

核技术利用建设项目

泸州市人民医院

新增数字减影血管造影机项目

环境影响报告表

(公示本)

泸州市人民医院

二〇二二年四月

生态环境部监制

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	12
表 3	非密封放射性物质	13
表 4	射线装置	14
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6	评价依据	16
表 7	保护目标与评价标准	18
表 8	环境质量和辐射现状	21
表 9	项目工程分析与源项	25
表 10	辐射安全与防护	31
表 11	环境影响分析	40
表 12	辐射安全管理	58
表 13	结论与建议	66

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增数字减影血管造影装置项目			
建设单位		泸州市人民医院			
法人代表		**	联系人	**	联系电话
注册地址		**			
项目建设地点		四川省泸州市江阳区酒谷大道二段 316 号泸州市人民医院沙茜院区医技大楼 2 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		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 m ²
应用 类 型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	无				

项目概述

一、建设单位情况及项目由来

泸州市人民医院始建于 1917 年，是一所集医疗、教学、科研、预防、康养为一体的国家三级甲等综合医院。医院先后荣获“全国综合医院中医药工作示范单位”、“全省卫生系统先进集体”、“全省对口帮扶藏区彝区贫困县先进集体”等殊荣。

医院现为一院两区，开放床位 1256 张。沙茜院区以综合发展医疗、教学、科研、预防、康养为主要功能；市府路院区以老年病、慢性病等特色专科为主要功能；托管

的泸州市传染病医院以突发公共卫生事件救治为主要功能。

医院现有 256 排螺旋 CT、高能双光子直线加速器、3.0T 磁共振(MRI)、1000mA 血管造影 X 射线机、3D 高清腹腔镜、CBCT、OCT 等大型医疗设备数十台，医疗设备总资产 3.4 亿元。

医院确立了“院有重点，科有特色，人有专长”的重点专科建设指导思想，学科带头人的培养作为重点专科建设的关键，以特色技术作为重点专科建设及发展的基石。医院有国家级重点中医专科 1 个（中医肛肠科），四川省重点专科 4 个（妇产科、儿科、肾病科、肛肠科），四川省重点专科建设单位 2 个（神经内科、重症医学科），四川省儿童早期发展示范基地 1 个，泸州市重点专科 11 个，在建 8 个，泸州市质控中心 7 个，泸州市远程诊疗中心 3 个。

在建设重点专科的同时，医院人才队伍建设方面得到迅速发展。截止目前医院现有在岗职工 1384 人，其中卫生专业技术人员 1255 人，高级职称 253 人，博士、硕士研究生 159 人。拥有南丁格尔奖章获得者、国务院特殊津贴专家、四川省学术和技术带头人及国家和省市级学术机构任职专家 160 余人。

历经百个春秋的洗礼，泸州市人民医院以“创百姓信赖医院，建员工美好家园”为愿景，以“尊重、崇德、精业、创新”为核心，为患者提供以人为本、安全、高效、诚信、细微的全程医疗优质服务。为建设健康泸州、美好泸州，凝心聚智，谱写医学事业发展新篇章。

目前，沙茜院区在医技大楼 2 楼介入室 1 内使用 1 台 Arits zee III Ceiling 型全数字化平板数字减影血管造影机（DSA），该台 DSA 已经履行了相关的环保手续。根据医院预估门诊及手术数量，现有的 1 台 DSA 并不能满足病人的就诊需求，为了满足群众不断增长的医疗需求和医院未来长远发展，泸州市人民医院沙茜院区拟在医技大楼 2 楼已建介入室 1 西侧预留用房新建 1 间介入室 2，介入室 2 和介入室 1 共用无菌室、设备间等相关配套用房，在介入室 2 内新增 1 台数字减影血管造影装置（digital subtraction angiography，简称 DSA），属于 II 类射线装置。

（一）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令 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”, 应编制环境影响报告表。根据《四川省生态环境厅关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》(2019 年第 2 号), 本项目应报泸州市生态环境局审查批准。因此, 泸州市人民医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制本项目的环境影响报告表(委托书见附件 1)。

四川省中栎环保科技有限公司接受本项目环境报告表编制工作的委托后, 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, 对环境的影响进行了预测, 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。

(二) 本项目建设内容

1、工程概况

项目名称: 新增数字减影血管造影装置项目

建设单位: 泸州市人民医院

建设性质: 新建

建设地点: 泸州市江阳区酒谷大道二段 316 号泸州市人民医院沙茜院区医技大楼 2 楼

2、工程建设内容及规模

医院拟在医技大楼(已建地上 9 层、地下 1 层, 高 33.45m) 2 楼西侧预留用房新建 1 间介入室 2, 介入室 2 与介入室 1 共用无菌室、设备间等相关配套用房, 在介入室 2 内新增 1 台数字减影血管造影装置, 其型号为 Azurion 7M20, 其额定管电压为 125kV, 额定管电流为 1000mA, 出束方向由下而上, 属于 II 类射线装置, 年诊疗病例约 500 例, 单台手术最长出束时间约 17.5min, DSA 年出束时间累计约 148.7h(拍片 2.8h, 透视 145.9h), 主要用于介入治疗、血管造影等。

介入室 2 屏蔽方案: 不改变预留机房布局, 仅调整门洞位置(操作室进入机房的门洞调整为从左侧进入, 封堵右侧门洞), 不新建配套用房, 利用预留机房的墙体

及楼板，新增机房南侧墙体 240mm 实心砖+1mmPb 辐射成品防护板，其余三面墙体新增 25mm 厚硫酸钡砂浆的防护+1mmPb 辐射成品防护板，顶部新增 1mmPb 辐射成品防护板；地面新增 10mm 厚硫酸钡砂浆的防护；新增 1 扇观察窗，新增 5 扇防护门。

预留介入室 2 面积为 58.48m²，净空尺寸为 8.6m（长）×6.8m（宽）×3.7m（高）。机房南侧墙体 200mm 混凝土（原有）+240mm 实心砖（外层）+1mmPb 辐射成品防护板（内层，新增）；其余三面墙体均为 200mm 混凝土（原有）+25mm 硫酸钡砂浆（内层，新增）+1mm 辐射成品防护板 Pb（内层，新增）；顶部为 250mm 混凝土（原有）+1mmPb 辐射成品防护板；地面为 250mm 混凝土（原有）+10mm 硫酸钡砂浆（内层，新增）；新增观察窗 1 扇，为 3.5mm 铅当量的铅玻璃；新增防护门 5 扇，均为 3.5mm 铅当量的铅门。

本项目建设项目组成及主要环境问题见下表 1-1。

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题		备注
		施工期	运营期	
主体工程	介入室2面积为58.48m ² ，净空尺寸为8.6m（长）×6.8m（宽）×3.7m（高），机房南侧墙体200mm 混凝土（原有）+240mm 实心砖（外层）+1mmPb 辐射成品防护板（内层，新增）；其余三面墙体均为200mm 混凝土（原有）+25mm 硫酸钡砂浆（内层，新增）+1mmPb 辐射成品防护板（内层，新增）；顶部为250mm 混凝土（原有）+1mmPb 辐射成品防护板；地面为250mm 混凝土（原有）+10mm 硫酸钡砂浆（内层，新增），观察窗1扇，为3.5mm 铅当量的铅玻璃，防护门5扇，均为3.5mm 铅当量的铅门。	噪声、扬尘、施工废水、生活污水、固体废物、建筑垃圾	噪声、医疗废物、生活垃圾、生活污水	新建
	拟在介入室2内新增1台 DSA，最大管电压为125kV，最大管电流为1000mA，型号为 Azurion 7M20，年最大曝光时间约148.7h，其中透视145.9h，拍片2.8h。		X 射线、臭氧	
辅助用房	无菌室、复苏室、洗手间、更衣室、库房等	—	生活垃圾、生活污水	依托
公用工程	过道	—	—	依托
办公及生活设施	市政水网、市政电网、配电系统	—	生活垃圾、生活污水	依托
	办公室、卫生间等			

环保工程	①项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站；②医疗废物依托医院原有的医疗废物暂存间及收集系统进行收集，统一交由泸州市保康医疗废物处理有限公司收运处置；③生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运；④介入室2内采用北侧的百叶风口进风；排风在 DSA 机房南侧设置有百叶风口（排风量为 500m ³ /h），通过排风管道从 DSA 机房内引出，汇入楼层排风管，排放口位于库房南侧墙体，距地面约 5.7m，在库外排放，最终排向室外大气中。		废水、固体废物、废气	依托
------	---	--	------------	----

（三）本项目主要原辅材料及能耗情况

项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-3。

表 1-3 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	100L	外购	碘帕醇
能源	煤(T)	—	—	—
	电(kW·h)	2500 度	市政电网	—
	气(nM ³)	—	—	—
水量	地表水	1000m ³	市政水网	—
	地下水	—	—	—

本项目拟使用造影剂为碘帕醇注射液，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。

（四）本项目主要设备配置及技术参数

本项目使用的 DSA 位于医院医技大楼 2 楼东侧新建介入室 2 内，由放射科进行日常管理。根据医院提供资料，本项目 DSA 主要用于介入治疗、血管造影，医院年最大手术台数为 500 台，年最大出束时间为约 148.7h。本项目涉及医用射线装置的情况见表 1-4。

表 1-4 本项目射线装置清单表

设备名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所
DSA	Azurion 7M20	1 台	125kV	1000mA	介入室 2
设备使用情况					
曝光方向	所在科室	常用拍片工况		常用透视工况	
		管电压	管电流	管电压	管电流
由下向上	介入科	60~100kV	100~300mA	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)
心血管内科	20	17.5	200	1.1	58.3
血管外科	20	17.5	150	0.8	43.8
神经疾病中心	20	17.5	100	0.6	29.2
消化内科	20	17.5	50	0.3	14.6
合计			500	148.7	

(五) 工作人员配置情况

劳动定员：本项目 DSA 拟配置 24 名辐射工作人员，其中手术医生 18 名（心血管内科 8 名、血管外科 3 名、神经疾病中心 4 名、消化内科 3 名），护士 4 名，技师 2 名。24 名辐射工作人员均为原有辐射工作人员，本项目投用后，本项目辐射工作人员继续从事其他辐射类工作，因此，存在剂量叠加。今后医院可根据开展项目的实际情况做适当调整。

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 8h，实行白班单班制。

(六) 依托情况介绍

1、废水：项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站，经混凝沉淀+ClO₂ 消毒处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入城南污水处理厂处理，最后达标排放。

2、固体废物：施工期产生的固体废物主要为生活垃圾和设备包装。生活垃圾依托市政垃圾收运系统收集处理；设备安装期间的包装垃圾经过分类收集，能回收利用部分回收处理，不能回收部分，作为建筑垃圾进行处理。运营期产生的医疗废物医疗废物依托医院原有的医疗污物暂存间及收集系统进行收集，统一交由泸州市永康医疗废物处理有限公司收运处置；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会制定的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第 29 号令，2020 年 1 月 1 日施行）、《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会第 49 号令，2021 年 12 月 30 日实施）

的相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第5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、本项目外环境及选址合理性分析

（一）本项目外环境关系

泸州市人民医院沙茜院区位于泸州市江阳区酒谷大道二段316号，根据现场踏勘，医院四周的主要外环境关系如下：医院紧邻酒谷大道二段，南侧紧邻泸州市残疾人康复中心和金沙路，西侧紧邻竹林南路和金沙小区，东侧紧邻黎明南路和远洋红星天铂在建楼盘。

本项目位于医技大楼（已建地上9层、地下1层，高33.45m）2楼西部，拟建介入室2的50m评价范围均在院内。介入室2北侧依次过道兼等候区（距机房约0.5~8m）、医院内北侧道路（距机房约27.6m）、门诊大楼（30~50m）；南侧为医院内南侧道路（距机房约32.7~38.4m）、住院大楼（距机房约50m）；东侧50m范围均在医技大楼内，包括无菌室、设备间、复苏室、介入室1等医技大楼其他治疗室；西侧为碎石机房等医技大楼其他治疗室（距机房约6.5m~12.6m）、医疗街（距机房约14.6~27.7m）、综合大楼（距机房约28~50m）；上方为3楼超声科、4楼病理输血科、5楼内镜科、6楼心电科、7楼检验科、8楼预留层、9楼档案科；下方为1楼放射科。

本项目地理位置图见附图1，医院外环境关系图见附图2，医院总平面布置图见附图3。

（二）本项目选址合理性

泸州市人民医院沙茜院区位于泸州市江阳区酒谷大道二段316号，分院用地取得了泸州市自然资源和规划局颁发的不动产权证书（川2020泸州市不动产权第0076044号），见附件10，用途为医疗卫生用地。医院四周交通方便，有利于与外界的联系，本项目选址所在地基础配套设施完善，供排水等城市管网完善，电力、电缆等埋设齐全，为项目建设提供了良好条件。本项目所在医技大楼已于2013年进行了环评并取得了原四川省环境保护厅“关于泸州市人民医院门急诊医技综合楼及传染病房建设项目环境影响报告书”的批复，批复文号为川环审批[2013]760号（附件3），本项目

为其配套建设项目，不新增用地，且拟建的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，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

四、原有核技术利用情况

（一）医院原有项目辐射安全许可证情况

泸州市人民医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00588]）（见附件2），许可的种类和范围为：使用 III 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；发证日期：2022 年 4 月 6 日，有效期至 2024 年 07 月 17 日，在有效期内。泸州市人民医院已获许可使用的 III 类医用 X 射线装置 25 台，II 类医用 X 射线装置 2 台，III 类放射源 1 枚。已获许可的活动种类和范围具体情况见下表 1-5~表 1-6。

表 1-5 医院已获许可使用的放射源

序号	工作场所	核素	类别	总活度（贝可）/活度（贝可）× 枚数	是否 环评	是否 验收	备注
1	后装机房	Ir-192	III	$3.7 \times 10^{11} \text{Bq} \times 1$	是	是	已上 证、在 用

表 1-6 已获许可使用的医用射线装置

序号	工作场所	装置名称	型号	类别	数量 (台)	备注
1	B 区一楼：牙片室	微焦点牙科 X 射线机	MSD-III	III 类	1	已上 证、 在用
2	B 区三楼：CT 第二检查室	全身用 X 射线计算机体层摄影装置	Brightspeed Blitesele	III 类	1	
3	C 区一楼：照片室 3	医用诊断 X 射线系统	DR-F	III 类	1	
4	C 区一楼：特检室	X 射线摄影系统	UX	III 类	1	
5	C 区一楼：乳腺检查室	乳腺 X 射线机	Mommomat300 Onova	III 类	1	
6	C 区一楼：照片室 1	X 射线摄影系统	UD150L-40E	III 类	1	
7	住院大楼四楼：手术间 4	移动式 C 形臂 X 射线机	Ziehm8000	III 类	1	

8	感染性疾病科发热门诊：一楼 DR 机房	数字化 X 线摄影系统	KeenRayTop-UF	III类	1	
9	重症医学科	移动式医用诊断 X 射线机	岛津 MUX-LOJ	III类	1	
10	医技大楼一楼：摄片室 1	数字化 X 线摄影系统	RADspeed Dfit	III类	1	
11	门诊楼四楼：DR 室	数字化 X 线摄影系统	RADspeed Dfit	III类	1	
12	医技楼二楼介入室 1	医用血管造影 X 线机	Arits zee III Ceiling	II类	1	
13	门诊楼二楼牙片室	高频（直流）牙科 X 射线机	FT-H1	III类	1	
14	医技楼一楼：CT 检查室 1	X 射线计算机体层摄影设备	Revolution CT	III类	1	
15	医技楼二楼：乳腺钼靶检查室	乳腺 X 射线机	Senographe Essential	III类	1	
16	医技楼一楼：摄片室 2	数字化 X 线摄影系统	Ysio Max	III类	1	
17	医技楼二楼：数字胃肠检查室	医用诊断 X 射线装置	Luminos Fusion 智敏	III类	1	
18	医技楼二楼：X 线骨密度检查室	X 射线骨密度仪	DPX-NT	III类	1	
19	医技楼二楼体外震波碎石治疗室	体外冲击波碎石机	HK.ESWL-V	III类	1	
20	综合楼负一楼：直线加速器机房	医用电子直线加速器	Precise	II类	1	
21	门诊楼二楼：CBCT 全景室	口腔颌面锥形束计算机体层摄影	CS 9300C Select	III类	1	
22	医技楼一楼：CT 检查室二	计算机 X 线断层扫描系统（CT）	uCT550	III类	1	
23	门诊楼四楼：骨密度室	X 射线骨密度仪	MetriScan	III类	1	
24	医技楼一楼：CT 机房 3	X 射线计算机体层摄影设备	uCT550	III类	1	
25	综合楼负一楼：模拟定位室	CT 模拟定位系统	XHCT-16	III类	1	
26	住院楼四楼：手术室 6 间	移动式 C 形臂 X 线机	Cios Select	III类	1	
27	感染性疾病科发热门诊：沙茜院区	X 射线计算机体层摄影设备	UCT528	III类	1	

（二）辐射工作人员培训情况

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。医院现有辐射工作人员170人，均参加了辐射安全与防护培训并取得《辐射安全培训合格证》，已取得人员的证书编号见附件6。今后医院新增辐射工作人员，未取得合格证的辐射工作人员中从事III类射线装置使用活动的可由医院自行组织其参加考核，从事II类射线装置使用活动的自行参加环保部组织的网上学习及考试。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，辐射工作人员和辐射防护负责人均应参加辐射安全与防护知识的学习，医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考试。新从事辐射活动的人员，以及原持有辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年。

（三）年度评估报告

医院在全国核技术利用辐射安全申报系统（rr.mee.gov.cn）中提交了“2021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2021年度的辐射场所安全和防护状况以及辐射管理情况进行了评估说明。

（四）辐射管理规章制度执行情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，制定有相对完善的管理制度，包括《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》等。医院辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，在落实各项辐射安全规章制度后，可满足原有射线装置防护实际需要。对医院现有场所而言，医院也已具备辐射安全管理的综合能力。医院应本次项目内容补充完善，并且应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。

根据医院提供的最新连续四个季度个人剂量监测报告，经统计计算，未发现单季度个人有效剂量超过季度限值1.25mSv的情况，也未发现个人年剂量值超过5mSv的情况；由辐射工作场所年度监测报告得知，屏蔽体外30cm处，没有超过2.5uSv/h的情况；由医院反馈得知，医院自取得取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故，出

具了无事故情况说明。

(五) 小结

综上所述，泸州市人民医院不存在原有辐射环境问题。

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
1	Ir-192	$3.7 \times 10^{11} \times 1$	III类	使用	—	后装机房	—	已上证、在用
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能 (MeV)	额定电流 (mA)/剂量 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II 类	1	飞利浦 Azurion 7M20	125	1000	介入治疗	介入室 2	本次拟购

(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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(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；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号，2017年10月1日实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(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；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订；</p> <p>(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；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订）；</p> <p>(11) 《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，2017 年 12 月 5 日起实施）；</p> <p>(12) 《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；</p> <p>(13) 《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，原环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；</p> <p>(14) 《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。</p>
-------------	--

<p>技术标准</p>	<p>(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);</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005);</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测定规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(6) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(7) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017);</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(9) 《放射工作人员健康要求》(GBZ 98-2017)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环评委托书;</p> <p>(2) 原四川省环境保护厅“关于泸州市人民医院门急诊医技综合楼及传染病房建设项目环境影响报告书”的批复(川环审批[2013]760号);</p> <p>(3) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽,原子能出版社,1987);</p> <p>(4) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料;</p> <p>(5) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》(2012年3月);</p> <p>(6) 《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);</p> <p>(7) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关要求，结合项目特点和现场监测的实际情况，确定辐射环境影响评价的范围：以介入室 2 四周墙体为边界，周围 50m 范围内区域作为评价范围。

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医院辐射工作人员和周围停留的公众，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

项目位置	保护目标	相对方位	距辐射源距离 (m)	人流量 (人次/天)	照射类型	剂量约束值 (mSv/年)
介入室 2	手术室内手术医生	-	0.5	18	职业照射	5.0
	手术室内的护士	-	1	4	职业照射	5.0
	操作间内的技师	南侧	5.0	2	职业照射	5.0
	办公室、库房、更衣区的医护人员	南侧	9.0~18.0	6	公众照射	0.1
	等候区兼过道的人员	北侧、西侧	7.0~10.0	约 50	公众照射	0.1
	污物通道内的工作人员	西侧	4.7~10.5	约 5	公众照射	0.1
	2 楼放射科其他治疗室的医护人员、患者、陪护人员	东侧、西侧	4.8~50	约 50	公众照射	0.1
	介入室 2 正上方的医护人员、患者、陪护人员	正上方	4.2	约 100	公众照射	0.1
	介入室 2 正下方的医护人员、患者、陪护人员	正下方	3.4	约 100	公众照射	0.1
	医技大楼其他医护人员、患者、陪护人员	四周	27.6~50	约 100	公众照射	0.1
院内	医疗街、综合大楼的医护人员、患者、陪护人员	西侧	25.7~50	约 100	公众照射	0.1

门诊大楼的医护人员、患者、陪护人员	南侧	23~50	约 200	公众照射	0.1
住院大楼的人员	南侧	50	约 200	公众照射	0.1

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：《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020），医疗废物执行医疗废物处理处置污染控制标准（GB39707-2020）。

三、电离辐射剂量限值 and 剂量约束值

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

1、剂量限值

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.3.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

公众照射：第 B1.2.1 条的规定，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。

2、剂量约束值

本项目环评取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值 1/4（即 5mSv/a）作为职业人员年剂量约束值；取四肢（手和足）或皮肤年当量剂量 1/4（即 125mSv/a）作

为职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值；取公众年有效剂量限值 1/10（即 0.1mSv/a）作为公众的年剂量约束值。

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，本项目医用射线装置使用场所在距离机房屏蔽体外表面 30cm 处，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h。

五、臭氧的排放标准

根据《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）室内臭氧符合最高允许浓度 0.16mg/m³ 的要求；根据《环境空气质量标准》（GB3095—2012）室外臭氧小时平均浓度符合二级标准（0.20mg/m³）的要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

泸州市人民医院沙茜院区位于泸州市江阳区酒谷大道二段 316 号，根据现场踏勘，医院四周的主要外环境关系如下：医院北侧 50m 范围紧邻酒谷大道二段，南侧 50m 范围紧邻金沙路和泸州市残疾人康复中心，西侧 50m 范围紧邻竹林南路和金沙小区，东侧 50m 范围紧邻黎明南路和远洋红星天铂在建楼盘。

本项目位于医技大楼（已建地上 9 层、地下 1 层，高 33.45m）2 楼西部，在本次建设项目中，以拟建介入室 2 为中心：①东侧 50m 范围均在医技大楼内，东侧自西向东依次为洗手间（共用）、无菌室（共用）、设备间（共用）、复苏室（共用）（距机房 14.3m）、介入室 1 等其他治疗室；②南侧为医护人员通道（距机房 10.7m）、办公室、库房、更衣区（距机房 11.7m）、医院内南侧道路（距机房约 32.7~38.4m）、住院大楼（距机房约 50m）；③西侧至东向西依次为污物通道（距机房 3.7m）、短波治疗室、碎石机房（距机房约 6.5m~12.6m）、医疗街（距机房约 14.6~27.7m）、综合大楼（距机房约 28~50m）；④北侧为过道兼等候区（距机房 6.8m）、医院内北侧道路（距机房约 27.6m）、门诊大楼（30~50m）；⑤拟建位置正上方为 3 楼心脏彩超诊断室；⑥拟建位置正下方为 1 楼 CT 室。本项目介入室 2 所在楼层平面布置图见附图 4，医技大楼 1 楼（介入室 2 正下方）平面布局图见附图 5，医院住院大楼 3 楼（介入室 2 正上方）平面布局图见附图 6。

在接受本项目环境影响评价委托后，我公司技术人员对项目所在区域进行了踏勘，本项目现状见图 8-1。



介入室2拟建位置



操作室拟建位置

图 8-1 本项目现状图

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 在出束过程中，产生的 X 射线和臭氧。

三、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

受四川省中栎环保科技有限公司的委托，四川省永坤环境监测有限公司于 2021 年 11 月 19 日按照委托单位要求对泸州市人民医院新增数字减影血管造影装置项目拟建场所周围，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。监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

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	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》	HJ1157-2021
	《辐射环境监测技术规范》	HJ61-2021

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	校准情况	
环境 X-γ辐射剂量率	AT1123 型 X-γ辐射剂量率仪 编号：YKJC/YQ-36	50nSv/h~10Sv/h 15keV~10MeV	检定/校准单位： 中国测试技术研究院 检定/校准有效期： 2021.03.17~2022.03.16 校准因子：0.99	天气： 晴 温度： 24.9℃ 湿度： 55.9%

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校准合格证书，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。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（一）计量认证

从事监测的单位，四川省永坤环境监测有限公司于 2018 年 1 月取得了原四川省质量技术监督局颁发的计量认证证书，证书编号为：182312050067，有效期至 2024

年1月28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。

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 出束时高压射线管发出的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X- γ 辐射剂量率。根据现场实际情况，X- γ 辐射剂量率监测点位主要包括介入室 2、介入室 2 四周及评价范围内的敏感点，监测点位涵盖了拟建项目机房四周、楼上、楼下的区域及评价范围内的院内敏感点，根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况，点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图如下：

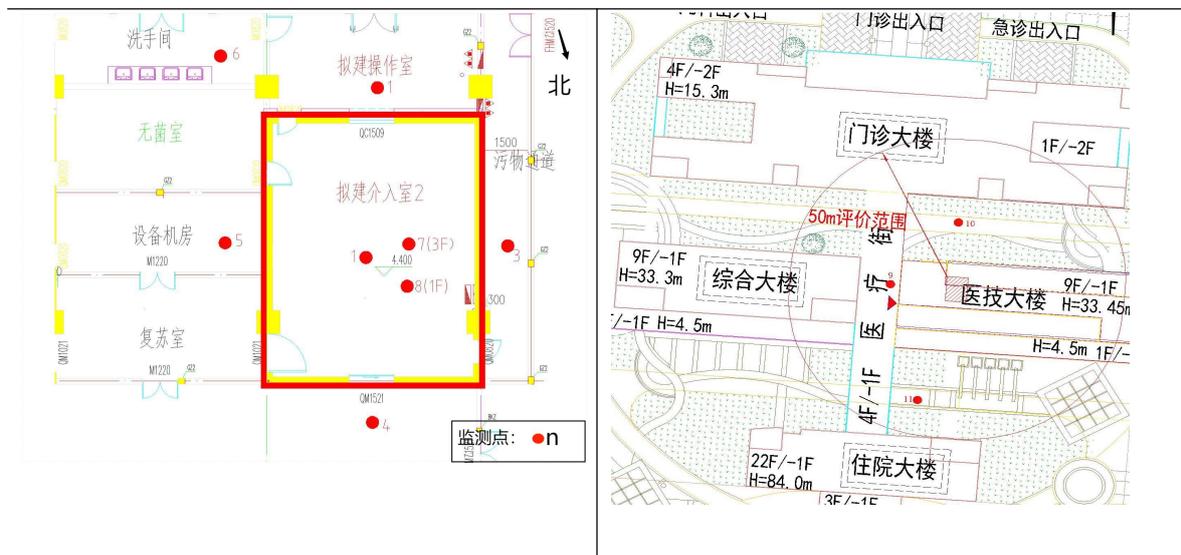


图 8-2 监测布点示意图

六、环境现状监测与评价

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。

具体监测结果如下：

表 8-3 拟建项目周围环境 X- γ 辐射剂量率 单位：nSv/h

点位	监测位置	环境 γ 辐射剂量率		备注
		测量值	标准差	
1	拟建机房所在位置	128	1.6	室内
2	拟建机房控制室	128	2.9	
3	污物通道	125	1.6	
4	等候区	124	2.1	
5	设备间	132	2.1	
6	洗手池	132	2.4	
7	心脏彩超诊断室 1（3F）	146	7.6	
8	CT 机房 2（1F）	128	3.6	
9	医疗街	126	2.3	邻近综合大楼
10	北侧院内道路	113	1.6	邻近门诊大楼
11	南侧院内道路	112	2.3	邻近住院大楼

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中 5.5 计算结果：使用 ^{137}Cs 和 ^{60}Co 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数分别取 1.20Sv/Gy 和 1.16Sv/Gy，由监测单位提供资料，本项目监测仪器使用的检定/校准参考辐射源为 ^{137}Cs ，因此监测报告中的辐射剂量率单位换算比值为 1.20Sv/Gy。本项目拟建 DSA 机房四周所在地的 γ 辐射剂量率在 112~146nSv/h（单位换算后为：93.3~121.7nGy/h）之间。

根据现场监测报告，本项目所在区域 X- γ 空气吸收剂量率为 93.3~121.7nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量报告》（2021 年 6 月）中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5~121.3nGy/h）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、施工期污染源项分析

1、施工期产物环节

本项目在医技大楼内进行建设，医技大楼已于 2013 年进行了环评并取得了原四川省环境保护厅“关于泸州市人民医院门急诊医技综合楼及传染病房建设项目环境影响报告书”的批复，批复文号为川环审批[2013]760 号。目前，该院医技大楼已经建成投用，介入室 2 为医院预留用房，DSA 设备暂未安装。本项目机房还需要门洞的改造、新建南侧实心砖墙体、简单装修、管线布置、设备安装等内容，在项目施工过程中，会产生一定的扬尘、噪声、固体废物、施工废水以及施工人员产生的生活垃圾和生活废水。

施工期工艺流程及污染物产生环节见图 9-1。

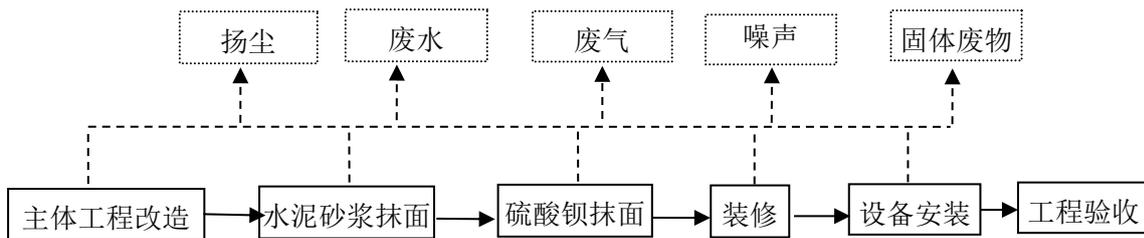


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

医院在 DSA 机房装修时，应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，防护门结构应考虑门因自身重量而发生形变、频繁开关门的振动连接松动、屏蔽体老化龟裂等问题，防护门应尽可能减小缝隙泄露辐射，通常防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍，墙体与防护门应有足够的搭接宽度，应预留防护门下沉沟槽。

2、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，主要是在主体工程过程中门洞改造、新建墙体和装修过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过封闭施工管理和采取及时洒水等措施来进行控制。

②噪声

施工期噪声主要为装修产生的噪声，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

本项目施工期废水主要为施工废水及施工人员的生活污水，污水产生量较小，依托医院现有污水处理设施处理达标后，排入市政污水管网。

④废气

施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时喷涂等工序产生的废气和装修材料中释放的废气，影响装修人员的身体健康，该废气属于无组织排放。因此在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天通风换气。因施工量较小，装修周期较短，施工期对环境的影响较小。

⑤固体废物

施工过程中固体废物主要为废弃材料、装修垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的建筑材料、装修垃圾等进行分类收集，统一处理；施工人员产生的生活垃圾应统一收集后送城市环卫部门处理。

3、设备安装调试期间的工艺分析

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

二、运营期污染源项分析

1、设备组成及工作原理

DSA 是平板探测器技术、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血管减影设备。DSA 主要由带有 X 线球管、平板探测器、高压发生器、高压注射器、三维图像后处理工作站、治疗床、控制系统、C 形臂、测量分析系统、图文报告工作站组成。

DSA（数字减影血管造影装置）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。两次数相减，消除相同的信号，得到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。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

2、诊断及治疗流程简述

DSA 在进行曝光时分为两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 9-2：

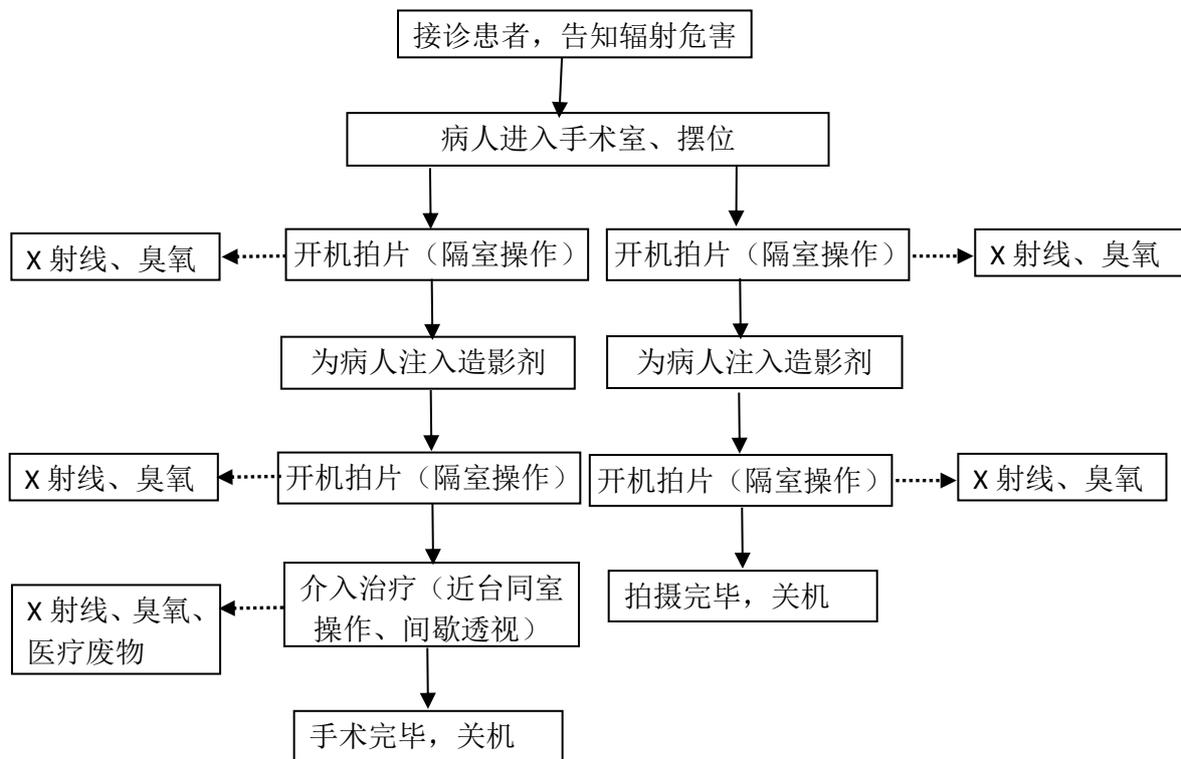


图 9-2 DSA 治疗流程及产污环节示意图

(1) DSA 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、平板探测器三者之间的距离，然后进入操作间，关好防护门。医师、操作人员通过开放式操作间的计算机系统控制 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。

(2) DSA 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（如铅橡胶围裙、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，病人离开 DSA 机房。

3、产污环节

本项目使用 1 台 DSA，属于 II 类射线装置。产污环节为：在注入造影剂之前拍片产生的 X 射线和臭氧，注入造影剂之后产生的 X 射线和臭氧，介入治疗过程中间歇透视产生的 X 射线和臭氧。在手术时，产生医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套等医疗废物。注入的造影剂不含放射性，同时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、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员经过医护人员通道、更衣区、缓冲区后进出 DSA 机房，医生用房独立成区。

患者路径：患者在陪护人员陪同下从等候区进入介入室 2，患者从介入室 2 直接离开或者从复苏室离开，病人、医生流互不交叉。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物经过打包后通过污物通道，与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间暂存。

本项目医生、患者、污物路径示意图见图 9-3。



图9-3 本项目医生、患者、污物路径示意图

5、污染源项描述：

(1) 电离辐射

DSA 在开机状态下产生的 X 射线，不开机状态下不产生 X 射线。

(2) 废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，本项目介入室 2 南侧设置有排风的百叶风口（排风量 500m³/h），通过排风管道由介入室 2 引出，汇入楼层排风管，排放口位于库房南侧墙体，距地面约 5.7m，在库房外排放，最终排向室外大气中，经自然分解和稀释后对环境的影响较小。

(3) 固体废物

①手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 机房预计手术量为 500 台，则每年固体废物产生量约为 1000kg。项目产生的医疗废物经打包后与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间暂存，统一交由泸州市保康医疗废物处理有限公司收运处置。

②本项目配置辐射工作人员 24 名，其中手术医生 18 名，护士 4 名，技师 2 名，每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年新增办公和生活垃圾产量约 3t。本项目辐射工作人员均为原有辐射工作人员，本项目投入运行后，不新增生活垃圾和办公垃圾的产生量。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

(4) 废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和医疗废水。生活污水和医疗废水依托医院现有污水处理站，采用混凝沉淀+ClO₂ 消毒处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入城南污水处理厂处理，最后达标排放。

(5) 噪声

本项目所有设备选用低噪声设备，噪声主要为空调噪声，最大源强不超过 65dB（A），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。

（6）造影剂的存储、泄露风险

造影剂（碘帕醇）是介入放射学操作中最常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存；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，不存在泄露风险。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

本项目位于泸州市人民医院医技大楼（已建地上 9 层、地下 1 层，高 33.45m）2 楼西部。在本次建设项目中，以介入室 2 为中心：①东侧 50m 范围均在医技大楼内，东侧自西向东依次为洗手间（共用）、无菌室（共用）、设备间（共用）、复苏室（共用）（距机房 14.3m）、介入室 1 等其他治疗室；②南侧为医护人员通道（距机房 10.7m）、办公室、库房、更衣区（距机房 11.7m）、医院内南侧道路（距机房约 32.7~38.4m）、住院大楼（距机房约 50m）；③西侧至东向西依次为污物通道（距机房 3.7m）、短波治疗室、碎石机房（距机房约 6.5m~12.6m）、医疗街（距机房约 14.6~27.7m）、综合大楼（距机房约 28~50m）；④北侧为过道兼等候区（距机房 6.8m）、医院内北侧道路（距机房约 27.6m）、门诊大楼（30~50m）；⑤拟建位置上方为 3 楼超声科（正上方为心脏彩超诊断室）、4 楼病理输血科、5 楼内镜科、6 楼心电科、7 楼检验科、8 楼预留层、9 楼档案科；；⑥拟建位置下方为 1 楼放射科（正下方为 CT 室）。

本项目介入室 2 所在楼层平面布置图见附图 4，医技大楼 1 楼（介入室 2 正下方楼层）平面布局图见附图 5，医院住院大楼 3 楼（介入室 2 正上方楼层）平面布局图见附图 6。

本项目病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不交叉。病人从病人通道进入介入室 2，医护人员从医护通道进入操作间和介入室 2，手术过程中产生的医疗废物经过打包后通过污物通道，与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间暂存，统一交由泸州市保康医疗废物处理有限公司收运处置。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既能有机联系，又互不干扰，且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其他人员集中活动区域，并同时兼顾了病员就诊的方便性，所以总平面布置是合理的。

2、辐射工作场所两区划分

（1）分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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

（2）控制区和监督区的划分

结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将 DSA 机房划为控制区，操作室、设备间、复苏室、无菌室、洗手间、介入室 2 外 1m 范围内的病员通道、医护通道、污物通道。项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图上进行了标识。



图 10-1 本项目两区划分示意图

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

设备名称及位置	控制区	监督区
DSA（介入室 2）	介入室 2	操作室、设备间、复苏室、无菌室、洗手间、介入机房外 1m 范围内的病员通道、医护通道、污物通道

备注：控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

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

二、辐射安全与防护措施

在利用 X 射线进行放射检查和介入治疗的同时,在无任何屏蔽设施的情况下,会对辐射源的周围环境及人员造成不应有的危害。为了减少这种辐射危害,以及避免辐射事故的发生,医院针对 DSA 的特点,采取了相应的辐射安全防护措施。

(一) DSA 辐射安全及防护措施

1、DSA 的固有安全性

本项目配备的 DSA 已采取如下技术措施:

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

②采用光谱过滤技术:在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板,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时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

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:DSA 配备床侧防护屏(0.5mmPb)和铅悬挂防护屏(0.5mmPb)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“紧急制动”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。

⑧配备零剂量定位技术,床面平移及升降,改变 SID 均不需要射线。

2、屏蔽防护措施

本项目介入手术室为预留场所，以进行防护施工，根据医院提供防护设计资料，对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C查询，机房实体防护设施铅当量折合估算见表10-2。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10-2。

表 10-2 DSA 机房的实体防护设施铅当量折合对照表

位置	实体结构	折合铅当量
机房四周墙体	机房南侧墙体 200mm 混凝土+240mm 实心砖 +1mmPb 成品辐射防护板	6mmPb
	其余三面墙体均为 200mm 混凝土+25mm 硫酸钡砂浆 +1mmPb 成品辐射防护板	5.3mmPb
屏蔽门	3.5mm 铅当量铅门	3.5mmPb
观察窗	3.5mm 铅当量玻璃铅窗	3.5mmPb
地面	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆	4mmPb
楼顶	250mm 混凝土+1mmPb 成品辐射防护板	4.4mmPb

注：①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量，当管电压（有用线束）为 125kV 时，查表计算 200mm 混凝土相当于 2.8mm 铅当量，250mm 混凝土相当于 3.4mm 铅当量。

②根据《辐射防护手册（第三分册）辐射安全》，查表 3.3，管电压 150kV（无 125kV 数据），密度为 3.2g/cm³ 的钡水泥，厚度为 33mm 折合为 2.0mm 铅当量，故本项目密度为 3.2g/cm³，施工的 10mm 厚硫酸钡砂浆厚度保守估计折合为 0.6mmPb，25mm 厚硫酸钡砂浆厚度保守估计折合为 1.5mmPb。

本项目 DSA 检查室实体防护与《放射诊断放射防护的要求》（GBZ130-2020）对照见下表：

表 10-3 机房的实体防护设施对照表

机房	机房规格	四周墙体	屏蔽门	观察窗	地面	楼顶
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
DSA 机房	机房净空面积 58.48m ² ，	南侧墙体 200mm 混凝土+240mm	3.5mm 铅当量防护门	3.5mm 铅当量玻璃铅窗	250mm 混凝土+10mm 硫	250mm 混凝土（楼上地面）

	机房内最小单边长度6.8m	实心砖+1mmPb成品辐射防护板（约合6mmPb）；其余三面墙体均为200mm混凝土+25mm硫酸钡砂浆+1mmPb成品辐射防护板（约合5.3mmPb）			酸钡砂浆（约合4mmPb）	+1mmPb成品辐射防护板（约合4.4mmPb）
放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积20m ² ，机房内最小单边长度3.5m	非有用线束2mm铅当量	非有用线束2mm铅当量	非有用线束2mm铅当量	非有用线束2mm铅当量	有用线束2mm铅当量
备注	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

注：表中楼板使用材料为混凝土（密度为 2.35t/m³）；四周墙体使用材料为实心砖（密度为 1.65t/m³）。

3、安全措施

①门灯连锁：DSA机房门外顶部拟设置工作状态指示灯箱。防护门关闭时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

②紧急制动装置：控制台上、介入手术床旁拟设置紧急制动按钮（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，按动任一个紧急制动按钮，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机房与开放式操作间之间拟安装对讲装置，开放式操作间的工作人员通过对讲机与DSA机房或手术室内的手术人员联系。

⑤警告标志：DSA机房的防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

4、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

(1) 辐射工作人员

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

①距离防护

DSA机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

②时间防护

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

③屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过开放式操作间与机房之间的墙体、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。

个人防护用品和辅助防护设施：辐射工作人员配备个人防护用品（铅橡胶颈套、铅衣、铅防护眼镜、介入防护手套等），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。

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带。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。

(2) 受检者或患者的安全防护

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

(3) 机房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，在机房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。

三、工作场所辐射安全防护设施

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）对II医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-4：

表 10-4 医用辐射安全防护设施对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	备注
1	介入手术室场所设施	四周墙体+屋顶+地面实体防护	/	新增防护
		操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	/
		观察窗屏蔽	位于操作间与 DSA 机房之间	设计中已有
		机房防护门	5 扇铅门	设计中已有
		通风设施	通排风百叶风口(排风量 550m ³ /h)	利旧
		紧急停机按钮	/	需配备、增加中文标识
		门灯连锁	/	需配备
		对讲系统	/	需配备
		入口处电离辐射警告标志	/	需配备
		入口处机器工作状态指示灯箱	/	需配备
2	监测设备	便携式辐射剂量监测仪	/	利旧
		个人剂量报警仪	/	利旧
		个人剂量计	/	利旧
3	防护器材	医护人员个人防护	/	需配备铅橡胶围裙 4 套、铅橡胶颈套 4 套、铅防护眼镜 4 副、介入防护手套 4 双
		患者防护	/	需配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套

四、投资估算

本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下表 10-5。

表 10-5 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目		设施	金额（万元）
介入室 2	辐射屏蔽措施	铅防护门 5 扇（均为 3.5mm 铅当量）	**
		铅玻璃观察窗 1 扇（3.5mm 铅当量）	**
		四周墙体：南侧墙体 200mm 混凝土+240mm 实心砖+1mmPb 辐射成品防护板；其余三面墙体均为 200mm 混凝土+25mm 硫酸钡砂浆+1mm 辐射成品防护板 Pb	**
		地面：250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆	**
		楼顶：250mm 混凝土+1mm 辐射成品防护板 Pb	**
		安全装置	工作状态指示灯箱 5 个
	电离辐射警告标志 2 个		
	铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 副		设备自带
	床侧防护帘/床侧防护屏 1 副		
	对讲装置 1 套		
	门灯连锁装置 1 套		**
	紧急制动装置 1 套		**
	监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 24 套	利旧
		个人剂量报警仪 2 台	
		便携式辐射剂量监测仪 1 台	利旧
医护：铅橡胶围裙 5 套、铅橡胶颈套 5 套、铅防护眼镜 5 副、介入防护手套 5 双		**	
患者：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套			
合计	/	**	

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

三废的治理

1、废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活废水。项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站，经混凝沉淀+ClO₂ 消毒处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水

管网进入城南污水处理厂处理，最后达标排放。

2、废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，本项目介入室 2 南侧设置有排风的百叶风口（排风量 500m³/h），通过排风管道由介入室 2 引出，汇入楼层排风管，排放口位于库房南侧墙体，距地面约 5.7m，在库房外排放，最终排向室外大气中，经自然分解和稀释，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）要求。

3、固体废物

固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾和介入手术时产生的医疗废弃物，如医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套、废造影剂等。生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运；医疗废弃物交由泸州市保康医疗废物处理有限公司统一回收处理。

①本项目配置辐射工作人员 24 名，其中手术医生 18 名，护士 4 名，技师 2 名，均为原辐射工作人员，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

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，经打包后与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间暂存，统一交由泸州市保康医疗废物处理有限公司收运处置。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目在医技大楼内进行建设，医技大楼已于 2013 年进行了环评并取得了原四川省环境保护厅“关于泸州市人民医院门急诊医技综合楼及传染病房建设项目环境影响报告书”的批复，批复文号为川环审批[2013]760 号。目前，该院医技大楼已经建成投用，DSA 机房为医院预留用房，DSA 设备暂未安装。本项目机房还需要进行简单装修、管线布置、设备安装等内容，在项目施工过程中，会产生一定的扬尘、噪声、固体废物、以及施工人员产生的生活垃圾和生活废水。

对于施工期将产生的扬尘、噪声、生活污水及固体废物，针对本项目，医院拟采取以下措施：

1、施工期的大气污染防治对策措施

严格落实大气污染防治措施。根据《中华人民共和国大气污染防治法》和《四川省建筑工程扬尘污染防治技术导则（试行）》施工单位应该制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，严格落实“六个百分百”要求。

2、施工期的噪声污染防治对策措施

严格落实噪声污染防治措施。施工期，通过合理布局，合理安排施工时间，优化运输路线，文明施工及选用低噪声设备等措施，减轻施工噪声对周围环境的影响。

3、施工期地表水污染防治措施

施工期产生的施工废水及施工人员的生活污水依托医院已建的污水管道和污水处理站，经混凝沉淀+ClO₂ 消毒处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入城南污水处理厂处理，最后达标排放。

4、施工期固体废物处置及管理

严格落实固体废物防治措施。建筑固废、弃渣分类利用，不可回收部分及时清运至建筑垃圾填埋场；生活垃圾由环卫部门统一收集处理。

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。

5、设备安装调试阶段工艺分析

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

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

医院在介入室 2 内新增 1 台 DSA，进行介入手术治疗的工作负荷约 500 人次/年，DSA 主要用于血管造影，介入手术等。

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，医生通过开放式操作间铅玻璃观察窗机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于操作间内，经机房各屏蔽体屏蔽后，对机房外（包括机房楼上）的公众和工作人员基本没有影响。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入 DSA 机房，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、戴铅防护眼镜等在机房内对病人进行直接的手术操作。

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

1、本项目关注点的辐射环境影响分析

根据医院提供的资料，预留介入室 2 面积为 58.48m²，净空尺寸为 8.6m（长）×6.8m（宽）×3.7m（高），机房南侧墙体 200mm 混凝土+240mm 实心砖+1mmPb 辐射成品防护板；其余三面墙体均为 200mm 混凝土+25mm 硫酸钡砂浆+1mmPb 辐

射成品防护板；顶部为 250mm 混凝土+1mmPb 辐射成品防护板；地面为 250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆；新增观察窗 1 扇，为 3.5mm 铅当量的铅玻璃；新增防护门 5 扇，均为 3.5mm 铅当量的铅门。

本项目 DSA 额定电压为 125kV，额定电流为 1000mA；拍片时 DSA 的常用电压 60~100kV，常用电流为 100~300mA；透视时 DSA 常用管电压为 70~90kV，常用管电流为 6~20mA。本项目 DSA 过滤板采用 2mmAl，按管电压 90kV，根据图 4.4c，查得 $v_{r0}=0.9R\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$ ，当管电压为 100kV 时，查得 $v_{r0}=1.0R\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$ 。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 157.14mGy·min⁻¹；在拍片管电压为 100kV、管电流为 300mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_1 为 2619mGy·min⁻¹。

本项目 DSA 投用后，手术过程中 DSA 机房四周的保护目标，均受到漏射射线和散射射线的影响，DSA 机房上方同时受到散射和主射辐射的影响，DSA 机房内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 DSA 机房最近关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。

本项目共布设 12 个预测点位，预测点位如下：

- 1: DSA 机房内手术医生；
- 2: DSA 机房内护士；
- 3: DSA 机房南侧观察窗外 30cm 处，技师；
- 4: DSA 机房南侧 30cm 处，办公室、库房、更衣区的医护人员；
- 5: DSA 机房北侧 30cm 处，等候区兼过道人员；
- 6: DSA 机房西侧 30cm 处，污物通道内的工作人员；
- 7: DSA 机房东侧 30cm 处，介入室 1，2 楼放射科其他治疗室的医护人员及患者；
- 8: DSA 机房正上方 30cm 处，心脏彩超诊断室；
- 9: DSA 机房正下方 30cm 处，CT 室；
- 10: DSA 机房四周 50m 范围内，医技大楼其他医护人员及患者；
- 11: DSA 机房西侧 50m 范围内，医疗街、综合大楼；
- 12: DSA 机房北侧 50m 范围内，门诊大楼；
- 13: DSA 机房南侧 50m 范围内，住院大楼的人员。

本项目 DSA 机房辐射场所分布图及预测关注点位见图 11-1。

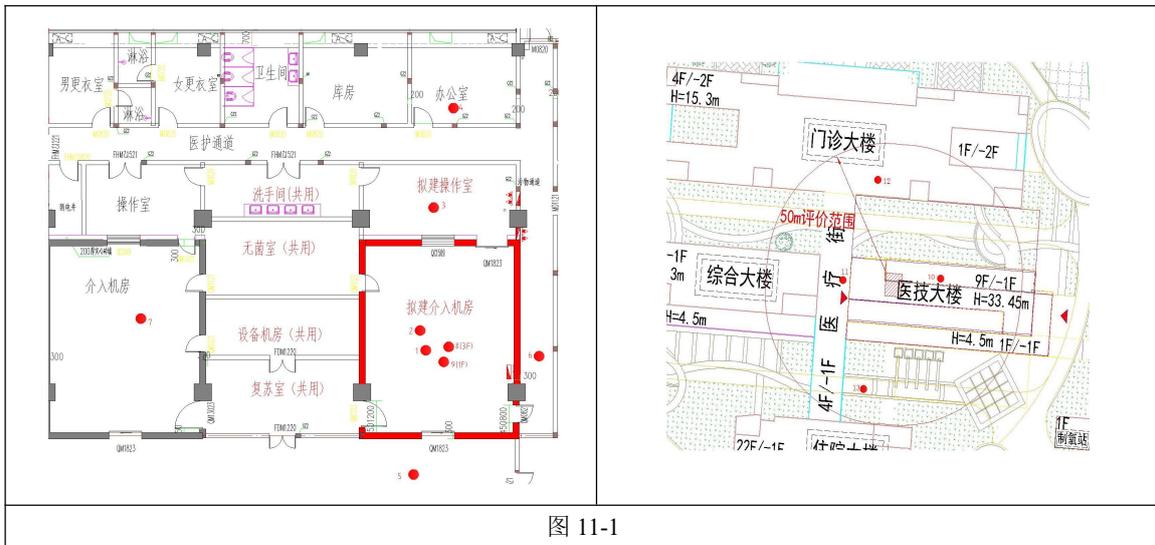


图 11-1

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。

屏蔽透射因子B:

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

式中:

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

散射线的透射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透射因子。

表 11-1 铅对 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

根据上表参数代入公式计算，DSA 检查室不同屏蔽体材料及厚度对应的屏蔽透

射因子见表 11-2。

表 11-2 DSA 机房设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效铅当量	屏蔽透射因子 (透视)	屏蔽透射因子 (拍片)	
				主束	散射
四周墙体	机房南侧: 200mm 混凝土 +240mm 实心砖+1mmPb 成品辐射防护板	6mmPb	8.00×10^{-10}	2.28×10^{-8}	3.41×10^{-8}
	其余三面墙体: 200mm 混凝土+25mm 硫酸钡砂浆 +1mmPb 成品辐射防护板	5.3mmPb	6.85×10^{-9}	1.31×10^{-7}	1.97×10^{-7}
顶部	250mm 混凝土+1mmPb 成品辐射防护板	4.4mmPb	1.08×10^{-7}	1.25×10^{-6}	1.89×10^{-6}
地面	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆	4mmPb	3.69×10^{-7}	3.39×10^{-6}	5.14×10^{-6}
防护门	3.5mm 铅当量铅门	3.5mmPb	1.71×10^{-6}	1.18×10^{-5}	1.80×10^{-5}
防护窗	3.5mm 铅当量的铅玻璃	3.5mmPb	1.71×10^{-6}	1.18×10^{-5}	1.80×10^{-5}
手术医生、护士位	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 铅帘	1mmPb	4.08×10^{-3}	7.36×10^{-3}	1.05×10^{-2}

1) 主射线束方向保护目标的影响

① 计算模式

本项目 DSA 射线束由下向上，主射方向为楼顶。本项目主射方向屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \dots\dots\dots (式 2)$$

式中： D_r —预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

D_1 —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，mGy/min；

T—每年工作时间，8922min（包括透视 8754min 和拍片 168min）；

μ —利用因子，主射方向取 1；

η —对防护区的占用因子；

f—屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子（屏蔽透射因子）；

r—预测点距 X 射线源的距离，m。

② 预测结果分析

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

将相关参数带入（式 2）中，进行各关注点年有效剂量预测，预测点年剂量估算结果见表 11-3：

表 11-3 DSA 主射方向预测点年有效剂量估算

2) 病人体表散射辐射剂量估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s / 400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots \text{(式3)}$$

式中：

H_s ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

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，取 2.2×10^{-3} ；

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 ——屏蔽透射因子。

个人年最大有效剂量估算公式如下：

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

式中：

E ——辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

H ——辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——年工作时间，h；

T ——居留因子，职业人员取 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 11-4。

表 11-4 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

3) 泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 1‰ 计算，利用点源辐射进行计算，各预测点

的泄漏辐射剂量率可用下(式 4)进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (式5)$$

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 ——屏蔽透射因子。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。

表 11-5 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

4) 关注点年辐射剂量分析

本项目所致保护目标年有效剂量理论预测结果见表11-6：

表11-6 本项目各预测点保护目标年预测最大受照剂量

保护目标相对位置	关注点位保护目标		照射类型	居留因子	辐射剂量				年总辐射剂量 (mSv/a)	备注
					主射	散射	漏射	总透视/总拍片		
介入室 2 内	1#手术室内手术医生	心血管内科	透视	1	/	4.93	8.97	13.9	13.9	职业
		血管外科	透视	1	/	3.71	6.74	10.45	10.45	职业
		神经疾病中心	透视	1	/	2.47	4.49	6.96	6.96	职业
		消化内科	透视	1	/	1.24	2.25	3.49	3.49	职业
	2#手术室内的护士	透视	1	/	3.09	5.61	8.7	8.7	职业	
介入室 2 周围	3#操作间内的技师	透视	1	/	5.18×10^{-5}	9.41×10^{-5}	1.46×10^{-4}	1.51×10^{-4}	职业	
			1		1.74×10^{-6}	3.17×10^{-6}	4.91×10^{-6}			
	4#办公室、库房、更衣区的医护人员	透视 拍片	1	/	7.47×10^{-9}	1.36×10^{-8}	2.11×10^{-8}	2.39×10^{-8}	职业	
			1		1.02×10^{-9}	1.85×10^{-9}	2.87×10^{-9}			
	5#等候区兼过道的的人员	透视 拍片	1/4	/	6.60×10^{-6}	1.20×10^{-5}	1.86×10^{-5}	1.92×10^{-5}	公众	
1/4			2.22×10^{-7}		4.04×10^{-7}	6.26×10^{-7}				

6#污物通道内的工作人员	透视	1/4	/	1.46×10^{-5}	2.66×10^{-5}	4.13×10^{-5}	4.27×10^{-5}	公众
	拍片	1/4		4.93×10^{-7}	8.96×10^{-7}	1.39×10^{-6}		
7#介入室 1	透视	1/4	/	5.62×10^{-8}	1.02×10^{-7}	1.59×10^{-7}	1.73×10^{-7}	公众
	拍片	1/4		5.17×10^{-9}	9.40×10^{-9}	1.46×10^{-8}		
8#DSA 机房正上方(心脏彩超诊断室)的医护人员、患者	透视	1/4	1.83×10^{-4}	1.01×10^{-6}	/	1.84×10^{-4}	8.76×10^{-4}	公众
	拍片	1/4	6.86×10^{-4}	5.64×10^{-8}	/	6.92×10^{-4}		
9#DSA 机房正下方(CT室)的医护人员、患者	透视	1/4	/	3.45×10^{-6}	6.27×10^{-6}	9.71×10^{-6}	1.01×10^{-5}	公众
	拍片	1/4		1.53×10^{-7}	2.79×10^{-6}	4.32×10^{-7}		
10#医技大楼其他医护人员及患者	透视	1/4	/	1.70×10^{-9}	3.09×10^{-9}	4.79×10^{-9}	5.23×10^{-9}	公众
	拍片	1/4		1.56×10^{-10}	2.84×10^{-10}	4.41×10^{-10}		
11#医疗街、综合大楼的医护人员及患者	透视	1/4	/	1.96×10^{-9}	3.57×10^{-9}	5.53×10^{-9}	6.04×10^{-9}	公众
	拍片	1/4		1.80×10^{-10}	3.28×10^{-10}	5.08×10^{-10}		
12#门诊大楼的医护人员及患者	透视	1/4	/	2.45×10^{-9}	4.45×10^{-9}	6.90×10^{-9}	7.54×10^{-9}	公众
	拍片	1/4		2.25×10^{-10}	4.09×10^{-10}	6.34×10^{-10}		
13#住院大楼的人员	透视	1/4	/	5.18×10^{-10}	9.42×10^{-10}	1.46×10^{-9}	1.60×10^{-9}	公众
	拍片	1/4		4.76×10^{-11}	8.66×10^{-11}	1.34×10^{-10}		

本项目手术医生涉及心血管内科、血管外科、神经疾病中心、消化内科4个科室，配置18名医生、2名技师和4名护士，护士、手术医生工作时间按照平均进行分配。手术时，DSA机房内医生、护士各1名，操作间内1名技师。各科室每名医生及护士技师的年计量核算见下表11-7。

表11-7 本项目每名职业人员年剂量核算表

科室	职务	职业人员数量	年总辐射剂量 (mSv/a)	每名职业人员最大年剂量(mSv/a)
心血管内科	医生	8	13.9	1.7
血管外科	医生	3	10.45	3.5
神经疾病中心	医生	4	6.96	1.7
消化内科	医生	3	3.49	1.1
/	护士	4	8.7	2.2

/	技师	2	1.51×10^{-4}	7.6×10^{-5}
---	----	---	-----------------------	----------------------

从上表可知，根据手术医生的配置及手术分配情况，本项目医生所受年剂量最大为 3.5mSv/a；护士所受年剂量最大为 2.2mSv/a；技师所受年剂量最大为 7.6×10^{-5} mSv/a。

5) 关注点辐射剂量叠加情况率

①个人剂量叠加

由于本项目辐射工作人员均为医院现有辐射工作人员，在接受本项目工作时，还将同时承担既有辐射工作。根据最近连续4季度介入手术人员个人剂量检测剂量统计表（见附件4），从事既有工作个人剂量最大为0.185mSv/a，因此，考虑到原有辐射工作，本项目辐射工作人员的综合年剂量见下表：

表11-8 本项目每名职业人员综合年剂量核算表

本项目辐射工作人员	本项目贡献值 (mSv/a)	既有辐射工作现状值 (mSv/a)	评价值 (mSv/a)	备注
医生	3.5	0.185	3.7	既有
护士	2.2	0.185	2.4	既有
技师	7.6×10^{-5}	0.185	0.19	既有

由上表 11-6~表 11-9 可知，在介入室 2 内医生最大有效剂量为 3.7mSv/a，护士最大有效剂量为 2.4mSv/a，技师最大有效剂量为 0.19mSv/a。

②场所剂量叠加

本项目介入室2西侧碎石机房，东侧介入室1、X线骨密度检查室、乳腺钼靶检查室、医学影像科数字肠胃检查室；下方医学影像科摄片室1、医学影像科摄片室2、CT检查室1、CT检查室2、CT机房室3均在本项目评价范围内，故考虑射线装置同时工作的剂量叠加情况。根据泸州市人民医院提供的2021年度辐射场所监测报告（见附件9），按照本项目DSA出束时间保守计算，本项目介入室2周围辐射场所贡献值如下表：

表 11-9 介入室 2 周围辐射场所贡献值

由表可知，本项目介入室2周围辐射装置剂量贡献值为0.107mSv/a。

6) 小结

由表11-6~11-9，本项目介入室2保护目标所受年有效剂量见表11-10。

表 11-10 介入室 2 关注点保护目标所受年有效剂量

关注点序号	关注点保护目标	本项目 DSA 机房贡献值 (mSv/a)	周围辐射装置贡献值 (mSv/a)		所受年附加叠加有效剂量 (mSv/a)	备注
			居留因子	贡献值		
1	手术室内手术医生	3.7	1	0.107	3.81	职业
2	手术室内的护士	2.4	1	0.107	2.51	职业
3	操作间内的技师	0.19	1	0.107	0.30	职业
4	办公室、库房、更衣区的医护人员	2.39×10^{-8}	1	0.107	0.107	职业
5	等候区兼过道的人员	1.92×10^{-5}	1/4	0.107	2.68×10^{-2}	公众
6	污物通道内的工作人员	4.27×10^{-5}	1/4	0.107	2.68×10^{-2}	公众
7	介入室 1	1.73×10^{-7}	1/4	0.107	2.68×10^{-2}	公众
8	DSA 机房正上方 (心脏彩超诊断室) 的医护人员、患者	8.76×10^{-4}	1/4	0.107	3.67×10^{-2}	公众
9	DSA 机房正下方 (CT 室) 的医护人员、患者	1.01×10^{-5}	1/4	0.107	2.68×10^{-2}	公众
10	医技大楼其他医护人员及患者	5.23×10^{-9}	1/4	0.107	2.68×10^{-2}	公众
11	医疗街、综合大楼的医护人员及患者	6.04×10^{-9}	1/4	0.107	2.68×10^{-2}	公众
12	门诊大楼的医护人员及患者	7.54×10^{-9}	1/4	0.107	2.68×10^{-2}	公众
13	住院大楼的人员	1.60×10^{-9}	1/4	0.107	2.68×10^{-2}	公众

在介入室 2 内医生最大有效剂量为 3.81mSv/a, 护士最大有效剂量为 2.51mSv/a, 技师最大有效剂量为 0.30mSv/a, 均低于本次评价确定的职业人员 5mSv/a 的管理约

束值，也均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a 剂量限值；手术室周围的公众最大有效剂量为 $3.67 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，低于本次评价确定的公众 0.1mSv/a 的管理约束值，也低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众 1mSv/a 剂量限值。

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

建议：医院应合理安排手术医生的人均手术量，控制各科室手术医生的手术台数，每个季度对辐射工作人员个人剂量进行严格监督，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，若发现辐射工作人员有单季度超过 1.25mSv 的情况，医院应立即采取有效的管控措施，暂停该辐射工作人员继续从事的放射诊疗作业，同时进行原因调查，调整岗位安排等。

2、医生腕部皮肤受照剂量

手术医生和护士在手术室内进行介入手术时，会穿联体铅衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，但是仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，在过程手术中，手术医生腕部距离射线主射方向最近，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）中的公式估算手术室或介入室人员年皮肤吸收剂量：

$$D_s = C_{ks} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式 6)}$$

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

式中： D_s —皮肤吸收剂量，mGy；

\dot{k} —X 辐射场的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

C_{KS} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

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）。

按照常用最大电流换算后，距靶 1m 处的剂量率为 157.14mGy/min，医生操作时腕部距主射束的距离取 0.3m，则该处的剂量率为 1746mGy/min，且不考虑任何防护，手术时腕部位置处的空气吸收剂量通过计算可得到辐射剂量当量为 $1.05 \times 10^5 \mu\text{Gy/h}$ 。

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.9 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 $C_{KH}=1.72\text{Sv/Gy}$ ，由（公式 6）计算出辐射场的空气比释动能为 $8.43 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ 。从表 A.4 可查出空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{KS}=1.134\text{mGy/mGy}$ ，皮肤按照组织权重因子 0.01 考虑，根据各科室介入手术工作量分配情况，血管外科手术医生人均工作量最大，受照时间 14.6h，核算出血管外科每名医生腕部皮肤受到当量剂量为 10.08mSv/a。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv，也满足本项目对于放射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 125mSv/a 的要求。

（5）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作好患者非照射部位的保护工作。

(6) 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，主要污染为 DSA 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧，本项目介入室 2 南侧设置有排风的百叶风口（排风量 500m³/h），通过排风管道由介入室 2 引出，汇入楼层排风管，排放口位于库房南侧墙体，距地面约 5.7m，在库房外排放，最终排向室外大气中，经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095—2012）室外臭氧小时平均浓度符合二级标准（0.20mg/m³）的要求。

三、废水环境影响分析

医疗废水及生活污水，依托医院已建的污水处理站，经混凝沉淀+ClO₂ 消毒处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入城南污水处理厂处理，最后达标排放。

四、固体废物影响分析

①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。这些医疗废物应严格按国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医疗废物暂存间，统一收集后交由泸州市保康医疗废物处理有限公司处置。

②工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，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空调和新风系统噪声，所有设备选用低噪声设备，最大源强不超过 65dB（A），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，属于中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，大剂量照射甚至可导致死亡。DSA 不运行时不会发生放射性事故，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，可能的事故风险主要有以下两种：

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；由于安全连锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射；

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

三、源项分析及事故等级分析

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

表 11-11 环境风险因子辐射伤害程度与事故分级

事故等级	事故类型
------	------

特别重大辐射事故	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（含3人）急性死亡。
重大辐射事故	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人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III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9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	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《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系（表 11-12）：

表 11-12 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

四、最大可能性事故分析

1、介入手术过程中，发生介入手术人员超剂量照射

（1）事故假设

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

②设备维护人员在维护 DSA X 线机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。

（2）剂量估算

①介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操

作，受到非主射方向的照射事故后果计算结果如下表所示：

表 11-13 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离人员受照剂量表

关注点与射线装置的 距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量 (mSv)	漏射所致剂量 (mSv)	总剂量 (mSv)	受照类型
0.5	0.5	1.73×10^{-1}	3.14×10^{-1}	4.87×10^{-1}	职业照射
	1	3.46×10^{-1}	6.29×10^{-1}	9.74×10^{-1}	职业照射
	1.5	5.19×10^{-1}	9.43×10^{-1}	1.46	职业照射
1	0.5	4.32×10^{-2}	7.86×10^{-2}	1.22×10^{-1}	公众照射
	1	8.64×10^{-2}	1.57×10^{-1}	2.44×10^{-1}	公众照射
	1.5	1.30×10^{-1}	2.36×10^{-1}	3.65×10^{-1}	公众照射
2	0.5	1.08×10^{-3}	1.96×10^{-2}	3.05×10^{-2}	公众照射
	1	2.16×10^{-2}	3.93×10^{-2}	6.09×10^{-2}	公众照射
	1.5	3.24×10^{-1}	5.89×10^{-2}	9.14×10^{-2}	公众照射

②事故状态下，维修人员处于主射方向不同时间和距离所受剂量预测结果如下表所示：

11-14 事故状态下主射方向不同停留时间和距离维修人员受照剂量表

距离 (m)	时间 (s)	剂量 (mSv)	距离 (m)	时间 (s)	剂量 (mSv)	距离 (m)	时间 (s)	剂量 (mSv)
0.5	0.5	2.62	1	0.5	1.31	2	0.5	0.33
	1	5.24		1	2.62		1	0.65
	5	26.19		5	13.10		5	3.27
	10	52.38		10	26.2		10	32.7

(3) 事故后果

①根据表 11-13 可知，本项目介入手术人员在随着时间的推移，非主射方向上最大可能受照剂量为 1.46mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值；公众误入介入机房，非主射方向上最大可能受照剂量为 3.65×10^{-1} ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 1mSv/a 的剂量限值。

因此，介入手术人员或误入人员单次滞留在机房内而造成非主射方向的误照射，不构成辐射事故。

②根据表 11-14 可知，维修人员在不同位置随着时间的推移，最大可能受照剂量为 52.38mSv/次，高于《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，构成一般辐射事故。根据表 11-12 可知，引起人员急性重度放射病、局部器官残疾的概率低于 1%，因此，维修人员单次滞留在 DSA 机房内而造成主射方向的误照射，构成一般辐射事故。

综上所述，若本项目发生辐射事故，最大可能为一般辐射事故。本项目射线装置一旦发生辐射事故，应立即切断电源，停止射线装置出束。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；由于安全联锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在治疗机房内而造成非主射方向的误照射。

应对措施：根据上述事故后果计算结果，此类事故情景下，不会造成辐射事故。但可通过以下措施避免或减少事故照射：介入手术人员佩戴剂量报警仪进行手术；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机房。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。

(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：检修人员必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪；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机房。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 机房，关闭 DSA 机房门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

(4) 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机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，将病人撤出机房，关闭机房门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

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

泸州市人民医院已成立辐射防护管理领导小组，并根据实际情况及时做出了泸州市人民医院关于调整辐射安全防护领导小组的通知（泸市人医[2022]44号）（见附件5）。

（1）领导小组文件已包含内容：

①小组组成成员

组长： **

副组长： **

成员： **

②领导小组具体职责：

1) 组织制定并落实辐射安全防护管理制度，负责对各项制度及规范进行具体实施和监督，负责统筹协调辐射安全防护的日常管理。医院放射防护管理办法和放射事故应急处理预案。

2) 制定放射事件应急预案并组织演练，负责在放射应急事件中进行统一指挥和应急决策。

3) 记录本机构发生的放射事件并及时报告卫生行政部门、公安部门、环保部门。

4) 定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查。

5) 组织放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查。

（2）根据医院放射诊疗安全与防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发生放射事故事件和和个人剂量异常事件后，积极组织开展事故原因调查，并按照程序向生态环境主管部门报告；

③落实辐射工作场所安全设施设备的定期维护管理，并严格执行日常维护工作。

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本项目共涉及24名辐射工作人员，其中手术医生18名，护士4名，技师2名。部分为原辐射工作人员。

②泸州市人民医院沙茜院区现有 170 名辐射工作人员，现有辐射人员的培训情况见附件 6。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，辐射工作人员和辐射防护负责人均应参加辐射安全与防护知识的学习，医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考试。新从事辐射活动的人员，以及原持有辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年。

三、辐射安全档案资料管理和规章制度

1、辐射安全综合管理要求及落实情况

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

表 12-1 建设单位辐射安全与防护管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应持有有效的辐射安全许可证	拟办理辐射安全许可证增项	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目拟新增的辐射工作人员,医院拟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。原从事 III 类射线装置使用活动的将由医院自行组织其参加考核。	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“放射防护管理领导小组”,有专人负责辐射安全管理工作	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
4	需配备必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测,监测记录应存档备案	医院按照表 10-5 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	需对现有辐射安全和防护管理规章制度等进行完善	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定要求
7	个人剂量监测、职业健康检查及档案管理	医院应做好辐射工作人员个人剂量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 DSA 机房辐射工作人员进出口、设备间门、污物通道进出口、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	建设单位已将 2021 年度安全和防护状况评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求

2、辐射安全管理规章制度及落实情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第20号）“第十六条”、《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》及《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环办发[2016]1400号）的相关要求中的相关规定，将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明，具体见表12-2：

表 12-2 辐射安全管理规章制度汇总对照表

序号	《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》		医院制定情况	备注
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全管理规定（综合性文件）	根据医院具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	需完善	增加本项目拟新增的射线装置

2	辐射工作设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
3	辐射安全防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中应采取的具体防护措施，确保射线装置保持良好的工作状态	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
4	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责	需完善	/
5	射线装置台账管理制度	应记载放射性同位素与射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
6	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
7	监测仪表使用与校验管理制度	/	需完善	/
8	辐射工作人员培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员需通过考核后方可上岗	需完善	根据最新的辐射工作人员培训要求进行完善
9	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，辐射工作人员须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	需完善	辐射工作人员应包含本次新增人员
10	辐射事故预防措施及应急处理预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故，应制定较为完善的事故应急预案或应急措施，包括：“应急物资的准备和应急责任人员、生态环境主管部门应急电话及发生事故时的辐射事故处理措施”的内容	需完善	将本次新增设备纳入其中
11	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	需完善	将本次新增设备纳入其中

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

公司应按照《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,结合公司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”,存放在医务科办公室。

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》的重要组成内容一并提交给发证机关。

据调查,泸州市人民医院委托了四川蓝瑞鑫卫生检测技术有限公司开展了2021年度辐射工作场所环境现状监测。根据医院提供的2021年度辐射工作场所环境监测报告(见附件9),医院现有辐射工作场所屏蔽体外30cm处,均无超过2.5uSv/h的情况,满足相关法律法规的要求。

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) 监测内容及检测方法见下表12-3。

表 12-3 检测内容、方法及方法来源表

监测内容	监测方法	方法来源
X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测定规范》	HJ 1157-2021
	《辐射环境监测技术规范》	HJ 61-2021

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

账以便核查。

表 12-4 工作场所监测计划建议

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位
DSA	X- γ 空气吸收剂量率	验收监测 1 次；委托有资质的单位监测，频率为 1 次/年；建议自行开展辐射监测 1 次/月。	铅窗外、操作位、铅门外、医护人员缓冲区、污物通道、无菌室、患者通道、心脏彩超诊断室（DSA 机房正上方）、CT 室（DSA 机房正下方）等

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

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

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③完善辐射工作场所环境监测管理制度。

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

④本项目投产运营后，医院需委托有资质的单位定期进行辐射监测。

3、个人剂量检测

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

(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。公司应将辐射工作人员的个人剂量档案终身保存。

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

据调查, 医院 2021 年度委托了天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司开展个人剂量计的检测, 提供了最新连续四个季度个人剂量监测报告, 经统计计算, 未发现单季度个人有效剂量超过季度限值 1.25mSv 的情况, 也未发现个人年剂量值超过 5mSv 的情况, 符合管理要求。

六、年度监测报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》, 近一年(四个季度)个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400 号)规定的格式编写《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在“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。延续、变更许可证, 新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

七、辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件, 医院制订了辐射事故应急预案。

(1) 医院现有辐射事故应急预案内容

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

(2) 本项目辐射事故应急预案可行性分析

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

①增加应急人员的培训，应急和救助的装备、资金、物资准备和应急演练。

②增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。

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

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

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

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

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

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

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

(3) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门、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行政部门报告。

(4) 最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：泸州市人民医院新增数字减影血管造影装置项目

建设单位：泸州市人民医院

建设性质：新建

建设地点：泸州市江阳区酒谷大道二段 316 号泸州市人民医院沙茜院区医技大楼 2 楼

建设内容及规模：医院拟在医技大楼（已建地上 9 层、地下 1 层，高 33.45m）2 楼西侧预留用房新建 1 间介入室 2，介入室 2 与介入室 1 共用无菌室、设备间等相关配套用房，在介入室 2 内新增 1 台数字减影血管造影装置，其型号为 Azurion 7M20，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下而上，属于 II 类射线装置，DSA 年出束时间累计约 148.7h（拍片 2.8h，透视 145.9h），主要用于介入治疗、血管造影等。

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令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 月 1 日施行）的相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第 5 款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目位于泸州市人民医院沙茜院区医技大楼 2 楼，项目运营对环境基本无影响。本评价认为其选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

本项目 γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 86.7~115nGy/h，本项目已建区域内空气吸收剂量率水平与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量公报》（2021 年 6 月）中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5~121.3nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

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

（二）营运期环境影响分析

介入室 2 内 DSA 投入运营后，根据手术医生的配置及手术分配情况，医生最大有效剂量为 3.81mSv/a，护士最大有效剂量为 2.51mSv/a，技师最大有效剂量为 0.30mSv/a，手术室周围的公众最大有效剂量为 3.67×10^{-2} mSv/a。DSA 投入运营后，本项目产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，对机房外公众影响更小。

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

六、事故风险与防范

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

七、环保设施与保护目标

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

八、医院辐射安全管理的综合能力

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

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为项目在泸州市人民医院沙茜院区医技大楼 2 楼建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

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，组织辐射工作人员、相关管理人员到生态环境部网上学习考核平台（<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、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前上报四川省生态环境厅，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。

5、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。

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

二、项目竣工验收检查内容

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

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	设施
辐射屏蔽措施	铅防护门 5 扇（均为 3.5mm 铅当量）
	铅玻璃观察窗 1 扇（3.5mm 铅当量）
	手术室四周墙体：南侧墙体 200mm 混凝土+240mm 实心砖+1mmPb 辐射成品防护板；其余三面墙体均为 200mm 混凝土+25mm 硫酸钡砂浆+1mmPb 辐射成品防护板
	楼顶 250mm 混凝土+1mmPb 辐射成品防护板

	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆
安全装置	工作状态指示灯箱 5 个
	电离辐射警告标志 2 个
	铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 副
	床侧防护帘/床侧防护屏 1 副
	对讲装置 1 套
	门灯连锁装置 1 套
	紧急制动装置 1 套
监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 24 套
	个人剂量报警仪 2 台
	便携式辐射剂量监测仪 1 台
	医护：铅橡胶围裙 5 套、铅橡胶颈套 5 套、铅防护眼镜 5 副、介入防护手套 5 双
	患者：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套
规章制度	见表 12-1

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

1、根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十七条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

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

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据原环保部《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）建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<https://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，编制验收监测（调查）报告。

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

（4）除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：①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；②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；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。

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