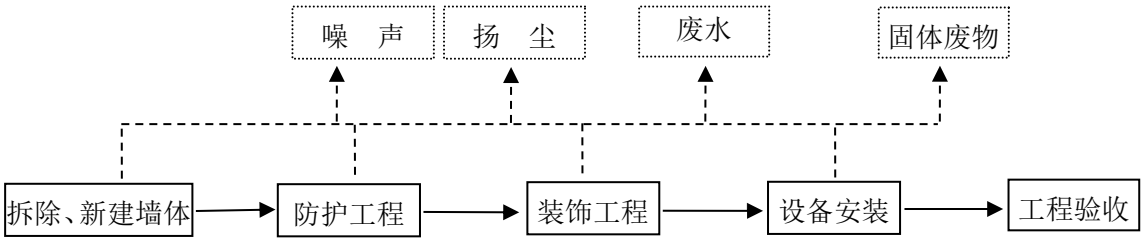

图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

根据屏蔽设计情况，需要将现有房间的窗户、门和墙体拆除，然后重新建造新的手术室防护墙，安装防护门和观察窗，在手术室墙体和楼板涂刷防护涂料，原有的其他可利用的墙体重新开设门洞，并对手术室、控制室等进行装修工程。根据建设单位提供的资料，已有建筑结构和基础满足后期手术室建设施工要求。

在 DSA 手术室装修时，应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，各屏蔽体应有足够的超边量，新建墙体过程中，墙与墙之间须紧密贴合，本项目防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，本项目观察窗与墙体至少重叠 5cm，且采用硫酸钡涂料灌缝，避免各屏蔽体之间有漏缝产生，防止辐射泄漏。

为防止射线泄漏，硫酸钡板拼缝处均采用 3mm 铅皮进行衔接，膨胀螺丝转角均利用 3mm 铅皮进行屏蔽补偿，墙面转角处均利用 L 型铅皮进行屏蔽补偿。

2、施工期主要污染源处理措施：

①噪声

施工期噪声包括各类主体施工、装修产生的噪声和设备安装期间产生的噪声，由

于施工范围小，施工期较短，项目通过合理布局，合理安排施工时间，建筑隔声选用低噪设备等措施后，施工噪声对周围环境的影响较小。

②废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，可依托医院已建的污水管道和污水处理站，处理达标后排入成都市新建污水处理厂。

③大气污染

废气：施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时产生的废气和装修材料中释放的废气，影响装修人员的身体健康，该废气的排放属无组织排放。因此在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气。因施工量小，装修周期较短，施工期对环境的影响较小。

扬尘：施工过程中产生的扬尘，主要是在主体工程改造过程中新砌墙体和装修过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过封闭施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

④固体废物

施工过程中固体废物主要为主体工程改造产生的建筑弃渣、装修过程中产生的装修垃圾、施工人员产生的生活垃圾，施工过程中产生的建筑弃渣、装修垃圾等，由施工单位集中收集，运送到指定的建筑垃圾堆放场；生活垃圾依托市政垃圾收运系统收集处理，包装垃圾通过集中分类收集，由废品回收站进行处理。因施工量较小，施工周期较短，对周围环境的影响较小。

3、设备安装调试期间的工艺分析

本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时建设单位须加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在 DSA 手术室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

二、运营期污染源项分析

1、产污环节

本项目使用 1 台 DSA，属于II类射线装置。产污环节为：在注入造影剂之前拍片

产生的 X 射线和臭氧，注入造影剂之后产生的 X 射线和臭氧，介入诊断过程中间歇透视产生的 X 射线和臭氧。在手术时，产生医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套等医疗废物。注入的造影剂不含放射性，同时本项目采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

2、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员由医生通道通过换鞋区、更衣室、刷手区/控制室进出辐射工作场所。

患者路径：患者通过病人通道通过缓冲间进出 DSA 手术室。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物经打包后暂存于污物暂存间，污物转移过程中为避免人群，应选择夜间（或其他人流量少的时间段）进行转移，最终经污物通道交由有相应资质的单位回收处理。本项目人流、污物路径示意图见下图 9-4：

图 9-4 本项目人流、污物路径示意图（具体见附图 9）

3、污染源项描述：

（1）电离辐射

DSA 在开机状态下产生的 X 射线，不开机状态下不产生 X 射线。本项目数字减影血管造影装置（DSA）的相关参数具体如下表所示：

表 9-1 本项目的相关参数

工作场所	DSA 手术室
设备名称	数字减影血管造影装置（DSA）
[redacted]	[redacted]
射	[redacted]

（2）废气

本项目拟在DSA手术室内设置排风系统（新建，排风量780m³/h）。本项目运行时产生的废气主要为臭氧，臭氧的密度大于空气，臭氧产生位置为DSA球管，距离地面较近，臭氧经扩散后，由位于DSA手术室西北侧天花板处排风口，经排风管道穿过西南侧墙体外排入医院已有的排风井，最终通过排风井引至楼顶排放。废气经自然分解和稀释后，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

（3）固体废物

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 介入室预计手术量为 400 台，则每年固体废物产生量约为 800kg（0.8t）。项目产生的医疗废物在污物暂存间打包后与医院其他医疗废物一起在医院既有医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目 DSA 拟配置 22 名辐射工作人员，每人每天产生生活垃圾约 0.5kg，则每天生活垃圾产生量约 11kg（0.011t），每年生活垃圾产生量约 2.75t。工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

（4）废水

本项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入成都市新建污水处理厂处理达标后，排入锦江。

（5）噪声

本项目所有设备选用低噪声设备，最大源强不超过 65dB（A），且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

（6）造影剂的存储、泄露风险

造影剂（碘海醇）是介入放射学操作中最常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存，钥匙交专人保管；未使用完和过期的

造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。在使用造影剂前由药剂师进行剂量核算后护士取药，医生用高压注射器按照血液流速注入病人血管内，在 X 射线的照射下达到血管造影的目的，最后由泌尿系统排出体外。造影剂不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄露风险。

表 10　辐射安全与防护

项目安全设施

一、辐射工作场所平面布局和两区划分

1、项目平面布局合理性分析

本项目DSA手术室位于医疗综合楼1层，以DSA手术室四周墙体为边界：**北侧：**紧邻院内道路；**东北侧：**紧邻方舱CT(现未使用)及院内道路；**东侧：**紧邻院内道路；**东南侧：**医疗综合楼内区域（紧邻设备间及缓冲间、约2-5.1m处为空房间、约5.1-7.8m处为走廊、约7.8-11.1m处为污洗室及男值班室、约11.1-50m范围内为医疗综合楼内的其他功能区区域）；**南侧：**医疗综合楼内的区域（紧邻走廊、约3.5-7.9m处为DR室、约7.9-13.9m处为合前用室、约13.9-17.9m处为楼梯，约17.9-41.6m处为医疗综合楼内的其他功能区区域）；**西南侧：**医疗综合楼内的区域（紧邻走廊、约2.1-9.8m处为合前用室区域、约9.8-12.1m处为过道、约12.1-22.1m处为医疗综合楼内的其他功能区区域）；**西侧：**医疗综合楼内的区域（紧邻走廊、约3-8m处为医疗综合楼内的其他功能区用房）；**西北侧：**医疗综合楼内的区域（紧邻污物暂存间/控制室/刷手区、约2.7-4.5m处为库房及更衣室）；项目**正上方**为诊室等区域；项目**正下方**为停车场等区域。

本项目医护人员由医生通道通过换鞋区、更衣室、刷手区/控制室进出辐射工作场所；患者通过病人通道通过缓冲间进出 DSA 手术室。手术过程中产生的医疗废物经打包后暂存于污物暂存间。因此，本评价认为本项目总平面布置是合理的。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置既方便就诊、满足科室诊疗需要，也能够降低人员受到意外照射的可能性，所以平面布置是合理的。

2、两区划分

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控

制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警示标识；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将本项目 DSA 手术室实体范围内划为控制区，而控制室、刷手区、缓冲间、污物暂存间划为监督区。项目控制区和监督区划分情况见表 10-1。

表 10-1　本项目控制区和监督区划分情况

设备名称及位置	控制区	监督区
DSA	DSA 手术室实体范围内	控制室、刷手区、缓冲间、污物暂存间等辅助用房

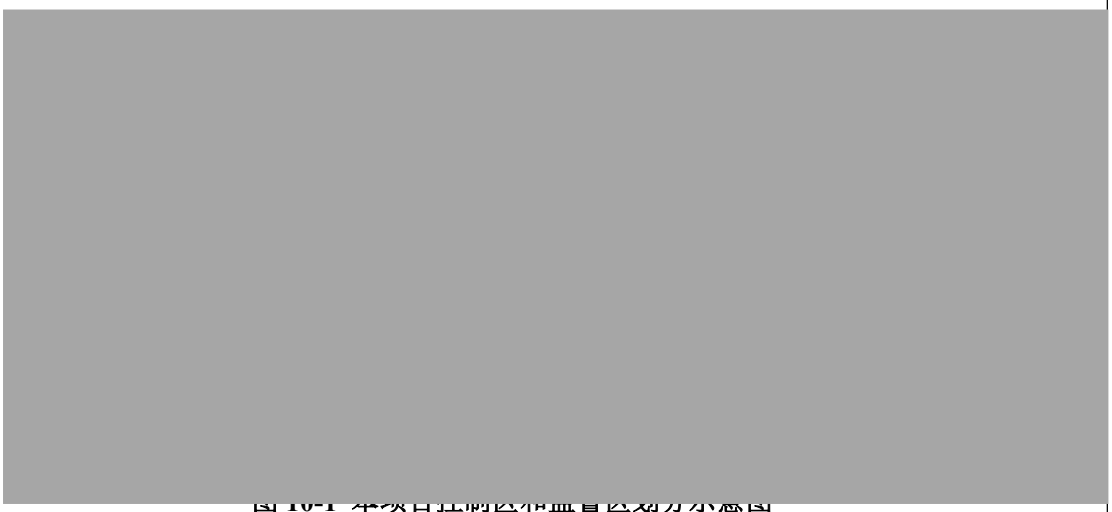

图 10-1 本项目控制区和监督区划分示意图

3、控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志（图 10-2），本项目电离辐射警告标识拟设于 DSA 手术室 3 扇铅门外及污物投递口外；

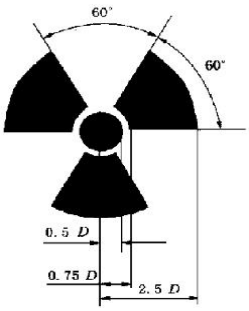

图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；

④在更衣室备有个人防护用品、工作服和被污染防护衣具的贮存柜；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

4、监督区防护手段与安全措施

①建设单位计划在本项目 DSA 手术室设置黄色警示线，以黄线警示本项目监督区的边界；

②医院计划在本项目监督区的入口处的适当地点设立表明本项目监督区的标牌；

③医院计划定期检查本项目监督区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

建设单位应严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，结合医院实际情况，加强控制区和监督区的监管。

二、辐射安全与防护措施

（一）DSA 辐射安全及防护措施

1、DSA 的固有安全性

本项目配备的 DSA 已采取如下技术措施：

①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

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 0.1、0.2、0.3、

0.6 和 0.9mmCu，且每一级额外+2.5mm Al 的过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。

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（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），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配备相应的表征剂量的指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，人次如剂量面积乘积（DAP）仪等。

⑥配备辅助防护设施：配备床下铅帘（0.5mm 铅当量）和悬吊铅帘(0.5mm 铅当量)、铅屏风等辅助防护设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

⑦正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和介入手术床体旁上均设置 “紧急止动”按钮，一旦发生异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

2、屏蔽防护措施

根据医院提供防护设计资料，对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C查询，机房实体防护设施铅当量折合估算见表10-2，根据机器特性，在实际使用中不会使用到最大管电压125kV，但保守估计，在折合屏蔽体铅当量时，仍按照125kV下辐射衰减拟合参数进行铅当量折算。

表 10-2 铅、混凝土对管电压（125kV）X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	铅			实心砖			混凝土		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
125 散	2.233	7.888	0.7295	——	——	——	0.0351	0.066	0.7832
125	2.219	7.923	0.5386	0.0287	0.067	1.346	0.03502	0.07113	0.6974

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

式中：

X—不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α—不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ—不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B—给定铅厚度的屏蔽减弱因子；

β—不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 公式 C.1 和 C.2 进行计算，当管电压（有用线束）为 125kV 时，240mm 实心砖（密度为 1.65g/cm^3）计算结果约为 2.3mmPb；当管电压（有用线束）为 125kV 时，160mm 混凝土（密度为 2.35g/cm^3）计算结果约为 2mmPb。

根据硫酸钡板检测报告（见附件11），检测报告提供的检测条件为120kV，本项目拍片时，DSA的常用电压60~100kV；透视时，DSA常用管电压为70~90kV，因此采用该检测报告估算是保守的。根据该检测报告，硫酸钡板厚度为15mm时等效铅当量为1.074mmPb。施工的硫酸钡板厚度为30mm，保守估计折合为2.1mmPb；硫酸钡板厚度为45mm，保守估计折合为3.2mmPb。

本项目DSA手术室防护施工拟使用硫酸钡密度为3.2g/cm^3（400目沉淀硫酸钡（纯度99%）：水泥=4:1），混合后的密度为2.88g/cm^3，根据《放射防护实用手册》（第六章，表6.14），本项目硫酸钡防护涂料密度保守取值为2.79g/cm^3，在125kV下，硫酸钡防护涂料厚度为30mm，保守估计折合为2.7mmPb。

表 10-3 DSA 手术室的实体防护折合铅当量计算表

DSA 机房	实体结构	折合铅当量	总计
四周墙体	东北侧、西北侧、东南侧墙体为：240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	约 2.8mmPb+2.7mmPb	5.5mmPb
	西南侧墙体为：200mm 空心砖+45mm 硫酸钡板	约 3.2mmPb	3.2mmPb
屏蔽门	3mm 铅当量铅门	3mmPb	3mmPb
观察窗	3mm 铅当量铅玻璃	3mmPb	3mmPb
投递口	3mm 铅当量	3mmPb	3mmPb
屋顶	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡板	约 2mmPb+2.1mmPb	合约 4.1mmPb
地面	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	约 2mmPb+2.7mmPb	合约 4.7mmPb

表 10-4 DSA 手术室的实体防护设施对照表

机房		DSA 机房	放射诊断放射防护要求	备注
机房规格		39.73m^2（最小单边长度 6.02m）	最小有效使用面积 20m^2，最小单边长度 3.5m	满足要求
四周墙体	结构及厚	东北侧、西北侧、东南侧墙体为：240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料（合约 5.5mmPb）	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求
		西南侧墙体为：200mm 空心砖+45mm	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求

	度	硫酸钡板（合约 3.2mmPb）		
屏蔽门		3mm 铅当量铅门	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求
观察窗		3mm 铅当量铅玻璃	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求
投递口		3mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求
屋顶		160mm 混凝土+30mm 硫酸钡板（合约 4.1mmPb）	有用线束 2mm 铅当量	满足要求
地面		160mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料（合约 4.7mmPb）	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求

表中实心砖密度为 1.65g/cm^3，混凝土密度为 2.35g/cm^3，铅玻璃密度为 3.1g/cm^3，硫酸钡涂料密度为 2.79g/cm^3。当屏蔽体结构由多种材料构成，各材料折合的铅当量之和即为总的铅当量。

3、安全措施

①门灯联锁：DSA手术室门外顶部拟设置工作状态指示灯箱。防护门关闭时，指示灯为红色，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

②有中文标识的紧急止动装置：控制台上、介入手术床旁拟设置紧急止动按钮（各按钮分别与X线系统连接）。DSA系统的X线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止X线系统出束。

③操作警示装置：DSA系统的X线系统出束时，控制台上的指示灯变色，同时蜂鸣器发出声音。

④对讲装置：在DSA手术室与控制室之间拟安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与DSA手术室内的手术人员联系。

⑤警告标志：DSA手术室防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

⑥防夹装置与自动闭门装置：DSA手术室电动推拉门设置防夹装置；DSA手术室其余平开门设置自动闭门装置。

4、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

（1） 辐射工作人员

为减少辐射工作人员的照射剂量，采取防护X射线的主要方法有屏蔽防护、时间防护和距离防护，三种防护联合运用、合理调节。

①距离防护

DSA机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在DSA机房人员通道门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关

人员进入，以免受到不必要的照射。

②时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。根据医院的实际情况，医院的 DSA 主要用于介入手术、血管造影等。

③屏蔽防护

隔室操作：本项目辐射工作人员（放射影像技师）采取隔室操作方式。通过操作间与 DSA 复合手术室之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽 X 射线，以减弱或消除射线对人体的危害，无需配置个人防护用品。

根据建设单位提供的关于本项目个人防护用品和辅助防护设施的配置计划，结合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中表 4 关于介入放射学操作的个人防护用品和辅助防护设施的要求，可知本项目 DSA 机房拟配置的个人防护用品和辅助防护设施配置均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

本项目 DSA 复合手术室拟配置的个人防护用品和辅助防护设施配置与标准要求对照见表 10-5。

表10-5 DSA手术室拟配备的个人防护用品和辅助防护设施与标准要求对照一览表

机房名称	拟配备的个人防护用品和辅助防护设施				标准要求		评价
	种类	使用对象	数量	铅当量	种类	铅量	
DSA 手术室	铅橡胶防护衣	工作人员	3 件	0.5mmPb	铅橡胶防护衣	≥0.5mmPb	符合
	铅橡胶围裙		3 件	0.5mmPb	铅橡胶围裙	≥0.5mmPb	符合
	铅橡胶颈套		3 个	0.5mmPb	铅橡胶颈套	≥0.5mmPb	符合
	铅防护眼镜		3 副	0.5mmPb	铅防护眼镜	≥0.25mmPb	符合
	介入防护手套		3 双	0.025mmPb	介入防护手套	≥0.025mmPb	符合
	铅悬挂防护屏		1 个	0.5mmPb	铅悬挂防护屏	≥0.25mmPb	符合
	铅防护吊帘		1 个	0.5mmPb	铅防护吊帘	≥0.25mmPb	符合
	床侧防护帘		1 个	0.5mmPb	床侧防护帘	≥0.25mmPb	符合
	床侧防护屏		1 个	1mmPb	床防护屏	≥0.25mmPb	符合
	移动铅防护屏风		1 个	2mmPb	移动铅防护屏风	≥2mmPb	符合
	成人铅橡胶性	患者	1 件	0.5mmPb	成人铅橡胶性	≥0.5mmPb	符合

	腺防护围裙				腺防护围裙		
	儿童铅橡胶性腺防护围裙		1 件	0.5mmPb	儿童铅橡胶性腺防护围裙	≥0.5mmPb	符合
	成人铅橡胶颈套		1 个	0.5mmPb	成人铅橡胶颈套	≥0.5mmPb	符合
	儿童铅橡胶颈套		1 个	0.5mmPb	儿童铅橡胶颈套	≥0.5mmPb	符合

④个人剂量检测

辐射工作人员均应配备有个人剂量计，并要求上班期间必须佩带。

医院定期（每3个月一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

（2） 受检者或患者的安全防护

医院应配有铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套，用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。另外，在不影响工作质量的前提下，保持与射线装置尽可能大的距离。

（3） DSA 手术室周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在 DSA 手术室门外张贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，禁止无关人员进入，以增加公众与射线装置之间的防护距离，避免受到不必要的照射，定期对辐射安全设施的进行维护，确保实时有效。

5、与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求符合性分析

本项目 DSA 涉及医用射线装置的个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析见下表：

表 10-6 项目涉及个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析表

放射检查类型	分项		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	本项目拟采取措施	符合性分析
介入放射学操作	工作人员	个人防护用品	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	职业人员配备铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套	符合
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	设备自带铅悬挂防护屏和床侧防护帘 1 套	符合

	患者和受检者	个人防护用品	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	医院配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 2 套、铅橡胶颈套 2 套（成人和儿童各 1 套）	符合

三、工作场所辐射安全防护设施

根据《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）对II医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-7：

表 10-7 本项目辐射安全防护设施对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
1	场所设施	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅悬挂防护屏和床侧防护帘	拟配备
		观察窗屏蔽	已设计 1 扇铅窗，为 3mm 铅当量铅玻璃	拟配备
		污物投递口	已设计 1 个污物投递口，为 3mm 铅当量	拟配备
		机房防护门	已设计 3 扇铅门，为 3mm 铅当量铅门（DSA 手术室与缓冲间的患者通道采用推拉门、与控制室的医护人员通道采用平开门、另外一个医护人员通道采用推拉门）	拟配备
		通风设施	排风系统	拟配备
		紧急停机按钮	设备自带	拟配备
		门灯连锁	/	拟配备
		对讲系统	/	拟配备
		电离辐射警告标志	/	拟配备
		入口处机器工作状态指示灯	/	拟配备
		防夹装置与自动闭门装置	/	拟配备
2	监测设备	便携式辐射剂量监测仪	/	拟配备 1 台
		个人剂量报警仪	/	需配备 3 台
		个人剂量计	/	拟配备 22 套（医师个人剂量计每套 2 个（建议 3 个）：铅衣内外各 1 个，建议腕部增设 1 个；护士个人剂量计每套 2 个：铅衣内外各 1 个；技师每套 1 个：胸部个人剂量计）

3	防护器材	医护人员个人防护	/	需配备铅衣 3 套、铅橡胶围裙 3 套、铅橡胶颈套 3 套、 铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 双
4		患者防护	/	需配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 2 套、铅橡胶颈套 2 套（成人和儿童各 1 套）

四、投资估算

本核技术应用项目总投资 459.8 万元，其中环保投资 33.4 万元，占总投资约 7.26%。具体环保设施及投资见表 10-8。

表 10-8 环保设施及投资一览表

项目		设施	金额（万元）
DSA 机房	辐射屏蔽措施	铅防护门 3 扇（均为 3mm 铅当量，新增）	3
		污物投递口（3mm 铅当量，新增）	0.8
		铅玻璃观察窗 1 扇（3mm 铅当量，新增）	2
		四面墙体：东北侧、西北侧、东南侧墙体为 240mm 实心砖（新建）+30mm 硫酸钡防护涂料（新建）、西南侧墙体为 200mm 空心砖（利旧）+45mm 硫酸钡板（新建）	20
		机房顶部为 160mm 混凝土（利旧）+30mm 硫酸钡板（新建）	
		机房地面为 160mm 混凝土（利旧）+30mm 硫酸钡防护涂料（新建）	
	安全装置	工作状态指示灯 3 个（新增）	0.8
		电离辐射警告标志 4 套（新增）	
		床下铅帘 1 副（0.5mm 铅当量）	机器自带
		悬吊铅帘 1 副（0.5mm 铅当量）	
		门灯联锁装置 3 套（新增）	1
		紧急止动按钮 2 个（新增）	
		对讲装置 1 套（新增）	
		防夹装置（2 套）与自动闭门装置（1 套）（新增）	
	监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 22 套（新增）	0.3
		个人剂量报警仪 3 台（新增）	1
		便携式辐射剂量监测仪 1 台（新增）	1
		职业人员需配备铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套（新增）	2
		患者配备铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 2 套（成人和儿童各 1 套）（新增）	
	其他	排风系统（新增）	1.5
		辐射工作人员、管理人员、应急人员的培训	
		辐射工作人员职业健康体检	
合计			33.4

在今后实践中，医院应根据国家发布的法规内容，结合自身实际情况对环保设施做相应补充，使之更能满足实际需要和法规要求。

三废的治理

1、废水

本项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入成都市新建污水处理厂处理达标后，排入锦江。

2、废气

本项目拟在 DSA 手术室内设置排风系统（新建，排风量 780m³/h）。本项目运行时产生的废气主要为臭氧，臭氧的密度大于空气，臭氧产生位置为 DSA 球管，距离地面较近，臭氧经扩散后，由位于 DSA 手术室西北侧天花板处排风口，经排风管道穿过西南侧墙体外排入医院已有的排风井，最终通过排风井引至楼顶排放。废气经自然分解和稀释后，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m3）的要求。

3、固体废物

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 介入室预计手术量为 400 台，则每年固体废物产生量约为 800kg（0.8t）。项目产生的医疗废物在污物暂存间打包后与医院其他医疗废物一起在医院既有医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目 DSA 拟配置 22 名辐射工作人员，每人每天产生生活垃圾约 0.5kg，则每天生活垃圾产生量约 11kg（0.011t），每年生活垃圾产生量约 2.75t。工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

表 11　环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工期的环境影响分析

医院拟在东虹院区医疗综合楼（已建-2F~15F，地下约 8.1m，地上总高约 64m）1 层原发热候诊室、发热诊室、更衣室、发热留观室、卫生间、治疗室、腹泻留观室等区域改建为 DSA 手术室及其配套用房，在机房内新增使用 1 台 DSA，型号为 NeuAngio43C，属于II类射线装置。在改造过程中，需要拆除、新建部分墙体，故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水，针对本项目，医院拟采取以下措施：

扬尘的防治措施：项目通过施工现场封闭施工和采取洒水等措施来进行控制；

废水防治措施：项目施工期生活污水依托医院污水处理设施处理；

废气防治措施：项目施工现场封闭施工，施工现场及时清理，通风换气等措施；

噪声防治措施：选用低噪声设备，合理安排施工时间；

固废防治措施：施工垃圾由施工单位集中收集到指定地点进行处理，生活垃圾依托环卫部门统一清运。

DSA 手术室施工质量的要求：

①铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的10倍；

②穿过介入手术室二的电缆沟穿墙部分均采用2mm厚铅皮包裹，并采用“U”型穿墙；

③穿过介入手术室二的通排风管道穿墙部分均采用2mm厚铅皮包裹，并采用45度角斜穿方式；

④硫酸钡防护涂层抹面：介入手术室二屏蔽墙体表面宜光滑，洁净，颜色均匀一致，无抹纹，灰线平直方正，清渐美观，无裂纹、脱皮、麻面和起砂等现象，待硫酸钡防护层完全达到最终强度后，再施工防水层。

穿墙管线与墙体间隙用防护涂料填实，能够有效防止射线泄露，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能，因此，控制电缆及通排风管道的布设不会影响屏蔽墙的屏蔽效果。

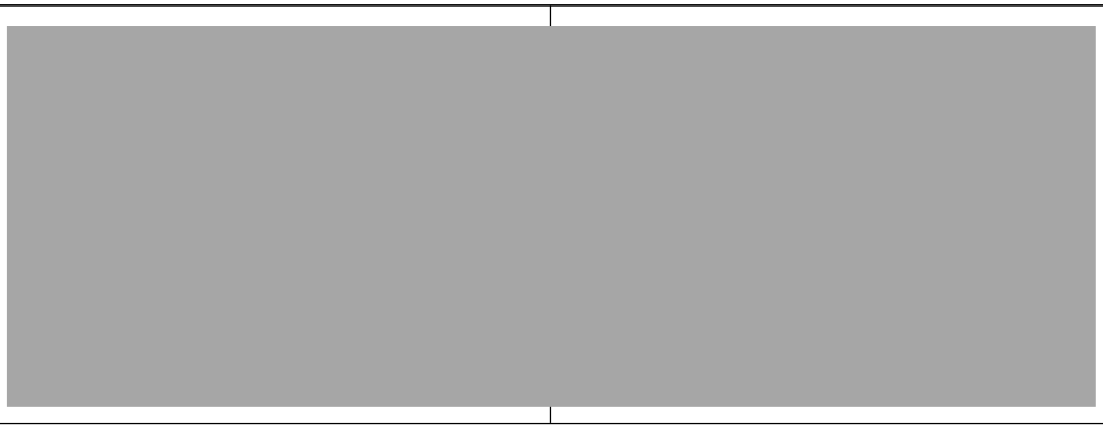

图 11-1 穿墙管线示意图（左图为排风管线穿墙示意图、右图为电缆穿墙管线示意图）

二、设备安装调试期间的环境影响分析

设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在DSA手术室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物，作为一般固体废物进行处置，不随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

医院拟在 DSA 手术室内新增使用 1 台 DSA，进行介入手术治疗的工作负荷约 400 人/年，DSA 主要用于介入手术。

根据原环境保护部和国家卫生计生委联合发布公告 2017 年第 66 号《射线装置分类》，DSA 属于II类射线装置，工作时不产生放射性废气、废水和固体废物。本机为数字成像设备，不使用显、定影液，其主要环境影响因素为工作时产生的 X 射线，出束方向由下向上。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：技师采取隔室操作的方式，医生通过控制室铅玻璃观察窗观察 DSA 手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于控制室内。经 DSA 手术室各屏蔽体屏蔽后，对 DSA 手术室外（包括 DSA 手术室楼上、楼下）的公众和工作人员影响较小。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入 DSA 手术室，进行治疗时会有连续曝光，

并采用连续脉冲透视，此时手术医生身着铅衣、铅帽、戴铅防护眼镜等在 DSA 手术室内对病人进行手术操作。

本次分析采用理论预测方法对本项目 DSA 系统在正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响分析。

1、本项目关注点的辐射环境影响分析

根据医院实际诊疗情况，拍片时，DSA的常用电压60~100kV，常用电流为100~500mA；透视时，DSA常用管电压为70~90kV，常用管电流为6~20mA。根据医院提供的设备清单本项目DSA设备提供5种滤波等级，即0.1、0.2、0.3、0.6和0.9mmCu，且每一级额外+2.5mm Al的过滤板。本项目保守考虑采用0.1mmCu进行估算。根据辐射防护手册（第一分册）辐射源与屏蔽图4.4c，取0.1mmCu数据进行估算，保守取上述最大工况进行预测，当管电压为90kV时，查得X_0=0.33R·mA^{-1}·min^{-1}；当管电压为100kV时，查得X_0=0.42R·mA^{-1}·min^{-1}。

[redacted]

本项目 DSA 投用后，手术过程中 DSA 手术室四周、正下方的保护目标，均受到漏射射线和散射射线的影响，手术室正上方受主射辐射的影响，手术室内的辐射

工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 DSA 手术室最近关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。

本项目共布设 19 个预测点位。

预测点位说明：

①DSA 手术室内的医生（第一术者位）距离靶点 0.3m；

②DSA 手术室内的医生（第二术者位）距离靶点 0.8m；

③DSA 手术室内的护士距离靶点 1m；

④DSA 手术室西北侧保护目标（控制室内的技师，屏蔽体外 30cm 处（铅窗外））距离靶点最近距离为 5.0m；

④'DSA 手术室西北侧保护目标（控制室内的技师，屏蔽体外 30cm 处（墙外））距离靶点最近距离为 5.1m；

⑤DSA 手术室西北侧保护目标（污物暂存间，屏蔽体外 30cm 处）距离靶点最近距离为 5.8m；

⑥DSA 手术室西北侧保护目标（刷手区，屏蔽体外 30cm 处（墙外））距离靶点最近距离为 5.3m；

⑥'DSA 手术室西北侧保护目标（刷手区，屏蔽体外 30cm 处（铅门外））距离靶点最近距离为 5.4m；

⑦DSA 手术室西北侧保护目标（保和小区二期 23 号楼）距离靶点最近距离为 43.8m；

⑧DSA 手术室西北侧保护目标（保和小区二期 21 号楼）距离靶点最近距离为 47.3m；

⑨DSA 手术室西南侧保护目标（走廊，屏蔽体外 30cm 处）距离靶点最近距离为 3.4m；

⑨'DSA 手术室西南侧保护目标（CT 控制室）距离靶点最近距离为 15.2m；

⑩DSA 手术室东南侧保护目标（设备间，屏蔽体外 30cm 处）距离靶点最近距离为 2.7m；

⑪DSA 手术室东南侧保护目标（缓冲间，屏蔽体外 30cm 处（墙外））距离靶点最近距离为 2.6m；

⑪'DSA 手术室东南侧保护目标（缓冲间，屏蔽体外 30cm 处（铅门外））距离靶点最近距离为 2.9m；

⑫DSA 手术室东北侧保护目标（院内道路，屏蔽体外 30cm 处）距离靶点最近距离为 4.4m；

⑬DSA 手术室北侧保护目标（成都市建筑职业中专校）距离靶点最近距离为 38.4m；

⑭DSA 手术室西南侧保护目标（保和小区二期 16 号楼）距离靶点最近距离为 44.5m；

⑮DSA 手术室南侧保护目标（DR 控制室）距离靶点最近距离为 12.1m；

⑯DSA 手术室正上方保护目标（诊室，顶部地面 100cm 处）距离靶点 4.8m 处；

⑰DSA 手术室正下方保护目标（停车场，楼下地面 170cm 处）距离靶点 3.7m 处。

图 11-2 本项目 DSA 手术室周围现状监测布点示意图

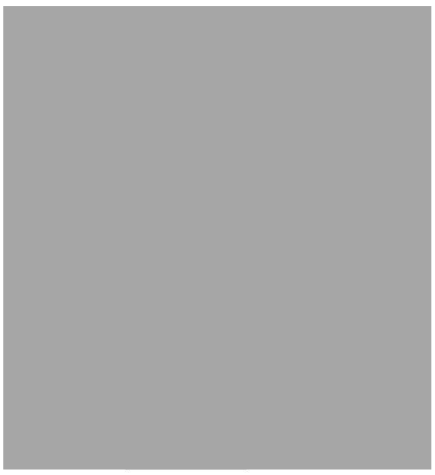

图 11-3 本项目 DSA 手术室正上方和正下方监测布点示意图

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式C.1以及附录表C.2可知。屏蔽减弱因子B：

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

式中：

B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子；

β—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—屏蔽材料厚度。

散射线的减弱因子将根据实际情况，采用常用工况下散射线拟合参数进行计算；泄漏射线因和主射线能量一样，故采用常用工况下主射线拟合参数计算其减弱因子。

表 11-2 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压90kV（透视）						
材料	α		β		γ	
铅	3.067		18.83		0.7726	
管电压 100kV（拍片）						
材料	α		β		γ	
	主束	散射	主束	散射	主束	散射
铅	2.500	2.507	15.28	15.33	0.7557	0.9124

根据计算，DSA手术室不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-3。

表 11-3 DSA 机房设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效约合铅当量	屏蔽减弱因子（透视）	屏蔽减弱因子（拍片）	
				主束	散射
四周墙体	东北侧、西北侧、东南侧墙体为：240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	[redacted]			
	西南侧墙体为：200mm 空心砖+45mm 硫酸钡板				
屏蔽门	3mm 铅当量铅门				
观察窗	3mm 铅当量铅玻璃窗				
投递口	3mm 铅当量				
屋顶	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡				

	板					
地面	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料		[redacted]			
手术医生位	第一术者位	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅帘				
	第二术者位	0.5mmPb 铅衣				
护士位	0.5mmPb铅衣					

（1）主射线束方向影响分析

①计算模式

本项目主射方向屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \quad \text{.....（式 2）}$$

式中：

Dr—预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

D_1—X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，mGy/min；

T—每年工作时间，5928min（包括透视 5820min 和拍片 108min）；

μ—利用因子，主射方向取 1；

η—对防护区的居留因子；

f—屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子；

r—预测点距 X 射线源的距离，m。

②预测结果分析

根据 NCRP147 报告，患者和接收器对初始线束的减弱倍数为 10 到 100 倍，考虑最不利影响，患者和接收器对初始线束的减弱倍数取 10 倍，则主射方向照射量率取主射线束的 10%。

将相关参数带入（式 2）中，进行主射方向关注点年有效剂量预测，预测点年剂量估算结果见表 11-4：

表 11-4 DSA 主射方向预测点年有效剂量估算

预测点保护目标	与出束口直线距离（m）	屏蔽材料与厚度及等效铅当量（mm）	照射类型	屏蔽透射因子（f）	利用因子（μ）	居留因子（η）	预测点年有效剂量（mGy/a）	预测点年照射量率（mGy/a）	主射方向辐射剂量率（μGy/h）
⑪DSA 手术室正上方保护目标（诊室）	4.8	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡板（约合 3.5mm 铅当量）	拍片	[redacted]					
			透视						

由上表 11-4 可知，主射方向辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外辐射剂量率不大于 2.5μSv/h 的规定。

（2）病人体表散射辐射剂量估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad \text{（式3）}$$

式中：

H_s——预测点处的散射剂量率，μGy/h；

H_0——距靶 1m 处的剂量率，μGy/h；

a——患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取得当 400cm² 散射面积时，a=1.3×10⁻³；故当 1cm² 散射面积时，a=3.25×10⁻⁶（90°散射）；

s——散射面积，cm²，取 100cm²；

d_0——源与病人的距离，m，取 1m；

d_s——病人与预测点的距离，m；

B——减弱因子。

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。

表 11-5 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

关注点保护目标	病人（散射点）到关注点距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	照射类型	屏蔽减弱因子	散射辐射剂量率（μGy/h）

①DSA 手术室内的医生（第一术者位）	0.2	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	1	透视	
②DSA 手术室内的医生（第二术者位）	0.7	0.5mmPb 铅衣	0.5		
③DSA 手术室内的护士	0.9	0.5mmPb 铅衣	0.5		
④控制室内的技师	5.0	3mm 铅当量铅玻璃窗	3	拍片 透视	
④'控制室内的技师	5.1	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.5	拍片 透视	
⑤DSA 手术室西北侧污物暂存间等其他区域公众	5.8	3mm 铅当量	3	拍片 透视	
⑥DSA 手术室西北侧刷手区等其他区域公众	5.3	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.5	拍片 透视	
⑥'DSA 手术室西北侧刷手区等其他区域公众	5.4	3mm 铅当量铅门	3	拍片 透视	
⑦DSA 手术室西北侧保和小区二期 23 号楼区域公众	43.8	3mm 铅当量铅门	3	拍片 透视	
⑧DSA 手术室西北侧保和小区二期 21 号楼区域公众	47.3	3mm 铅当量铅门	3	拍片 透视	
⑨DSA 手术室西南侧走廊等其他区域公众	3.4	200mm 空心砖+45mm 硫酸钡板	3.2	拍片 透视	
⑨'DSA 手术室西南侧 CT 控制室区域职业人员	15.2	200mm 空心砖+45mm 硫酸钡板	3.2	拍片 透视	
⑩DSA 手术室东南侧设备间等其他区域公众	2.7	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.5	拍片 透视	
⑪DSA 手术室东南侧缓冲间等其他区域公众	2.6	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.5	拍片 透视	
⑪'DSA 手术室东南侧缓冲间等其他区域公众	2.9	3mm 铅当量铅门	3	拍片 透视	

⑫DSA 手术室东北侧院内道路等其他工作区域	4.4	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.5	拍片 透视	[redacted]
⑬DSA 手术室北侧成都市建筑职业中专校区域公众	38.4	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.5	拍片 透视	[redacted]
⑭DSA 手术室西南侧保和小区二期 16 号楼区域公众	44.5	200mm 空心砖+45mm 硫酸钡板	3.2	拍片 透视	[redacted]
⑮DSA 手术室南侧 DR 控制室区域职业人员	12.1	200mm 空心砖+45mm 硫酸钡板	3.2	拍片 透视	[redacted]
⑯DSA 手术室正上方诊室等其他区域	4.7	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡板	4.1	拍片 透视	[redacted]
⑰DSA 手术室正下方停车场等其他区域	3.8	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	4.7	拍片 透视	[redacted]

注：散射点与射线源垂直。

（3）泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 1‰计算，利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下（式 4）进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \quad \text{（式4）}$$

式中：

H—预测点处的泄漏辐射剂量率，μGy/h；

f—泄漏射线比率，1‰；

H_0—距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/h；

R—靶点距关注点的距离，m；

B——减弱因子，前文表 11-3 计算取得。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-6。

表 11-6 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

关注点保护目标	射线源（靶点）到关注点距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	照射类型	屏蔽减弱因子	泄漏辐射剂量率（μGy/h）
①DSA 手术室内的医生（第一术者位）	0.3	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	1	透视		
②DSA 手术室内的医生（第二术者位）	0.8	0.5mmPb 铅衣	0.5			
③DSA 手术室内的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5			
④控制室内的技师	5.0	3mm 铅当量铅玻璃窗	3	拍片		
				透视		
④'控制室内的技师	5.1	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.5	拍片		
				透视		
⑤DSA 手术室西北侧污物暂存间等其他区域公众	5.8	3mm 铅当量	3	拍片		
				透视		
⑥DSA 手术室西北侧刷手区等其他区域公众	5.3	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.5	拍片		
				透视		
⑥'DSA 手术室西北侧刷手区等其他区域公众	5.4	3mm 铅当量铅门	3	拍片		
				透视		
⑦DSA 手术室西北侧保和小区二期 23 号楼区域公众	43.8	3mm 铅当量铅门	3	拍片		
				透视		
⑧DSA 手术室西北侧保和小区二期 21 号楼区域公众	47.3	3mm 铅当量铅门	3	拍片		
				透视		
⑨DSA 手术室西南侧走廊等其他区域公众	3.4	200mm 空心砖+45mm 硫酸钡板	3.2	拍片		
				透视		
⑨'DSA 手术室西南侧 CT 控制室区域职业人员	15.2	200mm 空心砖+45mm 硫酸钡板	3.2	拍片		
				透视		
⑩DSA 手术室东南侧设备间等其他区域公众	2.7	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.5	拍片		
				透视		
⑪DSA 手术室东南侧缓冲间等其他区域公众	2.6	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂	5.5	拍片		
				透视		

		料				
⑪'DSA 手术室东南侧缓冲间等其他区域公众	2.9	3mm 铅当量铅门	3	拍片 透视	[redacted]	
⑫DSA 手术室东北侧院内道路等其他工作区域	4.4	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.5	拍片 透视	[redacted]	
⑬DSA 手术室北侧成都市建筑职业中专校区域公众	38.4	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料	5.5	拍片 透视	[redacted]	
⑭DSA 手术室西南侧保和小区二期 16 号楼区域公众	44.5	200mm 空心砖+45mm 硫酸钡板	3.2	拍片 透视	[redacted]	
⑮DSA 手术室南侧 DR 控制室区域职业人员	12.1	200mm 空心砖+45mm 硫酸钡板	3.2	拍片 透视	[redacted]	
⑯DSA 手术室正上方诊室等其他区域	4.8	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡板	4.1	拍片 透视	[redacted]	
⑰DSA 手术室正下方停车场等其他区域	3.7	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料	4.7	拍片 透视	[redacted]	

（4）关注点辐射剂量率综合分析

表11-7 本项目各预测点保护目标最大辐射剂量率表

保护目标相对位置	关注点位保护目标	照射类型	辐射剂量率（μSv/h）					备注
			主射	散射	漏射	综合剂量率	综合剂量率①	
DSA 手术室内	①DSA 手术室内的医生（第一术者位）	透视	/	[redacted]				职业
	②DSA 手术室内的医生（第二术者位）	透视	/					职业
	③DSA 手术室内的护士	透视	/					职业
DSA 手术室周围	④控制室内的技师	拍片 透视	/					职业
	④'控制室内的技师	拍片 透视	/					职业
	⑤DSA 手术室西北侧污物暂存间等其他区域公众	拍片 透视	/					公众

⑥DSA 手术室西北侧刷手区等其他区域公众	拍片	/	[redacted]					公众
	透视							
⑥'DSA 手术室西北侧刷手区等其他区域公众	拍片	/						公众
	透视							
⑦DSA 手术室西北侧保和小区二期 23 号楼区域公众	拍片	/						公众
	透视							
⑧DSA 手术室西北侧保和小区二期 21 号楼区域公众	拍片	/						公众
	透视							
⑨DSA 手术室西南侧走廊等其他区域公众	拍片	/						公众
	透视	/						
⑨'DSA 手术室西南侧 CT 控制室区域职业人员	拍片	/						职业
	透视	/						
⑩DSA 手术室东南侧设备间等其他区域公众	拍片	/						公众
	透视							
⑪DSA 手术室东南侧缓冲间等其他区域公众	拍片	/						公众
	透视	/						
⑪'DSA 手术室东南侧缓冲间等其他区域公众	拍片	/						公众
	透视	/						
⑫DSA 手术室东北侧院内道路等其他工作区域	拍片	/						公众
	透视	/						
⑬DSA 手术室北侧成都市建筑职业中专校区域公众	拍片	/						公众
	透视	/						
⑭DSA 手术室西南侧保和小区二期 16 号楼区域公众	拍片	/						公众
	透视	/						
⑮DSA 手术室南侧 DR 控制室区域职业人员	拍片	/						职业
	透视	/						
⑯DSA 手术室正上方诊室等其他区域	拍[redacted]							公众
	透[redacted]							
⑰DSA 手术室正下方停车场等其他区域	拍片	/						公众
	透视	/						

注:①参考外照射放射防护剂量转换系数标准(WS/T830-2024,2024.05.13 发布，2024.12.01 实施)表 G.2 对预测点综合辐射剂量率进行换算,当管电压为 125kV，附加过滤为 1.0mmCu，平均能量 109keV 时:H*(10)/K =1.61(Sv/Gy)；周围公众取 1.61 进行换算。

由表 11-7 可知，本项目 DSA 手术室周围最大辐射剂量率为 2.03μSv/h（DSA 手

术室正上方），低于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5μSv/h 的规定。

（5）关注点年辐射剂量分析

个人年最大有效剂量估算公式如下：

$$E = H \bullet t \bullet T \bullet 10^{-3} \qquad （式5）$$

式中：

E—辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

H—辐射剂量率，μSv/h；

t—年工作时间，h；

T—居留因子，经常有人员停留的地方取 1，部分时间有人员驻留的地方取 1/4。

表 11-8 本项目各预测点理论预测最大受照剂量统计表

保护目标相对位置	关注点位保护目标		照射类型	综合剂量率（μSv/h）	年最大受照时间（h）	居留因子	透视/拍片总辐射剂量（mSv/a）	年总辐射剂量（mSv/a）	备注
DSA 手术室内	神经内科	①DSA 手术室内的医生（第一术者位）	透视	[redacted]					职业
		②DSA 手术室内的医生（第二术者位）	透视						
	心内科	①DSA 手术室内的医生（第一术者位）	透视						职业
		②DSA 手术室内的医生（第二术者位）	透视						
	呼吸科	①DSA 手术室内的医生（第一术者位）	透视						职业
		②DSA 手术室内的医生（第二术者位）	透视						
	肿瘤科	①DSA 手术室内的医生（第一术者位）	透视						职业
		②DSA 手术室内的医生（第二术者位）	透视						
	③DSA 手术室内的护士		透视						职业
DSA 手术室周围	④控制室内的技师		拍片						职业
			透视						
	④'控制室内的技师		拍片						职业
			透视						
	⑤DSA 手术室西北侧污物暂存间等其他区域公众		拍片						公众
			透视						
	⑥DSA 手术室西北侧刷手区等		拍片						公众

	其他区域公众	透视	[redacted]	
	⑥'DSA 手术室西北侧刷手区等其他区域公众	拍片		公众
		透视		
	⑦DSA 手术室西北侧保和小区二期 23 号楼区域公众	拍片		公众
		透视		
	⑧DSA 手术室西北侧保和小区二期 21 号楼区域公众	拍片		公众
		透视		
	⑨DSA 手术室西南侧走廊等其他区域公众	拍片		公众
		透视		
	⑨'DSA 手术室西南侧 CT 控制室区域职业人员	拍片		职业
		透视		
	⑩DSA 手术室东南侧设备间等其他区域公众	拍片		公众
		透视		
	⑪DSA 手术室东南侧缓冲间等其他区域公众	拍片		公众
		透视		
	⑪'DSA 手术室东南侧缓冲间等其他区域公众	拍片		公众
		透视		
	⑫DSA 手术室东北侧院内道路等其他公众区域	拍片		公众
		透视		
	⑬DSA 手术室北侧成都市建筑职业中专校区域公众	拍片		公众
		透视		
	⑭DSA 手术室西南侧保和小区二期 16 号楼区域公众	拍片		公众
		透视		
	⑮DSA 手术室南侧 DR 控制室区域职业人员	拍片		职业
		透视		
	⑯DSA 手术室正上方诊室等其他区域	拍片		公众
		透视		
	⑰DSA 手术室正下方停车场等其他区域	拍片		公众
		透视		

注：①本项目DSA年最大出束时间为98.8h（拍片1.8h，透视97.0h）。各科室医生位于DSA手术室内进行介入手术时，只存在透视工况，以DSA年透视时间神经内科18.7h、心内科30.0h、呼吸科23.3h、肿瘤科25.0h计算。②根据不同病人手术情况的需要，护士进入手术室内，在术中配合跟台手术，在距离主射线束最近为1m的位置，保守按照DSA的年透视总时间97.0h计算年有效剂量。

手术时，DSA 手术室内医生 2 名、护士 1 名，控制室内 1 名技师。根据实际情况各科室手术医生存在时间分配，神经内科的 4 名医生分两组、心内科的 4 名医生分两组、呼吸科的 4 名医生分两组、肿瘤科的 4 名医生分两组分别轮流进行手术，4 名护士与 2 名技师轮流工作，由于时间很难均匀分配，本次预测取医生、护士与技师工作时间不超过人均受照时间的 1.2 倍保守估计。

各科室每名医生及护士技师的年剂量核算见下表 11-9。

表11-9 本项目每名职业人员年剂量核算表

科室	职务/人数	科室年最大受照时间（h）		介入手术时位置	综合剂量率（μSv/h）	理论人均年受照时间（h）	保守考虑人均年受照时间（h）	每名职业人员最大年剂量(mSv/a)
神经内科	医生4名	18.7		第一术者位	[redacted]			
				第二术者位				
心内科	医生4名	30.0		第一术者位				
				第二术者位				
呼吸科	医生4名	23.3		第一术者位				
				第二术者位				
肿瘤科	医生4名	25.0		第一术者位				
				第二术者位				
-	护士4名	97.0		DSA 手术室内				
-	技师2名	拍片	1.8	控制室内				
		透视	97.0					

注：为保守预测，控制室内技师综合剂量率取铅窗外的综合剂量率；本项目的职业人员也会受到医院现有的 DR、CT 的影响，但通过各墙体的遮挡后对本项目的职业人员影响较小。

由表 11-9 可知，手术医生最大有效剂量为 4.90mSv/a，护士最大有效剂量为 3.55mSv/a，技师最大有效剂量为 4.82E-04mSv/a，均低于本次评价确定的职业人员 5mSv/a 的管理约束值，也均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a 剂量限值。

建议：医院每三个月对辐射工作人员个人剂量进行核查，辐射工作人员个人剂量超过1.25mSv、年超过5mSv事件的发生，若发现辐射工作人员有超过1.25mSv的情况，医院应立即采取有效的管控措施，暂停该辐射工作人员继续从事的放射诊疗作业，同时进行原因调查，调整岗位安排等。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离DSA手术室最近的关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。在DSA运行后，实际工作中，常用管电压和管电流远低于预测工况，且项目运行产生的X射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，DSA手术室周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对DSA手术室周围公众影响更小。

（6）保护目标辐射剂量叠加综合分析

1.场所剂量叠加

本项目新增的 DSA 设备位于成都市第六人民医院（东虹院区）医疗综合楼 1 层 DSA 手术室，离得较近的辐射设备有 CT、DR，因此本项目 DSA 手术室周围的公众将同时受到其他射线装置的照射，从而引起剂量的叠加。

根据成都市第六人民医院辐射工作场所2024年度报告“CDZH（环）-2024-F0295”（详见附件12）可知：DR检查室辐射工作场所对职业人员照射最大年剂量为2.55E-4mSv/a，对公众照射的最大年剂量为8.63E-5mSv/a；CT检查室辐射工作场所对职业人员照射最大年剂量为4.55E-3mSv/a，对公众照射的最大年剂量为8.18E-3mSv/a。根据辐射剂量率与距离的平方成反比的规律，通过计算可以得到CT检查室、DR检查室周围关注点年最大贡献剂量率。为保守估算，本项目DSA手术室周围保护目标理论预测值与CT、DR工作场所屏蔽体外辐射剂量最大贡献值叠加，作为年最大辐射照射评价值，详见下表11-10。

表11-10 本项目周围公众受到医院现有的CT、DR照射后叠加年最大有效剂量

预测点	原有辐射工作场所贡献剂量估算						本项目理论预测值	年最大辐射剂量照射评价值（mSv/a）	照射类型
	CT检查室			DR检查室					
	最近距离（m）	工作场所照射最大年剂量（mSv/a）	衰减后年最大贡献剂量（mSv/a）	最近距离（m）	工作场所照射最大年剂量（mSv/a）	衰减后年最大贡献剂量（mSv/a）	理论预测年最大贡献剂量（mSv/a）		
⑤DSA 手术室西北侧污物暂存间等其他区域公众	[redacted]								公众
⑥DSA 手术室西北侧刷手区等其他区域公众									公众
⑥'DSA 手术室西北侧刷手区等其他区域公众									公众
⑦DSA 手术室西北侧保和小区二期 23 号楼区域公众									公众
⑧DSA 手术室西北侧保和小区二期 21 号楼区域公众									公众

⑨DSA 手术室西南侧走廊等其他区域公众									公众
⑨'DSA 手术室西南侧 CT 控制室区域职业人员									职业
⑩DSA 手术室东南侧设备间等其他区域公众									公众
⑪DSA 手术室东南侧缓冲间等其他区域公众									公众
⑪'DSA 手术室东南侧缓冲间等其他区域公众									公众
⑫DSA 手术室东北侧院内道路等其他公众区域									公众
⑬DSA 手术室北侧成都市建筑职业中专校区域公众									公众
⑭DSA 手术室西南侧保和小区二期 16 号楼区域公众									公众
⑮DSA 手术室南侧 DR 控制室区域职业人员									职业
⑯DSA 手术室正上方诊室等其他区域									公众
⑰DSA 手术室正下方停车场等其他区域									公众

注：[①]取自2024年度个人剂量监测报告（见附件7）的最大值3.16mSv/a。

由表11-10可知，DSA手术室周围的公众最大有效剂量为4.33E-03mSv/a，低于本次评价确定的公众0.1mSv/a的管理约束值，也低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众1mSv/a剂量限值；现有的辐射工作场所受本项目的影响，职业人员最大有效剂量为3.16mSv/a，低于本次评价确定的职业人员5mSv/a的管理约束值，也均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员20mSv/a剂量限值。

（7）医生腕部皮肤受照剂量

手术医生和护士在手术室内进行介入手术时，会穿铅衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，但是仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，手术医生腕部距离辐射源（非主射束方向）最近，因 X 射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以手术医生腕部剂量估算结果进行核算皮肤照射年剂量。由于手术过程中医生随时在活动，其腕部不会一直处于受照位置不动，因此保守考虑，分以下两种情况预测：①预计在透视时有 1/5 时间医生在受照位置进行插入导管等操作，此时医生腕部受铅防护手套（0.025mmPb）保护；②预计在透视时有 4/5 时间医生在手术床侧其他位置，此时医生腕部未处于受照位置，腕部同时受到铅防护手套（0.025mmPb）和铅悬挂防护屏（0.5mmPb）的保护。

本项目采用理论预测分析介入医生腕部皮肤所受到的剂量，减弱因子参照《放射诊断防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 以及附录表 C.2，则手术医生腕部所受的最大辐射剂量见下表：

表 11-11 本项目介入手术医生腕部最大辐射剂量率表

关注点部位	射线源距关注点的距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	减弱因子	散射辐射剂量率（μGy/h）	漏射辐射剂量率（μGy/h）	综合剂量率（μGy/h）
医生腕部	0.3	0.025mmPb 手套	[redacted]				
		0.025mmPb 手套+0.5mmPb 铅悬挂防护屏					

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算 DSA 机房或 DSA 机房人员年皮肤吸收剂量：

$$D_S = C_{ks}(\dot{k} \bullet t) \bullet 10^{-3} \quad \text{.....（式 6）}$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}^*_{(10)}}{C_{KH^*}} \quad \text{.....（式 7）}$$

式中：D_s—皮肤吸收剂量，mGy；

$\dot{k}$—X 辐射场的空气比释动能率，μGy/h；

C_{KS}—空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

t—人员累积受照时间，h；

$\dot{H}^*_{(10)}$—X 辐射场的周围剂量当量率，μSv/h；

C_{KH^*}—空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

根据各科室介入手术工作量分配情况，心内科手术医生人均受照时间最长，即心内科手术医生人均受照时间最长为 18.0h，根据上述分析有如下两种情况：①预计在透视时有 1/5 时间医生在受照位置进行插入导管等操作，此时受照时间为 3.6h（18.0h×1/5），根据表 11-11 分析，腕部位置处，腕部位置处的剂量当量率为 3.19E+04μGy/h；②预计在透视时有 4/5 时间医生处于未受照位置，此时受照时间为 14.4h（18.0h×4/5），根据表 11-11 分析，腕部位置处，腕部位置处的剂量当量率为 1.16E+03μGy/h。

本项目 DSA 可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式。根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.9 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 C_{KH^*}=1.72Sv/Gy，由（公式 7）计算出手术医生在上述两种受照情况下辐射场的空气比释动能分别为 1.85E+04μGy/h、6.75E+02μGy/h。根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.4 可查出空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 C_{KS}=1.134mGy/mGy。根据式 6，手术医生在受照位置进行插入导管等操作时，医生手术时腕部皮肤受照当量剂量为：75.52mGy/a；手术医生在非受照位置进行手术操作时，医生手术时腕部皮肤受照当量剂量为：11.02mGy/a；则手术医生腕部皮肤受照当量剂量叠加共为 86.54mGy/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv，也满足本项目对于放射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 125mSv/a 的要求。

（8）介入诊断对医生和患者的辐射防护要求

介入诊断是一种解决临床疑难病的新方法，但介入诊断时 X 射线曝光量大，曝

光时间长，距球管和散射体近，使介入诊断操作者受到大剂量的 X 射线照射。为了减少介入诊断时 X 射线对操作者和其他人员的影响，本评价提出以下几点要求：

介入诊断医生自身的辐射防护要求：①加强教育和培训工作，提高辐射安全文化素养，全面掌握辐射防护法规和技术知识；②结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；③在介入手术期间，必须穿戴个人防护用品，并佩戴个人剂量报警仪；④定期维护 DSA 系统设备，制定和执行介入诊断的质量保证计划。

患者的辐射防护要求：①严格执行 GB18871-2002 中规定的介入诊疗指导水平，保证患者的入射体表剂量率不超过 100mGy/min；②选择最优化的检查参数，为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施；③采用剂量控制与分散措施，通过调整扫描架角度，移动扫描床等办法，分散患者的皮肤剂量，避免单一皮肤区域接受全部剂量；④作好患者非照射部位的保护工作。

（9）射线装置报废

射线装置在报废前，应采取去功能化的措施（如拆除电源和拆解加高压射线管），确保装置无法再次组装通电使用，并按照国有资产和生态环境主管部门的要求，履行相关报废手续。

二、大气环境影响分析

本项目在运行过程中，主要大气污染因子为 DSA 手术室内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧，DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，本项目拟在 DSA 手术室内设置排风系统（新建，排风量 780m³/h），排风口位于 DSA 手术室西北侧天花板处，经排风管道穿过西南侧墙体外排入医院已有的排风井，最终通过排风井引至楼顶排放。废气经自然分解和稀释后，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

三、废水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和少量医疗废水。处理措施：依托医院已建的污水管道和污水处理站，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入成都市新建污水处理厂处理达标后，排入锦江。

四、固体废物影响分析

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 介入室预计手术量为 400 台，则每年固体废物产生量约为 800kg（0.8t）。项目产生的医疗废物在污物暂存间打包后与医院其他医疗废物一起在医院既有医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目 DSA 拟配置 22 名辐射工作人员，每人每天产生生活垃圾约 0.5kg，则每天生活垃圾产生量约 11kg（0.011t），每年生活垃圾产生量约 2.75t。工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

五、声环境影响分析

本项目所有设备选用低噪声设备，噪声主要为空调和风机噪声，最大源强不超过 65dB（A），且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

本项目使用的 DSA 属于II类射线装置，属中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，大剂量照射甚至可导致死亡。DSA 不运行时不可能发生放射性事故，也不存在影响辐射环境质量的事故，只有当机器运行期间才会产生 X 射线等危害因素，而且最大可能的事故主要有两种：

①装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进

行介入手术操作；手术过程中，人员误入或滞留在 DSA 机房内而造成非主射方向的误照射；

②医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员受到主射方向的误照射。

三、源项分析及事故等级分析

本项目医用 X 射线装置主要的环境风险因子为工作时产生的 X 射线。按照中华人民共和国国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-11 中。

表 11-11 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

项目名称	环境风险因子	潜在危害	事故等级
DSA	X 射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
		X 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	较大辐射事故
		X 射线装置失控导致 2 人以上（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	重大辐射事故
		X 射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-12。

表11-12 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	急重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	急重度	/
脑型急性放射病	轻度	>50.0Gy
	中度	
	重度	
	急重度	
	死亡	

四、最大可能性事故分析

（1）事故假设

①装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；由于安全联锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射。

（2）剂量估算

①介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作，公众进入机房受到非主射方向的照射的事故后果计算结果如下表所示：

表 11-13 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离（m）	时间（min）	散射所致剂量（mSv）	漏射所致剂量（mSv）	总剂量（mSv）	受照类型
0.3	1.0	2.08E-01	6.41E-01	8.49E-01	职业照射
	5	1.04	3.20	4.24	
	10	2.08	6.41	8.49	
	15	3.12	9.61	1.27E+01	
1	1.0	1.87E-02	5.77E-02	7.64E-02	
	5	9.37E-02	2.88E-01	3.82E-01	
	10	1.87E-01	5.77E-01	7.64E-01	
	15	2.81E-01	8.65E-01	1.15	
1.5	1.0	8.33E-03	2.56E-02	3.39E-02	公众照射
	5	4.16E-02	1.28E-01	1.70E-01	
	10	8.33E-02	2.56E-01	3.39E-01	
	15	1.25E-01	3.84E-01	5.09E-01	

（3）事故后果

①根据表 11-13 可知，在未采取任何防护情况下，本项目介入手术人员随着时间的推移，非主射方向在距离 0.3m 处 15min 时的受照剂量最大，为 12.7mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值；公众误入介入机房，非主射方向在距离 1.5m 处 15min 时的受照剂量最大，5.09E-01mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 1mSv/a 的剂量限值。

因此，介入手术人员或误入人员单次滞留在机房内而造成非主射方向的误照射，不构成辐射事故。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

DSA 属于II类射线装置，为中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的辐射照射损伤，但由于 DSA 的特殊性，事故时使受照人员受大剂量照射甚至导致死亡的几率很小。DSA 开机时，医生与病人同处一室，且距 X 射线机的管头组装体约 1m 左右，距病人很近，介入射线装置主要事故是因曝光时间较长，防护条件欠佳对医生和病人引起的超剂量照射，其级别最高为一般辐射事故。

（1）医院现有的辐射防范措施：

为防范项目运营过程中发生辐射安全事故，医院拟采取以下措施：

①门灯联锁：DSA手术室门外顶部设置工作状态指示灯箱。防护门关闭时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

② 有中文标识的紧急止动装置：控制台上、介入手术床旁设置紧急止动按钮（各按钮分别与X线系统连接）。DSA系统的X线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止X线系统出束。

③操作警示装置：DSA系统的X线系统出束时，控制台上的指示灯变色，同时蜂鸣器发出声音。

④对讲装置：在DSA手术室与控制室之间安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与DSA手术室内的手术人员联系。

⑤警告标志：DSA手术室的防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

⑥造影剂的管理：医院将外购造影剂采用带锁的不锈钢药品柜密封保存；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。

（2）为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备；

②实施介入诊疗的质量保证；

③做好医生的个人防护；

④做好病人非投照部位的防护工作；

⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，关闭机房门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

（3）对于上述可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

①建立健全全院辐射安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。

②加强人员的辐射安全专业知识的学习，考试（核）合格、持证上岗。

③完善岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。

④修订完善全院重大事故应急处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

⑤定期对辐射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，发现安全隐患立即整改。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

表 12　辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

成都市第六人民医院已成立放射防护质量管理委员会，负责全院的辐射安全管理工作。（附件 6）

（1）放射防护质量管理委员会文件已包含内容：

①人员组成

主　任：负责医技科室副院长

副主任：公共卫生部负责人、放射影像科负责人、医学装备部负责人

委　员：医务部负责人、院感部负责人、组织人事部负责人、医院质量管理部负责人、后勤保障部负责人、检验科负责人、肿瘤科负责人、心血管内科负责人、骨科负责人、医学装备部干事、公共卫生部干事

②主要职责

(一)组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度；

(二)审议、决策放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测等事项；

(三)组织本机构放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查；

(四)制定放射事件应急预案并组织演练；

(五)记录本机构的放射事件并及时报告卫生行政部门。

(六)每年召开一次放射防护质量管理委员会

（2）需要完善的相关内容

根据医院辐射安全与环境保护管理领导小组机构文件，医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

①补充辐射安全管理小组职责和机构成员职能分工；

②补充领导小组日常办公地点、相关联系人电话；

③定期修订、检查辐射安全管理领导小组机构成员名单，确保领导小组的实效性；

④发生放射事故事件和和个人剂量异常事件后，积极组织开展事故原因调查，并按照程序向生态环境主管部门报告；

⑤定期维护检查辐射工作场所安全设施设备，确保实时有效。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①本项目 DSA 拟配置 22 名辐射工作人员，其中手术医生 16 名，技师 2 名，护士 4 名，医生护士技师均为医院新增II类射线装置操作辐射工作人员。今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

工作制度：医院实行每年工作 250 天，每天 8 小时的工作制度。

②医院辐射工作人员共 202 人，均已进行了相关培训，医院现在通过核技术利用辐射安全与防护考核的有 103 人。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，辐射工作人员和辐射防护负责人均应参加辐射安全与防护知识的学习，医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：http://fushe.mee.gov.cn）学习辐射安全与防护知识并通过考试。

根据中华人民共和国生态环境部关于进一步优化辐射安全考核的公告（公告 2021 年 第 9 号），对于仅从事 III 类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期为五年，有效期届满的，应当有核技术利用单位组织再培训和考核。

三、辐射安全档案资料管理和规章管理制度

1、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目建设单位拟新增 DSA，涉及使用 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函[2016]1400 号）等，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。

表 12-1 建设单位辐射安全与防护管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应持有有效的辐射安全许可证	拟重新办理辐射安全许可证增项	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求

2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目辐射工作人员，医院应安排其参加辐射安全与防护相关学习和考核，确保持证上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	医院已成立“辐射安全防护领导小组”，有专人负责辐射安全管理工作	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
4	需配备必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备案	医院按照表10-6进行辐射防护设施的配备，制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》等制度并严格执行监测计划	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应预案	根据本项目实际情况补充完善《辐射事故应急预案》	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	需对现有辐射安全和防护管理规章制度等进行完善	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定要求
7	个人剂量监测、职业健康检查及档案管理	医院应做好辐射工作人员个人剂量检测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	拟在DSA手术室辐射工作人员进出口、患者进出口等醒目位置粘贴电离辐射警告标志	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
9	监测	建设单位须制定监测方案，开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测，辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告，该监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容，一并提交给发证机关	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
10	年度评估	建设单位已将2024年度安全和防护状评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求

2、辐射安全管理规章制度及落实情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第20号）“第十六条”、《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））

及《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环办发[2016]1400 号）的相关要求中的相关规定，将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明，具体见表 12-2：

表 12-2 辐射安全管理规章制度汇总对照表

序号	《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》		医院制定情况	备注
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	/	已制定	将本项目拟新增的射线装置纳入管理
2	辐射安全管理规定	根据医院具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	需完善	需补充本项目管理规定
3	设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施	需完善	需补充本项目操作规程
4	辐射防护设施设备维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中应采取的具体防护措施，确保射线装置保持良好的工作状态	需完善	补充本项目维修维护制度
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责	需完善	辐射工作人员应包含本次新增或调配人员
6	放射源与射线装置台账管理制度	应记载放射性同位素与射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
7	辐射工作场所辐射环境监测方案	/	需完善	增加本项目拟新增的射线装置工作场所
8	监测仪表使用与核验管理制度	/	需完善	/
9	辐射工作人员辐射安全与防护培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员需通过考核后方可上岗	需完善	根据最新的辐射工作人员培训要求进行完善
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，辐射工作人员须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	需完善	辐射工作人员应包含本次新增人员
11	辐射事故应	针对射线装置应用可能产生的辐射事故，应制定较	需完善	将本次新增设

	急预案	为完善的事故应急预案或应急措施，包括：“应急物资的准备和应急责任人员、生态环境主管部门应急电话及发生事故时的辐射事故处理措施”的内容		备纳入其中
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	需完善	将本次新增设备纳入其中

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函 [2016]1400 号）的要求，建设单位应根据使用射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

医院应按照《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函 [2016]1400 号）的要求，**将《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所**。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，并且根据国家发布的新的相关法律法规内容,结合医院实际情况及时对各项规章制度补充修改,使之更能符合实际需要。

四、《辐射安全许可证》发放条件对照分析

结合《辐射安全许可证》发放条件、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017年修订，原环保部第31号令），将本项目采用的辐射安全防护措施列于表12-3。

表 12-3 《辐射安全许可证》发放条件与本项目评价结果

序号	环保部第 3 号令要求	项目实际情况	评价结果
1	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	已按照要求成立辐射安全与环境保护管理领导小组	满足要求
2	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	组织辐射工作人员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	人员通过考核后，满足要求
3	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	需配置电离辐射警告标志和工作状态指示灯等	配置后满足要求
4	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，包括个人剂量报警仪、辐射测量仪器等。	新增辐射工作人员需配备个人剂量计和便携式辐射监测仪	配备后满足要求

5	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	需制定《监测方案》和《辐射工作人员个人剂量管理制度》	制定后满足要求
6	有完善的辐射事故应急措施	需制定《辐射事故应急预案》	完善后满足要求
7	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	设计中已具备	按照本报告提出的要求落实后可满足要求
8	使用射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有 1 名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作	需制定《放射治疗质量保证大纲和质量控制计划》，并由专业人员负责质量保证与质量控制检测工作	制定后满足要求

建设单位在具备《辐射安全许可证》申领条件后，及时到四川省生态环境厅申请办理相关业务。

五、辐射监测

（一）工作场所监测

自主验收监测：医院在取得《辐射安全许可证》后三个月内，应委托有资质的单位开展 1 次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），监测周期为 1 次/月，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

（二）个人剂量检测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为 3 个月。

①医院须严格按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求配发个人剂量计，要求辐射工作人员正确配戴个人剂量计，每三个月由专人负责回收后交由有资质的检测单位进行检测，按照要求建立个人剂量档案，并将个人剂量档案终生保存。对于每三个月检测数值超过 1.25mSv 的，医院要及时进行干预，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人累积剂量检测数值超过 5mSv，医院应当立即暂停该辐射工作人员继续从事

放射诊疗作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后通过年度评估报告上报发证机关；当单次个人累积剂量检测数值超过 20mSv，应立即开展调查并报告辐射安全许可证发证机关，启动辐射事故处置程序。个人剂量检测报告及有关调查报告均应存档备查。

②个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

③根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前。

④辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、职业健康体检、个人剂量检测结果等材料。医院应将辐射工作人员的个人剂量档案终身保存。

⑤医院须严格按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求配发个人剂量计，要求辐射工作人员正确配戴个人剂量计，每季度由专人负责回收后交由有资质的检测单位进行检测，按照要求建立个人剂量档案，并将个人剂量档案终生保存。

（三）监测内容和要求

（1）监测内容：X-γ空气吸收剂量率。

（2）监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-4）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-4 工作场所监测计划建议

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位
DSA	X-γ空气吸收剂量率	自行委托有资质的单位定期开展辐射监测，频率为 1 次/年；定期自行开展辐射监测，频率为 1 次/月。	铅窗、医生操作位、设备间等配套房间、机房四周屏蔽墙外、铅门门缝、机房正上方、机房正下方。

（3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境

（4）监测质量保证

①落实监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测单位的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；或到有资质的单位对监测仪器进行检定/校核；

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构

出具的监测报告中的方法；

③完善辐射工作场所环境监测管理制度。

此外，医院需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

（四）开展辐射监测的情况

（1）个人剂量检测

医院所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每三个月对个人剂量进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令18号）要求建立个人剂量档案，医院有专人负责个人剂量管理工作。

成都市第六人民医院委托四川中环康源卫生技术服务有限公司对该院个人剂量进行检测。医院提供了2023年12月14日至2024年12月17日连续四个季度的个人计量检测报告（见附件7），未发现个人剂量超过1.25mSv/季、5.0mSv/年的情况。

（2）工作场所辐射水平监测

根据原环保部 18 号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。医用射线装置工作场所监测，主要针对射线装置机房周围（四周墙体、楼上/下、防护门和观察窗）、操作间等。

六、年度监测报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。医院应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定格式编写《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。医院须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 http://rr.mee.gov.cn/)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

七、辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件，医院制订了辐射事故应急预案。

（1）医院现有辐射事故应急预案内容

医院现有辐射事故应急预案内容包括：应急机构人员组成，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

（2）本项目辐射事故应急预案可行性分析

医院现有辐射事故应急预案内容包括了应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话等，仍需补充完善以下内容：

①增加应急人员的培训，应急和救助的装备、资金、物资准备和应急演练。

②增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。

③增加应急机构和职责分工，辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话。

④增加发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地市级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健委等部门报告。

⑤辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

⑥在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

2、应急措施

项目运行过程中可能存在的环境风险主要为X射线泄露造成的放射性污染以及造影剂泄漏产生的环境污染。本项目拟采取的风险防范和应急措施为：

（1）设备控制台及介入手术床旁安装带有中文标识的“紧急止动”按钮等措施；

（2）设备采取工作状态指示灯与机房门联锁等多重安全措施；

（3）严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，制定并严格遵守各项管理制度和辐射事故应急预案，定期对辐射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查；

（4）外购的造影剂均采用不锈钢药品柜单独密闭并加锁保存；

（5）为使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；

（6）在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送；

（7）从事放射诊疗类的工作人员须加强辐射安全与防护知识的学习并持证上岗；

（8）严格执行医院制定的辐射事故应急预案，做好医院辐射防护与安全的工作；

（9）按照个人剂量监测的相关规定，严格对工作人员进行个人计量监测，建立个人剂量档案，配备个人剂量测量报警仪器，合理安排辐射工作人员操作时间，若发现辐射工作人员可能超过规定的年有效受照剂量限值要求时，应及时调整其工作安排。

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

（1）发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，关闭机房门，同时向医院主管领导报告。

（2）医院根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

（3）事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫健委行政部门报告。

（4）最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

表 13　结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：成都市第六人民医院（东虹院区）2025 年数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：成都市第六人民医院（成都市全科医学中心）

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市成华区东虹路 39 号成都市第六人民医院（东虹院区）医疗综合楼 1 层

本次评价内容及规模为：医院拟将东虹院区医疗综合楼（已建-2F~15F，地下约 8.1m，地上总高约 64m）1 层原发热候诊室、发热诊室、更衣室、发热留观室、卫生间、治疗室、腹泻留观室等区域改建为 DSA 手术室及其配套用房，并在手术室内新增使用 1 台 DSA，用于神经内科、心内科、呼吸科、肿瘤科等病症的放射诊断和介入诊断。拟新增 DSA 型号为 NeuAngio43C，生产厂家：东软医疗，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下而上，属于II类射线装置，医院年诊疗病例约 400 台，年曝光时间累计约 98.8h（拍片 1.8h、透视 97.0h）。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号，2024年2月1日施行）的相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目位于四川省成都市成华区东虹路 39 号成都市第六人民医院（东虹院区）医疗综合楼 1 层，经分析项目运营对环境基本无影响。本评价认为其选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司的监测报告，本项目所在区域 X-γ辐射剂量率为 68～79nGy/h，与成都市生态环境局《2023 年成都生态环境质量公报》中全

市累积监测年均值范围为(74.8~110)nGy/h 相当，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各项环保措施，采取有效措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

（二）营运期环境影响分析

DSA投用后，手术医生最大有效剂量为4.90mSv/a，护士最大有效剂量为3.55mSv/a，技师最大有效剂量为4.82E-04mSv/a，公众所受剂量最高为4.33E-03mSv/a，现有的辐射工作场所受本项目的影响，职业人员最大有效剂量为3.16mSv/a。DSA投入运营后，本项目产生的X射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，对机房外公众影响更小。

综上所述，本项目工作人员所受的年剂量低于本次评价中所确定的 5.0mSv 的年剂量约束值，公众所受的年剂量低于本次评价中所确定的 0.1mSv 的年剂量约束值。从上述结果可以看出，本项目辐射工作场所的墙体、防护门窗满足辐射防护的要求。

六、事故风险与防范

医院制定的辐射事故应急预案和安全规章制度经补充和完善后可行，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、环保设施与保护目标

医院落实本报告表提出的环保措施后，可使本次环评中确定的所有保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、医院辐射安全管理的综合能力

经过医院的不断完善，医院安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，医技人员配置合理，考试（核）合格，持证上岗，有应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为项目在四川省成都市成华区东虹路 39 号成都市第六人民医院（东虹院区）医疗综合楼 1 层建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度。

2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

3、医院应严格执行辐射工作人员学习考核制度，组织辐射工作人员、相关管理人员到生态环境部网上免费学习考核平台（http://fushe.mee.gov.cn）中进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能继续上岗。

4、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收。

5、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前在核安全申报系统中进行报送，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育学习考核情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律、法规规定的落实情况。

6、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。

7、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：http：//rr.mee.gov.cn）中实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

二、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应组织专家完成自主环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见下表13-1：

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	设施
辐射屏蔽措	铅防护门 3 扇（均为 3mm 铅当量）

施	污物投递口（3mm 铅当量）
	铅玻璃观察窗 1 扇（3mm 铅当量）
	四面墙体：东北侧、西北侧、东南侧墙体为 240mm 实心砖+30mm 硫酸钡防护涂料；西南侧墙体为 200mm 空心砖+45mm 硫酸钡板
	机房顶部为 160mm 混凝土+30mm 硫酸钡板
	机房地面为 160mm 混凝土+30mm 硫酸钡防护涂料
安全装置	工作状态指示灯 3 个
	电离辐射警告标志 4 套
	床下铅帘 1 副（0.5mm 铅当量）
	悬吊铅帘 1 副（0.5mm 铅当量）
	门灯联锁装置 3 套
	紧急止动按钮 2 个
	对讲装置 1 套
	防夹装置（2 套）与自动闭门装置（1 套）
监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 22 套
	个人剂量报警仪 3 台
	便携式辐射剂量监测仪 1 台
	职业人员需配备铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素和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）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

1、根据《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 日实施）文件第十七条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照中华人民共和国国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

（2）建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4 号）规定：

（1）建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规

范（http://kjs.mee.gov.cn/hjbhbz/bzwb/other）。

（2）项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。

（3）本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

（4）除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：①对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；②验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。

（5）建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（http://114.251.10.205 /#/pub-message）中备案，且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。