

核技术利用建设项目

成都市中西医结合医院 2025 年 DSA 建设项目

环境影响报告表

（公示本）

成都市中西医结合医院

二〇二五年八月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

成都市中西医结合医院 2025 年 DSA 建设项目
环境影响报告表

建设单位：成都市中西医结合医院

建设单位法人代表（签名或签章）：***

通讯地址：四川省成都高新区万象北路 18 号

邮政编码：*** 联系人：***

电子邮件：*** 联系电话：***

目 录

表 1	项目本情况	1
表 2	放射源	16
表 3	非密封放射性物质	17
表 4	射线装置	18
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	19
表 6	评价依据	20
表 7	保护目标与评价标准	22
表 8	环境质量和辐射现状	26
表 9	项目工程分析与源项	31
表 10	辐射安全与防护	38
表 11	环境影响分析	49
表 12	辐射安全管理	75
表 13	结论与建议	86

表 1 项目本情况

建设项目名称		成都市中西医结合医院 2025 年 DSA 建设项目				
建设单位		成都市中西医结合医院				
法人代表		***	联系人	***	联系电话	***
注册地址		四川省成都高新区万象北路 18 号				
项目建设地点		成都市中西医结合医院第三住院楼 15 楼				
立项审批部门		—		批准文号	—	
建设项目总投资（万元）		***	项目环保投资（万元）	***	投资比例	***
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			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				
	项目概述 一、建设单位情况 成都市中西医结合医院（社会信用统一代码：12510100450755531T）是一所集医疗、教学、科研为一体的中西医结合三级甲等医院，是首批“全国重点中西医结合医院”、“全国百佳医院”，国家级“爱婴医院”。医院由位于高新区万象北路 18 号的南区和青羊区红星路一段 44 号的北区组成，占地面积约 83379.05 平方米，其中南区 70036.29 平方米，北区 13342.76 平方米，共 125 亩，建筑面积约 223995.91 平方米。医院编制床位 2400 张。					

医院始建于 1942 年，原名“成都市立医院”，是成都市第一所市级公立医院。1951 年，成立成都市最早的公立中医门诊，1953 年，正式更名为成都市第一人民医院。1985 年，医院被命名为“成都市中西医结合医院”。2003 年，医院与成都市中医医院正式合并。2007 年，医院从春熙路旧址整体南迁至高新区万象北路。

成都市中西医结合医院目前已取得辐射安全许可证（川环辐证〔00384〕，附件 2），许可种类和范围为使用 II、III 类射线装置，有效期至 2028 年 07 月 02 日。

（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，更好地惠及人民群众，满足患者的诊疗需要，医院拟在第三住院楼 15 楼新增 1 台 DSA，用于介入诊断手术。

本项目 DSA 手术室所在建筑物第三住院楼于 2015 年 1 月 5 日取得了原成都高新区城市管理和环境保护局“关于对成都市中西医结合医院三期工程项目《环境影响报告书》的批复”（成高环字〔2015〕13 号），基础建设已完成，在既有建筑物内实施，不新增用地，见附件 3。

根据医院提供的资料，本项目 DSA 手术室使用原来预留的普通手术室，其主体结构已建设完毕，现状为：四周墙体：40cm 实心砖（4.3mmPb），顶棚：22cm 混凝土（2.9mmPb），地面：22cm 混凝土（2.9mmPb），3 扇防护门：内衬 3mm 铅板（3.0mmPb），5 个观察窗：3.0mmPb 铅玻璃（3.0mmPb）；需要根据 DSA 安装情况进行电缆沟的布设，控制电缆均布设于电缆沟内，电缆以地沟形式在地坪以下部位布设，电缆沟穿墙处位于机房东侧墙体，并设 3mmPb 铅板进行屏蔽补偿。该预留机房的竣工验收图纸见附图 14。

综上所述，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，项目建设单位在申请《辐射安全许可证》前，应组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境部门审批。对照《关于发布<射线装置分类>的公告》（原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号），本项目 DSA 为 II 类射线装置。

（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》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中

华人民共和国国务院令 第449号)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发布的《四川省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录(2025年本)》(川环规[2025]1号),本项目应报成都市生态环境局审查批准。因此,成都市中西医结合医院委托四川谱识检测技术有限公司编制本项目的环境影响报告表(委托书见附件1)。

四川谱识检测技术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:成都市中西医结合医院 2025 年 DSA 建设项目

建设单位:成都市中西医结合医院

建设性质:扩建

建设地点:第三住院楼 15 楼

2、工程建设内容及规模

拟在第三住院楼(原有建筑物,高 57.4m,地上 15 层,地下 3 层)15 楼已建手术室内新增 1 台 DSA(型号:Azurion 7M20,生产厂家:飞利浦医疗系统荷兰有限公司,最大管电压:125kV,最大管电流:1000mA,属于II类射线装置),用于放射诊断和介入治疗。

DSA 主要技术参数详见表 1-1。

表 1-1 DSA 主要技术参数

设备名称	数量	型号	生产厂家	最大管电压	最大管电流	出束方向
DSA	1台	Azurion 7M20	飞利浦医疗系统荷兰有限公司	125kV	1000mA	由下向上

设备使用情况					
使用场所	管理科室	常用拍片工况		常用透视工况	
		管电压	管电流	管电压	管电流
DSA 手术室	介入科	60~100kV	100~500mA	70~90kV	6~20mA
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 (s)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)
心内科	10	20	200	0.56	66.67
神经内科	10	20	100	0.28	33.33
血管外科	12	15	200	0.67	50.00
合计			500	1.50	150.00
				151.50	

3、项目工作负荷

根据医院提供的资料可知，本项目DSA年诊疗病例预计500例（其中心内科预计200例、神经内科预计100例、血管外科预计200例），年曝光时间累计约151.50h（拍片1.50h、透视150.00h）。

4、机房布局及屏蔽防护设计

本项目DSA手术室位于第三住院楼15楼西北角，机房净空面积68.0m²（长×宽×高：10.3m×6.6m×2.9m），根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对X射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度的要求，对本项目屏蔽措施进行对照分析。DSA手术室四周布局见表1-2所示，DSA手术室机房尺寸和屏蔽设计见表1-3、表1-4。

表 1-2 DSA 手术室四周布局一览表

机房名称	工作场所	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
DSA 手术室	第三住院楼 15 楼	设备室、控制室、过道	过道	污物间、避难间、过道	临空	楼顶平台	更衣室、卫生间

表1-3 DSA手术室有效使用面积及单边长度一览表

机房名称	机房面积 (m ²)			机房边长 (m)		
	设计	标准要求 (最小有效使用面积)	是否符合标准	设计	标准要求 (最小单边长度)	是否符合标准
DSA 手术室	68.0	20	符合	10.3×6.6	3.5	符合

表 1-4 DSA 手术室屏蔽设计一览表

房间功能		手术室	DSA 手术室
DSA 手术室	机房尺寸 (m)	/	10.3m×6.6m×2.9m
	机房面积 (m ²)	/	68.0m ²
	四周墙体	40cm 实心砖 (4.3mmPb)	40cm 实心砖 (4.3mmPb)
	防护门	3扇防护门, 内衬3mm铅板 (3.0mmPb)	3扇防护门, 内衬3mm铅板 (3.0mmPb)
	观察窗	5个观察窗 (3.0mmPb), 控制室墙1个, 患者出入门2个, 其余2扇防护门各1个	5个观察窗 (3.0mmPb), 控制室墙1个, 患者出入门2个, 其余2扇防护门各1个
	顶棚	22cm 混凝土 (2.9mmPb)	22cm 混凝土 (2.9mmPb)
	地面	22cm混凝土 (2.9mmPb)	22cm混凝土 (2.9mmPb)

注: 实心砖密度不小于 1.65g/cm³; 混凝土密度不小于 2.35g/cm³。

本项目的组成及主要的环境问题见表 1-5 所示。

表 1 5 建设项目组成及主要的环境问题表

项目	场所	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
				施工期	运营期
主体工程	DSA 手术室	设备、数量	DSA, 1 台	施工扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物	X 射线、电子线、臭氧、噪声、固体废物、生活污水
		型号	Azurion 7M20		
		射线装置分类	II类		
		使用场所	第三住院楼 15 楼		
		年曝光时间	151.50h		
		最大管电压/电流	125kV, 1000mA		
辅助工程	控制室、设备间、污物间、避难间、缓冲间等配套用房				生活垃圾、生活污水
环保工程	污水处理站, 处理能力 200m ³ /d, 处理工艺“格栅→调节池→水解酸化池→MBR→消毒→脱氯”				/
公用工程	市政水网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统等				/
办公及生活设施	办公室、卫生间等				/
依托环保设施	废气处理: DSA 手术室设置了新风系统, 将手术时产生的少量臭氧废气经单独排风管道延伸至楼顶废气排放口排至室外。				/
	废水处理: 项目产生的废水依托医院原有的污水管道排入医院污水处理站, 处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 表 2 中预处理标准后排入市政污水管网, 再通过市政污水管网进入成都市第三净水厂处理。				/
	固废处理: 手术时会产生少量的医疗废物(废药棉、废纱布、废手套、废造影剂瓶等)由机房内医疗废物收集桶收集后, 依托医院已有收集系				/

	统进行处理，医院现有医疗废物暂存间面积 30m ² ，能够满足本项目产生的医疗废物暂存的需求；办公、生活垃圾依托医院设置的垃圾桶经统一收集，由环卫部门处理，医院现有生活垃圾收集点的面积 30m ² ，能够满足本项目产生的办公、生活垃圾暂存的需求。	
--	---	--

（四）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 1-6。

表 1-6 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	用途
主要原辅材料	造影剂	200L	外购	碘克沙醇	DSA 造影
能源	电 (kW·h)	2000	市政电网	/	/
	气 (Nm ³)	/	/	/	/
水资源	用水量	300m ³ /a	市政水网	/	/

本项目使用的造影剂主要成分为碘克沙醇，是为增强影像观察效果而注入（或服用）到人体组织或器官的化学制品，具有粘稠度低、渗透压小、物化性质稳定和容易排泄等特点。

碘克沙醇：分子式 C₃₅H₄₄I₆N₆O₁₅，分子量 1550.20，浓度为 320mgI/ml，渗透压为 290mosm/kg·H₂O（37℃），粘度为 11.4mPa·s（37℃），pH 值为 6.8-7.6。本品为无色或淡黄色的澄明液体。活性成分为碘克沙醇，辅料为氯化钙、氯化钠、氨丁三醇、依地酸钙钠，包装为中性硼硅玻璃输液瓶。规格为 100ml/瓶，平均每台介入手术使用 2 瓶，每年约 500 台手术，年使用量约为 100L。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。

（五）劳动定员及工作制度

工作制度：医院实行每年工作250天，每天8小时的工作制度，实行白班单班制。

劳动定员：本项目拟配置辐射工作人员共计22人，均为原有辐射工作人员（均已参加辐射安全防护知识考核），项目运行后还将同时承担其他辐射类工作，技师从原有放射工作人员中调配，手术医生和护士从医院各科室调配。具体如下表1-7所示。

表 1-7 本项目工作人员构成一览表

设备	科室	人员构成（人）				备注
		主刀医生	助手医生	技师	护士	
DSA	心内科	2	2	2(共用)	1	每台手术具体操作人员为1
	神经内科	2	2		1	

	血管外科	4	4		2	名主刀医生、1名助理医生和1名护士
合计（人）		8	8	2	4	22

医院今后可根据实际接诊情况及时调整工作人员数量，以便满足实际工作需求。

医院应严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度，根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告2019年 第57号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年 第9号），医院的辐射工作人员均已参加辐射安全防护知识考核（其中从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员为院内自主培训考核），对新增和进修（或实习）的辐射工作人员应及时在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核。

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制定的《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第7号令，2024年2月1日起施行）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，属于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及外环境

（一）本项目选址合理性分析

根据医院提供的国有土地使用证，见附件4，土地用途为医疗卫生用地。DSA手术室所在建筑物取得了成都高新区城市管理和环境保护局“关于对成都市中西医结合医院三期工程项目《环境影响报告书》的批复”（成高环字〔2015〕13号），见附件3。DSA位于第三住院楼15楼，基础建设已完成，在既有建筑物内实施，不新增用地。

医院位于四川省成都高新区万象北路18号，医院外环境比较单一，主要为城居环境，交通便捷，有利于医院和外界联系。项目选址城市基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。拟建各辐射工作场所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辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)中的剂量限值要求,并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求。

综上所述,从辐射防护安全和环境保护角度分析,本项目选址是合理的。

(二) 本项目外环境关系

(1) 医院外环境关系

成都市中西医结合医院位于四川省成都高新区万象北路 18 号,东侧为成汉中路、成都七中初中学校(锦城校区),南侧为府城大道、中国电信股份有限公司成都高新分公司、成都市紧急医疗救援中心、仁和新城购物中心,西侧为万象北路、成都高新区锦城小学、成都市民道德讲堂,北侧为和盛西街、南城都汇小区。医院外环境比较单一,主要为城居环境。

(2) 建设项目所在建筑物外环境

DSA 手术室所在建筑物第三住院楼位于医院西南角,50m 评价范围均在医院用地范围内,主要包含:东侧健康管理中心,南侧院内道路,西侧院内道路,北侧院内道路,及 DSA 所在建筑物,环境保护目标主要为医院内部工作人员和患者及家属。

(3) 评价场所外环境

第三住院楼 15 楼 DSA 手术室 50m 范围内:

东侧 0~50m 为:设备室、控制室、过道、物资耗材库房、健康管理中心;

东南侧 0~50m 为:缓冲间、家属等候厅、清洁储藏室、手术对接、电梯(客梯)、苏醒室、麻醉室、预麻室、无菌用品存储、保温库房、消毒间、手术室(烧伤/整形)、手术室(泌尿)、手术室;

南侧 0~50m 为:过道、电梯(医梯)、心脏用品室、器械室、一次性物品库;

西南侧 0~50m 为:骨科手术室、心外手术间、体外循环麻醉诱导室、百级手术室(心外)、百级手术(脑外);

西侧 0~50m 为:污物间、避难间、过道、污物电梯、楼梯间;

北侧 0~50m 为:院内道路;

正上方为楼顶平台;

正下方为更衣室、卫生间及其他业务用房;

DSA 手术室所在建筑第三住院楼内 50m 评价范围:2 楼整形科、3 楼内分泌科、4 楼至 5 楼泌尿外科、6 楼脑外科、7 至 9 楼骨科、10 楼至 11 楼心内科、12 楼心胸外科、13 楼烧伤科、14 楼 ICU。

医院总平面布局及外环境关系见附图 2、附图 3。本项目 DSA 手术室外环境关系见表 1-6。

表 1-6 项目 DSA 手术室外环境关系一览表

外环境关系			相对方位	距 DSA 手术室的距离（m）
1	第三住院楼 15楼 DSA 手 术室四周	设备室、控制室	东侧	紧邻
2		过道	南侧	紧邻
3		过道、避难间、污 物间	西侧	紧邻
4		临空	北侧	/
5	第三住院楼 15 楼	健康管理中心	东侧	45.7~50.0
6		物资耗材库		2.8~6.4
7		缓冲间	东南侧	2.8~6.9
8		家属等候厅		3.4~8.5
9		清洁储藏室		11.2~16.5
10		手术对接		11.2~19.1
11		电梯（客梯）		18.4~23.1
12		苏醒室		19.4~30.0
13		麻醉室		23.1~33.4
14		预麻室		28.5~38.7
15		无菌用品存储		29.9~39.5
16		保温库房		35.5~42.6
17		消毒间		34.6~43.1
18		手术室（烧伤/整 形）		35.1~43.2
19		手术室（泌尿）		38.8~50.0
20		手术室		42.4~50.0
21	第三住院楼 15 楼外	院内道路	南侧	38.7~50.0
22	第三住院楼 15 楼	电梯（医梯）		2.6~14.1
23		心脏用品室		14.1~18.5
24		器械室		29.7~32.0
25		一次性物品库		29.7~38.7
26		骨科手术室	西南侧	2.5~10.8
27		心外手术间		8.4~14.7
28		体外循环麻醉诱 导室		15.7~21.5
29		百级手术室（心 外）		19.1~29.2
30		百级手术（脑外）		29.7~39.2

31	第三住院楼 15 楼外	院内道路	西侧	11.2~50.0
32	第三住院楼	污物电梯		5.4~7.7
33	15 楼	楼梯间		7.7~11.2
34	第三住院楼 15 楼外	院内道路	北侧	0~50.0
35	第三住院楼 16 楼(楼顶)	楼顶平台	正上方	紧邻
36	第三住院楼 14 楼	更衣室、卫生间	正下方	紧邻
37	第三住院楼 14 楼	ICU	楼下	0~4.0
38	第三住院楼 13 楼	烧伤科		4.0~8.0
39	第三住院楼 12 楼	心胸外科		8.0~12.0
40	第三住院楼 10 楼至 11 楼	心内科		12.0~20.0
41	第三住院楼 7 至 9 楼	骨科		20.0~32.0
42	第三住院楼 6 楼	脑外科		32.0~36.0
43	第三住院楼 4 楼至 5 楼	泌尿外科		36.0~44.0
44	第三住院楼 3 楼	内分泌科		44.0~48.0
45	第三住院楼 2 楼	整形科		48.0~50.0

本项目辐射工作场所的 50m 范围均在医院用地范围内，不存在自然保护区、保护文物、风景名胜区、饮用水源保护区、学校、集中居民小区等生态敏感目标和环境敏感目标，周围无明显环境制约因素，本项目仅为医院配套建设项目，且 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

本项目的建设可以更好地满足患者就诊需求，提高对疾病的诊治能力。本项目核技术应用项目的开展，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

医院在放射诊疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目运行产生的经济和社会效益远大于其可能引起的辐射影响及采取辐射安全防护措施所付出的代价，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中“实践的正当性”原则。

四、原有核技术利用情况

(一) 医院原有项目辐射安全许可情况

成都市中西医结合医院现有 31 台Ⅲ类射线装置和 5 台Ⅱ类射线装置。医院已办理了辐射安全许可证，证书编号：川环辐证（00384）（见附件 2），发证日期：2024 年 11 月 20 日，有效期至：2028 年 07 月 02 日；许可种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。医院现有射线装置一览表见表 1-7 所示。

表 1-7 医院现有射线装置一览表

序号	射线装置名称	类别	型号	序列号	数量/台	活动种类	工作场所名称	备注
1	X 射线计算机体层摄影设备（CT）	Ⅲ类	MX16-slice	T16c120008	1	使用	北区 CT 室	已上证在用
2	X 射线计算机体层摄影设备（CT）	Ⅲ类	uCT 768	760039	1	使用	北区第二 CT 室	已上证在用
3	移动式 C 形臂 X 射线机	Ⅲ类	OEC one	BB6SV1900305HL	1	使用	北区手术室	已上证在用
4	牙科 X 射线机	Ⅲ类	RAY68（M）	M2105292	1	使用	北区牙片室	已上证在用
5	医用 X 射线摄影系统（DR）	Ⅲ类	uDR 760i	172225	1	使用	北区照片室	已上证在用
6	数字血管造影机 DSA 机	Ⅱ类	UNIQFD10	（21）1315	1	使用	南区 DSA 检查室 1	已上证在用
7	数字血管造影机 DSA 机	Ⅱ类	UNIQFD10	（21）1314	1	使用	南区 DSA 检查室 2	已上证在用
8	移动式医用 X 射线摄影系统（移动 DR）	Ⅲ类	DRX-Revolution	800686	1	使用	南区 ICU 病房	已上证在用

9	骨密度扫描仪（手部）	Ⅲ类	MetriScan	102288	1	使用	南区 X 线骨密度检测室	已上证在用
10	X 射线计算机体层摄影设备（CT）	Ⅲ类	SOMATOM Dedinition Flash	74148	1	使用	南区第二 CT 室	已上证在用
11	医用 X 射线摄影系统（DR）	Ⅲ类	MRAD-D50 SRADREX	CBB1082096	1	使用	南区第二照片室	已上证在用
12	X 射线计算机体层摄影设备（CT）	Ⅲ类	uCT 550	353031	1	使用	南区第六 CT 室	已上证在用
13	X 射线计算机体层摄影设备（CT）	Ⅲ类	Brilliance CT Big Core	76270	1	使用	南区第三 CT 室	已上证在用
14	数字化医用 X 射线摄影系统（DR）	Ⅲ类	Digital Diagnost	244476	1	使用	南区第三照片室	已上证在用
15	X 射线计算机体层摄影设备（CT）	Ⅲ类	uCT 710	660122	1	使用	南区第四 CT 室	已上证在用
16	数字化医用 X 射线摄影系统（DR）	Ⅲ类	DRX-NeoXE 新珂	3900/NXE0038	1	使用	南区第四照片室	已上证在用
17	X 射线计算机体层摄影设备（CT）	Ⅲ类	SOMATOM go.Fit	154595	1	使用	南区第五 CT 室	已上证在用
18	数字化医用 X 射线摄影系统（DR）	Ⅲ类	Digital Diagnost C5065	230045	1	使用	南区第五照片室	已上证在用
19	X 射线计算机体层摄影设备（CT）	Ⅲ类	uCT 780	680190	1	使用	南区第一 CT 室	已上证在用
20	数字化医用 X 射线摄影系统（DR）	Ⅲ类	DRX Innovation-擎天	KE10160	1	使用	南区第一照片室	已上证在用
21	医用 X 射线诊断骨密度仪	Ⅲ类	DPXBRAVO	77498	1	使用	南区骨密度检测室（二）	已上证在用
22	双能 X 射线骨密度仪	Ⅲ类	DPX-NT	152205GA	1	使用	南区骨密度检测室（一）	已上证在用
23	数字血管造影机 DSA 机	Ⅱ类	Alluea Xper FD20	722012507	1	使用	南区急救中心五层	已上证在用

							介入手术 室 1	
24	数字血管造 影机 DSA 机	II类	Azurion 7M20	2334	1	使用	南区急救 中心五层 介入手术 室 2	已上证 在用
25	数字乳腺 X 射线摄影系 统	III类	Serenity (赛 锐)	F40401-151 117-1	1	使用	南区乳腺 照片二室	已上证 在用
26	数字乳腺 X 射线摄影系 统	III类	Serenity	F40402-151 109-1	1	使用	南区乳腺 照片室	已上证 在用
27	移动式 C 形 臂 X 射线机	III类	Ziehm Vision FD	93607	5	使用	南区手术 室	已上证 在用
	移动式 C 形 臂 X 射线机	III类	OEC9900 Elite	E2-3494		使用		已上证 在用
	移动式 C 形 臂 X 射线机	III类	OEC Elite CFDx	B7SB19000 13		使用		已上证 在用
	移动式 C 形 臂 X 射线机	III类	OEC one	BB6SV190 0306HL		使用		已上证 在用
	移动式 C 形 臂 X 射线机	III类	GE OEC Fluorostar Compact D	79-C9649D		使用		已上证 在用
28	HK.ESWL-V 型体外冲击 波碎石机	III类	HK.ESWL-V	5102	1	使用	南区体外 冲击波碎 石治疗室	已上证 在用
29	医用诊断 X 射线遥控透 视摄影系统 (胃肠诊断机)	III类	BSX-50ACP AS	61105703	1	使用	南区胃肠 检查室	已上证 在用
30	口腔 X 射线 数字化体层 摄影设备 (牙科 CT)	III类	CS9000C3D	EDAE001	1	使用	南区牙科 CT 室	已上证 在用
31	口内 X 射线 系统	III类	X-mind	D32299	1	使用	南区牙片 室	已上证 在用
32	医用直线加 速器	II类	21EX	5465	1	使用	南区直线 加速器治 疗室	已上证 在用

医院已经做到定期检查《辐射安全许可证》及全国核技术利用辐射安全申报系统台账，确保了在用种类、台账数量与实际使用射线装置一致。当有射线装置报废时，应对待报废射线装置去功能化，及时在全国核技术利用辐射安全申报系统中更

新。

（二）现有辐射工作场所监测情况

医院已委托四川鸿进达卫生技术服务有限公司于 2024 年 5 月 21 日~2024 年 5 月 23 日对医院辐射工作场所进行了辐射环境监测。监测结果表明医院现有射线装置均能够稳定可靠运行，对辐射工作场所外的辐射影响均低于相应的辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制值。

（三）辐射管理规章制度管理情况

根据相关文件的规定和实际情况，医院已于 2024 年调整了辐射安全与环境保护管理领导小组部分内容（附件 5），并制定有相对完善的管理制度，包括《辐射安全管理规定》《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》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，在落实辐射事故应急预案与安全规章制度后，可满足防护实际需要。对现有场所而言，建设单位也已具备辐射安全管理的综合能力。医院应严格落实台账管理制度，对本次项目建设内容补充完善，并根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改。

（四）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，详见附件 6。

（五）现有辐射工作人员个人剂量监测情况

医院已委托四川鸿进达卫生技术服务有限公司对其现有辐射工作人员进行个人剂量监测工作，根据医院提供的辐射工作人员 2024 年 1 月 16 日~2025 年 1 月 15 日连续四个季度的个人剂量检测报告中未发现个人剂量超过 1.25mSv/季、5.0mSv/年的情况，满足职业人员 5mSv/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）规定的职业人员 20mSv/a 剂量限值。

（六）辐射防护培训情况

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，新从事辐射活动的人员以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。辐射安全与防护培训成绩合格单有效

期为五年。

医院辐射工作人员均已参加辐射安全防护知识考核（其中从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员为院内自主培训考核），对新增和进修（或实习）的辐射工作人员应及时在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核。

（七）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”。

医院已向四川省生态环境厅提交了“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”，对医院 2024 年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了说明。

（八）小结

医院在落实上述要求后，无原有辐射污染环境遗留问题。

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	最大能量	额定电流 (mA)/剂量 (Gy/min)	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 台	Azurion 7 M20	125	1000	血管造影、介入治疗	第三住院楼 15 楼 DSA 手术室	拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (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/m³，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/m³）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) 《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； (7) 《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； (8) 《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； (9) 《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； (10) 《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； (11) 《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； (12) 《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； (13) 《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； (14) 《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； (15) 《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；
------	--

	(16)《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 公告 2021 年 第9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与格式》(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)《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020); (9)《外照射放射防护剂量转换系数标准》(WS/830-2024)。
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》(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“核技术利用建设项目环境影响评价报告表的评价范围和保护目标的选取原则的要求：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”，并结合本项目特点和现场监测的实际情况，确定本次辐射环境影响评价的范围：DSA 手术室实体屏蔽墙体边界外 50m 范围内。

保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是本项目辐射工作人员和周围停留的公众，根据本项目确定的评价范围和外环境关系图（附图 2），本项目射线装置所在工作场所实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内主要包含医院内部辐射工作人员和公众。由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析。

具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

位置	保护目标	相对方位	与屏蔽体/辐射源最近距离(m)		规模	照射类型	剂量约束值（mSv/年）
			水平	垂直			
DSA 手术室内	第一手术位医生	/	0.5	0	共 8 人，日常室内通常 1 人	职业照射	5.0
	第二手术位医生	/	0.8	0	共 8 人，日常室内通常 1 人	职业照射	5.0
	护士	/	1.0	0	共 4 人，日常室内通常 1 人	职业照射	5.0
第三住院楼 15 楼 DSA 手术室四周	控制室内的技师	东侧	4.5 ^①	0	共 2 人，日常室内通常 1 人	职业照射	5.0
	设备室的公众		5.8 ^①	0	预计 2 人/d	公众照射	0.1
	过道	南侧	5.7 ^①	0	预计 5 人/d	公众照射	0.1
	污物间	西侧	4.8 ^①	0	预计 2 人/d	公众照射	0.1
	避难间		4.4 ^①	0	预计 2 人/d	公众照射	0.1
	过道		4.6 ^①	0	预计 5 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼 15 楼	健康管理中心	东侧	45.7~50.0	57.3	预计 200 人/d	公众照射	0.1
	物资耗材库		2.8~6.4	0	预计 5 人/d	公众照射	0.1

	缓冲间	东南侧	2.8~6.9	0	预计 50 人/d	公众照射	0.1
	家属等候厅		3.4~8.5	0	预计 100 人/d	公众照射	0.1
	清洁储藏室		11.2~16.5	0	预计 2 人/d	公众照射	0.1
	手术对接		11.2~19.1	0	预计 100 人/d	公众照射	0.1
	电梯（客梯）		18.4~23.1	0	预计 100 人/d	公众照射	0.1
	苏醒室		19.4~30.0	0	预计 50 人/d	公众照射	0.1
	麻醉室		23.1~33.4	0	预计 50 人/d	公众照射	0.1
	预麻室		28.5~38.7	0	预计 50 人/d	公众照射	0.1
	无菌用品存储		29.9~39.5	0	预计 5 人/d	公众照射	0.1
	保温库房		35.5~42.6	0	预计 2 人/d	公众照射	0.1
	消毒间		34.6~43.1	0	预计 5 人/d	公众照射	0.1
	手术室（烧伤/整形）		35.1~43.2	0	预计 20 人/d	公众照射	0.1
	手术室（泌尿）		38.8~50.0	0	预计 20 人/d	公众照射	0.1
	手术室		42.4~50.0	0	预计 20 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼外	院内道路	南侧	38.7~50.0	57.3	预计 200 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼15楼	电梯（医梯）		2.6~14.1	0	预计 50 人/d	公众照射	0.1
	心脏用品室		14.1~18.5	0	预计 2 人/d	公众照射	0.1
	器械室		29.7~32.0	0	预计 2 人/d	公众照射	0.1
	一次性物品库		29.7~38.7	0	预计 5 人/d	公众照射	0.1
	骨科手术室	西南侧	2.5~10.8	0	预计 20 人/d	公众照射	0.1
	心外手术间		8.4~14.7	0	预计 20 人/d	公众照射	0.1
	体外循环麻醉诱导室		15.7~21.5	0	预计 30 人/d	公众照射	0.1
	百级手术室（心外）		19.1~29.2	0	预计 20 人/d	公众照射	0.1
	百级手术（脑外）		29.7~39.2	0	预计 20 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼外	院内道路	西侧	11.2~50.0	57.3	预计 200 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼15楼	污物电梯		5.4~7.7	0	预计 2 人/d	公众照射	0.1
	楼梯间		7.7~11.2	0	预计 5 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼外	院内道路	北侧	0~50.0	57.3	预计 200 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼16楼(楼顶)	楼顶平台	正上方	0	5.1 ^①	预计 1 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼	更衣室、卫生间	正下	0	2.7 ^①	预计 50 人/d	公众照射	0.1

14 楼		方					
第三住院楼 14 楼	ICU	楼下	0	0~4.0	预计 100 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼 13 楼	烧伤科	楼下	0	4.0~8.0	预计 100 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼 12 楼	心胸外科	楼下	0	8.0~12.0	预计 150 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼 10 楼至 11 楼	心内科	楼下	0	12.0~20.0	预计 200 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼 7 至 9 楼	骨科	楼下	0	20.0~32.0	预计 300 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼 6 楼	脑外科	楼下	0	32.0~36.0	预计 100 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼 4 楼至 5 楼	泌尿外科	楼下	0	36.0~44.0	预计 150 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼 3 楼	内分泌科	楼下	0	44.0~48.0	预计 200 人/d	公众照射	0.1
第三住院楼 2 楼	整形科	楼下	0	48.0~50.0	预计 150 人/d	公众照射	0.1

注：①距离按照与靶点（源）的距离统计。

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）固废：医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020）相关要求。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

1、剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

职业照射：

- 1) 连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；
- 2) 任何一年中的有效剂量，50mSv；
- 3) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv；

公众照射：

- 1) 年有效剂量，1mSv；
- 2) 特殊情况下，若 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

2、剂量约束值

辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。因此，本次评价采用年有效剂量约束值如下：

- 1) 本项目辐射工作人员采用职业照射年有效剂量限值的 1/4，即 5mSv/a 作为年有效剂量约束值；
- 2) 公众人员采用年有效剂量限值的 1/10，即 0.1mSv/a 作为年有效剂量约束值；
- 3) 本项目取四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量限值的 1/4，即 125mSv 作为辐射工作人员四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束值。

四、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

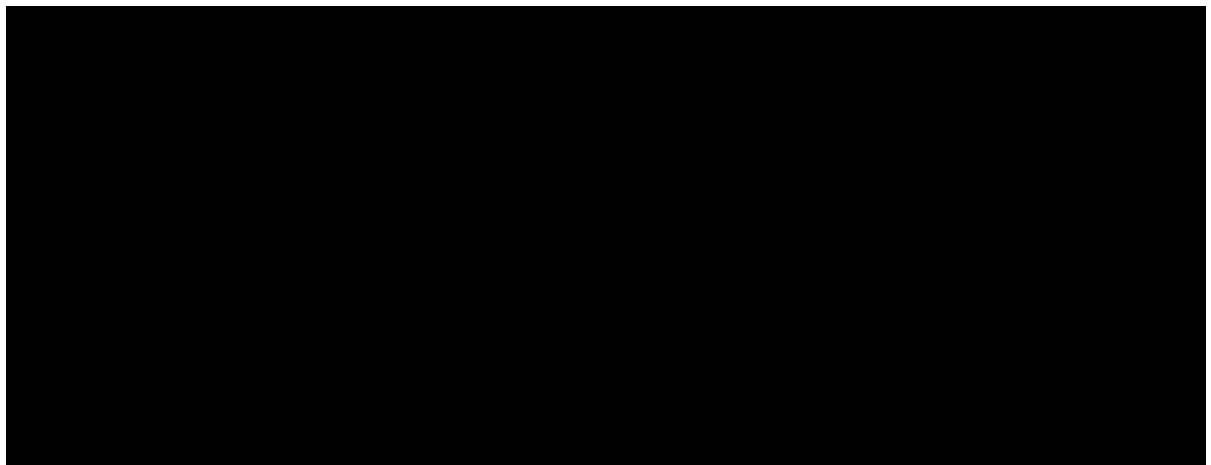
参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，在距离本项目DSA手术室屏蔽体外表面30cm处，周围控制目标辐射剂量率应不大于2.5μSv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

成都市中西医结合医院位于四川省成都高新区万象北路 18 号。医院东侧为成汉中路、成都七中初中学校（锦城校区），南侧为府城大道、中国电信股份有限公司成都高新分公司、成都市紧急医疗救援中心、仁和新城购物中心，西侧为万象北路、成都高新区锦城小学、成都市民道德讲堂，北侧为和盛西街、南城都汇小区。

本项目 DSA 手术室设置于第三住院楼 15 楼。DSA 手术室所在建筑物第三住院楼位于医院西南角，DSA 手术室实体屏蔽墙为 50m 评价范围内：东侧墙体外紧邻为设备室、控制室，南侧墙体外紧邻为过道，西侧墙体外紧邻为过道、避难间、污物间，北侧临空，正上方墙体外紧邻为楼顶平台，正下方墙体外紧邻为更衣室、卫生间；东侧 2.8~50m 为物资耗材库、健康管理中心；东南侧 2.8~50m 依次为缓冲间、家属等候厅、清洁储藏室、手术对接、电梯（客梯）、苏醒室、麻醉室、预麻室、无菌用品存储、保温库房、消毒间、手术室（烧伤/整形）、手术室（泌尿）、手术室，南侧 2.6~50m 依次为电梯（医梯）、心脏用品室、器械室、一次性物品库、院内道路，西南侧 2.5~39.2m 依次为骨科手术室、心外手术间、体外循环麻醉诱导室、百级手术室（心外）、百级手术（脑外），西侧 5.4~50m 依次为污物电梯、楼梯间、院内道路，北侧 0~50m 为院内道路，楼下 0~50m 依次为 14 楼 ICU、13 楼烧伤科、12 楼心胸外科、10 楼至 11 楼心内科、7 至 9 楼骨科、6 楼脑外科、4 楼至 5 楼泌尿外科、3 楼内分泌科、2 楼整形科。环境保护目标主要为医院内部工作人员和患者及家属。。本项目现状见图 8-1。



场所现状	场所现状
------	------

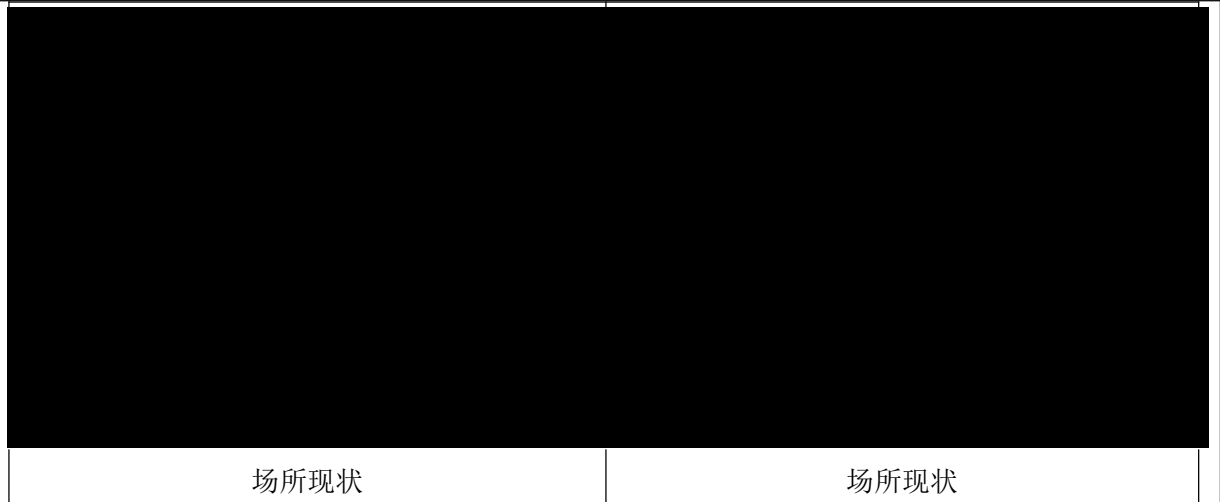


图8-1 拟建场所周围现状图

二、本项目主要环境影响

本项目在投入运营后,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

受成都市中西医结合医院的委托,四川谱识检测技术有限公司于 2025 年 4 月 3 日对 DSA 手术室拟建场所周围,进行了辐射环境现状布点监测,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
	《辐射环境监测技术规范》	HJ 61-2021

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
	设备名称	设备型号及编号	测量范围	校准情况	
X-γ 辐射空气吸收剂量率（环境本底）	X、γ 辐射空气比释动能率仪	型号：JB4000 编号：PSX/190	测量范围：0.01~600μGy/h	检定证书编号：校准字第 2024H21-20-5280572001 检定有效期：2025-6-2 校准因子 k1：1.06 效率因子 k2：1	室外温度：23.6℃ 室内温度：19.4℃ 相对湿度：58.2%RH 气压：95.8kPa

四、质量保证

该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。监测人员均经具有相应资质的单位培训，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处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川谱识检测技术有限公司质量管理体系：

（一）资质认证

从事监测的单位，四川谱识检测技术有限公司于 2025 年 1 月 20 日取得了四川省市场监督管理局颁发的资质认定证书，证书编号为：252312340219，有效期至 2031 年 1 月 19 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。监测人员均经具有相应资质的部门培训，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。监测布点示意图如下：

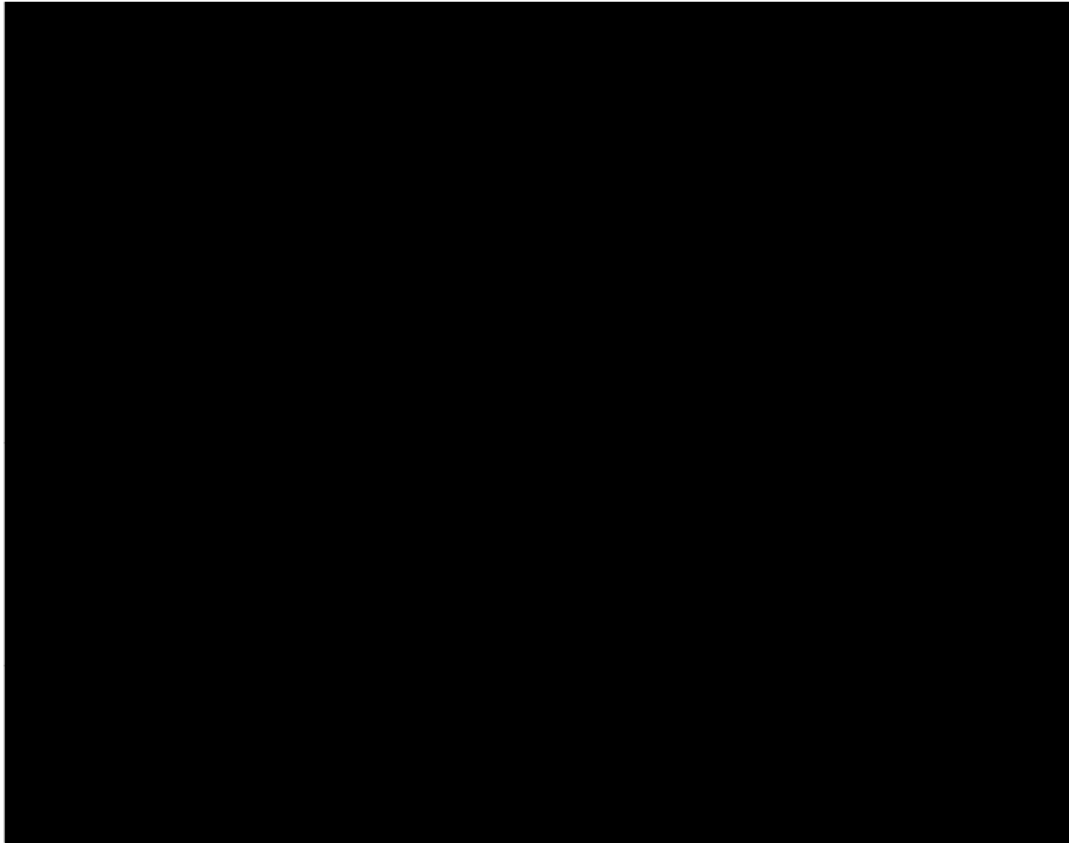


图 8-2 监测布点示意图

根据现场实际情况结合医院提供的设计图纸，本次监测共布设 15 个监测点位，主要包括 DSA 手术室拟建位置及其四周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，距离项目拟建场址最近的关注点能够代表项目周围的其他保护目标处辐射环境现状。因此，以上监测布点能够科学地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，本次监测布点具有代表性。

六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-3 本项目环境 X-γ 辐射剂量率监测结果

单位：μGy/h

序号	监测点位	测量值±标准差	备注	
1	拟建 DSA 手术室内部	0.106±0.005	室内	本底
2	拟建 DSA 手术室东侧设备室	0.095±0.004	室内	
3	拟建 DSA 手术室东侧控制室	0.094±0.005	室内	
4	拟建 DSA 手术室东侧物资耗材库房	0.095±0.004	室内	
5	拟建 DSA 手术室东侧健康管理中心	0.096±0.005	室内	

6	拟建 DSA 手术室南侧过道	0.110 ± 0.003	室内
7	拟建 DSA 手术室南侧电梯	0.101 ± 0.002	室内
8	拟建 DSA 手术室南侧院内道路	0.093 ± 0.003	道路
9	拟建 DSA 手术室西侧污物间	0.111 ± 0.004	室内
10	拟建 DSA 手术室西侧避难间	0.110 ± 0.006	室内
11	拟建 DSA 手术室西侧手术室	0.097 ± 0.004	室内
12	拟建 DSA 手术室西侧院内道路	0.095 ± 0.004	道路
13	拟建 DSA 手术室北侧院内道路	0.094 ± 0.005	道路
14	拟建 DSA 手术室正上方楼顶平台	0.099 ± 0.003	室外
15	拟建 DSA 手术室正下方更衣室、卫生间	0.111 ± 0.003	室内

注：测量值未扣除宇宙射线响应值。

根据《2024 成都生态环境质量公报》可知成都市 2024 年环境 γ 辐射剂量率连续自动监测日均值范围为 66.7~117nGy/h。

根据现场监测报告，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率道路、室外为：93nGy/h~99nGy/h，建筑物内为：94nGy/h~111nGy/h。与《2024 成都生态环境质量公报》中成都市 2024 年环境 γ 辐射剂量率连续自动监测日均值范围 66.7~117nGy/h 对比，拟建区域道路、室外、建筑物内电离辐射水平与成都市电离辐射水平基本一致，属于当地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

一、施工期

本项目辐射工作场所施工期土建工程属于成都市中西医结合医院（三期工程）项目建设内容之一，其土建施工期环境影响包含在《成都市中西医结合医院三期工程项目环境影响报告书》中，基础建设已完成，本项目 DSA 手术室由原有的手术室改造而成，在既有建筑物内实施，不新增用地。

本项目主要涉及后续的装修工程、设备安装过程，施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物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。

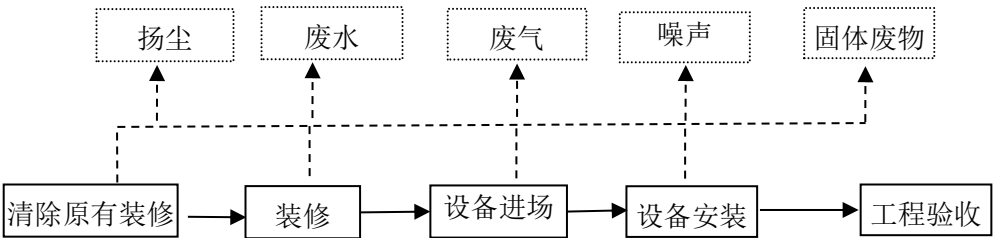


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

1、施工期主要污染源处理措施

①扬尘

施工过程中产生的扬尘，主要是装修过程中产生的扬尘，属于无组织排放，在主体墙体粉刷装饰后，设备安装及管线敷设过程中几乎不产生扬尘。

②噪声

施工期噪声包括主体施工、装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理安排施工时间，建筑隔声选用低噪设备等措施后，施工噪声对周围环境影响较小。

③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，生活污水产量较小，依托已有医院污水处理设施处理。

④固体废物

固体废物主要为装修和设备安装过程中产生建筑弃渣、废砂石、废木料、废纸

皮和施工人员产生的生活垃圾。其中建筑垃圾由施工单位集中分类收集，运送到指定的建筑垃圾堆放场；生活垃圾依托医院收集系统收集，由环卫部门定期统一清运；包装垃圾通过集中分类收集，由废品回收站回收。

⑤设备安装调试期间的环境影响分析

本项目射线装置的安装调试阶段会产生 X 射线，可能造成一定的辐射影响，因此要求安装和调试均在辐射防护建设完成后进行。本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和各防护门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，人员离开时；工作结束后，启动安全联锁并确认系统正常后才能启动射线装置。人员离开时运输设备及车辆、机房必须上锁并派人看守。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响较小。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其他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

(1) 设备组成及工作原理

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。本项目拟配置 1 台 DSA，属 II 类射线装置，其具体参数见表 9-1。

表 9-1 DSA 主要技术参数

设备名称	数量	型号	生产厂家	最大管电压	最大管电流	出束方向
DSA	1台	Azurion 7M20	飞利浦医疗 系统荷兰有 限公司	125kV	1000mA	由下向上
设备使用情况						
使用场所	管理科室	常用拍片工况		常用透视工况		
		管电压	管电流	管电压	管电流	
DSA 手术室	介入科	60~100kV	100~500mA	70~90kV	6~20mA	
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 (s)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)	
内科	10	20	300	0.83	100.00	
外科	12	15	200	0.67	50.00	

合计	500	1.50	150.00
----	-----	------	--------

数字减影血管造影技术是常规血造影技术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理为：将受检部位没有注入透明的造影剂和注入透明的造影剂（含有有机化合物，在 X 射线照射下会显影）后的血管造影 X 射线荧光图像，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块，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经过对数字幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别储存起来，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，再经对比增强和数/模转换为普通的模拟信号，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有无异常通道和血流动力学的改变，因此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) 病人经医生诊断、确定需要介入治疗的病人进行手术前洁净准备。
- 2) 医生向病人告知可能受到的辐射危害。
- 3) 设置参数，病人进入手术室、摆位。
- 4) 根据不同的治疗方案，医师及护士密切配合，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：

①DSA 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。医师、操作人员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。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

②DSA 介入治疗

DSA 介入治疗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，介入手术医师位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.5~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如

铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师根据操作需求，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，医生、病人离开手术室。

本项目 DSA 工作流程及产污图见图 9-2：

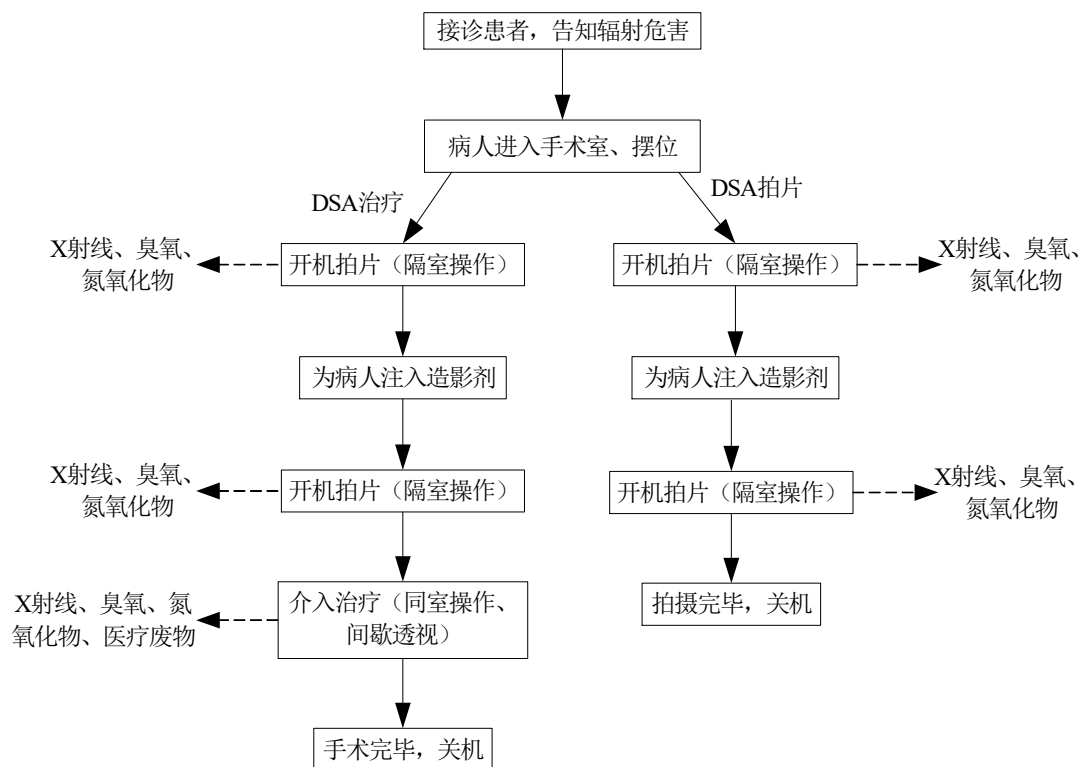


图 9-2 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

（3）产污环节

本项目使用的 DSA 用于介入治疗，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、臭氧和氮氧化物，注入造影剂之后产生的 X 射线、臭氧和氮氧化物，介入治疗过程中间歇透视产生的 X 射线、臭氧和氮氧化物。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，同时射线装置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。

（4）医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员从第三住院楼 14 楼东北侧更衣区经过缓冲区从 14 楼南侧电梯（该电梯只能医护人员使用）到达 15 楼手术区，经过洁净通道，从 DSA 手术室东侧防护门进入手术室；

患者路径：患者从 15 楼电梯经手术对接区从患者走廊经过南侧防护门进出 DSA 手术室。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物从手术室污物通道防护门运至打包间进行打包后，暂存在西侧污物间，经污物电梯再运转至医院统一的医疗废物暂存间，最终交由有相应资质的单位回收处理。

DSA 手术室人流、污物路径示意图 9-3。

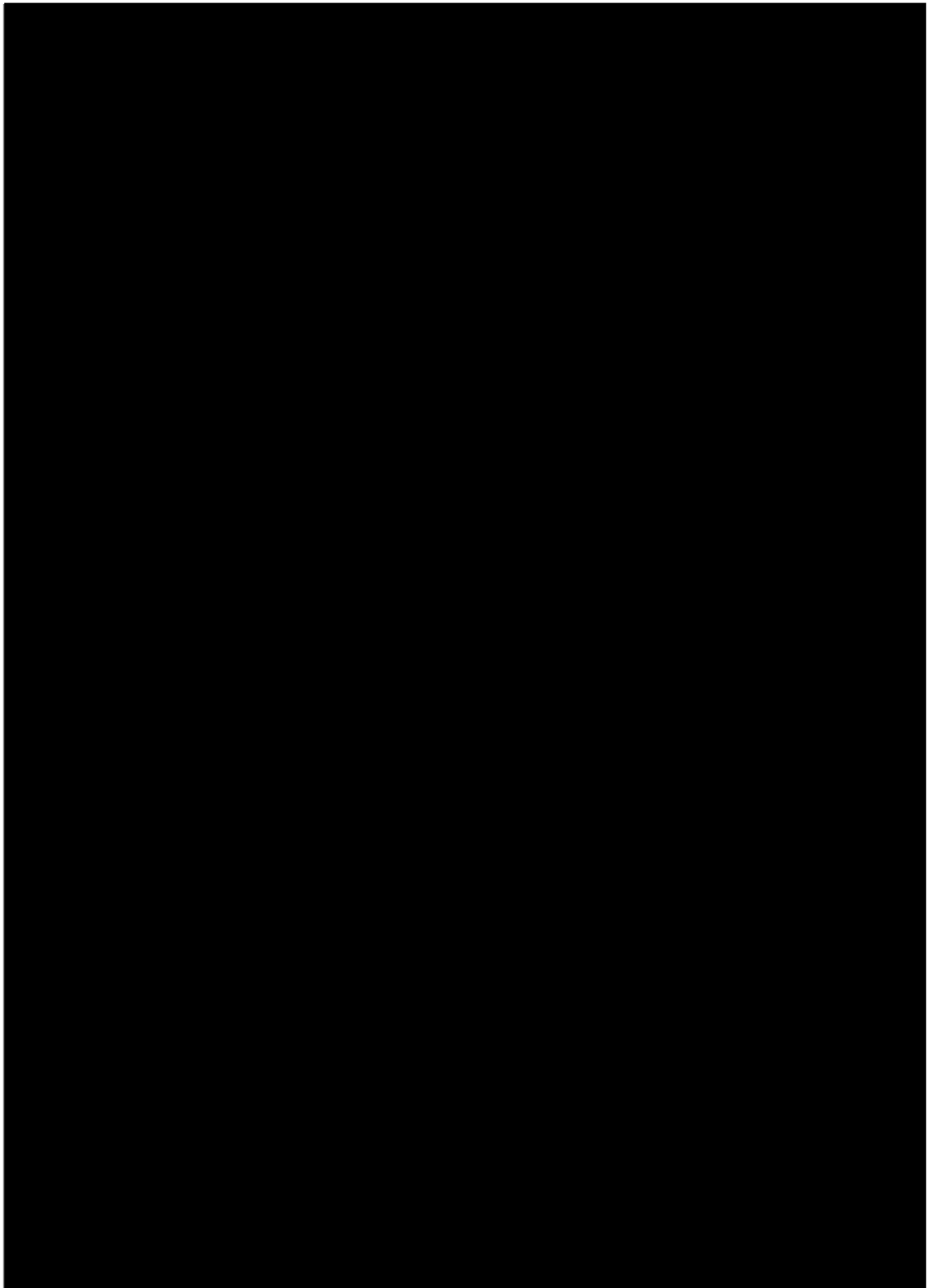


图9-3 DSA手术室人流、物流路径示意图

污染源项描述

一、施工期

1、污染源项

本项目施工期没有辐射污染源项，施工内容主要为装修和设备、防护设施安装，工程量小，施工时间短，非放射性物质产生量较小。

2、非放环境影响因子

施工期非放环境影响因子主要是：废气、废水、噪声和固体废物。

二、运行期

1、DSA

（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。

（2）固体废物

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。

2、非放射性污染物

本项目非放射性污染物主要为电离辐射产生的 O₃ 等废气；工作人员产生的生活污水；工作人员产生的办公垃圾和生活垃圾；主要设备运行过程中产生的噪声以及排风系统风机产生的噪声。

3、其他

根据《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。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作场所布局与分区

成都市中西医结合医院拟新增 1 台 DSA, DSA 手术室在第三住院楼 15 楼西北角。

1、DSA 手术室平面布置

DSA 手术室在第三住院楼 15 楼西北角, DSA 手术室实体屏蔽墙为 50m 评价范围内: 东侧墙体外紧邻为设备室、控制室, 南侧墙体外紧邻为过道, 西侧墙体外紧邻为过道、避难间、污物间, 北侧临空, 正上方墙体外紧邻为楼顶平台, 正下方墙体外紧邻为更衣室、卫生间; 东侧 2.8~50m 为物资耗材库、健康管理中心; 东南侧 2.8~50m 依次为缓冲间、家属等候厅、清洁储藏室、手术对接、电梯(客梯)、苏醒室、麻醉室、预麻室、无菌用品存储、保温库房、消毒间、手术室(烧伤/整形)、手术室(泌尿)、手术室, 南侧 2.6~50m 依次为电梯(医梯)、心脏用品室、器械室、一次性物品库、院内道路, 西南侧 2.5~39.2m 依次为骨科手术室、心外手术间、体外循环麻醉诱导室、百级手术室(心外)、百级手术(脑外), 西侧 5.4~50m 依次为污物电梯、楼梯间、院内道路, 北侧 0~50m 为院内道路, 楼下 0~50m 依次为 14 楼 ICU、13 楼烧伤科、12 楼心胸外科、10 楼至 11 楼心内科、7 至 9 楼骨科、6 楼脑外科、4 楼至 5 楼泌尿外科、3 楼内分泌科、2 楼整形科。DSA 手术室平面布置见附图 5、附图 7。

综上所述, 本项目医护通道、患者通道和污物通道分开设置, 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。因此, 本项目辐射工作场所布局合理。

二、辐射公众场所两区划分

1、控制区和监督的划分

(1) 分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求, 辐射工作场所可分为控制区、监督区。控制区是指需要和可能需要专门的防护手段或安全措施的区域; 监督区是指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的区域。

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1, 分区示意图见图 10-1 所示。

表 10-1 项目控制区和监督区划分情况

机房名称	控制区	监督区
DSA 手术室	DSA 手术室内部	控制室、设备室

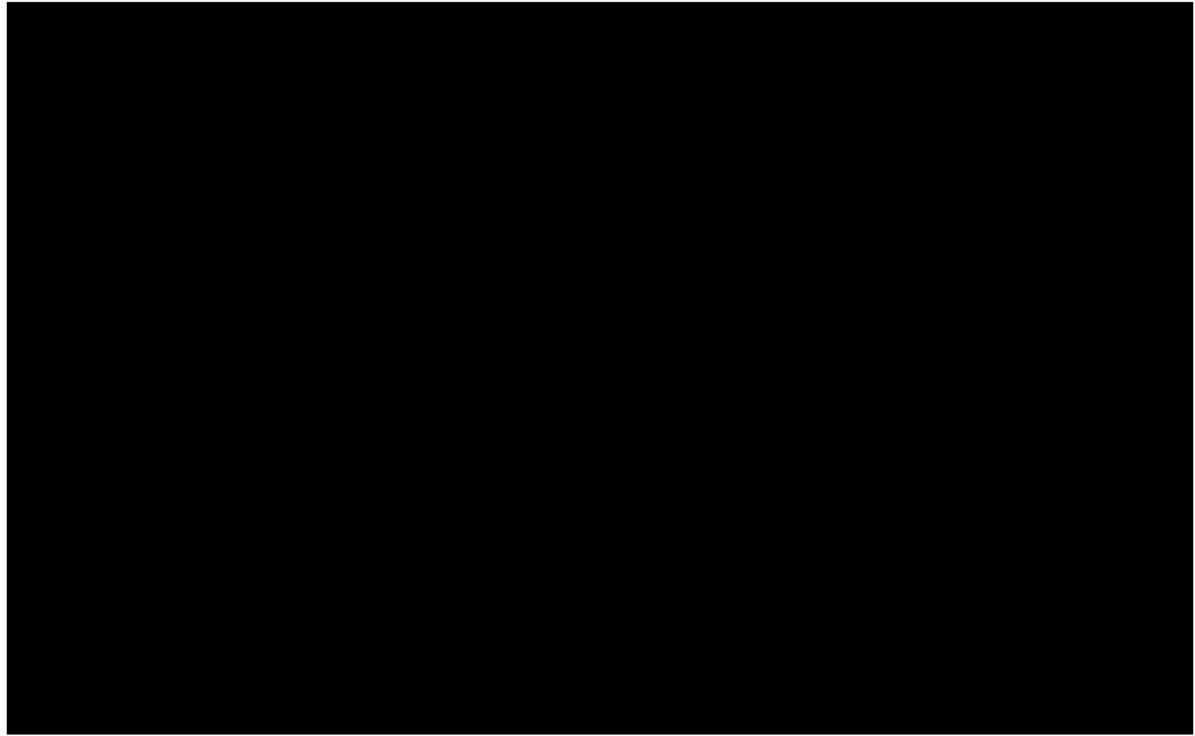


图 10-1 DSA 手术室两区划分示意图

2、控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，见图 10-2；

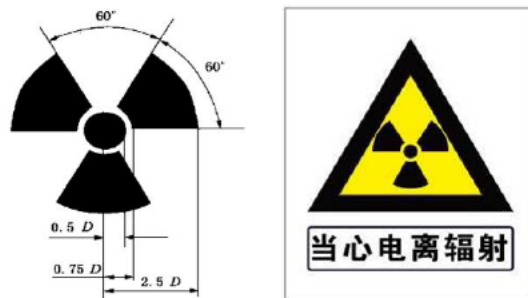


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

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（包括门禁）限制进出控制区；

- ④配备个人防护用品、工作服、污染监测仪器等；
- 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。

3、监督区防护手段与安全措施

- ①以黄线警示监督区为边界；
- ②在监督区的入口处的适当地点设立标明监督区的标牌；
- ③定期检查该区的条件，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。

三、辐射安全与防护措施

1、辐射屏蔽措施

根据医院提供防护设计资料，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 的 C.1.2 中（式 C.1）及（式 C.2）进行等效铅当量厚度的计算。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式10-1})$$

式中：

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

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad (\text{式 10-2})$$

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；
- β ——铅对不同管电压 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 ——给定铅厚度的屏蔽透射因子。

表 10-2 铅、砖、混凝土对射线装置管电压的 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压 (kV)	铅			砖			混凝土		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ

125（有用线束）	2.219	7.923	0.5386	0.0287	0.067	1.346	0.03502	0.07113	0.6974
-----------	-------	-------	--------	--------	-------	-------	---------	---------	--------

注：保守考虑所有屏蔽体均按照主线束的拟合参数进行计算。

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。参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），根据最大工况下管电压和不同屏蔽体材料铅当量厚度，本项目机房与标准屏蔽措施对照，具体见表 10-3。

表 10-3 DSA 手术室屏蔽设计一览表

工作场所	防护设施	屏蔽材料及厚度（折算铅当量：mmPb）	《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求	符合性分析
DSA 手术室	四周墙体	40cm 实心砖（4.3mmPb）	有用线束及非有用线束方向铅当量 $\geq 2.0\text{mmPb}$	符合
	顶棚	22cm 混凝土（2.9mmPb）		符合
	地面	22cm 混凝土（2.9mmPb）		符合
	防护门	内衬 3mm 铅板（3.0mmPb）		符合
	观察窗	3.0mmPb 铅玻璃（3.0mmPb）		符合

注：①混凝土密度不小于 2.35g/cm^3 ；砖密度不小于 1.65g/cm^3 。

本项目 DSA 手术室机房净空面积 68.0m^2 （长 $\times$ 宽 $\times$ 高： $10.3\text{m}\times 6.6\text{m}\times 2.9\text{m}$ ），符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度的要求，DSA 手术室有效使用面积及单边长度见表 10-4 所示。

表 10-4 DSA 手术室有效使用面积及单边长度一览表

机房名称	机房面积（ m^2 ）			机房边长（m）		
	设计	标准要求（最小有效使用面积）	是否符合标准	设计	标准要求（最小单边长度）	是否符合标准
DSA 手术室	68.0	20	符合	10.3×6.6	3.5	符合

2、对 X 射线的防护措施

本项目 DSA 手术室控制电缆均布设于电缆沟内，电缆以地沟形式在地坪以下部位布设，电缆沟穿墙处位于机房东侧墙体，并设 3mmPb 铅板进行屏蔽补偿。DSA 手术室电缆走向和穿墙示意图见图 10-3 所示。

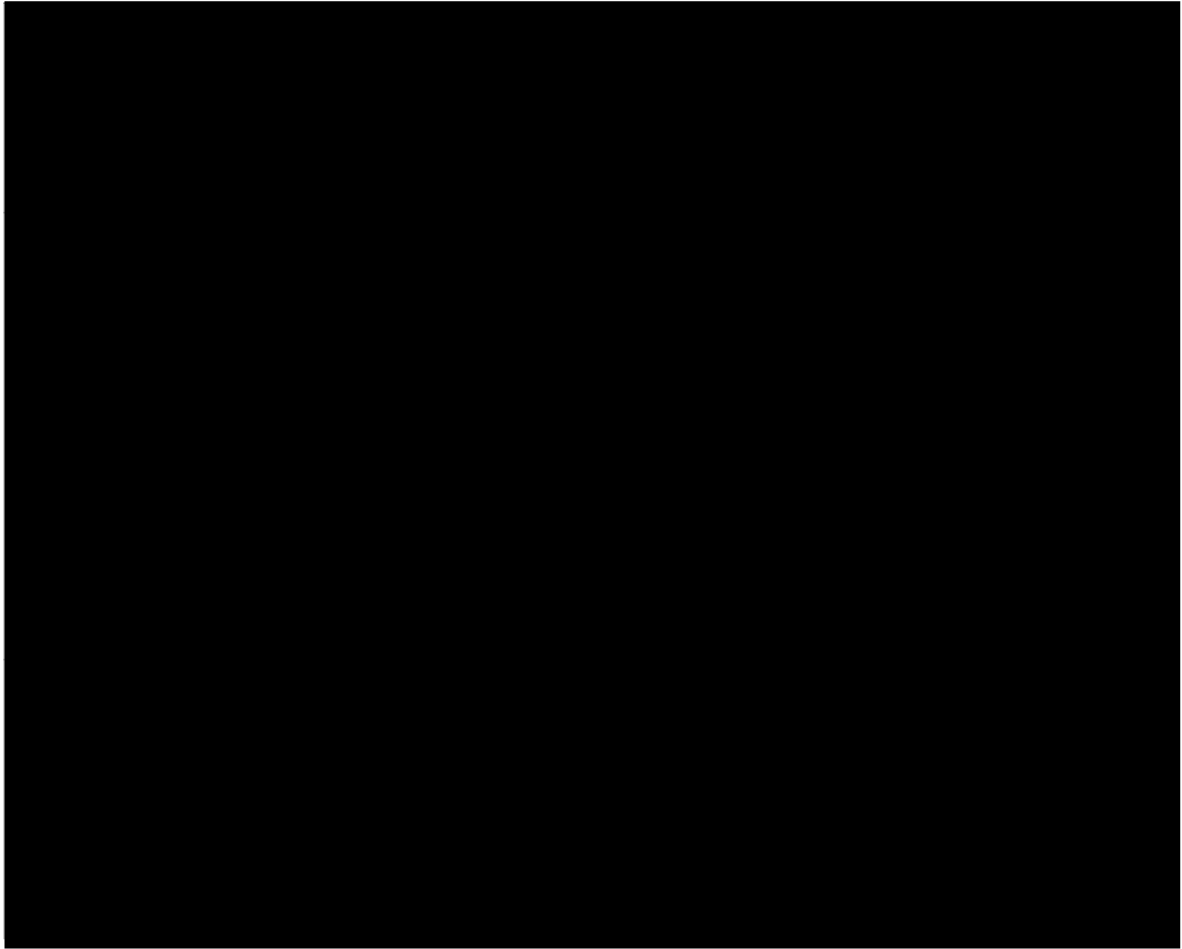


图 10-3 DSA 手术室电缆走向示意图

3、通风系统

DSA 手术室采用新风系统进风，排风系统排风，DSA 手术室体积 197.1m^3 （长×宽×高： $10.3\text{m}\times 6.6\text{m}\times 2.9\text{m}$ ），新风量： $1500\text{m}^3/\text{h}$ ，则换气次数 7 次/小时，废气通过排风管道从 DSA 手术室内引出从楼顶排风管道排入大气中（距地面约 57.4m ）。通排风示意图见附图 11、附图 12。

四、辐射防护措施

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合适的过滤板，以此消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。

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，例如剂量面积乘积（DAP）仪等。

⑥配备辅助防护设施：配备床下铅帘（0.5mmPb）和悬吊铅帘(0.5mmPb)、铅屏风等辅助防护用品与设施，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、安全措施

本项目 DSA 手术室安全设施平面布局见附图 8。

①门灯联锁：DSA 手术室门外顶部拟设置工作状态指示灯箱，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。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 手术室与操作室之间拟安装对讲装置，操作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。

3、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手术室严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在DSA手术室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

a、隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过控制室与 DSA 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。

b、防护用品：配有铅衣、铅围裙、铅防护手套、铅眼镜等防护用品（除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量不小于0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；放射工作人员需要光学铅眼镜的另行单独配置）；对于介入诊疗操作时工作人员和受检者需配备的个人防护用品须满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求见表10-5所示。

表 10-5 DSA 手术室防护用品配备要求一览表

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/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏	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 “—” 表示不要求；

②除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量不小于

0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；放射工作人员需要光学铅眼镜的另行单独配置。防护用品采用悬挂或平铺方式存放，不折叠。

本项目DSA手术室拟配备的防护用品见表10-6、表10-7所示。

表 10-6 DSA 手术室防护用品配备一览表

序号	场所	防护名称	数量	铅当量	医院拟配备情况
1	DSA手术室	铅悬挂防护屏/铅防护帘	1	0.5mmPb	设备采购时自带辅助防护设施，含铅防护帘和床侧防护帘，铅当量均为0.5mmPb
2		床侧防护帘屏/侧防护屏	1	0.5mmPb	

表 10-7 DSA 手术室个人防护用品配备一览表

序号	场所	防护名称		数量/件	铅当量（mmPb）
1	DSA手术室	患者	铅橡胶围裙	1	0.5
2			铅橡胶颈套	1	0.5
3			铅橡胶帽子（选配）	1	0.5
4		医护人员	铅橡胶颈套	3	0.5
5			铅防护眼镜	3	0.5
6			介入防护手套	3	0.025
7			铅橡胶帽子（选配）	3	0.5
8			铅衣	3	0.5

本项目受检者个人防护用品配备铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶围裙。工作人员辅助防护设施配备铅防护帘和床侧防护帘，个人防护用品配备铅橡胶颈套、介入防护手套、铅橡胶帽子、铅衣、铅防护眼镜。防护用品数量及铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关规定。

④个人剂量监测

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戴。医院定期（每季度一次）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。

⑤缩小照射野：在不影响操作的前提下尽量缩小照射野。

⑥缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线。

⑦充分利用各种防护器材：a.介入手术中操作者穿铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅手套（防护厚度除介入防护手套外均为 0.5mm 铅当量，介入防护手套为 0.025mm 铅当量）；b.使用床下铅帘及悬吊铅帘（防护厚度均为 0.5mm 铅当量）。

⑧在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

（2）受检者或患者的安全防护

医院应配有三角巾、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、防护门窗和地板楼板屏蔽射线。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。

综上所述，本项目 DSA 手术室辐射防护措施合理可行，能够有效防止本项目对外环境的影响。

五、辐射安全防护设施对照分析

综上所述，辐射安全防护分析及措施，医院需对下表所列设施进行配置，本项目辐射安全防护设施对照分析见表 10-8。

表 10-8 本项目辐射安全防护设施对照分析一览表

场所名称	项目	应具备的条件	落实情况	备注
DSA 手术室	实体防护	四周墙体屏蔽	已设计	利旧
		观察窗、机房防护门	已设计	利旧
	控制台及安全联锁	门灯联锁装置	已设计	/
		闭门、防夹装置	已设计	利旧
	紧急设施	室内安装紧急制动系统装置	已设计	/
		对讲系统	已设计	/
	警示装置	入口处电离辐射警告标志	已设计	/
		入口处机器工作状态指示灯	已设计	/
	监测设备	便携式 X- γ 辐射监测仪	已配备	利旧
		个人剂量报警仪	计划配备	/
		个人剂量计	已配备	利旧
	防护设施	医护人员个人防护用品	计划配备	/
		患者防护用品	计划配备	/
	其他	通风系统	已配备	利旧

六、投资估算

本项目核技术应用项目总投资***万元，其中环保投资***万元，占总投资约***。

具体环保设施及投资见表 10-9。

表 10-9 环保设施及投资一览表

场所名称	辐射安全防护设施		数量 (套/个)	投资金额 (万元)	备注
DSA 手术 室	实体防护	四周墙体屏蔽	1 套	/	利旧
		观察窗	5 扇	/	利旧
		机房防护门	3 扇	/	利旧
	控制台及安全联锁	门灯联锁装置	3 套	***	/
		闭门、防夹装置	1 套	/	利旧
	紧急设施	室内安装紧急制动系统装置	1 套	***	/
		对讲系统	1 套	***	/
	警示装置	入口处电离辐射警告标志	3 套	***	/
		入口处机器工作状态指示灯	3 套	***	/
	监测设备	便携式 X-γ 辐射监测仪	1 台	/	利旧
		个人剂量报警仪	1 个	***	/
		个人剂量计	22 套	/	利旧
	防护设施	医护人员个人防护用品：铅防护衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅防护眼、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、介入防护手套等	3 套	***	**万×3 套
		患者防护用品：铅橡胶帽子、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套	1 套	***	/
	其他	通风系统	1 套	/	利旧
合计（万元）				***	/

今后医院在项目实践中，应根据国家发布的法规内容，结合医院实际情况对环保设施做补充，使之更能满足实际需要。同时医院应定期对环保设施、监测仪器等进行检查、维护。

三废的治理

一、废水

项目运行后，废水主要辐射工作人员和患者产生的少量生活污水。项目产生的废水依托医院的污水管道和污水处理站处理，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后排入市政污水管网，再通过市政污水管网进入成都市第三净水厂处理。

二、废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，DSA 手术室采用排风系统排风，废气通过排风管道从 DSA 手术室内引出从楼顶排风管道排入大气中（距地面约 57.4m），经空气稀释后，对周围环境影响较小。

三、固体废物

本项目手术时会产生的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂等医疗废物；辐射工作人员工作中会产生的少量的生活垃圾和办公垃圾。医疗废物由机房内医疗废物收集桶收集后，依托医院已有收集系统进行处理；办公、生活垃圾依托医院设置的垃圾桶经统一收集，由环卫部门定期统一清运。

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

本项目辐射工作场所施工期土建工程属于成都市中西医结合医院（三期工程）项目建设内容之一，其土建施工期环境影响包含在《成都市中西医结合医院三期工程项目环境影响报告书》中。

DSA 手术室在装修装饰过程中施工期间会产生一定扬尘、噪声、固体废物、施工废水以及施工人员的生活垃圾和生活污水。对于施工期将产生的扬尘、噪声、固体废物、施工污水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：

①扬尘的防治措施：本项目施工在第三住院楼内部进行，通过洒水、设备轻拿轻放、材料集中堆放等措施控制扬尘的产生；

②废水防治措施：项目废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水沉淀处理后回用，生活污水产量较小，依托医院污水处理设施处理；

③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；

④噪声防治措施：选用低噪声设备，合理安排施工时间；

⑤固废防治措施：建筑垃圾由施工单位集中收集到指定地点进行处理，废包装材料、生活垃圾依托环卫部门统一清运。

二、防辐射泄漏施工要求

①贯穿直 DSA 手术室屏蔽墙的各种管道、电缆、进、排风口在墙体贯穿处均进行屏蔽补偿；

②防护门结构应考虑因自身重量而发生形变，频繁开关门的振动连接松动、屏蔽体老化龟裂等原因，其宽于门洞的部分应大于“门—墙”间隙的十倍，并预留防护门下沉沟槽。

三、设备安装调试期间的环境影响分析

①本项目射线装置在安装调试阶段会产生X射线，造成一定辐射影响。在设备

安装调试完成后，现场会有少量的废包装材料产生。

②本项目拟购射线装置的运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行，安装和调试均在辐射防护设施建设完成后进行。

③在设备安装调试阶段，医院应配合设备厂家加强安装调试现场的辐射安全管理，在此过程中保证各类辐射安全防护设施正常运行。在设备调试期间关闭防护门，在防护门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

④由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对周边的辐射影响是可接受的。设备安装完成后，医院方及时回收包装材料及其他固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、DSA 辐射环境影响分析

（一）辐射环境影响分析

医院拟在第三住院楼 15 楼已建手术室内新增 1 台数字减影血管造影装置（型号：Azurion 7M20，生产厂家：飞利浦医疗系统荷兰有限公司，最大管电压：125kV，最大管电流：1000mA，属于 II 类射线装置），用于放射诊断和介入治疗。

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《射线装置分类办法》，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，出束方向向上。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：操作人员采取隔室操作的方式，医生通过控制室铅玻璃观察手术室内病人情况，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，经手术室各屏蔽体屏蔽后，对手术室外（包括手术室楼上、楼下）的公众和工作人员基本没有影响。

②脉冲透视过程

为更清楚地了解病人情况，医生需进入手术室，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、戴铅防护眼镜等防护用品在手术室内对病人进行直接的手术操作。

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、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。

本项目拟采购的DSA过滤材料包含：①固有过滤为2.5mmAl，②楔形过滤为1.0mmCu，③附加过滤(0.1mmCu+1.0mmAl; 0.4mmCu+1.0mmAl; 0.9mmCu+1.0mmAl可以根据选定的程序，设置一个附加过滤器（光谱滤片））。实际工作过程中DSA的过滤情况为：固有过滤+楔形过滤+附加过滤，详见附件10。故保守按楔形过滤1.0mmCu过滤条件进行预测分析。

本项目取1.0mmCu过滤条件，通过查《辐射防护手册(第一分册)辐射源与屏蔽》图4.4，对于管电压为90kV，1.0mmCu作为过滤板的条件下，当管电压为90kV时（本项目透视最大工况），查得 $v_{r0}=0.065R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ；当管电压为100kV时（本项目拍片最大工况），查得 $v_{r0}=0.096R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ 。经计算后，在透视时管电压为90kV、管电流为20mA时，距靶1m处的剂量率 H_0 为11.35mGy·min⁻¹；在拍片管电压为100kV、管电流为500mA时，距靶1m处的剂量率 H_0 为419.20mGy·min⁻¹。见表11-1：

表 11-1 本项目 DSA 常用工况及源强取值

工作模式	常用管电压	常用管电流	最大使用 工况	v_{r0}	H_0
透视	70~90kV	6~20mA	90kV、 20mA	$0.065R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$	11.35mGy·min ⁻¹
拍片	60~100kV	100~500mA	100kV、 500mA	$0.096R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$	419.20mGy·min ⁻¹

本项目 DSA 投用后，手术过程中 DSA 手术室四周的保护目标，均受到漏射射线和散射射线的影响，DSA 手术室正上方受主射辐射的影响，DSA 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，距离手术室最近关注点可以代表最大可能辐射影响。

本项目共布设 18 个预测点位。

预测点位说明：

1#DSA 手术室的医生（第一术者位）距离散射点 0.5m；

2#DSA 手术室的医生（第二术者位）距离散射点 0.8m;
3#DSA 手术室的护士距离散射点 1.0m;
4#东侧墙体外 30cm 处（设备室），距离为 5.6m;
5#东侧墙体外 30cm 处（控制室），距离为 4.7m;
6#东侧观察窗外 30cm 处（控制室），距离为 4.5m;
7#东侧防护门外 30cm 处（控制室），距离为 5.8m;
8#东侧防护门观察窗外 30cm 处（控制室），距离为 5.8m;
9#南侧防护门外 30cm 处（过道），距离为 7.1m;
10#南侧防护门观察窗外 30cm 处（过道），距离为 7.1m;
11#南侧墙体外 30cm 处（过道），距离为 7.2m;
12#西侧墙体外 30cm 处（过道），距离为 4.9m;
13#西侧防护门外 30cm 处（过道），距离为 4.6m;
14#西侧防护门观察窗外 30cm 处（过道），距离为 4.6m;
15#西侧墙体外 30cm 处（避难间），距离为 4.4m;
16#西侧墙体外 30cm 处（污物间），距离为 4.8m;
17#正上方 30cm 处（楼顶平台），距离 4.6m;
18#正下方 1.7m 处（更衣室、卫生间），距离 3.1m。
本项目预测点位见图 11-1、图 11-2 所示。

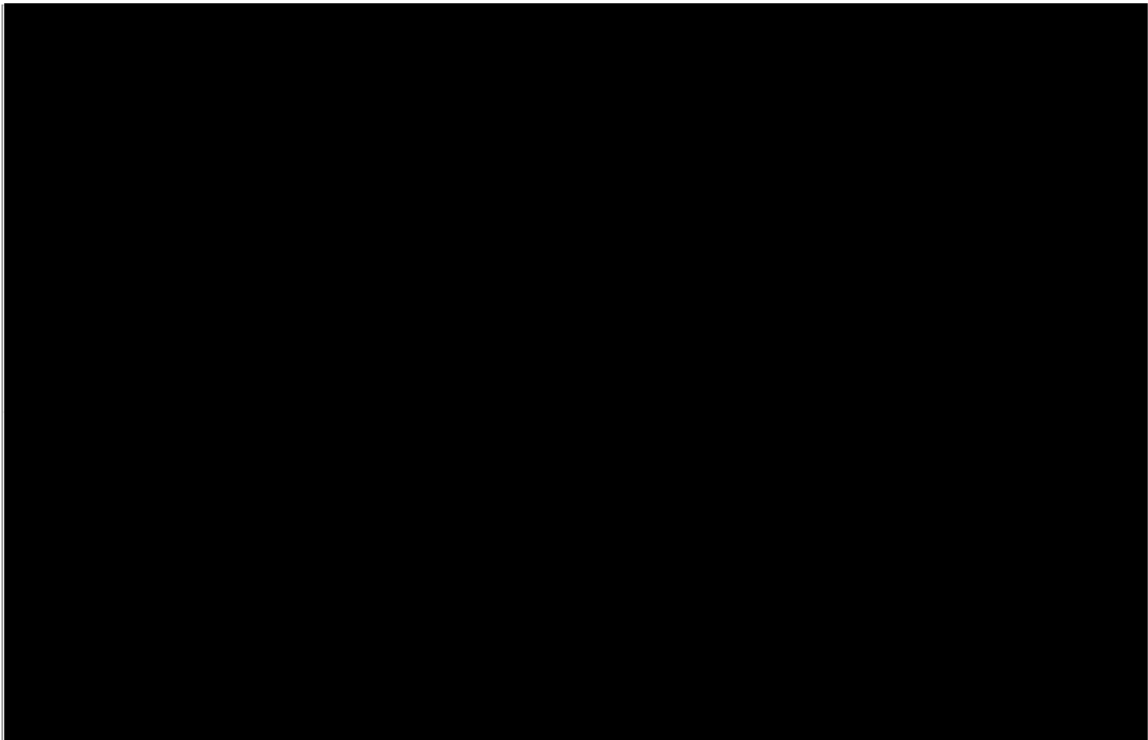


图 11-1 本项目 DSA 预测关注点位示意图 (1)

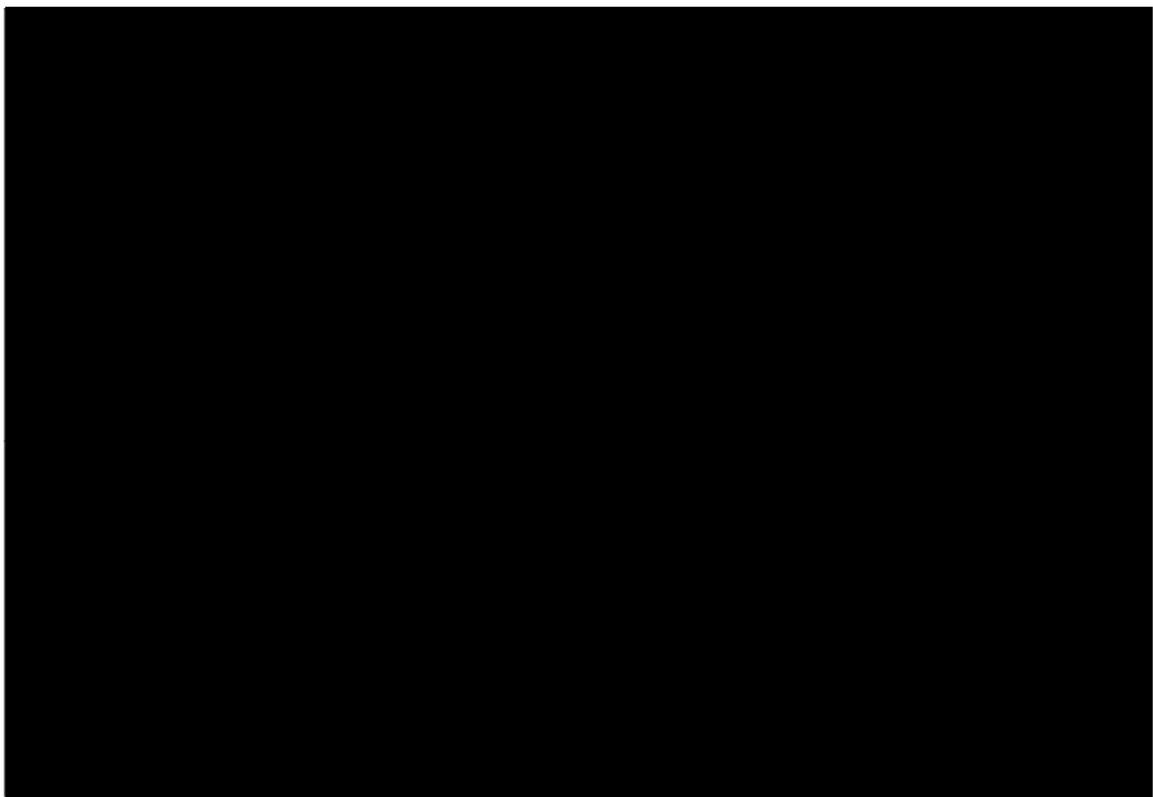


图 11-2 本项目 DSA 预测关注点位示意图 (2)

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:

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

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 手术室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B (透视)	屏蔽减弱因子B (拍片)	
				主束	散射
四周墙体	40cm实心砖	4.3mmPb	1.47E-07	1.60E-06	2.42E-06
顶棚	22cm混凝土	2.9mmPb	1.08E-05	5.32E-05	8.11E-05
地面	22cm混凝土	2.9mmPb	1.08E-05	5.32E-05	8.11E-05
防护门	内衬3mm铅板	3.0mmPb	7.93E-06	4.14E-05	6.31E-05
观察窗	3.0mmPb铅玻璃	3.0mmPb	7.93E-06	4.14E-05	6.31E-05
医生(第一术者位)	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅帘	1.0mmPb	4.08E-03	7.36E-03	1.05E-02

医生(第二术者位)	0.5mmPb铅衣	0.5mmPb	2.52E-02	3.66E-02	4.72E-02
护士位	0.5mmPb铅衣	0.5mmPb	2.52E-02	3.66E-02	4.72E-02
腕部	0.025mmPb 铅手套	0.025mmPb	6.26E-01	/	/

注：①第一术者位为主刀医生，第二术者位为助手医生。

②考虑到手术室实际站位情况，因此助手医生、护士位不考虑铅帘的屏蔽防护。

(1) 主射线束方向影响分析

①计算公式

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：

$$D_r = D_l \cdot \mu \cdot \eta \cdot B \cdot T / r^2 \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

D_r ——预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

D_l ——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，DSA 手术室预计年承担手术量 500 台，则工作时间为透视 150.00h，拍片 1.50h；

μ ——利用因子，主射线方向取 1；

η ——对防护区的占用因子，本项目 DSA 手术室楼上为不经常上人楼顶占用因子取 1/16；

B ——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%。

将相关参数代入(式 11-2)中，进行各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 手术室主射线方向预测点年有效剂量估算

关注点位置	照射类型	距离(m)	屏蔽材料与厚度及等效铅当量(mm)	屏蔽减弱因子(B)	利用因子(μ)	占用因子(η)	年照射时间(h)	衰减倍数	预测点年有效剂量(mGy/a)	主射辐射剂量率(μ Gy/h)
17#正上方 30cm处(楼顶平台)	透视	4.6	22cm 混凝土 (2.9mmPb)	1.08E-05	1	1/16	150.00	10	3.26E-04	2.17E-03
	拍片			5.32E-05	1	1/16	1.50	10	5.93E-04	0.40

(2) 病人体表散射辐射剂量估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式11-3})$$

式中:

H_s ——预测点处的散射剂量率, μ Gy/h;

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率, μ Gy/h;

α ——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 400cm^2 散射面积时, $\alpha=1.3 \times 10^{-3}$; 故当 1cm^2 散射面积时, $\alpha=3.25 \times 10^{-6}$ (90° 散射);

s ——散射面积, cm^2 , 取 100cm^2 ;

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。

个人年最大有效剂量估算公式如下:

$$E = H \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \quad (\text{式11-4})$$

式中:

E ——辐射外照射人均年有效剂量, mSv;

H ——辐射剂量率, μ Sv/h;

t ——年工作时间, h;

T ——居留因子, 职业人员保守取 1, 公众保守取 1/4。

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

工作模式	关注点位置	病人与预测点的距离 ds (m)	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量 (mmPb)	屏蔽减弱因子 B	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
透视	1#DSA 手术室的医生(第一术者位)	0.5	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅帘	1.0	4.08E-03	3.61
	2#DSA 手术室的医生(第二术者位)	0.8	0.5mmPb 铅衣	0.5	2.52E-02	8.71
	3#DSA 手术室的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5	2.52E-02	5.58
	4#东侧墙体外30cm 处(设备室)	5.6	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	1.04E-06
	5#东侧墙体外30cm 处(控制室)	4.7	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	1.47E-06
	6#东侧观察窗外30cm 处(控制室)	4.5	3.0mmPb铅玻璃	3.0	7.93E-06	8.67E-05
	7#东侧防护门外30cm 处(控制室)	5.8	内衬 3mm 铅板	3.0	7.93E-06	5.22E-05
	8#东侧防护门观察窗外 30cm 处(控制室)	5.8	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	7.93E-06	5.22E-05
	9#南侧防护门外30cm 处(过道)	7.1	内衬 3mm 铅板	3.0	7.93E-06	3.48E-05
	10#南侧防护门观察窗外 30cm 处(过道)	7.1	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	7.93E-06	3.48E-05
	11#南侧墙体外30cm 处(过道)	7.2	内衬 3mm 铅板	3.0	7.93E-06	3.39E-05
	12#西侧墙体外30cm 处(过道)	4.9	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	1.36E-06
	13#西侧防护门外30cm 处(过道)	4.6	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	1.54E-06
	14#西侧防护门观察窗外 30cm 处(过道)	4.6	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	7.93E-06	8.29E-05
	15#西侧墙体外30cm 处(避难间)	4.4	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	1.68E-06
	16#西侧墙体外30cm 处(污物间)	4.8	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	1.41E-06

	18#正下方 1.7m 处 (更衣室、卫生间)	3.1	22cm 混凝土	2.9	1.08E-05	2.49E-04
拍片	4#东侧墙体外 30cm 处 (设备室)	5.6	40cm 实心砖	4.3	2.42E-06	6.31E-04
	5#东侧墙体外 30cm 处 (控制室)	4.7	40cm 实心砖	4.3	2.42E-06	8.96E-04
	6#东侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.5	3.0mmPb 铅玻 璃	3.0	6.31E-05	2.55E-02
	7#东侧防护门外 30cm 处 (控制室)	5.8	内衬 3mm 铅板	3.0	6.31E-05	1.53E-02
	8#东侧防护门观察 窗外 30cm 处 (控 制室)	5.8	3.0mmPb 铅玻 璃	3.0	6.31E-05	1.53E-02
	9#南侧防护门外 30cm 处 (过道)	7.1	内衬 3mm 铅板	3.0	6.31E-05	1.02E-02
	10#南侧防护门观 察窗外 30cm 处 (过 道)	7.1	3.0mmPb 铅玻 璃	3.0	6.31E-05	1.02E-02
	11#南侧墙体外 30cm 处 (过道)	7.2	内衬 3mm 铅板	3.0	6.31E-05	9.95E-03
	12#西侧墙体外 30cm 处 (过道)	4.9	40cm 实心砖	4.3	2.42E-06	8.24E-04
	13#西侧防护门外 30cm 处 (过道)	4.6	40cm 实心砖	4.3	2.42E-06	9.35E-04
	14#西侧防护门观 察窗外 30cm 处 (过 道)	4.6	3.0mmPb 铅玻 璃	3.0	6.31E-05	2.44E-02
	15#西侧墙体外 30cm 处 (避难间)	4.4	40cm 实心砖	4.3	2.42E-06	1.02E-03
	16#西侧墙体外 30cm 处 (污物间)	4.8	40cm 实心砖	4.3	2.42E-06	8.59E-04
	18#正下方 1.7m 处 (更衣室、卫生间)	3.1	22cm 混凝土	2.9	8.11E-05	6.90E-02

(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进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \quad (\text{式11-5})$$

式中:

H ——预测点处的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

f ——泄漏射线比率, 1‰;

H_0 ——距靶点 1m 处的最大剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

R ——靶点距关注点的距离, m;

B ——减弱因子。

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

工作模式	关注点位置	靶点距关注点的距离, R (m)	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量 (mmPb)	屏蔽减弱因子 B	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
透视	1#DSA 手术室的医生 (第一术者位)	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1.0	4.08E-03	11.11
	2#DSA 手术室的医生 (第二术者位)	0.8	0.5mmPb 铅衣	0.5	2.52E-02	26.81
	3#DSA 手术室的护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5	2.52E-02	17.16
	4#东侧墙体外 30cm 处 (设备室)	5.6	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	3.19E-06
	5#东侧墙体外 30cm 处 (控制室)	4.7	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	4.53E-06
	6#东侧观察窗外 30cm 处 (控制室)	4.5	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	7.93E-06	2.67E-04
	7#东侧防护门外 30cm 处 (控制室)	5.8	内衬 3mm 铅板	3.0	7.93E-06	1.61E-04
	8#东侧防护门观察窗外 30cm 处 (控制室)	5.8	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	7.93E-06	1.61E-04
	9#南侧防护门外 30cm 处 (过道)	7.1	内衬 3mm 铅板	3.0	7.93E-06	1.07E-04
	10#南侧防护门观察窗外 30cm 处 (过道)	7.1	3.0mmPb 铅玻璃	3.0	7.93E-06	1.07E-04
	11#南侧墙体外 30cm 处 (过道)	7.2	内衬 3mm 铅板	3.0	7.93E-06	1.04E-04
	12#西侧墙体外 30cm 处 (过道)	4.9	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	4.17E-06

	13#西侧防护门外 30cm 处（过道）	4.6	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	4.73E-06
	14#西侧防护门观 察窗外 30cm 处 （过道）	4.6	3.0mmPb 铅玻 璃	3.0	7.93E-06	2.55E-04
	15#西侧墙体外 30cm 处（避难间）	4.4	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	5.17E-06
	16#西侧墙体外 30cm 处（污物间）	4.8	40cm 实心砖	4.3	1.47E-07	4.34E-06
	18#正下方 1.7m 处（更衣室、卫生 间）	3.1	22cm 混凝土	2.9	1.08E-05	7.65E-04
拍片	4#东侧墙体外 30cm 处（设备室）	5.6	40cm 实心砖	4.3	1.60E-06	1.28E-03
	5#东侧墙体外 30cm 处（控制室）	4.7	40cm 实心砖	4.3	1.60E-06	1.82E-03
	6#东侧观察窗外 30cm 处（控制室）	4.5	3.0mmPb 铅玻 璃	3.0	4.14E-05	5.14E-02
	7#东侧防护门外 30cm 处（控制室）	5.8	内衬 3mm 铅板	3.0	4.14E-05	3.10E-02
	8#东侧防护门观 察窗外 30cm 处 （控制室）	5.8	3.0mmPb 铅玻 璃	3.0	4.14E-05	3.10E-02
	9#南侧防护门外 30cm 处（过道）	7.1	内衬 3mm 铅板	3.0	4.14E-05	2.07E-02
	10#南侧防护门观 察窗外 30cm 处 （过道）	7.1	3.0mmPb 铅玻 璃	3.0	4.14E-05	2.07E-02
	11#南侧墙体外 30cm 处（过道）	7.2	内衬 3mm 铅板	3.0	4.14E-05	2.01E-02
	12#西侧墙体外 30cm 处（过道）	4.9	40cm 实心砖	4.3	1.60E-06	1.68E-03
	13#西侧防护门外 30cm 处（过道）	4.6	40cm 实心砖	4.3	1.60E-06	1.90E-03
	14#西侧防护门观 察窗外 30cm 处 （过道）	4.6	3.0mmPb 铅玻 璃	3.0	4.14E-05	4.92E-02
	15#西侧墙体外 30cm 处（避难间）	4.4	40cm 实心砖	4.3	1.60E-06	2.08E-03
	16#西侧墙体外 30cm 处（污物间）	4.8	40cm 实心砖	4.3	1.60E-06	1.75E-03

	18#正下方 1.7m 处（更衣室、卫生间）	3.1	22cm 混凝土	2.9	5.32E-05	1.39E-01
--	---------------------------	-----	----------	-----	----------	----------

(4) 关注点辐射剂量率综合分析

表11-7 本项目各关注点保护目标理论最大受照剂量一览表

保护 目标 相对 位置	关注点位置	照射 类型	辐射剂量率（μGy/h）			综合剂量率 （μGy/h）		综合剂量率 ^① （μSv/h）		备注
			主束	散射	漏射					
DSA 手术 室内	1#DSA 手术 室的医生（第 一术者位）	透视	/	3.61	11.11	14.72		22.37		职业
	2#DSA 手术 室的医生（第 二术者位）	透视	/	8.71	26.81	35.52		53.99		职业
	3#DSA 手术 室的护士	透视	/	5.58	17.16	22.74		34.56		职业
DSA 手术 室周 围	4#东侧墙体 外 30cm 处 （设备室）	透视	/	1.04E-06	3.19E-06	4.23E-06	1.92E- 03	6.43E-06	2.91E- 03	职业
		拍片	/	6.31E-04	1.28E-03	1.91E-03		2.90E-03		
	5#东侧墙体 外 30cm 处 （控制室）	透视		1.47E-06	4.53E-06	6.00E-06	2.72E- 03	9.12E-06	4.14E- 03	职业
		拍片	/	8.96E-04	1.82E-03	2.72E-03		4.13E-03		
	6#东侧观察 窗外 30cm 处 （控制室）	透视	/	8.67E-05	2.67E-04	3.54E-04	7.73E- 02	5.38E-04	1.17E- 01	职业
		拍片	/	2.55E-02	5.14E-02	7.69E-02		1.17E-01		
	7#东侧防护 门外 30cm 处 （控制室）	透视	/	5.22E-05	1.61E-04	2.13E-04	4.65E- 02	3.24E-04	7.07E- 02	职业
		拍片	/	1.53E-02	3.10E-02	4.63E-02		7.04E-02		
	8#东侧防护 门观察窗外 30cm 处（控 制室）	透视	/	5.22E-05	1.61E-04	2.13E-04	4.65E- 02	3.24E-04	7.07E- 02	职业
		拍片	/	1.53E-02	3.10E-02	4.63E-02		7.04E-02		
	9#南侧防护 门外 30cm 处 （过道）	透视	/	3.48E-05	1.07E-04	1.42E-04	3.10E- 02	2.28E-04	5.00E- 02	公众
		拍片	/	1.02E-02	2.07E-02	3.09E-02		4.97E-02		
	10#南侧防护 门观察窗外 30cm 处（过 道）	透视	/	3.48E-05	1.07E-04	1.42E-04	3.10E- 02	2.28E-04	5.00E- 02	公众
		拍片	/	1.02E-02	2.07E-02	3.09E-02		4.97E-02		
	11#南侧墙体	透视	/	3.39E-05	1.04E-04	1.38E-04	3.02E-	2.22E-04	4.86E- 02	公

	外 30cm 处 (过道)	拍片	/	9.95E-03	2.01E-02	3.01E-02	02	4.84E-02		众
	12#西侧墙体 外 30cm 处 (过道)	透视	/	1.36E-06	4.17E-06	5.53E-06	2.51E-03	8.90E-06	4.04E-03	公众
		拍片	/	8.24E-04	1.68E-03	2.50E-03		4.03E-03		
	13#西侧防护 门外 30cm 处 (过道)	透视	/	1.54E-06	4.73E-06	6.27E-06	2.84E-03	1.01E-05	4.57E-03	公众
		拍片	/	9.35E-04	1.90E-03	2.84E-03		4.56E-03		
	14#西侧防护 门观察窗外 30cm 处 (过 道)	透视	/	8.29E-05	2.55E-04	3.38E-04	7.39E-02	5.44E-04	1.19E-01	公众
		拍片	/	2.44E-02	4.92E-02	7.36E-02		1.18E-01		
	15#西侧墙体 外 30cm 处 (避难间)	透视	/	1.68E-06	5.17E-06	6.85E-06	3.11E-03	1.10E-05	5.00E-03	公众
		拍片	/	1.02E-03	2.08E-03	3.10E-03		4.99E-03		
	16#西侧墙体 外 30cm 处 (污物间)	透视	/	1.41E-06	4.34E-06	5.75E-06	2.61E-03	9.26E-06	4.21E-03	公众
		拍片	/	8.59E-04	1.75E-03	2.61E-03		4.20E-03		
正上方	17#正上方 30cm 处 (楼顶 平台)	透视	2.17E-03	/	/	2.17E-03	0.40	3.49E-03	0.65	公众
		拍片	0.40	/	/	0.40		0.64		
正下方	18#正下方 1.7m 处 (更衣 室、卫生间)	透视	/	2.49E-04	7.65E-04	1.01E-03	0.21	1.63E-03	0.34	公众
		拍片	/	6.90E-02	1.39E-01	2.08E-01		0.33		

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： $H^*(10)/K_{\alpha} = 1.61$ （Sv·Gy⁻¹）， $H^*(0.07, 0^{\circ})/K_{\alpha} = 1.52$ （Sv·Gy⁻¹）；职业人员取 1.52 进行换算，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 0.65μSv/h，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

表 11-8 本项目各关注点保护目标年受照剂量一览表

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
心内科：1#DSA 手术室的医生（第一术者位）	透视	22.37	66.67	1	1.49	1.49	职业

心内科：2#DSA 手术室的医生（第二术者位）	透视	53.99	66.67	1	3.60	3.60	职业
神经内科：1#DSA 手术室的医生（第一术者位）	透视	22.37	33.33	1	0.75	0.75	职业
神经内科：2#DSA 手术室的医生（第二术者位）	透视	53.99	33.33	1	1.80	1.80	职业
血管外科：1#DSA 手术室的医生（第一术者位）	透视	22.37	50.00	1	1.12	1.12	职业
血管外科：2#DSA 手术室的医生（第二术者位）	透视	53.99	50.00	1	2.70	2.70	职业
心内科：3#DSA 手术室的护士	透视	22.74	13.33	1	0.30	0.30	职业
神经内科：3#DSA 手术室的护士	透视	22.74	6.67	1	0.15	0.15	职业
血管外科：3#DSA 手术室的护士	透视	22.74	10.00	1	0.23	0.23	职业
4#东侧墙体外 30cm 处（设备室）	透视	6.43E-06	150.0	1/4	2.41E-07	1.33E-06	职业
	拍片	2.90E-03	1.50	1/4	1.09E-06		
5#东侧墙体外 30cm 处（控制室）	透视	9.12E-06	150.0	1	1.37E-06	7.56E-06	职业
	拍片	4.13E-03	1.50	1	6.20E-06		
6#东侧观察窗外 30cm 处（控制室）	透视	5.38E-04	150.0	1	8.07E-05	2.56E-04	职业
	拍片	1.17E-01	1.50	1	1.76E-04		
7#东侧防护门外 30cm 处（控制室）	透视	3.24E-04	150.0	1	4.86E-05	1.54E-04	职业
	拍片	7.04E-02	1.50	1	1.06E-04		
8#东侧防护门观察窗外 30cm 处（控制室）	透视	3.24E-04	150.0	1/4	1.22E-05	3.86E-05	公众
	拍片	7.04E-02	1.50	1/4	2.64E-05		
9#南侧防护门外 30cm 处（过道）	透视	2.28E-04	150.0	1/4	8.55E-06	2.72E-05	公众
	拍片	4.97E-02	1.50	1/4	1.86E-05		
10#南侧防护门观察窗外 30cm 处（过道）	透视	2.28E-04	150.0	1/4	8.55E-06	2.72E-05	公众
	拍片	4.97E-02	1.50	1/4	1.86E-05		
11#南侧墙体外 30cm 处（过道）	透视	2.22E-04	150.0	1/4	8.33E-06	2.65E-05	公众
	拍片	4.84E-02	1.50	1/4	1.82E-05		
12#西侧墙体外 30cm	透视	8.90E-06	150.0	1/4	3.34E-07	1.85E-06	公

处（过道）	拍片	4.03E-03	1.50	1/4	1.51E-06		众
13#西侧防护门外 30cm 处（过道）	透视	1.01E-05	150.0	1/4	3.79E-07	2.09E-06	公众
	拍片	4.56E-03	1.50	1/4	1.71E-06		
14#西侧防护门观察 窗外 30cm 处（过道）	透视	5.44E-04	150.0	1/4	2.04E-05	6.47E-05	公众
	拍片	1.18E-01	1.50	1/4	4.43E-05		
15#西侧墙体外 30cm 处（避难间）	透视	1.10E-05	150.0	1/4	4.13E-07	2.28E-06	公众
	拍片	4.99E-03	1.50	1/4	1.87E-06		
16#西侧墙体外 30cm 处（污物间）	透视	9.26E-06	150.0	1/4	3.47E-07	1.92E-06	公众
	拍片	4.20E-03	1.50	1/4	1.58E-06		
17#正上方30cm处（ 楼顶平台）	透视	3.49E-03	150.0	1/16	3.27E-05	9.27E-05	公众
	拍片	0.64	1.50	1/16	6.00E-05		
18#正下方 1.7m 处 （更衣室、卫生间）	透视	1.63E-03	150.0	1/4	6.11E-05	1.85E-04	公众
	拍片	0.33	1.50	1/4	1.24E-04		

注：①DSA 手术室周围环境保护目标受照时间根据手术室承担手术量计算。即 DSA 手术室预计年承担手术量 500 台，则工作时间为透视 150.00h，拍片 1.50h；

②医生位于 DSA 手术室内手术位进行介入手术时，只存在透视工况，以透视时间心内科 66.67h，神经内科 33.33h，血管外科 50.00h 计算；

③护士负责手术前准备、手术后清理工作及根据各手术情况需要在术中配合跟台手术。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 1.0m 的位置，保守按照 DSA 的各科室年透视总时间的 1/5，计算年有效剂量。

本项目拟配置 16 名手术医生（其中 8 名主刀医生，8 名助手医生），4 名护士，2 名技师；根据实际情况医护人员工作时间很难人均分配，本次预测取辐射工作人员工作时间不超过人均受照时间的 1.2 倍，保守考虑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	科室年辐射 剂量 (mSv/a)	科室年最大 受照时间(h)	人数/ 名	理论人均 受照时间 (h)	保守考虑人 均受照时间 (h)	每名职业人 员最大年剂 量(mSv/a)
心内 科	主刀医生	1.49	66.67	2	33.33	40.00	0.89
	助手医生	3.60	66.67	2	33.33	40.00	2.16
	护士	0.30	13.33	1	13.33	16.00	0.36
神经 内科	主刀医生	0.75	33.33	2	16.67	20.00	0.45
	助手医生	1.80	33.33	2	16.67	20.00	1.08
	护士	0.15	6.67	1	6.67	8.00	0.18
血管	主刀医生	1.12	50.00	4	12.50	15.00	0.34

外科	助手医生	2.70	50.00	4	12.50	15.00	0.81
	护士	0.23	10.00	2	5.00	6.00	0.14
技师		2.56E-04	151.50	2	0.75	0.90	1.54E-04

注：技师年辐射剂量取关注点 6#东侧观察窗外 30cm 处（控制室）年总辐射剂量。

由表 11-8、11-9 可知，本项目主刀医生最大有效剂量 0.89mSv/a，助手医生最大有效剂量 2.16mSv/a，护士最大有效剂量为 0.36mSv/a，技师最大有效剂量为 1.54×10^{-4} mSv，公众最大有效剂量为 2.56×10^{-4} mSv。

（6）辐射工作人员综合年辐射剂量情况

本项目 DSA 手术室拟配备的人员均为医院原有辐射工作人员，项目运行后还将同时承担其他辐射类工作，由于无法确定具体人员，所以取医院原有辐射工作人员个人剂量最大者作为本次剂量叠加参考对象。根据医院辐射工作人员个人剂量统计表可知，医院辐射工作人员所受年剂量最大为 0.77mSv/a。因此，考虑到原有辐射工作，本项目职业人员的综合年剂量见下表。

表11-10 本项目每名职业人员综合年剂量核算表

关注点	本项目贡献值（mSv/a）	既有辐射工作现状值（mSv/a）	预测值（mSv/a）
主刀医生	0.89	0.77	1.66 ^①
助手医生	2.16	0.77	2.93 ^①
护士	0.36	0.77	1.13
技师	1.54E-04	0.77	0.77

注：①由于实际工作中主刀医生和助手医生的站位，助手医生不考虑铅帘的屏蔽防护，结合其他同类型 DSA 项目验收监测，助手医生的年有效剂量大于主刀医生的年有效剂量。

从上表可知，本项目主刀医生所受年附加叠加有效剂量最大为 1.66mSv/a；助手医生所受年附加叠加有效剂量最大为 2.93mSv/a；护士所受年附加叠加有效剂量最大为 1.13mSv/a；技师所受年附加叠加有效剂量最大为 0.77mSv/a。

综上所述，职业人员和公众受照剂量均低于《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 和公众 1mSv/a 剂量限值，也均低于职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a 的管理约束值。

医院应合理安排手术医生的手术量，每个季度对辐射工作人员个人剂量进行严格监督，杜绝出现辐射工作人员个人剂量单季度超过 1.25mSv、年超过 5mSv 事件的发生，若发现单季度超过 1.25mSv 的情况，医院应立即采取有效的管控措施。

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。在本项目 DSA 手术室投用后，项目运营产生的 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低于预测剂量，对 DSA 手术室周围公众影响更小。

（6）医生腕部皮肤受照剂量

医生介入手术操作时，会穿连体铅衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，通常站立于介入治疗病床侧面，面对病患，受到散射和漏射线束照射，由于手术过程中手术医生随时在活动，其腕部不会一直处于受照射位置不动，分以下两种情况进行保守预测：①在透视时，有 1/5 时间手术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，未受到铅悬挂防护屏的保护；②在透视时，4/5 时间内手术医生在手术床侧的其他位置，此时腕部未处于受照位置，腕部受到铅防护手套（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 DSA 手术医生腕部所受到的皮肤剂量，减弱因子参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 以及附录表 C.2，则手术时医生腕部所受的最大辐射剂量率见下表：

表11-11 DSA手术室医生腕部最大辐射剂量率一览表

关注点位置	距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	减弱因子 B	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	0.5	0.025mmPb 铅手套	0.025	6.26E-01	5.54E+02	1.71E+03	2.26E+03
		0.025mmPb 铅手套 +0.5mmPb 铅悬挂防护屏	0.525	2.27E-02	20.10	61.83	81.93

手术医生在手术室内进行手术时，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医护人员皮肤照射年剂量，根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算介入手术人员最大年皮肤吸收剂量：

$$D_S = C_{ks} \left(\dot{k} \cdot t \right) \bullet 10^{-3} \quad (\text{式11-6})$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}^*(10)}{C_{KH}} \quad (\text{式11-7})$$

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, $\mu\text{Gy/h}$;

C_{ks} ——空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数 (Gy/Gy), 本项目 DSA 可近似地视为垂直入射, 而且是 AP 入射方式, 从表 A.4 中查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的最大转换系数 $C_{KS}=1.134\text{mGy/mGy}$;

t ——人员累积受照时间, h;

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

C_{KH} ——空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 (Sv/Gy), 从表 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=1.72Sv/Gy。

表11-12 DSA手术室医生腕部最大辐射剂量率一览表

关注点位置	距离 (m)	屏蔽材料及厚度	受照时间 (h)	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)	医生腕部皮肤受到当量剂量 (mSv/a)
医生腕部	0.5	0.025mmPb 铅手套	$1/5 \times 100.00$	2.26E+03	1.31E+03	28.80
		0.025mmPb 铅手套 +0.5mmPb 铅悬挂防护屏	$4/5 \times 100.00$	81.93	4.76E+01	4.32

由上表可知医生手术位腕部总皮肤受照当量剂量为 $28.80+4.32=34.12\text{mSv/a}$, 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 的要求, 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。

(7) 介入治疗对医生和患者的辐射防护要求

介入治疗是一种解决临床疑难病的新方法, 但介入治疗时 X 射线曝光量大, 曝

光时间长，距球管和散射体近，使介入治疗操作者受到大剂量的 X 射线照射。为了减少介入治疗时 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：

介入治疗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，制定和执行介入治疗的质量保证计划。

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做好患者非照射部位的保护工作；⑤对患者非投照部位做好保护工作，在不影响工作质量的前提下，尽可能选择低的射线照射参数，并减少照射时间。

（8）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，DSA 手术室采用排风系统排风，DSA 手术室体积 197.1m³（长×宽×高：10.3m×6.6m×2.9m），新风量：1500m³/h，则换气次数 7 次/小时，废气通过排风管道从 DSA 手术室内引出从楼顶排风管道排入大气中（距地面约 57.4m），经空气稀释后，对周围环境影响较小。

（三）废水环境影响分析

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。工作人员生活用水按每人每天 100L 计，医疗废水按 100L/台手术，排污系数取 0.85，则生活污水产生量为 0.68m³/d，170m³/a；医疗废水产生量约 0.17m³/d，42.5m³/a。则本项目废水总产生量约 0.85m³/d，212.5m³/a。

项目产生的废水依托医院原有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 中预处理标准后排入市政污水管网，再通过市政污水管网进入成都市第三净水厂处理。

（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，每年固体废物产生量约为 1000kg。这些医疗废物严格按国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医疗废物暂存间，统一收集后交由有相应资质的单位处置。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，办公垃圾和生活垃圾产生量约 1.0t/a，医院按照当地管理部门要求，由市政环卫部门收集清运处置。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

本项目噪声源主要为风机噪声，所有设备选用低噪声设备，最大源强不超过 65dB（A），均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《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，属于危险射线装置，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情景主要有两种：

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 手术室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

DSA 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 11-13 中。

表 11-13 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

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

根据《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 11-14。

表 11-14 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	程度	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
	极重度	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
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50Gy~100Gy
	中度	

	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

四、辐射事故分析

(1) 事故分析

本项目涉及II类射线装置，DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数情况如下表所示：

表 11-15 DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数

序号	事故情景	受照人员	设备参数	距靶1m处剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	射束方向
1	手术期间误照射	手术医生	90kV/20mA（按透视运行参数）	6.81×10^5	散射、漏射
2	公众误入DSA手术室或未撤离	误入人员	90kV/20mA（按透视运行参数）	6.81×10^5	散射、漏射

注：由于DSA设备运行时，拍片时间通常只有几秒，发生误照射的可能性很小，本次按照透视工况下进行误照射预测。

(2) 剂量估算

①手术期间可能发生的辐射事故情景

由于 DSA 设备故障、操作不当、没有穿戴防护用品等情况下，当本项目手术工作人员在未穿戴任何防护用品和未使用铅帘遮挡的情况下，位于非主射方向进行透视手术操作，受到非主射方向的照射。结合手术过程中手术人员的实际站位的不同距离，不同曝光时间（最大按 20min 手术时间计算）来分析介入手术操作人员所受辐射剂量估算详见表 11-16。

表 11-16 DSA 手术过程中误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离（m）	时间（min）	散射所致剂量（mSv/次）	漏射所致剂量（mSv/次）	总剂量（mSv/次）
0.3	1	4.10E-02	1.26E-01	1.67E-01
	5	2.05E-01	6.31E-01	8.35E-01
	10	4.10E-01	1.26	1.67
	20	8.20E-01	2.52	3.34
	30	1.23	3.78	5.01
0.5	1	1.48E-02	4.54E-02	6.02E-02
	5	7.38E-02	2.27E-01	3.01E-01

	10	1.48E-01	4.54E-01	6.02E-01
	20	2.95E-01	9.08E-01	1.20
	30	4.43E-01	1.36	1.80
1	1	3.69E-03	1.14E-02	1.50E-02
	5	1.84E-02	5.68E-02	7.52E-02
	10	3.69E-02	1.14E-01	1.50E-01
	20	7.38E-02	2.27E-01	3.01E-01
	30	1.11E-01	3.41E-01	4.51E-01

②公众误入 DSA 手术室或未撤离 DSA 手术室的辐射事故情景

当门灯联锁装置和闭门装置出现故障，在屏蔽门没有关闭的情况下出束，或射线装置工作时无关人员打开屏蔽门并误入，对门外人员及误入人员造成误照射。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，在不同距离，不同曝光时间（本项目手术床旁及控制室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下按钮就可以停机，人员反应时间取 15s），人员误入所受辐射剂量估算详见表 11-17。

表 11-17 误入 DSA 手术室误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置 的距离（m）	时间（s）	散射所致剂量 （mSv/次）	漏射所致剂量 （mSv/次）	总剂量 （mSv/次）
1	5	1.84E-02	5.68E-02	7.52E-02
	10	3.69E-02	1.14E-01	1.50E-01
	15	5.53E-02	0.17	0.23
2	5	4.61E-03	1.42E-02	1.88E-02
	10	9.22E-03	2.84E-02	3.76E-02
	15	1.38E-02	4.26E-02	5.64E-02

（3）事故后果

①根据表 11-16 可知，本项目 DSA 手术人员在不同位置随着时间的推移，非主射方向上最大可能受照剂量为 5.01mSv/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 20mSv/a 的剂量限值，高于本项目辐射工作人员年剂量约束值 5mSv/a，因此，介入手术医生位于非主射方向未进行任何屏蔽防护的情况下实施介入手术，构成一般辐射事故。

②根据表 11-17 可知，公众误入 DSA 手术室或未撤离 DSA 手术室，在不同位置随着时间推移，非主射方向上最大可能受照剂量为 0.23mSv/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，但高于本项目公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a，构成一般辐射事故。

综上所述，若本项目发生误照情景，构成一般辐射事故。本项目射线装置一旦发生误照，应立即切断电源，停止射线装置出束；及时检查、估算受照人员的受照剂量，根据估算结果，必要时及时安置受照人员就医检查；及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理，可缩小事故影响，减少事故损失；事故处理后应整理资料，及时总结报告。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，杜绝此类事故发生。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

(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，人员误入或滞留在治疗 DSA 手术室内而造成非主射方向的误照射。

应对措施：安装两套独立的剂量监测系统，每套皆可单独终止照射；当有人员误入或滞留时，人员可立即按动设备自带紧急停机按钮逃出 DSA 手术室。本项目控制台上亦配置有紧急止动按钮，在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

(2) DSA 设备维护人员在维护 DSA 射线管或测量探测器时，射线管处于出束状态，维修人员处于主射方向。

应对措施：当有人员误入或滞留时，人员可立即按动设备自带紧急停机按钮逃出 DSA 手术室。本项目控制台上亦配置有紧急停机按钮，在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

(3) 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 DSA 手术室，关闭 DSA 手术室门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

四、事故综合防范管理应对措施

医院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，避

免各辐射工作场所出现人员滞留事故发生；定期检查各辐射工作场所的门灯联锁等辐射安全环保设施是否有效，同时应当加强控制区和监督区的管理，避免人员误入事故的发生。

当事故发生时应当立即启动事故应急程序，对于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加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。
- ③建立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制定医院重大事故处理预案、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 DSA 手术室，关闭 DSA 手术室门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

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，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

医院已成立辐射安全管理与防护领导小组（见附件 5）。

（1）文件已包含内容：

①人员组成

主任委员：***

常务副主任委员：***

副主任委员：***

委 员：***

委员会下设办公室在医院感染管理部。日常事务处理由办公室负责，办公室负责安全监督检查、建立职业健康档案、年度设施设备性能检测评价等工作，严格控制辐射风险，保障放射诊疗质量与辐射安全。

办公室主任：***

副主任：***

成 员：***

秘 书：***

②委员会职责

一、辐射安全与防护管理委员会在医院领导下，根据医院总体质量控制与安全管理目标，负责辐射安全与防护管理工作，制定本院辐射安全、防护制度、防护工作计划、放射事件应急处置预案并定期组织演练。

二、全面贯彻落实《中华人民共和国职业病防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《医疗机构管理条例》《放射诊疗管理规定》《放射工作人员职业健康管理辦法》《临床技术操作规范》等法律法规、行政规章和卫生行业标准，确保临床放射诊疗质量和医疗安全。

三、督促放射人员落实放射法律法规、放射诊疗、放射介入的设施设备、规章制度，推进放射诊疗工作的科学化、规范化、标准化、制度化、流程化管理。

四、制定辐射安全和放射防护相关职责、制度、流程、应急预案、操作技术规

范及相关质量标准和质量控制方案。

五、负责组织对医院辐射安全与防护效果监测，开展辐射安全与防护效果进行风险评估，制定放射事件应急处置预案并定期组织演练。

六、负责对全院辐射安全与防护工作进行监督，检查各种制度及防护措施贯彻落实情况；加强放射诊疗质量控制，定期对辐射安全与放射防护管理工作进行督导和检查，发现放射事故苗头应及时报告有关卫生行政部门。

七、定期组织对放射诊疗工作场所、放射设备的防护效果检测，检查放射诊疗工作人员是否按照有关规定佩戴个人剂量计和定期进行个人剂量监测存档。

八、按照相关法律法规完成新、改建项目职业病危害预评价、控制效果评价、环境影响评价文件及验收测试管理。

九、召开辐射安全与防护管理委员会会议，起草会议议题，讨论决定开展放射诊疗新技术、新项目准入相关事项。

（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补充领导小组日常办公地点、相关联系人电话；

②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；

③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本项目拟配置 22 名辐射工作人员，均为医院原有辐射工作人员。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，实行白班单班制。

②医院应严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度，根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告2019年第57号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年第9号），医院辐射工作人员均已参加辐射安全防护知识考核（其中从事III类射线装置

使用活动的辐射工作人员为院内自主培训考核）；对新增和进行（或实习）的辐射工作人员，医院需及时组织参与辐射安全与防护相关知识学习并报名参加考核。

③射线装置操作人员均需熟悉专业技术。

④医院应定期委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量进行检测，且应建立辐射工作人员个人剂量档案管理。

2、辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强

①建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

②个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

③正确佩戴个人剂量计，进行介入工作的人员采用双剂量计监测方法（在铅衣内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面，并将有标签的一面朝外，穿戴铅衣时，应戴在铅衣里面。

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 1 台 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	拟重新申请辐射安全许可证	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部环境辐射剂量监测，监测记录应存档备案	医院已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急预案	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	需制定辐射安全和防护管理规章制度	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监测和职业健康检查，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	拟在辐射场所的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》的重要组成部分，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	医院于2025年1月向四川省生态环境厅提交了2024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》，并在全国核技术利用辐射安全申报系统中实施了申报登记。内容包含近一年（四个季度）个人剂量检测报告、辐射工作场所年度监测报告和辐射工作人员培训情况	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	生态环境部要求		省生态环境 厅要求	具体要求	对照分析
	项目	制度名称	制度名称		
1	A 综合	辐射安全与环境保护管理机构和岗位职责	辐射安全与环境保护管理机构和岗位职责	应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员，落实部门和人员全面负责辐射安全管理的具体工作	已制定
2		辐射工作场所安全管理规定	辐射工作场所安全管理规定	应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸应不小于400×600mm	本次新增工作场所应新增管理制度上墙
3		放疗设备的安全性能检查维护记录	辐射安全防护设施维护维修制度	应定期检查辐射安全防护设施的有效性	已制定
4		辐射安全防护设施维护维修制度			
5	B 场所	场所分区管理制度	场所分区管理制度	按要求划分控制区和监督区，实行分区管理，应有明确的标识	既有场所已划定，需按要求划定新增场所的两区
6		设备操作规程	辐射工作设备操作规程	应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸应不小于400×600mm	应补充本次新增设备操作规程并上墙
7	C 监测	场所及环境监测方案	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	每年委托有资质的单位进行1次场所年度监测；平时应定期开展自我监测，并做好记录；取得《许可证》后3个月内完成验收监测。	已制定相关制度并按要求实施

8		监测仪表使用与校验管理制度	监测仪表使用与校验管理制度	需制定并落实监测仪表使用与校验管理制度	已制定
9	D 人员	辐射工作人员培训/再培训制度	辐射工作人员培训制度	辐射工作人员和辐射防护负责人均应登录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核；已取得辐射安全培训合格证满五年需再培训并考核合格	已制定并落实
10		辐射工作人员个人剂量管理制度	辐射工作人员个人剂量管理制度	个人剂量监测周期为 1 次/季。当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关。	已制定并落实
11		工作人员岗位职责	辐射工作人员岗位职责	应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸应不小于 400×600mm	本次新增诊疗项目应补充制定工作人员岗位职责并上墙
12	E 应急	辐射事故/事件应急预案	辐射事故预防措施及应急处理预案	辐射事故应急预案的主要内容应包括：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故应急处置（最大可信事故场景，应急报告，应急措施和步骤，应急联络电话），应急保障措施，应急演练计划。应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸应不小于 400×600mm	已制定并落实，需根据新增诊疗项目更新补充应急预案内容，并在新增工作场所墙上悬挂应急预案内容

13	F 三废	放射性“三废”管理规定	“三废”处理	放射性“三废”应分类收集。 放射性固体废物贮存场所（设施）应具备“六防”（防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏）措施。 放射性废气应由专门的排气管道排放。	已制定
14	G 其他	X 射线诊断中受检者防护规定	/	对患者非必要部位采取铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等防护	已制定
15		/	质量保证大纲和质量控制检测计划	使用射线装置开展诊断和治疗的单位须制定质量保证大纲和质量控制检测计划，利用更精确的诊疗计划减少病患受到不必要的照射	已制定

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、档案管理

医院对相关资料进行了分类归档放置，包括以下九大类：“制度文件”“环评资料”“许可证资料”“射线装置台账”“监测和检查记录”“个人剂量档案”“培训档案”“辐射应急资料”“废物处置记录”，存放在感染管理部办公室。

五、辐射监测

1、工作场所监测

年度监测：医院每年应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》的重要组成部分一并提交给发证机关。

2024 年度，医院已委托四川鸿进达卫生技术服务有限公司对医院现有辐射工作场所进行了辐射环境现状监测，监测报告编号为川鸿(辐)检（2024）第 H0050 号。根据监测报告可知，医院射线装置正常工作时，工作场所屏蔽体外辐射剂量当量率均小于 2.5 μ Sv/h 的限值。

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。

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监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

2、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 12-3）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 12-3 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	验收监测 1 次，年度监测，委托有资质的单位进行监测，频率为 1 次/年；自行开展辐射监测，建议 1 次/月	DSA 手术室的铅窗、控制室、四周屏蔽墙外、防护门缝等四周环境敏感点

（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；或委托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。

3、个人剂量监测

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1次/季。

（1）当单个季度个人剂量超过1.25mSv时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况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；若全年个人累计剂量检测数值超过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》的重要组成部分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；进行介入工作的人员采用双剂量计监测方法（在铅衣内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等），铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面，并将有标签的一面朝外，穿戴铅衣时，应戴在铅衣里面。

（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佩戴个人剂量计，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。

2024年度医院对辐射工作人员4个季度（2024年1月16日至2025年1月15日）进行了个人剂量检测，结果表明医院现有辐射工作人员受照有效剂量未出现个人有效剂量超1.25mSv/季度和5mSv/a的情况。

五、年度监测报告情况

医院于2025年1月向四川省生态环境厅提交了2024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》，并在全国核技术利用辐射安全申报系统中实施了申报登记。内容包含近一年（四个季度）个人剂量检测报告、辐射工作场所年度监测报告和辐射工作人员培训情况。编写格式满足《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）的规定。医院必须延续、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。

六、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，要求医院制定辐射事故应急预案。

医院辐射事故应急预案内容：

医院制定辐射事故应急预案内容应包括：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。

医院辐射事故应急预案还需注意以下内容：

- ①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环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。
- ③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等主管部门报告。
- ⑤辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送当地环境保护主管部门备案。
- 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做补充修改，使之更能符合实际需要。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，建设单位应迅速、有效地采取以下应急措施：

（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，关闭机房防护门，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，还应同时向当地卫生健康委员会报告。

（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：成都市中西医结合医院 2025 年 DSA 建设项目

建设单位：成都市中西医结合医院

建设性质：扩建

建设地点：第三住院楼 15 楼

本次评价内容及规模为：医院拟在第三住院楼（原有建筑物，高 57.4m，地上 15 层，地下 3 层）15 楼已建手术室内，新增 1 台 DSA（型号：Azurion 7M20，生产厂家：飞利浦医疗系统荷兰有限公司，最大管电压：125kV，最大管电流：1000mA，属于II类射线装置），用于放射诊断和介入治疗。

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制定的《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第7号令，2024年2月1日起施行）相关规定，本项目数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属于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

根据医院提供的国有土地使用证，见附件 4，土地用途为医疗卫生用地。医院取得了成都高新区城市管理和环境保护局“关于对成都市中西医结合医院三期工程项目《环境影响报告书》的批复”（成高环字〔2015〕13 号），见附件 3。本项目 DSA 位于第三住院楼 15 楼，基础建设已完成，在既有建筑物内实施，不新增用地。综上，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

拟建区域道路、室外、建筑物内电离辐射水平与成都市电离辐射水平基本一致，属于成都市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

1、辐射环境影响分析

经理论计算：DSA 机房各屏蔽体外 30cm 处剂量率均小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)相关要求。在正常工况下，本项目各职业人员和公众所受辐射年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业人员 20mSv/a 和公众 1mSv/a 的剂量限值的规定，也低于本评价提出的 5.0mSv 和 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

2、大气环境影响分析

本项目 DSA 手术室产生的臭氧经排风管道连接至室外，对机房周围的环境影响远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（ 0.2mg/m^3 ）的要求。

3、声环境影响分析

本项目噪声源主要为风机、空调噪声，所有设备选用低噪声设备，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

4、水环境影响分析

项目运行后，废水主要辐射工作人员和患者产生的少量生活污水。项目产生的废水依托医院的污水管道和污水处理站处理，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后排入市政污水管网，再通过市政污水管网进入成都市第三净水厂处理。

5、固体废物影响分析

本项目手术时会产生的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂等医疗废物；辐射工作人员工作中会产生的少量的生活垃圾和办公垃圾。医疗废物由机房内医疗废物收集桶收集后，依托医院已有收集系统进行处理；办公、生活垃圾依托医院设置的垃圾桶经统一收集，由环卫部门定期统一处理。

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、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，本评价认为项目在成都市中西医结合医院第三住院楼 15 楼内建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

十、项目环保竣工验收检查内容

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目		辐射安全防护设施	数量（套/个）
DSA 手 术室	实体防护	四周墙体屏蔽+楼顶+地面防护	1 套
		观察窗、机房防护门	1 套
	场所安全 设置	门灯联锁装置	3 套
		闭门、防夹装置	1 套
		室内安装紧急制动系统装置	1 个
		对讲系统	1 套
	警示装置	入口处电离辐射警告标志	3 套
		入口处机器工作状态指示灯	3 套
	监测设备	便携式 X- γ 辐射监测仪	1 台
		个人剂量报警仪	1 个
		个人剂量计	22 套
	个人防护 用品	医护人员个人防护用品：铅防护衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅防护眼、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、介入防护手套等	3 套
		患者防护用品：铅橡胶帽子、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套	1 套
其他	通风系统	1 套	

建议和承诺

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

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，定期组织辐射工作人员、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，年度评估报告须按照《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》固定的格式进行编制，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、定期检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换。

7、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。

8、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。

9、根据原环保部《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）建设单位可登录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://www.mee.gov.cn>）。

（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（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本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；
- ②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；
- ③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。

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。