

核技术利用建设项目

介入手术室改建项目

环境影响报告表

(公示本)

绵阳市安州区人民医院

二〇二二年四月

生态环境部监制

表 1 项目基本情况

建设项目名称		介入手术室改建项目			
建设单位		绵阳市安州区人民医院			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	***
注册地址		四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号			
项目建设地点		四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号绵阳市安州区人民医院内科住院楼一层南侧介入手术室内			
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 type="checkbox"/> 新建 <input checked="" 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	/				
<p>项目概述</p> <p>一、建设单位情况</p> <p>绵阳市安州区人民医院（统一社会信用代码：***）成立于 1946 年，是一所集医疗、急救、康复、预防、科研、教学为一体的国家三级乙等综合性医院、绵阳市市级区域医疗分中心、国家级爱婴医院，是四川大学华西医院远程会诊教学定点医院、四川中医药高等专科学校定点教学实习医院、辽宁省人民医院对口合作医院，是“全国综合医院中医药工作示范单位”、“全面提升县级医院综合能力第一阶段 500 家县医院”之一。</p>					

医院占地 60 余亩，业务用房面积近 7 万平方米，编制床位 600 张，开放床位 700 张。医院学科建设齐全，设置临床及医技科室 30 余个，近几年加强重点专科建设，重视学科发展，截止目前我院已有在建省级重点专科两个（康复理疗科、肾内科），市级甲级重点专科一个（放射科），市级乙级重点专科一个（骨科），在建市级重点专科 3 个（消化内科、超声科、麻醉科）。医院配有 1.5T 核磁共振、DSA、16 层螺旋 CT、平板 DR、口腔三合一 CT、四维彩超、电子胃肠镜、腹腔镜、纤维支气管镜等先进设备。医院建有现代化的层流手术室、重症监护室、血液透析室及规范化的产房、新生儿病区、消毒供应中心、血液透析室等科室。

（一）任务由来

医院为进一步提高全区医疗服务能力，提高医疗机构的放射诊断技术能力和服务水平，更好的惠及全区人民群众，满足患者的诊疗需要，减轻患者外出就医的负担，医院将内科住院楼一层南侧发热门诊相关用房改建为介入手术室（包括 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房、控制室、缓冲间等），将医院原有的 1 台数字减影血管造影机(digital subtraction angiography, 简称 DSA)（型号为***）搬迁至 DSA 1 号机房内，并在 DSA 2 号机房内新增 1 台 DSA，DSA 属于 II 类射线装置，主要用于介入治疗、血管造影。本项目在发热门诊墙体基础上进行改建。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。根据《四川省生态环境厅关于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），本项目应报绵阳市生态环境局审查批准。因此，绵阳市安州区人民医院委托***编制本项目的的环境影响报告表（委托书见附件1）。

***接受本项目编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地周围环境和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现

状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，对项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

（三）本项目建设内容

1、工程概况

项目名称：介入手术室改建项目

建设单位：绵阳市安州区人民医院

建设性质：改建

建设地点：四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号绵阳市安州区人民医院
内科住院楼一层南侧介入手术室内

2、工程建设内容及规模

本次评价内容及规模为：医院将内科住院楼（已建，8F/-1F，高约 32.7m）一层南侧发热门诊相关用房改建为介入手术室（包括 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房、控制室、缓冲间、污物间等）。将医院医技楼一层放射科介入室内原有的 1 台 DSA（型号为***）搬迁至内科住院楼一层 DSA 1 号机房内，该台 DSA 额定管电压为 150kV，额定管电流为 1000mA；在内科住院楼一层 DSA 2 号机房内新增 1 台 DSA（型号为***），该台 DSA 额定管电压为 125kV，额定管电流均为 1000mA。

DSA 属于 II 类射线装置，出束方向由下向上，主要用于介入治疗、血管造影。每台 DSA 年手术 300 台，累计最大出束时间约 68.75h（其中透视 67.5h，拍片 1.25h）。

本项目 DSA 1 号机房净空面积约 43.4m²（净空尺寸为：8.443m(长)×5.141m（宽）×4.3m（高）），DSA 2 号机房净空面积约 45.9m²（净空尺寸为：8.443m(长)×5.434m（宽）×4.3m（高）），DSA 1 号机房和 DSA 2 号机房四周墙体、顶部、底部结构和厚度均相同。机房实体屏蔽结构为：四周墙体均为 200mm 加气混凝土砌块+60mm 硫酸钡防护涂层；顶部均为 100mm 现浇混凝土+40mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂层；地面均为 180mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂层；每个机房设有 1 扇铅玻璃观察窗，为 4mm 铅当量；每个机房设有 2 扇防护门，均为 4mm 铅当量。介入手术室所在区域改建前后布局情况见图 1-1、图 1-2，机房屏蔽体改建前后变化情况对比见表 1-1。

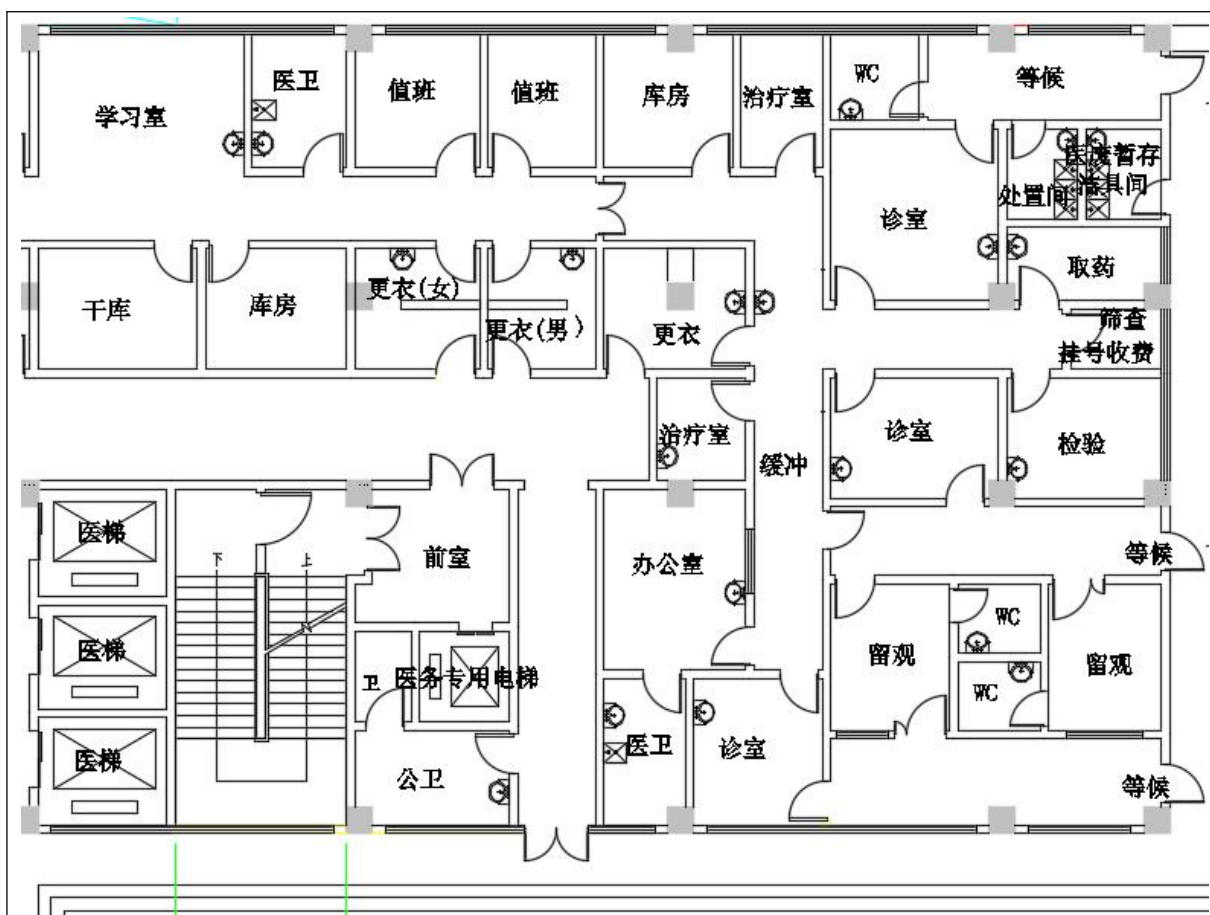


图 1-1 介入手术室所在区域改建前布局图

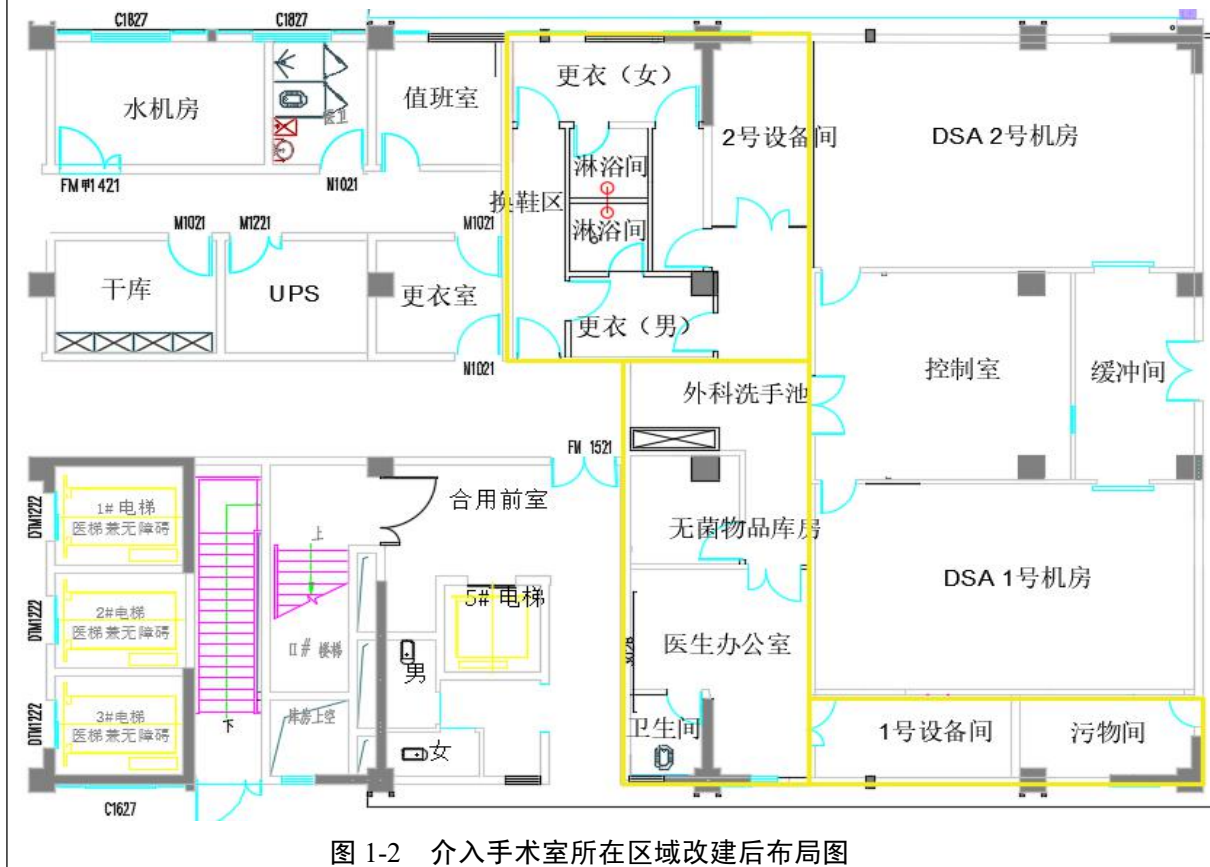


图 1-2 介入手术室所在区域改建后布局图

机房	屏蔽体	改建前	改建后	变化情况
DSA 1号机房、 DSA 2号机房	四周墙体	200mm 加气混凝土砌块	200mm 加气混凝土砌块+60mm 硫酸钡防护涂层	在墙体内侧增加 60mm 硫酸钡防护涂层
	顶部	100mm 现浇混凝土	100mm 现浇混凝土+40mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂层	在墙体内侧增加 40mm 硫酸钡防护涂层和 40mm 混凝土
	底部地面	180mm 现浇混凝土	180mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂层	在墙体内侧增加 30mm 硫酸钡防护涂层
	观察窗	—	4mm 铅当量	—
	防护门	—	4mm 铅当量	—

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	医院将内科住院楼（已建，8F/-1F，高约 32.7m）一层南侧发热门诊相关用房改建为介入手术室（包括 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房、控制室、缓冲间、污物间等）。将医院医技楼一层放射科介入室内原有的 1 台 DSA（型号为***）搬迁至内科住院楼一层 DSA 1 号机房内，该台 DSA 额定管电压为 150kV，额定管电流为 1000mA；在内科住院楼一层 DSA 2 号机房内新增 1 台 DSA（型号为***），该台 DSA 额定管电压为 125kV，额定管电流均为 1000mA。DSA 属于 II 类射线装置，出束方向由下向上，主要用于介入治疗、血管造影。每台 DSA 年手术 300 台，累计最大出束时间约 68.75h（其中透视 67.5h，拍片 1.25h）	噪声、扬尘、施工废水、生活污水、建筑垃圾、生活垃圾	X 射线 臭氧 噪声 医疗废物
	本项目 DSA 1 号机房净空面积约 43.4m ² ，DSA 2 号机房净空面积约 45.9m ² ，DSA 1 号机房和 DSA 2 号机房四周墙体、顶部、底部结构和厚度均相同。机房实体屏蔽结构为：四周墙体均为 200mm 加气混凝土砌块+60mm 硫酸钡防护涂层；顶部均为 100mm 现浇混凝土+40mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂层；地面均为 180mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂层；每个机房设有 1 扇铅玻璃观察窗，为 4mm 铅当量；每个机房设有 2 扇防护门，均为 4mm 铅当量		
辅助工程	配套房间包括：控制室、污物间、缓冲间、设备间、导管室、更衣室等		生活垃圾
公用工程	过道、污水处理站、市政水网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统等	噪声、废水、固体废物	垃圾、生活污水
办公及生活设施	医生办公室、医患沟通室、杂物库房等		

环保工程	<p>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，该污水处理站（采用预处理+一级强化+二氧化氯消毒工艺）处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）预处理标准后排入市政管网，最终进入安州区城市污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标后排入安昌河；②医疗废物依托医院原有的医废暂存间及收集系统进行收集，统一交由绵阳中科绵投危险废物治理有限公司收运处置；③办公、生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运；④项目产生的臭氧从 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房南侧设置排风系统（排风量不小于 800m³/h），通风口尺寸（350mm×350mm），采用 4mm 铅当量的铅罩进行屏蔽，排放口尽量避开人经常活动的区域</p>		废水、废气、固体废物
------	--	--	------------

（四）本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-3。

表 1-3 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	120L	外购	碘海醇
能源	煤	—	—	—
	电(kW·h)	30000kW·h/a	市政电网	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水资源	用水量	100m ³ /a	市政水网	—

本项目使用的造影剂为碘海醇注射液，规格为 100ml/瓶，平均每台介入手术使用 2 瓶，每年约 600 台手术，年使用量为 120L，由医院统一采购，常温储存，使用后的废包装物按医疗废物处置。

（五）本项目主要设备配置及技术参数

本项目使用的 2 台 DSA 位于医院内科住院楼 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房内，由放射科负责日常管理。根据医院提供的资料，在实际运营过程中，本项目 DSA 主要由心血管内科、放射科手术医生实施介入手术和拍片检查，两台 DSA 的最大手术台数、额定管电压、额定管电流、设备使用情况和用工况、年最大出束时间均相同。本项目设备参数及技术参数见表 1-4。

表 1-4 本项目射线装置相关参数

设备名称	型号	生产厂家	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所
DSA	***	***	1 台	150kV	1000mA	DSA1 号机房
DSA	***	***	1 台	125kV	1000mA	DSA2 号机房
设备使用情况						
出束方向	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	放射科	60~100kV	100~300mA	70~90kV	6~20mA
单台设备出束时间					
使用科室	单台手术最长出束时间		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 (2名主刀手术医生)	15	15	150	0.625	37.5
放射科 (2名主刀手术医生)	15	12	150	0.625	30
合计			300	1.25	67.5

(六) 工作人员配置情况

本项目共配置 18 名辐射工作人员，其中 12 名医生（包含 8 名主刀医生、4 名助手医生），4 名护士，2 名技师，所有辐射工作人员均为医院原有辐射工作人员。本项目投运后，辐射工作人员不再从事其他辐射类工作，因此，不存在剂量叠加，今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

工作制度：医院实行每年工作250天，每天8小时的工作制度，实行白班单班制。

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

(七) 依托环保设施情况

1、废水：施工期废水依托医院已建的污水管道和污水处理站处理后排入市政污水管网；运营期医疗废水及生活污水依托医院现有污水处理站，采用“预处理+一级强化+二氧化氯消毒”工艺处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）预处理标准后排入市政管网，最终进入安州区城市污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标后排入安昌河。

2、固体废物：施工期产生的固体废物主要为施工建筑垃圾、设备包装物、生活垃圾。生活垃圾和设备包装物依托市政垃圾收运系统收集处理；施工建筑垃圾送往政府指定的建筑垃圾堆放场堆放。运营期产生的医疗废物经打包后与医院其他医疗废物一起在医废暂存间暂存，统一交由***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，本项目使用的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

（一）医院外环境及总平面布置情况

绵阳市安州区人民医院位于四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道129号。医院北侧依次为文苑路、水韵华庭住宅小区，南侧依次为新华街，西侧依次为启明星大道、太阳小区A区，东侧依次为市政道路、东辰·江畔悦府（在建）。

医院北部从西向东依次为洗车场、行政办公楼、传染楼、内科住院楼、住院楼、绿化带、门诊楼；南部从西向东依次为远期规划用地、篮球场、职工住宅楼、医技楼。本项目介入手术室位于内科住院楼一层南侧。本项目总平面布置及外环境关系见附图2。

（二）项目平面布局合理性

介入手术室位于内科住院楼南侧，其余部分为血透区及其医生办公辅助用房。介入手术室内，控制室与缓冲间位于1号机房和2号机房之间（与机房最近距离约3.0m），污物间和2号设备间位于2号机房西侧（与机房最近距离约2.5m），1号设备间位于1号机房北侧（与机房最近距离约2.5m），医生办公室位于2号机房北侧（与机房最近距离约3.5m），电梯过道位于2号机房北侧（与机房最近距离约6.0m）；正下方为消防水池及停车场（与机房最近距离约4.0m）；正上方为ICU工作场所及其内科住院楼其他用房（与机房最近距离约4.0m）。介入手术室外，北侧50m范围内依次为血透区（与机房最近距离约6.5m）、传染楼（与机房最近距离约40.0m）；西侧50m范围内依次为院内道路、住院楼（与机房最近距离约20.0m）；南侧50m范围内依次为医院污水处理站和医废暂存间（与机房最近距离约15.0m）、医院远期规划用地（与机房最近距离约18.0m）；东侧50m范围内依次为院内道路、市政道路、东辰·江畔悦府住宅小区（在建）（与机房最近距离约20.0m）。

（三）项目选址合理性

本项目所在的内科住院楼位于绵阳市安州区人民医院用地范围内，用地取得了原安县国土资源局颁发的《国有土地使用证》（***）（具体见附件6），用地用途为医

卫慈善用地。医院于 2017 年 9 月 22 日取得了原绵阳市环境保护局“关于对绵阳市安州区人民医院内科住院楼建设项目环境影响报告书的批复（***）”（具体见附件 5），目前内科住院楼已建成投用。本项目仅为医院配套建设项目，不新增用地，且拟建的 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房为专门的辐射工作场所，建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

（四）实践正当性分析

本项目 DSA 设备用于医学诊断和治疗，可提高医院的放射治疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，且 DSA 设备运行过程中带来的辐射环境影响可以满足国家有关标准要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护“实践正当性”的要求。

四、原有核技术利用情况

（一）医院原有项目辐射安全许可情况

（1）目前，医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（***），许可的种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置。发证日期：2021 年 03 月 22 日，有效期至 2026 年 11 月 27 日。

（2）绵阳市安州区人民医院现有核技术利用项目的许可情况见表 1-5。该医院现有核技术利用项目环保措施和设施均运行正常；经现场踏勘，未发现有环境遗留问题。

表 1-5 绵阳市安州区人民医院已获许可使用射线装置表

序号	设备名称	规格型号	类别	数量	使用场所	备注
1	医用血管造影 X 线机	WINMEDIC 2000	II	1	医技楼一层介入室	已上 证，在 用
2	口腔 CT	CS9000C3D	III	1	医技楼一层放射科 口腔 CT 机房	
3	DR 机	ZK-A3	III	1	医技楼一层放射科 DR2 室	
4	DR 机	新东方 1000M	III	1	医技楼一层放射科 DR1 室	
5	CT 机	BrightSpeed Elite	III	1	医技楼一层 16 排 CT 机房	
6	移动 C 臂	FLX118WP-D	III	1	住院部九层手术间	
7	X 射线骨密度检测仪	Prodigy Primo	III	1	医技楼一层骨密度 机房	
8	X 射线计算机体层摄影设备	SOMATOM Drive	III	1	医技楼一层 128 排 CT 机房	

2020年，医院拟新增1台医用直线加速器，医院对该台医用直线加速器及其工作场所进行环境影响评价，并取得了环评批复，批复文号为川环审批[2020]74号。目前，正在施工建设。

（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46人，其中34名辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训并取得《辐射安全培训合格证》（有9名辐射工作人员的《辐射安全培训合格证》超过了有效期），已取证人员的证书编号详见附件9。未取得合格证或合格证已超过有效期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，本项目所使用射线装置属于Ⅱ类射线装置，其所涉及的辐射工作人员中，未取得合格证或合格证已超过有效期的辐射工作人员应当通过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>）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”，医院对2021年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了评估说明。

根据医院提供的2021年连续四个季度个人剂量检测结果报告，经统计整理，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（附件2）。

（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。医院应根据本项目内容补充完善，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。

（五）小结

综上所述，医院按照上述要求落实到位后，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
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1台	***	150	1000	介入治疗	内科住院楼一层南侧 DSA 1 号机房	搬迁
2	DSA	II类	1台	***	125	1000	介入治疗	内科住院楼一层南侧 DSA 2 号机房	拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量为 kg。

2. 含有放射性的废物要注明其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<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》，中华人民共和国国务院令第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》，中华人民共和国国务院第 449 号令，2019 年 3 月修订；</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》；原环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订；</p> <p>(11) 《射线装置分类》，原环境保护部公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月起实施；</p> <p>(12) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162 号，2015 年 12 月实施；</p> <p>(13) 《关于建设放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(14) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；</p> <p>(15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告，公告 2019 年第 57 号。</p>
------	--

技术标准	<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) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(6) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017);</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(8) 《放射工作人员健康要求》(GBZ 98—2017)。</p>
其他	<p>(1) 《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>(2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料;</p> <p>(3) 《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>(4) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400号);</p> <p>(5) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号);</p> <p>(6) 环评委托书;</p> <p>(7) 关于对绵阳市安州区人民医院内科住院楼建设项目环境影响报告书的批复(***)</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 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房实体屏蔽体边界外 50m 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	距辐射源最近距离(m)	人流量(人次/天)	照射类型	剂量约束值(mSv/年)
介入手术室区域	DSA 1 号机房、2 号机房内的主刀医生	-	0.5	5	职业照射	5.0
	DSA 1 号机房、2 号机房内的助手医生	-	0.8	2	职业照射	5.0
	DSA 1 号机房、2 号机房内的护士	-	1	2	职业照射	5.0
	控制室内的技师	1 号机房东侧、	3.0	1	职业照射	5.0
	缓冲间患者及陪护人员	2 号机房西侧	3.0	10	公众照射	0.1
	污物间工作人员	西侧	2.5	10	公众照射	0.1
	2 号设备间工作人员	西侧	3.5	10	公众照射	5.0
	1 号设备间工作人员	北侧	3.5	10	公众照射	5.0
	医生办公室医护人员	北侧	3.5	18	职业照射	5.0
	换鞋区、更衣间医护人员	北侧	4.0	18	职业照射	5.0
	电梯过道患者及陪护人员	北侧	6.0	约 100	公众照射	0.1
本项目周围	血透区医护人员、患者及陪护人员	北侧	6.5	约 150	公众照射	0.1
	ICU 等其他工作场所医护人员、患者及陪护人员	楼上	4.0	约 500	公众照射	0.1
	地下停车场公众	楼下	4.0	约 100	公众照射	0.1
	住院楼医护人员、患者及陪护人员	西侧	20.0	约 1000	公众照射	0.1
	传染楼医护人员、患者及陪护人员	北侧	40.0	约 100	公众照射	0.1
	东辰·江畔悦府（在建）居民	东侧	20.0	约 1000	公众照射	0.1
	评价范围内其他公众	周围	15.0	约 100	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、电离辐射剂量限值和剂量约束值

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

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

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

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

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

四、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，在距离本项目DSA 1号机房、2号机房屏蔽体外表面30cm处，周围控制目标辐射剂量率应不大于2.5 μ Sv/h。

五、臭氧排放标准

根据《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）表 1 中臭氧小时平均标准值浓度符合 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 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（ $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ ）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

绵阳市安州区人民医院位于四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号。医院北侧依次为文苑路、水韵华庭住宅小区，南侧依次为新华街，西侧依次为启明星大道、太阳小区 A 区，东侧依次为市政道路、东辰·江畔悦府（在建）。

医院北部从西向东依次为洗车场、行政办公楼、传染楼、内科住院楼、住院楼、绿化带、门诊楼；南部从西向东依次为远期规划用地、篮球场、职工住宅楼、医技楼。本项目介入手术室位于内科住院楼一层南侧，其余部分为血透区及其医生办公辅助用房。本项目总平面布置及外环境关系见附图2。

在接受本项目环境影响评价委托后，编制单位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。

	
<p>项目拟建场所现状</p>	<p>项目拟建场所现状</p>
	
<p>内科住院楼</p>	<p>ICU等候区（介入手术室正上方）</p>



图8-1 拟建场所周围现状图

二、本项目主要环境影响

本项目在投入运营后，主要对环境造成影响的是 DSA 在出束过程中，产生的 X 射线。

三、本项目所在地 X- γ 辐射空气吸收剂量现状监测

受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 2022 年 1 月 10 日对绵阳市安州区人民医院介入手术室改建项目工作场所，进行了辐射环

境现状布点监测，其监测项目、分析及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源
X-γ辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021
	《辐射环境监测技术规范》	HJ 61-2021

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
环境 X-γ 辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪 编号： YKJC/YQ-40	1nGy/h~1.2mGy/h 20keV~3.0MeV	检定/校准单位： 上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心 检定/校准有效期： 2022.01.07~2023.01.06 校准因子：1.06	天气：阴 温度：6.9℃ 湿度：60.1%

四、质量保证

该公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（一）资质认证

从事监测的单位，四川省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：182312080067，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。

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工

作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

五、监测布点原则及监测点布置

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 DSA 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布设在内科住院楼南侧、内科住院楼西侧、内科住院楼东侧、住院楼、护士站、血透区门口、电梯厅、值班室、诊室 1、诊室 2、地下停车场（楼下）、主任办公室（楼上）、更衣室（楼上）、东辰·江畔悦府（在建）住宅小区门口，监测点位涵盖了介入手术室拟建场所、介入手术室周围环境保护目标，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：

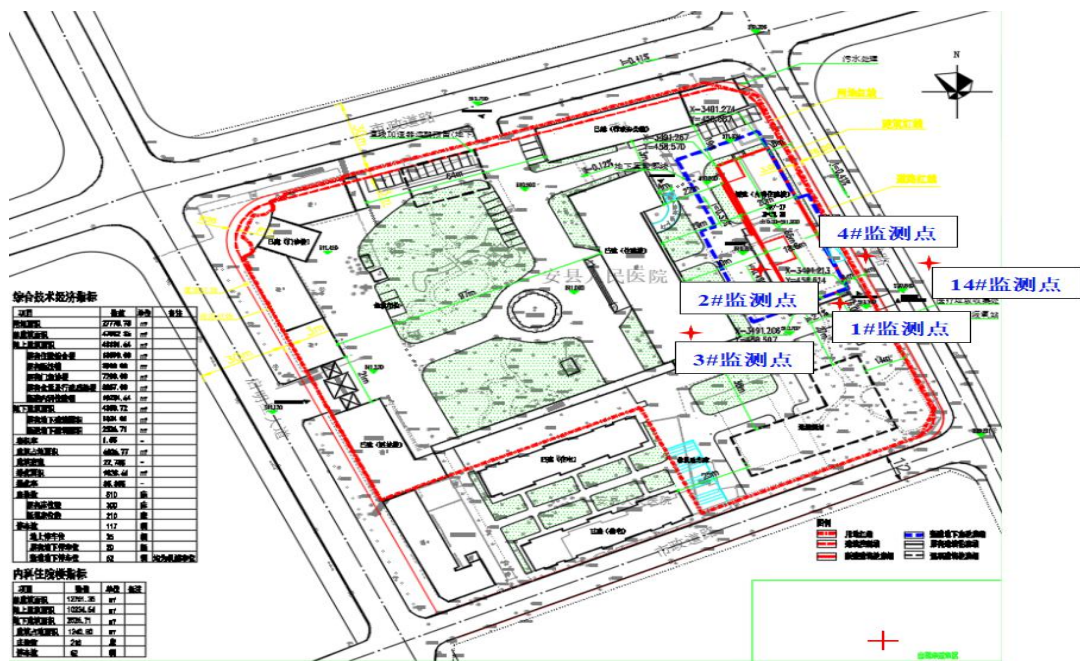


图 8-1 监测布点示意图 (1)

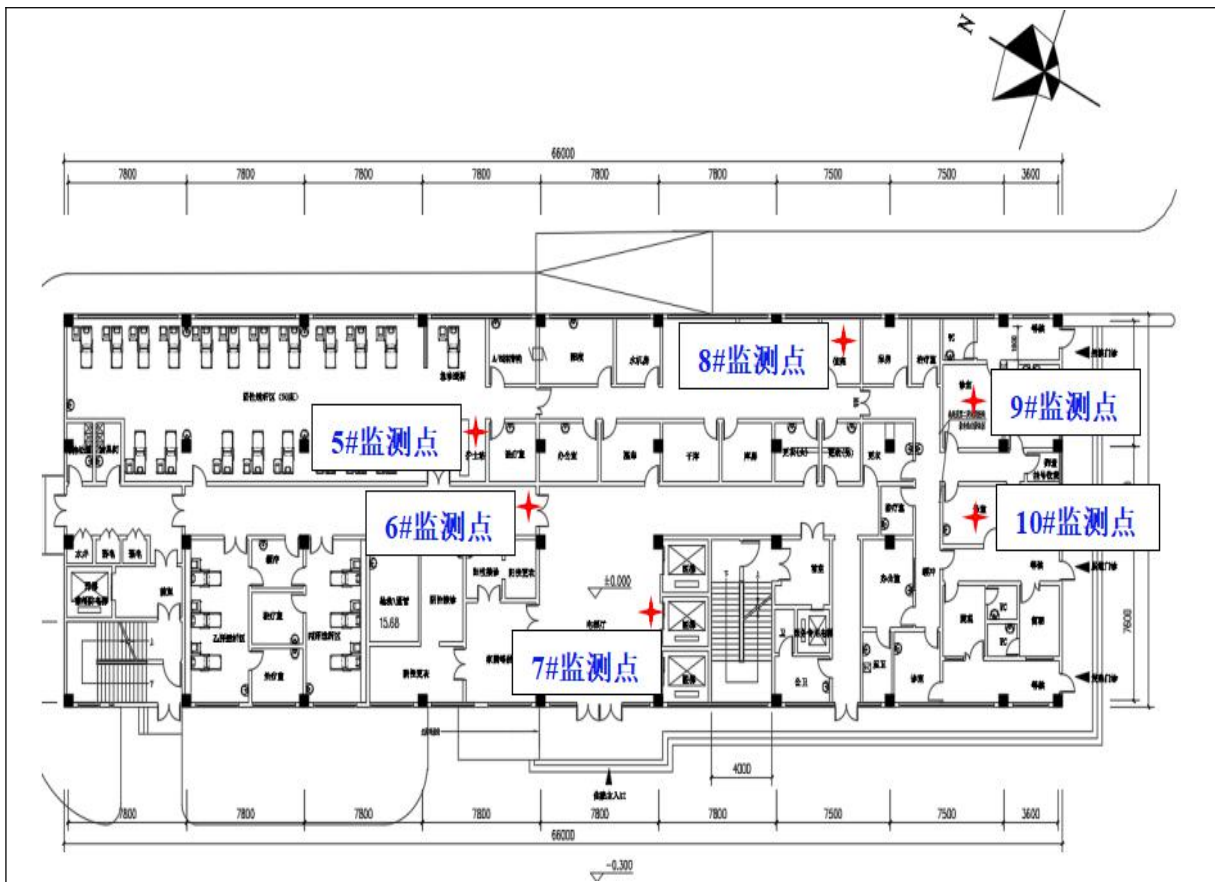


图 8-2 监测布点示意图 (2)

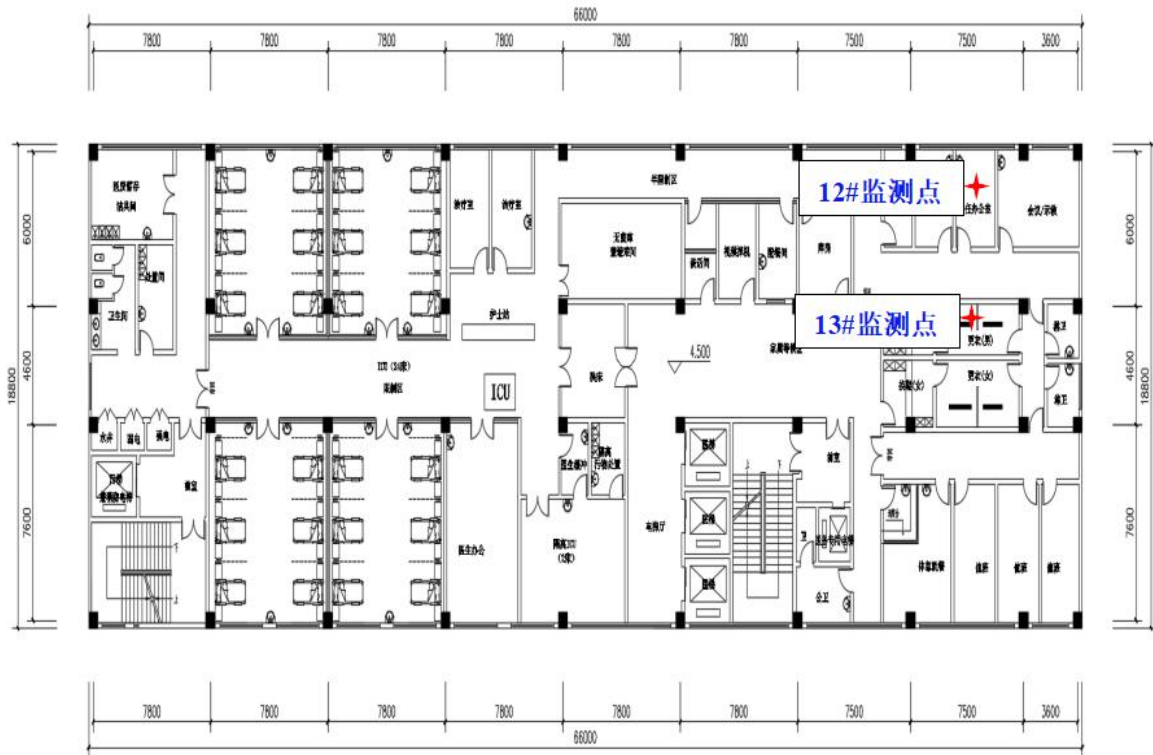


图 8-3 监测布点示意图 (3)

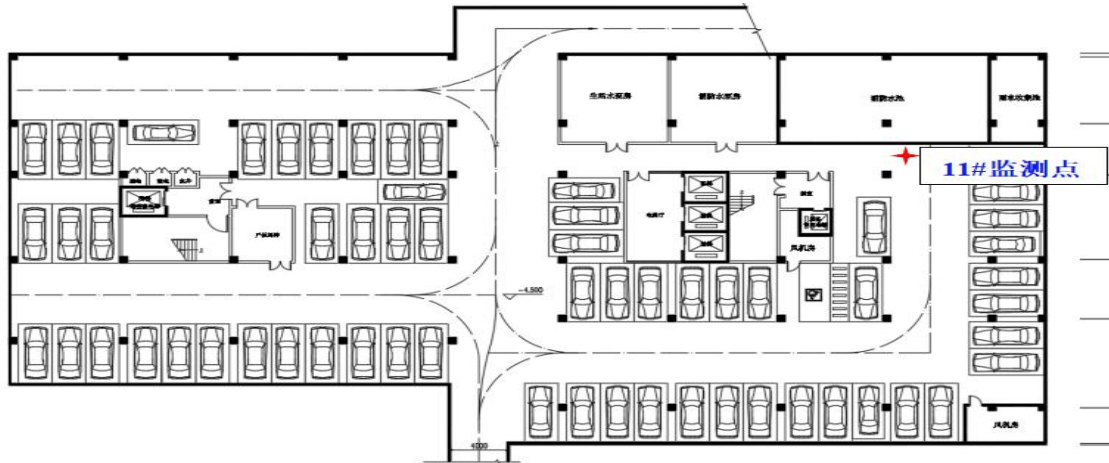


图 8-4 监测布点示意图 (4)

六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-3 环境 X-γ辐射剂量率监测结果

单位：nGy/h

点位	监测位置(距屏蔽体 30cm 处)	测量值	标准差	室内/外	备注
1	内科住院楼南侧	***	2.9	室外	可以反映医院内科住院楼外南侧、西侧的现状值
2	内科住院楼西侧	***	3.6	室外	
3	已建住院楼内	***	2.4	室内	可以反映医院内环境保护目标(住院楼)处的现状值
4	内科住院楼东侧	***	3.2	室外	可以反映医院内科住院楼外东侧的现状值
5	护士站	***	3.4	室内	可以反映医院拟建介入手术室北侧血透区的现状值
6	血透区门口	***	3.9	室内	
7	电梯厅	***	1.6	室内	
8	值班室	***	4.3	室内	
9	诊室 1	***	3.6	室内	可以反映医院拟建介入手术室所在位置的现状值
10	诊室 2	***	3.4	室内	
11	地下停车场(楼下)	***	1.7	室内	可以反映医院拟建介入手术室正下方环境保护目标处的现状值
12	主任办公室(楼上)	***	4.2	室内	可以反映医院拟建介入手术室正上方环境保护目标处的现状值
13	更衣室(楼上)	***	1.7	室内	
14	东辰·江畔悦府住宅小区门口	***	1.9	室外	可以反映医院院外环境保护目标处的现状值

根据现场监测报告，本项目所在区域 X-γ辐射剂量率为 68~126nGy/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》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果(67.5nGy/h~121.3 nGy/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

医院拟在绵阳市安州区人民医院内科住院楼一层南侧，项目所在的内科住院楼已取得原绵阳市环境保护局“关于对绵阳市安州区人民医院内科住院楼建设项目环境影响报告书的批复（绵环审批[2017]228号）”，目前内科住院楼已建成投运，本项目所在的介入手术室由医院原发热门诊（诊室 1、诊室 2、留观室、治疗室、留观室、等候室）改建而来。本项目施工期主要是对已有建筑物进行改建、装饰施工、设备安装、管线敷设和其他辐射防护设施安装，最后进行竣工验收。其工艺流程及产污环节：

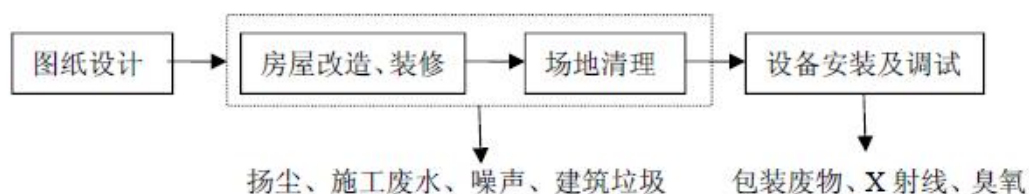


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

1、施工期主要污染源处理措施

(1) 扬尘

施工过程中产生的扬尘，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

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

(3) 废水

本项目工程量小，施工周期短，产生的少量施工废水经沉淀后循环使用；生活污水经医院已建的污水处理站处理后，再通过市政管网进入安州区城市污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标后排入安昌河。

(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，该废气的排放属无组织排放。因此在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气。因施工量小，装修周期较短，施工期对环境的影响较小。

(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。

本项目施工期对环境最主要的影响因素是噪声和扬尘，采取有效的防治措施后，对环境的影响较小。施工期对环境的影响是短期、暂时的，将随施工的结束而消失。

2、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目 DSA 调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的电离辐射影响；产生少量的臭氧。

二、运营期污染源项分析

1、设备组成及工作原理

用于介入治疗的 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、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

用于介入治疗的 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 在进行曝光时分为拍片和透视两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 9-2:

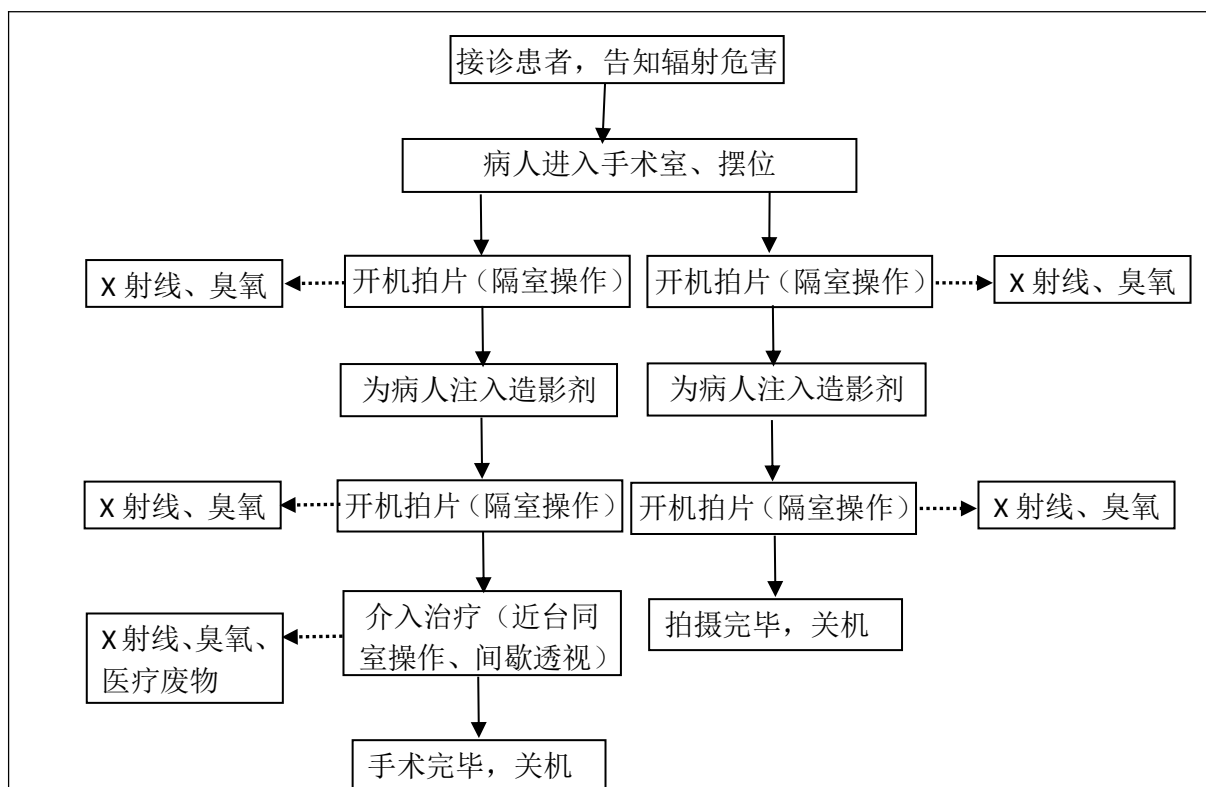


图 9-2 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

(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、影像增强器三者之间的距离，然后进入控制室，关好防护门。医师、操作人员通过控制室的计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

(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（如铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完

后关机，医生、病人离开机房。

3、产污环节

本项目使用 2 台 DSA 用于介入治疗，属于 II 类射线装置。产污环节为：在注入造影剂之前拍片产生的 X 射线和臭氧，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换鞋区、男/女更衣室、刷手区进入控制室或进入机房，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经过缓冲间进出机房，病人、医生流互不交叉。

污物路径：待手术完成后，将手术过程中产生的医疗废物经过清洗打包后通过缓冲间进入污物间，然后运至医院医废暂存间，最终交由绵阳中科绵投危险废物治理有限公司回收处理。

5、主要污染源物

(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 出束过程中臭氧产生量很小，本项目 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房南侧设置排风系统（排风量不小于 $800\text{m}^3/\text{h}$ ），通风口尺寸（ $350\text{mm}\times 350\text{mm}$ ），采用 4mm 铅当量的铅罩进行屏蔽。臭氧通过排风系统排放，排放口尽量避开人经常活动的区域。

(3) 固体废物

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每台 DSA 预计手术量为 300 台，所以 2 台 DSA 固体废物的产生量共计 1200kg。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废暂存间暂存，统一交由***收运处置。

③本项目共配置 18 名辐射工作人员，每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，

则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 2.25t。本项目所有辐射工作人员均为医院原有辐射工作人员，不新增办公垃圾和生活垃圾产生量。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。项目产生的废水依托医院现有污水处理站，采用“预处理+一级强化+二氧化氯消毒”工艺处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表2中预处理标准后排入市政管网，最终进入安州区城市污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标后排入安昌河。

(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），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》（GB12348-2008）2类标准要求。

(6) 造影剂的存储、泄露风险

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

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

绵阳市安州区人民医院位于四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号。介入手术室位于内科住院楼南侧，其余部分为血透区及其医生办公辅助用房。介入手术室内，控制室与缓冲间位于 1 号机房和 2 号机房之间（与机房最近距离约 3.0m），污物间和 2 号设备间位于 2 号机房西侧（与机房最近距离约 2.5m），1 号设备间位于 1 号机房北侧（与机房最近距离约 2.5m），医生办公室位于 2 号机房北侧（与机房最近距离约 3.5m），电梯过道位于 2 号机房北侧（与机房最近距离约 6.0m）；正下方为消防水池及停车场（与机房最近距离约 4.0m）；正上方为 ICU 工作场所及其内科住院楼其他用房（与机房最近距离约 4.0m）。介入手术室外，北侧 50m 范围内依次为血透区（与机房最近距离约 6.5m）、传染楼（与机房最近距离约 40.0m）；西侧 50m 范围内依次为院内道路、住院楼（与机房最近距离约 20.0m）；南侧 50m 范围内依次为医院污水处理站和医废暂存间（与机房最近距离约 15.0m）、医院远期规划用地（与机房最近距离约 18.0m）；东侧 50m 范围内依次为院内道路、市政道路、东辰·江畔悦府住宅小区（在建）（与机房最近距离约 20.0m）。

本项目患者通道、医护通道分开布置，互不交叉影响，候诊病人从患者通道进入机房，医护人员从医护通道进入控制室和机房。在手术结束后，医疗废物通过缓冲间送至污物间，不会与病人相互交叉。介入手术室布置于内科住院楼南侧，独立成区，不但方便患者治疗，也便于医院对介入手术室的统一管理，因此，项目总平面布局是合理可行的。

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，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的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：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

本次环评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。将 DSA 1 号机房和 DSA 2 号机房划分为控制区，换鞋区、更衣间、淋浴间、洗手间、库房、医生办公室、控制室、1 号设备间、2 号设备间、污物间划分为监督区。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。

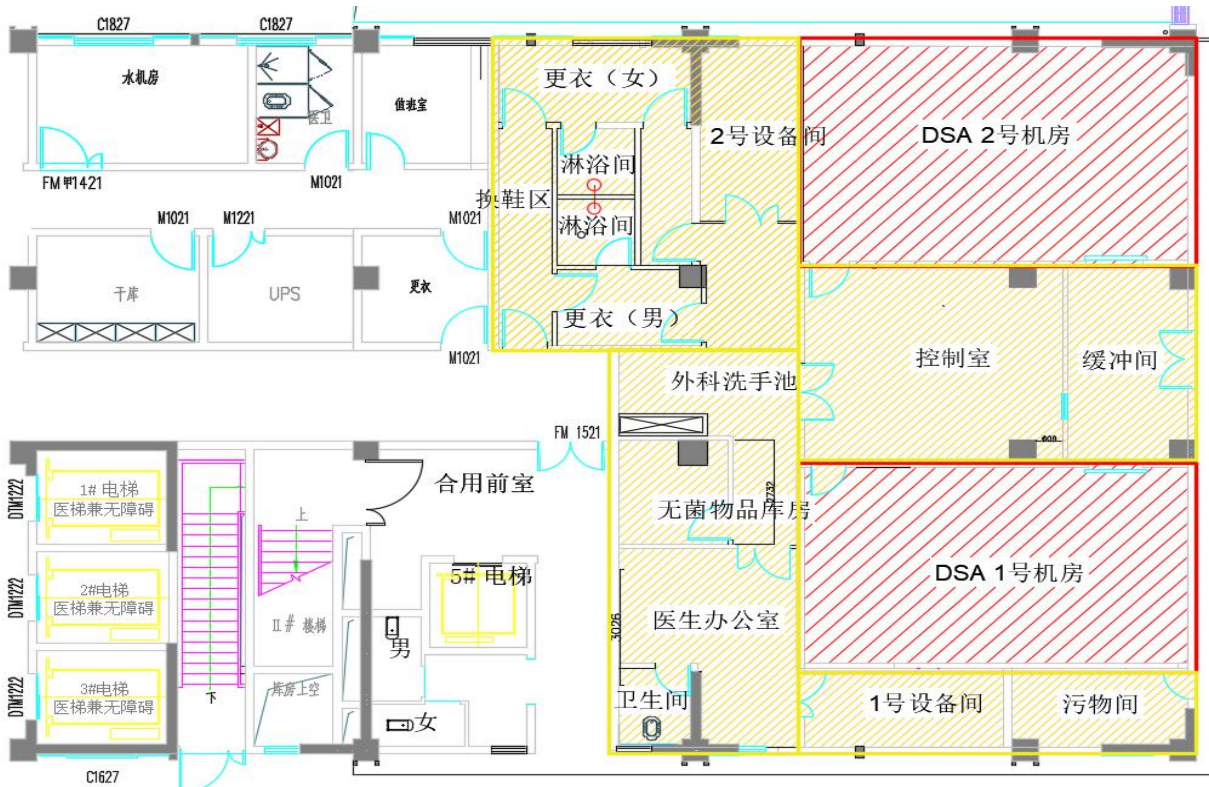


图 10-1 本项目两区划分示意图

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

设备名称	控制区	监督区
DSA	DSA 1 号机房、 DSA 2 号机房	控制室、缓冲间、1 号设备间、污物间、2 号设备间、更衣室、淋浴间、换鞋区、医生办公室、外科洗手池、无菌物品库房、卫生间

(3) 控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志，见图 10-2；

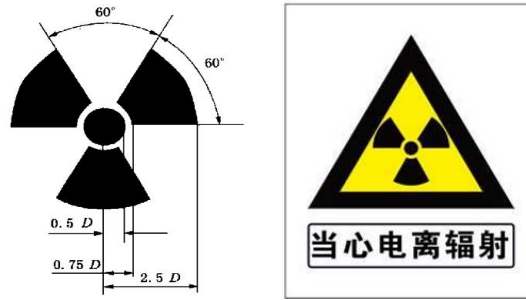


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

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

④在卫生通过区域配备个人防护用品、工作服、污染监测仪和被污染防护衣具的贮存柜等；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

（4）监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区为边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

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。

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

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

2、屏蔽防护措施

本项目涉及的DSA 1号机房和DSA 2号机房实体屏蔽结构均相同。根据医院提供的硫酸钡砂板检测报告资料（见附件14），对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录表C.6，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），根据射线装置额定管电压与不同防护材料相当于多少铅当量的关系，本项目机房与标准屏蔽措施对照，具体见表10-2。

表 10-2 DSA 机房的实体防护折合铅当量计算表

DSA 机房	实体结构	折合铅当量	总计
四周墙体	200mm 加气混凝土砌块+60mm 硫酸钡防护涂层	1.55mmPb+3.08mmPb	约 4.63mmPb
屏蔽门	4mm 铅当量铅门	4mmPb	4mmPb
观察窗	4mm 铅当量含铅玻璃	4mmPb	4mmPb
屋顶	100mm 现浇混凝土+40mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂层	1.06mmPb+0.5mmPb+2.0mmPb	约 3.56mmPb
地面	180mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂层	1.91mmPb+1.54mmPb	约 3.45mmPb

注：①根据医院提供的硫酸钡防护涂层检测报告，送检厚度为 30mm 的硫酸钡防

护涂层，检测结果折合铅当量为 1.54mm Pb，则本项目 40mm 硫酸钡防护涂层折合铅当量约为 2mm Pb；60mm 硫酸钡防护涂层折合铅当量约为 3.08mm Pb。

②本项目2台DSA的额定电压分别为150kV、125kV，保守估算，以150kV折算机房墙体铅当量，并以有用线束计。

表 10-3 DSA 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	屋顶	地面
		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 1号机房	45.9m ² (最小单边长度 5.434m)	约4.63mm铅当量	4mm铅当量铅门	4mm铅当量含铅玻璃	约3.56mm铅当量	约3.45mm铅当量
DSA 2号机房	43.4m ² (最小单边长度 5.141m)	约4.63mm铅当量	4mm铅当量铅门	4mm铅当量含铅玻璃	约3.56mm铅当量	约3.45mm铅当量
放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积20m ² ，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	有用线束 2mm铅当量	非有用线束 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

备注：表中楼板使用材料为混凝土（密度为 2.35g/cm³）。

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紧急止动装置：控制台上、DSA 1号机房、DSA2号机房拟设置紧急止动按钮（各按钮分别与X线系统连接）。DSA系统的X线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止X线系统出束。

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

④对讲装置：在DSA 1号机房、DSA2号机房与控制室之间拟安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与机房内的手术人员联系。

⑤警告标志：DSA 1号机房、DSA2号机房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 1号机房、DSA2号机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在人员通道门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

②时间防护

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

③屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过控制室与 DSA 1 号机房、DSA2 号机房之间的墙体、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；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；本项目拟配铅防护衣等防护用品厚度均为 0.5mm 铅当量。

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

医院应配有三角巾、铅橡胶颈套，用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。另外，在不影响工作质量的前提下，保持与射线装置尽可能大的距离。

(3) DSA 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 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
场所 设施	四周墙体+屋顶+地面实体防护	/	设计中已有
	观察窗屏蔽	每个机房有 1 扇铅窗，为 4mm 铅当量	设计中已有
	机房防护门	每个机房有 2 扇防护铅门，均为 4mm 铅当量	设计中已有
	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	设计中已有
	通风设施	每个机房有 1 套通排风系统	/
	紧急停机按钮	设备自带	设计中已有
	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
监测 设备	便携式辐射监测仪	利旧 1 台	/
	个人剂量计	利旧 18 套	/
	个人剂量报警仪	利旧 3 台	新增 3 台
防护 器材	医护人员个人防护	利旧铅橡胶围裙 3 套、铅橡胶颈套 3 套、铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 双	新增铅橡胶围裙 3 套、铅橡胶颈套 3 套、铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 双
	患者防护	利旧铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套	新增铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套
其他	灭火器材	/	需配备 1 套

四、投资估算

本核技术应用项目总投资 1500 万元，其中环保投资***万元，占总投资约***。具体环保设施及投资见表 10-5。

表 10-5 环保设施及投资一览表

项目	设施	数量	投资金额		
			利旧	本次新增	
DSA 1 号 机 房、2 号机 房	辐射屏蔽措施	铅玻璃观察窗（4mm 铅当量）	2 扇	—	***
		铅防护门（4mm 铅当量）	4 扇	—	***
		四周墙体+屋顶+地面实体防护	2 间	—	***
	安全装置	工作状态指示灯箱	4 个	—	***
		电离辐射警告标志	6 个		
		铅悬挂防护屏/铅防护帘（0.5mmPb）	2 副	机器自带	
		床侧防护帘/床侧防护屏（0.5mmPb）	2 副		
		对讲系统	2 台	—	***
		紧急止动装置	2 套	—	***
		门灯连锁装置	2 套	—	***
	监测仪器和个人防护用品	个人剂量计	18 套	***	—
		个人剂量报警仪	6 台	***	***
		便携式辐射监测仪	1 台	***	—
		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	6 套（医护人员使用）	***	***
		铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	2 套（患者使用）	***	***
	其他	通风设施	2 套	—	***
		灭火器材	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污水和医疗废水。项目产生的废水依托医院现有污水处理站，采用“预处理+一级强化+二氧化氯消毒”工艺处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表2中预处理标准后排入市政管网，最终进入安州区城市污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标后排入安昌河。

2、废气

DSA 出束过程中臭氧产生量很小，本项目 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房南侧设置排风系统（排风量不小于 800m³/h），通风口尺寸（350mm×350mm），采用 4mm 铅当量的铅罩进行屏蔽。臭氧通过排风系统排放，排放口尽量避开人经常活动的区域。

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；医疗废弃物由***统一回收处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工期的环境影响分析

本次评价的介入手术室（包括DSA 1号机房、DSA 2号机房、控制室、缓冲间、污物间等）在现有建筑物基础上进行调整、改建。在调整、改建过程中，需要重装和新建部分墙体，会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水。在施工期应重点做好以下工作：

扬尘的防治措施：项目通过施工现场封闭施工和采取洒水等措施来进行控制；

废水防治措施：项目生活污水经医院污水处理设施处理；

废气防治措施：项目施工现场封闭施工，施工现场及时清理，通风换气等措施；

噪声防治措施：选用低噪声设备，合理安排施工时间；

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

机房施工质量的要求：

①在建设过程中严格按照施工规范进行施工，在DSA 1号机房、DSA 2号机房墙体的改建过程中，墙与墙之间须紧密贴合，防止射线泄露；使用符合要求的水泥，铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的10倍；②穿过机房的电缆沟及通风管道均采用“U”型或者“S”型穿墙，以避免电缆沟及通排风管道布设方式影响到屏蔽墙体的屏蔽效果，不得正对工作人员经常停留的地点。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

本环评要求设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在机房内进行，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，作为一般固体废物进行处置，不随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

医院拟在 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房内各安装使用 1 台 DSA，每台 DSA 介入手术治疗的工作负荷约 300 人次/年，单次手术累计出束时间 10~20min。拍片时 DSA 的常用管电压 60~100kV，常用管电流为 100~300mA；在 DSA 透视时常用管电压为 70~90kV，常用管电流为 6~20mA。本项目每台 DSA 年出束时间为 68.75h（其中透视 67.5h，拍片 1.25h），主要用于血管造影，介入手术等。

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

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：操作人员采取隔室操作的方式，医生通过控制室铅玻璃观察窗机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于控制室内，经机房各屏蔽体屏蔽后，对机房外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铅帘后对病人进行直接的手术操作。第二种情况是本次评价的重点。

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

本项目 DSA 1 号机房净空面积约 45.9m²，DSA 2 号机房净空面积约 43.4m²，DSA 1 号机房和 DSA 2 号机房四周墙体、顶部、底部结构和厚度均相同。机房实体屏蔽结构为：四周墙体均为 200mm 加气混凝土砌块+60mm 硫酸钡防护涂层；顶部均为 100mm 现浇混凝土+40mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂层；地面均为 180mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂层；每个机房设有 1 扇铅玻璃观察窗，为 4mm 铅当量；每个机房设有 2 扇防护门，均为 4mm 铅当量。由于 2 台 DSA 的人员配置、使用工况、保护目标均相同，本次在预测辐射剂量率时仅预测单台 DSA。

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 2.5mmAl，保

守估算，根据图4.4c，当管电压为90kV时，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。见下表：

表 11-1 本项目 DSA 常用工况及源强取值表

工作模式	常用管电压	常用管电流	v_{r0}	H_0
透视	70~90kV	10~20mA	$0.9R\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$	157.14mGy·min ⁻¹
拍片	60~100kV	100~300mA	$1.0R\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$	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，均受到漏射线和散射射线的影响，屋顶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 DSA 机房辐射场所分布图及预测关注点位见图 11-1、图 11-2。



图 11-1 本项目预测关注点位示意图

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

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

式中：

B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子；

β—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
 α—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
 γ—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
 X—屏蔽材料厚度。

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

表 11-2 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数表

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
铅	2.507	15.33	0.9124

根据计算，DSA机房不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-3。

表 11-3 DSA 机房设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效约合 铅当量	屏蔽减弱因 子（透视）	屏蔽减弱因 子（拍片）
四周墙体	200mm 加气混凝土砌块+60mm 硫酸钡 防护涂层	4.63mmPb	5.35×10^{-8}	1.06×10^{-6}
屏蔽门	4mm 铅当量铅门	4mmPb	3.69×10^{-7}	5.14×10^{-6}
观察窗	4mm 铅当量铅玻璃窗	4mmPb	3.69×10^{-7}	5.14×10^{-6}
屋顶	100mm 现浇混凝土+40mm 混凝土 +40mm 硫酸钡防护涂层	3.56mmPb	1.02×10^{-5}	1.55×10^{-5}
地面	180mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护 涂层	3.45mmPb	1.99×10^{-6}	2.04×10^{-5}
手术医生、 护士位	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅帘	1mmPb	4.08×10^{-3}	1.05×10^{-2}

（1）主射线束方向影响分析

①计算模式

本项目 DSA 射线束由下向上，主射方向向上，其他为漏射方向。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：

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

式中：

Dr—预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

D_1 —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率, mGy/min;

T—每台 DSA 每年工作时间, 4125min (包括透视 4050min 和拍片 75min);

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;

r—预测点距 X 射线源的距离, m。

②预测结果分析

1) 主射辐射剂量估算

本项目 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房位于内科住院楼一层南侧, 机房正上方为 ICU 工作场所, 主射束朝向屋顶, 居留因子取 1。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, 则主射方向照射量取主射束的 10%。将相关参数代入(式 2)中, 进行各关注点年有效剂量预测, 预测点年有效剂量估算结果见表 11-4。

表 11-4 DSA 机房主射方向预测点年有效剂量估算表

关注点	预测点位置	与出束口直线距离(m)	屏蔽材料与厚度及等效铅当量(mm)	照射类型	屏蔽减弱因子(f)	利用因子(μ)	占用因子(η)	预测点年有效剂量(mGy/a)
17	ICU 等其他工作场所医护人员、患者及陪护人员	5	3.56mmPb	透视	1.02×10^{-5}	1	1	4.06×10^{-2}
				拍片	1.55×10^{-5}	1	1	3.17×10^{-4}

2) 病人体表散射辐射剂量估算

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

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;

s——散射面积, cm^2 , 取 100cm^2 ;

d_0 ——源与病人的距离, m, 取 1m;

d_s ——病人与预测点的距离，m；

B ——减弱因子。

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。

表 11-5 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果表

关注点	关注点保护目标	病人（散射点）到关注点距离（m）	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	X 射线的散射比	照射类型	屏蔽减弱因子	散射辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）
1	机房内主刀医生	0.5	1	1.3×10^{-3}	透视	4.08×10^{-3}	4.99×10^1
2	机房内助手医生	0.8	1	1.3×10^{-3}	透视	4.08×10^{-3}	1.95×10^1
3	机房内的护士	1	1	1.3×10^{-3}	透视	4.08×10^{-3}	1.25×10^1
4	控制室内的技师	3.0	4	1.3×10^{-3}	透视	3.69×10^{-7}	1.26×10^{-4}
					拍片	5.14×10^{-6}	2.92×10^{-2}
5	缓冲间的患者及陪护人员	3.0	4.63	1.3×10^{-3}	透视	5.35×10^{-8}	1.82×10^{-5}
					拍片	1.06×10^{-6}	6.01×10^{-3}
6	污物间工作人员	2.5	4.63	1.3×10^{-3}	透视	5.35×10^{-8}	2.62×10^{-5}
					拍片	1.06×10^{-6}	8.66×10^{-3}
7	设备间工作人员	3.5	4.63	1.3×10^{-3}	透视	5.35×10^{-8}	1.34×10^{-5}
					拍片	1.06×10^{-6}	4.42×10^{-3}
8	医生办公室医护人员	3.5	4.63	1.3×10^{-3}	透视	5.35×10^{-8}	1.34×10^{-5}
					拍片	1.06×10^{-6}	4.42×10^{-3}
9	换鞋区、更衣间医护人员	4.0	4.63	1.3×10^{-3}	透视	5.35×10^{-8}	1.02×10^{-5}
					拍片	1.06×10^{-6}	3.38×10^{-3}
10	电梯过道患者及陪护人员	6.0	4.63	1.3×10^{-3}	透视	5.35×10^{-8}	4.55×10^{-6}
					拍片	1.06×10^{-6}	1.50×10^{-3}
11	血透区医护人员、患者及陪护人员	6.5	4.63	1.3×10^{-3}	透视	5.35×10^{-8}	3.88×10^{-6}
					拍片	1.06×10^{-6}	1.28×10^{-3}
12	地下停车场公众	4.0	3.45	1.3×10^{-3}	透视	1.99×10^{-6}	3.82×10^{-4}
					拍片	2.04×10^{-5}	6.52×10^{-2}
13	住院楼医护人员、患者及陪护人员	20.0	4.63	1.3×10^{-3}	透视	5.35×10^{-8}	4.10×10^{-7}
					拍片	1.06×10^{-6}	1.35×10^{-4}
14	传染楼医护人员、患者及陪护人员	40.0	4.63	1.3×10^{-3}	透视	5.35×10^{-8}	1.02×10^{-7}
					拍片	1.06×10^{-6}	4.40×10^{-10}
15	东辰·江畔悦府（在建）居民	20.0	4.63	1.3×10^{-3}	透视	5.35×10^{-8}	4.10×10^{-7}
					拍片	1.06×10^{-6}	1.76×10^{-9}
16	评价范围内其他公众	15.0	4.63	1.3×10^{-3}	透视	5.35×10^{-8}	7.28×10^{-7}
					拍片	1.06×10^{-6}	3.13×10^{-9}

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。

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

式中：

H—预测点处的泄漏辐射剂量率，μGy/h；

f—泄漏射线比率，1‰；

H₀—距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/h；

R—靶点距关注点的距离，m；

B——减弱因子，前文表 11-3 计算取得。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-6。

表 11-6 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果表

关注点	关注点保护目标	病人（散射点）到关注点距离（m）	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	照射类型	屏蔽减弱因子	散射辐射剂量率（μGy/h）
1	机房内主刀医生	0.5	1	透视	4.08×10 ⁻³	1.54×10 ²
2	机房内助手医生	0.8	1	透视	4.08×10 ⁻³	6.01×10 ¹
3	机房内的护士	1	1	透视	4.08×10 ⁻³	3.84×10 ¹
4	控制室内的技师	3.0	4	透视	3.69×10 ⁻⁷	3.87×10 ⁻⁴
				拍片	5.14×10 ⁻⁶	8.97×10 ⁻²
5	缓冲间的患者及陪护人员	3.0	4.63	透视	5.35×10 ⁻⁸	5.60×10 ⁻⁵
				拍片	1.06×10 ⁻⁶	1.85×10 ⁻²
6	污物间工作人员	2.5	4.63	透视	5.35×10 ⁻⁸	8.06×10 ⁻⁵
				拍片	1.06×10 ⁻⁶	2.66×10 ⁻²
7	设备间工作人员	3.5	4.63	透视	5.35×10 ⁻⁸	4.11×10 ⁻⁵
				拍片	1.06×10 ⁻⁶	1.36×10 ⁻²
8	医生办公室医护人员	3.5	4.63	透视	5.35×10 ⁻⁸	4.11×10 ⁻⁵
				拍片	1.06×10 ⁻⁶	1.36×10 ⁻²
9	换鞋区、更衣间医护人员	4.0	4.63	透视	5.35×10 ⁻⁸	3.15×10 ⁻⁵
				拍片	1.06×10 ⁻⁶	1.04×10 ⁻²
10	电梯过道患者及陪护人员	6.0	4.63	透视	5.35×10 ⁻⁸	1.40×10 ⁻⁵
				拍片	1.06×10 ⁻⁶	4.62×10 ⁻³
11	血透区医护人员、患者及陪护人员	6.5	4.63	透视	5.35×10 ⁻⁸	1.19×10 ⁻⁵
				拍片	1.06×10 ⁻⁶	3.94×10 ⁻³
12	地下停车场公众	4.0	3.45	透视	1.99×10 ⁻⁶	1.18×10 ⁻³
				拍片	2.04×10 ⁻⁵	2.0×10 ⁻¹
13	住院楼医护人员、患者及陪护人员	20.0	4.63	透视	5.35×10 ⁻⁸	1.26×10 ⁻⁶
				拍片	1.06×10 ⁻⁶	4.16×10 ⁻⁴
14	传染楼医护人员、患者及陪护人员	40.0	4.63	透视	5.35×10 ⁻⁸	3.15×10 ⁻⁷
				拍片	1.06×10 ⁻⁶	1.04×10 ⁻⁴

15	东辰·江畔悦府（在建）居民	20.0	4.63	透视	5.35×10^{-8}	1.26×10^{-6}
				拍片	1.06×10^{-6}	4.16×10^{-4}
16	评价范围内其他公众	15.0	4.63	透视	5.35×10^{-8}	2.24×10^{-6}
				拍片	1.06×10^{-6}	7.40×10^{-4}

4) 关注点辐射剂量率综合分析

表11-7 本项目各预测点保护目标最大剂量率表

保护目标 相对位置	关注 点	关注点位描述	照射 类型	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)			
				主射	散射	漏射	综合剂量率
机房内	1	机房内主刀医生	透视	/	4.99×10^1	1.54×10^2	2.04×10^2
	2	机房内助手医生	透视	/	1.95×10^1	6.01×10^1	7.96×10^1
	3	机房内的护士	透视	/	1.25×10^1	3.84×10^1	5.09×10^1
机房周围	4	控制室内的技师	透视	/	1.26×10^{-4}	3.87×10^{-4}	5.13×10^{-4}
			拍片	/	2.92×10^{-2}	8.97×10^{-2}	1.19×10^{-1}
	5	缓冲间的患者及陪护 人员	透视	/	1.82×10^{-5}	5.60×10^{-5}	7.42×10^{-5}
			拍片	/	6.01×10^{-3}	1.85×10^{-2}	2.45×10^{-2}
	6	污物间工作人员	透视	/	2.62×10^{-5}	8.06×10^{-5}	1.07×10^{-4}
			拍片	/	8.66×10^{-3}	2.66×10^{-2}	3.53×10^{-2}
	7	设备间工作人员	透视	/	1.34×10^{-5}	4.11×10^{-5}	5.45×10^{-5}
			拍片	/	4.42×10^{-3}	1.36×10^{-2}	1.80×10^{-2}
	8	医生办公室医护人员	透视	/	1.34×10^{-5}	4.11×10^{-5}	5.45×10^{-5}
			拍片	/	4.42×10^{-3}	1.36×10^{-2}	1.80×10^{-2}
	9	换鞋区、更衣间医护 人员	透视	/	1.02×10^{-5}	3.15×10^{-5}	4.17×10^{-5}
			拍片	/	3.38×10^{-3}	1.04×10^{-2}	1.38×10^{-2}
	10	电梯过道患者及陪护 人员	透视	/	4.55×10^{-6}	1.40×10^{-5}	1.86×10^{-5}
			拍片	/	1.50×10^{-3}	4.62×10^{-3}	6.12×10^{-3}
	11	血透区医护人员、患 者及陪护人员	透视	/	3.88×10^{-6}	1.19×10^{-5}	1.58×10^{-5}
			拍片	/	1.28×10^{-3}	3.94×10^{-3}	5.22×10^{-3}
12	地下停车场公众	透视	/	3.82×10^{-4}	1.18×10^{-3}	1.56×10^{-3}	
		拍片	/	6.52×10^{-2}	2.0×10^{-1}	2.65×10^{-1}	
13	住院楼医护人员、患 者及陪护人员	透视	/	4.10×10^{-7}	1.26×10^{-6}	1.67×10^{-6}	
		拍片	/	1.35×10^{-4}	4.16×10^{-4}	5.51×10^{-4}	
14	传染楼医护人员、患 者及陪护人员	透视	/	1.02×10^{-7}	3.15×10^{-7}	4.17×10^{-7}	
		拍片	/	4.40×10^{-10}	1.04×10^{-4}	1.04×10^{-4}	
15	东辰·江畔悦府（在建） 居民	透视	/	4.10×10^{-7}	1.26×10^{-6}	1.67×10^{-6}	
		拍片	/	1.76×10^{-9}	4.16×10^{-4}	4.16×10^{-4}	
16	评价范围内其他公众	透视	/	7.28×10^{-7}	2.24×10^{-6}	2.97×10^{-6}	
		拍片	/	3.13×10^{-9}	7.40×10^{-4}	7.40×10^{-4}	

由表 11-7 可知，本项目 DSA 机房周围辐射剂量率最大为 $2.65 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，低于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率

不大于 2.5 μ Sv/h 的规定。

5) 关注点年辐射剂量分析

本项目在拍片过程中，实行隔室操作，手术主刀医生、助手医生和护士均离开 DSA 机房到控制室内，因此，手术主刀医生、助手医生和护士每年受到辐射环境影响为 DSA 机房内和控制室内的叠加值。本项目涉及心血管内科、放射科两个科室，每台 DSA 共配置 9 名辐射工作人员（包括 4 名主刀医生、2 名助手医生、2 名护士、1 名技师），两台 DSA 人员配置一致，所有辐射工作人员均为医院原有辐射工作人员。本项目投运后，辐射工作人员不再从事其他辐射类工作，因此，不存在剂量叠加，今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

表11-8 本项目各预测关注点理论预测最大受照剂量统计表

保护目标相对位置	关注点	关注点位描述		照射类型	综合辐射剂量率 (μ Sv/h)	年最大受照时间(h)	居留因子	年总辐射剂量 (mSv/a)		照射类型
DSA 机房内	1	心血管内科(2名主刀医生)	主刀医生	透视	2.04×10^2	37.5	1	7.65	7.65	职业照射
				拍片	1.19×10^{-1}	0.625	1	7.44×10^{-5}		
		放射科(2名主刀医生)	医生	透视	2.04×10^2	30.0	1	6.12	6.12	职业照射
				拍片	1.19×10^{-1}	0.625	1	7.44×10^{-5}		
	2	心血管内科(1名助手医生)	助手医生	透视	7.96×10^1	37.5	1	2.99	2.99	职业照射
				拍片	1.19×10^{-1}	0.625	1	7.44×10^{-5}		
		放射科(1名助手医生)	医生	透视	7.96×10^1	30.0	1	2.39	2.39	职业照射
				拍片	1.19×10^{-1}	0.625	1	7.44×10^{-5}		
	3	DSA 机房内护士 (2名)		透视	5.09×10^1	67.5	1	3.44	3.44	职业照射
拍片	1.19×10^{-1}			1.25	1	1.49×10^{-4}				
DSA 机房周围	4	控制室内的技师 (1名)		透视	5.13×10^{-4}	67.5	1	3.46×10^{-5}	1.84×10^{-4}	职业照射
				拍片	1.19×10^{-1}	1.25	1	1.49×10^{-4}		
	5	缓冲间的患者及陪护人员		透视	7.42×10^{-5}	67.5	1/4	1.25×10^{-6}	8.91×10^{-6}	公众照射
				拍片	2.45×10^{-2}	1.25	1/4	7.66×10^{-6}		
	6	污物间工作人员		透视	1.07×10^{-4}	67.5	1/4	1.81×10^{-6}	1.28×10^{-5}	公众照射
				拍片	3.53×10^{-2}	1.25	1/4	1.10×10^{-5}		
	7	设备间工作人员		透视	5.45×10^{-5}	67.5	1/4	9.20×10^{-7}	6.55×10^{-6}	公众照射
				拍片	1.80×10^{-2}	1.25	1/4	5.63×10^{-6}		
	8	医生办公室医护人员		透视	5.45×10^{-5}	67.5	1	3.68×10^{-6}	2.62×10^{-5}	公众照射
				拍片	1.80×10^{-2}	1.25	1	2.25×10^{-5}		
9	换鞋区、更衣间医护人员		透视	4.17×10^{-5}	67.5	1/4	7.04×10^{-7}	5.01×10^{-6}	公众照射	
			拍片	1.38×10^{-2}	1.25	1/4	4.31×10^{-6}			
10	电梯过道患者及陪		透视	1.86×10^{-5}	67.5	1/4	3.14×10^{-7}	2.22×10^{-6}	公众	

		护人员	拍片	6.12×10^{-3}	1.25	1/4	1.91×10^{-6}		照射
11	血透区医护人员、患者及陪护人员	透视		1.58×10^{-5}	67.5	1	1.07×10^{-6}	7.60×10^{-6}	公众照射
		拍片		5.22×10^{-3}	1.25	1	6.53×10^{-6}		
12	地下停车场公众	透视		1.56×10^{-3}	67.5	1/4	2.63×10^{-5}	1.09×10^{-4}	公众照射
		拍片		2.65×10^{-1}	1.25	1/4	8.28×10^{-5}		
13	住院楼医护人员、患者及陪护人员	透视		1.67×10^{-6}	67.5	1	1.13×10^{-7}	8.02×10^{-7}	公众照射
		拍片		5.51×10^{-4}	1.25	1	6.89×10^{-7}		
14	传染楼医护人员、患者及陪护人员	透视		4.17×10^{-7}	67.5	1	2.81×10^{-8}	1.58×10^{-7}	公众照射
		拍片		1.04×10^{-4}	1.25	1	1.30×10^{-7}		
15	东辰·江畔悦府（在建）居民	透视		1.67×10^{-6}	67.5	1	1.13×10^{-7}	6.33×10^{-7}	公众照射
		拍片		4.16×10^{-4}	1.25	1	5.20×10^{-7}		
16	评价范围内其他公众	透视		2.97×10^{-6}	67.5	1/4	5.01×10^{-8}	2.81×10^{-7}	公众照射
		拍片		7.40×10^{-4}	1.25	1/4	2.31×10^{-7}		
17	ICU 等其他工作场所医护人员、患者及陪护人员	透视		—	67.5	1	4.06×10^{-2}	4.09×10^{-2}	公众照射
		拍片		—	1.25	1	3.17×10^{-4}		

各科室每名主刀医生助手医生及护士技师的年计量核算见下表11-9

表11-9 本项目每名职业人员年剂量核算表

科室	职务	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	主刀医生	2	7.65	3.83
	助手医生	1	2.99	2.99
放射科	主刀医生	2	6.12	3.06
	助手医生	1	2.39	2.39
/	护士	2	3.44	1.72
/	技师	1	1.84×10^{-4}	1.84×10^{-4}

控制室位于 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房之间，则控制室内技师所受的年剂量考虑 2 台 DSA 的叠加影响，所以控制室内技师所受的年有效剂量为 $3.68 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。由于考虑到机房屏蔽体较厚，其余敏感点经多道墙体屏蔽所受年有效剂量较小，所以不考虑 2 台 DSA 剂量叠加的问题。

由表 11-8、11-9 可知，机房内主刀医生最大有效剂量为 3.83mSv/a ，助手医生最大有效剂量为 2.99mSv/a ，机房内护士最大有效剂量为 1.72mSv/a ，在控制室内技师最大有效剂量为 $3.68 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，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；机房外的公众最大有效剂量为 $4.09 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，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，机房周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对机房周围公众影响更小。

环评建议：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，杜绝出现手术量分配不均衡的情况，导致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。

6) 医生腕部皮肤受照剂量

手术医生和护士在机房内进行介入手术时，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，手术医生腕部距离辐射源（非主射束方向）最近，因X射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以手术医生腕部剂量估算结果进行核算医护人员皮肤照射年剂量，根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算机房或机房人员年皮肤吸收剂量：

$$D_s = C_{ks} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式 5)}$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}_{(10)}^*}{C_{KH}} \dots\dots\dots \text{(式 6)}$$

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，67.5h；

$\dot{H}_{(10)}^*$ —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。医生操作时腕部距辐射源（非主射束方向）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 $1.05 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 。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 $6.10 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ 。

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，医生手部处于非主射位置（系数为 0.001），则手术医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为 46.69mSv/a。根据各科室介入手术工作量分配情况，心血管内科手术医生工作量最大，核算出心血管内科每名医生腕部皮肤受到当量剂量为 12.97mSv/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。

2、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。

3、射线装置报废

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

二、大气环境影响分析

本项目在运行过程中,主要大气污染因子为 DSA 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧。本项目 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房南侧设置排风系统(排风量不小于 800m³/h),通风口尺寸(350mm×350mm),采用 4mm 铅当量的铅罩进行屏蔽。臭氧通过排风系统排放,排放口尽量避开人经常活动的区域。臭氧经自然分解和稀释,对周围环境影响较小。

三、废水环境影响分析

本项目运行后,废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和医疗废水。项目产生的废水依托医院现有污水处理站,采用“预处理+一级强化+二氧化氯消毒”工艺处理达《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466-2005)表2中预处理标准后排入市政管网,最终进入安州区城市污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标后排入安昌河。

四、固体废物影响分析

①本项目 DSA 采用数字成像,不打印胶片,因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾,按每台手术产生约 2kg 的医疗废物,每年固体废物产生量约为 1200kg。这些医疗废物严格按国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医废暂存间,统一收集后交由绵阳中科绵投危险废物治理有限公司处置。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物,办公垃圾和生活垃圾产生量约 2.25t/a,医院按照当地管理部门要求,由市政环卫部门收集清运处置。项目产生固废均得到合理处置,不会对周围环境产生明显影响。

五、声环境影响分析

本项目噪声源主要为新风系统和排风系统,所有设备选用低噪声设备,最大源

强不超过 65dB (A)，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类(昼间 60dB (A)、夜间 50dB (A)) 标准要求。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

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

二、风险识别

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

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

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

三、源项分析及事故等级分析

本项目医用 X 射线装置主要的环境风险因子为工作时产生的 X 射线。按照中华人民共和国国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-10 中。

表 11-10 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

射线装置名称	环境风险因子	潜在危害	事故等级
DSA	X 射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
		X 射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射	较大辐射事故

		病、局部器官残疾	
		X 射线装置失控导致 2 人以上（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾	重大辐射事故
		X 射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

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 11-11）：

表 11-11 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系表

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在介入手术操作过程中，DSA 控制系统失灵，人员误入或滞留在 DSA 机房内而造成非主射方向的误照射；

②DSA 的 X 射线源处于“曝光”状态，介入手术人员在距 X 射线管非主射束方向进行介入手术操作；

③假定该名手术人员未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品，而进行介入手术操作，直至手术完成后才发现。

（2）剂量估算

本项目手术床旁及控制室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下此按钮就可以停机，则事故工况下介入手术操作人员、误入或滞留在机房的人员所受辐射剂量估算详见表 11-12。

表 11-12 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)
0.5	0.5	1.73×10^{-1}	3.14×10^{-1}	4.87×10^{-1}
	1.0	3.46×10^{-1}	6.29×10^{-1}	9.74×10^{-1}
	1.5	5.19×10^{-1}	9.44×10^{-1}	1.46
1	0.5	4.32×10^{-2}	7.86×10^{-2}	1.22×10^{-1}
	1.0	8.64×10^{-2}	1.57×10^{-1}	2.44×10^{-1}
	1.5	1.30×10^{-1}	2.36×10^{-1}	3.66×10^{-1}
1.5	0.5	1.92×10^{-2}	3.49×10^{-2}	5.42×10^{-2}
	1.0	3.84×10^{-2}	6.98×10^{-2}	1.08×10^{-1}
	1.5	5.78×10^{-2}	1.05×10^{-1}	1.63×10^{-1}

事故后果:

根据表 11-12 可知, 本项目介入手术人员在不同位置随着时间的推移, 非主射方向上最大可能受照剂量为 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, 不构成辐射事故; 误入或滞留人员在不同位置随着时间的推移, 非主射方向上最大可能受照剂量为 1.63×10^{-1} mSv/次, 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 的剂量限值, 不构成辐射事故。

2、维修射线装置时, 人员受意外照射。

(1) 事故假设

①DSA 上的指示灯和声音装置均失效, 在维修过程中射线装置误开, 而未报警提示, 造成维修人员受到主射束方向的照射;

②设备维护人员在维护 DSA 射线管或测量探测器时, 射线管正处于出束状态。

(2) 剂量估算

假设考虑该名维护人员在无其它任何屏蔽的情况下处于 X 射线管主射束方向, 假设维修时, DSA 以拍片模式运行。

本项目手术床旁及控制室内设置有“紧急停止”按钮, 只要按下按钮就可以停机, 则事故情况下人员在机房内距 DSA 不同距离处受到的辐射剂量估算详见表 11-13。

表 11-13 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

剂量 (mSv) 时 间 (s)	距离 m	1	1.5	2
	0.5		1.31	0.58

1	2.62	1.16	0.65
5	13.10	5.82	3.27
30	78.57	34.92	19.64
60	157.14	69.84	39.29

事故后果:

根据表 11-13 可知, 检修人员在不同位置随着时间的推移, 最大可能受照剂量为 **157.14mSv/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, 因此, 维修人员单次滞留在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, 最大可能性事故为一般辐射事故, 所以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。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。

（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连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

绵阳市安州区人民医院已成立了辐射安全与环境保护领导小组，并于 2021 年 11 月 25 日调整了辐射安全与环境保护领导小组（***）。

1、领导小组文件包含内容

（1）人员组成

组长：***

副组长：*** ***

成员：*** *** *** *** *** *** ***

领导小组下设办公室在设备科，由***兼任办公室主任，***、***兼任办公室成员，负责完成日常工作。

（2）工作职责

- ①贯彻执行国家辐射安全与环境保护的方针政策，执行国家辐射应急工作要求。
- ②负责向上级有关部门报告医院内发生的辐射应急事故和事件。
- ③组织制定医院应急响应方案，做好应急准备工作。
- ④应急期间充分调动人力、物力支援，实施统一指挥，统一组织，统一行动。
- ⑤采取各种有效快速的救援措施，最大限度地减少污染危害，避免人身伤亡和财产损失。

⑥组织人员参加辐射应急人员培训和应急演练。

⑦配合上级有关部门进行事故调查和审定工作。

2、需要完善的相关内容

根据医院放射（辐射）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补充辐射安全管理小组职责和机构成员职能分工；
- ②补充领导小组日常办公地点、相关联系人电话；
- ③定期修订、检查辐射安全管理领导小组机构成员名单，确保领导小组的实效性；
- ④发生放射事故事件和和个人剂量异常事件后，积极组织开展事故原因调查，并

按照程序向生态环境主管部门报告；

⑤定期维护检查辐射工作场所安全设施设备，确保实时有效。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①本项目共配置 18 名辐射工作人员，其中 12 名医生（包含 8 名主刀医生、4 名助手医生），4 名护士，2 名技师，所有辐射工作人员均为医院原有辐射工作人员。

②医院现有辐射工作人员49人，其中34名辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训并取得《辐射安全培训合格证》，已取证人员的证书编号详见附件9。

③射线装置操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

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

2、辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强

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

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

③正确佩戴个人剂量计，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）。铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面，并将有标签的一面朝外，穿戴铅围裙时，应戴在铅围裙里面。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，本项目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；已取得辐射安全培训合格证的，合格证到期前，需进行再培训。

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	医院现有34名辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训并取得《辐射安全培训合格证》。未取得合格证或合格证已超过有效期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	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专(兼)职管理人员	医院已成立“辐射安全与环境保护领导小组”，有专人负责辐射安全管理工作	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
4	需配备必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备案	医院按照表 10-5 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 1 号机房、2 号机房辐射工作人员进出口、患者进出口等醒目位置张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	将本次新增设备纳入其中
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	将本次新增设备纳入其中
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	将本次新增设备纳入其中
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	辐射工作人员应包含本次调配人员
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	将本次新增设备纳入其中
6	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	需完善	将本次新增设备纳入其中
7	监测仪表使用与校验管理制	/	需完善	/

	度			
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	/	/
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。

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

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

四、档案管理

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

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》的重要组成部分一并提交给发证机关。

据调查，绵阳市安州区人民医院委托了四川泰安生科技咨询有限公司开展了 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情况说明（附件 10），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：医院在取得增项后的《辐射安全许可证》三个月内，应委托有资质的单位开展 1 次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

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

2、监测内容和要求

（1）监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

（2）监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-3）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-3 工作场所监测计划建议表

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；委托有资质的单位进行监测，频率为 1 次/年；自行开展辐射监测	铅窗、控制室、设备间等配套房间、机房四周屏蔽墙外、防护门缝、正下方消防水池及停车场、正上方 ICU 工作场所、院外东辰·江畔悦府（在建）

（3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境

（4）监测质量保证

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

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

③完善辐射工作场所环境监测管理制度。

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

3、个人剂量检测

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。医院应将辐射工作人员的个人剂量档案终身保存。

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

据调查，医院2021年度委托了四川泰安生科技咨询有限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。

五、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。

六、辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件，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环境保护主管部门备案。
- ⑥在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，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 DSA 机房，关闭 DSA 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：介入手术室改建项目

建设单位：绵阳市安州区人民医院

建设性质：改建

建设地点：四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号绵阳市安州区人民医院
内科住院楼一层南侧

本次评价内容及规模为：医院将内科住院楼（已建，8F/-1F，高约 32.7m）一层南侧发热门诊相关用房改建为介入手术室（包括 DSA 1 号机房、DSA 2 号机房、控制室、缓冲间、污物间等）。将医院医技楼一层放射科介入室内原有的 1 台 DSA（型号为***）搬迁至内科住院楼一层 DSA 1 号机房内，该台 DSA 额定管电压为 150kV，额定管电流为 1000mA；在内科住院楼一层 DSA 2 号机房内新增 1 台 DSA（型号为***），该台 DSA 额定管电压为 125kV，额定管电流均为 1000mA。

DSA 属于 II 类射线装置，出束方向由下向上，主要用于介入治疗、血管造影。每台 DSA 年手术 300 台，累计最大出束时间约 68.75h（其中透视 67.5h，拍片 1.25h）。

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，本项目使用的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

本项目所在的内科住院楼位于绵阳市安州区人民医院用地范围内，用地取得了原安县国土资源局颁发的《国有土地使用证》（***）（具体见附件 6），用地用途为医卫慈善用地。医院于 2017 年 9 月 22 日取得了原绵阳市环境保护局“关于对绵阳市安州区人民医院内科住院楼建设项目环境影响报告书的批复（***）”（具体见附件 5），目前内科住院楼已建成投用。本项目仅为医院配套建设项目，不新增用地，且拟建的

DSA 1 号机房、DSA 2 号机房为专门的辐射工作场所，建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川省永坤环境监测有限公司的监测报告，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 68 ~126nGy/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》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5nGy/h~121.3 nGy/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

本项目投入运营后，机房内主刀医生最大年附加有效剂量为3.83mSv/a，助手医生最大年附加有效剂量为2.99mSv/a，机房内护士最大年附加有效剂量为1.72mSv/a，在控制室内技师最大年附加有效剂量为 3.68×10^{-4} mSv/a，机房周围的公众最大附加有效剂量为 4.09×10^{-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DSA机房外公众影响更小。

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

六、事故风险与防范

医院制定的辐射事故应急预案和安全规章制度经补充和完善后可行，应认真贯彻落实，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，本评价认为项目在四川省绵阳市安州区花菱镇启明星大道 129 号绵阳市安州区人民医院内科住院楼一层南侧建设，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免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）中进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能继续上岗。
- 4、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收。
- 5、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前在核安全申报系统中进行报送，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育学习考核情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律、法规规定的落实情况。
- 6、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。

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

二、项目竣工验收检查内容

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

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	设施
辐射屏蔽措施	铅防护门 4 扇 (均为 4mm 铅当量)
	铅玻璃观察窗 2 扇 (4mm 铅当量)
	屋顶: 100mm 现浇混凝土+40mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂层
	四周墙体: 200mm 加气混凝土砌块+60mm 硫酸钡防护涂层
	地面: 180mm 现浇混凝土+30mm 硫酸钡防护涂层
安全装置	工作状态指示灯箱 4 个
	电离辐射警告标志 6 个
	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 2 副 (0.5mmPb)
	床侧防护帘/床侧防护屏 2 副 (0.5mmPb)
	对讲系统 2 台
	紧急制动装置 2 套
	门灯连锁装置 2 套
监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 18 套
	个人剂量报警仪 6 台
	便携式辐射剂量监测仪 1 台
	医护: 铅橡胶围裙 6 套、铅橡胶颈套 6 套、铅防护眼镜 6 副、介入防护手套 6 双
	患者: 铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾 2 套、铅橡胶颈套 2 套
其他	通风设施 1 套
	灭火器材 1 套

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。

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

行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

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

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

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

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

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

（1）建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhbz/bzwb/other>）。

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

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

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

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

