

核技术利用建设项目  
昆明大滇医院有限公司新增一台数字减  
影血管造影机（DSA）核技术利用项目  
环境影响报告表

（报批件）

昆明大滇医院有限公司

2020年4月

生态环境部监制

# 目 录

表 1	项目基本情况 .....	1
表 2	放射源.....	11
表 3	非密封放射性物质 .....	11
表 4	射线装置 .....	12
表 5	废弃物（重点是放射性废物） .....	13
表 6	评价依据 .....	14
表 7	保护目标及评价标准 .....	17
表 8	环境质量和辐射现状 .....	21
表 9	项目工程分析与源项 .....	26
表 10	辐射安全与防护 .....	32
表 11	环境影响分析.....	41
表 12	辐射安全管理 .....	58
表 13	结论与建议 .....	67
表 14	审批.....	75

## 附图

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 医院平面布置及外环境关系示意图
- 附图 3 本项目射线装置所在楼层平面布置图
- 附图 4 本项目射线装置机房上方楼层平面布置图
- 附图 5 本项目射线装置机房下方楼层平面布置图
- 附图 6 本项目射线装置机房两区划分示意图
- 附图 7 医护人员、患者、污物在机房内的流向示意图
- 附图 8 电缆沟穿防护墙体示意图
- 附图 9 空调铜管穿防护墙体示意图

## 附件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 辐射安全许可证
- 附件 3 关于调整昆明大滇医院辐射安全管理领导小组的通知
- 附件 4 规章制度汇总
- 附件 5 个人剂量监测报告
- 附件 6 主体工程环评批复
- 附件 7 本底监测报告
- 附件 8 类比监测报告
- 附件 9 培训合格证
- 附件 10 防护方案
- 附件 11 参数说明
- 附件 12 2018 年年度检测报告

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		昆明大滇医院有限公司新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目			
建设单位		昆明大滇医院有限公司			
法人代表		陈红山	联系人	陈红山	
注册地址		云南省昆明市五华区茭菱路 773 号			
项目建设地点		云南省昆明市五华区茭菱路 271 号			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		600	项目环保投资（万元）	36.3	投资比例（环保投资/总投资） 6.05%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m <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	/			

## 1.1 项目概述

### 1.1.1 概述

昆明大滇医院位于昆明市五华区茭菱路 271 号，是一所集医疗、预防、科研、保健为一体的新型医疗服务模式的现代化综合医院。医院现有总面积达 1 万多平方米，现有床位 200 多张，在设计上严格参照国际标准进行，处处体现“以人为本”的医疗理念，医院门诊、诊室流程布局合理、环境优雅，病房宽敞舒适，为广大患者及社会各界人士提供优质、高效的医疗服务。医院科室齐全，实力雄厚，以血管瘤科、妇科、中医科、老年病科、

疼痛科为五大特色建立诊疗中心。医院先后引进德国 STORZ 腹腔镜、宫腔镜、大型数字减影 X 光机、彩色多普勒诊断仪、全自动生化仪等现代化医疗设备上百台件，使现代临床诊断治疗与医学研究的水平与国际同步。

医院在社会各界认可与支持下，被定为国家医保定点医院，新型农村合作医疗定点医院，同时由国内多家医院的专家、硕士、博士组成了专家团队，并且同北京、上海、昆明以及省内 20 多家三甲医院和医疗科研机构建立了良好的战略性合作关系，并建立远程网络会诊系统，为百姓健康提供了有力保障。

医院秉承“责任、品质、创新、进取”的精神，始终以“病人为中心，实施全方位的优质医疗”为服务宗旨，服务于广大患者。为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，医院结合现有业务用房及内部规划调整，拟在医院综合楼二层预留 DSA 介入手术室新增一台 GE 医疗集团生产的型号为 Optima IGS 330 的数字减影血管造影机（简称 DSA）。

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环境保护部第 44 号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》和中华人民共和国生态环境部 1 号令《关于修改〈建设项目环

境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》，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。

我院接受昆明大滇医院有限公司的委托后，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《昆明大滇医院有限公司新增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》。

### 1.1.2 建设项目概况

#### （1）项目名称、地点、建设单位及性质

项目名称：昆明大滇医院有限公司新增一台数字减影血管造影机（DSA）核技术利用项目；

建设地点：云南省昆明市五华区茭菱路 271 号昆明大滇医院综合楼 2 楼；

建设单位：昆明大滇医院有限公司；

建设性质：新建。

#### （2）建设规模

医院拟在综合楼南侧 2 楼手术区预留 DSA 介入手术室新增使用一台 Optima IGS 330 型 DSA（额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA），目前该介入手术室尚未进行防护施工，介入手术室平面布置图见图 1-1。

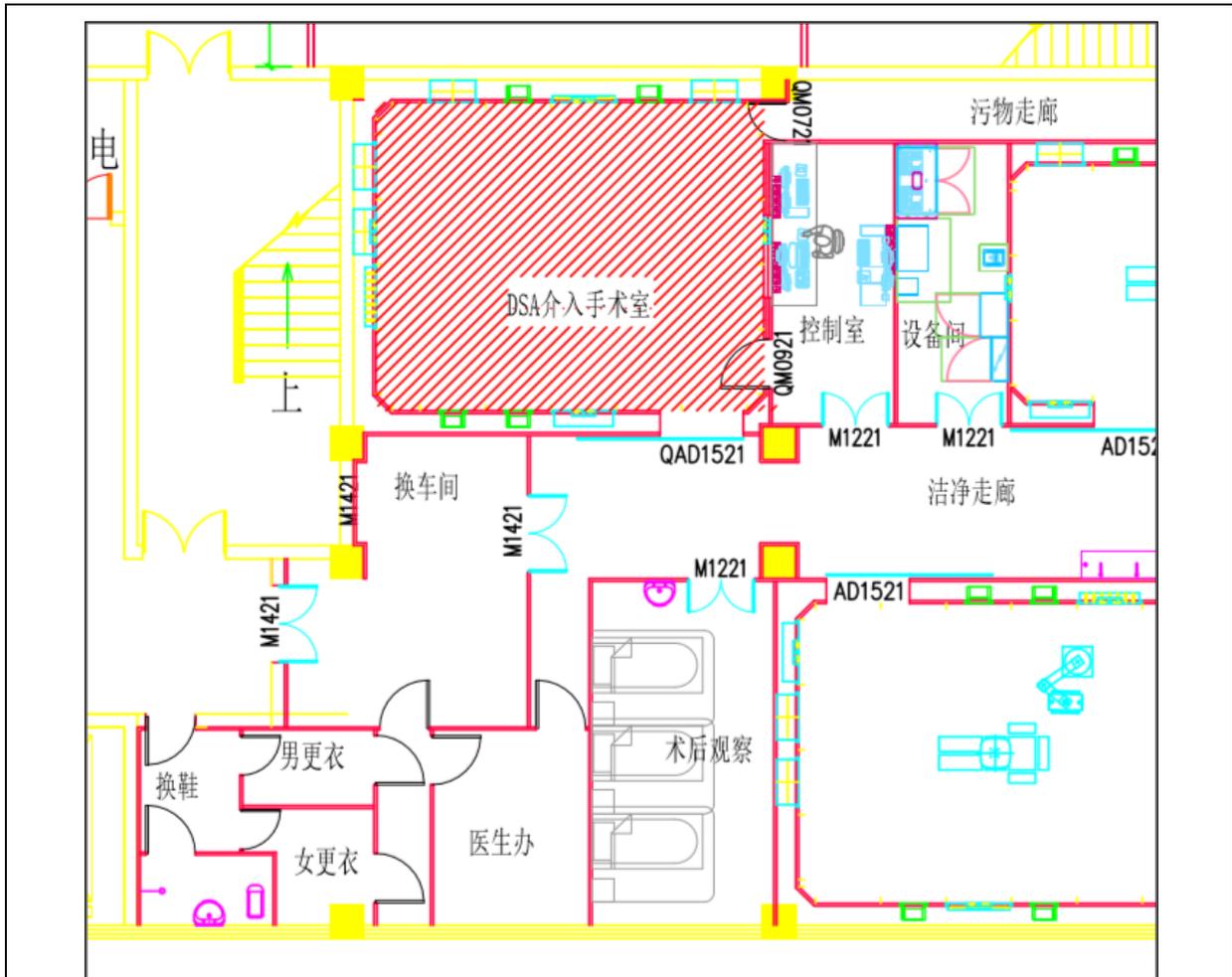


图 1-1 介入手术室平面布置图

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)	工作场所名称	活动 种类	备注
Optima IGS 330 型数字减影血管造影机 (DSA)	II类	1	综合楼 2 层 DSA 介入手术室	使用	拟购

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	
		施工期	运营期
主体工程	在昆明大滇医院综合楼 2 层手术区预留的 DSA 介入手术室新增一台 GE 医疗集团生产的型号为 Optima IGS 330 型 DSA (额定管电压为 125kV, 额定管电流为 1000mA), 属于 II 类射线装置。 DSA 介入手术室: 室内面积为 39.2m <sup>2</sup> (长	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、噪声、医疗废物、医疗废水

	7.00m×宽 5.60m×高 2.9m); 四面墙体均为 4.0mm 铅当量的铅板; 屋顶为 12cm 钢筋混凝土+2cm 硫酸钡防护涂料, 相当于 3.44mm 厚铅当量; 地面为 12 cm 钢筋混凝土+2cm 硫酸钡, 相当于 3.44mm 厚铅当量; 三道防护门均为内衬 4mm 铅板的铅门, 具有 4 mm 铅当量, 观察窗为 15mm 普通铅玻璃, 相当于 3.5mm 厚铅当量。	X 射线、臭氧。	
辅助工程	DSA 控制室: 面积 11.25m <sup>2</sup> (5.10m×2.205m)。更衣室、换鞋区、医生办、换车间、设备间等。		/
公用工程	利用医院已建成的排水、配电、供电和通讯系统等; DSA 介入手术室通过柜式空调通风。		/
办公、生活设施	医生办公室等。		生活废水, 生活垃圾
环保工程	生活污水、生活垃圾、医疗废物依托医院现有处理设施处置。		/

### (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

装置名称	规格 (型号)	数量 (台)	生产厂家	主要技术参数		主要曝光 方向	用途	备注
				额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)			
数字减影血管 造影机 (DSA)	Optima IGS 330	1	GE	125	1000	由下向上	诊断	拟购

### (4) 本项目射线装置使用情况

本项目 DSA 投入运行后, 由放射科进行管理, 血管瘤科、放射科开展介入手术, DSA 计划年开展手术量约 360 台, 其中血管瘤科预计年开展介入手术 300 台, 放射科预计年开展介入手术 60 台。本项目射线装置使用情况分别见表 1-4 和表 1-5。

表 1-4 射线装置使用情况

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	
				减影	透视
血管瘤科	1.5h	减影 1.5min 透视 10min	300 台	7.5h	50.0h

放射科	1 h	减影 1min 透视 8min	60 台	1.0h	8.0h
合计			360 台	8.5h	58.0h

表 1-5 本项目射线装置实际运行工况一览表

设备型号		实际运行管电压 (kV)	实际运行管电流 (mA)
Optima IGS 330	减影	65-95	200-685
	透视	60-75	8-12

## 1.2 工作人员及工作制度

本项目射线装置由医院放射科负责管理，放射科技师负责控制室操作，血管瘤科、放射科负责介入手术，共配置工作人员 8 人，其中放射科将从现有辐射工作人员中调配 1 名操作技师、1 名介入手术医生，均为现有辐射工作人员；血管瘤科配备 4 名介入手术医生和 2 名护士，均为新增辐射工作人员，分 2 组人员进行介入手术，各科室人员安排见表 1-6。

表 1-6 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
血管瘤科	4	2	/	新增
放射科	1	0	1	原有
合计	5	2	1	/

根据医院提供的资料，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，除操作本项目射线装置外，还操作医院其它射线装置；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，本项目其余人员（5 名介入医生）只使用本项目射线装置，不使用医院其它射线装置。

所有辐射工作人员均实行单班制，每天工作 8 小时，年工作时间 250 天。

## 1.3 产业政策符合性

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2020年1月1日起施行）中第十三项“医药”中第6款“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业发展政策。

#### 1.4 项目规划符合性

本项目位于昆明大滇医院内，本项目不涉及新增用地，因此项目符合昆明市总体规划。

#### 1.5 项目选址合理性与平面布置合理性分析

##### （1）选址合理性

本项目位于昆明大滇医院综合楼2层预留DSA介入手术室，昆明大滇医院仅此一栋业务用房，为L型结构，共7层（其中北部临近茈菱路一侧1~2层为中国银行和浦发银行，仅3~7层为医院业务用房；南部临近近华浦路一侧1~7层均为医院业务用房）。综合楼北侧为茈菱路，距本项目介入手术室约42m，东侧为佧山大厦，距本项目介入手术室约73m，南侧为梦幻丽江商务酒店，距本项目介入手术室约36m，西侧为近华浦路，距本项目介入手术室约25m。医院周围无自然保护区、风景名胜区等环境敏感区，本项目DSA机房屏蔽墙体四周向外延伸50m评价范围内敏感目标主要为梦幻丽江商务酒店人员、近华浦路行人和茈菱路行人。本项目射线装置机房已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。

## (2) 平面布局合理性

本项目射线装置机房位于综合楼二层南部手术区，该机房北侧为楼梯间、电梯间，南侧为 DSA 控制室和设备间、普通手术室，西侧为换车间、洁净走廊，东侧为净化机房（用于设置风机等通风设备，机房为独立设置，不属于综合楼），楼上为心电图室及 B 超室，楼下为核磁室。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。

综上，本项目射线装置机房避开了人群较为集中的普通门诊区域，所处位置相对独立，同时，在对病人进行诊疗时，医患通道、污物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。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。

## 1.6 利益代价简要分析

本项目在使用时患者、医生及周围的公众可能会受到一定影响，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，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的。

## 1.7 原有核技术利用项目许可情况

### 1.7.1 辐射安全许可证许可核技术应用项目情况

医院于 2019 年 6 月 21 日取得了昆明市生态环境局颁发的《辐射安全

许可证》(云环辐证[A0042]), 使用种类和范围为: 使用III类射线装置。医院现有核技术利用具体情况见表 1-6。

表 1-6 医院现有核技术应用项目一览表

射线装置				
名称	型号	类别	用途	备注
DT570 数字化 X 射线系统	DT570	III类	医用诊断 X 射线装置	已登记在辐射安全许可证上, 正常使用

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。

### 1.7.2 辐射工作人员概况

医院原有辐射工作人员 2 人, 已于 2019 年 3 月取得了辐射安全与防护培训合格证。

### 1.7.3 年度评估工作

建设单位每年 1 月份均对本单位的射线装置的安全和防护状况进行了监测和评估工作, 2019 年年度评估报告已提交昆明市生态环境局, 评估结果均满足管理要求。

### 1.7.4 辐射工作人员个人剂量

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, 检测时没有个人剂量超标情况, 根据医院提供的个人剂量检测报告 (见附件 7), 与本项目有关人员的个人剂量情况见下表 1-7。

表 1-7 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)	折算为全年 (365 天) 剂量 (mSv)
1	李绩光	2018.12.10-2019.3.9	90	0.16	0.56	0.6270
		2019.3.10-2019.6.7	90	0.15		

		2019.6.8-2019.8.13	66	0.11		
		2019.8.14-2019.11.2	80	0.14		
2	张辉艳	2018.12.10-2019.3.10	90	0.48	0.78	0.8733
		2019.3.10-2019.6.8	90	0.15		
		2019.6.8-2019.8.13	66	0.11		
		2019.6.8-2019.8.13	80	0.04		

通过上表可知，本项目相关辐射工作人员个人剂量折算为年剂量（365天）分别为0.62703mSv/a 和0.8733mSv/a，满足低于标准限值5mSv/a 的要求，没有出现个人剂量超出管理限值的情况。

### 1.8 现有环保措施概况

本项目建设地点位于综合楼二层预留 DSA 介入手术室，医院主体工程（包含综合楼、配套污水处理设施等）已于 2010 年 10 月 18 日取得了昆明市五华区环境保护局《关于〈昆明大滇医院有限公司昆明大滇医院项目环境影响报告书〉的批复》（昆五环评复[2010]141 号）。

本项目工作人员产生的生活污水、医疗废水依托医院现有的污水处理系统进行处理达标后排入市政污水管网，最终进入市政污水处理厂，生活垃圾由医院现有的垃圾桶集中收集后委托环卫部门定期清运，手术产生的医疗废物经收集后暂存于医疗废物暂存间，定期交由有资质的单位处置。

**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	Optima IGS 330	125	1000	医疗诊断	综合楼二层 DSA 介入手 术室	拟购

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

**表 5 废弃物（重点是放射性废物）**

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》(2019年3月2日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》, 中华人民共和国国务院令 第709号);</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);</p> <p>(6) 《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt; (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) 《射线装置分类》(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》(环境保护部令 第44号);</p> <p>(10) 《关于修改&lt;建设项目环境影响评价分类管理名录&gt;部分内容的</p>
------------------	---

	<p>决定》（生态环境部 1 号令）；</p> <p>（11）《中华人民共和国生态环境部公告（2019 年第 57 号）》；</p> <p>（12）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理报告制度的通知》（环发[2006]145 号）；</p> <p>（13）《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>（14）《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>（15）《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>（16）《云南省生态环境厅辐射事故应急响应预案》（云环通[2018]208 号）。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（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）《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；</p> <p>（4）《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》（第三版）；</p> <p>（5）《医用 X 射线治疗放射防护要求》（GBZ131-2017）；</p> <p>（6）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）。</p>
<p>其 他</p>	<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>

(4) 《X射线和 $\gamma$ 射线防护手册》(苏森龄著);

(5) 建设单位提供资料;

(6) 《委托书》。

## 表 7 保护目标及评价标准

### 7.1 评价范围

本项目为医院核技术利用项目，项目主要影响人员为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：射线装置所在机房屏蔽墙体四周向外延伸 50m 的区域。

### 7.2 保护目标

根据本项目实际情况，本项目的�主要环境影响因素为电离辐射。

昆明大滇医院位于昆明市五华区茭菱路 271 号，医院北邻茭菱路，东侧为佻山大厦，南侧为梦幻丽江商务酒店，医院周围是以商业为主的城区环境。本项目位于医院综合楼 2 层预留 DSA 介入手术室内，DSA 介入手术室北侧 50m 范围为电梯间、楼梯间、茭菱路，西侧 50m 范围为洁净走廊、换车间、术后观察室、更衣室、医生办公室、普通手术室、近华浦路，西南侧 50m 范围为普通手术室，南侧 50m 范围为 DSA 控制室、设备间、污物通道、普通手术室、洁具室、无菌库房、污物间、梦幻丽江商务酒店等，东侧 50m 范围为净化机房、医院庭院等，楼上为心电图室及 B 超室，楼下为核磁室。

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 介入 手术室	职业 人员	机房内	机房内	8	0.3m	0m	5mSv/a
		机房北侧	控制室		3m	0m	
	公众	机房北侧	电梯间、楼梯间	流动人群	5m	0m	0.25mSv/a
			菱菱路	流动人群	26m	0m	
		机房西侧	洁净走廊、术后 观察室、普通手 术室	流动人群	3m	0m	
			医生办公室	约 2~3 人	5m	0m	
			近华浦路	流动人群	15m	0m	
		机房西南侧	普通手术室	约 3~4 人	7m	0m	
		机房南侧	污物通道、洁具 室、无菌库房	流动人群	5m	0m	
			普通手术室	约 3~4 人	8m	0m	
			梦幻丽江商务酒 店	流动人群	42m	0m	
		机房东侧	净化机房、医院 庭院	流动人群	7m	0m	
		机房上方	心电图室、B 超 室	约 5~6 人	0m	3.9m	
		机房下方	核磁室	流动人群	0m	3.9m	

注：因本项目 DSA 在使用过程中更衣室、设备间、换车间、污物间等区域无人员停留，故不列入环境保护目标范围内。

## 7.3 评价标准

### 7.3.1 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。

### 7.3.2 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）

第 5.2 点 每台 X 射线机（不含移动式和便携式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-2 要求。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

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

注：本项目射线装置属于单管头 X 射线机。

第 5.3 点 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 要求。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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

注：本项目射线装置机房属于介入 X 射线设备机房。

第 5.4 点 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：①具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂

量当量率控制目标值应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，测量时，X 射线机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**

### **8.1 环境质量和辐射现状**

本项目位于云南省昆明市五华区茭菱路 271 号昆明大滇医院综合楼内。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，只对周围的辐射环境进行了现状监测。

#### **8.1.1 地表水环境现状**

本项目位于云南省昆明市五华区茭菱路 271 号，附近地表水体为老运粮河，水质类别为IV类，根据《2018 年度昆明市环境质量状况公报》，2018 年，老运粮河水质满足IV类水质要求。

#### **8.1.2 环境空气现状**

根据查阅《2018 年度昆明市环境质量状况公报》，2017~2018 年，昆明市主城区空气质量优良天数为 361 天，轻度污染 4 天，空气质量日均值达标率 98.90%。全年降水 pH 范围为 6.19~8.64，酸雨频率为 0.0%；二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）、一氧化碳（CO）年平均浓度总体呈下降趋势；二氧化氮（NO<sub>2</sub>）、可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）、臭氧（O<sub>3</sub>）年平均浓度均达到空气质量二级标准。

#### **8.1.3 声环境质量现状**

本项目位于云南省昆明市五华区茭菱路 271 号，声环境功能区类别为 2 类区，根据《2018 年度昆明市环境质量状况公报》，2018 年，昆明市主城区 2 类区（居民文教区）年平均等效声级昼间、夜间均达标。

#### **8.1.4 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。

根据现场踏勘，由于机房尚未进行防护装修，设备也尚未安装，因此本次监测为本底监测。

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：射线装置机房拟建地及周边辐射环境本底监测。

监测因子：X- $\gamma$  空气吸收剂量率。

监测点位见表 8-1，监测布点图见图 8-1，监测点位主要位于射线装置机房四周及楼上、楼下相应位置，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。

表 8-1 监测布点一览表

测量点号	测量点位置	监测因子
1	医院 2F 拟建 DSA 手术室内	X- $\gamma$ 空气吸收剂量率
2	医院 2F 拟建 DSA 手术室北侧楼梯间	
3	医技楼 2F 拟建 DSA 手术室西侧洁净通道	
4	医技楼 2F 拟建 DSA 手术室南侧控制室	
5	医技楼 1F 拟建 DSA 手术室楼下房间	
6	医技楼 3F 拟建 DSA 手术室楼上房间	
7	医院东侧围墙外	
8	医院北侧停车区	
9	医院西侧停车区	
10	医院南侧围墙外	

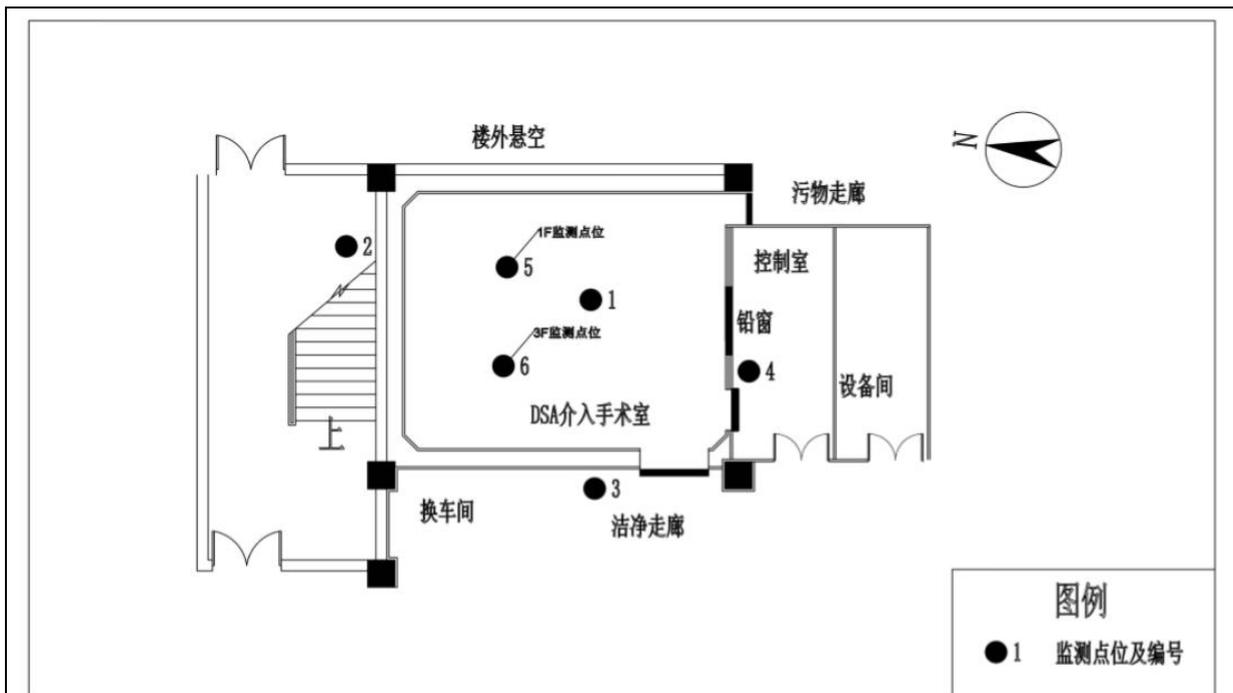


图 8-1 监测布点图

## (2) 监测质量保证措施

①本项目监测单位为云南卓淮检测技术有限公司，取得了 CMA 认证，证书编号：152521340112。公司具备完整、有效的质量控制体系；

②根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）和《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）参考《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）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《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993），监测高度为 1m，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 10 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，云南卓准检测技术有限公司于 2020 年 1 月 2 日对本项目各辐射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 至表 8-4。现场监测时，环境温度 18℃；环境湿度：60%；天气状况：晴。

**表 8-2 X-γ 空气吸收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 空气吸收剂量率	现场监测	《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001） 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）	仪器名称：便携式 X-γ 剂量率仪 仪器型号：AT1123 仪器编号：55010 仪器量程：50nSv/h-10Sv/h 检定证书编号：DYjl2019-2712 检定单位：中国计量科学研究院 检定有效期至：2020 年 04 月 17 日

**表 8-3 昆明大滇医院拟建 DSA 介入手术室内及周围 X-γ 空气吸收剂量率监测结果**

测量点号	测量点位置	X-γ 空气吸收剂量率(μSv/h)	备注
1	医院 2F 拟建 DSA 手术室内	0.08	/
2	医院 2F 拟建 DSA 手术室北侧楼梯间	0.09	/
3	医技楼 2F 拟建 DSA 手术室西侧洁净通道	0.07	/
4	医技楼 2F 拟建 DSA 手术室南侧控制室	0.07	/
5	医技楼 1F 拟建 DSA 手术室楼下房间	0.12	/
6	医技楼 3F 拟建 DSA 手术室楼上房间	0.09	/

**表 8-4 昆明大滇医院周围 X-γ 空气吸收剂量率监测结果**

测量点号	测量点位置	X-γ 空气吸收剂量率(μSv/h)	备注
------	-------	--------------------	----

7	医院东侧围墙外	0.12	/
8	医院北侧停车区	0.10	/
9	医院西侧停车区	0.10	/
10	医院南侧围墙外	0.11	/

从表 8-4 得出结论：昆明大滇医院周围环境本底 X- $\gamma$  空气吸收剂量率范围为：0.10 $\mu$ Sv/h~0.12 $\mu$ Sv/h，平均值为 0.11 $\mu$ Sv/h。

从表 8-3 得出结论：昆明大滇医院拟建 DSA 介入手术室内及周围各监测点环境现状 X- $\gamma$  空气吸收剂量率范围为 0.07 $\mu$ Sv/h~0.12 $\mu$ Sv/h，与本次监测的医院本底范围 0.10 $\mu$ Sv/h~0.12 $\mu$ Sv/h 水平相当。

**表 9 项目工程分析与源项**

## **9.1 工程设备和工艺分析**

### **9.1.1 施工期工艺分析**

本项目在依托医院主体工程，在综合楼二层预留 DSA 介入手术室进行建设，主体工程已完成环评并取得批复，环评批复文号为：昆五环评复[2010]141 号（见附件 6），并投入运行多年，本次环评施工期主要评价内容为机房的装修施工和设备安装调试。

**环评要求：严格按照设计方案进行防护施工，隐蔽工程需留下影像资料，以备后期查验。**

#### **（1）装修施工的污染分析**

本项目在装修施工阶段主要环境影响为扬尘、废水、噪声、废渣和装修废气等。本项目工程量小，时间短，本项目施工期会对周围声环境质量产生一定影响，但本项目工程量小，施工期短，通过作业时间控制，合理安排好各种噪声施工机具的使用时间，加强施工现场的管理等手段，对周围声环境产生较小的影响，该影响是暂时性的，对周围声环境的影响随建设期的结束而消除。施工所产生的少量生活废水经医院污水处理系统排入城市污水管网，在建设施工中采取湿法作业，尽量降低扬尘对周围环境的影响。建设施工所产生的少量施工废渣和设备安装产生的包装废物送当地指定的建筑垃圾处置场。

#### **（2）设备安装调试的污染分析**

本项目 DSA 的运输、安装均由厂家负责，设备安装及调试阶段主要污染

物是运输器械产生噪声及包装废弃物、电离辐射和臭氧。本项目设备的安装和调试应请设备供货方专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。在安装调试阶段，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。施工工序及产污见图 9-1。

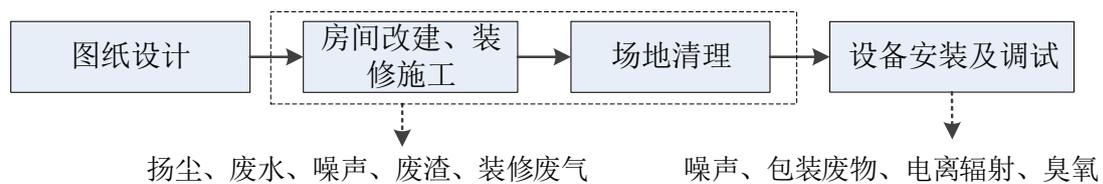


图 9-1 施工期施工工序及产污位置图

### 9.1.2 运营期工艺分析

#### (1) 工作原理

血管造影机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；通过血管造影机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

#### (2) 设备组成

血管造影机主要组成部分：带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图象处理系统、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相

机。

### (3) 操作流程

本项目血管造影机主要进行介入手术。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。

本项血管造影机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玻璃后身着铅服、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，医生在射线装置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

血管造影机的 X 射线诊断机曝光时，靶头可进行 180°垂直旋转。本项目血管造影机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。血管

造影机诊治流程及产污环节如图 9-2 所示：

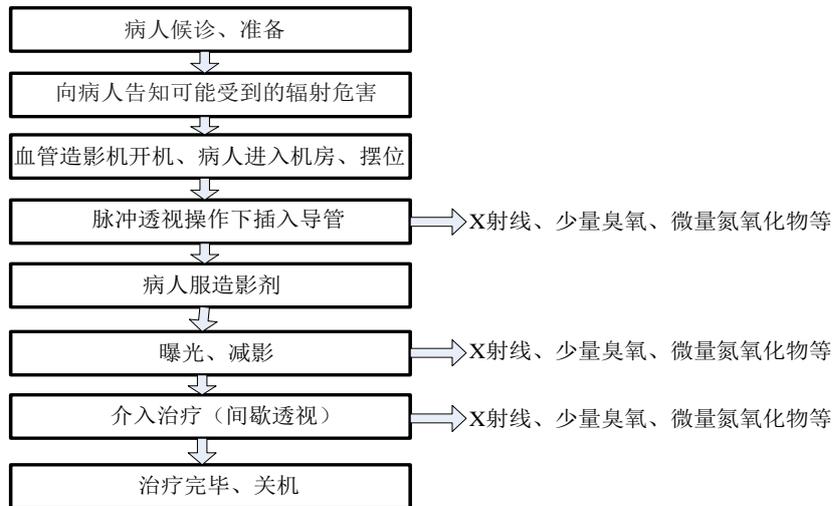


图 9-2 数字减影介入治疗流程及产污环节示意图

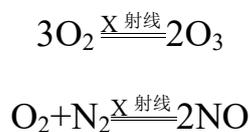
本项目使用的 X 射线装置在非工作状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线，产生微量臭氧、氮氧化物。

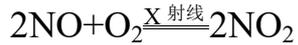
## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 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。在使用柜式空调等通风设施换气条件下，臭氧对环境的影响很小。

(3) 噪声：射线装置机房空调、机房设备运行时会产生噪声，经过距离衰减后，对周围环境影响不大。

(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，依托医院现有污水处理设施处理后达标排放，介入手术、清洗器械产生少量医疗废水，依托医院现有污水处理站处理后达标排放。

(5) 固体废弃物：医务工作人员工作时产生少量生活垃圾，经医院垃圾桶收集后，由当地环卫部门定期清运。介入手术产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物依托医院医疗废物管理制度统一处置。

### 9.2.2 事故情况污染源分析

本项目射线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，或者用射线装置机房话筒进行提示，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，要求医护人员介入手术室必须做好防护措施。

以上事故情况下污染源均为设备开机时产生的 X 射线。

### 9.2.3 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

内容 类型	排放源	污染物名称	处理前产生浓度及产生量	处理方式
大气污染物	射线装置	臭氧、氮氧化物	微量	柜式空调
水污染物	医务工作人员	生活污水	少量	依托医院现有污水处理设施处理
	清洗器械	医疗废水	少量	依托医院现有污水处理站处理
固体废弃物	医务工作人员	生活垃圾	少量	统一收集，由当地环卫部门定期清运
	医用器具和药棉、纱布、手套等	医疗废物	/	依托医院医疗废物管理制度统一处置
噪声	空调	噪声	/	经建筑隔噪和距离衰减后，可达标排放
辐射	射线装置	X 射线	/	本项目按照设计要求，在正常运行情况下，射线装置工作产生的 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可达到评价标准。

**表 10 辐射安全与防护**

**10.1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和医疗废水、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：

**10.1.1 工作区域管理**

本次环评涉及的 1 台射线装置机房位于医院综合楼二层，机房北侧楼梯间、电梯间，南侧为 DSA 控制室、设备间，西侧为洁净走廊，东侧为净化机房，楼上为心电图室及 B 超室，楼下为核磁室。

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。

本次环评结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将射线装置机房划为控制区，而设备的控制室划为监督区。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，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
综合楼2层手术区 DSA介入手术区域	DSA介入手术室	DSA控制室	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 本项目射线装置机房两区划分示意图（红色为控制区，黄色为监督区）



措施：

①本项目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。

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。设备已提供适应射线装置不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。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：射线装置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：射线装置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。

## （2） 辐射工作场所污染防治措施

### 1) 屏蔽设计

本项目按照《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中 X 射线设备机房屏蔽防护要求进行改建, 机房最小单边长度为 7.00m, 面积 39.2m<sup>2</sup>, 满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 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, 本项目射线装置机房屏蔽设计情况见表 10-2。

**表 10-2 本项目射线装置机房屏蔽设计情况**

工作场所	墙体	屋顶	地面	防护门	观察窗	机房面积及体积
综合楼二层 DSA 介入手术室	四面墙体均为 4mm 厚铅板, 具有 4.0mm 厚铅当量	12cm 钢筋混凝土+2cm 硫酸钡防护涂料, 相当于 3.44mm 厚铅当量	12cm 钢筋混凝土+2cm 硫酸钡防护涂料, 相当于 3.44mm 厚铅当量	三道防护门均为内衬 4.0mm 铅板的铅门, 具有 4.0mm 厚铅当量	15mm 普通铅玻璃, 相当于 3.5mm 厚铅当量	机房内长 7.00m、宽 5.60m、高 2.9m, 机房内使用面积 39.2m <sup>2</sup>

注: 根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 附录 D 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量, 管电压为 125kV 时, 查表计算 12cm 混凝土相当于 1.44mm 铅。

由表10-2可知, 本项目射线装置机房的屏蔽防护及机房内使用面积、单边长度均满足《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 的要求, 机房设计合理。

根据《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013), 本项目射线装置屏蔽防护应满足表10-3所列要求。

**表 10-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求**

机房类型	有用线束方向铅当量 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)	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)
介入 X 射线设	2	2	20	3.5

备机房（单管 头 X 射线机）				
--------------------	--	--	--	--

根据建设单位提供资料，本项目射线装置机房拟采取措施有：

①本项目射线装置机房四周及屋顶及地面拟采用相应的屏蔽体对射线进行屏蔽，观察窗安装铅玻璃，机房通道处均安装铅防护门。

②在射线装置床旁安装铅防护帘，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本项目控制电缆沿机房南侧墙体下穿电缆沟槽进入机房，进入机房后沿墙体、地面铺设线槽，接入机器侧面电缆接入口，控制室和设备间穿墙处采用 45 度角斜穿进入，考虑手术室射线防护相关要求，线槽底部铺设 2mm 厚铅板一层，穿墙位置机房 200mm 处至设备间 50mm 处、机房 200mm 处至控制室 50mm 处电缆沟四个方位均铺设 2mm 厚铅板，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机房空调铜管布设在顶板和防护板吊顶之间，机房空调铜管从 DSA 介入手术室东侧墙体正上方上倾斜 45° 穿墙出机房，距地面约 2.8m，穿墙部分间隙用硫酸钡防护涂层粉刷，管道接口处用 2mm 厚铅板包裹，包裹长度为穿墙前 50cm 至穿墙后 50cm，空调外机安装在 DSA 介入手术室东侧外墙上，项目空调铜管较细且经过防护措施处理后，能够有效防止射线直接从管道照射出机房，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。

电缆沟和空调铜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

建设单位拟在射线装置控制台上设置 1 个紧急停机按钮、射线装置治疗床侧面设置 1 个紧急停机按钮、机房内机器操作面板上设置 1 个紧急停机按钮（各按钮与 X 射线系统连接）。血管造影系统的 X 射线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一紧急停机按钮，均可停止 X 射线系统出束。

## 3) 门灯连锁装置、电离辐射警示标志

射线装置机房入口、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。同时，机房门上方须设置门灯连锁装置。当机房门开启时，警示灯熄灭，机房门关闭时，警示灯开启。

## 4) 时间防护

在满足诊疗要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊疗之前，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，减少工作人员和相关公众的受照射时间。

### 10.1.3 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 介入手术室	/	柜式净化空调 1 套	3	--
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、门灯连锁装置、电离辐射警示标志、两区分划等	1	
	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	2 人参加了辐射安全与防护的培训	新增辐射工作人员参加辐射安全与防护的培训	1	
个人防护用品	项目涉及设备	铅衣 1 件、铅围脖 1 件、铅手套 1 副、铅眼镜 1 副、铅帽 1 件	铅衣 2 件、铅围脖 2 件、铅手套 2 副、铅眼镜 2 副、铅帽 2 件	1.5	--
监测仪器	项目涉及设备	个人剂量报警仪 1 台，个人剂量计 2 个	便携式辐射监测仪 1 台，个人剂量报警仪 2 台，6 个人剂量计	2.2	--
辐射项目竣工环境保护验收	/	/	竣工验收监测	4	--
事故应急	应急物资储备	/	应急物资储备及演练	3.5	--
合计				36.3	--

本项目总投资约 600 万元，环保投资约 36.3 万元，占总投资的 6.05%。

## **10.2 三废的治理**

### **10.2.1 废气治理措施**

本项目介入手术室采用柜式空调通风，空调外机设置在机房东侧外墙上，射线装置在曝光过程中产生少量臭氧和微量氮氧化物，经过空调排出机房，对周围环境影响不大。

### **10.2.2 废水治理措施**

本项目射线装置采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水依托医院现有的污水处理设施处置。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。

### **10.2.3 固体废弃物治理措施**

本项目射线装置采用数字成像，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。

### **10.2.4 噪声治理措施**

机房空调工作时将产生一定的噪声，经距离衰减后，对周围环境影响不大。

综上所述，医院针对射线装置机房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

### 11.1 建设阶段对环境的影响

#### 11.1.1 装修施工的环境影响

本项目拟在医院综合楼二层南部手术区预留 DSA 介入手术室内安装 DSA，不新增用地，项目工程量小，施工时间较短，目前尚未进行防护装修。本项目施工期主要是对建筑物内部装修及设备安装，产生污染物主要包括废气、废水、噪声及废弃的装修材料等。

##### (1) 大气环境影响分析

机房在进行防护装修时，将产生少量的扬尘和废气，但这方面的影响仅局限在医院内部，在装修时采用“环保型”油漆及涂料，装修过程中加强通风或室内空气净化措施，严格控制室内环境，可将扬尘及废气的影响降至最低，对周围环境产生的影响不大。

##### (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，对环境影响不大，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

### 11.1.2 安装调试阶段环境影响分析

设备安装及调试由厂家专业人员完成，医院不得自行拆卸、安装设备。设备安装调试时，确保各项屏蔽措施落实到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近，操作人员必须持证上岗并采取足够安全的个人防护措施，人员离开时机房必须上锁并派人看守。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可接受。

## 11.2 运行阶段对环境的影响

### 11.2.1 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。

该项目射线装置尚未安装，本次环评通过类比评价和理论预测相结合的评价方法进行辐射环境影响分析。

(1) 类比可行性分析

本项目选取文山壮族苗族自治州人民医院本部门诊 2 楼 DSA 检查室的 1 台 ALLura Xper FD20 型 DSA 正常使用情况下的监测结果作为类比，类比可比性见表 11-1~表 11-2。

表 11-1 本项目射线装置及类比 DSA 主要技术参数

设备名称	出束方向	设备主要技术参数		运行时最大管电压 (kV)		运行时最大管电流 (mA)		备注
		额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)	减影	透视	减影	透视	
类比 DSA	由下向上	125	1250	95	75	685	12	/

表 11-2 本项目射线装置机房及类比 DSA 机房主要技术参数

项目	本项目 DSA 介入治疗室	类比 DSA 机房	比较结果
机房四周墙体	四面墙体均为 4mm 厚铅板，相当于 4.00mm 铅当量防护水平。	29cm 厚实心砖墙+1cm 厚硫酸钡防护涂料，具有约 3mm 铅当量防护水平。	本项目较强。
屋顶	12cm 钢筋混凝土+2cm 硫酸钡防护涂料，相当于 3.44mm 铅当量防护水平。	15cm 混凝土，具有 3mm 铅当量防护水平。	本项目较强。
防护铅门	三道防护门均为 4.0mm 铅当量防护水平。	机房门为 3mm 铅当量防护水平。	本项目较强。
观察窗	15mm 普通铅玻璃，相当于 3.5mm 铅当量防护水平。	具有 3mm 铅当量防护水平。	本项目较强。
机房净空尺寸及面积	长 7.00m，宽 5.60m，面积为 39.2m <sup>2</sup>	长 7.1m、宽 6.1m，机房面积 43m <sup>2</sup>	本项目略小于类比 DSA 机房。
操作位	铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平，铅悬挂防护屏具有 0.5mm 铅当量防护水平。	铅帘具有 0.5mm 铅当量防护水平，铅悬挂防护屏具有 0.5mm 铅当量防护水平	相当

由表 11-1 可知：本项目 DSA 介入治疗室射线装置额定管电压与类比 DSA 相同，额定管电流小于类比 DSA；实际使用中最大管电压、最大管电流均与类比 DSA 相同，故从技术参数上选取文山壮族苗族自治州人民医院 DSA 作为类比是可行的。

由表 11-2 可知，本项目射线装置机房墙体、观察窗、防护铅门、屋顶、地面所具有的铅当量防护水平均大于类比 DSA 机房，操作位所具有的铅当量防护水平与类比 DSA 机房相当，虽然本项目机房面积略小于类比机房（长宽分别小 0.1m、0.5m），但由于本项目 DSA 运行工况与类比 DSA 一致，且机房的屏蔽防护措施优于类比机房，故从机房屏蔽情况和面积上看，选取文山壮族苗族自治州人民医院 DSA 机房作为类比是可行的。

综合考虑，本项目射线装置对环境辐射影响可参照类比 DSA 正常运行时的监测数据。

## (2) 类比监测结果分析

2017 年 8 月 23 日，四川省创晖德盛环境检测有限公司对文山壮族苗族自治州人民医院本部门诊 2 楼 DSA 进行了辐射环境监测，根据监测报告，我单位选取了与本项目有关的监测数据进行分析，监测结果见表 11-3。

**表 11-3 类比 DSA 正常工况下机房周围环境 X-γ 辐射剂量率监测结果 单位：×10<sup>-8</sup>Gy/h**

测量点号	测量点位置		X-γ 空气吸收剂量率 (×10 <sup>-8</sup> Gy/h)	标准差	备注
1	DSA 检查室铅窗外操作台	未曝光	8.0	0.23	/
		曝光	9.7	0.21	拍片
2	DSA 检查室北侧铅门西侧门缝处	未曝光	7.2	0.25	/
		曝光	7.6	0.25	拍片

3	DSA 检查室北侧铅门 东侧门缝处	未曝光	7.4	0.26	/
		曝光	7.6	0.19	拍片
4	DSA 检查室东侧铅门 北侧门缝处	未曝光	8.4	0.28	/
		曝光	8.7	0.28	拍片
5	DSA 检查室东侧铅门 南侧门缝处	未曝光	8.4	0.21	/
		曝光	8.7	0.18	拍片
6	DSA 检查室东墙外过 道	未曝光	9.7	0.22	/
		曝光	11.4	0.21	拍片
7	DSA 检查室南侧铅门 东侧门缝处	未曝光	7.0	0.17	/
		曝光	17.2	0.19	拍片
8	DSA 检查室南侧铅门 西侧门缝处	未曝光	7.4	0.27	/
		曝光	12.5	0.23	拍片
9	DSA 检查室内第一术 者位（铅帘和铅衣屏 蔽）	未曝光	7.9	0.25	/
		曝光	1465.7	8.93	透视
10	DSA 检查室内第二术 者位（铅衣屏蔽）	未曝光	7.5	0.22	/
		曝光	513.0	2.40	透视
11	DSA 检查室楼上 3F B 超室	未曝光	7.7	0.21	/
		曝光	7.9	0.26	拍片
12	DSA 检查室楼下 1F 大厅	未曝光	7.3	0.23	/
		曝光	7.7	0.19	拍片

注：监测工况：减影：95kV，685mA，透视 75kV，12mA。

由表 11-3 可以看出：

①1#~8#监测点、11#~12#监测点正常工况条件下 X- $\gamma$  空气吸收剂量率分布在  $7.6 \times 10^{-8} \sim 17.2 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$  之间，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）规定的机房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。

根据“（1）类比可行性分析”，本项目采用文山壮族苗族自治州人民医院的 1 台 ALLura Xper FD20 型 DSA 进行类比是可行的。因此可根据类比 DSA 监测报告得出的 X- $\gamma$  辐射剂量率附加值，并根据联合国原子辐射效应

科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 中公式，对各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$H_{Er}=D_r \times t \times 10^{-3} \times \mu \text{ (mSv)} \dots\dots\dots (11-1)$$

式中： $H_{Er}$ : X-γ 射线外照射人均年有效剂量当量, mSv;

$D_r$ : X-γ 射线空气吸收剂量率附加值,  $\mu\text{Gy/h}$ ;

$t$ : X-γ 照射时间, h;

$\mu$ : 转换因子, 此处取 1。

根据建设单位提供资料，本项目射线装置由血管瘤科、放射科使用，血管瘤科使用该射线装置进行年手术共 300 台，年减影出束时间为 7.5h，年透视出束时间为 50.0h，年总出束时间为 57.5h；放射科使用该射线装置进行年手术共 60 台，年减影出束时间为 1.0h，年透视出束时间为 8.0h，年总出束时间为 9.0h。

本项目射线装置对机房外围人员造成的剂量影响，保守按该射线装置年出束总时间 66.5h 进行计算；对机房内医生的剂量影响，保守考虑，按透视时间较长的血管瘤科计算，即 57.5h，但由于本项目血管瘤科共有 2 组工作人员进行手术，故透视时间按 2 组人员平均分配手术量进行计算，即 28.75h。本项目放射科技师除操作本项目射线装置外，还操作医院其它射线装置，其个人剂量还需考虑叠加操作医院其它射线装置的影响。

对于居留因子，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，偶然有人员经过的地方取 1/16。按上述条件，并根据类比 DSA 监测结果的 X-γ 吸收剂量率附加值计算得到本项目射线装置对职业

及公众人员所致年有效剂量见表 11-4。

表 11-4 本项目射线装置类比所致年有效剂量

测量点号	测量点位置	对应本项目机房各点位	类别	居留因子	X-γ 空气吸收剂量率附加值 (×10 <sup>-8</sup> Gy/h)	时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)
1	DSA 检查室铅窗外操作台	DSA 介入手术室外南侧操作台处	职业人员	1	1.7	66.5	1.13×10 <sup>-3</sup>
2	DSA 检查室北侧铅门西侧门缝处	DSA 介入手术室南侧铅门西侧门缝	职业人员	1	0.4		2.66×10 <sup>-4</sup>
3	DSA 检查室北侧铅门东侧门缝处	DSA 介入手术室南侧铅门东侧门缝	职业人员	1	0.2		1.33×10 <sup>-4</sup>
4	DSA 检查室东侧铅门北侧门缝处	DSA 介入手术室西侧洁净走廊铅门北侧门缝	公众	1/4	0.3		4.99×10 <sup>-5</sup>
5	DSA 检查室东侧铅门南侧门缝处	DSA 介入手术室西侧洁净走廊铅门南侧门缝	公众	1/4	0.3		4.99×10 <sup>-5</sup>
6	DSA 检查室东墙外过道	DSA 介入手术室北侧墙体外电梯间、楼梯间	公众	1/4	1.7		2.83×10 <sup>-4</sup>
		DSA 介入手术室西侧墙体外洁净走廊	公众	1/4	1.7		2.83×10 <sup>-4</sup>
		DSA 介入手术室东侧墙体外净化机房	公众	1/4	1.7		2.83×10 <sup>-4</sup>
7	DSA 检查室南侧铅门东侧门缝处	DSA 介入手术室南侧污物通道铅门西侧门缝	公众	1/4	10.2		1.70×10 <sup>-3</sup>
8	DSA 检查室南侧铅门西侧门缝处	DSA 介入手术室南侧污物通道铅门东侧门缝	公众	1/4	5.1	8.48×10 <sup>-4</sup>	
9	DSA 检查室内第	DSA 介入手术	职业	1	1457.8	28.75	4.19×10 <sup>-1</sup>

	一术者位（铅帘和铅衣屏蔽）	室第一术者位	人员				
10	DSA 检查室内第二术者位（铅衣屏蔽）	DSA 介入手术室第二术者位	职业人员	1	505.5		$1.45 \times 10^{-1}$
11	DSA 检查室楼上 3F B 超室	DSA 介入手术室楼上 3F 心电图室、B 超室	公众	1	0.2	66.5	$1.33 \times 10^{-4}$
12	DSA 检查室楼下 1F 大厅	DSA 介入手术室楼下 1F 核磁室	公众	1/4	0.4		$6.65 \times 10^{-5}$

由表 11-4 可知，经计算，本项目射线装置正常工作时，对单组职业人员造成的年有效剂量最大为  $4.19 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ ，该值低于本次评价的职业年有效剂量管理限值  $5 \text{mSv/a}$ ；对公众造成的年有效剂量最大为  $1.70 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，该值低于本次评价的公众年有效剂量管理限值  $0.25 \text{mSv/a}$ 。

由于本项目放射科技师除操作本项目射线装置外，还操作医院其它射线装置，其个人剂量还需考虑叠加操作其它射线装置的影响。保守考虑，叠加表 1-7 中本项目 2019 年放射科技师个人剂量检测结果最大值  $0.8733 \text{mSv/a}$ （折算为全年 365 天剂量）计算，对放射科技师造成的年有效剂量最大为  $0.8744 \text{mSv/a}$ ，该值低于本次评价的职业年有效剂量管理限值  $5 \text{mSv/a}$ 。

#### 对主要环境保护目标的影响：

本项目机房屏蔽体外均设置了类比监测点位，因辐射剂量随距离的增加而减小，故项目运行后对周围环境保护目标的影响小于机房相邻区域环境敏感点的影响。本项目评价范围内涉及有 1 台数字化 X 射线成像系统，位于医院综合楼 3 层南部，距本项目射线装置机房约 36m，故需考虑 2 台射线装置的互相叠加影响。

根据建设单位提供的《医用III类射线装置辐射环境检测报告》（2018年），本项目评价范围内其他1台射线装置工作及监测结果见下表11-5。

表 11-5 评价范围内射线装置工况及监测结果一览表

名称	型号	曝光时间 (s)	拍片量 (次/年)	监测点位	监测结果 ( $\times 10^{-8}$ Gy/h)	年有效剂量计算结果 (mSv/a)
数字化 X 射线成像系统	DT570	1	3000	医生病员入口	5.1	$4.25 \times 10^{-5}$

注：以上监测结果均为点位出束时实际监测数据减去未出束监测数据后计算结果。

表 11-6 主要环境保护目标的年有效剂量估算（叠加前）一览表

保护名单	方位	位置	年有效剂量 (mSv/a)	保护要求
职业人员	机房内	机房内	0.419	5mSv/a
	机房北侧	控制室	0.8744	
DSA 介入治疗室 公众	机房北侧	电梯间、楼梯间	$2.83 \times 10^{-4}$	0.25 mSv/a
		菱菱路		
	机房西侧	洁净走廊、术后观察室、普通手术室	$2.83 \times 10^{-4}$	
		医生办公室	$2.83 \times 10^{-4}$	
		近华浦路		
	机房西南侧	普通手术室	$2.83 \times 10^{-4}$	
	机房南侧	污物通道、洁具室、无菌库房	$1.70 \times 10^{-3}$	
		普通手术室	$1.70 \times 10^{-3}$	
		梦幻丽江商务酒店	$1.70 \times 10^{-3}$	
	机房东侧	净化机房、医院庭院	$2.83 \times 10^{-4}$	
机房上方	心电图室、B超室	$1.33 \times 10^{-4}$		
机房下方	核磁室	$6.65 \times 10^{-5}$		

根据建设单位提供的《医用III类射线装置辐射环境监测报告》（2018年）中对上述1台射线装置周围环境辐射剂量水平监测结果，结合表11-6有效剂量估算结果，经叠加计算，本项目运行后对机房周围主要环境保护目标造成的年有效剂量见下表11-7。

表 11-7 主要环境保护目标的年有效剂量估算（叠加后）一览表

保护名单		方位	位置	年有效剂量 (mSv/a)	保护要求
DSA 介入治 疗室	职业 人员	机房内	机房内	0.419	5mSv/a
		机房北侧	控制室	0.8745	
	公众	机房北侧	电梯间、楼梯间	3.26×10 <sup>-4</sup>	0.25 mSv/a
			菱菱路		
		机房西侧	洁净走廊、术后观察室、普通手术室	3.26×10 <sup>-4</sup>	
			医生办公室	3.26×10 <sup>-4</sup>	
			近华浦路		
		机房西南侧	普通手术室	3.26×10 <sup>-4</sup>	
		机房南侧	污物通道、洁具室、无菌库房	1.74×10 <sup>-3</sup>	
			普通手术室	1.74×10 <sup>-3</sup>	
			梦幻丽江商务酒店	1.74×10 <sup>-3</sup>	
		机房东侧	净化机房、医院庭院	3.26×10 <sup>-4</sup>	
		机房上方	心电图室、B超室	1.76×10 <sup>-4</sup>	
		机房下方	核磁室	1.09×10 <sup>-4</sup>	

本项目运行后对机房周围公众造成的最大附加剂量为  $1.74 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ （出现在 DSA 介入手术室南侧），满足公众年有效剂量低于  $0.25 \text{mSv}$  的管理限值要求；对单组介入医生造成年有效剂量最大为  $0.419 \text{mSv/a}$ （出现在 DSA 介入手术室第一术者位处），对技师造成的年有效剂量最大为  $0.8745 \text{mSv/a}$ （叠加操作其他射线装置的年有效剂量），该值低于本次评价的职业年有效剂量管理限值  $5 \text{mSv/a}$ 。

综上，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。

## （2）理论预测本项目射线装置对介入医生的影响

由于监测数据无法完全反映出介入手术过程中曝光室内辐射环境状

况，所以采用模式预测进行脉冲透视情况下辐射环境影响分析。

预测选用李士骏编著的《电离辐射剂量学》中的估算方法预测分析 DSA 对介入手术室内工作人员的辐射剂量，估算模式如下：

$$\dot{X} = I \cdot t \cdot v_{r0} \cdot \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 \cdot f \dots\dots\dots (11-2)$$

$$D = 8.73 \times 10^{-3} \dot{X} \dots\dots\dots (11-3)$$

$$H = \mu \times D \dots\dots\dots (11-4)$$

式中： $\dot{X}$ ：离射线装置  $r$ m 处产生的照射量，R；

$D$ ：离射线装置  $r$ m 处产生的空气吸收剂量，Gy；

$I$ ：管电流（mA）或平均电子束流（ $\mu$ A）；

$v_{r0}$ ：在给定的管电压和射线过滤情况下，距射线装置  $r_0$ m（ $r_0 = 1$ m）处，由单位管电流（1mA）造成的照射量率， $R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ；

$f$ ：防护材料对 X 射线的减弱因子，无量纲；

$t$ ：介入性血管造影的累计出束时间，min。

$\mu$ ：转换因子，此处取 1

$H$ ：有效剂量，Sv。

预测参数选取：①根据医院提供资料，透视操作最大管电压为 **75kV**、管电流为 **12mA**，第一术者位医生操作位置距离主射束距离  $r$  约为 **0.3m**，第二术者位医生操作位置距离主射束距离  $r$  约为 **1m**。DSA 过滤板采用 3mmAl，据此查得  $v_{r0} = 0.38R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ （查《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）236 页，图 4.4c）。②第一术者位医生和第二术者位医生在手术室内操作时身穿铅衣、戴铅围脖，同时第一术者位医生使用铅帘加铅玻璃进行防护，这些防护用品均为 0.5mm 铅当量，第一术者位医生

工作时实际受到了两次防护，防护能力相当于 **1mm 铅当量**，第二术者位医生工作时实际只受到了一次防护，防护能力相当于 **0.5mm 铅当量**。查《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）图 10.5e，75kV 时（本项目保守考虑），1mmPb 对 X 射线的**减弱因子**  $f = 0.001$ ，0.5mm Pb 对 X 射线的**减弱因子**  $f = 0.01$ 。由于医生处于射线非主射束方向，因此照射量率取主射束方向的 **1%**。

根据以上公式及参数，经估算，各科室手术医生受到的有效剂量见表 11-8。

**表 11-8 各科室操作医生射线装置所致年有效剂量**

科室	年手术量(台)	年透视时间(h)	分组	每组第一术者位医生年有效剂量(mSv/a)	每组第二术者位医生年有效剂量(mSv/a)
血管瘤科	300 台	50.0h	2 组	0.66	0.60
放射科	60 台	8.0h	1 组	0.21	0.19

注：表中心内科按 2 组人员平均分配手术量进行介入手术来计算，放射科按 1 组人员进行介入手术来计算。

本项目运行后对单组介入医生造成年有效剂量最大为 0.66mSv/a（出现在 DSA 介入治疗室第一术者位处，血管瘤科医生），该值低于本次评价的职业年有效剂量管理限值 5mSv/a。综上，根据类比分析和理论预测结果表明，经采取有效屏蔽措施后，评价范围内公众和职业人员年有效剂量满足管理限值要求。

### 11.2.2 大气环境影响分析

根据设计单位提供资料，本项目介入手术室采用柜式空调通风，空调外机设置于机房东侧外墙。

本项目所使用射线装置，曝光时间较短，产生臭氧量少，在采取空调

通风后排放至室外经自然稀释后对环境影响较小。

### **11.2.3 水环境影响分析**

本项目射线装置采用数字成像，无废显、定影液产生，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水依托医院现有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现有污水处理站进行处理。因此，本项目不会对区域水环境产生明显影响。

### **11.2.4 声环境影响分析**

本次环评项目声环境影响主要是机房安装的空调工作时会产生一定的噪声，医院在购置设备时已选购风量符合工作要求的成品，设备工作时噪声量也符合国家标准要求，因此，本项目不会对周围声环境产生明显影响。

### **11.2.5 固体废弃物环境影响分析**

本项目射线装置采用数字成像，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。固体废弃物主要为医护人员产生的生活垃圾，医生的生活垃圾等依托医院的主体工程进行处理。介入手术产生的医疗废物依托医院现有医疗废物处置设施统一处置。因此，本项目不会对周围产生明显影响。

## **11.3 事故影响分析**

本项目新增一台射线装置，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。

### 11.3.1II 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。

### 11.3.2 事故情况下环境影响分析

#### （1）不同事故情况下人员受到的有效剂量当量

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。

根据院方提供的资料，射线装置一台手术累计透视时间最长为 20min，事故情况下一台手术公众误入或未撤离最长受照时间为 2min。

按公式（2）、公式（3）及公式（4），本项目一台手术事故情况下工作人员及公众所受到的有效剂量当量见表 11-9。

表 11-9 不同事故情况人员受到的有效剂量当量

事故情况	与射线束之间最近距离	人员	防护情况	曝光方式	曝光时间	DSA 致剂量当量估算 (mSv)
公众（误入或未撤离）	0.3m	公众	无防护	透视	2min	0.88
第一术者位	0.3m	职业	设备自带铅悬挂	透视	20min	0.09

			防护屏、铅帘 (0.5mm 铅当量)			
	0.3m	职业	未使用铅悬挂防护屏防护、铅帘, 无防护	透视	20min	8.85
第二术者位	1.0m	职业	无防护	透视	20min	0.80
说明: 保守考虑, 以正常工作时透视最大管电压 75kV、最大管电流 12mA 进行计算。						

从表 11-9 估算结果可以看出: ①公众误入或未撤离机房而进行曝光时, 处于射线侧向 0.3m 时一台手术所致剂量为 0.88mSv, 超过公众 0.25mSv/a 的行政管理限值; ②机房内第一术者位在没有穿防护服, 有铅悬挂防护屏、铅帘遮挡情况下, 一台手术致医生所受剂量为 0.09mSv, 低于职业人员 5mSv/a 的行政管理限值, 第一术者位医生未穿防护服且无铅悬挂防护屏、铅帘遮挡情况下, 一台手术致医生所受剂量为 8.85mSv, 超过职业人员 5mSv/a 的行政管理限值; ③机房内第二术者位医生在没有穿防护服且无铅悬挂防护屏、铅帘遮挡情况下, 一台手术致医生所受剂量为 0.80mSv, 未超过职业人员 5mSv/a 的行政管理限值。

## (2) 不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

按公式 (2)、公式 (3) 及公式 (4), 本项目工作人员和公众在不同事故情况下受到超年剂量限值曝光时间的计算见下表 11-10。

表 11-10 不同事故情况下人员受到超年剂量限值曝光时间

人员		与射线束之间最近距离	防护情况	年剂量限值	曝光时间
公众 (误入或未撤离)		0.3m	无防护	1mSv	2.26min
职业	第一术者位	0.3m	医生在设备自带铅悬挂防护屏、铅帘 (0.5mm 铅当量) 后操作, 未穿防护服, 减弱因子为 0.01。	20mSv	75.4h
			医生未使用铅悬挂防护屏、铅帘遮挡, 无防护。		45.2min

第二术者位	1.0m	医生不在铅悬挂防护屏、铅帘后，未穿防护服，无防护。	8.4h
说明：保守考虑，以正常工作透视最大管电压 75kV、最大管电流 12mA 进行计算。			

从表 11-10 估算结果可以看出，①公众误入或未撤离机房，在机房内与射线束侧向之间距离 0.3m，受照射时间达到 2.26min 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射线装置机房内第一术者位医生在未穿防护服有铅悬挂防护屏、铅帘遮挡情况下，受照射时间达到 75.4h 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；在未穿防护服且无铅悬挂防护屏、铅帘遮挡情况下，受照射时间达到 45.2min 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；③射线装置机房内第二术者位医生在未穿防护服且无铅悬挂防护屏、铅帘遮挡情况下，受照时间达到 8.4h 时所致剂量为 20mSv/a，达到职业年剂量限值，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》（云环通[2018]208 号）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。

### 11.3.3 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操作台和治疗室机器操作面板上均安装有紧急停机开关；

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放射工作人员在进行放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。

以上的各种安全装置，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。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

昆明大滇医院于 2019 年 1 月发布了《关于调整昆明大滇医院辐射安全管理领导小组的通知》(昆大滇发[2019]1 号),成立了辐射安全管理工作领导小组,昆明大滇医院有限公司法定代表人陈红山担任领导小组组长,医院放射科主任赵树祥担任领导小组副组长,放射科技师主管李绩光担任专干,放射科工作人员张辉艳为成员,下设办公室,昆明大滇医院有限公司法人陈红山院长兼任办公室主任,并明确了各成员岗位职责。

### 12.2 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《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》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	/
2	B 场所设施	操作规程	已有	/
3		辐射安全和防护设施维护维修制度	已有	/
4	C 监测	监测方案	已有	/
5		监测仪表使用与校验管理制度	/	需制定
6	D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已有	/
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	已有	/
8	E 应急	辐射事故应急预案	已有	需完善

根据表 12-1，医院的辐射安全管理规章制度如下：

①制定了射线装置操作规程，保证工作人员正常使用设备，防止辐射事故的发生。

②制定了射线装置管理制度、岗位职责管理制度、放射诊疗安全防护管理制度，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。

③制定了人员培训制度，对没有参加培训的放射工作人员，尽快安排参加辐射安全与防护培训，考试（核）合格、持证方能上岗。

④制定了放射工作人员剂量管理制度和个人放射剂量监测管理制度，严格控制工作人员剂量管理，防止出现辐射事故。

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。

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。

### **12.3辐射监测**

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，定期或不定期对项目涉及的设备四周屏蔽措施进行检查；同时接受环保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。

### **12.3.1 个人剂量监测**

为测量本项目辐射工作人员（医用射线装置操作人员）在一段时间的受照剂量，借以限制辐射工作人员的剂量当量和评价工作场所的安全情况，项目单位为本项目原有辐射工作人员均配个人剂量计并进行个人剂量监测（外照射个人剂量监测）。医院设有专人负责个人剂量监测管理（每季度由有资质单位检测一次），并建有辐射工作人员个人剂量档案。

### **12.3.2 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、X 射线监测仪等，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 X- $\gamma$  辐射监测仪。

监测要求：

（1）监测项目：X 射线空气吸收剂量率；

（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；医院应确保设备正常运行，屏蔽措施到位和环保措施正常运行；

（3）监测范围：射线装置机房内第一术者位、第二术者位、机房防护门及缝隙处，控制室操作台、机房四周屏蔽墙外，以及机房对应楼上区域等机房周围人员可达区域；

（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-γ 射线空气吸收剂量率	每季度至少 1 次	机房防护门及缝隙处，控制室操作台、机房四周屏蔽墙外，以及机房对应楼上区域	X-γ 辐射监测仪
委托监测	X-γ 射线空气吸收剂量率	竣工环保验收监测	机房防护门及缝隙处，控制室操作台、机房四周屏蔽墙外，以及机房对应楼上区域、机房内操作人员位置	X-γ 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	定期（一般不超过 90 天）送有资质的单位检测	本项目辐射工作人员	个人剂量计

建设单位每年均委托了有资质单位对其放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行了监测并编制了年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向主管部门提交了评估报告。

#### 12.4 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《昆明大滇医院辐射事故应急预案》。

医院成立了辐射事故应急工作领导小组，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》（云环通[2018]208号），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。

### 12.5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》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。昆明大滇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。	建设单位按照设计单位的设计建设射线装置机房，并请有资质的单位进行修建、施工，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	射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	在使用场所拟设置工作状态指示灯、警示标志和门灯连锁装置。	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。	在射线装置机房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和工作状态指示灯。	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。	射线装置机房安装柜式空调。	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。射线装置有2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。	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有2人参加了辐射安全与防护培训并取得培训合格证。	未取得辐射安全与防护培训合格证的6名新增辐射工作人员应尽快通过国家生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名培训并参加考核，考核合格后方可上岗。
8	辐射安全许可证	必须取得省级环境保护行政主管部门颁发的辐射安全许可证。	已于2019年6月21日取得昆明市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（证书号为云环辐证[A0042]号，有效期至2024年6月20日），使用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，特别是安全联锁装置，进行检查、维护。	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。	本项目原有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。	为新增放射性工作人员配备个人剂量计，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。	医院已制定《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：《昆明大滇医院放射工作人员岗位职责》、《昆明大滇医院 DSA 操作规程》、《昆明大滇医院辐射防护与安全保卫制度》、《昆明大滇医院辐射设备检修维护制度》、《昆明大滇医院放射工作人员个人剂量管理制度》、《昆明大滇医院放射工作人员培训管理制度》、《昆明大滇医院辐射环境监测方案》、《昆明大滇医院质量保证大纲和质量控制计划》等。	医院应进一步完善各项规章制度，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	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。	固体废物和废水依托医院现有处理设施处置，对项目运用过程中产生的废气采用柜式空调排出。	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。
15	辐射事故应急预案	有完善的辐射事故应急措施。	建设单位制定了《昆明大滇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。

根据上表所述，昆明大滇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1台Ⅱ类射线装置的能力。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

本项目拟在昆明大滇医院综合楼二层南部手术区预留的 DSA 介入手术室新增一台 GE 医疗集团生产的型号为 Optima IGS 330 的数字减影血管造影机(DSA)。额定管电压为 125kV, 额定管电流为 1000mA, 属于 II 类射线装置。项目总投资 600 万元, 其中环保投资 36.3 万元, 占项目总投资的 6.05%。

#### 13.1.2 产业政策符合性及规划符合性结论

项目的建设属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2020 年 1 月 1 日起施行)中第十三项“医药”中第 6 款“微创外科和介入治疗装备及器械”, 是当前国家产业政策鼓励发展的产业类别, 属于国家鼓励类产业, 符合国家产业政策。

项目建设在昆明大滇医院内, 用地属已规划确定的医疗用地, 因此, 本项目建设符合昆明市城市规划。

#### 13.1.3 本项目选址及平面布置合理性分析

##### (1) 选址合理性分析

本项目射线装置机房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较小，因此选址是合理的。

## (2) 平面布置合理性分析

本项目射线装置机房位置相对独立，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及病人通道，便于治疗和管理。

本项目总平面布置是合理的。

### 13.1.4 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，所以符合辐射防护“实践的正当性”原则。

### 13.1.5 辐射环境质量现状

经过对项目所在地 X- $\gamma$  辐射环境现状监测，项目所在地机房及周围环境 X- $\gamma$  空气吸收剂量率范围为  $0.07\mu\text{Sv/h}\sim 0.12\mu\text{Sv/h}$ ，与本次监测的医院背景值  $0.10\mu\text{Sv/h}\sim 0.12\mu\text{Sv/h}$  水平相当。

### 13.1.6 环境影响评价结论

#### (1) 辐射防护措施有效性结论

本项目射线装置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《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 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

### ① 类比监测结果分析本项目射线装置的影响

根据类比监测结果，各监测点正常工况条件下曝光时 X- $\gamma$  辐射剂量率分布在  $7.6 \times 10^{-8} \sim 17.2 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$  之间，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 规定的机房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。

根据类比监测结果计算，本项目射线装置在投入使用后能达到的最大运行工况下，考虑医院其他射线装置对本项目的叠加影响，本项目运行对机房周围公众造成的最大附加剂量为  $1.74 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$  (出现在 DSA 介入手术室南侧)，该值低于本次评价的公众年剂量管理限值  $0.25 \text{mSv/a}$  的要求；对单组介入医生造成年有效剂量最大为  $0.419 \text{mSv/a}$  (出现在 DSA 介入治疗室第一术者位处)，对技师造成的年有效剂量最大为  $0.8745 \text{mSv/a}$ ，该值低于本次评价的职业年有效剂量管理限值  $5 \text{mSv/a}$ 。

经机房实体屏蔽防护后，本项目拟建射线装置运行后对本次评价范围内 (机房 50m 范围) 环境保护目标的环境影响较小。

### ② 理论预测本项目射线装置对机房内工作人员的影响

根据预测分析，本项目射线装置脉冲透视对血管瘤科第一术者位医生造成的年有效剂量为  $0.66 \text{mSv/a}$  (2 组人员平均分配手术量)，对血管瘤科第二术者位医生造成的年有效剂量为  $0.60 \text{mSv/a}$  (2 组人员平

均分配手术量);对放射科第一术者位医生造成的年有效剂量均为 0.21 mSv/a (1 组人员进行介入手术),对放射科第二术者位医生造成的年有效剂量均为 0.19mSv/a (1 组人员进行介入手术);低于职业年剂量管理限值 5mSv/a 的要求。

### (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:本项目运营期射线装置工作时臭氧和氮氧化物产生量较小,经机房内的空调排至东侧室外经自然稀释后对环境影响较小。

### (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：本项目射线装置采用数字成像，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。对周围环境影响较小。

#### 13.1.7 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，项目射线装置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》（云环通[2018]208号）中规定判断，属于一般辐射事故。

建设单位各种辐射防护设施(措施)较齐全，效能基本可满足辐射防护要求，医院制定的各种安全管理制度较全面，按评价要求完善各操作规程和制度，并完善制定辐射事故应急预案后，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。

### 13.1.8 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 类射线装置的综合能力。

### 13.1.9 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。

## 13.2 建议和要求

### 13.2.1 要求

- (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。

### **13.2.2 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。

(5) 尚未取得参加辐射安全与防护培训，未取得合格证的 6 名新增辐射工作人员应尽快通过国家生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名培训并参加考核，考核合格后方可上岗。

### **13.3 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：

经办人签字

年 月 日

单位盖章

年 月 日

审批意见：

签发人签字

年 月 日

单位盖章

年 月 日