

四川友谊医院有限责任公司  
扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目  
竣工环境保护验收监测报告表  
(公示本)

建设单位： 四川友谊医院有限责任公司

编制单位： 四川瑞迪森检测技术有限公司

2026 年 1 月

## 目 录

表一 项目基本情况 .....	1
表二 项目建设情况 .....	6
表三 辐射安全与防护设施/措施 .....	20
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 .....	28
表五 验收监测质量保证及质量控制 .....	42
表六 验收监测内容 .....	43
表七 验收监测 .....	46
表八 验收监测结论 .....	51

表一 项目基本情况

建设项目名称	四川友谊医院有限责任公司 扩建1台数字减影血管造影机使用项目				
建设单位名称	四川友谊医院有限责任公司 (统一社会信用代码: ***)				
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役				
建设地点	四川省成都市锦江区上沙河铺街96号 四川友谊医院有限责任公司住院医技大楼负二层				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	II类			
取得项目环评批复时间	2025年3月10日	开工建设时间	2025年4月28日		
取得辐射安全许可证时间	2025年12月15日	项目投入运行时间	2025年9月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025年9月	验收现场监测时间	2025年12月2日		
环评报告表审批部门	成都市生态环境局	环评报告表编制单位	四川瑞迪森检测技术有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	/	辐射安全与防护设施施工单位	/		
投资总概算(万元)	***	辐射安全与防护设施投资总概算(万元)	***	比例	***
实际总概算(万元)	***	辐射安全与防护设施实际总概算(万元)	***	比例	***
验收依据	<p><b>1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度:</b></p> <p>(1)《中华人民共和国环境保护法》，1989年12月26日实施，2014年4月24日修订，2015年1月1日起实施；</p> <p>(2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修正版)，2018年12月29日起施行；</p> <p>(3)《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人大常委会，2003年10月1日起施行；</p> <p>(4)《建设项目环境保护管理条例》(2017年修订版)，国务院令第682号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12</p>				

月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；

(6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年修改，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；

(7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；

(8)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局文件，环发〔2006〕145 号文；

(9)《关于发布<射线装置分类>办法的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；

(10)《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修订，2016 年 6 月 1 日起施行；

(11)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 22 日起施行；

(12)《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；

(13)《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，2025 年 11 月 7 日印发。

## **2、建设项目竣工环境保护验收技术规范：**

(1)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）；

(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

(3)《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；

(4)《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

(5)《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

(6)《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。

## **3、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批文件：**

(1)《四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目环境影响报告表》，四川瑞迪森检测技术有限公司，2025 年 2 月，见附件 2；

(2)《成都市生态环境局关于四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目环境影响报告表的批复》（成环审（辐）〔2025〕35 号，成都市生态环

境局，2025年3月10日)，见附件3。

### 1、人员年受照剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的规定，本项目辐射工作人员及公众的年剂量限值见表1-1。

表 1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值 (摘录部分)

类别	要求
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众中有关关键人群组成员所受到平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果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。

验收执行标准

### 2、人员年受照剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)“剂量约束值通常应在公众照射剂量值10%~30%(即0.1mSv/a~0.3mSv/a)的范围之内”的规定，遵循辐射防护最优化原则，制定的本项目剂量约束值见表1-2。

表 1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

项目名称	适用范围	剂量约束值
扩建1台数字减影血管造影机使用项目	职业照射	5mSv/a
	公众照射	0.1mSv/a

### 3、辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

#### (1) 控制区

注册者和许可证持有者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值潜在照射的范围。

#### (2) 监督区

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，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。

**4、《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)**

6.1.5 除床旁拍片设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外,对新建、改建和改建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房,其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。

表 2 X 射线设备机房(照射室)使用面积及单边长度

机房类型	机房内最小有效使用面积, m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度, m
单管头 X 射线机(含 C 形臂, 乳腺 CBCT)	20	3.5

d. 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积

**6.2 X 射线设备机房屏蔽**

6.2.1 不同类型 X 射线设备(不含床旁拍片设备和便携式 X 射线设备)机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

6.5.3 除介入防护手套外,防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb; 介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb; 甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb; 移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品,防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时,应妥善存放,不应折叠放置,以防止断裂。

表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

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

注: “—”表示不要求。

**5、《四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目环境影响报告表》**

(1) 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) 第 4.3.2.1 条的规定, 对任何工作人员, 由来自各项获准实践的综合照射所致个

人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。结合医院已有的核技术利用项目综合取医院辐射工作人员个人年有效剂量约束值为 5mSv/a；从事介入操作的辐射工作人员四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束值为 125mSv。

（2）公众照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定，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年有效剂量 1mSv。结合医院已有的核技术利用项目综合取公众个人年有效剂量约束值为 0.1mSv/a。

（3）DSA 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》（GBZ 130-2020）有关规定：“6.3.1 a）具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间”。本项目距 DSA 手术室墙体、门、观察窗表面外 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处、地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处的辐射剂量率目标控制值均为 2.5 $\mu$ Sv/h。

## 5、安全管理及环评要求

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环评文件及其批复中的相关要求。

表二 项目建设情况

## 项目建设内容

### 一、建设单位基本情况

四川友谊医院有限责任公司（统一社会信用代码：\*\*\*，以下简称“医院”）成立于2014年，是由四川省卫健委批准设置的集医疗、教学、科研和预防保健为一体的大型三级甲等综合性医院，医院建筑面积5万余平方米，设置及开放床位600张。医院学科专业齐全，其中普外科是四川省医学重点专科，呼吸内科是成都市医学重点建设专科，神经外科入选国家卫健委首批“神经外科建设中心”。医院已开展有常规诊疗技术及各种腔镜、放射和超声介入、血液净化、核医学等现代医学技术，为患者提供高效、便捷、舒适的诊疗服务。

四川友谊医院有限责任公司现持有四川省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》，证书编号：川环辐证〔00464〕，发证时期：2025年12月15日，有效期至2030年2月28日，许可种类和范围为：使用II类、III类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。辐射安全许可证正副本见附件4。

### 二、项目建设内容和规模

为满足医疗发展需求，更好的服务大众，四川友谊医院有限责任公司于医技大楼（已建，高度约61m，地上16层，地下2层）负二层原空置区域设置介入科并新建1座DSA手术室及配套房间，在DSA手术室内新增使用1台DSA（上海联影uAngio AVIVA，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA），属II类射线装置。根据医院初步规划用于介入手术约400台/年，年出束时间累计约106.67h（包含透视约100h/a及拍片时间约6.67h/a），常用出束方向由下而上，主要用于介入诊断治疗。

DSA手术室（约53.4m<sup>2</sup>）尺寸为：长7.57m，宽7.05m，高2.70m。DSA手术室四周墙体均采用钢架+4.26mm铅当量硫酸钡板结构：硫酸钡板单块规格为153mm×103mm×11mm（0.71mm铅当量），四周墙体均为6块硫酸钡板叠加（厚度约66mm）固定在钢架龙骨结构拼接而成（拼接接缝处用4mm铅当量铅皮搭接固定）；屋顶采用120mm厚混凝土+2mm铅板结构，地面为120mm厚混凝土（下方为土层结构）。

在DSA手术室北侧设有控制室，控制室观察窗设计为4mm铅当量铅玻璃窗（铅玻璃窗厚度约为20mm），防护门共3扇（患者进出防护门、DSA手术室至控制室防护门、

DSA 手术室至污物通道防护门), 均设计为 4mm 厚铅板。

医院已委托四川瑞迪森检测技术有限公司于 2025 年 2 月编制完成了《四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目》的环境影响评价报告表, 并于 2025 年 3 月 10 日取得了成都市生态环境局关于该项目的批复文件(成环审(辐)(2025)35 号), 相关资料详见附件 2。

该项目于 2025 年 4 月开始开工建设, 2025 年 9 月完成 DSA 设备(上海联影 uAngio AVIVA) 的安装调试, 同时配套的辐射安全与防护设施和主体工程均已建成。

本项目配套的环保设施与主体工程符合“三同时”制度, 具备竣工环境保护验收条件。根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定, 四川友谊医院有限责任公司委托四川瑞迪森检测技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作(项目委托书见附件 1)。四川瑞迪森检测技术有限公司接受委托后, 于 2025 年 11 月编制了《四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目竣工环境保护验收监测方案》, 于 2025 年 12 月 2 日开展了现场核查及现场监测, 根据现场监测和核查情况, 编制本项目验收监测报告。

### 三、环评审批及实际建设情况

#### 1、建设地点及外环境关系

##### (1) 四川友谊医院有限责任公司外环境关系

四川友谊医院位于成都市锦江区上沙河铺街 96 号, 其东北侧依次为安宁河路、成都大学附属中学(距最近教学楼约 120m) 及岷山路; 东南侧依次为安宁河路、华宇嘉苑小区(距最近单元楼约 35m)、空地及四川邮电职业技术学院(距最近教学楼约 30m); 西南侧依次为上沙河铺街及华宇广场商业住宅区(距最近商业约 50m, 距最近住宅楼约 130m); 西北侧依次为岷山路、成都市沙河堡小学(距最近教学楼约 100m) 及塔子山壹号小区(距最近住宅楼约 170m)。

##### (3) 辐射工作场所外环境关系

本项目 DSA 手术室位于医技大楼负二层, 其 50m 评价范围内东北侧依次为设备间、备用库房、放疗科(专家接待室、会议室、档案室、准备间、头  $\gamma$  机房、直线加速器机房、后装机房、TOMO 机房) 等; 东南侧依次为营养配置室库房、营养配置室、备用房间、天井、通道等及土层结构; 西南侧依次为污物暂存间、洁具间、患者通道、通道及土层结构; 西北侧依次为复苏室、无菌间、移动 C 臂机房、备用房间、更衣室、卫生间、

换鞋区、医生通道及停车场区域，正上方为工作人员食堂区域；正下方医技大楼底层（土层结构）。

四川友谊医院有限责任公司外环境关系、平面布局示意图及医技大楼负二层平面布局示意图见图 2-1~图 2-3。



图 2-1 外环境关系示意图示意图

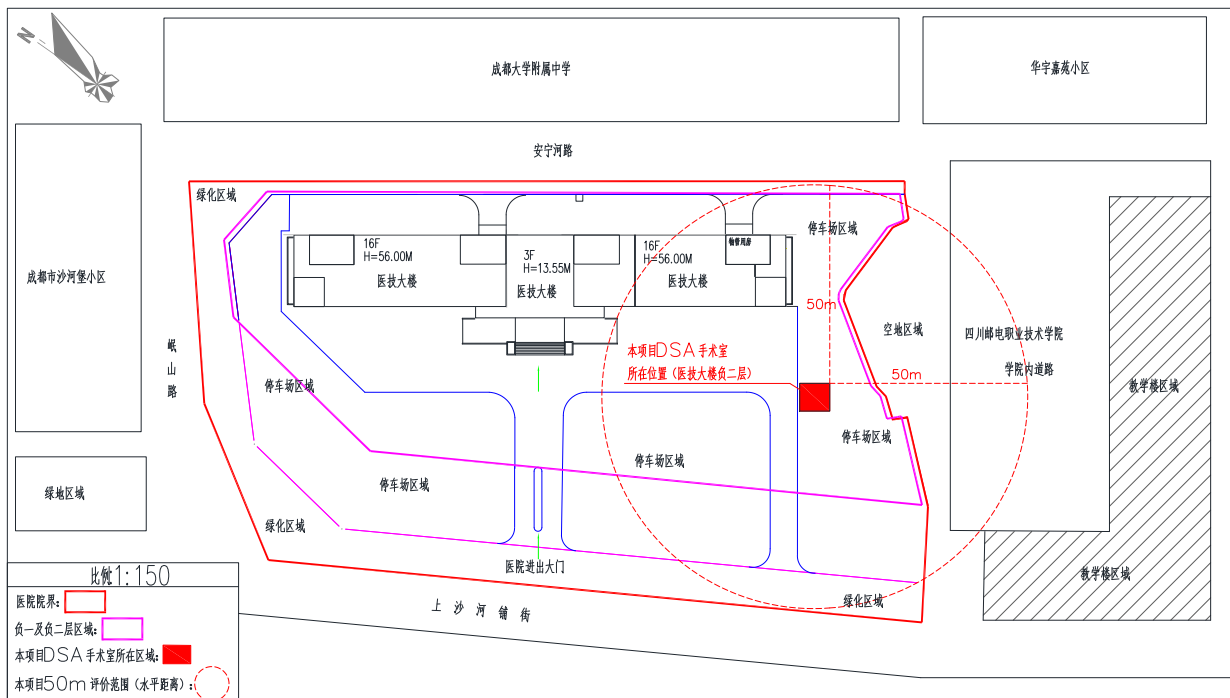


图 2-2 总平面示意图示意



表 2-1 扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目环评审批及实际建设情况一览表

项目建设地点及其周围环境					
项目内容	环评规划情况		实际建设情况		备注
建设地点	四川省成都市锦江区上沙河铺街 96 号 四川友谊医院有限责任公司医技大楼负二层		四川省成都市锦江区上沙河铺街 96 号 四川友谊医院有限责任公司医技大楼负二层		
周围环境	医院	东北侧	依次为安宁河路、成都大学附属中学（距最近教学楼约 120m）及岷山路。	依次为安宁河路、成都大学附属中学（距最近教学楼约 120m）及岷山路。	与环评一致
		东南侧	依次为安宁河路、华宇嘉苑小区（距最近单元楼约 35m）、空地区域及四川邮电职业技术学院（距最近教学楼约 30m）。	依次为安宁河路、华宇嘉苑小区（距最近单元楼约 35m）、空地区域及四川邮电职业技术学院（距最近教学楼约 30m）。	
		西南侧	依次为上沙河铺街及华宇广场商业住宅区（距最近商业约 50m，距最近住宅楼约 130m）。	依次为上沙河铺街及华宇广场商业住宅区（距最近商业约 50m，距最近住宅楼约 130m）。	
		西北侧	依次为岷山路、成都市沙河堡小学（距最近教学楼约 100m）及塔子山壹号小区（距最近住宅楼约 170m）。	依次为岷山路、成都市沙河堡小学（距最近教学楼约 100m）及塔子山壹号小区（距最近住宅楼约 170m）。	
	DSA 手术室	东北侧	依次为设备间、备用库房、放疗科（专家接待室、会议室、档案室、准备间、头 γ 机房、直线加速器机房、后装机房、TOMO 机房）等	依次为设备间、备用库房、放疗科（专家接待室、会议室、档案室、准备间、头 γ 机房、直线加速器机房、后装机房、TOMO 机房）等	
		东南侧	依次为营养配置室库房、营养配置室、备用房间、天井、通道等及土层结构。	依次为营养配置室库房、营养配置室、备用房间、天井、通道等及土层结构。	
		西南侧	依次为污物暂存间、洁具间、患者通道、通道及土层结构。	依次为污物暂存间、洁具间、患者通道、通道及土层结构。	
		西北侧	依次为复苏室、无菌间、移动 C 臂机房、备用房间、更衣室、卫生间、换鞋区、医生通道及停车场区域。	依次为复苏室、无菌间、移动 C 臂机房、备用房间、更衣室、卫生间、换鞋区、医生通道及停车场区域。	
		上方	工作人员食堂区域	工作人员食堂区域	
		下方	医技大楼底层（土层结构）	医技大楼底层（土层结构）	
项目环境保护目标					
项目内容	环评规划情况		实际建设情况		备注
评价及验	DSA 手术室实体屏蔽墙体外 50m 区域		DSA 手术室实体屏蔽墙体外 50m 区域		与环评

收范围				一致	
环境保护 目标	辐射工 作人员	DSA 手术室内工作人员		DSA 手术室内工作人员	
		东北侧紧邻控制室工作人员		东北侧紧邻控制室工作人员	
	公众	东北侧	约 5m~50m 依次为东北侧设备间、备用库房、放疗科（专家接待室、诊断室、档案室、准备间、头 $\gamma$ 机房、直线加速器机房、后装机房、TOMO 机房）等放疗科区域。	约 5m~50m 依次为东北侧设备间、备用库房、放疗科（专家接待室、诊断室、档案室、准备间、头 $\gamma$ 机房、直线加速器机房、后装机房、TOMO 机房）等放疗科区域。	
		东南侧	紧邻~50m 依次为东南侧营养配置室库房、营养配置室、备用房间、天井、通道等及土层	紧邻~50m 依次为东南侧营养配置室库房、营养配置室、备用房间、天井、通道等及土层	
			约 18m（高差约 9m）为东南侧地面非机动车停车区域。	约 18m（高差约 9m）为东南侧地面非机动车停车区域。	
		西南侧	紧邻~50m 依次为污物暂存间、洁具间、患者通道、通道及土层结构。	紧邻~50m 依次为污物暂存间、洁具间、患者通道、通道及土层结构。	
			约 5m~50m（高差约 9m）为西南侧地面室外院内通道及停车场	约 5m~50m（高差约 9m）为西南侧地面室外院内通道及停车场	
		西北侧	紧邻~50m 依次为复苏室、无菌间、移动 C 臂机房、备用房间、更衣室、卫生间、换鞋区、医生通道及负二层停车场区域。	紧邻~50m 依次为复苏室、无菌间、移动 C 臂机房、备用房间、更衣室、卫生间、换鞋区、医生通道及负二层停车场区域。	
			约 5m~50m（高差约 9m）医院内地面停车场及绿化区域。	约 5m~50m（高差约 9m）医院内地面停车场及绿化区域。	
		上方	工作人员食堂区域	工作人员食堂区域	
		下方	医技大楼底层（土层结构）	医技大楼底层（土层结构）	
		东南侧约 13m~50m（高差约 9m）为医院外空地及四川邮电职业技术学院。		东南侧约 13m~50m（高差约 9m）为医院外空地及四川邮电职业技术学院。	
		50m 范围内其他公众		50m 范围内其他公众	

综上所述，本项目建设地点及周围外环境与环评一致，本次验收环境保护目标与环评一致。

## 2、设备参数

本次验收项目环评建设规模主要技术参数及实际建设主要技术参数见表 2-2。

表 2-2 本次验收项目环评建设规模主要技术参数及实际建设主要技术参数

射线装置											
射线装置 名称	环评建设规模					实际建设规模					备注
	型号	数量	技术参数	类别	使用场所	型号	数量	技术参数	类别	使用场所	
DSA	上海联影 uAngio AVIVA	1	最大管电压 125kV 最大管电 1000mA	II	医技大楼 负二层介入科 DSA 手术室	上海联影 uAngio AVIVA	1	最大管电压 125kV 最大管电 1000mA	II	医技大楼 负二层介入科 DSA 手术室	与环 评 一致

综上所述，本项目 DSA 设备参数与环评一致。

### 3、废弃物

本次验收项目废弃物排放情况见表 2-3。本项目废弃物排放情况与环评一致。

表 2-3 本次验收本项目废弃物排放情况

名称	状态	环评建设规模		实际建设规模		备注
		暂存情况	最终去向	暂存情况	最终去向	
臭氧和氮氧化物	气体	不暂存	手术室内气体由排风装置 通过排风管道统一抽排至 医技大楼楼顶室外排放， 经自然分解扩散，对环境 产生影响较小。	不暂存	手术室内气体由排风装置 通过排风管道统一抽排至 医技大楼楼顶室外排放， 经自然分解扩散，对环境 产生影响较小。	与环评 一致
介入手术时产生的 医用器具和药 棉、纱布、手套 等医用辅料	固态	拟采用专门收集容器统一收集 暂存于 DSA 手术室西南侧拟设 置的污物暂存间内，定期转移至 医院内医疗废物暂存间内。	定期委托有资质单位进行 处理	采用专门收集容器统一收集暂存 于 DSA 手术室西南侧拟设置的污 物暂存间内，定期转移至医院内医 疗废物暂存间内	定期委托有资质单位进行 处理。	与环评 一致

综上所述，本项目废弃物排放情况与环评一致，未发生变动。

### 四、辐射安全与防护设施实际总投资落实情况

本项目辐射安全防护与环保设施及其投资落实情况见表 2-4。

表 2-4 本项目辐射安全防护与环保设施及其投资落实情况一览表

项目	辐射安全防护设施	环评拟投资金额 (万元)	实际投资金额 (万元)	辐射安全防护与环保设施落实情况
辐射屏蔽措施	四周屏蔽墙体+屋顶屏蔽+地面屏蔽	***	***	已落实机房四周墙体、顶部及防护门等各项屏蔽防护措施，机房屏蔽防护措施满足相关标准要求。 DSA 配有铅悬挂屏、铅防护吊屏、手术床下设铅帘（防护铅当量为 0.5mm）。
	铅板防护门（4mm 厚铅板）			
	铅玻璃观察窗（4mm 铅当量）			
	DSA 配有铅悬挂屏、铅防护吊屏、手术床下设铅帘（防护铅当量为 0.5mm）			
通排风	通排风装置（包括屏蔽补偿措施）	***	***	DSA 手术室内已设置 1 套通排风系统。
安全装置	工作状态指示灯及门灯连锁	***	***	控制室内墙上及床旁均设置有 1 个急停开关；已配备 1 套工作状态指示灯及门灯连锁；配备防护门自动闭门装置及防夹装置。
	防护门自动闭门装置及防夹装置			
	急停按钮（床旁及控制室内）			
警示措施	“当心电离辐射警告”标志，地面警戒标线若干	***	***	已在机房防护门外的醒目位置设置“当心电离辐射警告”标志；设置工作场所“两区划分”标识。
	工作场所分区及标识 1 套			
监测设备	固定式报警仪 1 台	***	***	已配备 1 台 X-γ 辐射监测仪，个人剂量报警仪 5 台，辐射工作人员均佩戴个人剂量计。
	X-γ 辐射监测仪 1 台			
	个人剂量报警仪 5 台			
防护用品	介入手术医生和护士配铅橡胶围裙、铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品	***	***	已配备介入手术医生和护士配铅橡胶围裙、铅衣、铅橡胶颈套各 3 套；铅防护眼镜 2 套。 本项目辐射工作人员均佩戴个人剂量计（介入手术医生和护士每人 2 个）。
	患者配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套等个人防护用品			
	个人剂量计			
其他环保投资（人员个人剂量监测及职业健康体检、人员培训、应急物资、验收监测等）		***	***	已预留
合计		***	***	/

本项目环评阶段拟环保投资\*\*\*万元，验收阶段环保实际投资\*\*\*万元，与实际投资金额略有增加（辐射安全装置及通排风系统投资较环评预计投资有所增加，其余金额基本相符）。医院已预留其他环保投资，其中包括辐射工作人员培训、个人剂量监测及职业健康体检费用等，满足相关辐射防护安全要求。由上内容可知，本项目辐射安全与防护措施落实情况均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关要求。

## 源项情况

### 一、辐射污染源项

#### 1、电离辐射

DSA 在工作状态下会发出 X 射线，DSA 产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失，其穿透能力与 X 射线管的管电压和出口滤过有关。在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。辐射场中的 X 射线包括有用线束（主束）、漏射线和散射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。

##### （1）有用线束

DSA 的 X 线系统在自动透视模式下间隙性运行，运行管电压低于额定电压的 20%~30%。本项目 DSA（上海联影 uAngio AVIVA 型）最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，但实际使用时，为防止球管烧毁并延长其使用寿命，管电压和功率通常预留 20%~30%的余量，即管电压控制在 100kV 以下。根据医院提供信息，隔室拍片时 DSA 设备的最大运行工况约为 80kV/500mA；在透视时 DSA 设备的最大运行工况为 80kV/20mA。

##### （2）泄漏射线

根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》“（77）用于诊断目的的每一个 X 射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1m 处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1mGy/h。

##### （3）散射线

本项目 DSA 的散射线主要考虑有用线束照射到受检者人体产生的侧向散射线，其强度与有用线束的 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射面积和距离等有关。

## 二、非辐射污染源项分析

### 1、废水

本项目辐射工作人员及患者会产生少量生活污水及医疗废水。

### 2、废气

DSA 设备在开机出束时，机房内空气在电离辐射作用下产生臭氧及氮氧化物等。

### 3、废物

本项目介入手术时会产生的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂及废造影剂瓶等医疗废物；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。

### 4、噪声

本项目所有设备选用低噪声设备，噪声主要为排风装置的风机及空调噪声，且均处于室内，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》（GB 12348-2008）2 类标准要求。

### 5、造影剂的存储、泄漏风险

造影剂是介入放射学操作中最常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存，钥匙交专人保管；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。在使用造影剂前由药剂师进行剂量核算后护士取药，医生用高压注射器按照血液流速注入病人血管内，在 X 射线的照射下达到血管造影的目的，最后由泌尿系统排除体外。医院未使用完和过期的造影剂作为医疗废物进行处理。造影剂不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄漏风险。

## 工程设备与工艺分析

### 一、工程设备

本项目 DSA 手术室及配套房间位于医技大楼负二层东南部，在 DSA 手术室内新增使用 1 台 DSA（型号：上海联影 uAngio AVIVA，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属 II 类射线装置），主要用于介入诊断治疗。

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 形臂 X 光机，DSA 由 X 线发生装置（包括 X 射线管及其附件、高压发生器、X 射线控制器等）和图像检测系统（包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等）组成。

本项目 DSA 现场图见图 2-4。



图 2-4 本项目上海联影 uAngio AVIVA 型 DSA

## 二、工作原理

数字减影血管造影（Digital Subtraction Angiography, DSA）是 20 世纪 80 年代继 CT 之后出现的一项医学影像学新技术，是电子计算机图像处理技术与传统 X 射线血管造影技术相结合的一种新的检查方法。可以满足心血管、外周血管的介入检查和治疗，以及各部位非血管介入检查与治疗。介入诊断与治疗是指医生在 DSA 图像的引导下，通过皮穿刺途径或通过人体原有孔道将导管或器械插入病变部位或注射造影剂，进行诊断和治疗。

DSA 是影像增强器技术、电视技术和计算机科学技术相结合的产物，是应用最多的数字化 X 射线透视设备。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、操作台和多幅照相机组成。

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脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分

分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全。通过数字减影血管造影系统处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

### 三、工作流程及产污环节

DSA 在进行曝光时分为诊断和介入手术两种情况，对应的治疗流程及产污图详见见图 2-5。

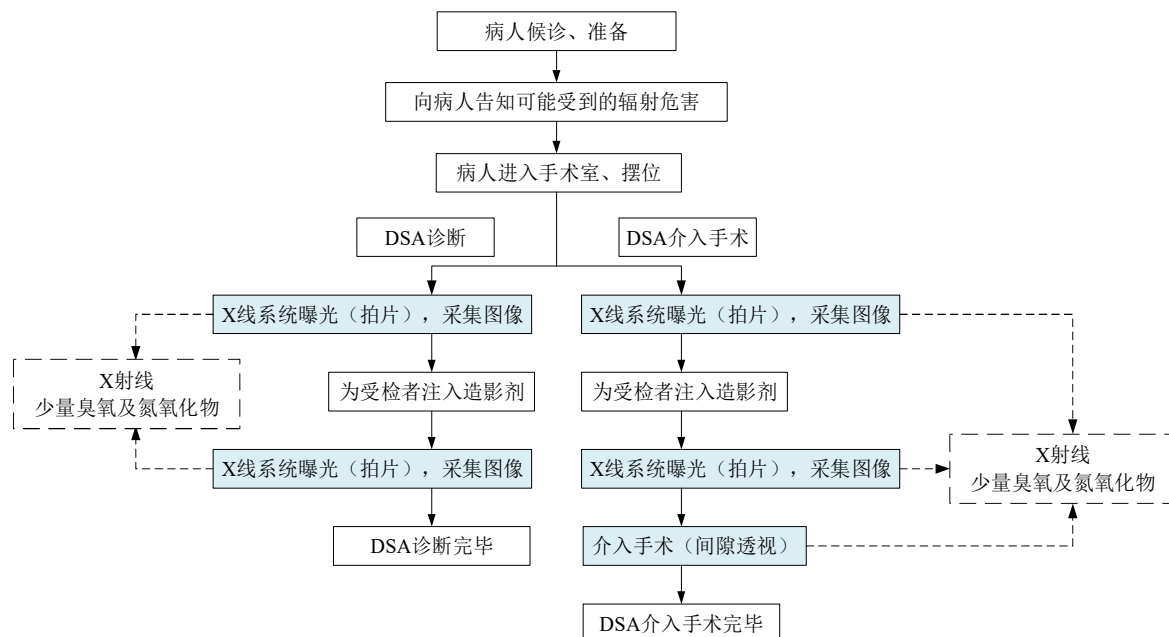


图 2-5 本项目 DSA 诊断与介入手术流程及产污环节示意图

#### 1、DSA 诊断

DSA 诊断采用隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 射线系统曝光，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 射线管、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电子计算机系统控制 DSA 的 X 射线系统曝光，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。

#### 2、DSA 介入手术

医师采取近台同室操作方式，通过控制 DSA 的 X 射线系统曝光，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，第一手术操作位医生位于铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在手术室内对病人进行直接的手术操作，距离主射线束距离约为 0.5m；第二手术位的医生身着铅服、戴铅眼镜，距离主射线束约为 1m；护士身着铅服在医生旁边辅助，距离主射线束约为 1.2m。介入手术中，医师根据操作需求，踩

动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 射线系统进行透视，通过显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。DSA 手术室内配备个人防护用品（如铅衣、铅围裙、铅围脖、铅眼镜等），同时手术床旁设有设备自带的床下铅帘和悬吊铅帘。

**3、产污环节：** DSA 设备在出束时产生 X 射线，机房内的空气在电离辐射作用下产生臭氧及氮氧化物等气体。

#### 四、人流及物流路径

##### 1、患者路径：

本项目患者通过专用的患者通道经 DSA 手术室患者进出防护门进入 DSA 手术室内接受治疗。

##### 2、医护人员路径：

本项目辐射工作人员通过医生通道至换鞋区及更衣区后进入控制室，放射技师在控制室内对 DSA 设备进行隔室操作，介入手术工作人员进入 DSA 手术室进行床旁手术操作。

##### 3、污物路径：

本项目产生的医疗废物，通过 DSA 手术室西南侧污物门采用专门的收集容器暂存于污物暂存间，定期由污物暂存间西南侧门通过介入科西南侧通道转移至医院内总医疗废物暂存间内并交由有资质单位定期统一收集、处置。

上述人流及物流路径详见图 2-6。

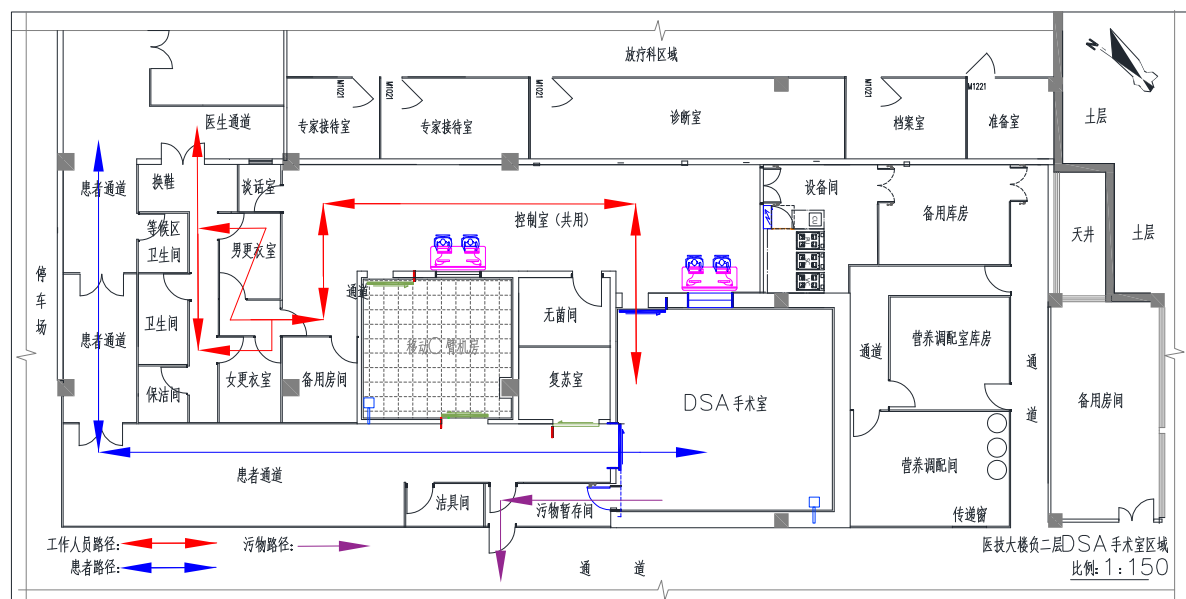


图 2-6 本项目 DSA 手术室人流及物流路径示意图

## 五、人员配置

根据本项目环评及实际工作量，医院已为本项目配备 8 名辐射工作人员，本项目辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训学习及考核，考核成绩合格，持证上岗。本项目辐射工作人员名单详见表 2-5。

表 2-5 本项目辐射工作人员名单

\*\*\*

本项目辐射工作人员均配备有个人剂量计，医院已对辐射工作人员开展个人职业健康体检及个人剂量监测，并建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案，详见附件 5 及附件 6。

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）：“自 2020 年 1 月 1 日起，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，应当通过生态环境部‘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。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。

表三 辐射安全与防护设施/措施

## 辐射安全与防护设施/措施

### 一、辐射防护分区

#### (一) 分区原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范和管理工作，项目应当按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

**控制区：**在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求有专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区。放射性工作区应与非放射性工作区隔开。

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

#### (二) 辐射防护分区

医院已将 DSA 手术室内划为控制区，将控制室、设备间、无菌室、复苏室、污物暂存间及 DSA 手术室患者进出防护门外 1m 范围区域划为辐射监督区，与环评一致，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目辐射防护分区如图 3-1 及图 3-2 所示。

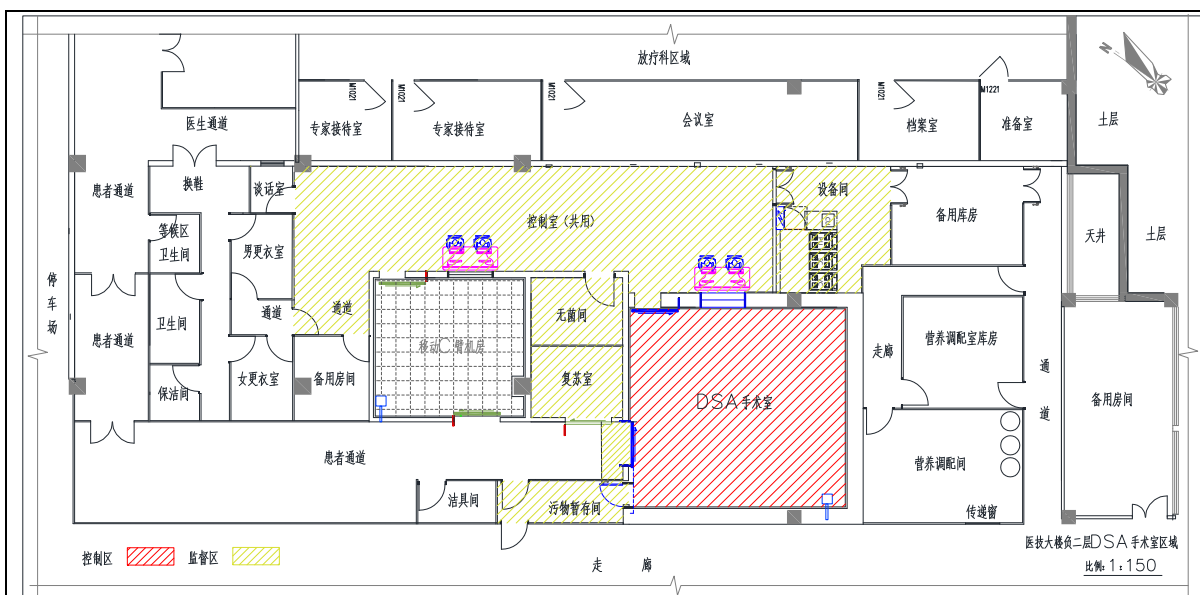


图 3-1 本项目辐射防护分区示意图



图 3-2 本项目 DSA 手术室工作场所控制区与监督区现场划分示意图

本项目 DSA 手术室辐射防护分区的划分与环评一致。

## 二、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目 DSA 手术室屏蔽防护设计及落实情况详见表 3-1。

表 3-1 本项目 DSA 手术室屏蔽防护设计及落实情况一览表

场所	屏蔽防护设计	设计阶段屏蔽设计参数	实际建设屏蔽设计参数
DSA 手术室	四周墙体	钢架+4.26mm 铅当量硫酸钡板结构	钢架+4.26mm 铅当量硫酸钡板结构
	顶部	120mm 厚混凝土+2mm 铅板结构	120mm 厚混凝土+2mm 铅板结构
	地面	120mm 厚混凝土 (下方为土层结构)	120mm 厚混凝土 (下方为土层结构)
	观察窗	4mm 铅当量铅玻璃 (1 扇)	4mm 铅当量铅玻璃 (1 扇)
	防护门	4mm 厚铅板防护门 (3 扇)	4mm 厚铅板防护门 (3 扇)

注：1.本项目混凝土密度不低于 2.35g/cm<sup>3</sup>，铅板的密度不低于 11.3g/cm<sup>3</sup>；

2.硫酸钡板单块规格为 153mm×103mm×11mm (0.71mm 铅当量)，四周墙体均为 6 块硫酸钡板叠加 (厚度约 66mm) 固定在钢架龙骨结构拼接而成 (拼接接缝处用 4mm 铅当量铅皮搭接固定)。

DSA 手术室屏蔽防护设计及参数与环评一致，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中相关标准要求。

### 三、辐射安全与防护措施

#### 1、当心电离辐射警告标志及工作状态指示灯

本项目 DSA 手术室入口处粘贴有当心电离辐射警告标志，机房防护门上方设置工作状态指示灯警示装置，且与防护门有效联动，防护门关闭的情况下，工作状态指示灯才亮，防护门设有自动闭门装置且自带防夹装置。现场核实有效。

本项目 DSA 手术室电离辐射警示标志和工作状态指示灯见图 3-3 所示。

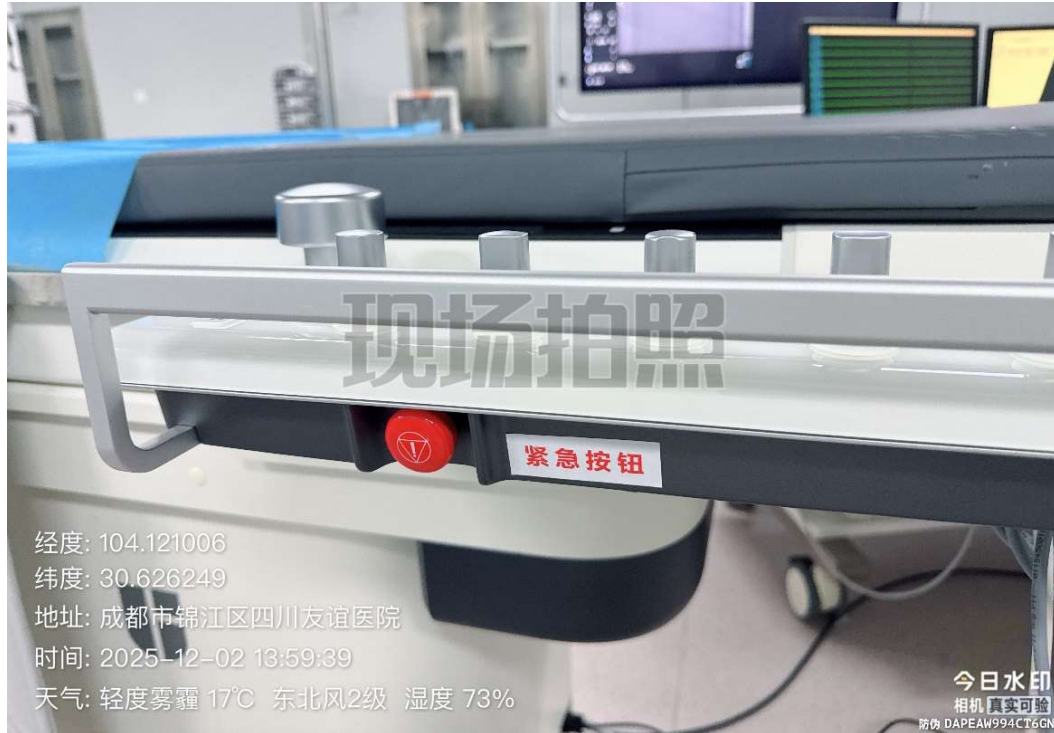


图 3-3 本项目 DSA 手术室当心电离辐射警示标志及工作状态指示灯现场照片

## 2、急停按钮

本项目所使用的 DSA 设备床旁设有急停按钮（按钮与 X 射线系统连接），手术室内及控制室内均配有急停按钮。在射线装置出束过程中，一旦发现紧急情况，按下急停开关可停止 X 射线系统出束，现场核实有效。

急停开关现场照片见图 3-4 所示。



(a) DSA 设备床旁急停按钮



(b) 手术室内墙上急停按钮



(c) 控制室内急停按钮

图 3-4 本项目 DSA 急停按钮现场照片

## 3、观察窗

本项目控制室设有铅观察窗，可有效观察到患者和受检者在介入手术室中的状态。本项目控制室铅观察窗如图 3-5 所示。

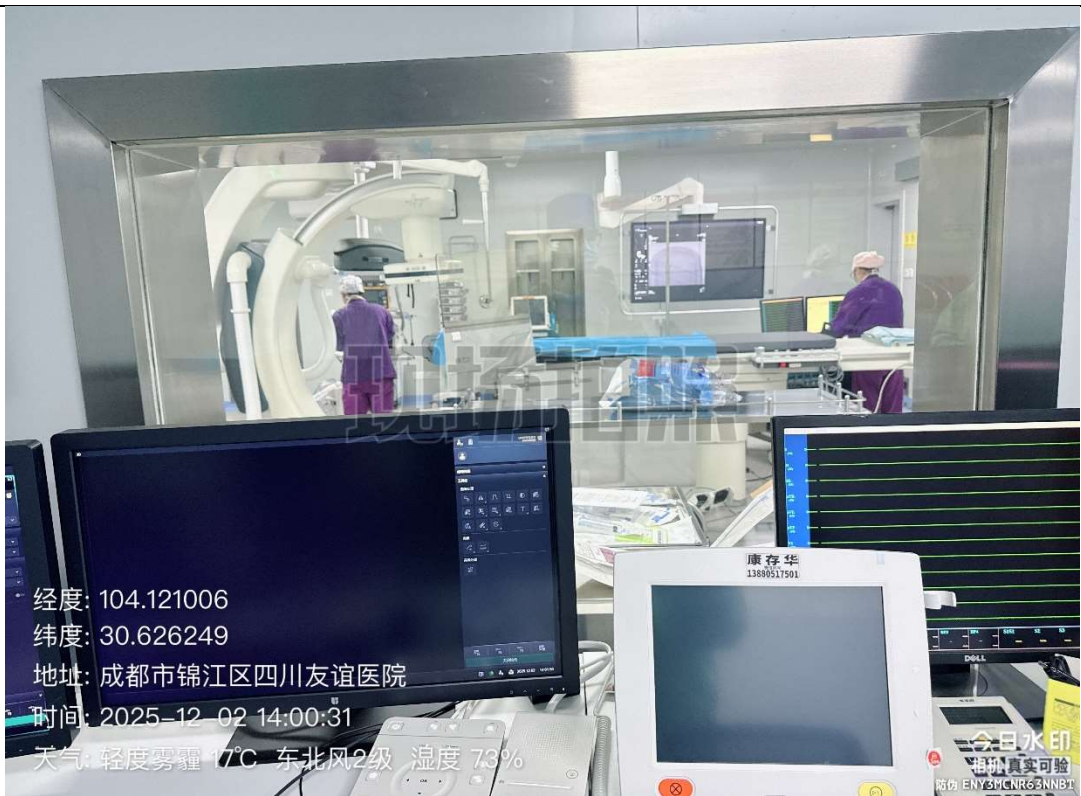


图 3-5 本项目控制室观察窗

#### 4、监测仪器及防护用品

医院已为本项目配备有便携式 X- $\gamma$  剂量监测仪及个人剂量报警仪，配置情况见表 3-2 及图 3-6，配备的防护用品见表 3-3 及图 3-7。

表 3-2 本项目 DSA 手术室工作场所配备的监测仪器清单

设备名称	设备型号	购买日期	数量	使用场所
个人辐射剂量报警仪	IAD-I	2025.10	2 台	DSA 手术室
便携式 X- $\gamma$ 剂量监测仪	FD3013B	2015.04	1 台	



(a) 便携式 X- $\gamma$  剂量监测仪



(b) 个人剂量报警仪

图 3-6 本项目 DSA 手术室配备监测仪器设备照片

表 3-3 本项目 DSA 手术室工作场所配备的防护用品清单

设备名称	购买日期	防护参数	数量	使用场所
铅防护服	2025.08	0.5mmpb	3 套	DSA 手术室
铅防护服	2023.06	0.5mmpb	2 套	
铅帽	2025.05	0.5mmpb	3 套	
铅围领	2023.06	0.5mmpb	3 套	
铅防护眼镜	2025.05	0.5mmpb	2 套	
铅防护吊屏、手术床下设铅帘	设备自带	0.5mmpb	1 套	

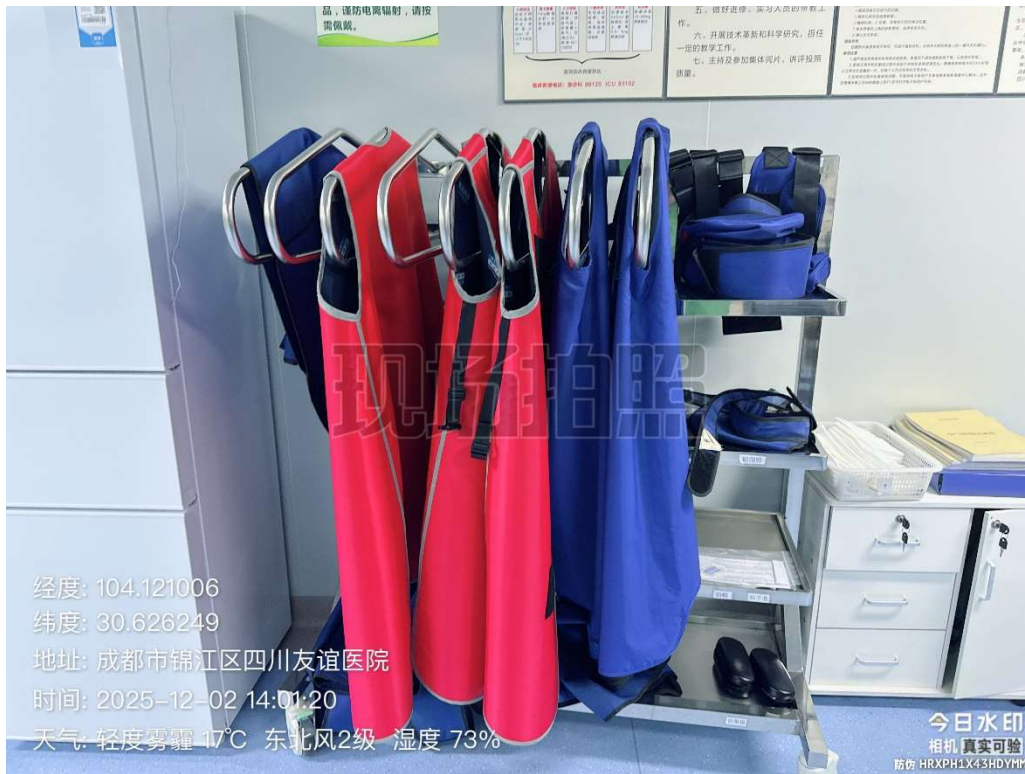


图 3-7 本项目 DSA 手术室配备防护用品照片

#### 四、三废治理

##### 1、废水

本项目运行后，辐射工作人员和患者产生的生活污水均依托医院污水处理站进行处理，处理后的废水经市政污水管网排入城市污水处理厂处理，对环境产生影响较小。

##### 4、固体废物

本项目采用先进的数字成像技术，不使用显影液、定影液和胶片，因此不产生废显影液、废定影液和废胶片。本项目固体废物主要为介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂及废造影剂瓶等医用辅料，采用专门的容器收集后转移至 DSA 手术室西南侧污物暂存间暂存，定期转移至医院内医疗废物暂存间内并交由有资质单位定期统一收集、处置，对周围环境产生影响较小。

本项目辐射工作人员工作中产生的少量的生活垃圾和办公垃圾，分类暂存于医院

生活垃圾暂存间，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置，对周围环境产生影响较小。

### 3、噪声

本项目噪声源为机房排风装置，经建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减后，运行期间工作场所周围噪声可达到相关标准要求，对周围环境产生影响较小。

### 4、废气

本项目 DSA 手术室内设置通排风系统，包含其动力排风装置（350mm×350mm，排风量约为 1200m<sup>3</sup>/h）及新风系统（200mm×250mm，排风量约为 1500m<sup>3</sup>/h），通排风口均位于机房顶板约 2.7m 处，DSA 手术室容积约为 144.09m<sup>3</sup>，故每小时有效通风换气次数约 8.3 次。

本项目运行期间 DSA 手术室产生的臭氧及氮氧化物由室内排风装置经排风管道并入医技大楼已有的排风管道引至医技大楼楼顶排放（排风口距地面高度约 61m），排入环境大气后，经自然分解扩散，对环境产生影响较小。

本项目 DSA 手术室内通排风系统见图 3-8 所示。



图 3-8 本项目 DSA 手术室通排风系统现场照片

## 五、辐射安全管理制度

四川友谊医院有限责任公司已根据《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许可管理办法》，针对所开展的核技术利用项目制定了相应的辐射安全与防护管理制度：《辐射安全管理规定》《辐射防护设施设备维护维修制度》《辐射工作人员岗位职责》《放射源与射线装置台账管理制度》《辐射工作场所辐射环境监测方案》《辐射工作人员辐射安全与防护培训制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》等。

以上辐射安全与防护管理制度能够满足《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许可管理办法》的相关要求。辐射安全规章管理机构及制度详见附件 7。

医院已将《辐射安全事故应急操作及上报流程》和《辐射事故应急预案》等相关制度进行制度上墙，如图 3-9 所示。

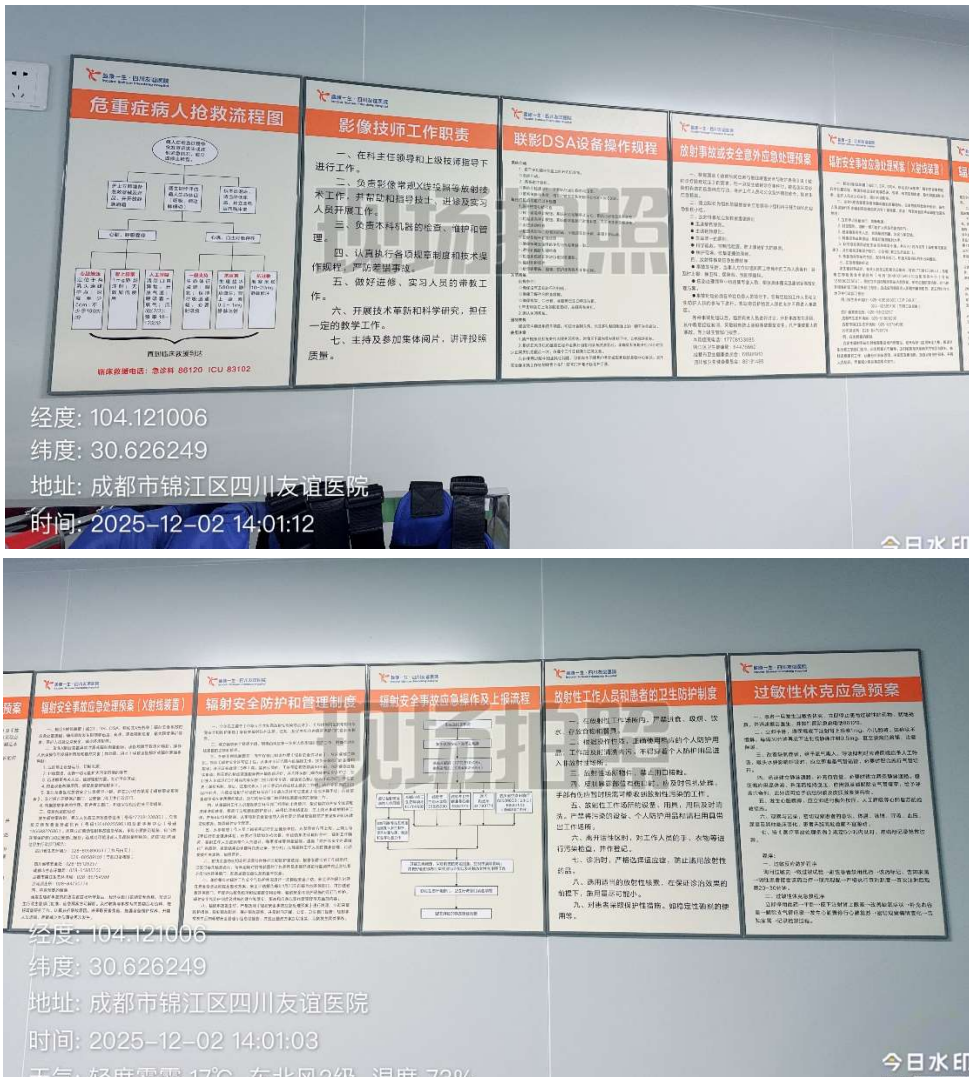


图 3-9 本项目控制室制度上墙现场照片

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

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、摘录环境影响报告表主要内容

(一) 辐射安全与防护设施/措施的要求

引自《四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目环境影响报告表》“表 10 辐射安全与防护”章节内容如下：

“(二) 两区划分

1、分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 要求, 将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区, 以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区: 把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区, 以便控制正常工作条件下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范围。

监督区: 通常不需要专门的防护手段或安全措施, 但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

2、控制区与监督区的划分

(1) 区域划分

根据控制区和监督区的定义, 结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1 及图 10-1。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

场所名称	控制区	监督区
DSA 手术室	DSA 手术室内	控制室、设备间、无菌室、复苏室、污物暂存间及 DSA 手术室患者进出防护门外 1m 范围区域
备注	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候尽量减小在控制区内停留时间, 以减少不必要的照射。	监督区范围内应限制无关人员进入。

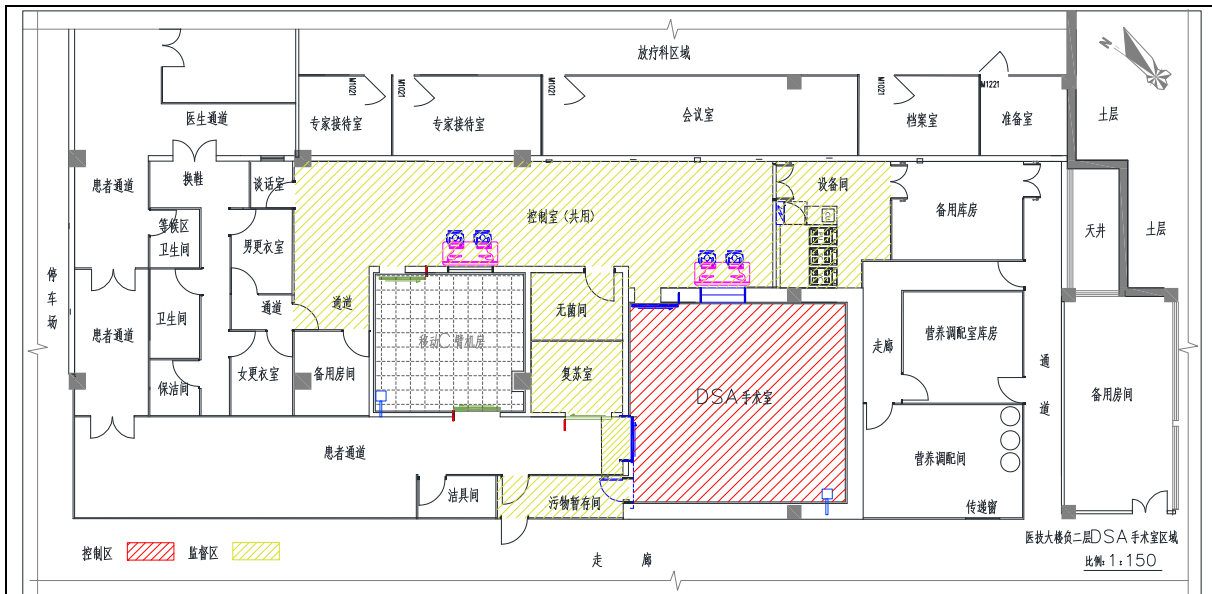


图 10-1 本项目 DSA 手术室辐射防护分区示意图

## (2) 控制区的防护手段与安全措施

①以红线警示控制区的边界，在病人至机房内防护门外、控制室至机房防护门外、污物门外及其他醒目的位置设置“当心电离辐射”警告标志。电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 F 要求，如图 10-2 所示。



图 10-2 电离辐射警告标志

②制定辐射防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

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

④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

## (3) 监督区的防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区的边界，并在醒目的位置设置“当心电离辐射”警告标志，

如图 10-2 所示；

②在监督区的入口处的门口设立表明监督区的标牌；

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。

## 二、辐射安全及防护措施

### (一) 工作场所屏蔽措施

本项目 DSA 手术室屏蔽设计见表 10-2。

表 10-2 本项目 DSA 手术室防护屏蔽设计一览表

场所	屏蔽防护设计	屏蔽设计参数（厚度及材质）	等效铅当量
DSA 手术室	四周墙体	钢架+4.26mm 铅当量硫酸钡板结构	4.26mm 铅当量
	顶部	120mm 厚混凝土+2mm 铅板结构	3.44mm 铅当量
	地面	120mm 厚混凝土（下方为土层结构）	/
	观察窗	4mm 铅当量铅玻璃（1 扇）	4mm 铅当量
	防护门	4mm 厚铅板防护门（3 扇）	4mm 铅当量

注：1.本项目混凝土密度不低于  $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅板的密度不低于  $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ ；

2.硫酸钡板单块规格为  $153\text{mm}\times 103\text{mm}\times 11\text{mm}$ （ $0.71\text{mm}$  铅当量， $120\text{kV}$ ），四周墙体均为 6 块硫酸钡板叠加（厚度约  $66\text{mm}$ ）固定在钢架龙骨结构拼接而成（拼接接缝处用  $4\text{mm}$  铅当量铅皮搭接固定）；

3.铅当量换算依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C，按照主射线辐射衰减拟合参数（ $125\text{kV}$ ）进行铅当量换算，计算方法详见表 11。

本项目 DSA 手术室电缆线布设采用电缆沟，为防止 X 射线泄漏，电缆孔处均拟设置  $2\text{mm}$  铅板进行防护（接口处四周包封）。本项目机房电缆沟布设采用“U”型管道，不会破坏墙体的屏蔽效果，本项目电缆沟设计图见图 10-3。

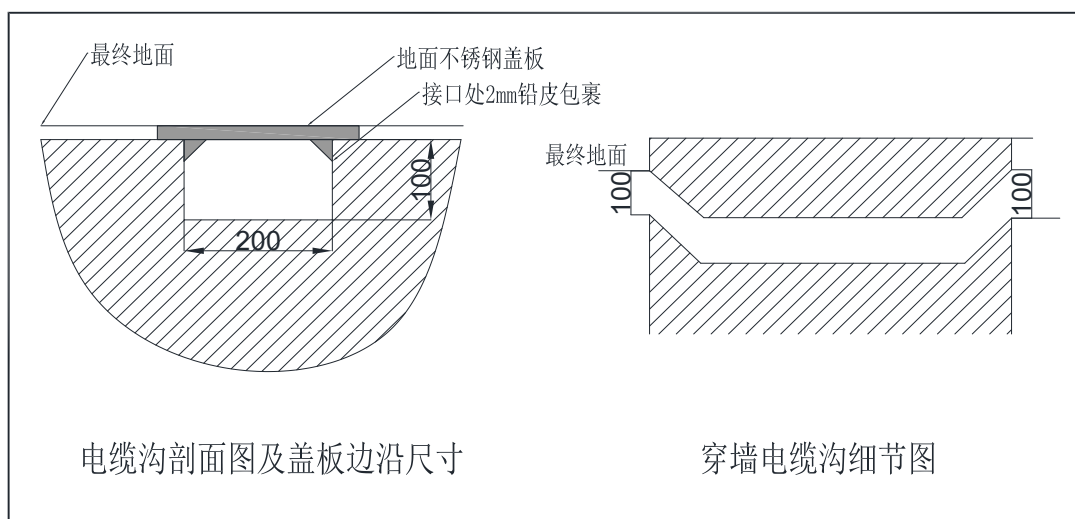


图 10-3 电缆沟设计图

## （二）设备固有安全性

本项目 DSA 购置于正规厂家，满足国家质检要求，装置泄漏辐射不会超过国家规定的限值。

此外设备自身采取以下安全防护措施：

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 射线管头或影响增强器的窗口处放置铜过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用场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，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时并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结。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：项目拟购 DSA 配有一副铅悬挂防护屏、一副铅防护吊帘、一副床侧防护帘（防护铅当量均不低于 0.5mm 铅当量），在设备运行中可加强对医护人员的辐射防护。

7、正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设施无误时，才能由“启动”键启动照射；同时床体上设置有“紧急停机开关”按钮，一旦发现异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

## （三）安全装置

### 1、电离辐射警告标志

DSA 手术室各入口处拟设置有“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。

### 2、工作状态指示灯及门灯联动装置

DSA 手术室防护门上方均拟设置工作状态指示灯，灯箱上拟设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动，防护门关闭的情况下，工作状态指示灯才亮。

### 3、防护门安全装置

本项目 DSA 手术室患者进出防护门拟设电动平移门，防护门设有自动闭门装置且自带防夹装置。闭门装置位于防护门上方，防夹装置设置于门洞两侧。

### 4、急停按钮

DSA 控制室拟设置 1 个急停按钮，DSA 手术室治疗床边操作面板自带 1 个急停按钮，各按钮分别与 X 射线系统连接，在出现紧急情况下，按下急停按钮，即可停止 X 射线系统出束。

### 5、观察窗及对讲装置

DSA 控制室墙体上设置有观察窗，可有效观察到患者和受检者状态防护门开闭情况。DSA 手术室控制室拟设置对讲装置，方便机房外工作人员与患者交流。

### 6、个人防护用品

医院拟为本次 DSA 项目工作人员配备的辐射防护装置及个人防护用品主要有铅橡胶围裙、铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、剂量报警仪、个人剂量计等，医院拟购置的介入防护手套防护能力不低于 0.025mm 铅当量外，其余防护用品防护能力均不低于 0.5mm 铅当量。本项目 DSA 设备自带铅防护吊帘、床侧防护帘等辅助防护设施。

### 7、人员监护

根据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)“5.3 佩戴 5.3.2”中要求“对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计”和“5.3 佩戴 5.3.3”中“对于 5.3.2 所述工作的情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）”。

本项目辐射工作人员均应配备有个人剂量计（每名介入手术医生需配备 2 套个人剂量计），并要求在上班期间必须佩戴。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，定期安排其在有相应资质医院体检，检测结果存入个人剂量档案。

### 8、规章制度

完善并落实射线装置相关的安全使用制度、管理制度，从事辐射工作的医务人员均须参加放射工作的培训与辐射安全培训考核。医务人员在操作过程中遵守以上制

度，严格按操作程序，避免发生事故。

.....”

## （二）工程建设对环境的影响及要求

引自《四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目环境影响报告表》“表 13 结论与建议”章节内容如下：

“结论

.....

### 六、环境影响分析结论

#### （一）施工期环境影响分析

本项目施工工程量比较小，施工时间较短，故施工期的环境影响是短暂的，施工结束后影响即可消除，对周围环境影响较小。

#### （二）营运期正常工况下辐射环境影响

##### 1、辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员年剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的剂量限值要求，同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求（本项目职业照射 5mSv/a、公众照射 0.1mSv/a）。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

##### 2、非放环境影响分析结论

本项目 DSA 手术室内拟在顶部设计有排风装置，本项目运行期间产生的臭氧及氮氧化物均由室内排风装置经排风管道并入医技大楼已有的排风管道引至医技大楼楼顶排放，排入环境大气后，经自然分解扩散，对环境产生影响较小。

本项目运行后，辐射工作人员和患者产生的生活污水均依托医院污水处理站进行处理，处理后的废水经市政污水管网排入城市污水处理厂处理，对环境产生影响较小。

本项目噪声源为机房排风装置及空调系统，采用低噪设备，经建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减后，运行期间工作场所周围噪声可达到相关标准要求，对周围环境产生影响较小。

本项目产生的医疗废物拟采用专门的收集容器统一收集暂存于 DSA 手术室西南侧拟设置的污物暂存间内，定期转移至医院内医疗废物暂存间内并交由有资质单位定期统一收集、处置；本项目产生的生活垃圾及办公垃圾分类收集后，暂存至医院已建

设的生活垃圾临时贮存点，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置，对周围环境产生影响较小。

本项目产生的生活垃圾及办公垃圾分类收集后，暂存至医院已建设的生活垃圾临时贮存点，由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置，对周围环境产生影响较小。

### 3、事故工况下环境影响

经事故影响分析，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故。针对本项目可能发生的辐射事故，四川友谊医院有限责任公司应按相关规定对已制定的辐射事故应急预案和辐射安全规章制度进行补充完善并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

### 七、射线装置使用与安全管理的综合能力

四川友谊医院有限责任公司拥有专业的放射性医护人员和安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；已制定《辐射安全管理规定》及《辐射工作设备操作规程》等相关管理制度，在补充完善本项目相关辐射安全规章制度并实时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对本项目射线装置的使用和安全管理能力。

### 八、项目环境可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。

在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众所受照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的剂量限值和本环评提出的剂量约束值。评价认为，从辐射安全与防护以及环境影响角度分析，本项目建设是可行的。

### 九、项目竣工环境保护验收检查内容

本项目建成后，建设单位应严格按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ 1326-2023）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。”

### （三）其他在验收中需要考核的内容

引自《四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目环境影响报告表》“表 13 结论与建议”章节内容如下：

#### “建议和承诺

- 一、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制，对原有制度进行完善。
- 二、医院应加强管理，安排辐射工作人员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>）学习辐射安全和防护知识并进行考核，已取得辐射安全培训合格证，今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再培训，详见国家核技术利用辐射安全与防护培训平台。
- 三、医院应于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并上传。
- 四、经常检查辐射工作场所的当心电离辐射警告标志，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。
- 五、医院须重视控制区和监督区的管理。
- 六、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”。本项目使用的 DSA 在进行报废处理时，应将该射线装置的高压射线管进行拆卸并破碎处理等去功能化措施并按相应要求执行报废程序。
- 七、医院今后在更换辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统，对相关信息进行修改。
- 八、本次环评射线装置工作场所，日后如有变化，应另作环境影响评价。
- 九、本项目建成后，医院应严格按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ 1326-2023）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。
- 十、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。验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，生态环境主管部门对上述信息予以公开。”

“三同时”验收一览表

项目		设施（措施）	验收要求
辐射安全管理机构		已建立辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式下发	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。
辐射安全与防护措施	屏蔽措施	工作场所墙体采用实心砖结构及混凝土机构，各防护门均采用铅板防护门，观察窗采用铅玻璃进行辐射防护。具体防护参数见表 10-2。	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求。
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯等）	在 DSA 手术室门外及其他醒目位置张贴“当心电离辐射”警告标志，拟配备门工作状态指示灯、门灯联动装置及紧急停机开关等安全措施，各项辐射安全防护措施应根据表 10-5、表 10-6 进行落实。	设置后可满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等要求。
通排风系统		拟配置排风装置 1 套	设置后可满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等要求。
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	本项目拟配备辐射工作人员 8 名，均为医院现有辐射工作人员。	本项目所有辐射工作人员已参加辐射安全与防护培训并取得合格证书。
	个人剂量监测	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	本项目所有辐射工作人员上岗前佩戴个人剂量计后可满足《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）的要求。
	人员职业健康监护	辐射工作人员已定期进行职业健康体检，并建立辐射工作人员职业健康档案。	本项目所有辐射工作人员需按时体检，两次体检的时间间隔不应超过两年。
监测设备及个人防护用品		拟配备便携式辐射监测仪，个人剂量报警仪；辐射工作人员拟配备铅围裙、铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅帽等个人防护用品；患者拟配备铅三角巾，至少 1 套。详见表 10-5、表 10-6。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）等要求。
辐射安全管理	操作规程、岗位职责、辐射事故应急措施等制度	根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	制订并完善后可满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。

## 二、审批部门审批决定

引自《成都市生态环境局关于四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目环境影响报告表的批复》内容如下：

“一、项目位于成都市锦江区上沙河铺街 96 号四川友谊医院内医技大楼负二层。项目总投资 600 万元，其中环保投资 61 万元，拟于医技大楼负二层设置 1 间 DSA 手术室，并在 DSA 手术室内安装使用 1 台 DSA 设备，属于 II 类射线装置，设备型号为上海联影 uAngio AVIVA 额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，年最大曝光时间约 106.67h(透视 100h，拍片 6.67h)。

二、项目符合国家产业政策，符合成都市生态环境分区管控要求。在全面落实报告表和本批复提出的各项生态保护及污染防治措施的前提下，对生态环境的不利影响可得到有效减缓和控制。

三、项目建设及运行中应重点做好的工作

(一)加强施工期环境管理，有效落实各项环境保护措施，避免施工扬尘、废水、固体废物等对环境的影响。

(二)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为 5mSv/年。公众个人剂量约束值为 0.1mSv/年。

(三)严格对辐射工作场所实行合理的分区管理，设置明显的控制区、监督区标识以及放射性标志、中文警示说明和工作状态指示。采取隔室操作、门灯联锁、门禁系统等各种有效的安全防护措施，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。

(四)加强辐射安全管理，建立完善的岗位职责、操作规程、监测方案等辐射安全管理规章制度。辐射工作人员须通过辐射安全与防护考核，进行个人剂量监测。配备相应的辐射监测设备，定期开展场所和周围环境辐射水平监测，规范编写、按时上报年度评估报告。

(五)严格落实原四川省环境保护厅《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》(川环函〔2016〕1400号)中的各项规定。

(六)项目的性质、规模、地点或生态保护、污染防治措施发生重大变动的，应按要求重新报批。自批准之日起超过五年开工建设的，应当报我局重新审核。

四、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。

五、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，运行单位应在项目正式投入运行前登陆四川政务服务网(<http://www.sczwfw.gov.cn>)向四川省生态环境厅申领《辐射安全许可证》。

六、成都市锦江生态环境局负责该项目的环境保护日常监督管理工作，并按照《关于进一步完善建设项目环境保护“三同时”及竣工环境保护自主验收监管工作机制的意见》(环执法〔2021〕70号)要求，加强对该项目环境保护“三同时”及自主验收监管。”

### 三、环评及批复落实情况

本项目环评及批复落实情况见表 4-1 及表 4-2。

表 4-1 本项目环评“三同时”措施落实情况一览表

核查项目		“三同时”措施	执行情况	结论
辐射安全管理		已建立辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式下发	已建立辐射安全与环境管理机构，以制度形式明确了管理人员职责。	已落实
辐射防护屏蔽措施		工作场所墙体采用实心砖结构及混凝土机构，各防护门均采用铅板防护门，观察窗采用铅玻璃进行辐射防护。	DSA 手术室四周墙体均采用钢架+4.26mm 铅当量硫酸钡板结构：硫酸钡板单块规格为 153mm×103mm×11mm（0.71mm 铅当量），四周墙体均为 6 块硫酸钡板叠加（厚度约 66mm）固定在钢架龙骨结构拼接而成（拼接接缝处用 4mm 铅当量铅皮搭接固定）；屋顶采用 120mm 厚混凝土+2mm 铅板结构，地面为 120mm 厚混凝土（下方为土层结构）。控制室观察窗设计为 4mm 铅当量铅玻璃窗（铅玻璃窗厚度约为 20mm），防护门共 3 扇（患者进出防护门、DSA 手术室至控制室防护门、DSA 手术室至污物通道防护门），均设计为 4mm 厚铅板。	已落实
通排风装置		拟配置通排风系统 1 套	已在机房内设置 1 套通排风系统	
安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯等）		在 DSA 手术室门外及其他醒目位置张贴“当心电离辐射”警告标志，拟配备门工作状态指示灯、门灯联动装置及紧急停机开关等安全措施。	DSA 手术室门外及其他醒目位置张贴“当心电离辐射”警告标志，设置工作状态指示灯、门灯联动装置及紧急停机开关等安全措施。	已落实
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	本项目拟配备辐射工作人员 8 名，均为医院现有辐射工作人员。	已为本项目配置辐射工作人员 8 人，均为医院现有辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护培训学习及考核，考核成绩合格，持证上岗（培训合格证见附件 5）。	已落实
	个人剂量监测	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。	本项目辐射工作人员均佩戴个人剂量计（介入手术医生和护士每人 2 个），已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案（详见附件 5 及附件 6）。	
	人员职业健康监护	辐射工作人员已定期进行职业健康体检，并建立辐射工作人员职业健康档案。		
监测仪器、个人防护用品		拟配备便携式辐射监测仪，个人剂量报警仪；辐射工作人员拟配备铅围裙、铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅帽等个人防护用品；患者拟配备铅三角巾，至少 1 套。	已配备铅衣 3 套，铅帽铅及铅围领各 3 套；铅防护眼镜 2 套。	已落实

辐射监测	/	每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。	已落实
辐射安全管理制度	根据环评要求,按照项目的实际情况,补充相关内容,建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	已修订并完善《辐射安全管理规定》《辐射工作场所设备操作规程》及《辐射事故应急预案》等辐射安全管理制度。	已落实

综上所述,本项目已按照环评“三同时措施”进行落实。

## 2、批复落实情况

本项目批复落实情况见表 4-2。

表 4-2 本项目批复落实情况一览表

批复要求		落实情况	结论
项目建设及运行中应重点做好以下工作	(一) 加强施工期环境管理,有效落实各项环境保护措施,避免施工扬尘、废水、固体废物等对环境的影响。	项目已建成,施工过程中均有效落实各项环境保护措施,避免施工扬尘、废水、固体废物等对环境的影响。	已落实
	(二) 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为 5mSv/年。公众个人剂量约束值为 0.1mSv/年。	医院已制定《辐射工作人员个人剂量管理制度》,明确规定辐射工作人员所受照射的剂量不应超过规定的限值。	已落实
	(三) 严格对辐射工作场所实行合理的分区管理,设置明显的控制区、监督区标识以及放射性标志、中文警示说明和工作状态指示。采取隔室操作、门灯联锁、门禁系统等各种有效的安全防护措施,防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。	医院已将 DSA 手术室内划为控制区管理,将控制室、设备间、无菌室、复苏室、污物暂存间及 DSA 手术室患者进出防护门外 1m 范围区域划为辐射监督区管理,并设置明显的控制区、监督区标识以及放射性标志、中文警示说明;已设置监控系统、急停按钮、通排风系统、电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门灯联锁等安全措施,能有效杜绝因违规操作导致职业人员或公众被误照射等事故发生。	已落实
	(四) 加强辐射安全管理,建立完善的岗位职责、操作规程、监测方案等辐射安全管理规章制度。辐射工作人员须通过辐射安全与防护考核,进行个人剂量监测。配备相应的辐射监测设备,定期开展场所和周围环境辐射水平监测,规范编写、按时上报年度评估报告。	医院已完善相应辐射安全管理规章制度(详见附件 7),并严格依照有关规定加强对辐射工作场所的管理。本项目辐射工作人员均已参加“核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习及考核,成绩,持证上岗,均已开展个人剂量监测和个人职业健康体检,并建立个人剂量和职业健康档案(详见附件 5~6)。	已落实

		医院已制定《辐射工作场所辐射环境监测方案》并定期开展自我监测，每年委托有资质单位开展辐射环境监测，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。	
	(五) 严格落实原四川省环境保护厅《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》(川环函〔2016〕1400号)中的各项规定。	严格落实《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，2025年11月7日印发。	已落实
	(六) 项目的性质、规模、地点或生态保护、污染防治措施发生重大变动的，应按要求重新报批。自批准之日起超过五年开工建设的，应当报我局重新审核。	如后期项目的性质、规模、地点或生态保护、污染防治措施发生重大变动的，公司承诺应按要求重新报批。	已落实
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。	医院已委托四川瑞迪森检测技术有限公司开展相应的竣工环境保护验收工作	已落实
申请辐射安全许可证工作	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，你单位应在项目正式投入运行前登陆四川政务服务网( <a href="http://www.sczwfw.gov.cn">http://www.sczwfw.gov.cn</a> )向四川省生态环境厅重新申领《辐射安全许可证》。	医院现持有四川省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》，证书编号：川环辐证(00464)，发证时期：2025年12月15日，有效期至2030年2月28日，许可种类和范围为：使用II类、III类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。辐射安全许可证正副本见附件4。	已落实

综上所述，本项目已按照环评及其批复进行落实。

## 表五 验收监测质量保证及质量控制

### 验收监测质量保证和质量控制

#### 一、监测单位资质

验收监测单位四川瑞迪森检测技术有限公司获得 CMA 资质认证（232303100007），见附件 8。

#### 二、检测方法及监测仪器

本次监测使用仪器符合四川瑞迪森检测技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

检测方法及评价依据见表 5-1，监测仪器见表 5-2。

表 5-1 监测项目、分析方法及来源

监测项目	检测方法	评价依据
X-γ 辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021)	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ 130-2020)

表 5-2 检测使用仪器

仪器名称/型号	仪器编号	设备参数及检定情况
辐射检测仪 (AT1123)	SCRDS-062	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 校准证书编号：校准字第 202506101900 号 校准有效期限：2025.06.10~2026.06.09
水模体 (PL-104)	SCRDS-021	/

#### 三、质量保证措施

人员培训：监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度：监测仪器定期经计量部门检定，监测期间在有效期内。

自检：每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

监测记录：现场监测过程，专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器或将仪器固定在三脚架上。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 5 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。

## 表六 验收监测内容

### 验收监测内容

#### 一、监测分析方法

本次监测按照、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)及《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS 76-2020)的标准要求进行监测、分析。

#### 二、监测因子

根据项目污染源特征,本次工作场所竣工验收监测因子为 X- $\gamma$  辐射剂量率。

#### 三、监测工况

2025 年 12 月 2 日,四川瑞迪森检测技术有限公司对四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目进行验收监测,验收工况如下:

表 6-1 四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目验收工况

设备名称型号	设备编号	技术参数	验收监测工况*	使用场所
DSA (uAngio AVIVA)	11XR810019	125kV/ 1000mA	摄影: 80kV/400mA 透视: 75kV/21mA	医技大楼负二层介入科 DSA 手术室

注: \*医院提供常用工况范围。

#### 四、监测点位及内容

本项目距 DSA 手术室墙体、门、窗表面 30cm、顶棚上方(楼上)距顶棚地面 100cm、透视防护区术者位及 50m 范围内环境保护目标处的 X- $\gamma$  辐射剂量率,监测设备运行状态、非运行状态下的 X- $\gamma$  辐射剂量率。

本项目监测布点如图 6-1~图 6-3 所示。

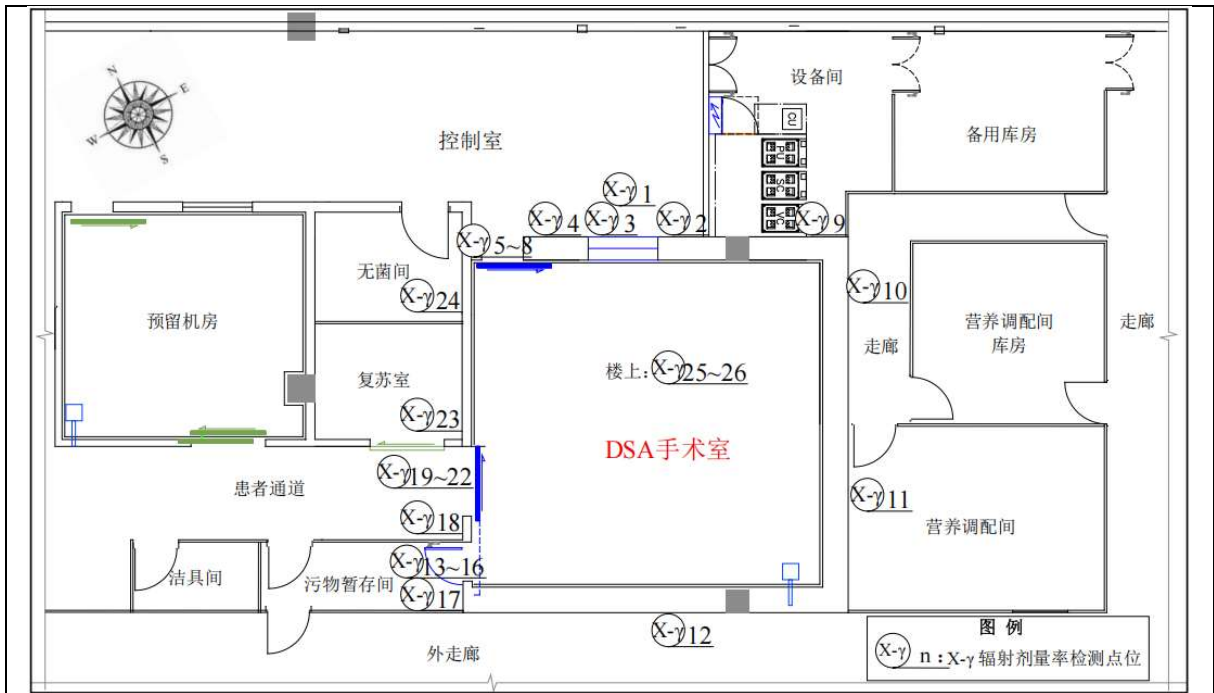


图 6-1 本项目 DSA 手术室现场检测点位示意图

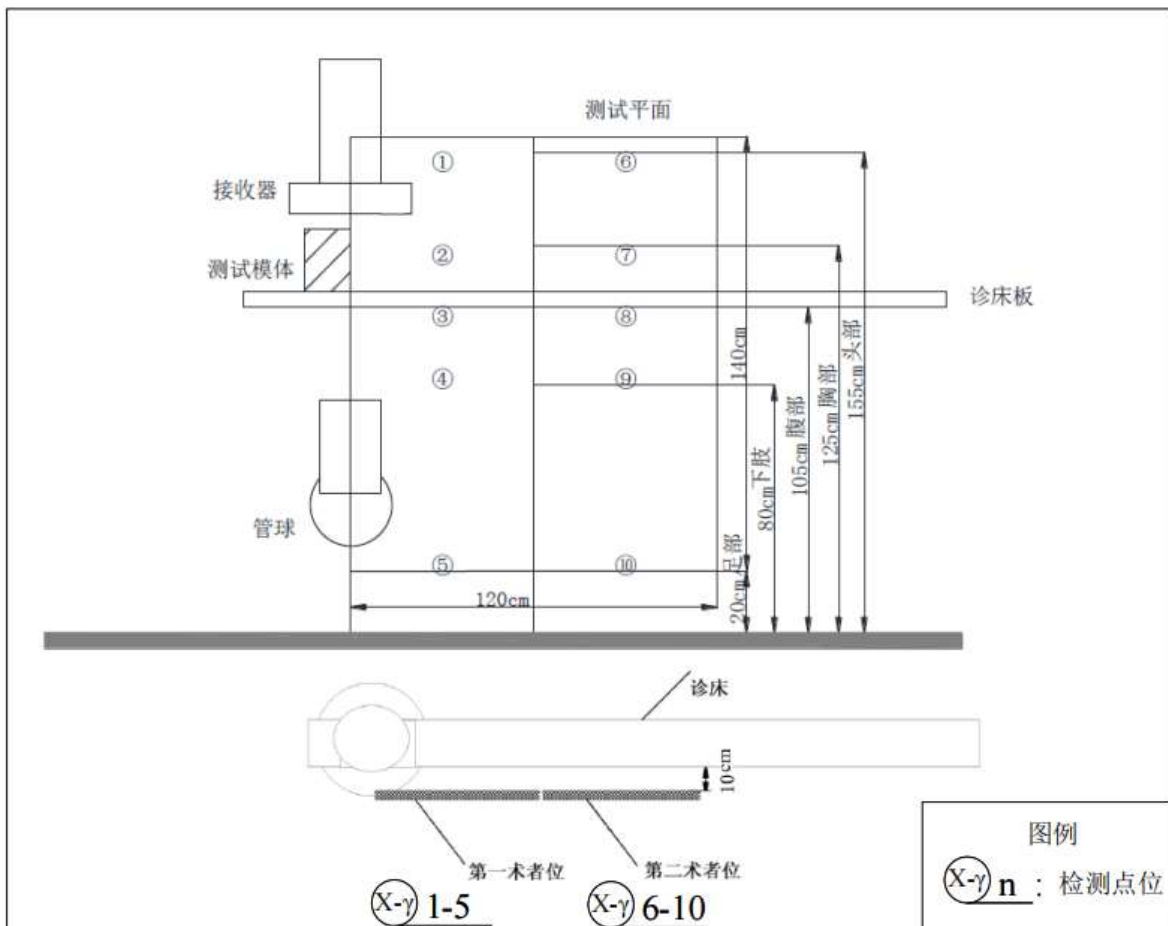


图 6-2 本项目透视防护区现场检测点位示意图

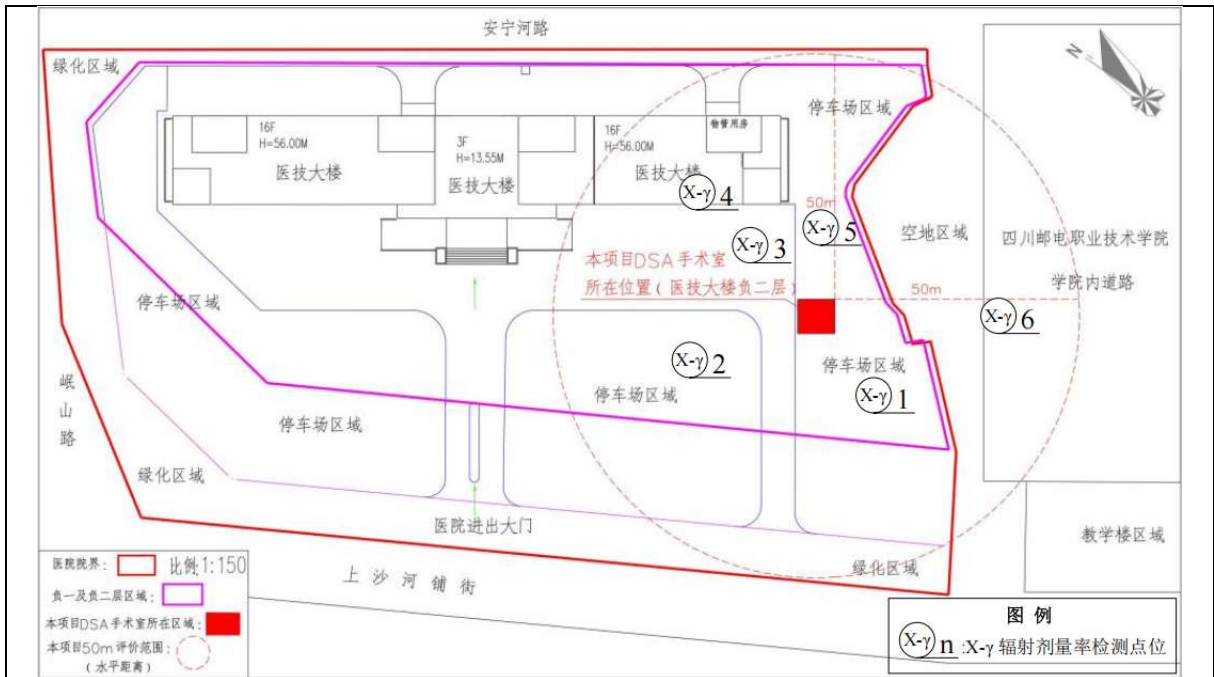


图 6-3 本项目环境保护目标处现场检测点位示意图

## 表七 验收监测

### 验收监测期间运行工况记录

被检单位：四川友谊医院有限责任公司

监测实施单位：四川瑞迪森检测技术有限公司

监测日期：2025年12月2日

天气：晴

温度：17°C

湿度：73%RH

监测因子：X- $\gamma$  辐射剂量率

验收监测期间生产工况见表 7-1。

表 7-1 四川友谊医院有限责任公司扩建 1 台数字减影血管造影机使用项目验收工况

设备名称型号	设备编号	技术参数	验收监测工况*	使用场所
DSA (uAngio AVIVA)	11XR810019	125kV/ 1000mA	摄影：80kV/400mA 透视：75kV/21mA	医技大楼负二层介入科 DSA 手术室

注：\*医院提供常用工况范围。

### 验收监测结果

#### 一、工作场所辐射防护监测结果

本项目工作场所辐射防护监测报告详见附件 8。监测结果如下：

表 7-2 DSA 手术室周围 X- $\gamma$  辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	设备状态
1	操作位	0.11	关机
		0.12	开机
2	电缆孔	0.15	开机
3	观察窗外 30cm 处	0.12	开机
4	北侧墙体外 30cm 处 (控制室)	0.12	开机
5	防护门 1 外 30cm 处 (左缝)	0.11	开机
6	防护门 1 外 30cm 处 (中间)	0.11	开机
7	防护门 1 外 30cm 处 (右缝)	0.11	开机
8	防护门 1 外 30cm 处 (下缝)	0.11	开机
9	北侧墙体外 30cm 处 (设备间)	0.11	开机
10	东侧墙体外 30cm 处 (走廊)	0.11	开机
11	东侧墙体外 30cm 处 (营养调配间)	0.11	开机
12	南侧墙体外 30cm 处 (外走廊)	0.11	开机
13	防护门 2 外 30cm 处 (左缝)	0.12	开机
14	防护门 2 外 30cm 处 (中间)	0.13	开机

15	防护门 2 外 30cm 处 (右缝)	0.13	开机
16	防护门 2 外 30cm 处 (下缝)	0.13	开机
17	西侧墙体外 30cm 处 (污物暂存间)	0.12	开机
18	西侧墙体外 30cm 处 (患者通道)	0.12	开机
19	防护门 3 外 30cm 处 (左缝)	0.13	开机
20	防护门 3 外 30cm 处 (中间)	0.13	开机
21	防护门 3 外 30cm 处 (右缝)	0.13	开机
22	防护门 3 外 30cm 处 (下缝)	0.13	开机
23	西侧墙体外 30cm 处 (复苏室)	0.12	开机
24	西侧墙体外 30cm 处 (无菌间)	0.12	开机
25	楼上距地面 100cm 处	0.11	开机
26	楼上距地面 100cm 处	0.11	开机

- 注：1.测量结果未扣除本底值；  
2.场所下方为土层，上方为负一层食堂区域；  
3.检测点位见图 6-1。

表 7-3 透视防护区剂量水平检测结果

测点编号	检测点位描述		测量结果 (μSv/h)	设备状态
1	第一术者位	头部	238	开机
2		胸部	227	开机
3		腹部	134	开机
4		下肢	104	开机
5		足部	87	开机
6	第二术者位	头部	297	开机
7		胸部	280	开机
8		腹部	104	开机
9		下肢	84	开机
10		足部	76	开机

- 注：1.设备自带铅防护吊屏、手术床下设铅帘（均为 0.5mm 铅当量）；  
2.测量结果未扣除本底值；  
3.检测点位见图 6-2。

表 7-4 环境保护目标处 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述		测量结果 (μSv/h)	设备状态
1	院内	室外通道及停车场	0.11	开机
2		室外通道及停车场	0.11	开机
3		室外通道	0.11	开机
4		医技大楼	0.11	开机
5		室外通道及停车场	0.11	开机
6	院外	四川邮电职业技术学院	0.10	开机

- 注：1.测量结果未扣除本底值；  
2.检测点位见图 6-3。

### 结论：

本次检测，当此台 DSA（设备型号/编号：uAngio AVIVA/11XR810019）正常工作（检测工况：80kV/400mA）时，DSA 手术室周围及环境保护目标处 X-γ 辐射剂量当量率为（0.10~0.15）μSv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）标准的要求；设备的透视防护区测试平面上（检测工况：75kV/21mA）周围剂量当量率为（76~297）μSv/h，满足《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）。

## 二、辐射工作人员和公众年有效剂量分析

由于本项目运行未满三个月，个人剂量监测报告暂未出具，故根据本项目现场监测结果对项目运行期间公众的年有效剂量进行计算分析。本项目配置的辐射工作人员除参与本次验收 DSA 相关工作外，仍从事原有辐射工作，故根据个人剂量检测报告进行剂量叠加，检测报告见附件 6。

### 1、辐射工作人员

本项目拟配置 8 名辐射工作人员，共分为 2 组，每组 4 名辐射工作人员（其中医生 2 名，护士 1 名，技师 1 名），各组人员不交叉。本项目 DSA 每台手术最少由 2 名医生和 1 名护士配合，手术医生及护士透视模式运行时位于 DSA 手术室内，拍片模式运行时位于控制室内，技师位于控制室内进行隔室操作。

根据医院规划，本项目 DSA 设备年工作量预估约 400 台，不同介入手术的平均透视模式运行时间约 10min~15min/台，不同介入手术的平均拍片模式运行时间均不超过 1min，故本项目保守考虑单台介入手术平均透视模式运行 15min，拍片模式运行 1min，则本项目 DSA 设备年出束时间为 106.67h（包含透视模式 100h 及拍片模式 6.67h）。本项目所配的辐射工作人员保守按照本次验收最大监测值估算辐射工作人员所最大年有效剂量，估算结果见表 7-5。

表 7-5 本项目辐射工作人员年有效剂量估算结果

关注点位	最大监测值 (μSv/h)	居留 因子	年受照时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	是否 满足
操作位（1#）	0.12	1	106.67	0.013	5.0	满足
控制室（2#）	0.15	1	106.67	0.016	5.0	
无菌间（24#）	0.12	1	106.67	0.013	5.0	
第一术者位	238	1	100	23.80	125	
第二术者位	297	1	100	29.70	125	

注：1.计算时未扣除环境本底剂量；

2.人员的年有效剂量由公式 $E_{eff} = \dot{D} \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算。

由表 7-5 可知，本项目 DSA 正常运行，机房周围辐射工作人员及介入手术辐射工作人员所受年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 限值的要求，即辐射工作人员职业照射年有效剂量约束值为 5mSv/a，从事介入操作的辐射工作人员四肢（手和足）或皮肤的剂量当量约束值为 125mSv/a。

本项目辐射工作人员个人剂量监测结果见表 7-6。

表 7-6 本项目辐射工作人员个人剂量检测结果

序号	姓名	职业	监测结果 (mSv)				年有效剂量 (mSv/a)
			2024 年	2025 年			
			第四季度	第一季度	第二季度	第三季度	
1	***	医师	0.02	0.04	/	0.02	0.08
2	***	医师	0.02	0.19	/	0.07	0.28
3	***	医师	0.62	0.09	/	0.10	0.81
4	***	医师	0.68	0.95	/	1.00	2.63
5	***	护士	0.02	0.04	0.12	0.07	0.25
6	***	护士	0.02	0.07	/	0.04	0.13
7	***	技师	0.02	0.10	0.02	0.05	0.19
8	***	技师	0.02	0.05	0.02	0.02	0.11

注：/当季度未参加辐射相关工作。

由表 7-6 可知，叠加辐射工作人员年有效剂量估算结果后，本项目技师（拍片模式运行时位于控制室内）年最大有效剂量为 0.206mSv/a (0.016+0.19)；手术医生及护士（透视模式运行时位于 DSA 手术室内第一第二术者位）年最大有效剂量为 32.33mSv/a (29.70+2.63)，综上，本项目辐射工作人员均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 限值的要求。

## 2、公众

根据本项目现场监测最大监测值，对本项目运行期间公众年有效剂量进行估算，计算结果见表 7-7。

表 7-7 本项目公众年有效剂量估算结果

关注点位	最大监测值(μSv/h)	居留因子	年受照时间(h)	年有效剂量(mSv/a)	剂量约束值(mSv/a)	是否满足
设备间	0.11	1	106.67	0.012	0.1	满足
走廊	0.11	1		0.012		
营养调配间	0.11	1		0.012		
外走廊	0.11	1		0.012		
污物暂存间	0.12	1		0.013		
患者走廊	0.13	1		0.014		
复苏室	0.12	1		0.013		

楼上食堂区域	0.11	1		0.012		
院内室外通道及停车场	0.11	1		0.012		
院内室外通道及停车场	0.11	1		0.012		
院内室外通道	0.11	1		0.012		
院内医技大楼	0.11	1		0.012		
院内室外通道及停车场	0.11	1		0.012		
院外四川邮电职业技术学院	0.10	1		0.011		

注：1.计算时未扣除环境本底剂量；

2.人员的年有效剂量由公式 $E_{eff} = \dot{D} \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算。

由表 7-6 可知，本项目 DSA 正常运行，机房周围公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求，并低于本项目剂量约束值（公众：0.1mSv/a）。

### 三、保护目标年有效剂量分析

根据本项目的特点，本项目的验收范围及保护目标范围确定为 DSA 手术室实体屏蔽物边界外 50m 区域。本项目周围 50m 范围除东南侧部分区域（空地、四川邮电职业技术学院，约 20m~50m）位于医院院界外，其余范围均位于医院院界内，评价范围内的辐射环境保护目标为医院辐射工作人员、院内其他医护人员、病患、陪同家属及院内及院外公众，本次验收环境保护目标与环评一致。

本项目保护目标年有效剂量估算结果详见表 7-5~表 7-7。由估算结果可知，本项目保护目标范围内辐射工作人员及周围公众所受年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）剂量限值的要求，并低于本项目剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a）。

## 表八 验收监测结论

### 验收监测结论

四川友谊医院有限责任公司扩建1台数字减影血管造影机使用项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1、本项目建设地点及周围环境与环评一致，本次验收环境保护目标与环评一致。  
2、本项目工作场所监督区及监督区划分明显，能有效避免周围公众误入或非正常受照。

3、本项目工作场所的屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实，在正常工作条件下运行时，工作场所周围及环境保护目标所有监测点位的X- $\gamma$ 辐射剂量率满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关标准要求；

4、四川友谊医院有限责任公司已在控制区及监督区醒目位置设置了电离辐射警告标志，已设置急停按钮、工作状态指示灯、监控系统、紧急开门按钮等安全设施。

5、四川友谊医院有限责任公司已为本项目配备1台便携式X射线辐射巡测仪、2台个人剂量报警仪。

6、四川友谊医院有限责任公司已根据实际工作需求为本项目配备8名辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护培训学习，并通过辐射安全与防护考核，持证上岗，所有辐射工作人员均配有个人剂量计。

7、本项目辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案。

8、四川友谊医院有限责任公司具有辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度。

综上所述，四川友谊医院有限责任公司扩建1台数字减影血管造影机使用项目满足环评及批复中有关辐射管理的要求，配套的环保设施与主体工程符合“三同时”制度，环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，验收合格。

## 建议

1、认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断提高核安全文化素养和安全意识；

2、每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测 1~2 次，监测结果上报生态环境主管部门；

3、积极配合生态环境部门的日常监督检查，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，并上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”；

4、进一步完善辐射事故应急处理预案和辐射防护管理制度。定期检查安全防护设施，保证设备正常运行。