

核技术利用建设项目

元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院搬  
迁一台数字减影血管造影机（DSA）  
核技术利用项目

环境影响报告表

（报批本）

元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院

2024年5月

生态环境部监制



## 核技术利用建设项目

# 元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院搬 迁一台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：元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：元江县红河街道红河街 10 号

邮政编码：653300

联系人： 李少灼

电子邮箱：454645054@qq.com

联系电话：13987726656



## 目 录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	14
表 3 非密封放射性物质 .....	14
表 4 射线装置 .....	15
表 5 废弃物（重点是放射性废物） .....	16
表 6 评价依据 .....	17
表 7 保护目标及评价标准 .....	19
表 8 环境质量和辐射现状 .....	24
表 9 项目工程分析与源项 .....	29
表 10 辐射安全与防护 .....	35
表 11 环境影响分析 .....	43
表 12 辐射安全管理 .....	56
表 13 结论与建议 .....	66
表 14 审批 .....	71

## 附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 医院总平面布置及外环境关系图

附图 3 本项目 DSA 机房所在楼层平面布置图

附图 4 本项目 DSA 所在区域平面布置及人流物流图

附图 5 本项目 DSA 机房两区划分示意图

附图 6 本项目 DSA 机房上方区域平面布置图

附图 7 本项目 DSA 机房下方区域平面布置图

附图 8 本项目 DSA 机房送风管道示意图

附图 9 本项目 DSA 机房回风管道示意图

附图 10 本项目 DSA 机房排风管道示意图

附图 11 DSA 机房屏蔽平面示意图

附图 12 DSA 机房屏蔽剖面示意图

附图 13 风管穿墙示意图

附图 14 电缆沟穿墙防护示意图

## 附件

附件 1 环境影响评价委托书

附件 2 玉溪市生态环境局元江分局关于对《元江县人民医院迁建项目环境影响报告书》的批复（元环审[2020]17 号）

附件 3 辐射安全许可证

附件 4 元江县人民医院关于调整元江县人民医院辐射安全防护领导小组的通知

附件 5 元江县人民医院辐射安全管理制度汇编

附件 6 2023 年度个人剂量检测报告

附件 7 本底监测报告

附件 8 年度监测报告

附件 9 本项目辐射工作人员培训合格证书

附件 10 参数说明

附件 11 医疗废物处置协议

附件 12 防护方案

附件 13 元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院新建 1 台 DSA 项目竣工环境保护验收意见

附件 14 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）

附件 15 原云南省环境保护局关于《在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示》的复函（云环函[2006]727 号）

附件 16 建设项目选址意见书

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院搬迁一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目				
建设单位		元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院				
法人代表		许红林	联系人	李少灼		
注册地址		元江县红河街道红河街 10 号				
项目建设地点		元江县联络线与规划 2 路东北角元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院东南侧医技综合楼三楼 DSA 手术室内				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		200	项目环保投资（万元）	40.6	投资比例（环保投资/总投资） 20.3%	
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 <sup>2</sup> ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I（医疗使用） <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V			
	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 <input type="checkbox"/> III			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III			
其它	/					
<p><b>项目概述</b></p> <p><b>1 概述</b></p> <p>元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院（统一社会信用代码：12530428432084359T）始建于 1950 年，是一家医疗、急救、科研、教学、预防保健、计划生育手术、检验、康复为一体的二级甲等综合性医院。主要诊疗科目为预防保健科、眼科、耳鼻咽喉科、皮肤科、精神科、中西医结合科儿科、急诊医学科、内科、外科、传染科、妇产科、麻醉科、口腔科、医学影像科、医学检验科、中医科等，床位 260 张。</p> <p>元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院已于 2021 年 8 月 31 日办理了《辐射安全许可证》（云环辐证[00181]）的延续换证工作，有效期至 2026 年 8 月 30 日，使用种类和范围</p>						

为：使用 II 类、III 类射线装置。

现元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院大门位于红河街上段，街道拥堵，地域狭小，医疗用房缺乏，医疗配套设施不完善，无法很好的开展康复科、病理科、透析等服务项目，门诊儿科经常人满为患，严重制约了医院的发展，无法满足广大人民群众的就医需求。为适应医院自身发展和元江县卫生事业发展的需要，改善群众就医环境，元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院拟决定整体搬迁至元江县联络线与规划 2 路东北角，医院整体迁建项目于 2020 年 5 月进行了投资项目立项（项目代码：2020-530428-84-01-040908），并于 2020 年 9 月 23 日取得了元江县哈尼族彝族傣族自治县发展和改革局《关于元江县人民医院迁建项目可行性研究报告的批复》（元发改[2020]269 号），元江县人民医院于 2020 年 2 月对整体迁建项目进行了环境影响评价，并于 2020 年 2 月 29 日取得了玉溪市生态环境局元江分局关于对《元江县人民医院迁建项目环境影响报告书》的批复（元环审[2020]17 号）（附件 2），目前主体工程已建成。

元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院整体搬迁项目建成后拟将原老院区住院楼三楼 DSA 介入室的 1 台 Artis Q ceiling 型数字减影血管造影机（DSA）搬迁至新院区东南侧医技综合楼三楼 DSA 手术室内，用于减影与介入治疗，属于 II 类射线装置，本项目机房及配套用房均在医院整体迁建项目主体工程中预留，目前主体工程已建成，预留房间防护措施均为新建。原老院区建筑及用地全部交还政府，由政府处置。

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，建设方须对该项目进行环境影响评价，编制环境影响评价文件。

根据中华人民共和国生态环境部第 16 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目为“使用 II 类射线装置”的核技术应用项目，应编制环境影响报告表。

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）（以下简称“我院”）接受元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院（以下简称“医院”）的委托后，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《元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院搬迁一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项

目环境影响报告表》。

## 2、建设项目概况

### (1) 项目名称、地点、建设单位及性质

项目名称：元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院搬迁一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目

建设地点：元江县联络线与规划 2 路东北角元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院东南侧医技楼综合楼三楼 DSA 手术室

建设单位：元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院

建设性质：改建

### (2) 建设规模

本项目拟将元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院原老院区住院楼 3 楼 DSA 介入室的 1 台 Artis Q ceiling 型数字减影血管造影机（DSA）搬迁至新院区东南侧医技综合楼三楼 DSA 手术室内，DSA 搬迁所在楼医技综合楼为五层建筑（地下 1 层、地上 4 层），本项目 DSA 机房为医院整体迁建项目预留，目前医院整体迁建项目主体工程已建成，机房未装修。

本项目 DSA 最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置，DSA 设备主要由 X 射线管组件、高压发生器、平板探测器、准直器、悬吊式 C 型臂机架、显示器及悬吊装置、操作台、系统控制柜、检查床、图像采集及处理系统等组成。



图 1-1 项目现场图

射线装置工作场所建设内容见表 1-1。

表 1-1 项目射线装置建设内容表

装置名称	射线装置类别	射线装置数量（台）	工作场所名	活动种类	备注
Artis Q ceiling 型数字减影血管造影机（DSA）	II类	1	东南侧医技综合楼三楼 DSA 手术室	使用	搬迁

本项目组成及主要环境问题见表 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		备注
		施工期	运营期	
主体工程	<p>拟将元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院原老院区住院楼 3 楼 DSA 介入室的 1 台 Artis Q ceiling 型数字减影血管造影机（DSA）搬迁至新院区东南侧医技综合楼三楼 DSA 手术室内，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。</p> <p>（1）DSA 设备：X 射线管组件、高压发生器、平板探测器、准直器、悬吊式 C 型臂机架、显示器及悬吊装置、操作台、系统控制柜、检查床、图像采集及处理系统等。</p> <p>（2）DSA 机房：有效面积为 60.4m<sup>2</sup>（长 8.0m×宽 7.55m×高 2.7m）。</p> <p>（3）控制室：面积 10.0m<sup>2</sup>（4.0m×2.5m）。</p>	施工废水、扬尘、施工机械噪声、建筑垃圾等以及安装调试过程中的 X 射线、臭氧。	X 射线、臭氧、噪声、医疗废物、医疗废水	机房为新建；DSA 为原有射线装置搬迁
辅助工程	更衣室、换床间、设备机房、缓冲间、库房、药品间、无菌器械间、医生办公室等。		/	新建
公用工程	利用医院主体工程的排水、配电、供电和通讯系统等；		/	依托主体工程
环保工程	<p>手术室内设置医疗废物收集桶。</p> <p>电离辐射防护措施： 四面墙体：均为龙骨钢架+3mm 铅板，相当于 3mm 铅当量；顶部为 12cm 混凝土+3mm 厚铅板，相当于 4.38mm 铅当量，本层地面地板为 12cm 混凝土+3cm 厚硫酸钡涂料，相当于 4.06mm 铅当量；医护人员通道门、病人通道门与污物通道门为 4.5mm 铅当量平移电动门；观察窗为 20mm 厚铅玻璃（相当于 4mm 铅当量）。</p> <p>排风管道：排风管道和空调铜管均布设在防护板吊顶和装饰吊顶之间，排风管道从东南侧靠南处直穿出</p>		/	新建

	<p>机房，距地面约 3m，经办公走廊排出机房，风管与穿墙位置缝隙采用 3.5mm 厚铅板覆盖防护，覆盖超过缝边不小于 50mm，并与风管防护铅板紧密贴合，包裹长度为不小于风管直径（长边）3 倍，排风口位于医技综合楼 3 楼东南侧墙外。</p> <p>电缆管道：本项目控制电缆采用桥架（250mm 宽×250mm 高）沿屋顶布设，在防护吊顶与装饰吊顶之间，采用斜 45° 穿墙，进入机房后沿墙体、地面铺设线盒，介入射线装置机座侧面电缆接入口，穿墙处距地面 3m，管道与墙体间隙用 1:4 硫酸钡水泥砂浆填实，穿墙管道用 3.5mm 厚铅板包裹，前后用 3.5mm 铅进行防护，包裹长度为不小于管道直径（长边）3 倍。</p> <p>DSA 机房通过通排风系统进行送排风，送排风量为 500m<sup>3</sup>/h。</p>			
--	--	--	--	--

### (3) 设备配置及主要技术参数

本项目设备配置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目设备配置及主要技术参数

名称	规格 (型号)	数量 (台)	生产 厂家	主要技术参数		主要 曝光 方向	年出束时间		用途	场所
				最大管 电压 (k)	最大管 电流 (mA)		减影 (h)	透视 (h)		
数字减影 血管造影 机 (DSA)	Artis Q ceiling 型	1	西 门 子	125	1000	由 下 向 上	11.7	258.3	诊 断 及 介 入 治 疗	东 南 侧 医 技 综 合 楼 三 楼 D S A 手 术 室

### (4) 主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-4。

表 1-4 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	数量	来源	用途	备注
能源	电	20000kW·h/a	城市电网	机房用电	/
水	生活用水	4000m <sup>3</sup> /a	城市生活用水管网	生活用水	/
药品	造影剂	100L/a	外购	造影使用	/

本项目使用的造影剂为碘佛醇注射液，规格为 100ml/瓶，平均每台介入手术使用 1 瓶，年使用量为 70L（每盒 10 瓶，年使用 70 盒）。药品由医院采购统一采购，储存于 DSA 机房的不锈钢药品柜中，造影剂不含放射性。

### （5）本项目 DSA 使用情况

本项目投入运行后，由放射科、神经外科、心内科开展介入手术，本项目 DSA 年开展手术量约 700 台，其中放射科、神经外科个预计年开展介入手术均为 200 台，心内科预计年开展介入手术 300 台。本项目 DSA 使用情况分别见表 1-5 和表 1-6。

表 1-5 本项目 DSA 使用情况

科室	单台手术平均时间	单台手术平均曝光时间	年手术台数	年出束时间	
				透视	减影
放射科	1h	减影 1min 透视 20min	200 台	66.7h	3.3h
神经外科	2h	减影 1min 透视 20min	200 台	66.7h	3.3h
心内科	2h	减影 1min 透视 25min	300 台	125	5h
合计			700 台	258.3h	11.7 h

表 1-6 本项目 DSA 实际运行工况一览表

序号	场所	设备型号	实际运行管电压 (kV)	实际运行管电流 (mA)	
1	医技楼 3 楼 DSA 机房	Artis Q ceiling 型	减影	70-80	400-500
			透视	65-75	5-10

### 3、工作人员及工作制度

本项目 DSA 由医院放射科负责管理，共配置工作人员 9 人，其中放射科配备 1 名操作技师、2 名介入手术医生和 2 名护士，神经外科和心内科各单独配备 2 名介入手术医生，各科室的介入手术医生仅负责各自科室的介入手术，放射科的操作技师和护士负责放射科、神经外科和心内科的辅助工作，均为原有操作 DSA 的辐射工作人员，根据项目搬迁

前实际运行情况，本项目配置 1 名放射科技师可满足 DSA 使用需求。本项目放射科技师除参与本项目 DSA 操作外，还负责操作放射科其他 III 类射线装置，神经外科、心内科辐射工作人员只负责本科室的介入手术，不参与其他辐射工作。现有的其他辐射工作人员安排见表 1-7。

表 1-7 本项目各科室工作人员一览表

科室	介入医生	护士	技师	备注
放射科	2	2	1	/
神经外科	2	/	/	/
心内科	2	/	/	/
合计	9			/

根据建设单位提供的资料，2 名介入医生和一名护士为一组进行介入手术。本项目放射科技师负责控制室操作，曝光时不在机房内停留，仅操作本项目射线装置，护士仅负责造影剂等术前准备工作，不参与射线装置的工作，曝光时不在机房内停留；介入医生负责各自介入手术，不进行其他介入手术。

所有辐射工作人员均实行白班单班制，年工作时间 250 天。

#### 4、产业政策符合性

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目的建设属于规定中第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

#### 5、依托工程

本项目依托元江县人民医院主体工程建设，主体工程（医技综合楼）已取得了玉溪市生态环境局元江分局批复（批复文号为：元环审[2020]17 号）。本项目涉及的辐射工作场所房间均纳入医技综合楼主体工程统一进行建设，设计阶段已考虑本项目产生的废水和固废。

### (1) 废水

医院整体迁建后将建设 600m<sup>3</sup>/d 的污水处理站一座，本项目产生的少量污水依托医院 600m<sup>3</sup>/d 的污水处理站处理达到《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 等级标准后排入医院南侧规划 2 号路市政污水管网，最终进入元江县污水处理厂进行处理，医院污水处理站处理能力涵盖了本项目废水，本项目产生的少量污水依托医院污水处理站处理可以满足使用需求。

### (2) 固废

本项目产生的医疗废物、办公、生活垃圾依托医院整体迁建后拟建设的生活垃圾收集房进行回收处理。

## 6、项目规划符合性

项目位于元江县联络线与规划 2 路东北角，用地性质为城市建设用地，项目用地经政府征地后划拨给元江县人民医院，用途为医卫慈善用地。且医院于 2019 年 11 月已取得元江哈尼族彝族傣族自治县自然资源局建设项目选址意见书（附件 16），医院选址符合城乡规划要求。本项目位于医院医技楼综合楼三楼内，不涉及新增用地，因此符合元江县城市总体规划。

## 7、项目选址合理性与平面布置合理性分析

### (1) 选址合理性

元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院整体迁建项目位于元江县联络线与规划 2 路东北角，北侧现状为农田；东北侧现状与驾校相邻，后期规划建设为 1 号路和江北公园；南侧为已建成规划 2 号路；西侧为联络线，联络线连接县城和元磨高速路，也称凤凰花大道，西侧与联络线相隔为加油站。本项目 50m 评价范围均为医院用地范围内，无其他环境制约因素。本项目机房四邻区域及楼上楼下区域不涉及新生儿及婴幼儿诊疗、住院区域和产科等敏感科室，避开了医院内人流量较大的住院区域、门诊大厅区域，同时与周围非辐射工作场所有明确的分界隔离，并进行了相应的辐射屏蔽防护设计，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。项目周边关系图见附图 2。

### (2) 平面布局合理性

本项目 DSA 机房位于东南侧医技综合科楼 3 楼，机房西北侧为一次性物品间、耗材间、药品间、洁净走廊、普通手术室；东北侧为控制室、洁净走廊、普通手术室、无菌

器械间等；东南侧为污物走廊、护士办公室、示教室；南侧为更衣室、保洁间、术中休息室、诊室等；西南侧为设备机房、办公室、更衣间、换鞋间、卫生间等；楼上为净化机房，楼下为生化大厅。

医生通过缓冲间进入更衣室换鞋更衣后从洁净通道进入手术室区域，通过洁净走廊进入手术室区域，DSA 手术室和控制室，患者从病人入口在换床间换床后进入洁净走廊，然后进入手术室，手术产生的污物通过污物走廊运出手术室，医护通道、病患通道部分共用，与污物通道单独设置，避免了人员污物交叉影响。同时，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，平面布置合理。

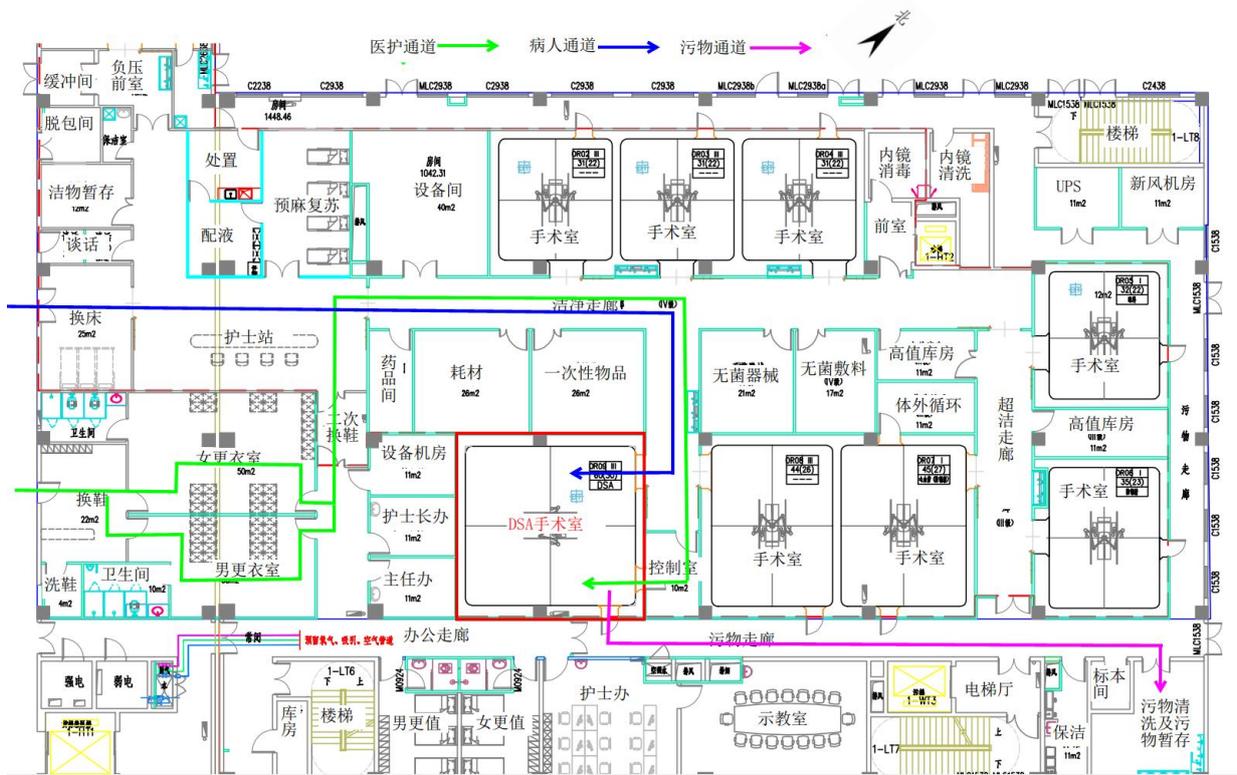


图 1-4 医护人员、患者、污物在 DSA 手术室内的运行线路图

综上所述，本项目总平面布置是合理的。

## 8、实践正当性分析

本项目在使用时患者、医生及周围的公众可能会受到一定的照射剂量，但是本项目的建设更能满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。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及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，而且项目建设采取了满足规范要求的辐射屏蔽措施，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合

实践“正当性”原则。

## 9、与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

### (1) 辐射安全许可证许可核技术应用项目情况

医院已于 2021 年 8 月 31 日办理了《辐射安全许可证》(云环辐证[00181])的延续换证工作,有效期至 2026 年 8 月 30 日,使用种类和范围为:使用 II 类、III 类射线装置。医院现有射线装置明细详见表 1-8。

表 1-8 医院现有射线装置明细一览表

序号	名称	型号	类别	使用场所	备注
1	医用常规 X 射线诊断设备 (数字胃肠机)	DFW-10B	III 类	综合楼一楼放射 科 4 室	已上证
2	高频医用诊断 X 射线机 (移动式 C 型臂)	DHXC-II	III 类	住院楼三楼手术 室 4 室	已上证
3	医用数字 X 摄像摄影 (DR) 系统	Digital Diagnost	III 类	综合楼一楼放射 科 3 室	已上证
4	X 射线计算机断层摄影 (CT) 装置	NeuViz 16	III 类	综合楼一楼放射 科 1 室	已上证
5	移动式 G 型臂	DigiArc 100Ac	III 类	住院楼三楼手术 室 4 室	已上证
6	移动式数字 X 射线摄影系 统(移动 DR)	M40-1A	III 类	传染科一楼 1 室	已上证
7	数字减影血管造影系统 (DSA)	Artis Q ceiling	II 类	住院楼三楼手术 室 5 室	已上证, 本次 搬迁(原环评 文号: 云环审 [2019]2-41 号)
8	X 射线计算机体层摄影装 置(CT)	Revolution CT ES	III 类	透析放射中心 1 楼放射科 CT 机 房	已上证
9	医用数字 X 射线摄影系统 (DR)	Digital Diagnost	III 类	透析放射中心 1 楼放射科 DR 机 房	已上证
10	乳腺数字 X 射线摄影设备 (乳腺 DR)	Senographe Pristina	III 类	透析放射中心 1 楼放射科乳腺 DR 机房	已上证
11	双能 X 射线骨密度仪	Prodigy Pro	III 类	透析放射中心 1 楼放射科骨密度 仪机房	已上证
12	医用牙科 X 射线机 (口腔 CT)	OP300-1	III 类	透析放射中心 1 楼放射科口腔 CT 机房	已上证

建设单位现有的 II 类、III 类射线装置已取得辐射安全许可证。从当地生态环境主管部门了解到，医院开展放射性诊疗至今，未发生辐射安全事故及环保投诉。

(2) 经过对与本项目搬迁后的医院辐射环境现状监测，本项目 DSA 机房拟建地环境现状 X- $\gamma$  辐射剂量率范围  $4.3 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 4.9 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，与本次监测的医院背景值  $8.5 \times 10^{-8} \text{Gy/h} \sim 8.9 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$  水平相当，属于医院正常 X- $\gamma$  辐射水平。

(3) 医院现共有辐射工作职业人员 31 人，均通过了辐射安全与防护培训考核，取得了辐射安全与防护培训合格证书。本项目涉及的辐射工作人员中 9 人均参加辐射安全与防护培训并考核合格（附件 9）。

(4) 医院 2023 年委托云南卓淮检测技术有限公司对医院在用 II 类、III 类射线装置进行监测，根据监测报告结论，本项目 Artis Q Ceiling 型数字减影血管造影(DSA)X 射线设备搬迁前在曝光状态下，机房内及周围各监测点 X、 $\gamma$  空气吸收剂量率值在  $0.12 \pm 0.003 \sim 0.19 \pm 0.005 \mu\text{Gy/h}$  之间，机房周围各监测点职业人员年剂量为  $0.015 \sim 0.023 \text{mSv}$ ，低于剂量管理目标值  $5 \text{mSv/年}$ ；公众年剂量为  $0.004 \sim 0.006 \text{mSv}$ ，低于剂量管理目标值  $0.25 \text{mSv/年}$ 。III 类射线装置在曝光状态下，各机房周围各监测点 X、 $\gamma$  空气吸收剂量率值最大值为在  $0.10 \sim 0.20 \mu\text{Gy/h}$  之间，各机房周围各监测点职业人员年剂量为  $0.002 \sim 0.782 \text{mSv}$ ，低于剂量管理目标值  $5 \text{mSv/年}$ ；公众年剂量为  $0.001 \sim 0.006 \text{mSv}$ ，低于剂量管理目标值  $0.25 \text{mSv/年}$ 。使用对职业人员和公众造成的附加剂量满足环境控制目标中规定的职业照射和公众照射管理限值水平要求。

医院 2023 年 12 月 31 日编制了《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）》（附件 14），包括基本信息、射线装置台账及年度增减情况、辐射安全和防护设施的运行与维护情况、辐射安全和防护制度的制定与落实情况、辐射工作人员变动、培训情况、工作场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据、辐射事故及应急响应情况、核技术利用项目本年度新建、改建、扩建和退役情况、存在的安全隐患及其整改情况。

#### (5) 医院辐射安全管理情况

① 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、辐射应急处理措施均满足相应规定要求，医院将继续加强各辐射安全设施的日常管理维护工作，监测设备的定期检查工作，确保辐射安全和防护设施正常运行；

② 医院按要求委托有资质的单位进行了年度监测和个人剂量检测。

③医院自从事辐射诊疗以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故；

④医院制定了《辐射事故应急预案》，并进行了演练。

(6) 医院原有辐射工作人员均配备了个人剂量计，个人剂量计定期送检，根据 2023 年度个人剂量检测报告，医院现有辐射工作人员无个人剂量超标情况，根据医院提供的 2023 年度个人剂量检测报告（见附件 6），与本项目有关人员的个人剂量情况见下表 1-9。

表 1-9 本项目辐射工作人员个人剂量检测结果

序号	姓名	佩戴起始日期	佩戴天数(天)	个人剂量当量(mSv)	合计(mSv)	备注
1	杨亚红	2023.02.13	82	0.17	0.79	/
		2023.05.07	89	0.24		
		2023.08.04	91	0.21		
		2023.11.07	89	0.17		
2	陈波	2023.02.13	82	0.14	0.75	/
		2023.05.07	89	0.24		
		2023.08.04	91	0.20		
		2023.11.07	89	0.17		
3	吕四海	2023.02.13	82	0.15	0.80	/
		2023.05.07	89	0.21		
		2023.08.04	91	0.26		
		2023.11.07	89	0.18		
4	白洁	2023.02.13	82	0.12	0.51	/
		2023.05.07	89	0.12		
		2023.08.04	91	0.15		
		2023.11.07	89	0.12		
5	陶永祥	2023.02.13	82	0.15	0.82	/
		2023.05.07	89	0.26		
		2023.08.04	91	0.22		
		2023.11.07	89	0.19		
6	谢金荣	2023.02.13	82	0.18	0.79	/
		2023.05.07	89	0.27		
		2023.08.04	91	0.25		
		2023.11.07	89	0.09		
7	张普珍	2023.02.13	82	0.22	0.86	/

		2023.05.07	89	0.23		
		2023.08.04	91	0.23		
		2023.11.07	89	0.18		
8	沈迎湘	2023.02.13	82	0.18	0.86	/
		2023.05.07	89	0.20		
		2023.08.04	91	0.22		
		2023.11.07	89	0.20		
9	颜广文	2023.02.13	82	0.12	0.66	/
		2023.05.07	89	0.15		
		2023.08.04	91	0.21		
		2023.11.07	89	0.18		

通过上表可知，本项目相关辐射工作人员近一年度个人剂量合计在 0.51~0.86mSv/a 之间，满足标准限值 5mSv/a 的要求，没有出现个人剂量超管理限值情况。

#### (7) 本项目 DSA 原辐射工作场所情况

本项目 DSA 搬迁前位于原老院区住院楼三楼 DSA 介入室，原介入室东西长 7.6m、南北宽 6.0m，内净面积 45.6m<sup>2</sup>；四周墙体：240mm 实心砖墙（2.3mm 铅当量）+30cm 硫酸钡防护涂层（2.6mm 铅当量），具有 4.9mm 铅当量防护水平；顶部：150mm 混凝土（1.8mm 铅当量）+30cm 防护板涂料（3.5mm 铅当量），具有 5.3mm 铅当量防护水平；地面：150mm 混凝土（1.8mm 铅当量）+30cm 硫酸钡防护涂层（2.6mm 铅当量），具有 4.4mm 铅当量防护水平；介入室防护门采用 4mm 铅当量防护门，观察窗采用 4.7mm 铅当量铅玻璃，操作位具有 0.5mm 铅当量铅帘以及 0.5mm 铅当量悬挂式铅玻璃板。原有射线装置机房采取了相应的电离辐射防护屏蔽，设置了电离辐射警示标志、工作状态指示灯、门灯联锁和紧急停机按钮装置等辐射安全设施，并配备了辐射监测仪及防护用品，制定了相应的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，原辐射工作场所实行了监督区和控制区管理。2020 年 7 月建设单位对原有辐射工作场所进行环保验收，并通过了竣工环境保护验收（附件 13），目前本项目拟搬迁 DSA 原有辐射工作场所运行正常，各项辐射防护措施均已落实，防护有效，职业人员及公众年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关标准限值及云南省有关辐射环境保护的管理限值。本项目搬迁后将落实各项环保要求及辐射措施。

**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，对其简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)	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 能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (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	数字减影血管造影机 (DSA)	II	1	Artis Q ceiling 型	125	1000	医疗诊 断及介 入治疗	东南侧医技综合楼 三楼 DSA 手术室	搬迁
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(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
--	--	--	--	--	--	--	--	--

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/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度用比活度(Bq/l,或 Bq/kg，或 Bq/m<sup>3</sup>)，年排放总量分别用 Bq 和 kg。

**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 日修改实施）；</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) 《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）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改）；</p> <p>(6) 《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(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）；</p> <p>(8) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;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）；</p> <p>(9) 《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）；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号）；</p> <p>(11) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》（环境保护部环发[2008]13 号）；</p> <p>(12) 《云南省生态环境厅关于印发&lt;云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲&gt;（2021 年版）和&lt;云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序&gt;（2021 年版）的通知》（云环通[2021]227 号）；</p> <p>(13) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号）；</p> <p>(14) 《云南省环保局关于〈在辐射安全许可证工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006] 727 号）；</p>
------------------	---

	<p>(15) 《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022年修订）；</p> <p>(16) 《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）；</p> <p>(17) 《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）。</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和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61—2021）；</p> <p>(6) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(7) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；</p> <p>(8) 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）；</p> <p>(9) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；</p> <p>(10) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。</p>
其 他	<p>(1) 联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000年报告；</p> <p>(2) 《电离辐射剂量学》（李士骏 著）；</p> <p>(3) 《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）；</p> <p>(4) 《X射线和<math>\gamma</math>射线防护手册》（苏森龄 著）；</p> <p>(6) 建设单位提供资料；</p> <p>(7) 《委托书》；</p> <p>(8) 《生态环境部核技术利用监督检查技术程序》（2020发布版）；</p>

**表 7 保护目标及评价标准**

**评价范围**

本表为医院核技术应用的环境影响评价，项目主要影响人员是射线装置所在机房周围的职业工作人员和公众，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的有关规定，本项目评价范围为：DSA 所在机房屏蔽墙体四周向外延伸 50m 的区域。

**保护目标**

本项目位于东南侧医技综合楼三楼 DSA 手术室，拟建 DSA 机房西北侧 50m 范围为一次性物品间、耗材间、药品间、洁净走廊、普通手术室、病房等，东北侧 50m 范围内为控制室、洁净走廊、普通手术室、无菌器械间等；东南侧为污物走廊、护士办公室、示教室、保洁间、污物暂存间等，南侧 50m 范围内为更衣室、保洁间、术中休息室、五官科诊室等，西南侧 50m 范围内为办公室、更衣间、换鞋间、卫生间、公众休息等候区等。手术室楼上为净化机房，手术室楼下为生化大厅。

根据该医院辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征，确定本项目主要环境保护目标见表 7-1 所示。

**表 7-1 主要环境保护目标**

保护名单		方位	位置	人数（人）	与射线装置最近距离		保护要求
					水平	垂直	
DSA 机房	职业人员	机房内	机房内	9 人	0.3m	0m	5mSv/a
		机房东北侧	控制室		5m	0m	
	公众	机房西北侧	一次性物品间、 耗材间	2 人	4.5m	0m	0.25 mSv/a
			洁净走廊、手术 室、设备间、病 房	约 10 人	9.4~50m	0m	
		机房东北侧	洁净走廊、手术 室、无菌器械间	6 人	4.5m	0m	
		机房东南侧	污物走廊、护士 办公室、示教室、 保洁间、污物暂 存间	10 人	4.5~50m	0m	

	机房南侧	更衣室、保洁间、术中休息室、五官科诊室	20 人	6.3 ~50m	0m
	机房西南侧	办公室、更衣间、换鞋间、卫生间、公众休息等候区	20 人	4.5m~50m	0m
	机房上方	净化机房	1 人	0m	+3.6m
	机房下方	生化大厅	6 人	0m	-3.6m

注：“-”表示位于机房下方，“+”表示位于机房上方。

## 评价标准

### 7.1 环境质量标准

- (1) 环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
- (2) 本项目废水排入医院自建污水处理站处理后，排入项目区南侧规划 2 号路市政污水管网，最终进入元江县污水处理厂处理，地表水环境质量参照元江执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准；
- (3) 根据元江县声环境功能区划和已报批《元江县人民医院迁建项目环境影响报告书（重新报批）》，项目区为 1 类区，规划 1 号路 35m 范围内、联络线 35m 范围内、规划 2 号路 35m 范围执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准，其余区域声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准。

表 7-2 声环境质量标准 单位：dB(A)

类别	昼间	夜间
1 类	55	45
4a 类	70	55

### 7.2 污染物排放标准

- (1) 废气：
- 污水处理站恶臭：无组织排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 3 标准，详见表 7-3。

表 7-3 污水处理装置周边大气污染物最高允许浓度

序号	控制项目	标准值
1	氨/（mg/m <sup>3</sup> ）	1.0

2	硫化氢/(mg/m <sup>3</sup> )	0.03
3	臭气浓度(无量纲)	10
4	氯气/(mg/m <sup>3</sup> )	0.1
5	甲烷(处理站内最高体积百分数%)	1

(2) 废水：废水《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)(表2中预处理标准)及《污水排入城市下水道水质标准》(GB/T31962-2015)B等级标准；

(3) 噪声：

施工期场界噪声：执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，标准限值详见表7-4。

表7-4 建筑施工场界环境噪声排放限值(单位：dB(A))

昼间	夜间
70	55

运营期噪声：本项目运营期噪声执行标准参照《元江县人民医院迁建项目环境影响报告书(重新报批)》中噪声排放标准，项目西北面、西面、东南面厂界位于路边界外35m范围内，噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的4类标准；其余地方《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的1类标准。

表7-5 工业企业厂界环境噪声排放标准 单位：dB(A)

类别	执行区域	昼间	夜间
1类	其余厂界	55	45
4类	规划1号路(项目区西北面)35m范围内、联络线(项目西面)35m范围内、规划2号路(项目东南面)35m区域	70	55

(4) 固体废物控制标准

①医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》(GB39707-2020)；医院内临时贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)相关要求。

②污水处理站污泥清掏前应进行监测，达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中表4的医疗机构污泥控制标准。同时执行《医院污水处理工程技术规范》(HJ2029-2013)中有关污泥处理处置的相关要求。

表7-6 医疗机构污泥控制标准值

医疗机构类别	粪大肠菌群数(MPN/g)	肠道致病菌	肠道病毒	结核杆菌	蛔虫卵死亡率(%)
综合性医疗机构及其他医院	≤100	—	—	—	>95

③生活垃圾按照《生活垃圾处理技术指南》遵循无害化、减量化、资源化的原则，在医院内设置生活垃圾收集桶、收集房，实行生活垃圾袋装收集和分类收集。

### 7.3 辐射相关标准

#### 1、管理限值

##### (1) 国家标准限值

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，任何工作人员的职业照射不超过由审管部门决定的连续 5 年平均有效剂量 20mSv；第 B1.2 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。

##### (2) 行政管理限值

根据《云南省环保局关于<在辐射安全许可工作中确定电离项目辐射安全管理限值请示>的复函》（云环函[2006]727 号）中的规定，单一项目取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的四分之一。

本次评价采用行政管理限值，即：

◇职业照射个人受照剂量管理限值取 5mSv/a；

◇公众照射个人受照剂量管理限值取 0.25mSv/a。

#### 2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

第 6.1.3 点 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；

第 6.1.5 点 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-7 的规定。

表 7-7 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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

备注：本项目射线装置属于单管头 X 射线机。

第 6.2.1 点 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-8 的规定。

表 7-8 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方铅当量 (mm)	非有用线束方向铅当量 (m)
C 形臂 X 射线设备机房	2	2

备注：本项目射线装置机房属于 C 形臂 X 射线设备机房。

第 6.3.1 点 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5  $\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 环境质量和辐射现状

本项目位于元江县联络线与规划 2 路东北角元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院东南侧医技楼综合楼三楼 DSA 手术室内。由于本项目依托于医院主体工程的建设，且项目投运后对环境空气、地表水质量、声环境影响较小，只进行了简单现状调查。

#### 1、地表水环境现状

本项目附近地表水体为元江流域清水河。根据《云南省地表水环境功能区划》（2010-2020），元江（红河三江口—蔓耗桥河段），水环境功能为农业用水、工业用水，区划为Ⅳ类水环境功能区，执行 GB3838-2002《地表水环境质量标准》Ⅳ类功能区水质标准。南溪河为元江的支流，参照元江执行 GB3838-2002《地表水环境质量标准》Ⅳ类功能区水质标准。根据《云南省地表水环境功能区划》（2010-2020），清水河，水环境功能为饮用二级，区划为Ⅲ类水环境功能区，执行 GB3838-2002《地表水环境质量标准》Ⅲ类功能区水质标准。根据《元江县 2023 年环境质量状况（简报）》：

（1）元江：水体功能Ⅲ类。①元江坝洪村国考断面（由玉溪市环境监测站提供的国家采测分离组数据）：水质综合评价 2023 年 12 个月均Ⅱ类。2023 年年度水质综合评价Ⅱ类，水质符合功能区划要求。②元江红河桥省考断面（出玉溪市境断面）：2023 年水质综合评价除 2 月份Ⅰ类，其余 11 个月份均Ⅱ类；2023 年水质综合评价Ⅱ类，水质符合功能区划要求。③元江新平县南薨村断面（入元江县境断面）：水质综合评价 2023 年除 1 月和 9 月份为Ⅲ类，其余 10 个月份均Ⅱ类；全年综合评价Ⅱ类，水质符合功能区划要求。④元江水质自动监测站取水点断面（县城断面）：水质综合评价 2023 年除 9 月份Ⅲ类，其余 11 个月份均Ⅱ类；全年综合评价Ⅱ类，水质符合功能区划要求。⑤元江-县垃圾填埋场周边箐沟水汇入前断面（上级主管监管监测断面）：水质综合评价 2023 年共监测 11 期，11 期均Ⅱ类；全年度水质综合评价Ⅱ类，水质符合功能区划要求。2023 年元江干流整体评价Ⅱ类，水质符合功能区划要求；全年 5 个监测断面水质评价Ⅲ类及以上达标率 100%，水质状况描写优。

（2）清水河：水体功能Ⅲ类。清水河三板桥省考断面 2023 年 12 个月中，1-4 月份水质综合评价均Ⅰ类、5-12 月份均Ⅱ类；全年水质综合评价Ⅱ类，水质符合功能区划要求。

## 2、环境空气现状

项目位于玉溪市元江县，本项目区域以居住区、商业交通居民混合区等为主，根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中环境空气功能区分类，项目区域环境空气质量功能区为二类区，所在区域环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。根据《元江县 2023 年环境质量状况（简报）》，元江县城环境空气连续监测六个项目：可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）、二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）、一氧化碳（CO）、臭氧（O<sub>3</sub>）、细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>），所在区域环境空气质量达标，为达标区，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

2023 年有效数据天数 358 天，其中环境空气一级天数为 250 天，二级天数 104 天，优良率为 98.9%；超标天数 4 天，超标率 1.1%；空气综合污染指数为 2.52，首要污染物为细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）。

## 3、声环境质量现状

根据《元江县 2023 年环境质量状况（简报）》，元江县城区域噪声测点覆盖范围约 10km<sup>2</sup>，设 64 个测点。2023 年元江县城区域环境噪声昼间平均等效声级为 52.1dB(A)，总体水平为二级，总体评价为较好；夜间平均等效声级为 45.3dB(A)，总体水平为三级，总体评价为一般。按照区域噪声评价要求，昼间、夜间总体水平为三级以上，为总体满足声环境二类区的要求。元江县城 2023 年全年 4 个季度四个功能区 7 个监测点功能区声环境昼间（L<sub>d</sub>）达标率 100%，夜间(L<sub>n</sub>)达标率 100%。

## 4、辐射现状

### （1）监测方案

本次环评在进行现场调查期间，评价人员首先根据建设单位人员介绍，了解了本项目拟建地及周边环境状况，确立了本项目的监测方案。

监测环境：现场监测时，收集环境温度、环境湿度、天气状况等信息。监测对象：DSA 手术室拟建地及周边辐射环境本底监测。监测因子：X-γ 辐射剂量率。布点原则：布点应尽可能考虑涵盖保护目标，本次监测尽可能考虑 50m 评价范围内保护目标的环境状况，在项目拟建地及周围和医院四周布设监测点位，监测布点见图 8-1。这些点位能够反映项目所在地辐射环境现状水平，监测点位布设合理。



图 8-1 拟建 DSA 手术室及医院周围 X- $\gamma$  辐射剂量率监测点位图

## (2) 监测质量保证措施

①本项目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），取得了中国国家认可监督管理委员会颁发的资质认定证书（CMA 认证），证书编号：220020341133。监测单位具备完整、有效的质量控制体系；

②根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），并参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）制定监测方案及实施细则；

③严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作；

④监测仪器每年经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，并对仪器进行校验；

⑤监测人员经考核并持有合格证书上岗；

⑥根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），合理布设监测点位置，兼顾监测技术规范和实际情况，监测结果具有代表性和针对性，每个测点连续测量 5 次，取平均值；

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监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。

### （3）辐射环境质量现状监测与评价

为掌握项目所在地 X-γ辐射环境水平，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）于 2023 年 7 月 18 日对本项目拟建工作场所及周围辐射环境进行了监测（监测报告见附件）。使用的监测仪器见表 8-2，监测结果列于表 8-3、表 8-4。现场监测时，环境温度：36.1℃~36.4℃；环境湿度：36.3%~37.5%；天气状况：晴。

表 8-2 X-γ辐射剂量率监测方法及监测仪器

项目	监测方法	方法来源	监测仪器
X-γ辐射剂量率	现场监测	《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 检出限：1×10 <sup>-8</sup> Gy/h 检定证书编号：校准字第 202302008000 检定单位：中国测试技术研究院 检定日期：2023 年 02 月 27 日 有效日期：2024 年 02 月 26 日

表 8-3 元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院 DSA 机房内及周围 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(×10 <sup>-8</sup> Gyh)	标准差(×10 <sup>-8</sup> Gy/h)	宇宙射线响应值(×10 <sup>-8</sup> Gy/h)	备注
1	拟建 DSA 机房处	4.9	0.20	4.9	/
2	拟建 DSA 机房西北侧洁净走廊	4.9	0.14	4.9	/
3	拟建 DSA 机房西南侧办公室	4.6	0.18	4.6	/
4	拟建 DSA 机房东南侧污物走廊	4.4	0.18	4.4	/
5	拟建 DSA 机房东北侧控制室	4.7	0.10	4.7	/
6	拟建 DSA 机房上方 4F 净化机房	4.3	0.18	4.3	/
7	拟建 DSA 机房下方 2F 生化大厅	4.6	0.17	4.6	/

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值（宇宙射线响应值扣除数值根据《辐射环境监测技术规范》HJ 61—2021 计算得出。

8-4 元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院周围 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)	宇宙射线响应值( $\times 10^{-8}$ Gy/h)	备注
9	元江县人民医院（新院区）西北侧厂界处	8.9	0.33	8.9	/
10	元江县人民医院（新院区）西南侧厂界处	8.9	0.29	8.9	/
11	元江县人民医院（新院区）东南侧厂界处	8.5	0.25	8.5	/
12	元江县人民医院（新院区）东北侧厂界处	8.7	0.34	8.7	/

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值（宇宙射线响应值扣除数值根据《辐射环境监测技术规范》HJ 61—2021计算得出。

从表 8-2、表 8-3 得出结论：元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院 DSA 机房拟建地环境现状 X-γ 辐射剂量率范围  $4.3 \times 10^{-8}$ Gy/h~ $4.9 \times 10^{-8}$ Gy/h，与本次监测的医院背景值  $8.5 \times 10^{-8}$ Gy/h~ $8.9 \times 10^{-8}$ Gy/h 水平相当，属于医院正常 X-γ 辐射水平。

**表 9 项目工程分析与源项**

## 工程设备和工艺分析

### 1、施工期工艺分析

本项目依托的主体工程（医技综合楼）已取得了玉溪市生态环境局元江分局批复（批复文号为：元环审[2020]17号）。本项目涉及的辐射工作场所房间均纳入医技综合楼主体工程统一进行建设，本项目主体工程施工环境影响已包含在原环评报告中，本次评价不涉及。机房建设过程中要保证屏蔽墙体没有漏缝，同时要防止噪声扰民。目前本项目主体工程已建成。

因此本项目施工期主要是机房四周铅板搭建及装修施工阶段和设备搬迁、安装、调试阶段。

本项目装修施工期主要环境影响因素为噪声、施工废水、建筑粉尘和建筑垃圾等。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必须用软铅填实，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。

#### (2) 设备安装调试的污染分析

本项目 1 台 DSA 的搬迁、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。本项目 DSA 为搬迁项目，搬迁过程中，会产生少量包装废弃物；在 DSA 搬迁后的安装调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的电离辐射影响；产生少量的臭氧以及包装废弃物。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。

施工工序及产污见图 9-1。

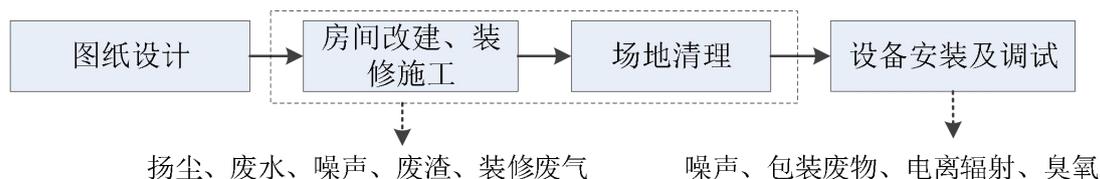


图 9-1 施工期施工工序及产污位置图

## 2、运营期工艺分析

### (1) 工作原理

X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。本项目主要污染因子为：高速电子轰击靶体产生 X 射线。X 射线装置原理见图 9-1。

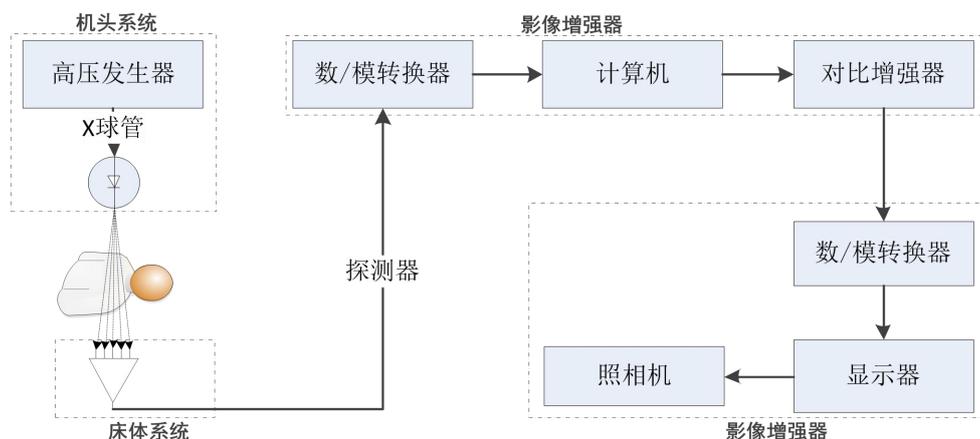


图 9-2 X 射线装置基本原理图

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。两次数值相减，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 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

## (2) 设备组成

DSA 主要组成部分：X 射线球管、高压发生器、探测器、C 型臂、导管床、操作台、影像增强器和电视摄像系统及图像处理系统等。

## (3) 操作流程

本项目 DSA 主要进行介入手术。基本流程为：患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺动脉，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动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达（动脉后到达靶血管按规范顺序做好造影检查和治疗并留 X 线片记录）。在 X 射线透视下进行介入手术。手术完成后撤出导管，穿刺部位止血包扎。

本项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况，透视。操作医生在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采取脉冲透视方式，形成实时图像（不能自动保存，需进行手动操作进行保存，曝光时自动更新图像），此时操作医生位于铅帘和铅悬挂防护屏后身着铅服、铅帽、铅围脖在机房内对病人进行直接的介入手术操作。在进行介入手术治疗时，医生在 DSA 脉冲透视连续曝光下通过机房内显示屏清楚了解手术过程及病人情况。在手术过程中均会使用此操作，并且实际运行中该情况占绝大多数，因此，是本次评价的重点。

第二种情况，减影。操作人员采取隔室操作，操作人员通过铅玻璃观察窗以及电脑显示屏观察机房内病人情况，通过对讲系统与病人交流。

## (4) 产污流程

本项目 DSA 的主射方向为从下往上。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均用先进的数字减影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 诊治流程及产污环节如图 9-3 所示：

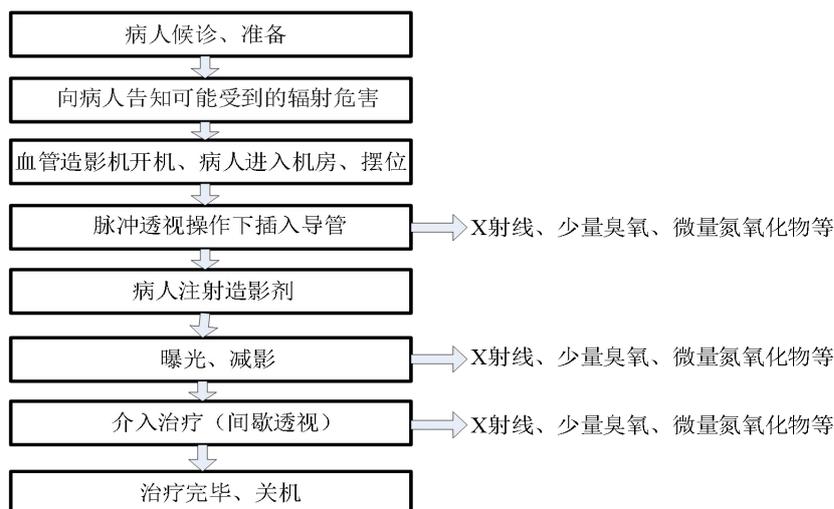


图 9-3 DSA 数字减影介入治疗流程及产污环节示意图

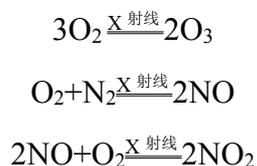
本项目使用的 X 射线装置（DSA）在非工作状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线，产生微量臭氧、氮氧化物。

## 污染源项描述

### 1、正常工况下污染源分析

（1）X 射线：在 X 射线装置开机并曝光时产生 X 射线，X 射线属于非带电粒子，其能量与曝光时 X 射线管的管电压有关，具有较强的穿透性。人体受到 X 射线照射到一定量时会受到辐射损伤。因此 X 射线装置周围需要达到一定的辐射防护，以防止 X 射线泄露对医护人员及其他公众造成伤害。

（2）废气（臭氧、氮氧化物）：在 X 射线装置开机并曝光时，X 射线在穿过空气时会与空气中的氧和氮分子发生作用，产生臭氧和氮氧化物，反应如下：



本项目射线装置曝光时间很短，臭氧的产生量很少，氮氧化物的产生量比臭氧还少得多，故本项目只对臭氧进行分析。

（3）噪声：射线装置机房通排风系统运行时会产生噪声，噪声源强为 55dB（A）。

（4）废水：本项目射线装置采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生，医务工作人员工作时产生少量生活污水，介入手术、清洗器械产生少

量医疗废水。

(5) 固体废弃物：医务工作人员工作时产生少量生活垃圾。介入手术产生少量纱布、手套等医疗废物。

## 2、事故情况污染源分析

本项目 DSA 装置是将电能转化成 X 射线能的诊疗设备，X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出，只有当设备开机时才会产生 X 射线，运行中存在着风险和潜在危害及事故隐患。在意外情况下，可能出现的辐射事故有以下几种：

(1) 工作人员在防护门关闭前还未撤离机房启动设备曝光，造成相关人员误照。在机房和控制室之间设置有铅玻璃做的观察窗，在开机曝光前观察一下，或者用 DSA 手术室话筒进行提示，便可杜绝此类事故发生。

(2) 在防护门未关闭时即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射，医务人员应严格按照操作程序进行操作，可以杜绝此类事故发生。

(3) 铅门开关装置和报警系统发生故障，导致无关人员误入受到照射。

(4) 进行介入治疗时，机房内的医护人员违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内医护人员受到照射。为了避免此类事故的发生，要求医护人员必须做好防护措施。

以上事故情况下污染源均为设备开机时产生的 X 射线。

## 3、项目主要污染物产生及预计排放情况

根据分析，本项目主要污染物的产生及预计排放见表 9-1。

表 9-1 项目主要污染物的产生及预计排放情况

类型 \ 内容	排放源	污染物称	处理前产生浓度及产生量	处理方式
大气污染物	DSA	臭氧、氮氧化物	微量	空调、排风机
水污染物	医务工作人员	生活污水	少量	依托医院建成后污水处理设施处理
	介入手术、清洗器械	医疗废水	少量	依托医院建成后污水处理站处理
固体废弃物	医务工作人员	生垃圾	少量	统一收集，由当地环卫部门定期清运
	医用器具和药	医疗废物	---	依托医院医疗废物管理制

	棉、纱布、手套等			度统一处置
噪声	空调	噪声	---	经建筑噪和距离衰减后，可 达标排放
辐射	DSA	X 射线	---	本项目按照设计要求，在正 常运行工况下，射线置工作 产生的 X 射线经墙体屏蔽 和其他有效防护屏蔽后，所 致职业和公众照射剂量当 量可达到评价标准。

## 表 10 辐射安全与防护

### 项目安全设施

通过污染源分析可知，本项目运行期间产生的主要污染物为 X 射线以及空气电离产生的少量臭氧和氮氧化物、手术过程中产生的医疗废物、工作人员产生的生活污水和生活垃圾。针对 X 射线污染，医院将采取以下相应的辐射防护措施：

#### 1、工作区域管理

本次环评涉及的 DSA 机房位于东南侧医技综合楼三楼，机房东北侧为控制室与洁净走廊，西北侧为耗材间与一次性物品间，西南侧为设备机房、办公室，东南侧为污物通道，楼上为净化机房，楼下为生化大厅。

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）要求在放射工作场所内划出控制区和监督区。

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

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

本次环评中根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）控制区和监督区的定义划定控制区和监督区，结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将 DSA 曝光室划为控制区，机房东南侧控制室、西南侧办公室划为监督区。控制区入口处设置工作信号指示灯和电离辐射警示标志，机器处于工作状态时，工作指示灯运行以警示不得进入控制区；在监督区设立警告标识和标牌，仅允许患者和相关医生进入，其余无关人员均不得随意进入。本项目控制区和监督区划分情况见表10-1，分区划分示意图见下图10-1。

表 10-1 本项目控制区与和监督区划分情况

工作场所	控制区	监督区	备注
医技综合楼楼3楼 DSA机房	DSA机房	机房东南侧控制室、西南侧办公室	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。

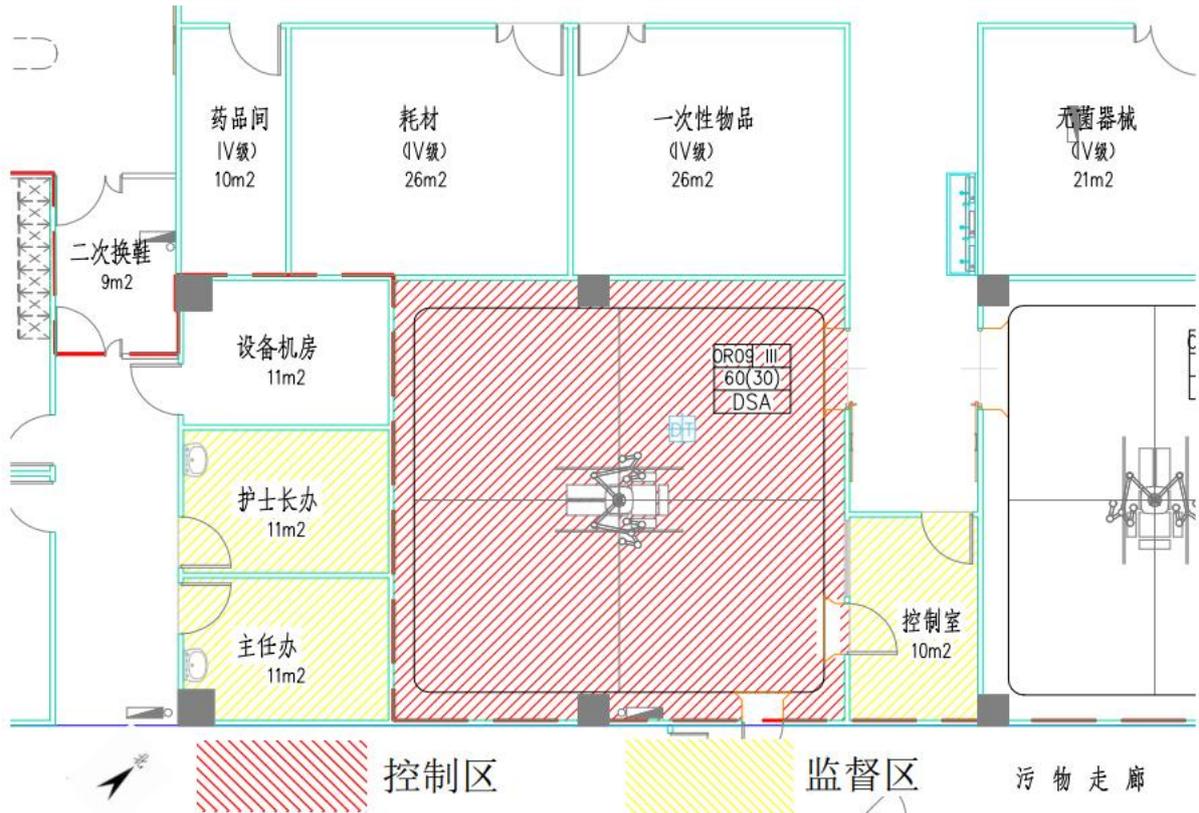


图 10-1 本项目 DSA 手术室两区划分示意图

## 2、辐射安全及防护措施

本项目射线装置主要辐射为X射线，对X射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。本项目对X射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

### (1) 设备固有措施

本项目DSA从正规厂家购买，仪器本身采取了多种固有安全防护措施：

①本项目DSA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。

②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。

③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。设备已提供适应DSA不同应用时所选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。影像增强器前面已配置滤线栅，以减少散射影响。

④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。

⑤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。

⑥配备相应的表征剂量的指示装置：DSA设备已配备有能在线监测表征输出剂量的指示装置。

⑦配备辅助防护设施：DSA设备配备有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。

### 3、 辐射工作场所污染防治措施

#### (1) 屏蔽设计

本项目按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 X 射线设备机房屏蔽防护要求进行建设，本项目 DSA 机房最小单边长度 7.55m，有效面积 60.4m<sup>2</sup>，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的“单管头 X 射线机机房内最小有效使用面积 20m<sup>2</sup>，机房内最小单边长度 3.5m”的要求。

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 手术室屏蔽设计情况见表 10-2。

表 10-2 本项目 DSA 手术室屏蔽设计情况

工作场所	墙体	屋顶	地面	防护门	观察窗	机房面积及体积
DSA 机房	四周墙体均为龙骨钢架+3mm 铅板（相当于 3mm 铅当量）	12cm 混凝土+3mm 厚铅板（相当于 4.38mm 铅当量）	12cm 混凝土+3cm 厚硫酸钡涂料（相当于 4.06mm 铅当量）	均为 4.5mm 铅当量平移电动门	20mm 厚铅玻璃（相当于 4mm 铅当量）	机房内长 8m、宽 7.55m、高 3.6m（吊顶高度 2.7m），机房内使用面积 60.4m <sup>2</sup>

注：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 1.38mm 铅。根据《X

射线和 $\gamma$ 射线防护手册》第73页表10,保守按150kV条件进行铅当量换算,3cm硫酸钡防护涂料(密度 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ )相当于2.68mm铅,铅板、铅玻璃根据施工单位提供的防护方案推算而来,2mm铅板,相当于2mm铅,20mm厚铅玻璃,相当于4mm铅。

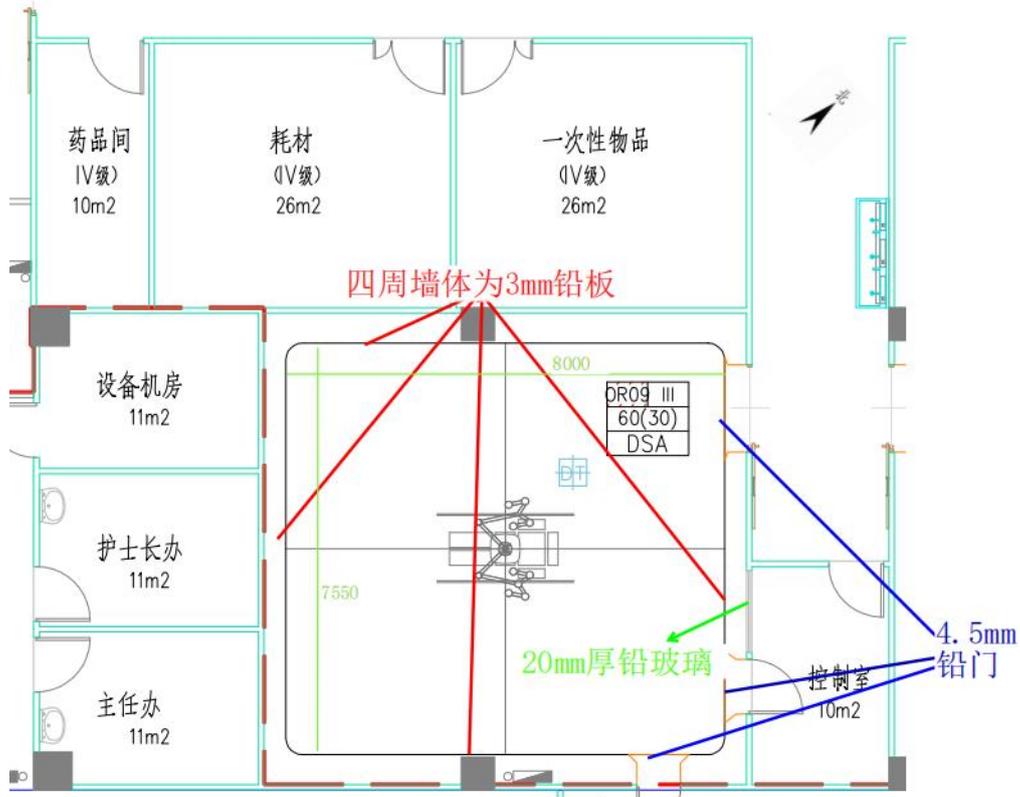


图 10-2 DSA 机房手术室屏蔽设计图

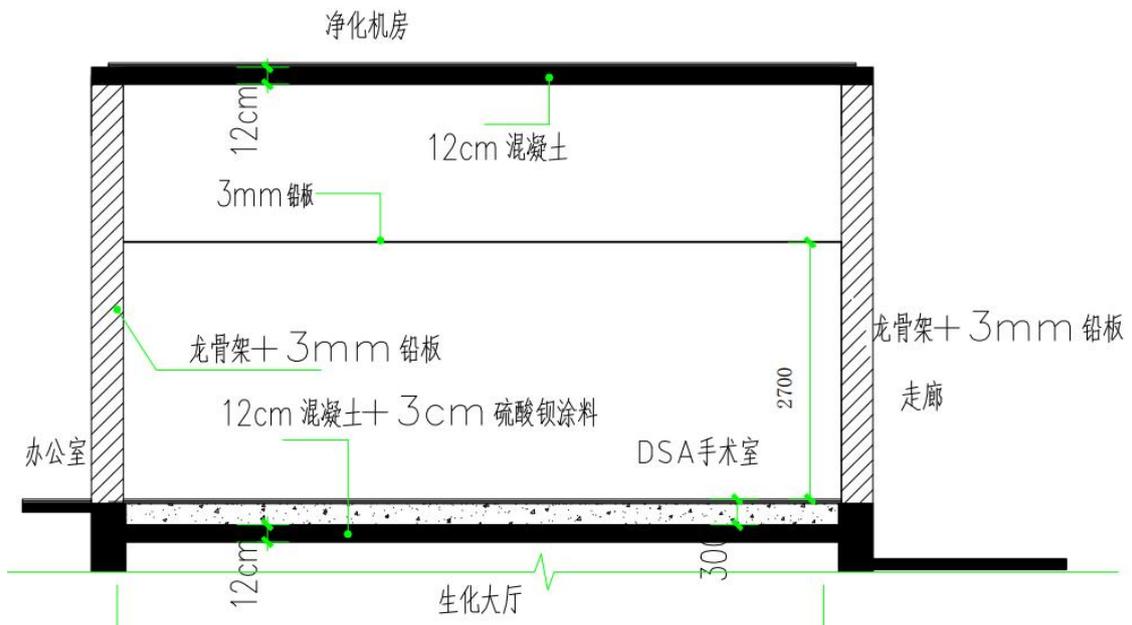


图 10-3 DSA 机房剖面图

由表10-2可知,本项目DSA手术室的屏蔽防护及机房内使用面积、单边长度均满足

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，机房设计合理。

根据建设单位提供资料，本项目射线装置场所拟采取措施有：①本项目射线装置场所四周及屋顶拟采用相应的屏蔽体对射线进行屏蔽，观察窗安装铅玻璃，观察窗四周采取铅板包边，内嵌入观察窗凹槽内，防止射线漏射；机房通道处均安装铅防护门（机房墙体与门缝的重叠部分大于10倍缝隙）。②在DSA床旁安装铅防护帘，在机头处安装铅悬挂防护屏，这些屏蔽体具有0.5mmPb的防护能力。③医生在手术室内操作时应身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等，同时使用铅悬挂防护屏和床侧防护帘进行防护，这些防护用品均具有0.5mm铅当量，医生工作时实际受到两次防护，防护能力相当于1mm铅当量。④本项目控制电缆采用桥架（250mm宽×250mm高）沿屋顶布设，在防护吊顶与装饰吊顶之间，采用斜45°穿墙，进入机房后沿墙体、地面铺设线盒，介入射线装置机座侧面电缆接入口，穿墙处距地面3m，穿墙管道用3.5mm厚铅皮包裹，前后用3.5mm铅板进行防护，能够有效防止射线泄露，穿墙部分不会影响墙体整体的防护性能。⑤风管道：风管和空调铜管均布设在防护板吊顶和装饰吊顶之间，排风管道从东南侧靠南处直穿出机房，距地面约3m，经办公走廊排出机房，穿墙部分间隙3.5mm铅板覆盖防护，排风管用3.5mm厚铅皮包裹，包裹长度为不小于风管直径（长边）3倍，排风口位于医技综合楼3楼东南侧墙外，经过防护措施处理后，能够有效防止射线直接从风管照射出机房，因此穿墙部分不影响墙体整体的防护性能和机房外的辐射水平。电缆沟和风管穿墙部分经铅皮等防护措施处理和多次杂散射后，对机房外的影响较小。

#### （2）紧急停机按钮

建设单位拟在DSA控制台上、DSA治疗床侧面上各设置1个紧急停机按钮（各按钮与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，按动任一紧急停机按钮，均可停止X线系统出束。

#### （3）门灯联锁装置、电离辐射警示标志

DSA手术室入口、屏蔽门中部设置“当心电离辐射”警示标志，警示人们注意可能发生的危险。机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，同时，工作状态指示灯能与机房门有效关联。当机房门开启时，警示灯熄灭，机房门关闭时，警示灯开启。

#### （4）个人防护用品、监测仪器

防护用品：本项目利旧已有铅衣4件、铅围脖4个、介入防护手套2套、铅眼镜2

幅、铅帽 4 件，其防护铅当量不低于 0.5mm，详见表 10-3。

表 10-3 个人防护用品配备表

放射检查类型	工作人员个人防护用品		
	GBZ130-2020 要求	拟设措施	是否满足要求
介入放射性工作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	利旧铅衣 4 件、铅围脖 4 个、介入防护手套 2 套、铅眼镜 2 幅、铅帽 4 件	满足

根据表 10-3，医院为工作人员配备的个人防护用品满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

监测仪器：为防止 DSA 操作人员被误照射，本项目将利旧已有 1 台便携式辐射监测仪和 2 台个人剂量报警仪，为每位辐射工作人员佩戴利旧个人剂量计。

#### （5）时间防护

在满足诊疗要求的前提下，在每次使用 DSA 进行诊疗之前，根据诊疗要求和病人实际情况制定最优化的诊疗方案，选择合理可行的射线照射参数，减少照射时间。

## 4、环保设施及投资分析

为了保证医用射线装置应用项目工作安全持续开展，医院应投入一定资金建设必要的环保设施，配置监测仪器和个人防护用品。具体环保设施及投资见下表10-4。

今后在实践中应根据国家发布的法规内容，结合医院实际及时对需要增加的设施、设备作补充，使之更能满足实际需要。

表 10-4 医院环保投资估算一览表

类别	设备、机房、人员	环保设施		投资金额 (万元)	备注
		已有措施	拟设措施		
废气处理	DSA 机房	--	通排风系统一套(排风量为 500m <sup>3</sup> /h)	8	--
电离辐射防护	辐射防护主体 设施工程费用	--	机房墙体、铅门、铅玻璃、防护涂料、铅悬挂防护屏、床侧防护铅帘 购买及安装施工	20	--
	专用防护设计	--	工作状态指示灯 3 套、 门灯连锁装置 3 套、电 离辐射警示标志 3 套、	1.5	

			两区划分等		
	规章制度	已制定全套规章制度	规章制度上墙	0.1	--
	辐射安全与防护培训	9名辐射工作人员参加了辐射安全与防护的培训	--	--	--
个人防护用品	项目涉及设备	铅衣4件、铅围脖4个、介入防护手套2套、铅眼镜2幅、铅帽4件	--	利旧	--
监测仪器	项目涉及设备	个人剂量计9个，便携式辐射监测仪1台，个人剂量报警仪2台	--	利旧	--
辐射项目竣工环境保护验收	--	--	竣工验收监测	5	--
事故应急	应急物资储备	--	辐射应急药品、监测设备、防护装备等应急物资储备及演练	6	--
合计				40.6	--

本项目总投资约 200 万元，环保投资约 40.6 万元，占总投资的 20.3%。

## 三废的治理

### 1、废气治理措施

本项目机房采用送排风系统进行送排风，风量均为 500 m<sup>3</sup>/h，送风装置安装于 DSA 机房上方，DSA 在曝光过程中产生少量臭氧和微量氮氧化物，经过排风管道排风机排室外，经自然稀释后对周围环境影响不大。

### 2、废水治理措施

本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液、放射性废水产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水依托医院建成后的污水处理设施处置。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院建成后污水处理站进行处理。

### 3、固体废弃物治理措施

本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理。介入手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物箱，依托医院医疗废

物管理制度统一处置。医护人员产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后定期清运。

#### **4、噪声治理措施**

机房空调和排风机工作时将产生一定的噪声，空调机组设置减振垫、排风机设置减振吊架、送、回风均设微孔板消声器，通过距离衰减和降噪措施降噪后，对周围环境影响不大。

**综上所述，医院针对 DSA 手术室产生的各项污染物采取了有效的污染防治措施。**

**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（元环审[2020]17号），本次评价不涉及。

本项目施工期主要是机房装修施工阶段和设备搬迁、安装、调试阶段。

#### **1、装修施工的环境影响**

##### **（1）大气环境影响分析**

装修过程中采用“环保型”油漆及涂料，产生的废气污染物主要是扬尘，装修过程中采取湿法作业、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）声环境影响分析**

射线装置机房在装修阶段产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准。尽量用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

##### **（3）水环境影响分析**

本项目施工期间，施工人员日常生活会排放一定量的生活污水，可依托医院污水收集系统收集处理，经处理后污水进入城市污水管网，不会对周围水环境产生大的影响。

##### **（4）固体废物**

固体废弃物主要是生活垃圾、建筑垃圾。

###### **①生活垃圾**

施工期生活垃圾产生量较小，应妥善处置，减少雨水冲刷造成地表污染，并保持施工区环境的洁净卫生。生活垃圾采用垃圾箱集中收集后由当地环卫部门统一清运；并且在施工活动中，应严格禁止影响城市生态环境和随意抛洒垃圾的行为。

###### **②建筑垃圾**

项目产生建筑垃圾主要是材料包装袋、包装箱、碎木块、废水泥等。首先对其中可回收利用部分进行回收，其次对建筑垃圾要定点堆放，由施工单位或承建单位与市

政部门联系外运至指定的建筑垃圾堆放场。

本项目施工期较短，施工量不大，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境的影响不大，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

## 2、安装调试阶段环境影响分析

本项目 DSA 从原老院区住院楼三楼 DSA 介入手术室搬迁至新院区东南侧医技综合楼三楼 DSA 手术室内，搬迁后再进行安装调试，根据医院安排，由设备厂家专业人员进行，医院不自行搬迁、安装及调试设备。在设备搬迁过程中，应加强安全保卫，由医院基建科专人负责搬迁工作，采取加强周围巡逻，禁止无关人员靠近等临时管控措施，且 DSA 在不开机状态不产生 X 射线，因此设备搬迁过程对工作人员和周围公众影响较小。

## 运行阶段对环境的影响

### 一、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搬迁，原有机房尺寸小于本项目搬迁机房，机房四周墙体防护能力大于本项目搬迁机房，因此不具类比可行性，因此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。

#### 1、理论预测

##### (一) 机房外辐射环境影响分析

本项目 DSA 主射方向向上，机头有用线束直接照向患者，不会直射到机房四周墙体、顶棚、防护门及铅窗，且 DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，参照 NCRP147 报告《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射，本项目重点考虑手术过程中泄漏辐射和散射辐射对机房外周围环境的辐射影响。

##### (1) 年附加有效剂量估算

根据辐射安全手册，X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量计算公式如下：

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

式中：

$H$ —关注点的剂量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) ;

$E$ —关注点的附加有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ ) ;

$h$ —工作负荷 ( $\text{h/a}$ ) ;

$\eta$ —对防护区的居留因子, 表示人员在防护区停留的时间; 经常有人员停留的地方取 1, 有部分时间有人员停留的地方取 1/4, 偶然有人员停留的地方取 1/16;

$W_T$ —组织权重因子, 取 1。

根据建设单位提供资料, 本项目搬迁 1 台 DSA, 由放射科、神经外科、心内科使用。放射科使用本项目 DSA 年手术量为 200 台, 年减影出束时间为 3.3h, 年透视出束时间为 66.7h, 年总出束时间为 70h; 神经外科使用本项目 DSA 年手术量为 200 台, 年减影出束时间为 3.3h, 年透视出束时间为 66.7h, 年总出束时间为 70h; 心内科使用本项目 DSA 年手术量为 300 台, 年减影出束时间为 5h, 年透视出束时间为 125h。本项目 DSA 年总出束时间为 270h, 年透视出束总时间为 258.3h, 年减影出束总时间 11.7h。

## (2) 泄漏辐射

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%。根据《辐射防护手册》(第一分册)(李德平、潘自强主编), 计算公式如下:

$$\dot{H} = \frac{\dot{X}_{1m} \times 0.1\%}{R^2} \cdot I \cdot \mu \cdot B \times 8.73 \times 10^3 \times 60 \times W_R \dots\dots\dots \text{(式 11-2)}$$

式中:  $\dot{H}$ —关注点处的泄漏辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$\dot{X}_{1m}$ —每 mA 管电压产生的 X 射线在 1m 处的照射量率,  $\text{R/mA}\cdot\text{min}$ ; 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020), X 射线设备等总过滤应不小于 2.5mmAl, 故本项目过滤片保守取 2.5mmAl; 查《辐射防护手册》(第一分册)图 4.4c, 保守考虑取 X 射线过滤为 2.0mmAl 的情况下不同管电压对应的 X 射线照射量率, 当减影管电压为 80kV 时, 查得  $\dot{X}_{1m} = 0.70\text{R}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ; 当透视管电压为 75kV 时, 查得  $\dot{X}_{1m} = 0.65\text{R}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ;

$R$ —辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

$I$ —管电流, mA; DSA 减影 500mA, 透视 10mA;

$\mu$ —利用因子, 取 1;

$W_R$ —辐射权重，取 1；

$B$ —屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中公式计算：

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

式中： $X$ —屏蔽材料铅当量厚度，mm；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ —对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；本项目 DSA 透视最大管电压 75kV、减影最大管电压 80kV，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 无 75kV、80kV 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  $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ 。

本项目 DSA 手术室四周各关注点的泄漏辐射计算结果见表 11-1。

表 11-1 DSA 手术室内及周围各预测点漏射辐射预测结果表

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 $B$	居留因子 $\eta$	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	有效剂量 (mSv/a)
序号	方位	位置							
1	机房东北侧	控制室	透视	5	20mm 厚铅玻璃 (4mm 铅当量)	3.69E-07	1	5.03E-05	1.30E-05
			减影			3.69E-07		2.71E-03	3.17E-05
2	机房北侧	洁净走廊	透视	5.2	病人铅门 (4.5mm 铅当量)	7.96E-08	1/4	1.00E-05	6.47E-07
			减影			7.96E-08		5.40E-04	1.58E-06
3	机房西北侧	一次性物品间、耗材间	透视	4.5	3mm 铅板 (3mm 铅当量)	7.93E-06	1/4	1.33E-03	8.61E-05
			减影			7.93E-06		7.18E-02	2.10E-04
4	机房东北侧	洁净走廊、手术室、无菌器械间	透视	4.5	3mm 铅板 (3mm 铅当量)	7.93E-06	1/4	1.33E-03	8.61E-05
			减影			7.93E-06		7.18E-02	2.10E-04
5	机房东南侧	污物走廊、护士办公室、示教室、保洁间、污物暂	透视	4.5	3mm 铅板 (3mm 铅当量)	7.93E-06	1/4	1.33E-03	8.61E-05
			减影			7.93E-06		7.18E-02	2.10E-04

		存间							
6	机房 南侧	更衣室、 保洁间、 术中休 息室、五 官科诊 室	透视	6.3	3mm 铅板 (3mm 铅当量)	7.93E-06	1/4	6.80E-04	4.39E-05
			减影			7.93E-06		3.66E-02	1.07E-04
7	机房 西南 侧	办公室、 更衣间、 换鞋间、 卫生间、 公众休 息等候 区	透视	4.5	3mm 铅板 (3mm 铅当量)	7.93E-06	1/4	1.33E-03	8.61E-05
			减影			7.93E-06		7.18E-02	2.10E-04
8	机房 楼上	净化机 房	透视	3.6	12cm 混凝土+ 3mm 厚铅板 (4.38mm 铅当 量)	1.15E-07	1/16	3.02E-05	4.88E-07
			减影			1.15E-07		1.63E-03	1.19E-06
9	机房 楼下	生化大 厅	透视	3.6	12cm 混凝土+ 3cm 厚硫酸钡涂 料(4.06mm 铅 当量)	3.07E-07	1	8.07E-05	2.08E-05
			减影			3.07E-07		4.34E-03	5.08E-05

### (3) 散射辐射

对于病人体表的散射 X 射线可以用反照率法估计。可按下式进行预测估算（引用辐射防护手册第一分册，P437）：

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

11-4)

式中：

$H_s$ ——预测点处的散射辐射当量剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{X}_{1m}$ ——每 mA 管电压产生的 X 射线在 1m 处的照射量率， $\text{R/mA}\cdot\text{min}$ ；根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），X 射线设备等效总过滤应不小于 2.5mmAl，故本项目过滤片保守取 2.5mmAl；查《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，保守考虑取 X 射线过滤为 2.0mmAl 的情况下不同管电压对应的 X 射线照射量率，当减影管电

压为 80kV 时，查得  $\dot{X}_{1m} = 0.70R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；当透视管电压为 75kV 时，查得  $\dot{X}_{1m} = 0.65R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

$\alpha$ ——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 查表取值，本项目 DSA 透视最大管电压 75kV、减影最大管电压 80kV，保守取管电压 100kV、散射角 30°的散射比  $\alpha$  为  $1.5 \times 10^{-3}$ ；

S——散射面积， $\text{cm}^2$ ，取  $100\text{cm}^2$ ；

$d_0$ ——靶点与病人的距离，m，取 0.5m；

$d_s$ ——病人与预测点的距离，m；

B——屏蔽透射因子；本项目 DSA 透视最大管电压 75kV、拍片最大管电压 80kV，根据式（11-2）计算，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 无 75kV、80kV 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  $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ ；

I——管电流，mA；DSA 减影 500mA，透视 10mA；

$\mu$ ——利用因子，取 1；

$W_R$ ——辐射权重，取 1。

本项目 DSA 手术室四周各关注点的散射辐射计算结果见表 11-2。

表 11-2 DSA 手术室周围各预测点散射辐射预测结果表

序号	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	居留因子 $\eta$	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	有效剂量 (mSv/a)
	方位	位置							
1	机房东北侧	控制室	透视	5	20mm 厚铅玻璃 (4mm 铅当量)	3.69E-07	1	7.54E-05	1.95E-05
			减影			3.69E-07		4.06E-03	4.75E-05
2	机房北侧	洁净走廊	透视	5.2	病人铅门 (4.5mm 铅当量)	7.96E-08	1/4	1.50E-05	9.71E-07
			减影			7.96E-08		8.10E-04	2.37E-06
3	机房西北侧	一次性物品间、耗材间	透视	4.5	3mm 铅板 (3mm 铅当量)	7.93E-06	1/4	2.00E-03	1.29E-04
			减影			7.93E-06		1.08E-01	3.15E-04
4	机房东北侧	洁净走廊、手术	透视	4.5	3mm 铅板 (3mm 铅当量)	7.93E-06	1/4	2.00E-03	1.29E-04
			减影			7.93E-06		1.08E-01	3.15E-04

	侧	室、无菌器械间							
5	机房东南侧	污物走廊、护士办公室、示教室、保洁间、污物暂存间	透视	4.5	3mm 铅板 (3mm 铅当量)	7.93E-06	1/4	2.00E-03	1.29E-04
			减影			7.93E-06		1.08E-01	3.15E-04
6	机房南侧	更衣室、保洁间、术中休息室、五官科诊室	透视	6.3	3mm 铅板 (3mm 铅当量)	7.93E-06	1/4	1.02E-03	6.59E-05
			减影			7.93E-06		5.49E-02	1.61E-04
7	机房西南侧	办公室、更衣间、换鞋间、卫生间、公众休息等候区	透视	4.5	3mm 铅板 (3mm 铅当量)	7.93E-06	1/4	2.00E-03	1.29E-04
			减影			7.93E-06		1.08E-01	3.15E-04
8	机房楼上	净化机房	透视	3.6	12cm 混凝土+ 3mm 厚铅板 (4.38mm 铅当量)	1.15E-07	1/16	4.53E-05	7.32E-07
			减影			1.15E-07		2.44E-03	1.78E-06
9	机房楼下	生化大厅	透视	3.6	12cm 混凝土+ 3cm 厚硫酸钡 涂料 (4.06mm 铅当量)	3.07E-07	1	1.21E-04	3.12E-05
			减影			3.07E-07		6.51E-03	7.62E-05

#### (4) 预测结果

根据前述计算结果，本项目 DSA 手术室围各预测点总的辐射剂量率见表 11-3。根据表 11-3 可知，DSA 手术室周围各预测点的辐射剂量率最大值为  $1.83 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值应不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  的要求。

表 11-3 DSA 手术室周围各预测点总的附加剂量率结果表

预测点			模式	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	控制室	透视	5.03E-05	7.54E-05	6.90E-03

	东北侧		减影	2.71E-03	4.06E-03	
2	机房北侧	洁净走廊	透视	1.00E-05	1.50E-05	1.38E-03
			减影	5.40E-04	8.10E-04	
3	机房西北侧	一次性物品间、耗材间	透视	1.33E-03	2.00E-03	1.83E-01
			减影	7.18E-02	1.08E-01	
4	机房东北侧	洁净走廊、手术室、无菌器械间	透视	1.33E-03	2.00E-03	1.83E-01
			减影	7.18E-02	1.08E-01	
5	机房东南侧	污物走廊、护士办公室、示教室、保洁间、污物暂存间	透视	1.33E-03	2.00E-03	1.83E-01
			减影	7.18E-02	1.08E-01	
6	机房南侧	更衣室、保洁间、术中休息室、五官科诊室	透视	6.80E-04	1.02E-03	9.32E-02
			减影	3.66E-02	5.49E-02	
7	机房西南侧	办公室、更衣间、换鞋间、卫生间、公众休息等候区	透视	1.33E-03	2.00E-03	1.83E-01
			减影	7.18E-02	1.08E-01	
8	机房楼上	净化机房	透视	3.02E-05	4.53E-05	4.15E-03
			减影	1.63E-03	2.44E-03	
9	机房楼下	生化大厅	透视	8.07E-05	1.21E-04	1.11E-02
			减影	4.34E-03	6.51E-03	

根据前述计算结果，本项目 DSA 手术室周围各预测点总的年受照有效剂量见表 11-4。根据表 11-4 可知，DSA 手术室控制室职业人员年有效剂量最大为  $1.12 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，均低于本次评价的职业年有效剂量管理限值  $5 \text{mSv/a}$ ；DSA 手术室周围公众年有效剂量最大为  $7.40 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，均低于本次评价的公众年有效剂量管理限值  $0.25 \text{mSv/a}$ 。

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 11-4 DSA 手术室周围各预测点总的附加剂量结果表

预测点			模式	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	透视	1.30E-05	1.95E-05	1.12E-04
			减影	3.17E-05	4.75E-05	
2	机房北侧	洁净走廊	透视	6.47E-07	9.71E-07	5.57E-06
			减影	1.58E-06	2.37E-06	
3	机房西北侧	一次性物品间、耗材间	透视	8.61E-05	1.29E-04	7.40E-04
			减影	2.10E-04	3.15E-04	

4	机房 东北侧	洁净走廊、手术 室、无菌器械间	透视	8.61E-05	1.29E-04	7.40E-04
			减影	2.10E-04	3.15E-04	
5	机房 东南侧	污物走廊、护士办 公室、示教室、保 洁间、污物暂存间	透视	8.61E-05	1.29E-04	7.40E-04
			减影	2.10E-04	3.15E-04	
6	机房 南侧	更衣室、保洁间、 术中休息室、五官 科诊室	透视	4.39E-05	6.59E-05	3.78E-04
			减影	1.07E-04	1.61E-04	
7	机房 西南侧	办公室、更衣间、 换鞋间、卫生间、 公众休息等候区	透视	8.61E-05	1.29E-04	7.40E-04
			减影	2.10E-04	3.15E-04	
8	机房楼 上	净化机房	透视	4.88E-07	7.32E-07	4.19E-06
			减影	1.19E-06	1.78E-06	
9	机房楼下	生化大厅	透视	2.08E-05	3.12E-05	1.79E-04
			减影	5.08E-05	7.62E-05	

叠加剂量分析：因本项目放射科技师除参与本项目 DSA 操作外，还负责操作放射科其他 III 类射线装置，因此控制室辐射工作人员所受剂量与个人剂量检测报告中年最大剂量值进行叠加，即  $1.12E-04+0.86=0.8601\text{mSv/a}$ ，满足低于职业年有效剂量管理限值  $5\text{mSv/a}$ 。

## （二）机房内辐射环境影响分析

根据医院提供资料，DSA 手术室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 和图 I.3 规定：透视防护区检测平面上周围剂量当量率应不大于  $400\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目辐射工作人员在手术室内操作时身穿铅衣、戴铅围脖等，这些防护用品均为  $0.5\text{mm}$  铅当量。本项目 DSA 透视最大管电压  $75\text{kV}$ ，查《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 C.2 无  $75\text{kV}$  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  $90\text{kV}$  对应的 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，查得铅对于  $90\text{kV}$  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， $0.5\text{mm}$  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  $400\mu\text{Sv/h}\times 0.0252=10.08\mu\text{Sv/h}$ 。

综合以上分析，本项目机房内辐射工作人员年附加有效剂量估算结果见表 11-5。

表 11-5 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	放射科	66.7	1	66.7	10.08	1	0.67
	神经外科	66.7	1	66.7	10.08	1	0.67
	心内科	125	1	125	10.08	1	1.26

本项目医生除从事本项目之外，不再从事医院现有的其他辐射工作，评价范围内无其他射线装置，因此，根据以上预测结果可知，放射科与神经外科医生受到的年有效剂量均为 0.67mSv/a，低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；心内科医生受到的年有效剂量为 1.26mSv/a，低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。

综上，根据理论预测结果表明，本项目运行后，职业人员年有效剂量最大为 1.26mSv/a，低于职业年有效剂量管理限值 5mSv/a；周围公众年有效剂量最大为  $7.40 \times 10^{-4}$ mSv/a，低于公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a。经机房实体屏蔽防护后，本项目投入使用后对评价范围（50m）内环境保护目标环境影响较小。

## 二、大气环境影响分析

根据设计单位提供资料，本项目 DSA 手术室采用通风系统进行送排风，本项目介入手术室采用空调通风和排风机排风，通排风量为 500 m<sup>3</sup>/h，送风装置安装于 DSA 机房上方，DSA 在曝光过程中产生少量臭氧和微量氮氧化物，经过净化空调排风机排至室外，经自然稀释后对环境影响较小。

## 三、水环境影响分析

本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液、放射性废水产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水依托医院建成后的污水处理设施处置。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院建成后的污水处理站进行处理，医院整体迁建后将建设 600m<sup>3</sup>/d 的污水处理站一座，本项目产生的少量污水依托医院 600m<sup>3</sup>/d 的污水处理站处理达到《医疗机构水污染排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 等级标准后排入医院南侧规划 2 号路市政污水管网，最终进入元江县污水处理厂进行处理，医院污水处理站处理能力涵盖了本项目废水，本项目产生的少量污水依托医院污水处理站处理可以满足使用需求。

因此，本项目不会对区域水环境产生明显影响。

#### 四、声环境影响分析

本项目噪声主要来源于机房通排风系统的风机，拟采用低噪声设备，设置减振和隔声措施。经距离衰减、物体阻挡及吸声后，对医院厂界噪声的贡献较小，因此对项目所在区域声学环境影响较小。

#### 五、固体废弃物环境影响分析

(1) 本项目 DSA 采用数字成像，主要是对手术病人进行诊断治疗，不打印胶片，无废显影液、定影液、洗片废液及废胶片产生。

(2) 介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，每台手术约产生 0.5kg 医疗废物，其中包含平均每台手术约产生未注射完的废造影剂及造影剂包装瓶约 0.05kg，每年约进行 700 台介入手术，医疗废物年产生量为 350kg/a。介入手术产生的医疗废物采用专门的收集容器暂存，由专人每天到科室收集到院内医疗废物暂存点，按照医疗废物执行转移联单制度，定期由医疗废物处置单位统一收集处置。

(3) 工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

因此，本项目不会对周围产生明显影响。

#### 事故影响分析

本项目搬迁 1 台 DSA，属于 II 类射线装置，对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机出束时才会产生 X 射线等危害因素。其 X 能量不大，曝光时间比较短，事故情况下，人员误入或误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

##### 1、II 类射线装置（DSA）事故状态分析

II 类射线装置可能发生的四种事故工况：

- (1) 工作人员在防护门关闭前还未撤离机房启动设备曝光，造成相关人员误照；
- (2) 在防护门未关闭时即进行曝光，造成防护门附近人员受到照射；
- (3) 铅门开关装置和报警系统发生故障，导致无关人员误入受到照射；
- (4) 进行介入治疗时，机房内的医护人员违规操作，未穿防护服即进行手术，致使机房内医护人员受到照射。

## 2、事故情况下环境影响分析

根据以上可能发生的事故可以看出，事故情况下人员均处于非主束方向。其中事故工况（1）~（3），保守按公众误入或未撤离或防护门未关闭、与射线束之间最近距离为 0.3m、无防护来考虑事故情况下人员受到的有效剂量当量；事故工况（4），保守按职业人员未穿防护服且无铅玻璃及床侧防护帘遮挡、与射线束之间最近距离为 0.3m 来考虑事故情况下人员受到的有效剂量当量。

按“（二）机房内辐射环境影响分析”，不同事故情况下工作人员及公众所受到的有效剂量当量见表 11-6。

表 11-6 不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

事故情况	与射线束之间最近距离 (m)	人员	防护情况	所致剂量当量估算 (mSv/h)	年剂量限值 (mSv)	曝光时间 (h)
公众（误入或未撤离、或防护门未关闭）	0.3	公众	无防护	0.4	1	2.5
职业人员	0.3	职业	未穿防护服且无铅玻璃及床侧防护帘遮挡	0.4	20	50.0

从表 11-6 估算结果可以看出，①公众误入、未撤离机房或防护门未关闭时即进行曝光，在机房内与射线束侧向之间距离 0.3m，受照射时间达到 2.5h 时所致剂量为 1mSv/a，达到公众年剂量限值，可造成公众超剂量照射；②职业人员在未穿防护服且无铅玻璃及床侧防护帘遮挡情况下，受照射时间达到 50.0h 时所致剂量为 20mSv/a，达到职业年剂量限值，可造成职业人员超剂量照射；

《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案（2022 年修订版）》第 2 点规定：根据辐射事故的性质、程度、可控性和影响范围等因素，将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

根据其规定，本项目可能发生的事故其中第 2.4 点中“属于放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超年剂量限值的照射”，为一般辐射事故。

## 3、事故风险防范措施

对前述本项目 X 射线装置可能发生的事故情况，为了防止其发生，应采取多种风险防范措施：

- ①具有紧急停止按钮，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显

示；

②机房的防护门外近处有醒目的电离辐射警告标志及工作指示灯；

③必须按操作规程并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；

④操作台和机房内机器操作面板上均安装有紧急停机按钮；

⑤介入手术时，操作医生需确认机房内无其他闲杂人等、铅防护门正常关闭之后才能开启曝光；

⑥辐射工作人员在进行辐射工作时必须穿戴防护用品，并佩带个人剂量计和携带个人剂量报警仪，严禁在无任何防护措施情况下进行曝光。

⑦定期认真地对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；

⑧辐射工作人员需严格按射线装置操作规程进行操作，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

⑨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。

⑩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。

#### 4、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“紧急停机按钮”），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。

以上的各种安全装置、事故防范与对策措施，体现了国家标准（GB18871-2002）中规定要求。有了以上安全防范设施、加上人员的正确操作和认真执行各种安全规章制度，即可减少或避免人员误入和超剂量照射事故的发生，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。辐射事故应急预案见附件 5。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

结合医院辐射工作实际，医院于 2020 年 5 月 20 日发布了《元江县人民医院关于调整元江县人民医院辐射安全防护领导小组的通知》，对医院辐射安全防护领导小组进行了调整，医院副院长宗杰担任组长，医务科主任李卫莉、总务科主任杨贵华、放射科主任杨亚红担任副组长总务科副主任叶继华、设备科科长李少灼、放射科全体工作人员为成员，下设办公室设在放射科，并明确了各成员岗位职责，医院配置了 1 名专职人员负责辐射安全与环境保护管理工作。

**辐射安全管理规章制度**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关管理要求，使用射线装置的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《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年版）的相关要求，将其与医院管理制度现状列于表 12-1 中进行对照分析。

**表 12-1 管理制度汇总对照表**

序号	检查项目		落实情况	备注
1	A 综合	辐射防护安全管理制度	已有，已落实	根据本项目设备情况，更新操作规程，完善相关管理制度
2	B 场所	操作规程	已有，已落实	
3	设施	辐射安全和防护设施维护维修制度	已有，已落实	
4	C 监测	监测方案	已有，已落实	
5		监测仪表使用与校验管理制度	已有，已落实	
6	D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已有，已落实	
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	已有，已落实	
8	E 应急	辐射事故应急预案	已有，已落实	

根据表 12-1，医院的辐射安全管理规章制度如下：

①制定了放射防护使用（管理）制度、岗位职责管理制度、辐射防护和安全保卫制度，加强对放射工作场所的管理工作，防止出现辐射事故；规定了设备、维护保养工作，使设备处于良好运行状态。医院应加强对放射工作场所的管理工作，防止辐射事故的发生。

②制定了人员培训制度，对没有参加培训的放射工作人员，尽快安排参加环保部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核。

③制定了医院设备检修维护制度，严格控制设备安全质量，防止出现安全事故。医院应按《辐射设备维护保养制度》定期对射线装置进行维护及保养，确保设备的正常使用，防止出现安全事故。

④制定了环境辐射监测方案，方案中明确了医院对工作场所进行自助监测和委托有资质单位进行年度监测、个人计检测不超过三个月。医院应补充监测方案内容。如需说明监测时的布点要求、监测时所使用的国家标准、以及监测后的数据处理等内容。

⑤制定了辐射事故应急预案，规定了应急处理领导小组的职责、具体的处置流程、联系电话、事故上报等内容以应对可能发生的辐射事故。医院应针对可能发生的辐射事故等级，在细化辐射事故应急预案，明确辐射事故的等级以及每个等级需要的物资、响应时间及发生辐射事故后的具体处理流程，确保应急预案具有可操作性，并且定期自查、组织应急演练和监测等措施以应对可能发生的辐射事故。

同时，根据医院《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（2022年度）》，包括基本信息、射线装置台账及年度增减情况、辐射安全和防护设施的运行与维护情况、辐射安全和防护制度的制定与落实情况、辐射工作人员变动、培训情况、工作场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据、辐射事故及应急响应情况、核技术利用项目本年度新建、改建、扩建和退役情况、存在的安全隐患及其整改情况，评估结果均满足管理要求。

医院各项规章制度的执行与落实情况如下：

①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、辐射应急处理措施均满足相应规定要求，医院将继续加强各辐射安全设施的日常管理维护工作，监测设备的定期检查工作，确保辐射安全和防护设施正常运行；

②医院按要求委托有资质的单位进行了年度监测和个人剂量检测。

③医院自从事辐射诊疗以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安

全事故；

④医院制定了《辐射事故应急预案》，并进行了演练。

综上，医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性。在医院辐射安全管理领导小组领导下，明确各科室人员责任，按照制定的辐射安全管理规章制度各科室人员严格落实，定期对辐射安全控制效果进行评议，制度执行情况较好。此外，医院需进一步完善各项规章制度，并落实专人负责；从事辐射诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行辐射诊疗工作；对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急预案响应程序等制度应张贴于工作场所墙面醒目处。

## 辐射监测

根据医院《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（2022年度）》，医院按要求委托有资质的单位进行了年度监测和个人剂量检测，检测结果均满足相关要求。

根据《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》及相关管理要求，医院应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、X射线监测仪等。

个人剂量报警仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度，在辐射水平较高或可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。医院应建立放射性诊疗项目的日程辐射监测方案，每年1~2次对项目涉及的设备四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境部门开展的辐射监督（监测）检查。项目运行过程中，每年应请具备有资质的监测单位对工作场所辐射情况进行监测，判断射线装置是否处于有效屏蔽状态，防止意外发生。监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报当地生态环境主管部门。

建设方应为医院所有辐射工作人员配备个人剂量计，保证所有辐射工作人员在进行辐射工作时专人佩戴，每季度定期送相关专业单位检测个人剂量，并建立个人剂量健康档案。并对检测结果及时分析，若检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况，应及时查明原因，及时解决。

### 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《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，对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、工作场所监测

根据《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》及相关管理要求，医院应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警仪、便携式辐射监测仪等，定期或不定期对项目中涉及的场所四周屏蔽措施进行检查；同时接受生态环境主管部门开展的辐射环境监督（监测）检查，监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，上报当地生态环境行政主管部门。

设备配置：医院配备1台便携式辐射监测仪。

监测要求：

- （1）监测项目：X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率；
- （2）监测频率：委托有监测资质单位至少每年监测1次，监测报告附录到年度评估报告中，监测数据应存档备案；医院每季度自行监测一次，确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行；

(3) 监测范围：在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、控制室操作台、机房内第一手术位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等）开展 X- $\gamma$  辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）监测；

(4) 监测设备或监测单位：医院所购买的监测仪器需按照国家规定进行计量检定，如果医院不具备监测条件的需委托有监测资质的单位进行监测。

医院针对核技术应用项目已经制定了相应的辐射监测方案，其中列出了监测项目、监测频次、监测范围等，具体的监测计划见下表 12-2。

表 12-2 项目监测计划一览表

项目	监测项目	监测频度	监测范围	监测设备
自主监测	X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	每季度至少 1 次	在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、控制室操作台、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等）开展 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）监测	X- $\gamma$ 辐射监测仪
委托监测	X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率	竣工环保验收监测	在运行前对屏蔽墙外 30cm 处的 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率进行一次监测；运行中，对屏蔽墙外 30cm 处的 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率进行巡测，并选择部分关注点位（机房防护门及缝隙处、穿墙孔洞、控制室操作台、机房内第一手术位、机房内第二术者位、机房屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下区域等）开展 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率（开关机时各测量一次）监测	X- $\gamma$ 辐射监测仪
		编制辐射防护年度评估报告（每年 1 次）		
	职业性外照射个人剂量	每 90 天送有资质的单位监测	本项目辐射工作人员	个人剂量计

## 辐射事故应急

为了加强对各放射治疗、诊断设备的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了《辐射事故应急处理预案》。

医院成立了辐射事故应急处理领导小组，下设办公室，明确了各小组组长、成员及职责，应急预案规定了应急处理流程，包括应急处理措施、辐射事故处置程序、预防事故措施、事故报告、善后处理等，内容较全，措施得当，便于操作，在应对辐射事故和突发性事件时基本可行。

针对应急预案，应完善的措施：明确应急仪器、设备的负责人及存放位置、做好应急和救助的资金、物资准备、加强应急人员的组织培训等。

根据《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022年修订），本项目可能发生的辐射事故为一般辐射事故。一旦发生辐射事故，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告和公安部门报告，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。

医院2022年10月对《辐射事故应急预案》进行了修订，并进行了演练。

## 能力分析

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲（2021年版）》和《云南省核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序（2021年版）》的通知（云环通[2021]227号）、《医疗废物管理条例》，使用射线装置的单位应具备的条件，对建设方建设本项目应具备的能力进行分析并提出完善措施。元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院辐射防护所采取的技术措施和管理措施进行对照分析见表12-3。

表 12-3 使用 II 类射线装置能力分析

序号	应具备的条件	规定要求	落实情况	报告要求
1	放射性诊疗项目的屏蔽设计	放射性诊疗项目机房建筑（包括辐射防护墙、门、窗）的防护厚度应充分考虑 X 射线直射、散射、漏射效应。	建设方按照设计单位的设计建设 DSA 手术室，并请有资质的单位进行防护门的设计、修建，能满足环评需要。	建设方应按计划认真做好相应的防护工作，做好日常监测。

2	安全 联锁	射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	DSA 手术室设置工作状态指示灯 3 套、警示标志 3 套和门灯连锁装置 3 套。	建设方要严格执行相关操作规程、检修、检验工作，定期维护，确保辐射安全。
3	紧急止 动装置	在诊断、诊疗室内墙上应安装多个串联并有明显标识的“紧急止动”开关，该开关应与控制台上的“紧急止动”按钮联动。一旦按下按钮，放射性诊疗设备的高压电源被切断。	在 DSA 手术室检查位设有紧急止动按钮，该装置与设备连锁，使误留于室内人员可通过紧急止动按钮使照射终止。	运营时严格按计划执行，定期维护，确保辐射安全。
4	警示 标志	射线装置机房防护门外及与其他公共场所相连接处应设置固定的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，控制区边界应设置明显可见的警告标识。	机房工作区域拟设置警示标志 3 套和工作状态指示灯各 3 套。	落实控制区、监督区的划分，设置警戒线和警示标志。
5	通风 系统	放射性诊疗项目机房内应设置相应排风量的通风系统，使臭氧浓度低于国家标准要求。	DSA 手术室采用通排风系统进行通排风，通风量为 500 m <sup>3</sup> /h。	定期维护，满足通排风和防护屏蔽要求。
6	管理 人员 要求	使用 II 类射线装置的，应当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。	成立了辐射防护领导小组，负责有关正常工作条件的保障及解决放射实践中出现的各种防护问题。	确保有符合要求的辐射安全与环境保护工作管理人员开展这方面的工作。
7	操作 人员 要求	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	项目涉及的辐射工作人员中 9 人均参加辐射安全与防护培训并考核合格。	对于即将到期或新上任辐射工作人员需参加辐射安全与防护学习的人员应参加生态部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并参加考核，考核合格后方可上岗。

8	辐射安全许可证	必须取得环境保护行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	已于 2021 年 8 月 31 日办理了《辐射安全许可证》(云环辐证[00181])的延续换证工作,有效期至 2026 年 8 月 30 日,使用种类和范围为:使用 II 类、III 类射线装置。	本项目审批完成后,应重新申领《辐射安全许可证》。
9	设备维护	每个月对本项目诊疗设备的配件、机电设备和监测仪器,特别是安全连锁装置,进行检查、维护。	制定了《放射诊疗设备维修保养制度》,定期对本项目诊疗设备进行检查、及时维护更换部件。	医院应按计划认真做好相应的防护工作,完善相关制度和记录。
10	个人剂量管理	每名放射性仪器设备的操作人员应配备 1 个人剂量片。个人剂量片应编号并定人配戴,定期送交有资质的检测部门进行测量,并建立个人剂量档案。	本项目为放射性工作人员均佩戴了个人剂量计,并进行了送检,建立了个人剂量档案。	严格要求工作人员正确佩戴个人剂量计上岗,每个季度定期送检,并对检测结果及时分析,对检测结果存在超过个人剂量管理限值的情况及时上报查明原因,及时解决,个人剂量档案应终身保存。
11	档案记录	应建立设备运行、维修、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度,并存档备查。	建设方对从事放射工作的工作人员建立个人剂量档案,并定期对其进行个人剂量监测。医院建立了设备运行、维修档案。	医院应及时更新妥善保存相关档案。
12	辐射监测方案	应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案。	医院制定了《辐射监测方案》。	项目运行后每年至少委托有资质的单位进行一次辐射环境监测,建立监测技术档案,监测数据定期上报生态环境主管部门备案。

13	辐射防护安全管理制度	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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	目前医院已具备和制定的管理制度：《医院辐射安全保卫制度》、《安全操作规程》、《辐射安全维修与维护制度》、《辐射安全管理机构设施》、《射线装置管理制度》、《辐射环境监测方案》、《监测仪器检验与刻度管理制度》、《辐射工作人员资质管理制度》、《辐射工作人员岗位职责管理制度》、《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》等。	医院应进一步完善更新各项规章制度等,并落实专人负责。从事放射性诊疗的工作人员必须严格按照制定的规章制度和应急处理措施进行放射诊疗工作,所有制度应张贴上墙。
14	质量保证	使用放射性同位素和射线装置进行放射诊疗的医疗卫生机构,应当依据国务院卫生主管部门有关规定和国家标准,制定与本单位从事的诊疗项目相适应的质量保证方案。	医院已制定《放射诊疗质量保证大纲和质量控制计划》。	医院应进一步完善更新质量保证方案,遵守质量保证监测规范,按照医疗照射正当化和辐射防护最优化的原则,避免一切不必要的照射,并事先告知患者和受检者辐射对健康的潜在影响。
15	废物处理方案	应具有确保项目产生固体废物、废水、废气达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	固体废弃物和废水依托医院主体工程处理设施处置,对项目运用过程中产生的废气采用净化空调排出。	医疗废物和医疗废水应与普通固废和生活污水分开收集或处理。
16	辐射事故应急预案	有完善的辐射事故应急措施。	医院制定了《元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院辐射事故应急处理预案》,应急预案中包括辐射事故应急的指挥体系、应急处置、应急保障等。	应急预案还应补充完善应急人员的培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备等,将事故发生的概率和事故危害控制到最低程度。

17	国家核 技术利 用辐射 安全管 理系统 数据情 况	应按有关要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告,并于次年1月31日前上传“全国核技术利用辐射安全申报系统”。	医院已严格按照要求定期编写2023年度辐射安全和防护状况年度自查评估报告,并定期按时上传“全国核技术利用辐射安全申报系统”。	本项目搬迁后,按照要求定期对国家核技术利用辐射安全管理系统进行维护,并上传相关文件数据。
18	固体废 物处置	本项目固体废物主要为医务人员工作时产生少量生活垃圾。介入手术产生少量纱布、手套等医疗废物	生活垃圾依托医院建成后生活垃圾处置设施;医疗废物按规范要求分类收集、或消毒、或毁形、包装后,暂存在危废暂存间,依托医院医疗废物处置措施,委托具有医疗废物处置能力单位进行处置。符合《医疗废物管理条例》(国务院令 第380号)“医疗废物应及时交由医疗废物集中处置单位处置”要求。	项目建成运行后,严格按照要求定期分类处置本项目产生的生活垃圾及医疗废物。

根据上表所述,元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院按照本报告提出的要求进行落实后具备了《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》使用射线装置的单位申领许可证应具备的条件,具备了使用本次评价搬迁的1台DSA(Ⅱ类射线装置)的能力。

**表 13 结论与建议**

## **结论**

### **1、项目概况**

本项目拟将元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院原老院区住院楼 3 楼 DSA 介入室的 1 台 Artis Q ceiling 型数字减影血管造影机（DSA）搬迁至新院区东南侧医技综合楼三楼 DSA 手术室内，本项目 DSA 最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。项目总投资 200 万元，其中环保投资 40.6 万元，占项目总投资的 20.3%。

### **2、产业政策符合性及规划符合性结论**

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目的建设属于规定中第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

项目位于元江县联络线与规划 2 路东北角，用地性质为城市建设用地，项目用地经政府征地后划拨给元江县人民医院，用途为医卫慈善用地。且医院于 2019 年 11 月已取得元江哈尼族彝族傣族自治县自然资源局建设项目选址意见书，医院选址符合城乡规划要求。本项目位于医院医技楼综合楼三楼内，不涉及新增用地，因此符合元江县城市总体规划。

### **3、本项目选址及平面布置合理性分析**

#### **（1）选址合理性分析**

本项目 DSA 位于手术室区域，避开了流通人群相对较多的门诊区域，且也尽量避开进出人流通道，同时，该医院周围无自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等生态敏感点和环境敏感点，周围没有建设的制约因素，本项目所开展的核技术应用项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响可接受。从辐射安全和环境保护

的角度分析，项目选址合理。

#### (2) 平面布置合理性分析

本项目 DSA 手术室位置相对独立，人流较少，降低了公众受到照射的可能性，单独设置了医生通道、病人通道及污物通道，便于治疗和管理。本项目总平面布置是合理的。

### 4、项目代价利益分析

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，提高对疾病的诊治能力。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及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则。

### 5、辐射环境质量现状

经过对与本项目相关的医院辐射环境质量现状监测，元江哈尼族彝族傣族自治县人民医院 DSA 机房拟建地环境现状 X- $\gamma$ 辐射剂量率范围  $4.3\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 4.9\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，与本次监测的医院背景值  $8.5\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 8.9\times 10^{-8}\text{Gy/h}$  水平相当，属于医院正常 X- $\gamma$ 辐射水平。

### 6、环境影响评价结论

#### (1) 辐射防护措施有效性结论

本项目 DSA 所在机房均采取了实体防护和专业辐射防护措施，防护效果满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，设备自带有辐射防护设备，建设单位制定了有针对性的操作规程，医务人员工作时穿戴铅衣、铅帽、铅围脖等辐射防护用品，通过以上各项防护措施的综合使用，可有效的防止 X 射线产生的辐射影响，对公众和职业人员所致剂量低于本次评价的管理限值要求。

#### (2) 辐射环境影响分析结论

根据理论预测结果表明，本项目运行后，职业人员年有效剂量最大为  $1.25\text{mSv/a}$ ，低于职业年有效剂量管理限值  $5\text{mSv/a}$ ；周围公众年有效剂量最大为  $7.40\times 10^{-4}\text{mSv/a}$ ，低于公众年有效剂量管理限值  $0.25\text{mSv/a}$ 。经机房实体屏蔽防护后，本项目投入使用后对评价范围（50m）内环境保护目标环境影响较小。

#### (3) 水环境影响分析结论

①施工期：本项目施工期间，施工人员日常生活会排放一定量的生活污水，可依托医院现有污水收集系统收集处理，经处理后污水进入城市污水管网，对周围水环境影响

较小。

②运营期：本项目射线装置采用数字成像，不使用显影液和定影液，无洗片过程，无废显、定影液产生，医护人员产生的生活垃圾及生活污水等依托医院的主体工程进行处理。介入手术及清洗器械产生的医疗废水依托医院现有污水处理站进行处理。对周围水环境影响较小。

#### （4）大气环境影响分析结论

①施工期：本项目施工期产生废气的作业主要为施工时产生的扬尘及装修废气等，施工中采取了洒水抑尘等防治措施，对周围大气环境影响较小。

②运营期：本项目运营期 DSA 工作时臭氧产生量较小，经净化空调排风机排至屋顶，经自然稀释后对周围环境影响可接受。

#### （5）声环境影响分析结论

①施工期：施工单位通过选取低噪声的施工机械，加强施工管理，合理的安排施工时间等措施后，施工期间施工噪声对周围声环境较小。

②运营期：本项目运营期主要的噪声源强为排风机和空调外机，由正规厂家购买，及经噪声经距离衰减、物体阻挡及吸声后，项目对周围声环境影响较小。

#### （6）固体废物影响分析结论

（1）施工期：本项目施工期间固体废物主要为生活垃圾、建筑垃圾。施工人员生活垃圾集中堆放，并委托当地环卫部门定期清运；建筑垃圾首先对其中可回收利用部分进行回收再外运至环保部门指定的建筑垃圾堆放场。采取以上措施后对周围环境影响较小。

（2）运营期：本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，会根据病人的需要刻录光盘，光盘由病人带走并自行处理。介入手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物箱，依托医院医疗废物管理制度统一处置。医护人员产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后定期清运。对周围环境影响可接受。

## 7、事故情况下辐射环境影响评价结论

根据事故情况估算结果，本项目 DSA 事故情况下可能产生的后果按《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（2022 年修订）中规定判断，属于一般辐射事故。

医院按评价要求制定完善各操作规程和制度后，在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取防护措施，可以有效控制辐射事故对环境的影响。

## 8、核技术应用医疗设备使用与安全管理的综合能力结论

建设单位拥有专业的辐射工作医务人员和辐射安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；具有使用本项目评价的 1 台 II 类射线装置（DSA）的综合能力。

## 9、项目建设的环保可行性总结论

本项目符合国家产业政策，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合辐射防护“实践的正当性”原则；正常工况下，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及云南省生态环境厅对职业人员及公众照射的要求，建设单位在落实本报告提出的措施后具备对本项目评价的 1 台 II 类射线装置（DSA）的使用和管理能力。只要严格落实本报告提出的环境保护措施，本项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。

## 建议和承诺

### 1、承诺

- （1）项目应按照国家相关法律法规要求进行验收。
- （2）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。
- （3）医院应合理分配医生的手术量，尽量做到平均分配，以防因手术量过多造成个人剂量超过管理限值要求。
- （4）定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年 1 月 31 日前上报生态环境主管部门。
- （5）一旦发生辐射安全事故，立即按医院应急处理预案进行处置，并及时逐级上报生态主管部门。

### 2、建议

- （1）医院每年要将辐射环境保护经费开支列入年度预算中，使辐射环境保护工作有充足的经费保障，才能切实将辐射环境保护工作落到实处。
- （2）不断提高工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事故。
- （3）定期进行辐射事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不

断完善辐射事故应急预案。

(4) 根据国家及地方最新出台的法律法规，对医院相关制度进行更新完善。

## **项目竣工验收**

建设项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位不具备验收监测报告能力的，可委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环评单位、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

建设单位应公开上述相关信息，向所在地县级以上环境保护主管部门报送相关信息，并接受监督检查，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。

验收报告公示期满后5个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息。

## 表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

单位盖章

年 月 日

审批意见：

签发人

单位盖章

年 月 日