

四川大学华西医院
锦江院区核技术利用项目（介入手术室 5）

竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：四川大学华西医院

编制单位：四川省自然资源实验测试研究中心

（四川省核应急技术支持中心）

2026 年 9 月

目 录

表一 项目基本情况	1
表二 项目建设情况	5
表三 辐射安全与防护设施/措施	14
表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	26
表五 验收监测质量保证及质量控制	32
表六 验收监测内容	33
表七 验收监测	35
表八 验收监测结论	41

表一 项目基本情况

建设项目名称	四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目（介入手术室 5）				
建设单位名称	四川大学华西医院				
建设项目性质	■新建 □改建 □扩建				
建设地点	四川省成都市锦江区锦江大道 1166 号四川大学华西医院锦江院区 2 号楼 2 层				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	1 台数字减影血管造影机（DSA），属于 II 类射线装置			
建设项目环评批复时间	2022 年 9 月 13 日	开工建设时间	2022 年 12 月 8 日		
取得辐射安全许可证时间	2026 年 6 月 25 日	项目投入运行时间	2026 年 7 月 28 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2026 年 7 月 28 日	验收现场监测时间	2026 年 9 月 7 日		
环评报告表审批部门	四川省生态环境厅	环评报告表编制单位	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）		
辐射安全与防护设施设计单位	中国建筑西南研究院有限公司、四川中环康源卫生技术服务有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	中国建筑第八工程局有限公司		
投资总概算(万元)	700	辐射安全与防护设施投资总概算(万元)	54.04	比例	7.72%
实际总投资(万元)	690	辐射安全与防护设施实际总投资(万元)	56.04	比例	8.12%
验收依据	1、相关法律法规 （1）《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 8 月 15 日实施）； （2）《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院 682 号令）； （3）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日国务院第 449 号令发布，2019 年 3 月 2 日《国务				

验收依据	院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 第 709 号）对其进行了修改）； （4）《四川省辐射污染防治条例》（2016 年 3 月 29 日四川省第十二届人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过 根据 2026 年 7 月 29 日四川省第十四届人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改和废止部分地方性法规的决定》修正）； （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）； （6）《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部/国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号）； （7）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令 第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令 第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令 第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改）； （8）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国家环境保护部 国环规环评[2017]4 号），2017 年 11 月 22 日； （9）《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，2020 年 1 月 1 日施行）。 2、标准和技术方法 （1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （2）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （3）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （4）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）； （5）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； （6）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；
------	---

验收依据	(7) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)； (8) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》(公告 2018 年第 9 号)； (9) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ1326-2023)； (10) 《核技术利用建设项目重大变动清单(试行)》(环办辐射函[2025]313 号)； (11) 《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025 年版)》(川环函[2025]616 号)。 3、相关批复文件 四川省生态环境厅关于四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目环境影响报告表的批复，川环审批[2022]103 号。 4、环境影响评价文件 四川省核工业辐射测试防护院(四川省核应急技术支持中心)《四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目环境影响报告表》，2022 年 8 月。
验收执行标准	根据《四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目环境影响报告表》及批复文件，本次验收监测执行的标准为： 1、剂量约束限值 A、职业照射 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 B 剂量限值：应对任何工作人员的职业水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv；四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量，500mSv。 根据辐射防护最优化的原则，考虑建设单位已有辐射源项的条件下，确定职业照射剂量约束限值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)职业照射剂量限

验收执行标准	值的四分之一执行，即职业照射个人总受照剂量约束限值为5mSv/a，四肢（手和足）或皮肤的总当量剂量约束限值为125mSv/a。 B、公众照射 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B 剂量限值：实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。 根据辐射防护最优化的原则，考虑建设单位已有辐射源项的条件下，确定项目周围公众照射剂量约束限值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）公众照射剂量限值的十分之一执行，即公众照射个人总受照剂量约束限值为 0.1mSv/a。 2、剂量率控制水平 根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.3.1 条：具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。
--------	---

表二 项目建设情况

项目建设内容：

一、建设单位情况

四川大学华西医院统一社会信用代码：12510000450756139Y，医院始建于1892年，是中国西部疑难危急重症诊疗的国家级中心、中国著名的高等医学学府，也是中国一流的医学科学研究和技术创新的国家级基地，综合实力处于国内一流、国际先进行列。目前设有三个院区（国学巷本部、锦江院区、温江院区）和一个全托管成都上锦南府医院。

《四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目环境影响报告表》于2022年9月13日取得了四川省生态环境厅的批复（川环审批[2022]103号），环评中主要建设内容包括：在院区门急诊医技住院综合楼门急诊部楼1层东北部新建伽玛刀治疗中心（主要由伽玛刀治疗室1和2构成），在门急诊医技住院综合楼第一住院楼（现医院统一编号为“2号楼”）1层创伤中心新建DSA复合手术室、2层介入中心新建介入手术室1~5、4层中心手术室新建介入手术室6，在门急诊医技住院综合楼第二住院楼（现医院统一编号为“1号楼”）4层中心手术室新建介入手术室7。其中，在DSA复合手术室和介入手术室1~7内各安装使用1台DSA，额定管电压均为125kV，额定管电流均为1000mA，均属于Ⅱ类射线装置，用于开展心内科、神经外科、血管科、肿瘤科等介入治疗活动，单台年束束时间约310h。

上述建设内容中，介入手术室1、2、3、6、7于2025年6月在《四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目（介入手术室1~3，复合手术室OR-12、OR-23）竣工环境保护验收监测报告表》中进行了环保验收；伽玛刀治疗中心、1间DSA复合手术室和介入手术室4目前尚未完成建设，待建设完成投入试运行后另行进行环保验收。**本次验收内容为2号楼2层的1间介入手术室5。**

本次验收的介入手术室5于2026年5月建成，2026年6月纳入建设单位辐射安全许可证台账，2026年7月开始调试运行。

环评批复内容与环保验收情况对照见下表：

表 2-1 环评批复内容与环保验收情况对照一览表

辐射场所位置	环评建设内容	验收情况	备注
2 号楼 1 层创伤中心	DSA 复合手术室, 安装使用 1 台 DSA	另行验收	尚未完成建设
2 号楼 2 层介入中心	介入手术室 1, 安装使用 1 台 DSA	于 2025 年 6 月完成验收	/
	介入手术室 2, 安装使用 1 台 DSA		/
	介入手术室 3, 安装使用 1 台 DSA		/
	介入手术室 4, 安装使用 1 台 DSA	另行验收	尚未完成建设
	介入手术室 5, 安装使用 1 台 DSA	本次验收内容	/
2 号楼 4 层中心手术室	介入手术室 6, 安装使用一台 DSA	于 2025 年 6 月完成验收	目前医院编号为 OR-12
1 号楼 4 层中心手术室	介入手术室 7, 安装使用一台 DSA		目前医院编号为 OR-23
门急诊部楼 1 层	伽玛刀治疗室 1, 安装使用一套头部伽玛射线立体定向放射治疗系统	另行验收	尚未完成建设
	伽玛刀治疗室 2, 安装使用一套头部伽玛射线立体定向放射治疗系统	另行验收	尚未完成建设

二、项目名称、地点、建设单位及性质

项目名称：四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目（介入手术室 5）

建设单位：四川大学华西医院

建设性质：新建

建设地点：成都市锦江区锦江大道 1166 号四川大学华西医院锦江院区 2 号楼 2 层，具体地理位置见附图 1。

三、项目建设内容和规模

本项目验收时主要建设内容与环评一致：在锦江院区 2 号楼 2 层新建一间介入手术室 5，在手术室内使用 1 台西门子医疗有限公司 ARTIS Icono Ceiling 型 DSA，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置。DSA 年曝光时间最大约 310h，主要用于心内科、神经外科、血管科、肿瘤科等介入手术。

介入手术室 5 室内面积约为 50.4m²，净空尺寸约为 7.2m（长）×7.0m（宽）×6m（高），手术室四面屏蔽体为 24cm 厚实心砖墙+0.5mmPb 当量的硫酸钡板，地板与顶棚均采用 17cm 厚混凝土，观察窗为 2.5mm 铅当量厚的铅玻璃；手术室

有 2 扇防护铅门，均为 2.5mm 厚铅当量；手术室设 1 扇污物传递窗，为 2.5mm 铅当量厚的铅玻璃。较环评阶段，手术室增加 1 扇污物传递窗，传递窗屏蔽厚度与防护门和观察窗一致，除此之外，手术室屏蔽情况与环评一致。

介入手术室 5 配套功能用房包括控制室和设备间。

本项目实际建设内容与环评报告及审批部门审批决定建设内容对比分析见下表。

表 2-2 项目实际建设内容与环评报告及审批决定建设内容对比分析一览表

名称	实际建设内容及规模	与环评报告及批复是否一致
主体工程	在锦江院区 2 号楼 2 层新建一间介入手术室 5，在手术室内使用 1 台西门子医疗有限公司 ARTIS Icono Ceiling 型 DSA，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置。DSA 年曝光时间最大约 310h，主要用于心内科、神经外科、血管科、肿瘤科等介入手术。	一致
	介入手术室 5 室内面积约为 50.4m ² ，净空尺寸约为 7.2m（长）×7.0m（宽）×6m（高），手术室四面屏蔽体为 24cm 厚实心砖墙+0.5mmPb 当量的硫酸钡板，地板与顶棚均采用 17cm 厚混凝土，观察窗为 2.5mm 铅当量厚的铅玻璃；手术室有 2 扇防护铅门，均为 2.5mm 厚铅当量；手术室设 1 扇污物传递窗，为 2.5mm 铅当量厚的铅玻璃。	较环评阶段，手术室增加 1 扇污物传递窗，传递窗屏蔽厚度与防护门和观察窗一致，除此之外，手术室屏蔽情况与环评一致。
辅助工程	介入手术室 5 配套功能用房包括控制室和设备间。	一致
公用工程	依托院区已有的配电、供电和通讯系统等。	一致
办公设施	依托院区办公室、卫生间等。	一致

环保工程	①介入手术室5设置有排风系统，排风吸风口位于手术床头上方，室内废气由吸风口吸入、通过排风管引至同层楼外排放，排风量为800m³/h。 ②本项目职业人员和患者产生的生活污水依托锦江院区已建污水处理设施，院区已建2座75m³预处理池，处理后排入院区已建综合污水处理站（1座，地埋式，位于西南侧绿化带下，采取格栅+调节池+缺氧+好氧+沉淀池（混凝沉淀）+消毒接触池（次氯酸钠消毒）处理工艺，设计处理能力1600m³/d）处理达标后排入市政污水管网，最终进入成都市第九再生水厂处理达标后排入锦江。 ③医疗废物由专用收集容器收集，由专人及时运至院区已建医疗废物暂存间内，执行医疗废物转移联单制度，定期委托有资质单位集中处置。 ④生活垃圾依托院区生活垃圾收集系统进行收集，及时交市政环卫部门统一清运处理。	一致
------	---	----

四、项目总平面布置

本项目建设内容主要包括1间介入手术室及相应配套房间，配套房间包括控制室和设备间。其中介入手术室5、控制室和设备间并排布置，手术室西北侧为控制室，控制室西北侧为设备间，本项目总平面布置见附图6。本次验收总平面布置与环评一致。

五、验收调查范围

按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的有关规定，对于II类射线装置工作场所，评价范围确定为介入手术室5实体屏蔽墙体边界外50m范围。本次验收调查范围与环评评价范围一致。

六、项目周围环境概况

本项目介入手术室5位于锦江院区2号楼2层的介入中心，手术室西北侧0~50m由近及远为介入手术室1~4、导管清洗间、污洗间、电梯、楼梯、更衣室、卫生间、办公室等；西南侧0~50m为污物通道，通道外为楼外，无房间；东南侧0~50m为示教室、家属等候区、麻醉准备等；东北侧0~50m为复苏室、电梯厅、介入办公室、放射一区、护士站等；上方为耳喉鼻镜复苏室、走廊、休息/就餐间、配单间等；下方为创伤抢救、护士站、DR控制室、清创室、空调机房等。

项目外环境关系见附图2、附图3，本次验收项目外环境关系与环评一致。

七、保护目标

根据本项目验收调查范围、总平面布置及外环境特征，本项目重点关注的环境保护目标见表 2-3 所示，本项目验收时环境保护目标与环评时一致。

表 2-3 主要环境保护目标

场所	保护名单		人数	方位	距离辐射源的最近距离
介入手术室 5	职业	本项目辐射工作人员	10 人	介入手术室 5 内、控制室等	0.3m
		介入中心其他工作人员	42 人	介入中心内，其他介入手术室配套控制室、手术区西北侧导管清洗间、污洗间、西北侧介入办公区等	5m
	公众	周围医院其他工作人员，患者，陪护人员等	约 20 人	西北侧电梯、楼梯、更衣室、卫生间、办公室等	36m
			约 10 人	西南侧污物通道，通道外为楼外，无房间	4.5m
			约 20 人	东南侧示教室、家属等候区、麻醉准备等	3.8m
			约 20 人	东北侧复苏室、电梯厅、介入办公室、放射一区、护士站等	5m
			约 10 人	上方 3 层耳鼻喉镜复苏室、走廊、休息/就餐间、配单间等	6m
			约 10 人	下方 1 层创伤抢救、护士站、DR 控制室、清创室、空调机房、办公区等	5.3m

源项情况：

本次验收射线装置明细见表 2-4，本次验收射线装置的主要技术参数见表 2-5。

表 2-4 本次验收射线装置明细情况表

射线装置名称	使用的射线装置类别	使用的射线装置数量	活动种类	工作场所名称
DSA	Ⅱ类	1 台	使用	锦江院区 2 号楼 2 层介入手术室 5

表 2-5 本次验收射线装置主要技术参数表

设备名称	型号	生产厂家	额定管电压	额定管电流	过滤片材料及厚度
DSA	ARTIS Icono Ceiling 型	西门子医疗有限公司	125kV	1000mA	2.5mmAl
使用工况					
出束方向	使用科室	拍片常用最大工况		透视常用最大工况	
		管电压 (kV)	管电流 (mA)	管电压 (kV)	管电流 (mA)
由下往上	心内科、神经外科、血管科、肿瘤科	100	300	75	12
设备出束情况					
手术类型	设备手术平均曝光时间		设备年手术台数	DSA 年最长出束时间	
	拍片	透视		拍片	透视
心内介入、神经介入、外周血管介入、肿瘤介入	20s	10min	1800 台	10h	300h

本项目射线装置类型、额定管电流、额定管电压、出束方向、手术台数、出束时间等技术参数均与环评一致，未发生变动。

主要工艺流程及产污环节（附处理工艺流程图，标出产污节点）

本次验收时设备工作原理、设备组成、操作流程、产污环节、污染源项、工作制度及人员配备等均与环评一致，具体介绍如下。

1、工作原理

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，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规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。且对比度分辨率高，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。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、设备组成

主要由多轴落地式 C 机架、导管床、X 线高压发生器、X 线球管、非晶硅数字化探测器、数字图像采集处理系统、存储系统（含各种分析软件）、控制操作系统、防护设备、连接电缆以及附属设备等组成。

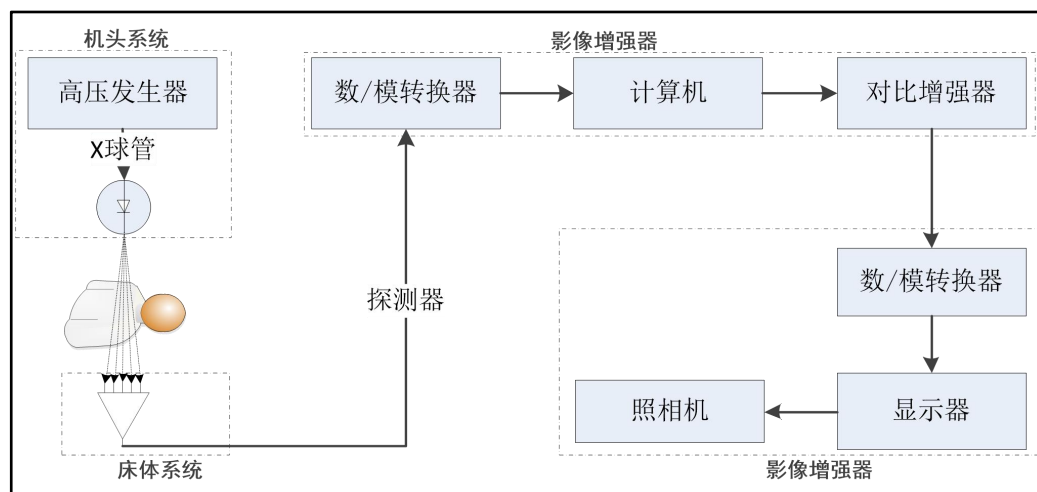


图 2-1 DSA 工作原理示意图

3、操作流程及产污分析

(1) 操作流程

①接诊病人后，向病人告知可能受到的辐射危害；②病人准备完毕推进手术室摆位、固定，医生对病人进行局部消毒处理和局部防护处理；③医生退出手术室，通过控制室操作台对病人进行拍片；④医生穿着铅防护服进入手术室，经皮穿刺静脉，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静脉内，经鞘插入导管；⑤配合射线装置透视推送导管，并将导管送入指定位置；⑥完成后进行导管加压，将造影剂注入病人体内；⑦完成造影剂注入后，医生退出手术室，通过控制室操作台对病人进行拍片，并进行减影处理后，得到最终病人的高清血管影像资料；⑧完成减影后，医生再次进入手术室内并配合射线装置透视对病人病灶部位进行相应介入治疗。

本项目 DSA 进行出束曝光时分为两种情况：

①拍片：操作人员采取隔室操作的方式（即操作技师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

②透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅防护吊屏/

床侧防护帘后面，并穿戴铅衣、铅眼镜等在手术室内进行同室介入手术室操作。

(2) 污染因子

DSA 曝光时，出束方向朝上。注入的造影剂不含放射性，DSA 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。本项目 DSA 产生的污染因子包括：X 射线、臭氧和医疗废物。

血管造影流程及产污环节见下图。

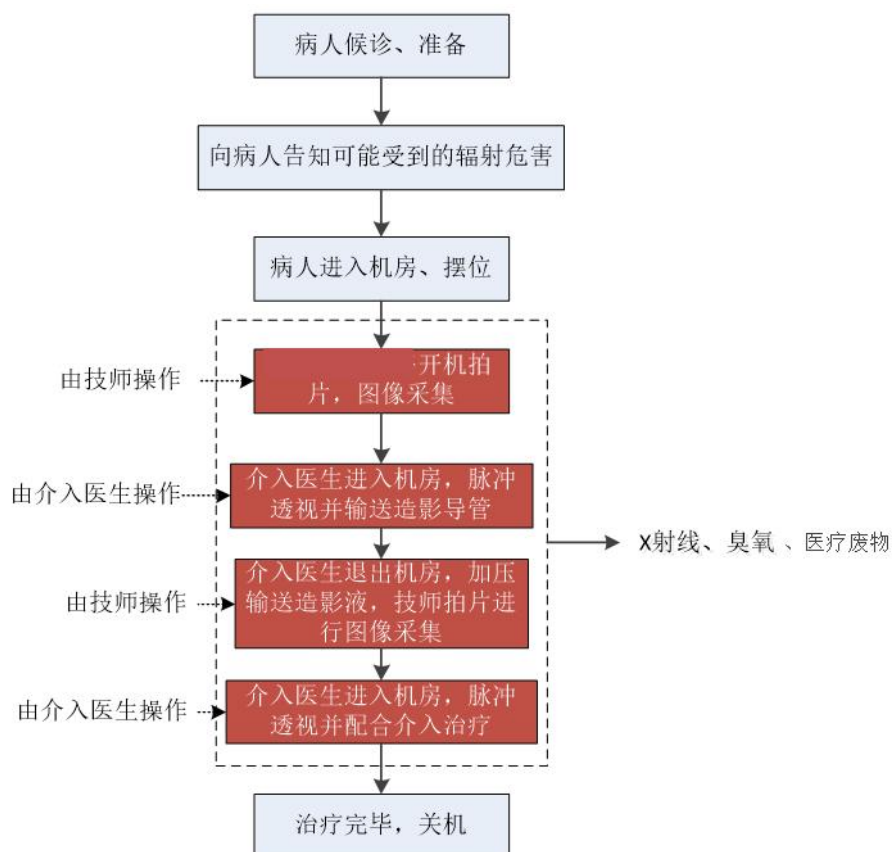


图 2-2 介入手术流程及产污环节示意图

4、污染源分析

①电离辐射

本项目射线装置加速粒子为电子，当电子束经加速后与靶物质（本项目为钨靶）相互作用时产生韧致辐射（即 X 射线），本项目 DSA 出束时主要污染因子为 X 射线，X 射线是随机器的开关而产生和消失的。

②废气

本项目所使用的 DSA 在运行过程中，空气在 X 射线照射下电离产生臭氧等有害气体。

③废水

本项目 DSA 采用数字成像，无废显影液、废定影液或清洗废水产生。医护人员和病人产生少量生活污水，经医院污水处理设施处理达标后接入市政污水管网。

④噪声

本次验收的手术室设置有通排风系统，排风机安装在走廊吊顶里，为静音型的排风机。

⑤固体废物

本项目 DSA 采用数字成像，无废胶片产生。在进行 DSA 介入手术时会产生一次性不含放射性的医用器具、药棉、纱布、手套和造影剂及瓶等医疗废物，每台手术约产生 0.3kg 医疗废物，本项目 DSA 每年最多共进行 1800 台介入手术，医疗废物产生量为 0.54t/a；本项目医护人员和患者会产生少量办公、生活垃圾，利用医院已有收集系统统一收集后由市政环卫部门统一清运。

5、工作人员及工作制度

①劳动定员

本项目介入手术室 5 共设置辐射工作人员 10 人，其中医师 8 人、护士 1 人、技师 1 人；各科室手术医师负责在手术室内进行介入手术，每台手术有 2 名手术医师进行介入手术；护士一般情况主要负责术前准备和术后清理工作，确因手术情况需要时，会负责术中配合跟台手术，不直接操作介入手术，主要进行医疗器具的传递等工作；技师负责在控制室内操作 DSA，不进入手术室内参与介入手术。本项目 DSA 每台手术有 3 名工作人员（2 名手术医师+1 名护士）。

本项目辐射工作人员从现有辐射工作人员中调配，锦江院区 2 号楼 2 层介入中心的 5 间介入手术室的辐射工作人员会交叉使用，除此之外不会再操作其他辐射设备。

②工作制度

本项目实行 8 小时单班工作制度，年工作日为 250 天。

表三 辐射安全与防护设施/措施

一、项目工作场所布局和分区管理

1、工作场所平面布局

本项目介入手术室 5 位于锦江院区 2 号楼 2 层的介入中心, 手术室西北侧为本项目控制室和设备间, 然后为介入手术室 1~4、导管清洗间、污洗间、电梯、楼梯、更衣室、卫生间、办公室等; 西南侧为污物通道, 通道外为楼外, 无房间; 东南侧为示教室、家属等候区、麻醉准备等; 东北侧为复苏室、电梯厅、介入办公室、放射一区、护士站等; 上方为耳喉鼻镜复苏室、走廊、休息/就餐间、配单间等; 下方为创伤抢救、护士站、DR 控制室、清创室、空调机房等。

本项目介入手术室依据科学规划、合理布局、辐射防护、安全管理的原则进行布置。总体来看, 功能分区明确, 与其他科室相互不交叉。手术室为洁净区域, 非工作人员禁止进入, 周围人流较少, 所处位置相对独立, 射线装置集中布置, 便于进行分区管理和辐射防护。

根据验收现场调查, 本项目实际平面布局与环评一致。

2、工作区域分区管理

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 控制区和监督区的定义划定控制区和监督区。

控制区: 应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区, 以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散, 并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区: 未被定为控制区, 在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施, 但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

本次验收时, 控制区和监督区划分与环评一致, 具体划分情况见下表, 两区划分示意图见图 3-1。

表 3-1 本项目介入手术室 5 “两区”划分与管理

DSA 手术室	控制区	监督区
“两区”划分范围	介入手术室 5 内部	介入手术室 5 配套的控制室、设备间、通道、洁净走廊
辐射防护措施	控制区内禁止无关人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量减小在控制区内居留时间，且介入手术医护人员必须穿戴防护用品进行手术，以减少不必要的照射。	监督区范围内应尽量限制无关人员进入。

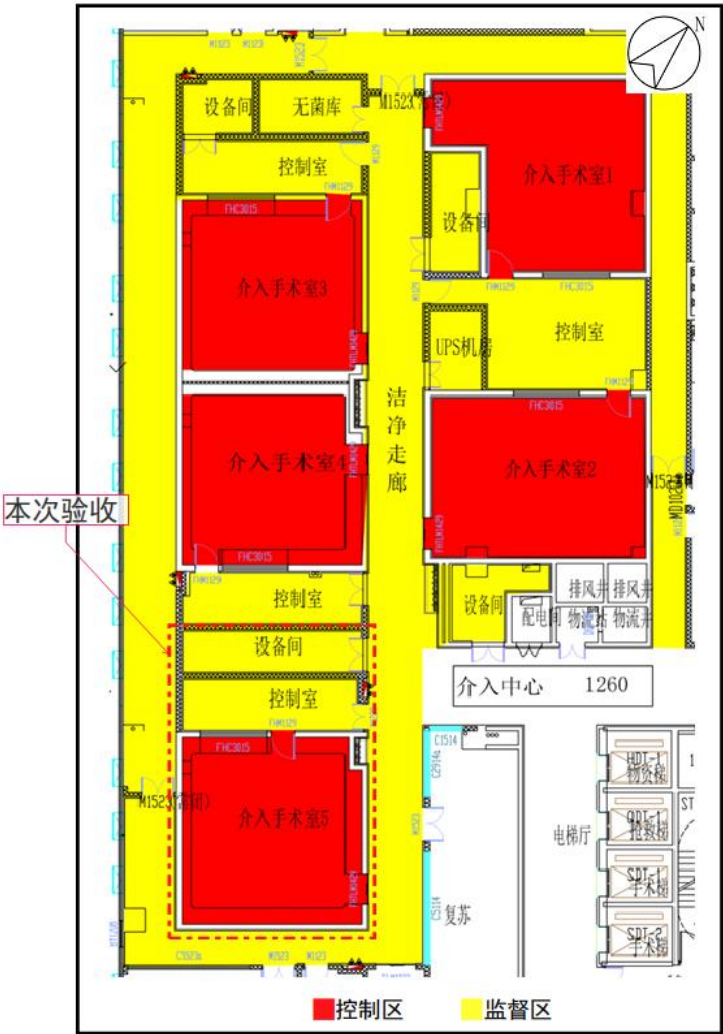


图 3-1 本项目“两区”划分示意图

3、人流、物流路径

医护人员从介入手术室 5 北侧的洁净通道进入控制室、由医生通道门进入手术室，患者经北侧的洁净通道由病人通道门进入手术室，污物从西侧传递窗送出

手术室，由清洁人员通过污物通道将医疗废物运至污物暂存间暂存，最终交有医疗废物处理资质的单位集中处置。本项目介入手术室为患者、医护人员、污物分别设置独立通道，手术室患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，通道畅通无阻，方便治疗。

本次验收时，医生流通路径和病人流通路径与环评一致，污物流通路径由环评时的“由病人通道门运出”变更为“增设污物传递窗、由传递窗运出”，污物流程路径更加合理。

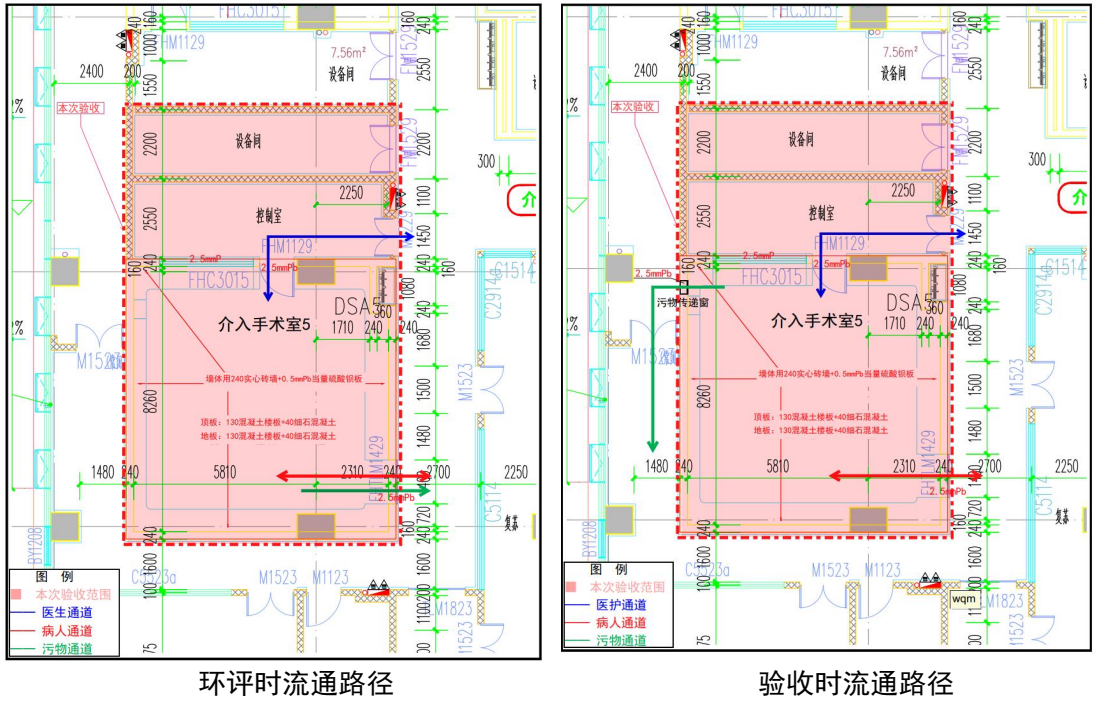


图 3-2 本项目患者、医护、污物流通路径图

二、屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

1、屏蔽体建设情况

介入手术室 5 四面屏蔽体为 24cm 厚实心砖墙+0.5mmPb 当量的硫酸钡板，地板与顶棚均采用 17cm 厚混凝土，观察窗为 2.5mm 铅当量厚的铅玻璃；手术室有 2 扇防护铅门，均为 2.5mm 厚铅当量；手术室设 1 扇污物传递窗，为 2.5mm 铅当量厚的铅玻璃。

本次验收时，DSA 手术室屏蔽体建设情况均与环评一致。

表 3-2 本次验收的介入手术室的实体防护设施对照表

场所	屏蔽体名称	机房结构及厚度	对应铅当量厚度	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 要求	是否与环评一致
介入手术室 5	四面墙体	24cm实心砖墙+0.5mmPb当量硫酸钡板	2.63mm	有用线束和非有用线束方向铅当量均不低于 2mm 铅当量	一致
	屋顶	17cm混凝土楼板	2.15mm		一致
	地板	17cm混凝土楼板	2.15mm		一致
	防护门	2扇，均为2.5mm铅当量	2.5mm		一致
	观察窗	2.5mm铅当量铅玻璃	2.5mm		一致
	传递窗	2.5mm铅当量铅玻璃	2.5mm		新增
	有效使用面积	50.4m ²	/	20m ²	一致
	最小单边长度	7.0m	/	3.5m	一致

由上表可知，本次验收的介入手术室满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中机房内最小有效使用面积、机房内最小单边长度和屏蔽防护铅当量厚度要求。

2、屏蔽效能

经验收监测，本项目介入手术室 5 外各点辐射剂量率均满足环评及本次验收执行的控制剂量率限值要求，各相关人员所受剂量均满足环评及本次验收执行的受照剂量约束限值要求，各屏蔽体效能满足验收要求。

三、辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况

（1）辐射安全与防护措施

根据本项目环评报告，本项目 DSA 安全装置具体布置如下。

①工作状态显示

环评情况：手术室的患者通道铅门顶部设置工作状态指示灯箱。当防护门关闭时，指示灯箱为红色并显示“禁止入内”，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯箱灭。

实际情况：手术室的患者通道门工作状态显示与环评一致，且在医生通道门顶部亦设置有工作状态显示。

②电离辐射警告标志

环评情况：在手术室的 2 道防护门外的醒目位置，均设置明显的电离辐射警告标志。

实际情况：与环评一致。

③闭门装置

环评情况：在手术室的 2 道防护门处均安装闭门装置，确保门在开启后能够自动、平稳地关闭到初始位置。

实际情况：与环评一致。

④急停按钮

环评情况：操作台上、手术床旁均设置急停按钮（各按钮分别与 X 射线系统连接），并设置中文标识。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任何一个急停按钮，均可停止 X 射线系统出束。

实际情况：与环评一致。

⑤操作警示装置

环评情况：X 射线系统出束时，操作台上的指示鸣器发出声音，以警示人员注意安全。

实际情况：与环评一致。

⑥对讲装置

环评情况：在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手术室内的人员联系。

实际情况：与环评一致。

本次验收介入手术室辐射安全防护设施对照分析见下表。

表 3-3 辐射安全防护设施汇总对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	环评情况	实际情况
1*	场所设施	单独机房	设置屏蔽手术室 1 间：包括四周墙体、地板、楼板、门、窗屏蔽。	一致
2*		操作部位局部屏蔽防护设施	配置床体旁的铅防护吊屏和床侧防护帘各 1 件，均为 0.5mmPb。	一致
3*		医护人员的个人防护	配置铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等	配置铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等

			4 套, 其中介入防护手套铅当量不小于 0.025mmPb, 其他防护铅当量不低于 0.5mmPb。	7 套, 其中介入防护手套铅当量为 0.025mmPb, 其他防护铅当量为 0.5mmPb。比环评阶段多配置 3 套。
4*		患者防护	为病人配置铅方巾或铅围裙、铅橡胶颈套等 1 套, 其防护铅当量均不低于 0.5mmPb。	为病人配置了铅衣、铅围裙、铅橡胶颈套等 1 套, 其防护铅当量为 0.5mmPb, 防护效果与环评一致。
5*		机房门窗防护	手术室设有 2 道防护门和 1 扇观察窗, 均为 2.5mm 铅当量。	已按设计建成; 其中新增了一扇屏蔽厚度为 2.5mm 铅当量的传递窗, 用以传递医疗废物, 传递窗屏蔽厚度与防护门和观察窗一致, 并设置了足够的超边量, 不影响该侧屏蔽效果。
6*		闭门装置	在手术室的 2 道防护门处均安装闭门装置, 确保门在开启后能够自动、平稳地关闭到初始位置。	本次验收的介入手术室的每扇防护门均设置有闭门装置, 与环评一致。
7*		入口处电离辐射警告标志	在手术室的 2 道防护门外的醒目位置, 均设置明显的电离辐射警告标志。	一致
8*		入口处机器工作状态显示	手术室的患者通道铅门顶部设置工作状态指示灯箱。当防护门关闭时, 指示灯箱为红色并显示“禁止入内”, 以警示人员注意安全; 当防护门打开时, 指示灯箱灭。	手术室的患者通道门工作状态显示与环评一致, 且在医生通道门顶部亦设置有工作状态显示。
9*	其他	监测仪器	《四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目》共拟配备 1 台 X-γ 辐射剂量率监测仪。	整个项目已配置 1 台 X-γ 辐射剂量率监测仪, 与环评一致。
10*		个人剂量计	为每名辐射工作人员各配备 2 个个人剂量片。	为每名辐射工作人员各配备 2 个胸部个人剂量计 (铅衣内外各 1 个、共 20 个) 和 1 个腕部个人剂量计 (共 10 个)。

注: 加*的项目是重点项。

(2) 设备固有安全性

本项目 DSA 厂家为佳能医疗系统株式会社, 设备各项安全措施齐备, 仪器本身采取了多种安全防护措施:

①采用栅控技术

环评情况：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。

实际情况：与环评一致。

②采用光谱过滤技术

环评情况：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。

实际情况：与环评一致。

③采用脉冲透视技术

环评情况：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。

实际情况：与环评一致。

④采用图像冻结技术

环评情况：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，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。

实际情况：与环评一致。

⑤环评情况：配备有相应的表征剂量的指示装置，能在线监测表征输出剂量，并当出现超剂量照射时会发出报警。

实际情况：与环评一致。

四、放射性三废处理设施的建设和处理能力

本项目不产生放射性三废，主要污染治理措施如下：

1、废气处理措施

环评情况：本项目 DSA 在曝光过程中产生少量臭氧，介入手术室 5 设置有排风系统，排风吸风口位于手术床头上方，室内废气由吸风口吸入、通过排风管引至同层楼外排放，排风量为 800m³/h。

实际情况：与环评一致。

2、废水处理措施

环评情况：本项目废水主要来自于运行期医护人员和病人产生少量生活污水，依托院区已建污水预处理设施，处理达标后排入市政污水管网，最终进入成都市第九再生水厂处理达标后排入锦江。

实际情况：与环评一致。

3、固体废物处理措施

环评情况：

a、本项目 DSA 采用数字成像，不使用显影液、定影液和胶片，不会产生废显影液、废定影液、废胶片。

b、介入手术时产生一次性不含放射性的医用器具、药棉、纱布、手套和造影剂及瓶等医疗废物，每台手术约产生 0.3kg 医疗废物，本项目 DSA 每年最多共进行 1800 台介入手术，医疗废物产生量为 0.54t/a。医疗废物采用专门的收集容器收集后，由专人及时收集至院区医疗废物暂存间暂存，执行医疗废物转移联单制度，定期交由有资质的医疗废物处置单位集中处置。

c、本项目医护人员和患者产生少量生活垃圾，依托院区已建的生活垃圾收集系统进行收集，由环卫部门统一清运处理。

实际情况：与环评一致。

4、噪声治理措施

环评情况：本项目噪声主要来自风机，本项目通排风管道连接处采用石棉板垫片进行减振降噪，所有通排风管道均安装有阻抗消声器。经距离衰减、墙体隔声和降噪消声措施后，对周围声环境影响较小。

实际情况：与环评一致。

五、辐射环境管理措施调查

1、辐射环境管理机构

医院成立了以吴泓为主任委员的放射防护管理委员会，委员会下设办公室，办公室设在医务部医务科。委员会成员基本涵盖各相关职能科室，明确李大江、王峥、邹炳文为副主任委员。且明确了各部门工作职责，满足相关要求。放射防护管理委员会文件见附件 5。

2、辐射工作岗位人员配置

医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度，本项目共设辐射工作人员 10 人，均参加了辐射安全与防护培训知识的学习，并取得了合格证书（成绩合格单）。

根据（生态环境部公告 2021 年 第 9 号）《关于进一步优化辐射安全考核

的公告》和《四川省生态环境厅关于进一步做好核技术利用单位辐射安全与防护考核的通知》（2021 年 3 月 29 日），医院应根据辐射安全许可要求和实际工作情况，组织安排仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员参加自行考核；从事其他核技术利用活动的辐射工作人员应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上的考试并取得相应的成绩报告单，申请辐射安全许可证时做到持证上岗。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，医院应组织考核合格的人员每 5 年接受一次再培训考核。

3、辐射环境管理制度

四川大学华西医院已对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》（川环函[2025]616 号）及环评要求制定了各项规章制度（见附件 6、7），包括：《辐射事故应急预案》《辐射安全与环境保护管理制度》《辐射安全管理规定》《辐射工作设备操作规程》《Siemens ARTIS Icono 数字减影血管造影系统日常操作图文流程》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《辐射工作人员岗位职责》《放射源与射线装置台账管理制度》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《监测仪表使用与核验管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》等相关管理制度。其中《Siemens ARTIS Icono 数字减影血管造影系统日常操作图文流程》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作场所安全管理要求》《辐射事故应急响应程序》等制度均已上墙。现制订的辐射防护规章制度较为全面，可操作性强，能够满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求及日常工作指导需要。建设单位应在工作过程中，严格遵守和执行各项管理制度，并根据实际工作需求及法规要求，定期对制度进行更新与完善。

4、辐射监测

（1）个人剂量检测

医院按规定给所有辐射工作人员配备了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按要求建立了个人剂量档案。医院有专人负责个人剂量检测管理工作。发现个人剂量检测结果异常时，及时调查原因，并将有关情况及时报告放射防护管理委员会。

本项目 10 名辐射工作人员最近一年的个人剂量计检测值最大为 0.17mSv/a、

每季度最大为 0.09mSv/季度（见表 3-5），均低于职业人员 5mSv/a 的剂量约束限值，也未有超过 1.25mSv/季度约束限值的情况。

后续要求：

辐射工作人员开展辐射工作期间应按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128）规范佩戴个人剂量计：对于开展 DSA 项目的工作人员，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴个人剂量计；同时，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如腕部剂量计和指环剂量计等）。

医院应将个人剂量计定期送检（个人剂量监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天），对于一个季度检测数值超过 1.25mSv 的，应开展调查，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后存档；对于一个年度累积剂量超过 5.0mSv 的，应开展调查，查明原因，撰写调查报告，由当事人在调查报告上签字确认后存档，并上报发证机关。职业照射个人剂量档案终生保存。

（2）辐射工作场所监测

医院已制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》，已配置 1 台便携式 X-γ 辐射剂量监测仪，并已建立了辐射监测档案，本项目监测方案如下：

①监测因子：X-γ 辐射空气吸收剂量率。

②监测频率和方式：每年至少委托有资质的监测机构进行 1 次年度监测，并将监测结果随年度评估报告报发证机关；每季度对辐射工作场所进行辐射环境自行监测。

③监测点位：介入手术室 5 的四周屏蔽墙、防护门、观察窗、污物传递窗外以及楼上、楼下区域、穿墙孔洞外、手术室内第一、二术者位和护士位、控制室内。

④质量保证：制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用第三方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。

5、辐射事故应急

（1）医院成立了放射防护管理委员会，全面负责医院的辐射事故应急工作。

（2）为了加强对辐射工作场所的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了较为完善的《辐射事故应急预案》。该应急预案包括：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）、应急保障措施及应急演练计划等。后续医院应做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备，并将本项目射线装置纳入应急适用范围。

（3）应急准备：医院制定了简明扼要且具有可操作性的《辐射事故应急响应程序》，并张贴到了控制室内工作人员容易看到的醒目位置；配备必要的应急物资，后续医院每年至少组织开展 1 次辐射事故应急演练。

（4）先期处置

- ①立即按下急停开关，切断射线装置电源；
- ②按照辐射事故应急响应程序上报单位领导，启动单位辐射事故应急预案；
- ③拨打属地生态环境部门、发证机关和公安部门值班电话报告事故情况；
- ④立即疏散辐射工作场所内及周边可能受辐射影响的所有人员；
- ⑤采用关闭通道和设置警戒线等措施对辐射工作场所进行管控；防止人员进入；
- ⑥保持通信畅通，准备好便携式辐射监测仪、个人剂量报警仪和铅衣、铅帽、铅眼镜等辐射防护用品，为配合相关部门开展应急处置做好准备。

六、环保设施投资及“三同时”落实情况

根据现场检查情况，本项目的环保工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，满足“三同时”的要求，落实了环境影响评价报告提出的各项污染防治措施。同时，根据项目环评及批复文件的要求，项目环保投资预算及实际环保投资对照情况见表 3-6。

表 3-6 辐射防护设施（措施）及投资落实情况一览表

项目	设施（措施）	环评数量	环评预估金额（万元）	实际数量	实际金额（万元）	备注
辐射屏蔽措施	屏蔽手术室（四周墙体、地板、楼板、门、窗屏蔽）	1 间	40.0	1 间	40.0	/
安全装置	工作状态显示灯	1 套	1.0	2 套	1.5	/
	视频监控系统及对讲装置	1 套	2.0	1 套	2.0	
	电离辐射警告标志	2 套	0.04	2 套	0.04	
	床旁及控制台紧急止动开	1 套	/	1 套	/	设备自带

	关					
个人防护用品	辐射工作人员防护：铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜（0.5mm 铅当量）等	4 套	4.0	7 套	5.6	/
	病人防护：铅衣、铅围脖、铅围裙、铅帽（0.5mm 铅当量）	1 套	1.0	1 套	0.8	/
	铅防护吊屏和床下铅帘（均为 0.5mm 铅当量）	1 套	/	1 套	/	设备自带
	个人剂量片	20 个	0.9	个人剂量计 20 个、腕部剂量计 10 个	3.0	每人佩戴 2 个胸部剂量计、1 个腕部剂量计
	个人剂量报警仪	2 个	2.0	未配置	/	设备配置有剂量显示及超剂量报警装置
废气	通排风系统	1 套	2.0	1 套	2.0	纳入主体工程范围
分区管理	场所安全区、控制区、监督区划分标识	1 套	0.1	1 套	0.1	/
监测仪器	X-γ辐射剂量率监测仪	1 台	/	利用已配置设备	/	整个项目设置 1 台
综合管理	辐射工作人员上岗培训及考核	10 人	1.0	10 人	1.0	/
合计			54.04	/	56.04	/

本项目各项辐射安全防护设施按环评要求进行配置或者能够达到环评要求的同等效能，实际投资稍高于环评阶段投资。

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

一、环境影响报告表主要结论与要求

本项目由四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）编制环境影响报告表并已取得批复，环境影响报告表结论如下：

1、项目概况

项目名称：四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目

建设单位：四川大学华西医院

项目建设性质：新建

本项目主要建设内容：建设单位拟在门急诊部 1 层东北部开设伽玛刀治疗中心，设置伽玛刀治疗室 1 和伽玛刀治疗室 2，伽玛刀治疗室内各配备一台头部伽玛射线立体定向放射治疗系统，按照 I 类医用放射源管理，用于患者头部肿瘤的精准治疗，该伽玛刀治疗中心划归神经外科管理；拟在门急诊医技住院综合楼介入放射学诊疗项目：在第一住院楼 1 层创伤中心设置 DSA 复合手术室；在第一住院楼 2 层介入中心设置介入手术室 1、介入手术室 2、介入手术室 3、介入手术室 4 和介入手术室 5；第一住院楼 4 层中心手术室设置介入手术室 6，第二住院楼 4 层中心手术室设置介入手术室 7，分别安装 1 台数字减影血管造影机，属于 II 类射线装置。

2、环境影响评价结论

①辐射环境影响

经模式预测，在正常工况下，项目投入使用后对工作人员造成的年附加有效剂量低于 5mSv 的职业人员年剂量限值；对公众造成的年附加有效剂量低于 0.1mSv 的公众人员年剂量限值。

②大气的环境影响

本项目射线装置运行期间，经过通排风后，室内臭氧浓度可低于《室内空气质量标准》0.16mg/m³ 的限值。同时不会对周围大气环境造成明显影响。

③废水的环境影响

本项目工作人员和患者产生的生活废水依托医院已有污水处理设施处理后排入市政污水管网；对周围水环境无明显影响。

④固体废物的环境影响

本项目 DSA 手术过程产生的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，采用专用塑料袋集中收集后，转移至医院医疗废物暂存间，按照医疗废物执行转移联单制度，委托有资质单位定期统一回收处理。工作人员和患者产生的生活垃圾经院内生活垃圾收集系统收集后交由当地环卫部门，对环境的影响很小。

⑤噪声环境影响

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机，选用低噪设备，再加上建筑物墙体的隔声作用及医院场址内的距离衰减，项目噪声对区域声环境影响较小。

3、事故风险与防范

建设单位制订了较为完善的辐射事故应急预案和安全规章制度，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

4、环保设施与保护目标

建设单位需按设计和环评要求配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

5、辐射安全管理的综合能力

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，辐射工作人员配置合理，制定了辐射事故应急预案与各项安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。在一一落实设计的环保设施和相关的法律法规的要求后，具备本项目辐射安全管理的综合能力。

6、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，本项目在四川大学华西医院锦江院区内进行建设，从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

7、建议和承诺

（1）认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

（2）不断提高工作人员素质，增强职工环保意识和安全意识，做好辐射防护设施、设备的维护保养，避免发生辐射事故。

(3) 建设单位重新申领辐射安全许可证之前,注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统,对所用射线装置的相关信息填写。

(4) 辐射工作人员需在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台,参加辐射安全培训并报名参加考核。

二、项目环评批复要求及落实情况

四川省生态环境厅于 2022 年 9 月 13 日以“川环审批[2022]103 号”对《四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目环境影响报告表》进行了批复。批复具体要求及落实情况见表 4-1。

表 4-1 本项目环评批复要求及落实情况一览表

环评批复要求		落实情况
项目建设中应重点做好以下工作	(1) 严格按照报告表中的内容、地点进行建设,未经批准,不得擅自更改项目建设内容及规模。该项目若存在建设内容、地点、产污情况与报告表不符,必须立即向生态环境主管部门报告。	(1) 本次验收包含的建设内容及规模、建设地点、产污情况与环评报告表一致。
	(2) 项目建设过程中,必须认真落实报告表中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求,落实环保措施及投资,确保环保设施与主体工程同步建设,各辐射工作场所射线屏蔽能力满足防护要求。	(2) 本项目落实了各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求,落实了环保措施及投资,环保设施与主体工程同步建设完成;经现场监测,介入手术室 5 射线屏蔽能力能满足防护要求。
	(3) 落实项目施工期各项环境保护措施。严格按国家关于有效控制城市扬尘污染的要求,控制和减小施工扬尘污染;合理安排施工时间、控制施工噪声,确保噪声不扰民;采用医院原有污水处理设施处理生活污水;采用回收利用、收集清运等方式处理固体废物,施工弃渣及时清运到指定场地堆存,严禁随意倾倒。	(3) 经现场调查,项目落实了施工期各项环境保护措施。做到了控制和减小施工扬尘污染、噪声不扰民;采用医院原有污水处理设施处理生活污水;施工弃渣及时清运到指定场地堆存。经现场调查,未发现施工期遗留环境问题。
	(4) 应完善辐射事故应急预案,将新增项目内容纳入本单位辐射环境安全管理中,及时更新放射性同位素和射线装置台账等各项档案资料。	(4) 建设单位已经建立了较完善的辐射安全管理制度,制订了有针对性和可操作性的辐射事故应急预案和应急响应程序。更新了射线装置台账等各项档案资料和辐射安全许可证。
	(5) 应配备便携式 X-γ 辐射剂量率监测仪、个人剂量计、个人剂量报警	(5) 建设单位已配备便携式辐射监测仪、个人剂量计等辐射监测设备,制定了《辐

项目建设中应重点做好以下工作	仪等辐射监测设备和相应的辐射防护用品,并制定辐射工作场所的辐射环境监测计划。	射工作场所和环境辐射水平监测方案》,并将定期开展自我监测,记录备查。
	(6) 新增辐射从业人员应当按照有关要求,登录国家核技术利用辐射安全与防护培训平台(http://fushe.mee.gov.cn),参加并通过辐射安全与防护考核。	(6) 本项目所涉及辐射工作人员已参加辐射安全和防护知识培训,并通过考试取得了合格证书,做到持证上岗。
申请许可证工作	项目辐射工作场所及相应的辐射安全与防护设施(设备)建成且满足辐射安全许可证申报条件后,你单位应在项目投入运行前登陆四川政务服务网(http://www.sczwfw.gov.cn)向我厅重新申请领取《辐射安全许可证》。	本次验收射线装置已上证。
项目竣工环境保护验收工作	项目建设必须依法严格执行环境保护“三同时”制度。项目竣工后,应严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》开展竣工环境保护验收,并向我厅报送相关信息。	建设单位已委托四川省自然资源实验测试研究中心(四川省核应急技术支持中心)开展竣工环保验收工作,验收工作正在进行中。
项目运行中应重点做好以下工作	(1) 项目运行必须严格按照国家和省有关标准和规定实施。辐射工作人员的个人剂量约束值应严格控制在5mSv/年以内。公众个人剂量约束值为0.1mSv/年。	(1) 本次验收各项辐射安全防护措施安装到位并有效运行,监测结果表明手术室屏蔽设施对射线屏蔽防护效果良好,辐射工作人员及公众所受剂量均低于环评批复要求的约束限值。
	(2) 加强辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护,定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施,确保实时有效、污染物稳定达标排放,防止运行故障发生。	(2) 建设单位制定了《辐射安全和防护设施维护维修制度》并严格执行,定期巡视检查(检验)各项安全装置和辐射防护措施。每次设施维护维修均会记录。
	(3) 严格按照报告表要求,对辐射工作场所实行合理的分区管理,杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。	(3) 本项目手术室按照报告表的要求进行了两区划分,并严格进行分区管理。“两区”边界已按报告表进行划线标识。
	(4) 放射源的购买应严格按照国家相关规定办理审批备案手续,并加强台账管理,做到账物相符。同时应配合有关放射源生产厂家或有相应辐射安全资质的单位做好在有关放射源装源、换源过程中的辐射安全管理,确保放射源安全可控。	(4) 本次验收不涉及放射源。
	(5) 按照制定的辐射环境监测计划,定期自行开展环境辐射监测,并记录	(5) 建设单位已配备相应的辐射监测设备和辐射防护用品,制定了《辐射工作场所

项目运行中应重点做好以下工作	备查。每年应委托有资质单位开展辐射环境年度监测,并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。	和环境辐射水平监测方案》,将定期开展自我监测和外委年度监测,记录备查,并将结果纳入辐射安全和防护状况年度评估报告。
	(6) 依法对辐射工作人员进行个人剂量监测,特别应加强对从事介入治疗的医护人员的辐射防护和剂量管理,建立辐射工作人员的个人剂量档案。个人剂量监测结果超过 1.25mSv/季的应核实,必要时采取适当措施,确保个人剂量安全;发现个人剂量监测结果异常(>5mSv/年)应当立即组织调查并采取措施,有关情况及时报告我厅。	(6) 建设单位已经制定了《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员剂量管理制度》,所有辐射工作人员均已佩戴了个人剂量计和腕部剂量计,建设单位将按照法规规定定期送检,已为辐射工作人员建立个人剂量档案和个人健康档案。建设单位承诺及时调查个人剂量异常情况,并按要求进行上报。
	(7) 应按有关要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告,并于次年 1 月 31 日前经由“全国核技术利用辐射安全申报系统”上报我厅。同时,应做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作,确保信息准确完整。	(7) 建设单位承诺按要求执行。
	(8) 头部伽玛刀运行中产生的臭氧由机械排风系统通过专用排风管道引至裙楼楼顶排放;生活污水依托医院拟建污水处理设施处理;选用低噪声设备,采用隔声、减振等方式减少噪声;医疗废物由医疗废物处理机构定期统一处理,生活垃圾由医院分类收集后交市政环卫部门统一清运。	(8) 本次验收手术室设置排风,排风量 800m ³ /h,排放口位于同层;风机采用低噪声风机,并经建筑物隔声、石棉板垫片减振等措施后,对周围声环境没有明显影响;生活污水依托医院原有污水处理设施处理;医疗废物统一收集后暂存于医疗废物间,并定期交由有医疗废物处理资质的单位处置;生活垃圾由医院分类收集后交市政环卫部门统一清运。
	(9) 对射线装置实施报废处置时,应当将其拆解和去功能化。	(9) 建设单位承诺按要求执行。

三、项目实际建设情况与环评及批复内容的差异

通过现场检查,本次验收内容与环评及批复对照,实际建设中,存在以下变动:

①在手术室西侧靠墙角位置增加 1 扇污物传递窗,用于传递污物,污物传递窗为 2.5mm 铅当量厚的铅玻璃,与防护门和观察窗一致,并设置了足够的超边量,经现场监测,传递窗外出束和未出束情况下监测数据接近,处于同一辐射水平,不存在辐射泄漏情况,没有造成“辐射防护措施改变导致不利影响加重”。

②本次验收时，医生流通路径和病人流通路径与环评一致，污物流通路径由环评时的“由病人通道门运出”变更为“增设污物传递窗、由传递窗运出”，污物流程路径更加合理。

③未配备个人剂量报警仪，DSA 设备本身配备有相应的表征剂量的指示装置，能够在线监测输出剂量，并且当 DSA 手术室内出现超剂量照射时会出现报警，可以实现个人剂量报警仪的功能；且生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）未要求配备。

④医生通道门顶部增设工作状态显示；辐射工作人员个人防护用品（铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜等）较环评阶段多配置 3 套；为每名辐射工作人员各配备 2 个胸部个人剂量计（铅衣内外各 1 个）和 1 个腕部个人剂量计，较环评阶段每人多配置 1 个胸部个人剂量计和 1 个腕部个人剂量计；以上变化使辐射安全防护措施增强。

对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函[2025]313 号），本项目性质、建设地点、规模、工艺、辐射安全与防护措施等均未发生重大变动。

表五 验收监测质量保证及质量控制

本次验收监测单位为四川省自然资源实验测试研究中心(四川省核应急技术支持中心),具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书(编号:220020341133),并在许可范围内开展监测工作和出具有效的监测报告,保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下:

①根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)、《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021)和项目实际情况制定监测方案及实施细则。

②严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作。

③监测仪器每年经过计量部门检定后使用;每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

④监测人员经考核并持有合格证书上岗。

⑤根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021),布设监测点位置和高度,兼顾监测技术规定和实际情况,监测结果具有代表性和针对性。

⑥监测时获取足够的数据量,以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理。

⑦建立完整的文件资料。仪器校准(测试)证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留,以备复查。

⑧检测报告严格实行三级审核制度,经过校对、校核,最后由技术负责人审定。

表六 验收监测内容

一、监测项目

通过对射线装置运行过程中污染源项调查，主要污染因子为射线装置工作时产生的 X 射线，产生污染因子的场所主要在介入手术室 5 附近。

本次验收监测因子为 X- γ 辐射剂量率。

二、监测点位

根据现场实际情况，本次验收监测布点见下表。

表 6-1 本次验收监测点位一览表

点位编号	监测点位位置	监测内容	备注	
1	第一术者位(距球管 0.3m)	X- γ 辐射剂量率	/	透视
2	第二术者位(距球管 1.0m)		/	透视
3	护士位(距球管 1.5m)		/	透视
4	第一术者位手部(距球管 0.2m)		/	透视
5	观察窗外 0.3m		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
6	医生通道门外西南侧门缝		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
7	医生通道门外中部 0.3m		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
8	医生通道门外东北侧门缝		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
9	手术室西北侧墙体外 0.3m		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
10	手术室东北侧墙体外 0.3m		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
11	病人通道门外西北侧门缝		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
12	病人通道门外中部 0.3m		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
13	病人通道门外东南侧门缝		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
14	手术室东南侧墙体外 0.3m		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
15	手术室西南侧墙体外 0.3m		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
16	污物传递窗外 0.3m		介入手术室 5 外 0.3m	拍片
17	手术室正上方		介入手术室 5 正上方距离地板 1.0m	拍片
18	手术室正下方		介入手术室 5 正下方距离地板 1.7m	拍片

以上监测点位的布设能够科学反映本项目手术室的防护效果及 DSA 出束时对周围的辐射环境影响水平，点位布设符合技术规范要求。具体监测布点示意图

图 6-1。

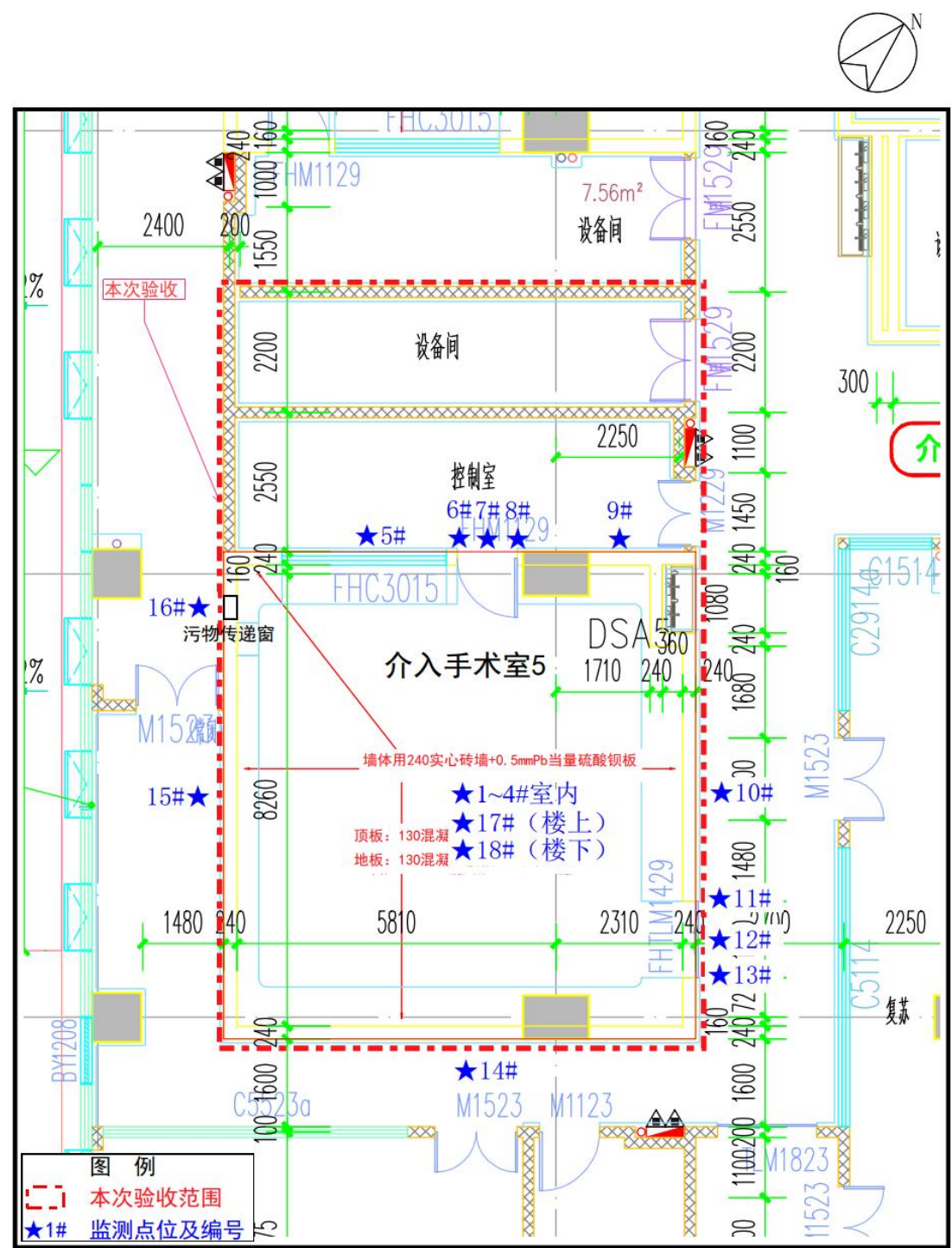


图 6-1 本次验收监测布点示意图

三、监测仪器和监测分析方法

1、监测仪器

本次监测所用的仪器性能参数符合国家标准方法的要求，具有有效的国家计

量部门检定的合格证书，并具有良好的日常质量控制程序。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。本次验收监测所使用的仪器情况见表 6-2。

表 6-2 本次验收监测所使用的仪器情况

监测项目	监测仪器	测量范围
X-γ辐射剂量率	仪器名称：便携式 X-γ剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：CF0355 能量响应范围：25keV~3MeV 校准单位：四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心） 证书编号：校准字第 J20260105011 号 校准日期：2026-03-06 有效日期：2027-03-05	1~10000 (×10 ⁻⁸ Gy/h)
环境温度、环境湿度	仪器名称：手持气象站 仪器型号：NK 4000 仪器编号：CF0270 环境温度分辨率：0.1℃ 环境湿度分辨率：0.1% 校准单位：四川中衡计量检测技术有限公司 证书编号：20260105620147 号 校准日期：2026-01-05 有效日期：2027-01-04	/

2、监测分析方法

本次监测项目的监测方法、方法来源见表 6-3。

表 6-3 监测方法及方法来源

监测项目	监测方法	方法来源
X-γ辐射剂量率	现场监测	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）。

表七 验收监测

验收监测期间运行工况记录：

2026 年 9 月 7 日，四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）监测技术人员在建设单位相关负责人的陪同下，对本项目进行了竣工环保验收监测。

一、验收测试条件

环境温度：24.4℃~26.3℃；环境湿度：55.6%~60.4%；天气状况：晴。

二、验收监测工况

本次验收射线装置的监测工况见表 7-1。

表 7-1 本次验收射线装置的监测工况表

名称及型号	类别	额定工况	监测时工况	曝光方向	所在位置
西门子医疗有限公司 ARTIS Icono Ceiling 型 DSA	II类	管电压：125kV 管电流：1000mA	透视： 管电压：76kV 管电流：14mA 曝光时间：连续	由下 向上	锦江院区 2 号楼 2 层介 入手术室 5
			拍片： 管电压：101kV 管电流：345mA 曝光时间：连续		

验收监测结果：

一、验收监测结果

本次验收监测结果见表 7-2。

表 7-2 介入手术室 5 周围 X-γ辐射剂量率监测结果

编号	测量点位置		X-γ辐射剂量率 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)	标准差 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)	备注
1	第一术者位（距球管 0.3m）	未曝光	8.5	0.2	透视
		曝光	257.2	0.9	
2	第二术者位（距球管 1.0m）	未曝光	8.8	0.2	透视
		曝光	132.2	0.9	
3	护士位（距球管 1.5m）	未曝光	8.8	0.2	透视
		曝光	73.5	0.6	
4	第一术者位手部（距球管 0.2m）	未曝光	8.9	0.2	透视
		曝光	1948.1	3.2	
5	观察窗外 0.3m	未曝光	8.7	0.2	拍片
		曝光	9.0	0.2	
6	医生通道门外西南侧门缝	未曝光	8.5	0.2	拍片
		曝光	8.8	0.2	
7	医生通道门外中部 0.3m	未曝光	8.5	0.2	拍片
		曝光	8.7	0.2	
8	医生通道门外东北侧门缝	未曝光	8.5	0.2	拍片
		曝光	9.1	0.2	
9	手术室西北侧墙体外 0.3m	未曝光	8.9	0.2	拍片
		曝光	9.2	0.2	
10	手术室东北侧墙体外 0.3m	未曝光	9.0	0.2	拍片
		曝光	9.4	0.2	
11	病人通道门外西北侧门缝	未曝光	8.9	0.2	拍片
		曝光	9.8	0.3	
12	病人通道门外中部 0.3m	未曝光	8.8	0.3	拍片
		曝光	9.2	0.2	
13	病人通道门外东南侧门缝	未曝光	9.0	0.2	拍片
		曝光	9.7	0.2	
14	手术室东南侧墙体外 0.3m	未曝光	8.6	0.2	拍片
		曝光	9.1	0.2	
15	手术室西南侧墙体外 0.3m	未曝光	8.8	0.2	拍片
		曝光	9.0	0.3	
16	污物传递窗外 0.3m	未曝光	8.6	0.2	拍片

		曝光	9.3	0.1	
17	手术室正上方 3F 内镜中心	未曝光	9.0	0.2	拍片
		曝光	9.0	0.2	
18	手术室正下方 1F 办公区	未曝光	8.7	0.2	拍片
		曝光	8.9	0.2	
注：X-γ辐射剂量率监测结果均未扣除宇宙射线响应值。					

二、验收监测结果分析

（一）X-γ辐射剂量率分析

由以上监测数据可说明：①在介入手术室 5 外射线装置出束时和未出束时的 X-γ辐射剂量率监测值基本相当，说明本项目屏蔽体防护效果良好，不存在射线泄漏；②射线装置出束时，介入手术室 5 外周围 X-γ辐射剂量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h 的要求。

（二）年附加受照射剂量分析

1、职业人员

（1）全身受照射剂量

根据《辐射安全手册》，X 射线产生的外照射年有效剂量计算公式如下：

$$E=H \times 10^{-3} \times h \times \eta \times W_T \dots\dots\dots \text{式 7-1}$$

式中：E—关注点的附加年有效剂量（mSv/a）；

H—关注点的当量剂量率（μSv/h），根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），换算系数为 1.2Sv/Gy；

h—工作负荷（h/a）；

η—居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员停留的地方取 1/16；

W_T—组织权重因子，取 1。

根据医院提供资料，本项目 DSA 年手术台数最多 1800 台，年最长出束时间透视为 300h、拍片为 10h，辐射工作人员在 2 层介入中心的 5 间介入手术室会交叉使用；辐射工作人员分组进行手术，每台手术有 3 名工作人员（2 名手术医生+1 名护士）。虽然，辐射工作人员在 2 层介入中心的 5 间介入手术室会交叉使用，但每组人员每年最多进行 1800 台手术，年最长受照时间为透视 300h、

拍片 10h。

本项目职业人员所受年附加有效剂量见下表。

表 7-3 职业人员年附加有效剂量计算表

辐射工作人员		工作模式	关注点位置	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年受照时间(h)	居留因子(η)	年附加有效剂量 (mSv/a)	
医师	第一术者位	透视	第一术者位	2.487	300	1	7.46E-01	7.46E-01
		拍片	控制室	0.006	10	1	6.00E-05	
	第二术者位	透视	第二术者位	1.234	300	1	3.70E-01	3.70E-01
		拍片	控制室	0.006	10	1	6.00E-05	
护士*		透视	护士位	0.647	150	1	9.71E-02	9.81E-02
		拍片	控制室	0.006	160	1	9.60E-04	
技师		拍片	控制室	0.006	310	1	1.86E-03	1.86E-03

注：①*对于本项目护士，一般情况主要负责术前准备和术后清理工作，确因手术情况需要时，会负责术中配合跟台手术，不直接操作介入手术，主要进行医疗器具的传递等工作，据医院大量手术经验统计，最不利情况下护士在透视时最多有 1/2 的时间停留在手术室内，其他时间在控制室内。②附加剂量率为曝光时监测值扣除未曝光时监测值，控制室附加剂量率取控制室内所有监测点位最大值。

根据表 7-3 可知，在进行介入手术时，手术室内第一、二术者位和护士位的职业人员所受年附加有效剂量最大为 $7.46 \times 10^{-1} \text{mSv}$ ，控制室内职业人员所受年附加有效剂量最大为 $1.86 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，均满足职业照射年有效剂量 5mSv 的约束限值要求。

(2) 手部受照射剂量

根据表 7-2，本项目医生手术时手部位置处的附加辐射剂量率为 $23.271 \mu\text{Sv/h}$ ，根据医生介入手术工作量情况，单组医生年最大透视时间为 300h，据医院大量手术经验统计：手术过程中医生随时在活动，其手部不会一直处于受照射位置不动，医生手术位手部皮肤约 1/5 的时间（60h）处于受照位置，根据式 7-2~式 7-4 核算出单组医生手部皮肤受到当量剂量最大为 0.978mSv/a ，满足本项目职业人员四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束限值 125mSv 的要求。

2、公众

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离手术室最近的关注点可以代表此处环境保护目标处最大可能受到的附加有效剂量，本项目各环境

保护目标受到的最大附加有效剂量计算结果见下表。

表 7-4 公众年附加有效剂量计算表

公众	保护目标位置	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年受照时间 (h)	居留因子 (η)	年附加有效 剂量 (mSv/a)
手术室周围医 院其他工作人 员, 患者, 陪 护人员等	西北侧电梯、楼梯、更衣 室、卫生间、办公室等	0.009	310	1	2.79E-03
	西南侧污物通道, 通道外 为楼外, 无房间	0.009	310	1/4	6.98E-04
	东南侧示教室、家属等候 区、麻醉准备等	0.009	310	1	2.79E-03
	东北侧复苏室、电梯厅、 介入办公室、放射一区、 护士站等	0.009	310	1	2.79E-03
	上方 3 层耳喉鼻镜复苏 室、走廊、休息/就餐间、 配单间等	0	310	1	0
	下方 1 层创伤抢救、护士 站、DR 控制室、清创室、 空调机房、办公区等	0.002	310	1	6.20E-04
注: 附加剂量率为曝光时监测值扣除未曝光时监测值, 各保护目标处附加剂量率取介入手 术室 5 外周围所有监测点位最大值。					

根据上表, 本项目介入手术室 5 周围各保护目标受到的年附加有效剂量最大为 $2.79 \times 10^{-3} \text{mSv}$, 满足公众照射年有效剂量 0.1mSv 的约束限值要求。

表八 验收监测结论

一、项目概况

项目名称：四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目（介入手术室 5）

建设单位：四川大学华西医院

建设性质：新建

建设地点：成都市锦江区锦江大道 1166 号四川大学华西医院锦江院区 2 号楼 2 层

建设内容：在锦江院区 2 号楼 2 层新建一间介入手术室 5，在手术室内使用 1 台西门子医疗有限公司 ARTIS Icono Ceiling 型 DSA，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置。

对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函[2025]313 号），本项目性质、建设地点、规模、工艺、辐射安全与防护措施等均未发生重大变动。

二、辐射安全与防护设施落实结论

根据现场调查，本项目各项辐射安全与防护设施已按照环境影响报告表及其批复文件进行落实。

三、辐射环境影响结论

根据现场监测及计算结果：

（1）DSA 出束时和未出束时的 X- γ 辐射剂量率监测值基本相当，说明本项目屏蔽体防护效果良好，不存在射线泄漏。

（2）DSA 出束时，介入手术室 5 周围 X- γ 辐射剂量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

（3）本项目 DSA 在正常工况下，辐射工作人员所受年附加有效剂量满足职业照射年有效剂量 5mSv 的约束限值要求；辐射工作人员手部皮肤所受年当量剂量满足职业人员四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束限值 125mSv 的要求；公众所受年附加有效剂量满足公众照射年有效剂量 0.1mSv 的约束限值要求。

综上所述，本项目所采取的辐射屏蔽措施均切实有效，在射线装置正常开展

介入手术工作时对周围的辐射环境影响满足环境影响报告表及其批复文件的要求。

四、验收结论

本项目的建设满足《四川大学华西医院锦江院区核技术利用项目环境影响报告表》及批复的要求，建设单位成立了放射防护管理委员会，负责全院的辐射安全管理工作；制定了辐射事故应急预案，具备了处理辐射事故的能力；完成了辐射安全与防护设施的建设，制定了相应的辐射安全管理制度，辐射安全管理人员和辐射工作人员均参加了有关辐射安全与防护培训并经考核合格后上岗，掌握了辐射安全防护知识和技能，具备了安全操作射线装置的能力。综上，四川大学华西医院具备使用和管理本项目 DSA 的能力，故从辐射安全和生态环境保护的角度，建议通过竣工环境保护验收。