

核技术利用建设项目

盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)
数字减影血管造影机（DSA）
核技术利用项目

环境影响报告表

（公示本）

盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)

2024 年 1 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)
数字减影血管造影机(DSA)
核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省绵阳市盐亭县云溪镇红石路 31 号

邮政编码：621600

联系人：孙**

电子邮箱：77****390@qq.com

联系电话：138****7228

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.....	24
表 10: 辐射安全与防护.....	28
表 11: 环境影响分析.....	37
表 12: 辐射安全管理.....	53
表 13: 结论与建议.....	58
表 14 审批.....	63

表 1：项目基本情况

建设项目名称		盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)数字减影血管造影机 (DSA) 核技术利用项目				
建设单位		盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)				
法人代表	胡*	联系人	孙**	联系电话	138****7228	
注册地址		四川省绵阳市盐亭县云溪镇红石路 31 号				
项目建设地点		四川省绵阳市盐亭县云溪镇红石路 31 号盐亭县肿瘤防治研究所 (盐亭县肿瘤医院)综合治疗大楼一层				
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(环保投资/总投资)	**	
项目性质		■新建□改建□扩建□其它			占地面积(m ²)	/
应用类型	放射源	□销售	□ I 类□ II 类□ III 类□ IV 类□ V 类			
		□使用	□ I 类(医疗使用) □ II 类□ III 类□ IV 类□ V 类			
	非密封放射性物质	□生产	□制备 PET 用放射性药物			
		□销售	/			
		□使用	□乙□丙			
	射线装置	□生产	□ II 类□ III 类			
		□销售	□ II 类□ III 类			
		■使用	■ II 类□ III 类			
	其他	/				
	项目概述 一、概况 1、建设单位简介 盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)（以下简称“医院”，统一社会信用代码 12510626451238448T），位于四川省绵阳市盐亭县云溪镇红石路 31 号，是全国仅有四家、西南地区唯一县级“国家二级甲等肿瘤专科医院”，“全国食管癌高发现场防治点”、“全国食管癌防治示范基地”、“全球五大洲肿瘤发病登记点”，					

绵阳市首批“院士（专家）工作站”；川西北肿瘤防治中心，是四川省肿瘤医院肿瘤专科联盟医院。

医院占地 30 余亩，业务用房近 3 万平方米，开放床位 350 张。现有在职员工 300 余人，其中：科研、医务人员占 95%，中、高级职称 119 人；设置临床、医技等科室 42 个，食管癌防治专科为四川省重点专科，胸外科为绵阳市重点专科，健康体检中心为县级质控中心。

医院已取得《辐射安全许可证》（川环辐证[00298]），有效期至 2025 年 4 月 14 日，许可的种类和范围为：使用 I 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置。

2、项目由来

为更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)拟在综合治疗大楼一层架空区域建设 DSA 机房及配套功能用房，DSA 机房内新增一台 CGO-2100 Pro 型数字减影血管造影机（DSA），属于 II 类射线装置。

本项目依托的主体工程(综合治疗大楼)已取得了绵阳市生态环境局批复(批复文号为：绵环审批[2022]248 号)，综合治疗大楼主体结构工程已结束，目前处于装饰装修阶段。

为加强核技术应用医疗设备的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保相关医疗设备的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规要求，建设单位须对该项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）的规定，本项目为使用 II 类射线装置，应编制环境影响报告表。为此，盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）对该项目开展环境影响评价工作。我院接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目环境影响报告表》。

二、项目概况

（一）项目名称、性质、建设地点

项目名称：盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目

建设单位：盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)

建设性质：新建

建设地点：四川省绵阳市盐亭县云溪镇红石路 31 号

（二）建设内容及规模

本项目拟在综合治疗大楼（已建，地面九层）一层架空区域建设 DSA 机房及配套功能用房，DSA 机房内新增一台 CGO-2100 Pro 型数字减影血管造影机（DSA），属于 II 类射线装置，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，年最大出束时间为 42.6h（拍片 1.4h，透视 41.2h），出束方向为从下往上。DSA 机房有效使用面积为 47.12m²，净空尺寸 6.97m（长）×6.76m（宽）×3.00m（高），四周墙体为 37cm 实心砖（约 3.9mm 铅当量）；顶板为 12cm 混凝土+3.0cm 硫酸钡防护涂料（约 3.2mm 铅当量）；机房下方无楼层，地面无需屏蔽；观察窗和防护门均为 3mm 铅当量。

数字减影血管造影机（DSA）建设内容详见表 1-1。

表 1-1 数字减影血管造影机（DSA）建设内容一览表

序号	射线装置	数量 (台)	射线装置类别	工作场所名称	用途	活动种类
1	DSA	1	II 类	综合治疗大楼一层 DSA 机房	介入治疗	使用

（三）项目组成及主要环境问题

本项目组成及主要的环境问题见表 1-2。

表 1-2 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	
		施工期	运营期
主体工程	DSA 机房位于综合治疗大楼一层，机房有效使用面积为 47.12m²，净空尺寸 6.97m（长）×6.76m（宽）×3.00m（高），四周墙体为 37cm 实心砖（约 3.9mm 铅当量）；顶板为 12cm 混凝土+3.0cm 硫酸钡防护涂料（约 3.2mm 铅当量）；机房下方无楼层，地面无需屏蔽；观察窗和防护门均为 3mm 铅当量。 DSA 机房内新增 1 台 CGO-2100 Pro 型数字减影血管造影机（DSA），属于 II 类射线装置，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，年最大出束时间为 42.6h（拍片 1.4h，透视 41.2h），出束方向为从下往上。	施工废水、固体废弃物、噪声、扬尘等	X 射线、臭氧、医疗固体废物
辅助工程	控制室、设备间、污物暂存间、医生办公室、库房、更衣换鞋区域。	施工废水、固体废弃物、噪声、扬尘等	/
环保工程	DSA 机房设置通排风系统，排风量为 300m ³ /h。		办公、生活垃圾、生活废水
	生活废水依托医院的污水处理站处理后排入市政污水管网。 项目产生的医疗废物依托医院的医疗废物暂存间收集暂存后，定期交由有资质的医疗废物处置单位收集；项目产生的办公、生活垃圾统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一处理。		
公用工程	配电、供电和通讯系统及污水处理系统等。		/
办公设施	依托医院办公室、卫生间等。		办公、生活垃圾、生活废水

（四）主要原辅材料

本项目涉及原辅材料的主要为 DSA 介入手术时使用的造影剂为碘佛醇注射液，为新型的含三碘低渗非离子型造影剂，具有含碘量高、粘稠度低、渗透压小理化性质稳定和容易排泄等特点，血管内注射后，能使途经的血管显像清楚直至稀释后为止。

本项目使用的造影剂碘佛醇注射液规格为 100ml/瓶，平均每台介入手术使用 1 瓶，每年 250 台手术，因此年使用量为 25L。药品由医学影像科每季度按需采购一次，储存于库房的不锈钢药品柜中。

（五）主要设备配置及技术参数

本项目 DSA 由医学影像科进行日常管理和进行介入手术。DSA 主要用于肝动脉灌注介入手术，提供患者的透视和点片图像，预计年最大手术台数为 250 台，年最大出束时间为 42.6h（拍片 1.4h，透视 41.2h）。

本项目主要的设备配置及技术参数见表 1-3。

表 1-3 主要设备配置及技术参数

设备参数						
设备名称	规格 （型号）	数量 （台）	额定管电压 （kV）	额定管电流 （mA）	过滤片材料及厚度	
DSA	CGO-2100 Pro	1	125	1000	1mmAl+0.1、0.2、0.3mmCu （三档）	
DSA 使用情况						
曝光方向	使用科室	拍片常用最大工况		透视常用最大工况		
		管电压（kV）	管电流（mA）	管电压（kV）	管电流（mA）	
朝上	医学影像科	80	650	75	12	
DSA 出束情况						
手术科室		单台手术累计最长曝光时间		年手术台数	年最长出束时间（h）	
		拍片	透视		拍片	透视
医学影像科		20s	10min	250 台	1.4	41.2
共计					42.6	

(六) 工作人员及工作制度

1、劳动定员

本项目辐射工作人员 4 名，均为医院医学影像科已有辐射工作人员，包括医生 2 名，护士 1 名，技师 1 名。其中技师负责在控制室操作 DSA，护士负责介入手术前准备、手术后清理工作，医生负责在 DSA 机房内进行 DSA 介入手术。

除从事本项目之外，本项目辐射工作人员还继续从事现有的辐射工作。

2、工作制度

本项目实行 8 小时单班工作制度，年工作日为 250 天。

(七) 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在医学领域应用，根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及 2021 年第 49 号令《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》相关规定，本项目的建设属于该指导目录中第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、项目选址、外环境关系及实践正当性分析

1、外环境关系分析

（1）医院外环境情况

本项目位于四川省绵阳市盐亭县云溪镇红石路 31 号盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)综合治疗大楼一层。医院外为城区环境，西北侧为红石路、商铺和阳光水岸小区，东北侧为空地及水晶郾城小区，东南侧为盐亭县螺祖幼儿园及水晶郾城小区，西南侧为水晶郾城小区。

（2）本项目外环境情况

综合治疗大楼位于医院中部，地面九层，建筑高度 38.4m，主体结构工程已结束，目前处于装饰装修阶段。综合治疗大楼西北侧为院内空地和综合大楼，东北侧为院内道路，东南侧为院内空地、食堂和放射治疗楼，西南侧为院内空地。

本项目 DSA 辐射工作场所位于综合治疗大楼一层架空区域西北部，以 DSA 机房为中心，西北侧 50m 范围内为院内空地和综合大楼，东北侧 50m 范围内为控制室、设备间、污物暂存间、医生办公室、库房、更衣换鞋区域、空地、走道、低压配电房、生活泵房、电梯厅、楼梯间、消防水池及泵房等综合治疗大楼内房间和院内道路，东南侧 50m 范围内为架空层空地、院内空地、放射治疗楼，西南侧 50m 范围内为架空层空地、走道、楼梯间、电梯间、卫生间、院内空地、院外水晶郾城小区（距本项目 DSA 机房屏蔽体边界最近距离约 31m），楼上为体检中心检查用房，楼下无楼层。

2、项目选址合理性分析

本项目辐射工作场所位于综合治疗大楼，DSA 辐射工作场所位于一层，周围主要为控制室、污物暂存间、设备间和空地等，楼上为体检中心检查用房，楼

下无楼层。本项目 50m 评价范围为医院红线范围内及西南侧水晶郾城小区，医院周围无自然保护区、风景名胜区、名胜古迹等环境敏感点，无明显环境制约因素。本项目射线装置机房四邻及楼上区域不涉及产科、儿科等敏感科室，同时避开了医院内人流量较大的住院区域、门诊大厅区域。

同时，本项目依托的主体工程（综合治疗大楼）已取得了绵阳市生态环境局批复（批复文号为：绵环审批[2022]248 号）。项目选址合理性已在原环评报告中进行了论述，本项目仅为整体项目的配套建设项目，不新增用地。且本项目为专门的辐射工作场所，位置相对独立且人流较少，且方便病人治疗和转移，降低了公众受到照射的可能性，同时与周围非辐射工作场所有明确的分界隔离，并按照相关规范要求建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。

3、与周边环境的相容性分析

项目产生的生活废水依托医院现有的污水处理站处理后排入市政污水管网，不会对当地水质产生明显影响；项目产生的医疗废物收集暂存于医疗废物暂存间后，定期交由有资质的医疗废物处置单位收集；项目产生的办公、生活垃圾统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一处理；本项目产噪设备为风机，声级约为 58dB（A）左右，经采取降噪措施后噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划；本项目运行阶段产生的电离辐射经有效屏蔽后对周围环境影响较小；同时本项目建设不占用医院消防通道和内部公共设施，与医院内部原有布置及周围环境相容。

4、实践正当性

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊断和治疗能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断和治疗效果，是其它诊治项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于放射诊断和治疗的方法效果显著、病人诊断中所受的痛苦较小，方法的优势明显，因此，该项目的实践是必要的。但是，由于在诊断或治疗过程中射线装置的使用可能会造成如下辐射影响问题：

(1) 给周围环境造成一定的辐射影响。

(2) 给医务人员及周围公众造成一定的辐射影响，给病人造成一定的负面影响。

(3) 射线装置使用及管理的失误会造成一定的辐射事故。

建设单位在放射性诊断和治疗过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并建立相应的规章制度和辐射事故应急预案。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将本项目产生的辐射影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给医务人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术利用的实践具有正当性。

四、原有核技术利用项目许可情况

1、原有辐射安全许可情况

医院已取得辐射安全许可证，编号川环辐证[00298]，有效期至 2025 年 4 月 14 日。许可的种类和范围为使用 I 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置。

目前，医院所有核技术利用项目均已上证，包括有 1 枚 I 类放射源和 6 台射线装置（2 台 II 类射线装置和 4 台 III 类射线装置），情况见表 1-4。

表 1-4 医院已上证的核技术利用项目情况一览表

放射源						
序号	放射源名称	出厂活度(贝可) *枚数	类别	数量 (枚)	编码	场所
1	钴-60 (Co-60)	2.2E+14*1	I	1	0312CO002091	放疗科
射线装置						
序号	装置名称	型号	类别	数量 (台)	主要参数	场所
1	X 射线计算机断层摄影设备	Mx16-slice	III	1	140kV、415mA	CT1 室
2	X 射线计算机体层摄影设备	Optima CT680 Expert	III	1	140kV、600mA	CT2 室
3	数字医用诊断 X 射线透视摄影系统	D-VISION PLUS 80S	III	1	150kV、1000mA	DR 数字胃肠室
4	医用电子直线加速器	23EX	II	1	8MV	加速器治疗室(二)
5	医用电子直线加速器	PRIMUS	II	1	6MV	加速器治疗室(一)
6	放射治疗模拟机	SL-ID	III	1	125kV、500mA	模拟定位

						室
--	--	--	--	--	--	---

2、辐射安全与防护管理机构

建设单位已成立“辐射安全与放射防护领导小组”，该领导小组具体负责医院辐射安全管理工作。

辐射安全与放射防护领导小组办公室设在放疗科，负责日常事务工作，辐射安全与放射防护领导小组成员组成见表1-5。

表 1-5 辐射安全与放射防护领导小组成员组成表

职务	人员
主任	宋**
副主任	赵**、李*、孙**
成员	赵**、吴**、高**、何*、敬*、李*、陈*、林**、王*、何*、侯**、王**

3、辐射安全管理制度的建立和执行情况

建设单位制定了相关辐射安全管理制度，主要包括辐射安全管理规定、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、射线装置操作规程、辐射工作场所监测制度、监测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训制度、辐射工作人员个人剂量管理制度等多个管理制度。

医院辐射安全管理制度的内容符合《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）中的要求。

4、辐射工作人员个人剂量情况

根据医院提供的 2023 年度个人剂量检测报告，医院辐射工作人员均配备了个人剂量计，且个人剂量计定期送检，并建立个人剂量档案。全院辐射工作人员个人剂量检测结果均低于职业人员 5mSv/年和 1.25mSv/季度的约束限值。

本项目工作人员均为医院已有的辐射工作人员，个人剂量检测结果范围为 0.045~0.10mSv/a，均低于 5mSv/年的约束限值，个人剂量检测结果见表 1-6。

表 1-6 本项目辐射工作人员近一年度个人剂量检测结果表

科室	序号	姓名	个人剂量计检测结果（mSv）				
			2023 年 一季度	2023 年 二季度	2023 年 三季度	2023 年 四季度	共计
医学 影像科	1	王**	0.03	0.01	<MDL (0.005)	0.03	0.075
	2	冯**	0.03	0.01	<MDL	0.04	0.085

					(0.005)		
	3	杜**	0.06	0.03	<MDL (0.005)	<MDL (0.005)	0.10
	4	李**	0.03	<MDL (0.005)	<MDL (0.005)	<MDL (0.005)	0.045

5、辐射安全与防护考核情况

目前，医院共有 37 名辐射工作人员。根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），医院仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员已参加院内辐射安全防护知识考核；从事Ⅱ类射线装置使用活动的辐射工作人员已参加辐射安全与防护的学习和考核并取得成绩报告单。

本项目共有 4 名辐射工作人员，均为医院已有辐射工作人员，之前仅从事Ⅲ类射线装置使用活动，均已参加院内辐射安全防护知识考核。由于需从事本项目Ⅱ类射线装置（DSA）使用活动，医院承诺将尽快安排这 4 名辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核，此外取得辐射安全与防护培训证书的工作人员应定期参加复训。

6、年度评估情况

建设单位编制了《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（2023 年度）》。现医院辐射安全管理情况如下：

（1）现单位名称、地址未发生变动，法人代表更换为胡荷；

（2）辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变；

（3）个人剂量档案和职业健康档案齐全；

（4）未新建辐射场所，改建辐射场所 1 处，新增 1 台 SL-ID 型放射治疗模拟机（Ⅲ类射线装置），已完成环境影响登记表备案，已登记到辐射安全许可证上；

（5）现有放射性同位素与射线装置与辐射安全许可证台账明细一致；

（6）放射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施、档案管理方面均满足相应规定要求；

(7) 自从事辐射诊疗以来，医院严格按照国家法律法规进行管理，未发生过辐射安全事故。

7、年度监测情况

医院已按照要求进行了 2023 年度监测，监测文号为“四川世阳(HJ)监(2023) 3429”、“四川世阳 (HJ) 监 (2023) 3300”、“四川世阳 (HJ) 监 (2023) 1699”、“四川世阳 (HJ) 监 (2023) 3299”、“四川世阳 (HJ) 监 (2023) 3600”、“四川世阳 (HJ) 监 (2023) 3298”，根据监测报告，建设单位已有辐射工作场所 X- γ 辐射剂量率均低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，周围职业人员和公众的年有效剂量均分别小于 5mSv/a 和 0.1mSv/a 要求。

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
	本项目不涉及							

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	备注
	本项目不涉及										

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

表 4：射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

本项目不涉及

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗（含 X 射线 CT 诊断）、分析仪器等

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	数字减影血管造影机 (DSA)	II 类	1 台	CGO-2100 Pro	125	1000	介入治疗	综合治疗大楼一层 DSA 机房	本次新增

（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	

本项目不涉及

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
DSA 机房	臭氧	气态	/	/	/	/	极少量	/	经通排风系统排至室外，臭氧在常温条件下可自动分解为氧气。

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；年排放总量用kg。

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

表 6：评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》（2018 年 12 月 29 日实施）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； (4) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院 682 号令）； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日国务院第 449 号令发布，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第 709 号）对其进行了修改）； (6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省十二届人大常委会第 24 次会议通过，2016 年 6 月 1 日实施）； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）； (8) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部/国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号）； (9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布，2017 年 12 月 12 日《环境保护部关于修改部分规章的决定》（部令第 47 号）对其进行了修改，2019 年 8 月 22 日《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》（生态环境部令第 7 号）对其进行了修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改）； (10) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》（2021 版）（中华人民共和国生态环境部第 16 号令）； (11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）； (12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号）；
------	---

	(13) 《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)>的通知》(川环函[2016]1400号)。
技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (2) 《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)； (3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)； (4) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)； (5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (6) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ244-2017)； (7) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)； (8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)； (9) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)。
其他	(1) 生态环境部(国家核安全局)《核技术利用监督检查技术程序》(2020 年发布版)； (2) 《辐射防护手册》(第一分册、第三分册)，李德平、潘自强主编，原子能出版社； (3) 《辐射防护导论》，方杰主编，原子能出版社； (4) 项目委托书及建设单位提供的其他资料。

表 7：保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点和《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，确定本次评价范围为 DSA 机房实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内作为评价范围。

保护目标

本项目 DSA 机房位于综合治疗大楼一层，本项目环境保护目标具体见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

场所	保护名单	人数（人）	方位	位置	距离辐射源点最近距离（m）	
					水平距离(m)	垂直距离(m)
DSA 机房	职业人员	4 人	/	DSA 机房内	0.3	0.0
			东北侧	控制室、设备间、污物暂存间、医生办公室、库房、更衣换鞋区域	4.2	0.0
	周围公众	流动人群	西北侧	院内空地	4.1	0.0
		约 50 人	西北侧	综合大楼	30.0	0.0
		流动人群	东北侧	架空层空地、走道、低压配电房、生活泵房、电梯厅、楼梯间、消防水池及泵房等综合治疗大楼内房间、院内道路	11.0	0.0
		流动人群	东南侧	架空层空地、院内空地	4.1	0.0
		约 20 人	东南侧	放射治疗楼	53.5	0.0
		流动人群	西南侧	架空层空地、走道、楼梯间、电梯间、卫生间等综合治疗大楼内房间、院内空地	4.2	0.0
		约 40 人	西南侧	水晶郦城小区	35.0	0.0
		约 10 人	楼上	体检中心检查用房	0.0	+5.1

注：垂直距离中，楼上表示“+”。

评价标准

一、环境质量标准

- (1) 环境空气：执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
- (2) 地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；
- (3) 声环境：执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准。

二、污染物排放标准

- (1) 废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准；
- (2) 废水：生活污水依托医院污水处理设施处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理标准后排入市政污水管网。
- (3) 噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）各阶段标准；营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准。

三、辐射环境评价标准限值

1、个人剂量约束值

①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。眼晶体的年当量剂量不超过 150mSv。项目对于职业人员，按上述标准中规定的职业照射年有效剂量的 1/4 执行（即 5mSv/a），作为本项目职业照射年有效剂量约束值，四肢（手和足）或皮肤的剂量当量约束值为 125mSv/a，眼晶体的年当量剂量约束值不超过 37.5mSv。

②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。项目按上述标准中规定的公众照射年有效剂量的 1/10 执行，即 0.1mSv/a，作为本项目公众照射年有效剂量约束值。

2、控制剂量率水平

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1，具有透视功能的X射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv 。

本项目 DSA 机房外 30cm 处周围剂量当量率控制水平为不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

表 8：环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、场所现状

本项目位于四川省绵阳市盐亭县云溪镇红石路31号综合治疗大楼一层架空区域，根据现场踏勘，目前项目所在地为空地。

本项目工作场所周围环境现状见图 8-1。



图 8-1 本项目所在地现状

二、监测对象、监测因子和监测点位

本项目为使用 II 射线装置，主要的污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。

本次评价引用四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）2023 年 9 月 15 日监测的报告（辐测院监字（2023F）第 444 号），监测内容为原预计的 DSA 机房拟建地及周围的 X- γ 辐射剂量率。原预计的 DSA 机房拟建地位于综合治疗大楼一层架空区域中部，与本次最终确定的 DSA 机房拟建地紧邻，评价范围及保护目标均重叠，评价范围内均没有其他电离辐射源，周围辐射环境趋于一致。因此本项目引用该监测报告中的监测数据是可以基本反映项目拟建地辐射环境现状的。

共布设有 5 个监测点位，能较好反映项目周围辐射环境现状，其监测点位布设合理。

表 8-1 监测布点方案一览表

序号	监测点位	监测因子	监测频次
1	医院北侧道路	X- γ 辐射剂量率	监测一次
2	DSA 机房拟建地	X- γ 辐射剂量率	监测一次

3	DSA 机房西北侧复苏缓冲间拟建地	X-γ 辐射剂量率	监测一次
4	DSA 机房东南侧控制室拟建地	X-γ 辐射剂量率	监测一次
5	DSA 机房拟建地楼上 2F 体检科	X-γ 辐射剂量率	监测一次

三、监测时间及现场环境状况

2023 年 9 月 15 日，我院监测人员对项目拟建地进行了现场监测，监测时环境温度：28.6℃~29.3℃；环境湿度：55.1%~56.7%；天气状况：晴。

四、监测方法及监测仪器

表 8-2 监测方法及监测仪器一览表

监测因子	监测方法	监测仪器
X-γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)	仪器名称：便携式 X-γ 剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：082 能量响应范围：25keV~3MeV 校准单位：中国测试技术研究院 证书编号：校准字第 202302008000 号 检定日期：2023 年 02 月 27 日 有效日期：2024 年 02 月 26 日

五、质量保证

本次监测单位为四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心），具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书（编号：220020341133），并在许可范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下：

①根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和项目实际情况制定监测方案及实施细则；

②严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作；

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

④监测人员经考核并持有合格证书上岗；

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

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

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

⑧检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

六、监测结果

监测结果见表 8-3。

表 8-3 DSA 机房拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

编号	测量点位置	X-γ 辐射剂量率 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)	标准差 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)	备注
1	DSA 机房拟建地	5.2	0.14	/
2	DSA 机房西北侧复苏缓冲间拟建地	5.4	0.14	/
3	DSA 机房东南侧控制室拟建地	5.5	0.13	/
4	DSA 机房拟建地楼上 2F 体检科	7.0	0.17	/
5	DSA 机房西南侧水晶郾城小区居民楼旁	8.2	0.18	/

注：X-γ 辐射剂量率监测结果均未扣除宇宙射线响应值。

根据表 8-3，DSA 机房拟建地及周围 X-γ 辐射剂量率范围为 5.2×10^{-8} Gy/h~ 8.2×10^{-8} Gy/h，即 52nGy/h~82nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站辐射剂量率监测结果（61.9nGy/h~151.8nGy/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

本项目依托的主体工程(综合治疗大楼)已取得了绵阳市生态环境局批复(批复文号：绵环审批[2022]248 号)，综合治疗大楼主体结构工程已结束，目前处于装饰装修阶段。

本项目位于综合治疗大楼一层架空区域，根据现场踏勘，目前项目所在地为空地。本项目施工期主要是机房及配套房间土建、装修施工阶段和设备安装、调试阶段。

本项目土建、装修施工期主要环境影响因素为扬尘、废水、噪声、废渣和装修废气等。装修时应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，各屏蔽体应有足够的超边量，墙与墙之间须紧密贴合，防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，门的底部与地面之间的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，铅玻璃与窗框间和窗框间与墙体间的缝隙用软铅填实，防止散射线从铅玻璃四周泄漏。

本项目装修施工期较短，施工量较小，在医院的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，可使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

本项目设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在射线装置安装调试阶段，主要污染因素为运输器械产生噪声及 X 射线、臭氧和少量包装废弃物。建设单位应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入设备区域，防止辐射事故发生。

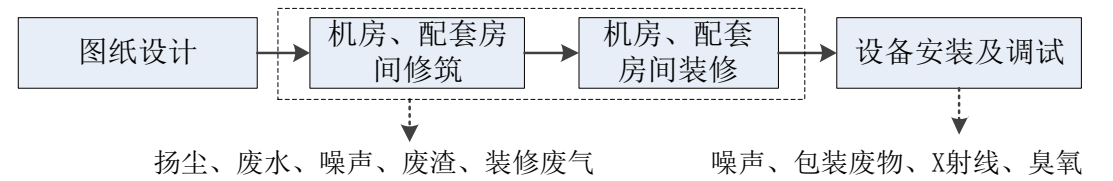


图 9-1 施工期施工工序及产污位置图

二、营运期

1、工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规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；通过减影处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

2、操作流程

①接诊病人后，向病人告知可能受到的辐射危害；②病人准备完毕进入机房摆位、固定，然后进入机房内对病人进行局部消毒处理和局部防护处理；③技师退出机房，通过控制室操作台对病人进行拍片；④医生穿着防护服进入曝光室，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管；⑤配合射线装置透视推送导管，并将导管送入指定位置；⑥完成后进行导管加压，将造影剂注入病人体内；⑦完成造影剂注入后，医生退出机房，技师通过控制室操作台对病人进行拍片，并进行减影处理后，得到最终病人的高清血管影像资料；⑧完成减影后，医生再次进入机房内并配合射线装置透视对病人病灶部位进行相应介入治疗。本项目 DSA 进行出束曝光时分为两种情况：

（1）拍片：操作人员一般采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

（2）透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅防护吊屏和铅帘后面，并穿戴铅服、铅眼镜等在机房内进行同室介入手术室操作。

血管造影流程诊治流程及产污环节如图 9-2 所示。

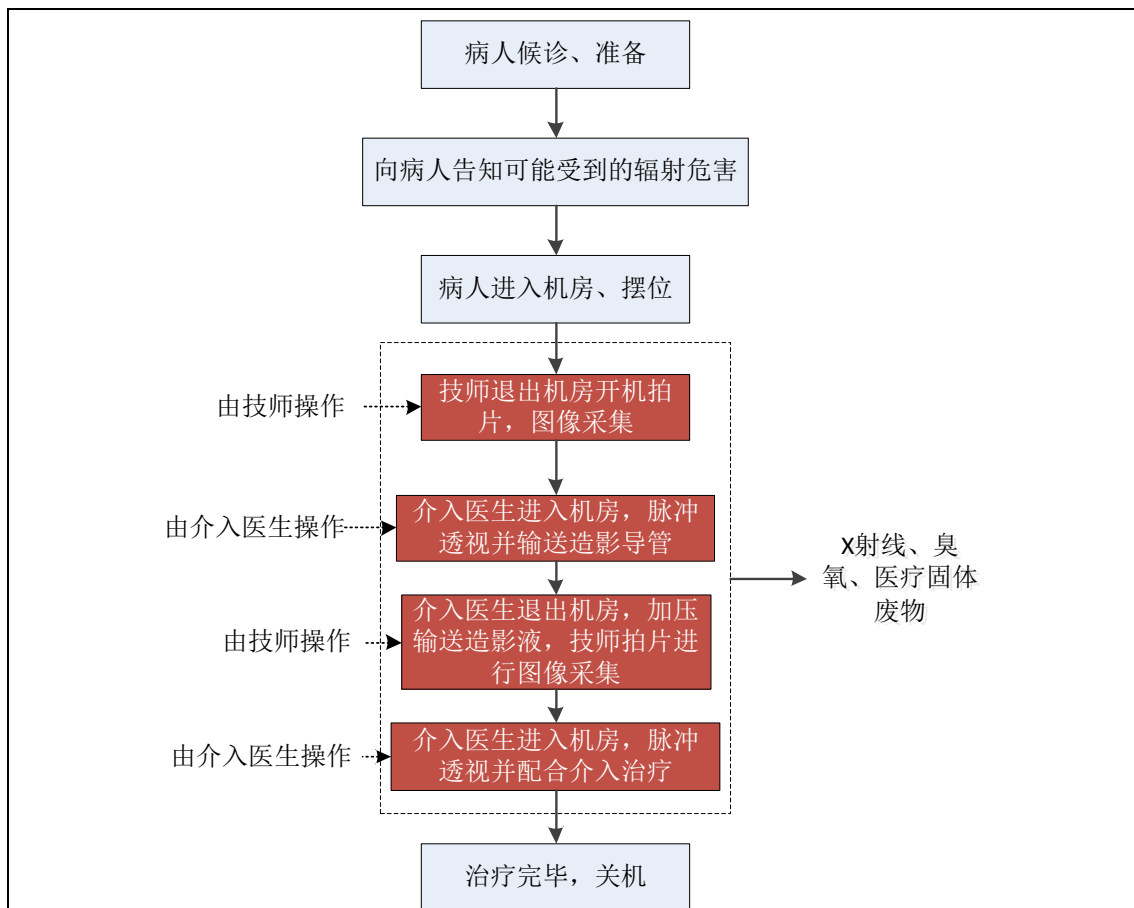


图 9-2 血管造影流程及产污环节示意图

3、人流、物流路径

候诊患者经 DSA 机房西南侧患者通道铅门进入机房，医护人员从 DSA 机房东北侧的医护通道进入控制室及 DSA 机房，污物经 DSA 机房东北侧的污物通道铅门运出，再通过污物暂存间西北侧的通道门运走，不与医护人员和患者通道交叉。

综上，本项目射线装置机房为患者与医护人员分别设置独立通道，机房患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，通道畅通无阻，方便治疗。

污染源项描述

一、施工期

本项目所在综合治疗大楼的主体工程施工环境影响已包含在原环评报告中（批复文号：绵环审批[2022]248 号），本次评价不涉及。本项目施工期主要是机房及配套房间土建、装修施工阶段和设备安装、调试阶段。

1、土建、装修施工阶段

本项目机房及配套房间土建、装修施工期主要环境影响因素为扬尘、废水、噪声、废渣和装修废气等。

2、设备安装、调试阶段

本项目射线装置安装调试阶段，主要污染因素为扬尘、废水、噪声、废渣和装修废气等

二、运行期

1、电离辐射

X 射线装置机开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，电子束撞击钨靶，靶原子的内层电子被电离，外层电子进入内层轨道填补空位，放出具有确定能量的 X 射线，本项目 DSA 产生的最大 X 射线能量为 125kV，不开机状态不产生辐射。

2、固体废物

本项目 DSA 采用数字成像，诊断及治疗过程中不使用显影液、定影液和胶片，不会产生废显影液、废定影液、废胶片；在进行 DSA 介入手术时会产生一次性不含放射性的医疗用品及器械、废纱布等医疗固体废物。工作人员产生少量办公、生活垃圾，统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一处理。

3、废气

X 射线因与空气发生电离作用产生少量臭氧。

4、废水

本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。本项目工作人员产生少量生活废水，依托医院的污水处理站处置。

5、噪声

DSA 机房通排风风机工作时将产生一定的噪声，噪声源强最大为 58dB(A)。

表 10：辐射安全与防护

项目安全设施

通过污染源分析可知，本项目产生的主要污染物为 X 射线和臭氧等。针对这些污染物，建设单位在设计阶段均制定了相应的污染防治措施。

一、平面布置合理性分析

本项目 DSA 机房位于综合治疗大楼一层西北部，西北侧、东南侧为空地，西南侧为空地、合用前室和电梯，东北侧为控制室、设备间和污物暂存间，楼上为体检中心检查用房，楼下无楼层。

本项目介入手术射线装置使用地点固定，且避开了人群较为集中的门诊区域，所处位置相对独立。医护通道和患者通道都是独立设置的，有利于病人流通，且避免了不同人员交叉影响。患者由医护人员推入 DSA 机房进行介入手术，病人通道宽度满足通行。本项目污物通道和人员通道独立设置，污物统一从 DSA 机房西北侧污物通道转移出去，不与人员通道交叉。

同时，DSA 机房采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的。

综上所述，本项目射线装置工作场所根据工作要求、有利于辐射防护和环境保护及各组成部分功能区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人流活动区，在设计阶段，辐射工作场所进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性。从辐射安全的角度考虑，本项目各辐射工作场所产生的电离辐射经屏蔽后对周围辐射环境影响是可接受的，平面布置合理。

二、工作区域管理

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，以及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021），并结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1。

表 10-1 本项目工作区域划分一览表

射线装置	控制区	监督区	备注
DSA	DSA 机房	控制室、污物暂存间、设备间	控制区内禁止外来人员进入，职业人员须穿戴铅防护服等防护用品在控制区内进行介入手术，以避免造成不必要的照射。 监督区范围内应限制无关人员进入。

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 10-1；

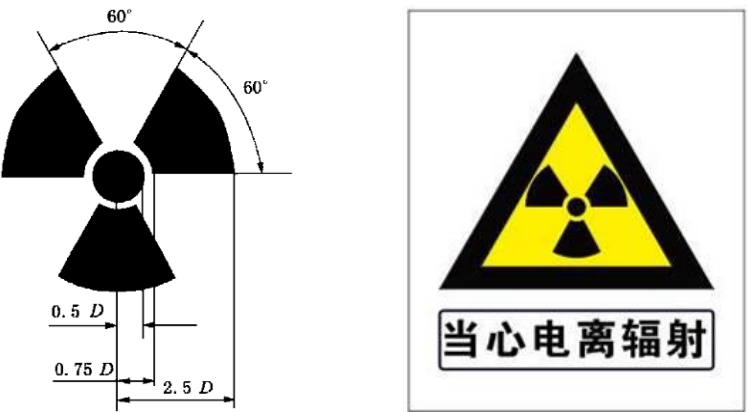


图 10-1 电离辐射标志和电离辐射警告标志

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。

三、辐射安全及防护措施

1、设备固有安全性

(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。

(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，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) 配备有相应的表征剂量的指示装置，当曝光室内出现超剂量照射时会出现报警。

(6) 配备辅助防护设施：手术床旁配备铅悬挂防护屏和床侧防护帘等辅助防护用品与设施，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。

2、机房屏蔽设计

(1) 主体结构屏蔽设计

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），X 射线装置设备机房屏蔽防护应满足表 10-2 所列要求。

表 10-2 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)	有用线束方向铅当量 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
单管头 X 射线设备	20	3.5	2	2

本项目 DSA 机房设计状况见表 10-3。

表 10-3 DSA 机房屏蔽设计状况一览表

工作场所	有效使用面积	机房长×宽	墙体	顶板	底板	防护门	观察窗
综合治疗大楼一层 DSA 机房	47.12m ²	净空长 6.97m×宽 6.76m	37cm 实心砖 (3.9mm 铅当量)	12cm 混凝土 +3.0cm 硫酸钡防护涂料 (3.2mm 铅当量)	下方无楼层, 无需屏蔽	3mm 铅当量	3mm 铅当量

根据表 10-3, 本项目所使用的 DSA 机房的设计屏蔽状况满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中机房内最小有效使用面积、机房内最小单边长度和屏蔽防护铅当量厚度要求。

(2) 穿墙及防护门安装设计要求

对于 DSA 机房的电缆线穿孔和通排风口等应采用与机房墙体设计相同铅当量的铅橡胶进行补偿防护, 避免漏射产生; 为减少接缝处射线的泄漏, 要求防护门两侧铅板搭接宽度大于门缝宽度 10 倍以上, 门的底部与地面之间的重叠宽度大于门缝宽度 10 倍以上。

3、介入过程屏蔽防护

①介入手术过程职业人员进入机房进行透视时, 应佩戴好个人防护用具包括: 铅衣、铅围脖、铅围裙、铅眼镜等, 其防护铅当量不低于 0.5mm。医院拟为本项目配置铅衣、铅围脖、铅围裙、铅眼镜等 3 套, 其防护铅当量均不低于 0.5mm。

②手术医生在进行透视时, 应使用床下铅帘及悬吊铅屏进行局部遮挡。本项目 DSA 由厂家配置床体旁的铅防护吊屏和床下铅帘 1 套 (分别 1 件), 分别具有 0.5mm 厚的铅当量。

③对病人进行透视时或拍片过程, 应采用适当防护设施对病人非病灶部位进行遮挡。本项目拟为病人配置铅方巾或铅围裙、铅围脖等 1 套, 其防护铅当量不低于 0.5mm。

4、源项控制

射线装置装有可调限束装置, 使装置发射的线束宽度尽量减小, 以减少泄漏辐射。

5、对医生及患者的辐射防护措施

在介入诊疗中, 手术医生必须认真做好自身的防护工作。具体要求如下:

①进一步提高安全文化素养, 全面掌握辐射防护法规与技术知识;

- ②结合诊疗项目实际，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；
- ③介入手术中，佩带好个人防护用具；
- ④必须开展介入诊疗手术医生的个人剂量监测；
- ⑤发现问题及时整改。

同时，医院在实施介入治疗时还须采取以下防护措施：

①时间防护：在满足诊断要求的前提下，在每次使用 DSA 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；

②距离防护：操作人员采取隔室操作方式，控制室与机房之间以墙体隔开，通过观察窗观察病人情况，通过对讲机与手术医生交流。DSA 机房将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且将在机房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；

- ③缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；
- ④在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

此外，在介入诊疗中必须做好患者的防护工作：

- ①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；
- ②将 X 线球管尽量远离患者，而将影像增强器尽量靠近患者；
- ③作好患者非病灶部位的保护工作；
- ④定期维护介入设备；制定和执行介入诊疗中的质量保证计划。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局第 31 号令，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改）“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）中的相关规定，医院必须制订《射线装置操作规程》，并严格按照该规程操作。在该规程中明确规定：医生必须佩戴个人剂量计、铅防护用品，在介入诊疗中必须认真做好自身的防护工作，同时介入诊疗中必须做好患者的防护工作。

6、机房安全装置设计与布置

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）和《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环函[2016]1400 号），本项目 DSA 机房安全装置具体设计和布置如下：

①门灯连锁：机房防护门外顶部拟设置工作状态指示灯箱。当出束时，指示灯箱为红色并显示“禁止入内”，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯箱灭。

②紧急止动装置：控制台上、床旁均拟设置紧急止动按钮（各按钮分别与 X 射线系统连接）。X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止 X 射线系统出束。

③操作警示装置：X 射线系统出束时，控制台上的指示鸣器发出声音。

④对讲装置：在 DSA 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射线装置机房内的人员联系。

⑤警告标志：DSA 机房防护门外的醒目位置，拟设置明显的电离辐射警告标志。

四、辐射工作场所安防措施

为确保本项目所使用的 II 类射线装置的辐射安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-4。

表 10-4 辐射工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
射线装置工作场所	防盗、防抢和防破坏	①本项目 II 类射线装置机房纳入医院日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏； ②工作场所设置红外线监控摄像头实行 24h 实时监控； ③每台射线装置均安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案； ④射线装置机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。
	防泄漏	①本项目所使用的 II 类射线装置购置于正规厂家，具有固有安全性，防护性能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； ②本项目所有射线装置工作场所均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房是不存在辐射泄漏的情况，根据辐射影响分析，机房屏蔽体外 30cm 处剂量率能满足标准要求。

五、辐射安全防护设施对照分析

为防止发生辐射事故，根据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函[2016]1400 号）中对医用电子直线加速器、DSA 辐射安全防护设施的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全装置及设备进行了对照分析，具体情况见表 10-5。

表 10-5 辐射安全防护设施汇总对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	备注
1	场所设施	单独机房	已设计有	/
2		操作部位局部屏蔽防护设施	设备自带	/
3		医护人员的防护	/	拟配置
4		患者防护	/	拟配置
5		机房门窗防护	已设计有	/
6		闭门装置	已设计有	/
7		入口处电离辐射警告标志	/	拟配置
8		入口处机器工作状态显示	/	拟配置
9	其他	监测仪器	已有 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪	/
10		个人剂量计	已有 4 个人剂量计	/

三废的治理

一、废气处理措施

DSA在曝光过程中产生少量臭氧。本项目DSA机房采用空调送风，排风机进行机械排风，排风量为300m³/h，排风口位于机房西北侧墙外，朝向院内空地，周围主要为流动人群，排风口位置合理，距离地面高2.8m。

表 10-6 本项目废气治理措施一览表

序号	机房	排风量 (m ³ /h)	废气处理 设施	去向
1	综合治疗大楼一层 DSA 机房	300	独立排风 管道	机房内设置排风系统，产生的臭氧经通排风系统排至室外

二、废水处理措施

本项目废水主要来自于运行期间工作人员的生活废水，该部分废水直接排入医院污水处理站进行达标处理，最终排入市政污水管网。

三、固体废物处理措施

本项目产生非放射性医疗废物包括一些药棉、纱布、手套等医用辅料，进入医疗废物暂存、管理系统。根据国家医疗垃圾管理制度，应严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理。工作人员

产生的少量办公、生活垃圾，统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一处理。

四、噪声治理措施

通排风风机工作时将产生一定的噪声，噪声源强最大为 58dB（A）。DSA 机房的通排风风机位于机房内西北侧吊顶，拟设置减振降噪和隔声措施。

五、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。报废后需确保射线装置不能正常通电，防止二次使用造成人员误照射。

六、环保措施及其投资估算

项目辐射防护措施及其投资估算见表 10-7。本项目总投资**万元，环保投资**万元，占总投资的**。

表 10-7 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目	设施（措施）	数量	金额 （万元）	备注
辐射屏蔽措施	屏蔽机房（墙体、地板、楼板、门、窗屏蔽）	1 间	**	/
安全装置	工作状态指示灯（门-灯连锁）	1 套	**	/
	紧急止动开关	1 套	**	/
	语音对讲装置	1 套	**	/
	监督区、控制区划定地标线及电离辐射警示标识	1 套	**	/
个人防护用品	个人剂量计	4 个	/	利旧
	辐射工作人员铅衣、铅围脖、铅围裙、铅眼镜等（0.5mm 铅当量）	3 套	**	/
	病人防护：铅方巾或铅围裙、铅围脖等（0.5mm 铅当量）	1 套	**	/
	铅防护吊屏和床下铅帘	1 套	/	设备配置
	X-γ 辐射剂量率监测仪	1 台	/	利旧
废气	通排风系统	1 套	**	/
辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训		/	**	/
规章制度上墙			**	/

应急和救助的物资准备（应急通信设备、警戒线、警示标牌、应急演练、医疗箱等）	/	**	/
合计		**	/

表 11：环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目主体工程施工环境影响已包含在原环评报告中（批复文号：绵环审批[2022]248号），本次评价不涉及。

本项目施工期主要是机房及配套房间土建、装修施工阶段和设备安装、调试阶段。

1、土建、装修施工的环境影响分析

（1）大气环境影响分析

施工过程中采用“环保型”油漆及涂料，产生的废气污染物主要是扬尘，通过采取湿法作业、加强通风或室内空气净化措施，可尽量降低粉尘对周围环境的影响。

（2）水环境影响分析

施工过程中施工人员会排放一定量的生活污水，可依托医院污水处理站处理，经处理后污水进入城市污水管网，不会对周围水环境产生不良影响。

（3）声环境影响分析

施工过程会产生一定噪声，针对噪声影响，本项目拟采取尽量选择低噪音设备、避免夜间施工、注意对施工设备的维修、保养以使各种施工机械保持良好的运行状态等措施，可大大降低本项目噪声对周围的影响。

（4）固体废物影响分析

施工过程固体废弃物主要是生活垃圾、建筑垃圾。产生的废弃物如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等应妥善保管，及时回收处理；对于不可回收的建筑垃圾，应定点堆放，及时送当地指定的建筑垃圾堆放场；施工人员产生的生活垃圾依托医院生活垃圾收集设施收集后，交由环卫部门统一处理。

此外，在符合建筑设计和辐射防护要求的前提下，保证各屏蔽体有效衔接，各屏蔽体应有足够的超边量，避免各屏蔽体之间有漏缝产生。

本项目土建、装修施工期很短，施工量较小，在医院的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，可使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

2、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。

在射线装置安装调试阶段，主要污染因素为运输器械产生噪声及 X 射线、臭氧和少量包装废弃物。建设单位应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入设备区域，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较小。设备安装完成后，医院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、DSA 辐射环境影响分析

本项目运营期的主要环境问题是电离辐射污染，即射线装置开机曝光时产生的 X 射线。本项目射线装置尚未安装，本次环评主要通过理论预测的评价方法进行辐射环境影响分析。

（一）机房外辐射环境影响分析

本项目 DSA 进行曝光时分两种情况：

①造影拍片过程辐射影响分析

操作人员采取隔室操作的方式，医生通过铅玻璃观察窗观察手术室内病人情况，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。

②脉冲透视过程辐射影响分析

病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况，会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅防护吊屏和铅帘后面，并穿戴铅服、铅眼镜等在机房内进行同室介入手术室操作。

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 透视操作常用最大管电压为 75kV、常用最大管电流为 12mA；DSA 拍片常用最大管电压 85kV，最大管电流 650mA。

本项目 DSA 投运后，介入手术过程中，DSA 机房外四周的保护目标均受到 X 射线散射和漏射影响，楼上顶部受到主射影响；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 机房最近关注点受到的辐射剂量可以代表最大可能受到的辐射有效剂量。

(1) 理论预测计算模式

①年附加有效剂量估算

X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量计算公式如下：

$$E=H \times 10^{-3} \times h \times \eta \times W_T \dots\dots\dots (式 11-1)$$

②主射线束剂量估算

DSA 拍片和脉冲透视过程对主射方向的公众所造成的辐射剂量可按下式估算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{X}_{1m}}{R^2} \cdot I \cdot \mu \cdot B \times 8.73 \times 10^3 \times 60 \times W_R \dots\dots\dots (式 11-2)$$

按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中，计算屏蔽透射因子 B 的公式为：

$$B=[(1+\frac{\beta}{\alpha})e^{\alpha\gamma X}-\frac{\beta}{\alpha}]^{\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (式 11-3)$$

根据 NCRP147 报告，患者和接收器对初始线束的减弱倍数为 10~100 倍，因此主射方向照射量率保守取主射束的 10%。根据 NCRP147 报告表 4.6，DSA 图像接收器及组件对 X 射线的屏蔽厚度最少相当于 0.85mm 的铅当量。体检中心检查用房位于机房楼上，底板为 12cm 混凝土，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，管电压（有用线束）为 125kV 时，查表计算 12cm 混凝土相当于 1.4mm 铅。

据此将主射方向所受辐射剂量计算结果列于表 11-1。

表 11-1 DSA 主射方向所受辐射剂量预测结果表

关注点位		模式	辐射源点至关注点的距离 R (m)	防护情况	屏蔽透射因子 B	剂量率 (μSv/h)	居留因子 η	有效剂量 (mSv/a)	总有效剂量(mSv/a)
方位	位置								
9	机房楼上	体检中心检查用房	5.1	12cm 混凝土 +3.0cm 硫酸钡防护涂料 (3.2mm 铅当量) +0.85mm	4.32E-09	6.79E-05	1	2.80E-06	9.13E-06

			拍片	铅当量+12cm混凝土（二层底板，1.4mm铅当量），共计 5.45 mmPb 铅量		4.52E-03	1	6.33E-06	
10	机房顶部 30cm 处	透视	3.45	12cm 混凝土+3.0cm 硫酸钡防护涂料（3.2mm 铅当量）+0.85mm 铅当量，共计 4.05 mmPb 铅量	3.17E-07	1.09E-02	/	/	/
		拍片	3.45			7.25E-01	/	/	/

注：机房顶部 30cm 处为综合治疗大楼一层顶部管道区域，人员无法达到，因此仅计算屏蔽体外剂量率。

③泄漏辐射剂量估算

根据中国原子能出版社 2012 年出版的《实用辐射防护与剂量学》（应用篇）第 9 章“辐射防护屏蔽设计”，泄漏辐射不应超过有用线束平均值的 0.1%。因此，计算公式同式 11-1~式 11-3，式中的 $\dot{X}_{1m} \times 0.1\%$ 。计算结果见下表。

表 11-2 DSA 机房周围各预测点漏射剂量预测结果表

预测点			模式	辐射源点至关注点的距离 R (m)	防护情况	屏蔽透射因子 B	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子 η	有效剂量 (mSv/a)
序号	方位	位置							
1	机房东北侧	控制室、设备间、污物暂存间、医生办公室、库房、更衣换鞋区域	透视	4.2	铅玻璃 (3mm 铅当量)	7.93E-06	1.84E-03	1	7.57E-05
			拍片				1.22E-01	1	1.71E-04

2	机房西北侧	院内空地	透视	4.1	37cm 实心砖 (3.9mm 铅当量)	5.02E-07	1.22E-04	1/4	1.26E-06
			拍片				8.13E-03	1/4	2.85E-06
3	机房西北侧	综合大楼	透视	30.0		5.02E-07	2.28E-06	1	9.39E-08
			拍片				1.52E-04	1	2.13E-07
4	机房东北侧	架空层空地、走道、低压配电房、生活泵房、电梯厅、楼梯间、消防水池及泵房等综合治疗大楼内房间、院内道路	透视	11.0		5.02E-07	1.70E-05	1/4	1.75E-07
			拍片				1.13E-03	1/4	3.96E-07
5	机房东南侧	架空层空地、院内空地	透视	4.1		5.02E-07	1.22E-04	1/4	1.26E-06
			拍片				8.13E-03	1/4	2.85E-06
6	机房东南侧	放射治疗楼	透视	53.5		5.02E-07	7.17E-07	1	2.95E-08
			拍片				4.78E-05	1	6.69E-08
7	机房西南侧	架空层空地、走道、楼梯间、电梯间、卫生间等综合治疗大楼内房间、院内空地	透视	4.2		5.02E-07	1.16E-04	1/4	1.20E-06
			拍片				7.75E-03	1/4	2.71E-06
8	机房西南	水晶郛城小区	透视	35.0		5.02E-07	1.67E-06	1	6.90E-08
			拍				1.12E-04	1	1.56E-07

侧		片						
---	--	---	--	--	--	--	--	--

④病人体表散射辐射剂量估算

对于病人体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。

$$H_s = \frac{\dot{X}_{1m}}{(d_0 \cdot d_s)^2} \cdot I \cdot \mu \cdot \frac{\alpha}{400} \cdot S \cdot B \times 8.73 \times 10^3 \times 60 \times W_R \dots\dots\dots (\text{式 11-4})$$

各预测点处散射辐射剂量率计算结果如下：

表 11-3 DSA 机房周围各预测点散射剂量预测结果表

预测点			模式	病人与预测点的距离 d_s (m)	防护情况	屏蔽透射因子 B	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子 η	有效剂量 (mSv/a)
序号	方位	位置							
1	机房东北侧	控制室、设备间、污物暂存间、医生办公室、库房、更衣换鞋区域	透视	4.2	铅玻璃 (3mm 铅当量)	7.93E-06	2.76E-03	1	1.14E-04
			拍片				1.84E-01	1	2.57E-04
2	机房西北侧	院内空地	透视	4.1	37cm 实心砖 (3.9mm 铅当量)	5.02E-07	1.83E-04	1/4	1.89E-06
			拍片				1.22E-02	1/4	4.27E-06
3	机房西北侧	综合大楼	透视	30.0		5.02E-07	3.42E-06	1	1.41E-07
			拍片				2.28E-04	1	3.19E-07
4	机房东北侧	架空层空地、走道、低压配电房、生活泵房、电梯厅、楼梯间、消防水池及泵房等综合治疗大楼内房间、院内道路	透视	11.0		5.02E-07	2.54E-05	1/4	2.62E-07
			拍片				1.70E-03	1/4	5.93E-07

5	机房东南侧	架空层空地、院内空地	透视	4.1		5.02E-07	1.83E-04	1/4	1.89E-06
			拍片				1.22E-02	1/4	4.27E-06
6	机房东南侧	放射治疗楼	透视	53.5		5.02E-07	1.07E-06	1	4.43E-08
			拍片				7.17E-05	1	1.00E-07
7	机房西南侧	架空层空地、走道、楼梯间、电梯间、卫生间等综合治疗大楼内房间、院内空地	透视	4.2		5.02E-07	1.74E-04	1/4	1.80E-06
			拍片				1.16E-02	1/4	4.07E-06
8	机房西南侧	水晶郛城小区	透视	35.0		5.02E-07	2.51E-06	1	1.03E-07
			拍片				1.67E-04	1	2.34E-07

(2) 预测结果

根据前述计算结果，本项目 DSA 机房周围各预测点总的辐射剂量率见表 11-4。根据表 11-4 可知，DSA 机房周围各预测点的辐射剂量率最大值为 $7.25 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

表 11-4 DSA 机房周围各预测点总的附加剂量率结果表

预测点			模式	主射线束剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	漏射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)
序号	方位	位置					
1	机房东北侧	控制室、设备间、污物暂存间、医生办公室、库房、更衣换鞋区域	透视	/	1.84E-03	2.76E-03	4.60E-03
			拍片	/	1.22E-01	1.84E-01	3.06E-01
2	机房	院内空地	透视	/	1.22E-04	1.83E-04	3.05E-04

	西北侧		拍片	/	8.13E-03	1.22E-02	2.03E-02
3	机房 西北侧	综合大楼	透视	/	2.28E-06	3.42E-06	5.70E-06
			拍片	/	1.52E-04	2.28E-04	3.80E-04
4	机房 东北侧	架空层空地、走道、低压配电房、生活泵房、电梯厅、楼梯间、消防水池及泵房等综合治疗大楼内房间、院内道路	透视	/	1.70E-05	2.54E-05	4.24E-05
			拍片	/	1.13E-03	1.70E-03	2.83E-03
5	机房 东南侧	架空层空地、院内空地	透视	/	1.22E-04	1.83E-04	3.05E-04
			拍片	/	8.13E-03	1.22E-02	2.03E-02
6	机房 东南侧	放射治疗楼	透视	/	7.17E-07	1.07E-06	1.79E-06
			拍片	/	4.78E-05	7.17E-05	1.20E-04
7	机房 西南侧	架空层空地、走道、楼梯间、电梯间、卫生间等综合治疗大楼内房间、院内空地	透视	/	1.16E-04	1.74E-04	2.90E-04
			拍片	/	7.75E-03	1.16E-02	1.94E-02
8	机房 西南侧	水晶郛城小区	透视	/	1.67E-06	2.51E-06	4.18E-06
			拍片	/	1.12E-04	1.67E-04	2.79E-04
9	机房 楼上	体检中心检查用房	透视	6.79E-05	/	/	6.79E-05
			拍片	4.52E-03	/	/	4.52E-03
10	机房顶部 30cm 处		透视	1.09E-02	/	/	1.09E-02
			拍片	7.25E-01	/	/	7.25E-01

根据前述计算结果，本项目 DSA 机房内及周围各预测点总的年受照有效剂量见表 11-5。

根据表 11-5 可知，DSA 机房控制室职业人员年有效剂量最大为 $6.18 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，低于本次评价的职业年有效剂量约束值 5mSv/a ；DSA 机房周围公众年有效剂量最大为 $1.03 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，低于本次评价的公众年有效剂量约束值 0.1mSv/a 。本项目已根据设备全年出束时间计算本项目临近保护目标的年有效剂量，由于随着距离的增加剂量随即衰减，本项目评价范围的环境保护目标小于机房相邻区域的辐射剂量。

表 11-5 DSA 机房周围各预测点总的附加剂量结果表

预测点			模式	主射线束 剂量 (mSv/a)	漏射辐射 剂量 (mSv/a)	散射辐射 剂量 (mSv/a)	合计 (mSv/a)
序号	方位	位置					
1	机房 东北侧	控制室、设备间、 污物暂存间、医生 办公室、库房、更衣 换鞋区域	透视	/	7.57E-05	1.14E-04	6.18E-04
			拍片	/	1.71E-04	2.57E-04	
2	机房 西北侧	院内空地	透视	/	1.26E-06	1.89E-06	1.03E-05
			拍片	/	2.85E-06	4.27E-06	
3	机房 西北侧	综合大楼	透视	/	9.39E-08	1.41E-07	7.67E-07
			拍片	/	2.13E-07	3.19E-07	
4	机房东 北侧	架空层空地、走 道、低压配电房、 生活泵房、电梯 厅、楼梯间、消防 水池及泵房等综 合治疗大楼内房 间、院内道路	透视	/	1.75E-07	2.62E-07	1.43E-06
			拍片	/	3.96E-07	5.93E-07	
5	机房 东南侧	架空层空地、院内 空地	透视	/	1.26E-06	1.89E-06	1.03E-05
			拍片	/	2.85E-06	4.27E-06	
6	机房 东南侧	放射治疗楼	透视	/	2.95E-08	4.43E-08	2.41E-07
			拍片	/	6.69E-08	1.00E-07	
7	机房西 南侧	架空层空地、走 道、楼梯间、电梯 间、卫生间等综 合治疗大楼内房间、 院内空地	透视	/	1.20E-06	1.80E-06	9.78E-06
			拍片	/	2.71E-06	4.07E-06	
8	机房西 南侧	水晶郛城小区	透视	/	6.90E-08	1.03E-07	5.62E-07
			拍片	/	1.56E-07	2.34E-07	
9	机房 楼上	体检中心检查用 房	透视	2.80E-06	/	/	9.13E-06
			拍片	6.33E-06	/	/	

(二) 机房内辐射环境影响分析

根据医院提供资料, DSA机房内仅存在透视操作情况, 对于机房内职业人员, 需考虑透视模式下受到的辐射剂量。参照《医用X射线诊断设备质量控制检测规

范》（WS76-2020）表B.1规定：透视防护区检测平面上周围剂量当量率应不大于400μSv/h。根据《医用X射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）赵中的图I.3，透视防护区检测平面为第一、第二术者位所在位置。

本项目辐射工作人员在DSA机房内操作时身着铅衣、铅围脖、铅围裙、铅眼镜等个人防护用品，这些防护用品均为0.5mm铅当量。本项目DSA透视最大管电压75kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表C.2无75kV对应的X射线辐射衰减有关的拟合参数，因此保守采用表中90kV对应的X射线辐射衰减有关的拟合参数，查得铅对于90kV X射线辐射衰减的拟合参数 $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ ，根据（式11-3）计算可得，0.5mm铅当量防护用品对应的屏蔽透射因子约为0.0252，即医生在透视工况下的最大受照剂量率水平为10.08μSv/h。

综合以上分析，本项目 DSA 机房内辐射工作人员年附加有效剂量估算结果见表 11-9。根据表 11-9 可知，本项目 DSA 对机房内辐射工作人员造成的年有效剂量最大为 0.42mSv/a，低于职业年有效剂量约束值 5mSv/a。

表 11-9 本项目机房内辐射工作人员年附加有效剂量估算结果表

射线装置	科室	年最大透视时间(h)	分组	平均每组医生照射时间(h)	最大受照剂量率(μSv/h)	居留因子	每组医生年附加有效剂量(mSv/a)
DSA	医学影像科	41.2	1	41.2	10.08	1	0.42

综上，本项目 DSA 辐射工作人员年有效剂量最大为 0.42mSv/a，低于职业年有效剂量约束值 5mSv/a；DSA 机房周围公众年有效剂量最大为 6.70×10⁻⁴mSv/a，低于本次评价的公众年有效剂量约束值 0.1mSv/a。

除从事本项目 DSA 辐射工作之外，辐射工作人员还继续从事医院现有的辐射工作。因此，保守叠加个人剂量检测结果（表 1-6，取最大值 0.10mSv/a）后，本项目辐射工作人员所受年有效剂量为 0.52mSv/a（0.42+0.10），职业年有效剂量约束值 5mSv/a。

（三）医生腕部皮肤受照剂量

皮肤吸收剂量用下式进行估算：

$$D_S = C_{KS}(\dot{k} \bullet t) \bullet 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

$$\dot{k} = \frac{H^*(10)}{C_{KH^*}} \dots\dots\dots (式 11-6)$$

$$D_T = D_S \bullet W_R \dots\dots\dots (式 11-7)$$

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 涉及做介入手术的科室为医学影像科（1 组人员在机房内进行介入手术），本次评价以 DSA 年最大透视时间 41.2h 进行计算。

经计算，DSA 对职业人员手、皮肤年当量剂量最大为 11.95mSv/a，满足 125mSv/a 剂量约束限值。

而眼晶体距离辐射源较手部更远，受照剂量小于以上计算结果，因此满足 37.5mSv/a 当量剂量约束值。

3、环境保护目标的受照射剂量

针对表 7-1 中 DSA 机房环境保护目标，各环境保护目标处的总附加剂量见表 11-6。

表 11-6 本项目环境保护目标受照射剂量计算结果

场所	保护名单	方位	位置	年最大有效剂量 (mSv/a)
DSA 机房	职业人员	/	DSA 机房内	0.52
		东北侧	控制室、设备间、污物暂存间、医生办公室、库房、更衣换鞋区域	6.18E-04
	周围公众	西北侧	院内空地	1.03E-05
		西北侧	综合大楼	7.67E-07
		东北侧	架空层空地、走道、低压配电房、生活泵房、电梯厅、楼梯间、消防水池及泵房等综合治疗大楼内房间、院内道路	1.43E-06
		东南侧	架空层空地、院内空地	1.03E-05
		东南侧	放射治疗楼	2.41E-07
		西南侧	架空层空地、走道、楼梯间、电梯间、卫生间等综合治疗大楼内房间、院内空地	9.78E-06
		西南侧	水晶郦城小区	5.62E-07
		楼上	体检中心检查用房	9.13E-06

综上，本项目职业人员所受年附加有效剂量最大为 0.52mSv/a，公众所受年附加有效剂量最大为 1.03×10⁻⁵mSv/a，均满足本项目要求的职业照射年有效剂量 5mSv/a、公众照射年有效剂量 0.1mSv/a 的标准要求。因此，本项目的建设对 DSA

机房职业人员和周围公众的辐射影响较小。

二、大气环境影响分析

本项目 DSA 的 X 射线能量较小，其臭氧产生量较小，且 DSA 机房设置有独立的通排风系统，产生的臭氧经通排风系统排至室外经自然稀释后对环境的影响较小。

三、水环境影响分析

本项目废水主要来自于运行期间工作人员的生活废水，该部分废水依托医院污水处理站处理，处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理标准后，最终排入市政污水管网，对区域水体环境影响很小。

四、固体废物环境影响分析

本项目产生非放射性医疗废物包括一些药棉、纱布、手套等医用辅料，进入医疗废物暂存、管理系统。根据国家医疗垃圾管理制度，应严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理，工作人员产生的少量办公、生活垃圾，统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一处理，本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

五、声环境影响分析

通排风风机工作时将产生一定的噪声，噪声源强最大为 58dB（A）。DSA 机房的通排风风机位于机房内西北侧吊顶，风机噪声通过减振降噪、墙体阻隔和距离衰减后，对周围声环境影响较小。

辐射事故影响分析

一、事故等级判断依据

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号），根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故（Ⅰ级）、重大辐射事故（Ⅱ级）、较大辐射事故（Ⅲ级）和一般辐射事故（Ⅳ级）等四级，详见表 11-7。

表 11-7 辐射事故等级划分表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故（Ⅰ级）	Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人及以上急性死亡。
重大辐射事故（Ⅱ级）	Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人及以下急性死亡或者 10 人及以上急性重度

	放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故（Ⅲ级）	Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置导致 9 人及以下急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故（Ⅳ级）	Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-8。

表 11-8 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

（四）射线装置辐射事故影响分析

1、事故类型

根据污染源分析，射线装置主要环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射，射线装置只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。本项目可能发生的辐射事故如下：

（1）辐射工作人员还未全部撤出机房，外面人员启动射线装置，造成辐射工作人员被误照，引发辐射事故。

（2）安全联锁装置发生故障，射线装置工作时无关人员打开屏蔽门并误入，造成有人员被误照射，引发辐射事故。

（3）射线装置检修、维护过程，工作人员误操作或者曝光参数设置错误，造成人员被误照射，引发辐射事故。

2、事故后果计算

根据计算，在事故状态下环境影响分析结果见表 11-9。

表 11-9 DSA 事故情况下剂量率计算结果表

事故类型	人员	与主射线束之间最近距离	事故状况	事故状态曝光参数	居留位置剂量率 (mSv/min)
(1)	职业	0.3m (侧向)	职业人员未撤离机房，且无防护	取拍片最大工况：管电压 85kV，管电流 650mA	21.6
(2)	公众	1m (侧向)	公众误入机房，且无防护		2.8
(3)	公众	0.3m (侧向)	检修人员误操作，且无防护		21.6

根据表 11-9，随时间推移，DSA 在事故状态下可导致公众受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众年受照射剂量 1mSv/a 限值，可导致职业人员受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年受照射剂量 20mSv/a 限值，构成一般辐射事故。

（五）事故防范措施

上述辐射事故可以通过完善辐射防护安全设施、制定相关管理规章制度和辐射事故应急措施加以防范，将辐射环境风险控制在可以接受的水平。针对在运行过程中可能发生的事故，本次评价提出以下防范措施，尽可能地减小或控制事故的危害和影响，主要体现在以下几个方面：

1、定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

2、建设单位辐射工作人员需严格按射线装置操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

3、定期对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换，并建立射线装置维护、维修台账。

4、建设单位辐射工作人员需参加辐射安全与防护学习，并考核合格后上岗。

5、在诊断过程中应注意对被检者的防护，合理使用 X 射线，实施医疗照射防护最优化的原则，实际操作中可采用“高电压、低电流、重过滤、小视野”的办法，使被检者所受的剂量，达到合理的尽可能的低水平。

（六）辐射事故应急措施

如果出现人员误入射线装置机房或射线装置失控，应立即消除事故源，防止

事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源（如立即启动“紧急止动开关”），停止 X 射线的产生，保护好事故现场，立即启动应急预案，并对受误照射人员进行医学诊断和观察。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、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机构的设置

根据《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》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。医院成立了辐射安全与放射防护领导小组，有领导分管、机构健全。

辐射安全与放射防护领导小组办公室设在放疗科，负责日常事务工作，辐射安全与放射防护领导小组成员组成见表12-1。

表 12-1 辐射安全与放射防护领导小组成员组成表

职务	人员
主任	宋**
副主任	赵**、李*、孙**
成员	赵**、吴**、高**、何*、敬*、李*、陈*、林**、王*、何*、侯**、王**

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

本项目共有 4 名辐射工作人员，均为医院已有辐射工作人员，之前仅从事Ⅲ类射线装置使用活动，均已参加院内辐射安全防护知识考核。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。由于需从事本项目Ⅱ类射线装置（DSA）使用活动，医院承诺将尽快安排这 4 名辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核，此外医院已取得辐射安全与防护培训证书的工作人员应定期参加复训。医院应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

辐射安全管理规章制度

一、档案分类管理

医院应对本项目辐射相关资料分类归档，档案资料应包括以下九大类：“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”，并由专人进行管理。

二、规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修改）（环境保护部第 3 号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）的相关管理要求，射线装置的使用单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。并根据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的通知（川环函[2016]1400 号）的相关要求，将建设单位需要制定的列于表 12-2。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	检查项目	落实情况	应增加的措施
1	辐射安全管理规定	已制定	将本项目纳入管理
2	辐射工作设备操作规程	已制定	将本项目纳入管理，据本项目设备情况，更新操作规程
3	辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）	已制定	将本项目纳入管理
4	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	已制定	将本项目纳入管理
5	监测仪表使用与校验管理制度	已制定	将本项目纳入管理
6	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	本项目辐射工作人员应按制度严格执行
7	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	
8	辐射工作人员岗位职责	已制定	
9	射线装置台帐管理制度	已制定	将本项目纳入管理
11	辐射事故应急预案	已制定	应做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备，并将本项目射线装置纳入应急适用范围。

医院需在辐射安全与放射防护领导小组组织下及时完善上述各项规章制度，明确各科室人员责任，并严格落实。领导小组需定期对辐射安全规章制度执行情况进行评议，并根据具体实践存在的问题及时进行修改和完善。

同时根据《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环函[2016]1400号），各辐射工作场所职业人员操作室或医生办公室内需将所有制度中关于“辐射工作场所安全管理制度”、“操作规程”、“辐射工作人员岗位职责”和“应急响应程序”的内容需张贴上墙，且上墙制度的长宽尺寸不得小于 600mm×400mm。

医院应根据规章制度内容认真组织实施，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，使之更能符合实际需要。

辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用放射性同位素和射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案”为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置了相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

1、个人剂量监测

项目建成投运后，建设单位应保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计，并根据原四川省环境保护厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”（川环办发[2010]49号）做好个人剂量管理的工作。同时根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）个人剂量常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月，同时建设单位应建立个人剂量档案。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、剂量监测结果等材料，医院应当将个人剂量档案保存终身。

建设单位辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计，于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。对于如介入放射学全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，并建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局

部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)。

当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时,建设单位要对该辐射工作人员进行干预,要进一步调查明确原因,并由当事人在情况调查报告上签字确认;当全年个人剂量超过 5mSv 时,建设单位需进行原因调查,并最终形成正式调查报告,经本人签字确认后,上报发证机关,检测报告及有关调查报告应存档备查;当单年个人剂量超过 50mSv 时,需调查超标原因,确认是辐射事故时启动应急预案。

2、辐射工作场所监测

(1) 监测内容: X- γ 辐射空气吸收剂量率。

(2) 监测布点及数据管理: 监测布点应与环评监测布点、验收监测布点一致,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;

(3) 监测频度: 对于 X- γ 辐射空气吸收剂量率应自行配备监测设备每 1 个月监测 1 次。另外建设单位需委托有监测资质的单位在项目投运前开展验收监测,并在投运后每年定期开展年度监测,监测报告附到年度评估报告中,于每年 1 月 31 日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统(网址: <http://rr.mee.gov.cn>)。

(4) 监测范围: 射线装置工作场所的屏蔽墙、防护门、观察窗外以及楼上区域和穿墙孔洞外 X- γ 辐射空气吸收剂量率。

(5) 监测设备: X- γ 辐射剂量率仪。

(6) 质量保证: 制定监测仪表使用、校验管理制度,并利用上级监测部门的监测数据与建设单位监测仪器的监测数据进行比对,建立监测仪器比对档案。

表 12-3 监测计划一览表

项目	工作场所	监测项目	监测范围	监测频次	监测设备
自主监测	射线装置工作场所	X- γ 辐射空气吸收剂量率	机房楼上及四周屏蔽墙外、防护门外、观察窗外、穿墙孔洞处	每月一次(记录监测数据存档)	X- γ 辐射剂量率仪
委托监测	射线装置工作场所	X- γ 辐射空气吸收剂量率	机房楼上及四周屏蔽墙外、防护门外、观察窗外、穿墙孔洞处	(1) 竣工环保验收监测; (2) 编制辐射防护年度评估报告(每年)	X- γ 辐射剂量率仪
	其它	个人剂量	所有辐射工作人员	一季度一次(需建立个人剂量档案)	个人剂量计

3、年度监测报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前将上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），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/rsmsreq/login.jsp>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增、注销以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

辐射事故应急

一、医院成立了辐射事故应急处理领导小组，全面负责医院的辐射事故应急工作。

二、为了加强对辐射工作场所的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了较为完善的《辐射事故应急预案》。该应急预案包括：应急组织结构与职责、应急响应、应急保障、培训演练等，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对辐射事故和突发性事件时基本可行。医院应做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备，并将本项目射线装置纳入应急适用范围。辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期组织演练。

三、一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组逐级上报当地生态环境主管部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13：结论与建议

结论

1、项目概况

项目名称：盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目

建设单位：盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)

建设性质：新建

建设地点：四川省绵阳市盐亭县云溪镇红石路 31 号盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)内

本项目建设内容：拟在综合治疗大楼（已建，地面九层）一层架空区域建设 DSA 机房及配套功能用房，DSA 机房内新增一台 CGO-2100 Pro 型数字减影血管造影机（DSA），属于 II 类射线装置，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，年最大出束时间为 42.6h。

2、本项目产业政策符合性分析

本项目属于核技术在医学领域应用，根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及 2021 年第 49 号令《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》相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。

3、本项目选址及平面布局合理性分析

本项目周围无明显环境制约因素，为专门的辐射工作场所，位置相对独立且人流较少，且方便病人治疗和转移，降低了公众受到照射的可能性，同时与周围非辐射工作场所有明确的分界隔离，并有实体屏蔽措施，本项目的开展通过辐射屏蔽措施后对周围环境影响较小，项目选址合理。同时，本项目依托的主体工程（综合治疗大楼）已取得了绵阳市生态环境局批复，项目选址合理性已在原环评报告中进行了论述，本项目仅为整体项目的配套建设项目，不新增用地。且拟建设的辐射工作场所，均按照相关规范要求建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。

4、工程所在地区环境质量现状

根据监测报告，DSA 机房拟建地及周围 X- γ 辐射剂量率范围为 $5.2 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 8.2 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，即 $52 \text{nGy/h} \sim 82 \text{nGy/h}$ ，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站辐射剂量率监测结果（ $61.9 \text{nGy/h} \sim 151.8 \text{nGy/h}$ ）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

5、环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析

在采取屏蔽防护措施后，经模式预测，在正常工况下，对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值；对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

（2）大气的环境影响分析

本项目 DSA 工作时产生的臭氧经通排风系统通风后，不会对周围大气环境产生明显影响。

（3）废水的环境影响分析

本项目废水主要来自于运行期间工作人员的生活废水，该部分废水依托医院污水处理站进行达标处理，最终排入市政污水管网，对区域水体环境影响很小。

（4）固体废物的环境影响分析

本项目产生非放射性医疗废物包括一些药棉、纱布、手套等医用辅料，进入医疗废物暂存、管理系统。根据国家医疗垃圾管理制度，应严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理，工作人员产生的少量办公、生活垃圾，统一收集至医院的垃圾转运站后交由环卫部门统一处理，本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

（5）声环境影响分析

通排风风机工作时将产生一定的噪声，噪声源强最大为 $58 \text{dB}(\text{A})$ 。DSA 机房的通排风风机位于东南侧更衣换鞋区域，拟设置减振降噪和隔声措施。风机噪声通过减振降噪、墙体阻隔和距离衰减后，对周围声环境影响较小。

6、事故风险与防范

建设单位制定的辐射安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。医院制定的应急预案需按环评提出

的要求进行完善。

7、环保设施与保护目标

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

8、辐射安全管理综合能力

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，考试（核）合格，有辐射事故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。对本次设备和场所而言，建设单位在——落实设计的环保设施和相关法律法规要求后，建设单位具备辐射安全管理的综合能力。

9、项目环保可行性结论

建设单位在采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在四川省绵阳市盐亭县云溪镇红石路 31 号盐亭县肿瘤防治研究所(盐亭县肿瘤医院)内进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

建议

（1）在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响；应注意对陪护者的防护，使其在陪护患者的全程诊治中，所受的辐射剂量做到最小化。

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

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

承诺

（1）建设单位在变更辐射安全许可证前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息进行填写。

（2）尽快安排未取得成绩报告单的辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加

考核。

(3) 项目应按照国家相关法律法规尽快进行验收。

(4) 接受生态环境主管部门的监督检查。

项目竣工验收检查内容

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院 682 号令），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。项目投入运行后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 竣工环境保护验收一览表

项目	设施（措施）	数量
辐射屏蔽措施	屏蔽机房（墙体、地板、楼板、门、窗屏蔽）	1 间
安全装置	工作状态指示灯（门-灯联锁）	1 套
	紧急止动开关	1 套
	语音对讲装置	1 套
	监督区、控制区划定地标线及电离辐射警示标识	1 套
个人防护用品	个人剂量计	4 个
	辐射工作人员铅衣、铅围脖、铅围裙、铅眼镜等（0.5mm 铅当量）	3 套
	病人防护：铅方巾或铅围裙、铅围脖等（0.5mm 铅当量）	1 套
	铅防护吊屏和床下铅帘	1 套
	X- γ 辐射剂量率监测仪	1 台
废气	通排风系统	1 套
人员培训	辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训	/
台账管理	射线装置台账、个人剂量档案	/
规章制度	辐射安全和防护管理规定、射线装置操作规程、辐射安全和防护设施维护维修制度、监测方案、监测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射工作人员岗位职责、射线装置台帐管理制度、辐射事故/事件应急预案	建设单位制定的所有规章制度中关于“辐射工作场所安全管理制度”、“操作规程”、“辐射工作人员岗位职责”和“应急响应程序”的内容需在

		各辐射工作场所内张贴 上墙，且上墙制度的长 宽尺寸不得小于 600mm×400mm
应急管理	应急和救助的物资准备（应急通信设备、警戒线、 警示标牌、应急演练、医疗箱等）	/

