

核技术利用建设项目

凉山彝族自治州中西医结合医院
2026 年数字减影血管造影装置（DSA）项目
环境影响报告表
（送审本）

凉山彝族自治州中西医结合医院

二〇二六年一月

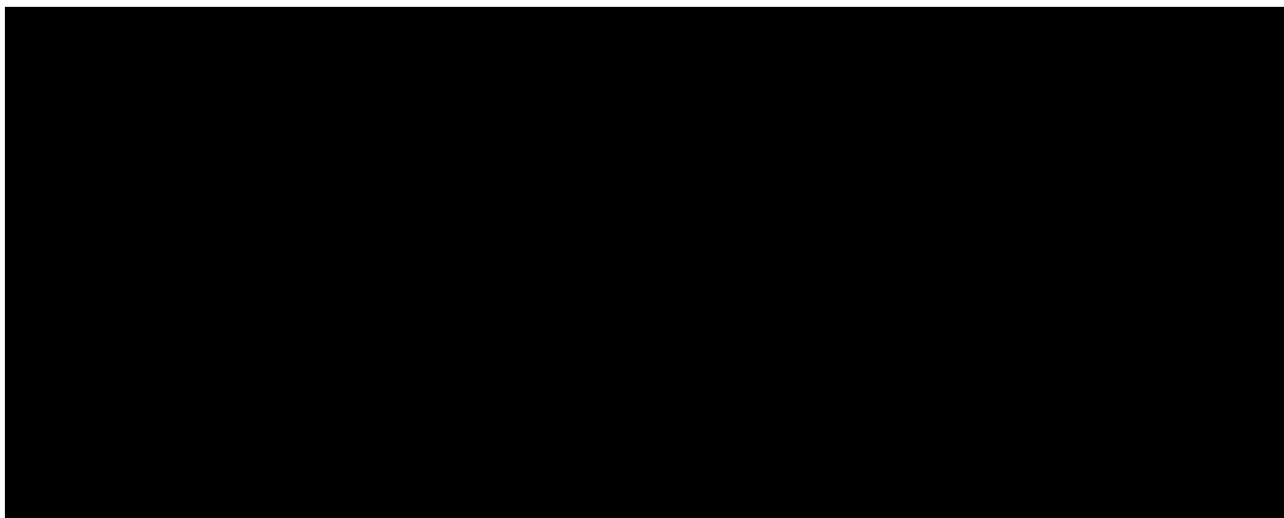
生态环境部监制

核技术利用建设项目

凉山彝族自治州中西医结合医院

2026 年数字减影血管造影装置（DSA）项目

环境影响报告表



目 录

表 1	项目基本情况	- 1 -
表 2	放射源	- 12 -
表 3	非密封放射性物质	- 13 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	- 15 -
表 6	评价依据	- 16 -
表 7	保护目标与评价标准	- 18 -
表 8	环境质量和辐射现状	- 23 -
表 9	项目工程分析与源项	- 28 -
表 10	辐射安全与防护	- 35 -
表 11	环境影响分析	- 46 -
表 12	辐射安全管理	- 71 -
表 13	结论与建议	- 81 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		凉山彝族自治州中西医结合医院 2026 年数字减影血管造影装置（DSA）项目			
建设单位		凉山彝族自治州中西医结合医院			
法人代表					
注册地址					
项目建设地点		西昌市河东大道二段 60 号凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼一楼介入导管室（二）			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）			项目环保投资（万元）	投资比例	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积（m ² ）	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	无			
项目概述					
一、建设单位情况					
<p>凉山彝族自治州中西医结合医院（社会信用代码：12513400452704113B）创建于 1965 年，位于：西昌市河东大道二段 60 号，是四川省少数民族地区唯一一所中医药（彝医药）为特色，集医疗、教学、科研、预防保健、康复、急救为一体的三级甲等中西结合医院。医院增挂四川省彝医医院、凉山州彝医药研究所、凉山州彝医医院，是中国民族医药学会民族医药标准研究推广基地、四川省中医药（彝医药）文化宣传教育基地、四川省中医药适宜技术研究会民族医药适宜技术传承与推广基地。</p>					

医院现有编制床位 620 张，开放床位 868 张；编制 278 名，在职职工 731 人，其中卫技人员 675 人，正高级职称 29 人、副高级职称 65 人（含内聘）、中级职称 243 人(含内聘)；博士后 1 名、硕士研究生 34 名，本科 543 名。医院拥有“西部之光”访问学者 1 名、四川省名中医 2 人、凉山名医 2 人、四川省中医药管理局学术技术带头人 2 人，四川省中医药管理局学术技术带头人后备 2 人，凉山州学术和技术带头人 6 人、凉山州学术和技术带头人后备人选 5 人，凉山州杰出工作者 1 人，创新领军人才 1 人。

医院设 20 个职能内设机构，29 个临床科室，23 个护理单元，7 个医技科室；是凉山州中医针灸、中医护理、中药药事、康复医学、病理质控中心主任委员单位。共有 1 个中国中西医结合协同旗舰科室（康复科）；1 个国家级重点专科协作单位（康复科）、2 个省级重点中医专科（康复科、肛肠科）、1 个省级重点中医专科建设单位(老年病科)、9 个州级重点中医专科（老年病科、眼科、肝胆外科、针灸科、脾胃病科、泌尿外科、儿科、骨伤科、妇产科）、2 个州级乙级重点学科（康复科、泌尿外科）、5 个州级重点中医专科建设单位（心内科、急诊科、内分泌科、肿瘤科、神经医学科）

医院拥有先进的进口数字减影血管造影系统、等速肌力测试训练系统以及配套齐全、符合规范的核酸检测实验室。配备有 1.5T 核磁共振系统、64 排×128 层 CT、数字化医用 X 射线摄影系统、多台高档彩色多普勒超声诊断仪、人工心肺机、手术显微镜、医用钬激光、肺功能仪、热疗仪、多专科内窥镜等先进医疗设备。其中 100 万元以上设备 30 台，为医疗业务技术的稳步提高提供了强有力的保障。

凉山彝族自治州中西医结合医院已取得辐射安全许可证，其许可证证书编号为川环辐证[00989]，有效期至 2028 年 05 月 13 日，许可的种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置(具体范围详见附件 2)。

本项目介入导管室（二）所在建筑物外科楼于 2016 年 3 月 25 日取得了原凉山州环境保护局“关于凉山州中西医结合医院整体搬迁工程环境影响报告书的批复”（凉环建审〔2016〕25 号），基础建设已完成，在既有建筑物内实施，不新增用地。

（一）任务由来

为进一步提高医疗服务能力，提高医疗机构的放射诊断技术能力和服务水平，更好的惠及人民群众，满足患者的诊疗需要，医院规划在凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼一层新建 1 间介入手术室，现计划在介入导管室（二）内安装 1 台 DSA 设备，该设备为新购买设备。本次评价的数字减影血管造影装置，属于Ⅱ类射线装置，主要用于介入治疗、血管造影。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。根据《四川省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目目录(2025年本)》，本项目应报凉山州生态环境局审查批准。因此，凉山彝族自治州中西医结合医院委托四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司编制本项目的的环境影响报告表（委托书见附件1）。

四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司接受本项目编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地周围环境和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，对项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

（三）本项目建设内容

1、工程概况

项目名称：凉山彝族自治州中西医结合医院 2026 年数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：凉山彝族自治州中西医结合医院

建设性质：新建

建设地点：西昌市河东大道二段 60 号凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼一楼介入导管室（二）

2、工程建设内容及规模

本次评价内容及规模为：医院拟在凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼（原有建筑物，-1F~11F，地上总高约 45m、地下高约 7m）一层新建 1 间介入导管室（二）及其配套用房，在拟建的介入导管室（二）内新增使用 1 台 DSA，用于心内科、放射科、肿瘤科、神经内科等病症的放射诊断和介入治疗。拟新增在介入导管室（二）内的 DSA（新购买）型号为 Azurion5 M20，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向均为由下而上，属于II类射线装置。DSA

年诊疗病例约 400 台，年曝光时间累计约 98.8h（拍片 1.8h、透视 97.0h）。

新建的介入导管室（二）面积为 46.60m²，长 8.61m、宽 5.49m、高 4.3m，介入导管室（二）实体屏蔽如下：四面墙体：西北侧、西南侧墙体为 60mm 硫酸钡板；东北侧、东南侧墙体为 240mm 实心砖+60mm 硫酸钡板；顶部为 120mm 混凝土（利旧）+3mm 铅板（新增）；地面为 120mm 混凝土（利旧）+40mm 硫酸钡防护涂料（新增）；观察窗为 4mm 铅当量铅玻璃；屏蔽门为 4mm 铅当量的防护铅门。辅助用房：控制室面积约 10.96m²，设备间面积约 8.04m²，休息室面积约 5.01m²，耗材、无菌物品间面积约 15.10m²，缓冲区面积约 5.40m²，污物暂存间面积约 4.32m²，男更衣间面积约 3.72m²，女更衣间面积约 4.41m²，洗手区面积约 8.53m² 等房间。

新建的介入导管室（二）及其配套用房平面布置图如下：



图 1-1 2 间介入手术室平面布置图（详见附图 5）

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题		备注
			施工期	营运期	
主体工程	介入导管室（二）	新建的介入导管室（二）面积为 46.60m ² ，长 8.61m、宽 5.49m、高 4.3m，介入导管室（二）实体屏蔽如下：四面墙体：西北侧、西南侧墙体为 60mm 硫酸钡板；东北侧、东南侧墙体为 240mm 实心砖+60mm 硫酸钡板；顶部为 120mm 混凝土（利旧）+3mm 铅板（新增）；地面为 120mm 混凝土（利旧）+40mm 硫酸钡防护涂料（新增）；观察窗为 4mm 铅当量铅玻璃；屏蔽门为 4mm 铅当量的防护铅门。辅助用房：控制室面积约 10.96m ² ，设备间面积约 8.04m ² ，休息室面积约 5.01m ² ，耗材、无菌物品间面积约 15.10m ² ，缓冲区面积约 5.40m ² ，污物暂存间面积约 4.32m ² ，男更衣间面积约 3.72m ² ，女更衣间面积约 4.41m ² ，洗手区面积约 8.53m ² 等房间。	噪声、废水、废气、固体废物	X 射线、臭氧、噪声、医疗废物	新建
	使用设备	拟新增在介入导管室（二）内的 DSA（新购买）型号为 Azurion5 M20，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向均为由下而上，属于 II 类射线装置。			

	DSA 年诊疗病例约 400 台，年曝光时间累计约 98.8h（拍片 1.8h、透视 97.0h）。			
辅助工程	控制室、设备间、耗材、无菌物品间、刷手区、更衣室、缓冲区等			
公用工程	市政水网、市政电网、配电系统等。	—	生活垃圾、生活污水	依托
办公及生活设施	办公室、休息室、值班室、卫生间等	—		依托
环保工程	废气处理： 本项目拟在介入导管室（二）内设置通排风系统（新建，新风量为 1000m³/h、排风量均 1000m³/h），介入导管室（二）的排风口位手术室西南侧吊顶处，产生的臭氧经东南侧排风管道排放至医院西北侧的废气排放口排出，经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。	施工扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物		新建/依托
	废水处理： 本项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（处理规模为 300m³/d，工艺为：“厌氧+好氧+次氯酸钠消毒”），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入两河口再生污水处理厂处理达标后，排入安宁河。	—	废水、废气、固体废物	依托
	固废处理： 医疗废物先在本项目已有的污物间打包后再依托医院原有的医疗废物暂存间及收集系统进行收集，统一交由有相应资质的单位收运处置；办公、生活垃圾依托医院设置的垃圾桶统一收集。	—		依托

3.本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目 DSA 主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

所在场所	项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
介入导管室（二）	主要原辅材料	造影剂	40L	外购	碘海醇
	能源	煤	—	—	—
		电(kW·h)	400kW·h/a	市政电网	—
		气(Nm³)	—	—	—
	水资源	用水量	100m³/a	市政水网	—

本项目使用的造影剂为碘海醇注射液，规格为 100ml/瓶，平均每台介入手术使用 1 瓶，每年约 400 台手术，每台年使用量约为 40L。由医院统一采购，常温储存，使用后的废包装物按医疗废物处置。

4.本项目主要设备配置及参数

本项目设备参数及技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置相关参数

设备名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所
DSA	Azurion5 M20	1 台	125kV	1000mA	介入导管室（二）

DSA 设备使用情况						
出束方向	常用透视工况		常用拍片工况			
	管电压	管电流	管电压	管电流		
由下向上	70~90kV	6~20mA	60~100kV	100~500mA		
DSA 设备出束时间						
使用科室	单台手术最长曝光时间		年手术台数 (台)	年最大出束时间		
	拍片 (min)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)	小计(h)
神经内科	0.3	14	80	0.4	18.7	19.1
心内科	0.25	15	120	0.5	30.0	30.5
放射科	0.25	14	100	0.4	23.3	23.7
肿瘤科	0.3	15	100	0.5	25.0	25.5
合计			400	1.8	97.0	98.8

5.工作人员配置情况

表 1-4 拟配置辐射工作人员一览表

设备名称	科室	职位	人数/名	备注
DSA		医生	4	新增（后续进行培训）
		医生	4	新增+原有（2 名为凉山彝族自治州中西医结合医院 现有医生、2 名为新增后续进行培训）
		医生	4	新增+原有（2 名为凉山彝族自治州中西医结合医院 现有医生、2 名为新增后续进行培训）
		医生	4	新增+原有（2 名为凉山彝族自治州中西医结合医院 现有医生、2 名为新增后续进行培训）
	/	技师	2	新增（后续进行培训）
	/	护士	4	新增+原有（1 名为凉山彝族自治州中西医结合医院 现有护士、3 名为新增后续进行培训）

本项目拟配置 22 名辐射工作人员，其中 15 名为新增辐射工作人员、7 名为凉山彝族自治州中西医结合医院现有辐射工作人员。所有辐射工作人员交叉使用医院现有的 DSA 设备及本次新增的 DSA 设备，不再承担医院其他辐射设备工作。今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。拟配置的辐射工作人员分组情况如下：神经内科、放射科、心内科、肿瘤科各 2 组医生，4 名护士与 2 名技师轮流工作，今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。手术时，介入手术室内医生 2 名、护士 1 名，控制室内 1 名技师。

新增的辐射工作人员应该按照要求在国家核技术利用辐射安全与防护平台（<http://fushe.mee.gov.cn/>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

工作制度：医院实行每年工作250天，每天8小时的工作制度。

6.依托环保设施情况

1、废水：本项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（处理规模为 300m³/d，工艺为：“厌氧+好氧+次氯酸钠消毒”），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入两河口再生污水处理厂处理达标后，排入安宁河。

2、固体废物：施工期产生的固体废物主要为设备安装过程中产生的包装垃圾以及施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的包装垃圾通过集中分类收集，由废品回收站进行处理；施工人员产生的生活垃圾统一收集后由环卫部门定期清运。运营期产生的医疗废物在已有的污物间打包后与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置（目前医院已签订的医疗废物处置协议）；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会《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，2024年2月1日施行）的相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

（一）本项目外环境关系

1. 辐射工作场所外环境关系

本次评价的介入导管室（二）位于凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼一层。

以介入导管室（二）四周墙体为边界外环境关系具体如下：**北侧**：紧邻耗材、无菌物品间，约3.9-11.3m处为电梯井，约11.3-41.5m处为外科楼入口广场，约41.5-50m处为河东大道；**东北侧**：紧邻外科楼楼外绿化区域，约24.8-50m处为河东大道；**东侧**：紧邻外科楼楼外绿化区域，约28.8-50m处为河东大道；**东南侧**：紧邻休息室，约3.3-5.1m为送风井，约5.1-8.1m为步梯，约8.1-11.2m处为电梯井，约11.2-27.8m处为外科楼楼外绿化区域，约27.8-50m处为航天大道、河东大道交汇口；**南侧**：紧邻控制室，约3.4-12.6m处为步梯、走廊等区域，约12.6-22.6m处为外科楼楼外绿化区域，约22.6-50m处为航天大道；**西南侧**：紧邻刷手区、走廊，约3.7-19.1m处为男更衣室、女更衣室、走廊、办公室、取药室、诊室等外科楼室内功能用房，约19.1-26.6m处为院内绿植、院内道路等区域，约26.6-50m处为医技楼；**西侧**：紧邻污物暂存间，约3.5-15.4m处为走廊、化验室、留观室等外科楼室内功能用房，约15.4-26.3m处为外科楼、医技楼连接走廊，约26.3-50m处为医技楼；**西北侧**：紧邻缓冲间、设备间，约3.6-42m处为电井、门厅、药房、步梯、

前室等外科楼室内功能用房，约42-50m处为院内绿植、院内道路等区域；正上方为备餐休息室、单人间病房；正下方为停车场车位。

本项目的介入手术室平面布置图见附图7；外科楼负一层平面布置图见附图4；外科楼一层平面布置图见附图4；外科楼负二层平面布置图见附图4。

（二）项目选址合理性

凉山彝族自治州中西医结合医院位于西昌市河东大道二段 60 号，医院用地取得了西昌市人民政府出具的《国有土地使用证》（西市国用（2014）第 0045 号）。本项目介入导管室（二）位于医院外科楼 1 层，建设单位于 2016 年 3 月 25 日取得了凉山州环境保护局“关于凉山州中西医结合医院整体搬迁工程环境影响报告书的批复”（凉环建审〔2016〕25 号），见附件 3。本项目水、电、气、通讯设施均依托医院原有设施妥善解决，且建设的介入导管室（二）为专门的辐射工作场所，建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

（三）实践正当性分析

本项目 DSA 设备用于医学检查和诊断，可提高医院的放射诊断水平，具有良好的社会效益和经济效益，本项目介入导管室（二）的辐射屏蔽防护设计、拟采取的防护设施、措施符合国家有关标准要求。预计本项目 DSA 设备运行过程中带来的辐射环境影响符合国家有关标准要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护“实践正当性”的要求。

四、原有核技术利用情况

（一）医院原有项目辐射安全许可证情况

凉山彝族自治州中西医结合医院已取得由四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（川环辐证[00989]），有效期至2028年05月13日，许可的种类和范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置(具体范围详见副本)。具体情况见附件2。

表1-5 凉山彝族自治州中西医结合医院现有射线装置统计表

--

（二）是否发生过辐射安全事故

据了解，凉山彝族自治州中西医结合医院自取得《辐射安全许可证》以来，未发生过辐射安全事故。

（三）原有辐射工作人员培训情况

凉山彝族自治州中西医结合医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。建设单位现有辐射工作人员共 40 人，均在医院内进行了相关培训，其中 40 人通过医院的考核、40 人通过国家核技术利用辐射安全与防护考核。现有的辐射工作人员符合管理要求。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，本项目的辐射工作人员和辐射防护负责人均应参加辐射安全与防护知识的学习，医院应尽快安排本项目相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考试；合格证到期前，需进行再培训。

根据中华人民共和国生态环境部关于进一步优化辐射安全考核的公告（公告2021年 第9号），对于仅从事 III 类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加核技术利用辐射安全与防护考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加核技术利用辐射安全与防护考核并取得

成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期为五年，有效期届满的，应当有核技术利用单位组织再培训和考核。

（四）年度评估报告

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告”。建设单位已编制《2025年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》并上交发证机关（已按时登录全国核技术利用辐射安全申报系统 <http://rr.mee.gov.cn> 在单位信息维护界面完成了年度报告上传工作）。

（五）辐射管理制度执行情况

根据相关文件的规定，结合建设单位实际情况，制定有相对完善的管理制度，包括《辐射工作场所安全管理要求》《辐射工作人员岗位职责》《辐射安全和防护设施维护维修制度》《射线装置台账管理制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射工作设备操作规程》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》等。建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，在落实各项辐射安全规章制度后，可满足原有射线装置防护实际需要。

对建设单位现有辐射工作场所而言，建设单位具备辐射安全管理的综合能力。建设单位应根据国家发布新的相关法规内容，结合本项目实际及时对各项规章制度补充、修改和完善。

（六）开展辐射监测的情况

1、个人剂量检测

医院所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每三个月对个人剂量进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令18号）要求建立个人剂量档案。医院有专人负责个人剂量检测管理工作。医院已委托有资质的单位对其所有辐射工作人员进行个人剂量检测。医院提供了2025年01月01日至2025年12月31日连续四个季度的个人剂量检测报告（见附件6），个人剂量检测报告表明，医院现有辐射工作人员连续四个季度的个人剂量监测结果均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的年剂量限制要求，未发现个人剂量超过5.0mSv/年、1.25mSv/季的情况。

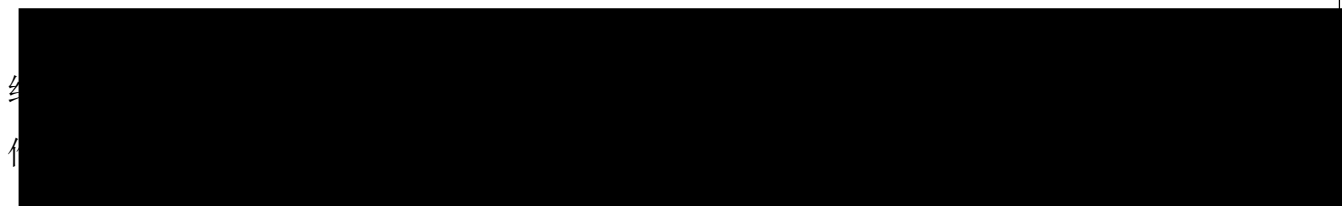
2、工作场所辐射水平监测

根据原环保部 18 号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，医

院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。医用射线装置工作场所监测，主要针对射线装置机房周围（四周墙体、楼上/下、防护门和观察窗）、控制室等，从检测数据分析，未发现屏蔽体外 30cm 处超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的情况。

二、环境影响评价报告信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公众参与公开力度，建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。



公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1	Azurion5 M20	125	1000	介入治疗	介入导管室 (二)	新增 (飞利浦)

(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 (μ A)	中子强 度 (n/s)	用途	工作 场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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

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

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

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第682号，2017年10月1日实施；</p> <p>(6) 《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，2024年2月1日施行）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日起实施；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院第 449 号令，2019 年 3 月修订；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部第 18 号令，2011 年 5 月起实施；</p> <p>(11) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》；原环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订；</p> <p>(12) 《射线装置分类》，原环境保护部公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月起实施；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发〔2015〕162 号，2015 年 12 月实施；</p> <p>(14) 《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，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日；</p> <p>(15) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发〔2012〕77 号，环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；</p>
------	---

	<p>(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，公告 2019 年第 57 号。</p>
技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1—2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(6) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(8) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(10) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；</p> <p>(11) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；</p> <p>(12) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；</p> <p>(13) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；</p> <p>(14) 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）；</p> <p>(15) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；</p> <p>(16) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。</p>
其他	<p>(1) 《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽，原子能出版社，1987）；</p> <p>(2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料；</p> <p>(3) 《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））；</p> <p>(4) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》（川环函〔2016〕1400 号）；</p> <p>(5) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）；</p> <p>(6) 环评委托书。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关要求：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”。本项目属于II类射线装置的项目，具有实体边界，因此，本项目评价范围为介入导管室（二）边界外 50m 区域。

保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院的辐射工作人员和周围停留的公众，本项目的介入导管室（二）位于凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼一层。

以介入导管室（二）四周墙体为边界外环境关系具体如下：**北侧：**紧邻耗材、无菌物品间，约3.9-11.3m处为电梯井，约11.3-41.5m处为外科楼入口广场，约41.5-50m处为河东大道；**东北侧：**紧邻外科楼楼外绿化区域，约24.8-50m处为河东大道；**东侧：**紧邻外科楼楼外绿化区域，约28.8-50m处为河东大道；**东南侧：**紧邻休息室，约3.3-5.1m为送风井，约5.1-8.1m为步梯，约8.1-11.2m处为电梯井，约11.2-27.8m处为外科楼楼外绿化区域，约27.8-50m处为航天大道、河东大道交汇口；**南侧：**紧邻控制室，约3.4-12.6m处为步梯、走廊等区域，约12.6-22.6m处为外科楼楼外绿化区域，约22.6-50m处为航天大道；**西南侧：**紧邻洗手区、走廊，约3.7-19.1m处为男更衣室、女更衣室、走廊、办公室、取药室、诊室等外科楼室内功能用房，约19.1-26.6m处为院内绿植、院内道路等区域，约26.6-50m处为医技楼；**西侧：**紧邻污物暂存间，约3.5-15.4m处为走廊、化验室、留观室等外科楼室内功能用房，约15.4-26.3m处为外科楼、医技楼连接走廊，约26.3-50m处为医技楼；**西北侧：**紧邻缓冲间、设备间，约3.6-42m处为电井、门厅、药房、步梯、前室等外科楼室内功能用房，约42-50m处为院内绿植、院内道路等区域；**正上方**为备餐休息室、单人间病房；**正下方**为停车场车位。

由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此，在进行预测时，选取距离本项目辐射工作场所（介入导管室（二））较近、有代表性的环境保护目标进行分析。具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 辐射工作场所环境保护目标一览表

项目	相对位置	环境保护目标	距辐射源/屏蔽体最近距离(m)		人流量 (人/d)	照射类型	剂量约束值 (mSv/a)
			水平距离	垂直距离			
DSA	-	①介入导管室（二）内的医生（第一术者位）	0.3	0	20	职业	5.0
	-	②介入导管室（二）内的医生（第二术者位）	0.8	0		职业	5.0
	-	③介入导管室（二）内的护士	1.0	0		职业	5.0
	南侧	④控制室内的技师（介入导管室（二）外）	7.0	0	2	职业	5.0
	南侧	⑤步梯、走廊、室外绿化、航天大道等区域	12.1	0	约 600	公众	0.1
	西南侧	⑥刷手区、走廊、男更衣室、女更衣室、办公室、取药室、诊室等外科楼室内功能用房、院内绿植、院内道路等区域	4.1	0	约 200	公众	0.1
	西侧	⑦污物暂存间、走廊、化验室、留观室等外科楼室内功能用房、外科楼与医技楼连接走廊等区域	3.2	0	约 300	公众	0.1
	西北侧	⑧缓冲间、设备间、电井、门厅、药房、步梯、前室等外科楼室内功能用房、院内绿植、院内道路等区域	3.0	0	约 400	公众	0.1
	北侧	⑨耗材、无菌物品间、电梯井、外科楼入口广场、河东大道等区域	2.5	0	约 600	公众	0.1
	东北侧	⑩楼外绿化、河东大道等区域	3.7	0	约 600	公众	0.1
	东侧	楼外绿化、河东大道等区域	3.7	0	约 600	公众	0.1
	东北侧	⑪休息室、送风井、步梯、电梯井、楼外绿化、航天大道与河东大道交汇口等区域	7.3	0	约 700	公众	0.1
	楼上	⑫备餐休息室、单人间病房等区域	0	4.5	约 100	公众	0.1
	楼下	⑬停车场车位等区域	0	-7.2	约 100	公众	0.1
	西南侧	A 医技楼等区域	26.3	0	约 300	公众	0.1

注：本项目介入手术室屏蔽体外 50m 范围内，无其他环境敏感点。

评价标准

一、环境质量标准

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

二、污染物排放标准

(1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

(2) 医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准。

(3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

(4) 固废：一般固废：本项目参照执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中的贮存过程应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求；医疗废物：执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020），还应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）相关要求。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

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

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。眼晶体的年当量剂量不超过 150mSv。

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

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

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

四、介入手术室防护设施的技术要求

1、介入手术室防护设施的技术要求执行《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定。

(1) 介入手术室布局要求

①介入手术室应合理设置 DSA 设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

②介入手术室应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

③介入手术室最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 的规定。

表 7-2 介入手术室使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积（m ² ）	机房内最小单边长度(m)
DSA（单管头）	20	3.5

(2) 介入手术室屏蔽要求

①介入手术室屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

表 7-3 介入手术室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 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
介入手术室	2.0	2.0

②介入手术室门和窗关闭时应符合表 7-3 的规定。

(3) 介入手术室屏蔽体外剂量水平

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 2.5μSv/h。

(4) DSA 工作场所防护

①机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

②机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

③机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

④机房门外应有电离辐射警告标志；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；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

⑤机房平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

⑥机房电动推拉门宜设置防夹装置。

⑦机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

(5) DSA 工作场所防护用品及防护设施配置要求

①DSA 机房应配备不少于表 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅

助防护设施，其数量应符合开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

②除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb。

③介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

④应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

⑤个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查 类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射 学操作	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	铅悬挂防护屏/铅防护吊 帘、床侧防护帘/床侧防护 屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙 （方形）或方巾、铅橡 胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—

注 1：“—”表示不做要求。

表 8 环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

医院拟在凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼（原有建筑物，-1F~11F，地上总高约45m、地下高约7m）一层新建1间介入导管室（二）及其配套用房，根据现场踏勘，本项目周边环境及拟建位置现场情况如下图所示。

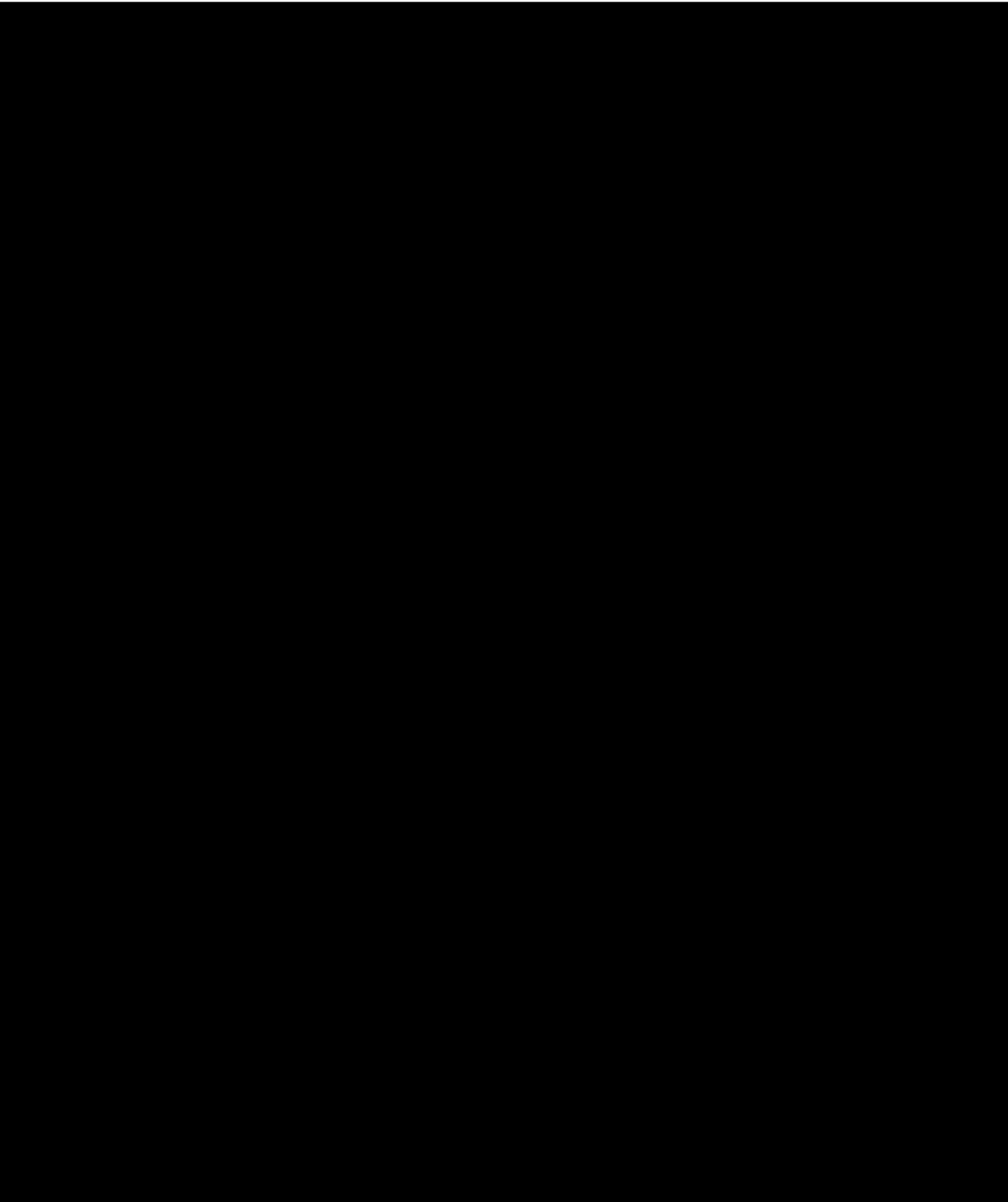


图8-1 本项目介入手术室及周边现状图

二、本项目主要环境影响

项目在投入运营后，主要对环境造成影响的是 DSA 在曝光过程中，产生的 X 射线。

三、本项目所在地 X/γ辐射空气吸收剂量现状监测

受凉山彝族自治州中西医结合医院委托，我公司于 2026 年 01 月 06 日对凉山彝族自治州中西医结合医院 2026 年数字减影血管造影装置（DSA）项目进行了 X/γ辐射剂量率的布点监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

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

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	主要参数	检定/校准情况	
X/γ辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪 SCYRJ-FSWS-033	能量响应： 20keV~3.0MeV 测量范围： 1nGy/h~1.2mGy/h	校准/检定单位： 中国测试技术研究院 校准/检定有效期： 2025.09.12~2026.09.11 校准因子：0.97（校准源： ¹³⁷ Cs）	天气：阴 温度： 8.8~9.2℃ 湿度： 53.5~56.7%

四、质量保证

四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经过培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

- 四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司质量管理体系：
- （一）资质认证
- 从事监测的单位，四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司于 2023 年 12 月取得了四川省市场监督管理局颁发的计量认证证书，证书编号为：232303100019，有效期至 2029 年 5 月 3 日。
- （二）仪器设备管理
- ①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（三）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经过培训，考核合格持证上岗。

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

五、监测布点原则及监测点布置

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 DSA 曝光时高压射线管发出的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X/γ 辐射剂量率。根据现场实际情况，X/γ 辐射剂量率监测点位主要包括介入手术室手术室的室内、室外、正下方、正上方及评价范围内的敏感点。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况，点位布设符合技术规范要求。

表 8-3 现状监测布点情况及其相对位置关系

项目	监测点位	备注
DSA	1 拟建 DSA 机房内	可反映拟建介入导管室（二）场地现状值
	2 拟建 DSA 机房缓冲区	可反映介入导管室（二）西侧环境保护目标现状值
	3 拟建 DSA 机房耗材、无菌物品间	可反映介入导管室（二）南侧环境保护目标现状值
	4 拟建 DSA 机房东侧空地	可反映介入导管室（二）东侧环境保护目标现状值
	5 拟建 DSA 机房休息室	可反映介入导管室（二）东侧环境保护目标现状值
	6 拟建 DSA 机房控制室操作位	可反映介入导管室（二）东侧环境保护目标现状值
	7 拟建 DSA 机房西南侧走廊	可反映拟建介入导管室（二）场地现状值
	8 拟建 DSA 机房刷手区	可反映介入导管室（二）北侧环境保护目标现状值
	9 拟建 DSA 机房污物暂存间	可反映介入导管室（二）北侧环境保护目标现状值
	10 拟建 DSA 机房楼上（2F）	可反映介入导管室（二）楼上环境保护目标现状值
	11 拟建 DSA 机房楼下（-1F）	可反映介入导管室（二）楼下环境保护目标现状值
	12 项目北侧医技楼	可反映本项目所在楼栋室外环境保护目标现状值
	13 项目西北侧门诊广场	可反映医院外的环境保护目标现状值

注：本项目现状监测布点主要包括介入导管室（二）室内、室外、正下方、正上方及评价范围内的敏感点。

监测布点示意图如下：



图 8-2 本项目监测布点图

六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-4 环境 X/γ辐射剂量率监测结果

单位：nGy/h

测点 编号	点位描述	X/γ辐射剂量率 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	拟建 DSA 机房内	74	3.8	/
2	拟建 DSA 机房缓冲区	76	2.3	
3	拟建 DSA 机房耗材、无菌物品间	74	3.4	
4	拟建 DSA 机房东侧空地	72	2.2	
5	拟建 DSA 机房休息室	84	2.1	
6	拟建 DSA 机房控制室操作位	92	2.2	
7	拟建 DSA 机房西南侧走廊	83	2.8	
8	拟建 DSA 机房刷手区	85	1.9	
9	拟建 DSA 机房污物暂存间	93	2.1	
10	拟建 DSA 机房楼上（2F）	85	2.6	
11	拟建 DSA 机房楼下（-1F）	82	3.1	
12	项目北侧医技楼	81	2.4	
13	项目西北侧门诊广场	85	2.6	

注：以上监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。

根据现场监测报告，凉山彝族自治州中西医结合医院 2026 年数字减影血管造影装置（DSA）项目拟建场所周边 X/γ辐射剂量率为 72nGy/h~93nGy/h。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、施工期的工程分析

医院拟在凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼（已建-1F~11F，总高约地上总高约 45m、地下高约 7m）1 层新建 1 间介入手术室及其配套用房，在介入手术室内新增使用 1 台 DSA，属于Ⅱ类射线装置。本项目施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水。其工艺流程及污染物产生环节如下图 9-1 所示。

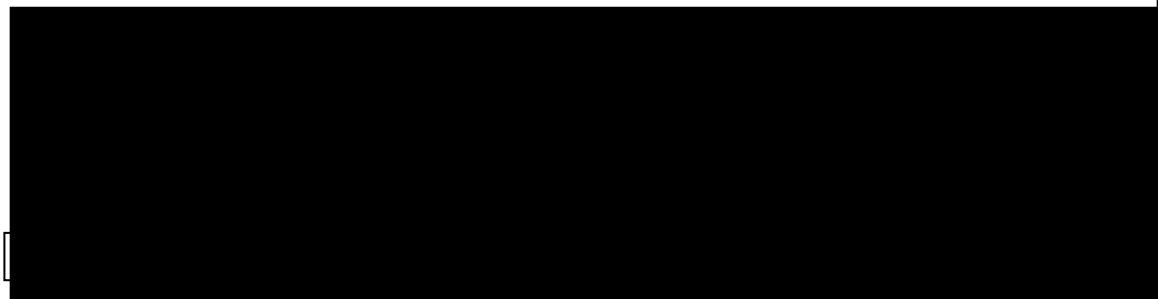


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

根据屏蔽设计情况，需要将现有房间的窗户、门和墙体拆除，然后重新建造新的手术室防护墙，安装防护门和观察窗，在手术室墙体和楼板涂刷防护涂料，原有的其他可利用的墙体重新开设门洞，并对手术室、控制室等进行装修工程。根据建设单位提供的资料，已有建筑结构和基础满足后期手术室建设施工要求。

在介入手术室装修时，应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，本项目防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍；排风口位置应做好射线防护，增加铅板，防止射线外漏；介入手术室屏蔽墙体表面宜光滑，洁净，颜色均匀一致，无抹纹，灰线平直方正，清渐美观，无裂纹、脱皮、麻面和起砂等现象，待硫酸钡防护层完全达到最终强度后，再施工防水层；本项目观察窗与墙体至少重叠 5cm，且采用 4mm 铅皮进行衔接，避免各屏蔽体之间有漏缝产生，防止辐射泄漏。

为防止射线泄漏，硫酸钡板拼缝处均采用 3mm 铅皮进行衔接，膨胀螺丝转角均利用 3mm 铅皮进行屏蔽补偿，墙面转角处均利用 L 型铅皮进行屏蔽补偿。

2、设备组成及工作原理

（1）设备组成

本项目 DSA 由 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器等，图像检测系统，包括光栅、影像增强器或平板探测器、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

（2）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 9-2。

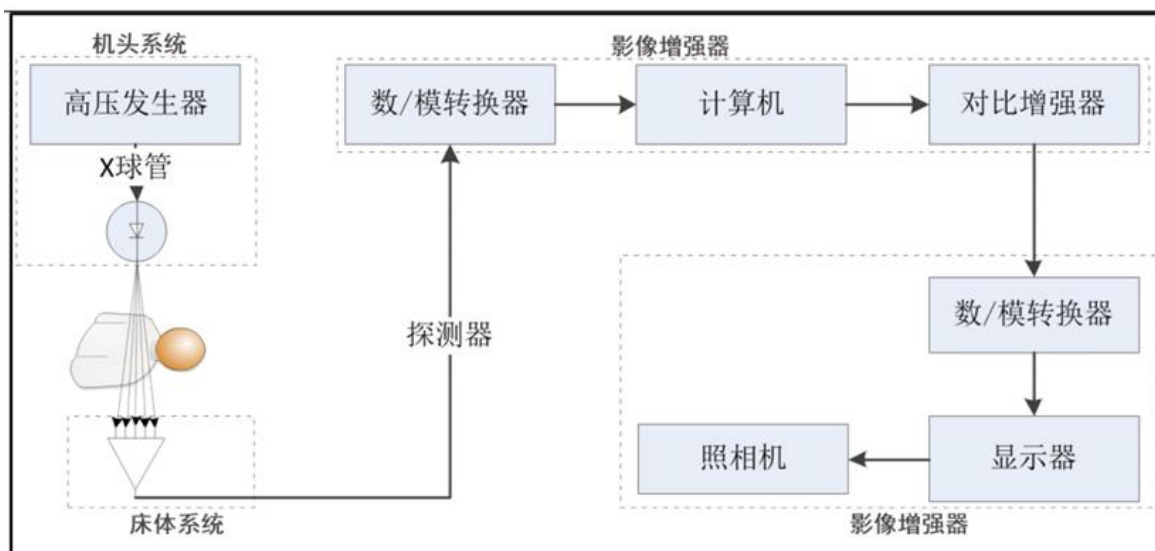


图 9-2 X 射线装置基本原理图

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。两次数字相减，消除相同的信号，形成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。对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；通过减影处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

3、诊断及治疗流程简述

本项目放射介入诊断流程如下所示：

（1）病人候诊、准备、检查：由医生写介入诊疗申请单；介入接诊手术医生检查是否有介入诊断的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊断时间。

（2）向病人告知可能受到的辐射危害：介入主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊断的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等。对各种需放置支架的病人，由介入主管医生根据精确测量情况提前预定核实的支架。

（3）设置参数，病人进入介入手术室、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入介入手术室并进行摆位。

（4）根据不同的治疗方案，手术医生及技师密切配合，完成介入手术或检查。DSA 在进行曝光时分为检查和诊断两种情况：

①拍片检查

DSA 检查采用隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员调整 X 线球管、人体、影像增强器三者之间的距离，然后进入控制室，关好防护门。手术医生、技师通过控制室的计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。手术医生根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

②介入诊断

DSA 介入诊断采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医生位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.3~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅手套等）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入诊断中，手术医生根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机，病人离开介入导管室（二）。

(5) 治疗完毕关机：手术医生应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片，急症病人应尽快将胶片交给病人；对单纯接受介入造影检查的病人，手术医生应在 24 小时内将诊断报告写出由病人家属取回交病房病历保管。

本项目 DSA 工作流程及产污图见图 9-3：

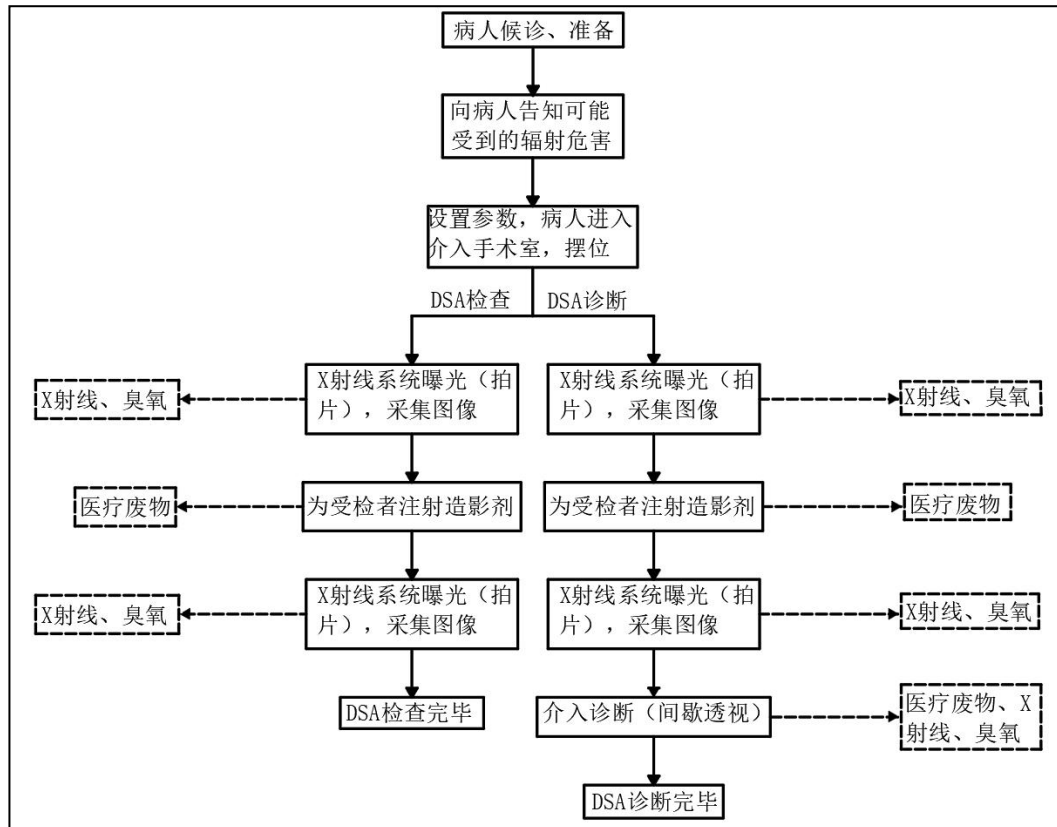


图 9-3 DSA 检查与诊断流程及产污环节示意图

其中 DSA 介入诊断具体操作流程为：诊断时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺，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目标部位，进行介入诊断，留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，医生必须在床旁并在 X 线导视下进行。

污染源项描述

一、施工期污染源项分析

医院拟在凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼（已建-1F~11F，地上总高约 45m、地下高约 7m）一层新建 1 间介入手术室及其配套用房，在介入手术室内新增使用 1 台 DSA，属于 II 类射线装置。本项目施工期将会产生一定扬尘、噪声、固

体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水。

二、运营期污染源项分析

1、产污环节

本项目使用 1 台 DSA，属于Ⅱ类射线装置。产污环节为：在注入造影剂之前拍片产生的 X 射线和臭氧，注入造影剂之后产生的 X 射线和臭氧，介入诊断过程中间歇透视产生的 X 射线和臭氧。在手术时，产生医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套等医疗废物。注入的造影剂不含放射性，同时本项目采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

2、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目技师由医护人员通道通过换鞋区、更衣室、控制室进出辐射工作场所，医生通过换鞋区、更衣室、刷手区进入辐射工作场所。

患者路径：患者通过缓冲间进出介入手术室。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物经打包后暂存于污物暂存间，污物转移过程中为避免人群，应选择夜间（或其他人流量少的时间段）进行转移，最终交由有相应资质的单位回收处理。

本项目人流、污物路径示意图见下图：

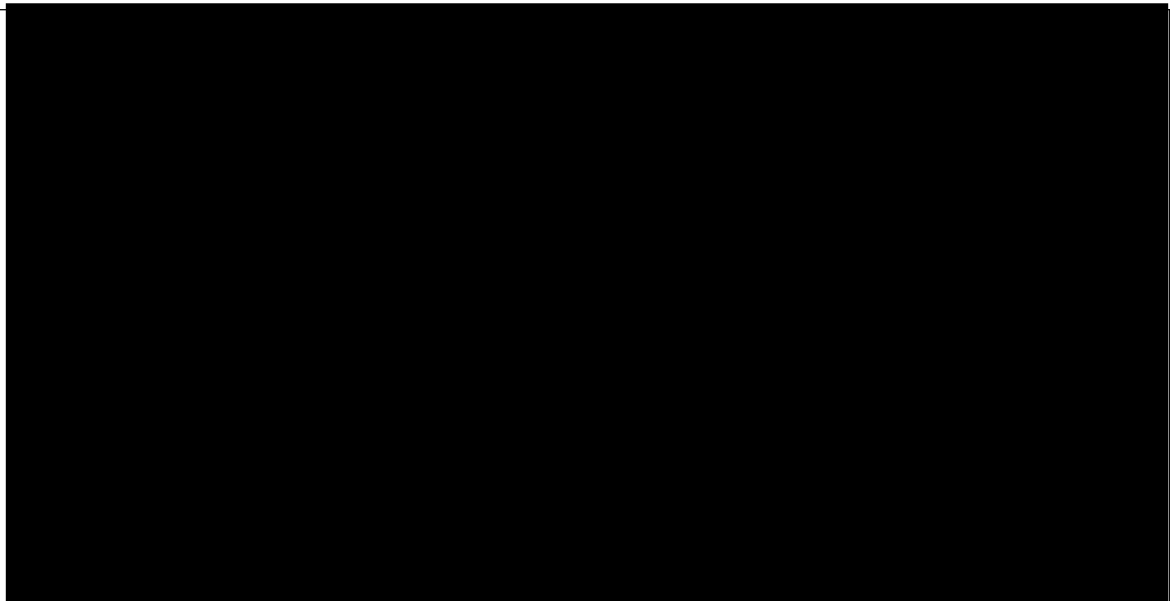


图 9-4 本项目人流、污物路径示意图（详见附图 9）

3、污染源项描述：

（1）电离辐射

DSA 在开机状态下产生的 X 射线，不开机状态下不产生 X 射线。本项目的数字减影血管造影装置（DSA）的相关参数具体如下表所示：

（2）废气

本项目拟在介入导管室（二）内设置通排风系统（排风量 1000m³/h、新风量 1000m³/h），介入导管室（二）室内通风口位于机房顶部，排风口位于介入导管室（二）西南侧天花板上。本项目运行时产生的废气主要为臭氧，臭氧的密度大于空气，臭氧产生位置为 DSA 球管，距离地面较近，臭氧经扩散后，由位于介入导管室（二）东南侧送风井排出送至医院楼外已有的西北侧废气排放口（高约 15m，位于室外）排出，废气经自然分解和稀释后，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

（3）固体废物

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 介入室预计手术量为 400 台，则每年固体废物产生量约为 800kg（0.8t）。项目产生的医疗废物在污物暂存间打包后与医院其他医疗废物一起在医院既有医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目 DSA 拟配置 22 名辐射工作人员，每人每天产生生活垃圾约 0.5kg，则每天生活垃圾产生量约 11kg（0.011t），每年生活垃圾产生量约 2.75t。工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

（4）废水

本项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（处理规模为 300m³/d，工艺为：“厌氧+好氧+次氯酸钠消毒”），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入两河口再生污水处理厂处理达标后，排入安宁河。

（5）噪声

本项目所有设备选用低噪声设备，最大源强不超过 65dB（A），且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

（6）造影剂的存储、泄露风险

造影剂（碘海醇）是介入放射学操作中最常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存，钥匙交专人保管；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。在使用造影剂前由药剂师进行剂量核算后护士取药，医生用高压注射器按照血液流速注入病人血管内，在 X 射线的照射下达到血管造影的目的，最后由泌尿系统排出体外。造影剂不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄露风险。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、辐射工作场所平面布局和两区划分

1、项目平面布局合理性分析

本项目的介入导管室（二）位于凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼一层。

以介入导管室（二）四周墙体为边界外环境关系具体如下：**北侧**：紧邻耗材、无菌物品间，约3.9-11.3m处为电梯井，约11.3-41.5m处为外科楼入口广场，约41.5-50m处为河东大道；**东北侧**：紧邻外科楼楼外绿化区域，约24.8-50m处为河东大道；**东侧**：紧邻外科楼楼外绿化区域，约28.8-50m处为河东大道；**东南侧**：紧邻休息室，约3.3-5.1m为送风井，约5.1-8.1m为步梯，约8.1-11.2m处为电梯井，约11.2-27.8m处为外科楼楼外绿化区域，约27.8-50m处为航天大道、河东大道交汇口；**南侧**：紧邻控制室，约3.4-12.6m处为步梯、走廊等区域，约12.6-22.6m处为外科楼楼外绿化区域，约22.6-50m处为航天大道；**西南侧**：紧邻刷手区、走廊，约3.7-19.1m处为男更衣室、女更衣室、走廊、办公室、取药室、诊室等外科楼室内功能用房，约19.1-26.6m处为院内绿植、院内道路等区域，约26.6-50m处为医技楼；**西侧**：紧邻污物暂存间，约3.5-15.4m处为走廊、化验室、留观室等外科楼室内功能用房，约15.4-26.3m处为外科楼、医技楼连接走廊，约26.3-50m处为医技楼；**西北侧**：紧邻缓冲间、设备间，约3.6-42m处为电井、门厅、药房、步梯、前室等外科楼室内功能用房，约42-50m处为院内绿植、院内道路等区域；**正上方**为备餐休息室、单人间病房；**正下方**为停车场车位。

本项目技师由医护人员通道通过换鞋区、更衣室、控制室进出辐射工作场所，医生通过换鞋区、更衣室、刷手区进入辐射工作场所；患者经过病人准备间通过病人通道进出介入导管室（二）。手术过程中产生的医疗废物经打包后暂存于污物暂存间。因此，本评价认为本项目总平面布置是合理的。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置既方便就诊、满足科室诊疗需要，也能够降低人员受到意外照射的可能性，所以平面布置是合理的。

2、两区划分

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）要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

控制区：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。本项目拟将介入导管室（二）实体范围内划为控制区。

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

结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将本项目介入导管室（二）实体范围内、耗材、无菌物品间划为控制区，而刷手区、控制室、污物暂存间、缓冲区划为监督区。项目控制区和监督区划分情况见下表。本项目及现有的介入手术室一两区划分示意图见下图 10-1。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

设备名称及位置	控制区	监督区
DSA(介入导管室（二）)	介入导管室（二）实体范围内、 耗材、无菌物品间	刷手区、控制室、污物暂存间、缓冲区

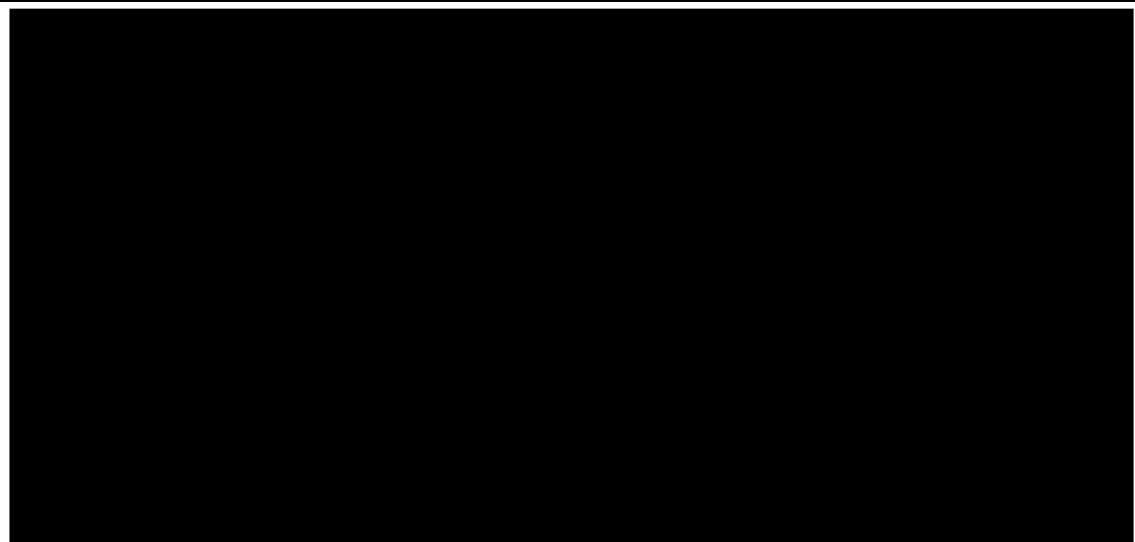


图 10-1 本项目控制区和监督区划分示意图

3、控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志（图 10-2），本项目电离辐射警告标识拟设于介入导管室（二）的 5 扇铅门外；

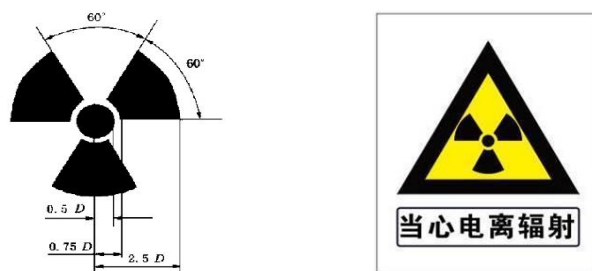


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

- ②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；
- ③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；
- ④在更衣室备有个人防护用品、工作服和被污染防护衣具的贮存柜；
- ⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

4、监督区防护手段与安全措施

- ①建设单位计划在本项目介入导管室（二）设置黄色警示线，以黄线警示本项目监督区的边界；
- ②医院计划在本项目监督区的入口处的适当地点设立表明本项目监督区的标牌；
- ③医院计划定期检查本项目监督区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

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

二、辐射安全与防护措施

（一）DSA 辐射安全及防护措施

1、DSA 的固有安全性

本项目配备的 DSA 已采取如下技术措施：

- ①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。
- ②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LiH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备相应的表征剂量的指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，人次如剂量面积乘积（DAP）仪等。

⑥配备辅助防护设施：配备床下铅帘（0.5mm 铅当量）和悬吊铅帘(0.5mm 铅当量)、铅屏风等辅助防护设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

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

2、屏蔽防护措施

根据医院提供防护设计资料，对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C查询，机房实体防护设施铅当量折合估算见表10-2，根据机器特性，在实际使用中不会使用到最大管电压125kV，但保守估计，在折合屏蔽体铅当量时，仍按照125kV下辐射衰减拟合参数进行铅当量折算。

表 10-2 铅、混凝土对管电压（125kV）X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	铅			混凝土			实心砖		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
125 散	2.233	7.888	0.7295	0.0351	0.066	0.7832	-	-	-
125	2.219	7.923	0.5386	0.03502	0.07113	0.6974	0.0287	0.067	1.346

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln\left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}}\right)$$

式中：

- X—不同屏蔽物质的铅当量厚度；
- α —不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- γ —不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
- B—给定铅厚度的屏蔽减弱因子；

β —不同屏蔽物质对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 公式 C.1 和 C.2 进行计算，当管电压（有用线束）为 125kV 时，120mm 混凝土（密度为 2.35g/cm³）计算结果约为 1.4mmPb，240mm 实心砖（密度为 1.65g/cm³）计算结果约为 2.2mmPb。

根据硫酸钡射线防护板检测报告（见附件10），检测报告提供的检测条件为 120kV，本项目拍片时，DSA的常用电压60~100kV；透视时，DSA常用管电压为 70~90kV。根据该检测报告，硫酸钡射线防护板厚度为11mm时等效铅当量为 0.71mmPb。施工的硫酸钡射线防护板厚度为60mm，保守估计折合为3.8mmPb。用于介入导管室（二）四周墙面。

本项目介入手术室防护施工拟使用硫酸钡密度为3.2g/cm³（400目沉淀硫酸钡（纯度99%）：水泥=4:1），混合后的密度为2.88g/cm³，根据《放射防护实用手册》（第六章，表6.14）密度为2.79g/cm³，保守取值管电压为150kV的钡水泥，硫酸钡防护涂料厚度为40mm，保守估计折合为2.0mmPb；用于介入导管室（二）地面。

表 10-3 介入手术室的实体防护折合铅当量计算表

位置		实体结构	折合铅当量	总计
介入导管室（二）	四周墙体	西北侧、西南侧墙体为 60mm 硫酸钡板	约 3.8mmPb	约 3.8mmPb
		东北侧、东南侧墙体为 24cm 实心砖+60mm 硫酸钡板	约 2.2mmPb+3.8mmPb	合约 6.0mmPb
	屏蔽门	4mm 铅当量铅门	4mmPb	4mmPb
	观察窗	4mm 铅当量铅玻璃	4mmPb	4mmPb
	屋顶	120mm 混凝土+3mm 铅板	约 1.4mmPb+3mmPb	约 4.4mmPb
	地面	120mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	约 1.4mmPb+2.0mmPb	合约 3.4mmPb

表 10-4 介入手术室的实体防护设施对照表

机房		介入导管室（二）	放射诊断放射防护要求	备注
机房规格		面积 46.60m ² （最小单边长度 5.49m）	最小有效使用面积 20m ² ，最小单边长度 3.5m	满足要求
四周墙体	结构及厚度	西北侧、西南侧墙体为 60mm 硫酸钡板（约 3.8mmPb） 东北侧、东南侧墙体为 24cm 实心砖+60mm 硫酸钡板（合约 6.0mmPb）	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求
屏蔽门		4mm 铅当量铅门	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求
观察窗		4mm 铅当量铅玻璃	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求
屋顶		120mm 混凝土+3mm 铅板（约 4.4mmPb）	有用线束 2mm 铅当量	满足要求

地面	120mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料 (合约 3.4mmPb)	非有用线束 2mm 铅当量	满足要求
----	--	---------------	------

注：表中混凝土密度为 2.35g/cm³，铅玻璃密度为 3.1g/cm³，硫酸钡涂料密度为 2.79g/cm³。当屏蔽体结构由多种材料构成，各材料折合的铅当量之和即为总的铅当量。

3、安全措施

①门灯联锁：介入手术室门外顶部拟设置工作状态指示灯箱。防护门关闭时，指示灯为红色，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

②有中文标识的紧急止动装置：控制台上、介入手术床旁拟设置紧急止动按钮（各按钮分别与X线系统连接）。DSA系统的X线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止X线系统出束。

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

④对讲装置：在介入手术室与控制室之间拟安装对讲装置，操作室的工作人员通过对讲机与介入手术室内的手术人员联系。

⑤警告标志：介入手术室防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

⑥防夹装置与自动闭门装置：介入手术室的电动推拉门设置防夹装置；介入手术室其余平开门设置自动闭门装置。

4、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

（1）辐射工作人员

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

①距离防护

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

②时间防护

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以

及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。根据医院的实际情况，医院的 DSA 主要用于介入手术、血管造影等。

③屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过控制室与介入导管室（二）之间的屏蔽墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽 X 射线，以减弱或消除射线对人体的危害。

个人防护用品和辅助防护设施：辐射工作人员配备个人防护用品（铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子（选配）），除介入防护手套外，本项目使用的铅衣、铅围裙、铅帘的铅当量为 0.5mmPb，铅手套的铅当量为 0.025mmPb，其余防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；其余甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb。

④个人剂量检测

辐射工作人员均应配备有个人剂量计，并要求上班期间必须佩带。

医院定期（每3个月一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

（2）受检者或患者的安全防护

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

（3）介入手术室周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在介入手术室门外张贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，禁止无关人员进入，以增加公众与射线装置之间的防护距离，避免受到不必要的照射，定期对辐射安全设施的进行维护，确保实时有效。

5、与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求符合性分析

本项目 DSA 与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求符合性分析见下表：

表 10-6 项目与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求符合性分析				
放射检查	分项	《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	本项目拟采取措施	符合性分

类型					析
介入放射学操作	工作人员	个人防护用品	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	职业人员配备铅衣、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套	符合
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	设备自带铅悬挂防护屏和床侧防护帘 1 套	符合
	患者和受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	医院配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 2 套、铅橡胶颈套 2 套（成人和儿童各 1 套）	符合

三、工作场所辐射安全防护设施

根据《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400号）对Ⅱ医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-7：

表 10-7 本项目辐射安全防护设施对照分析表

--	--	--	--	--	--



四、投资估算

本核技术应用项目总投资 750 万元，其中环保投资 55 万元，占总投资约 7.3%。
具体环保设施及投资见表 10-8。

表 10-8 环保设施及投资一览表

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

三废的治理

1、废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。本项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（处理规模为 300m³/d，工艺为：“厌氧+好氧+次氯酸钠消毒”），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网进入两河口再生污水处理厂处理达标后，排入安宁河。

2、废气

本项目拟在介入导管室（二）内设置通排风系统（排风量 1000m³/h、新风量 1000m³/h），介入导管室（二）室内通风口位于机房顶部，排风口位于介入导管室（二）西南侧天花板上。本项目运行时产生的废气主要为臭氧，臭氧的密度大于空气，臭氧产生位置为 DSA 球管，距离地面较近，臭氧经扩散后，由位于介入导管室（二）东南侧送风井排出送至医院楼外已有的西北侧废气排放口（高约 15m，位于室外）排出，废气经自然分解和稀释后，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。

3、固体废物

- ①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。
- ②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 介入室预计手术量为 400 台，则每年固体废物产生量约为 800kg（0.8t）。项目产生的医疗废物在污物暂存间打包后与医院其他医疗废物一起在医院既有医疗废物暂存间暂存，

统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目 DSA 拟配置 22 名辐射工作人员，每人每天产生生活垃圾约 0.5kg，则每天生活垃圾产生量约 11kg（0.011t），每年生活垃圾产生量约 2.75t。工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工期的环境影响分析

医院拟在外科楼（已建11F，总高约45m）1层介入导管室（二）内新增使用1台DSA，型号为Azurion 5M20，属于II类射线装置。本项目施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、装修中产生的废气以及施工人员的生活垃圾和生活污水，针对本项目，医院拟采取以下措施：

废水防治措施：项目施工期生活污水依托医院污水处理设施处理；

噪声防治措施：选用低噪声设备，合理安排施工时间；

固废防治措施：生活垃圾依托环卫部门统一清运。

DSA 复合手术室施工质量的要求：

- ①铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的10倍；
 - ②穿过介入手术室二的电缆沟穿墙部分均采用2mm厚铅皮包裹，并采用“U”型穿墙；
 - ③穿过介入手术室二的通排风管道穿墙部分均采用2mm厚铅皮包裹，并采用45度角斜穿方式；
- 穿墙管线与墙体间隙用防护涂料填实，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，因此，控制电缆及通排风管道的布设不会影响屏蔽墙的屏蔽效果。



图11-1 穿墙管线示意图（左图为通排风管线穿墙、右图为电缆穿墙）

二、设备安装调试期间的环境影响分析

设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在介入手术室二内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物，作为一般固体废物进行处置，不随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

医院拟在介入导管室（二）内新增使用 1 台 DSA，进行介入手术治疗的工作负荷约 400 人/年，DSA 主要用于介入手术。

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

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：技师采取隔室操作的方式，医生通过操作室铅玻璃观察窗观察介入手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于操作室内。经介入手术室各屏蔽体屏蔽后，对介入手术室外（包括介入手术室楼上、楼下）的公众和工作人员影响较小。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入介入手术室，进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时手术医生身着铅衣、铅帽、戴铅防护眼镜等在介入手术室内对病人进行手术操作。

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

1、本项目关注点的辐射环境影响分析

根据医院实际诊疗情况，拍片时，DSA 的常用电压 60~100kV，常用电流为 100~500mA；透视时，DSA 常用管电压为 70~90kV，常用管电流为 6~20mA。根据医院提供的设备清单本项目 DSA 设备提供 3 种滤波等级，即 0.1、0.4 和 0.9mm 铜，且每

个等级额外提供1mm铝背衬。本项目保守考虑采用0.1mmCu进行估算。根据辐射防

式

K_a —距靶 1m 处的空气比释动能率， $\text{mGy}\cdot\text{min}^{-1}$ ；

X_0 —距靶 1m 处的照射量率， R ($1\text{R}=2.58\times 10^{-4}\text{C}\cdot\text{kg}^{-1}$)（来源于：伦琴单位的定义和它在国际单位制（SI）中的换算关系）；

I —管电流， mA ；

W/e —在空气中产生一对离子所需要的平均电离能量，取 $33.85\text{J}\cdot\text{C}^{-1}$ （来源于：物理学手册）。

本项目 DSA 投用后，手术过程中 DSA 复合手术室四周、正下方的保护目标，均受到漏射射线和散射射线的影响，手术室正上方受主射辐射的影响，手术室内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离介入导管室（二）最近关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。

本项目共布设 14 个预测点位。

预测点位说明：

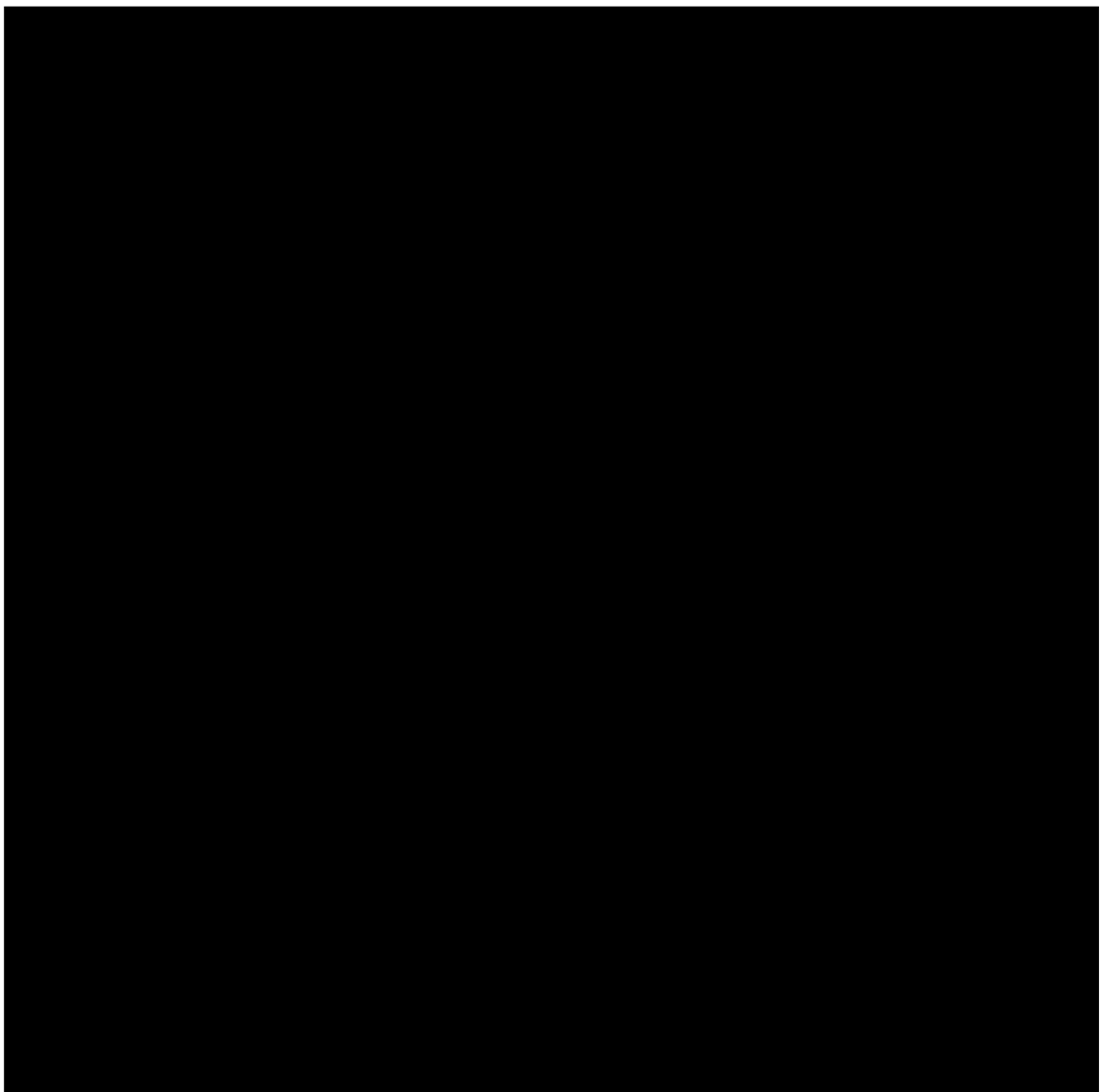


图 11-3 本项目介入导管室（二）靶点与正上方和正下方预测点位示意图

①介入导管室（二）内的医生（第一术者位）距离靶点 0.3m；

②介入导管室（二）内的医生（第二术者位）距离靶点 0.8m；

③介入导管室（二）内的护士距离靶点 1m；

④介入导管室（二）南侧保护目标（控制室内的技师，屏蔽体外 30cm 处（铅门外））距离靶点最近距离为 7.0m；

④-1 介入导管室（二）南侧保护目标（控制室内的技师，屏蔽体外 30cm 处（墙外））距离靶点最近距离为 6.9m；

⑤介入导管室（二）南侧保护目标（楼梯，屏蔽体外 30cm 处）距离靶点最近距离为 11.8m；

⑥介入导管室（二）西南侧保护目标（刷手区，屏蔽体外 30cm 处（墙外））

距离靶点最近距离为 3.9m;

⑦介入导管室（二）西侧保护目标（污物暂存间，屏蔽体外 30cm 处（墙外））距离靶点最近距离为 3.6m;

⑦-1 介入导管室（二）西侧保护目标（污物暂存间，屏蔽体外 30cm 处（铅门外））距离靶点最近距离为 3.2m;

⑧介入导管室（二）西北侧保护目标（缓冲区，屏蔽体外 30cm 处（墙外））距离靶点最近距离为 2.9m;

⑧-1 介入导管室（二）西北侧保护目标（缓冲区，屏蔽体外 30cm 处（铅门外））距离靶点最近距离为 2.9m;

⑨介入导管室（二）北侧保护目标（耗材、无菌物品间，屏蔽体外 30cm 处（墙外））距离靶点最近距离为 2.3m;

⑨-1 介入导管室（二）北侧保护目标（耗材、无菌物品间，屏蔽体外 30cm 处（铅门外））距离靶点最近距离为 3.0m;

⑩介入导管室（二）东北侧保护目标（墙外过道，屏蔽体外30cm处）距离靶点最近距离为3.6m。

⑪介入导管室（二）东南侧保护目标（休息室，屏蔽体外 30cm 处）距离靶点最近距离为 7.2m;

⑫介入导管室（二）正上方保护目标（单人间病房，顶部地面 100cm 处）距离靶点 4.5m 处;

⑬介入导管室（二）正下方保护目标（停车场，楼下地面 170cm 处）距离靶点 7.2m 处;

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

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

式中:

B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子;

β —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数;

α —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数;

γ —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数;

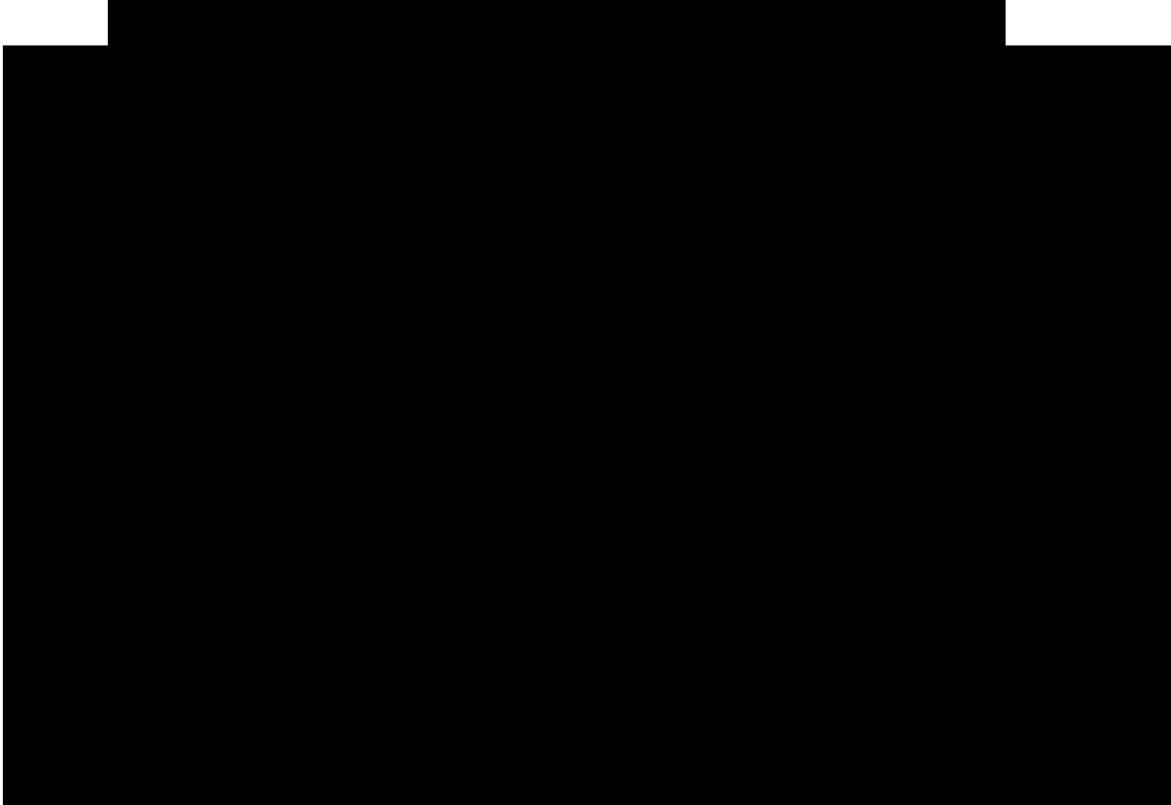
X—屏蔽材料厚度。

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

表 11-2 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压90kV（透视）						
材料	α		β		γ	
铅	3.067		18.83		0.7726	
管电压 100kV（拍片）						
材料	α		β		γ	
	主束	散射	主束	散射	主束	散射
铅	2.500	2.507	15.28	15.33	0.7557	0.9124

根据计算,介入手术室不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-3。



注:①为介入导管室(二)内与介入导管室(二)内之间的屏蔽材料与厚度。

(1) 主射线束方向影响分析

①计算模式

本项目主射方向屏蔽防护采用《辐射防护手册》(第一分册)中计算公式如下:

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f T / r^2 \dots\dots\dots (式 3)$$

式中:

D_r —预测点处辐射空气吸收剂量, mGy;

D_1 —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，拍片时为 1834.0mGy/min、透视时为 57.64mGy/min；

T—每年工作时间，DSA 的年工作时间为 5928min（包括透视 5820min 和拍片 108min）；

μ —利用因子，主射方向取 1；

η —对防护区的居留因子；

f—屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子；

r—预测点距 X 射线源的距离，m。

②预测结果分析

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

将相关参数带入（式 2）中，进行主射方向关注点年有效剂量预测，预测点年剂量估算结果见表 11-4：

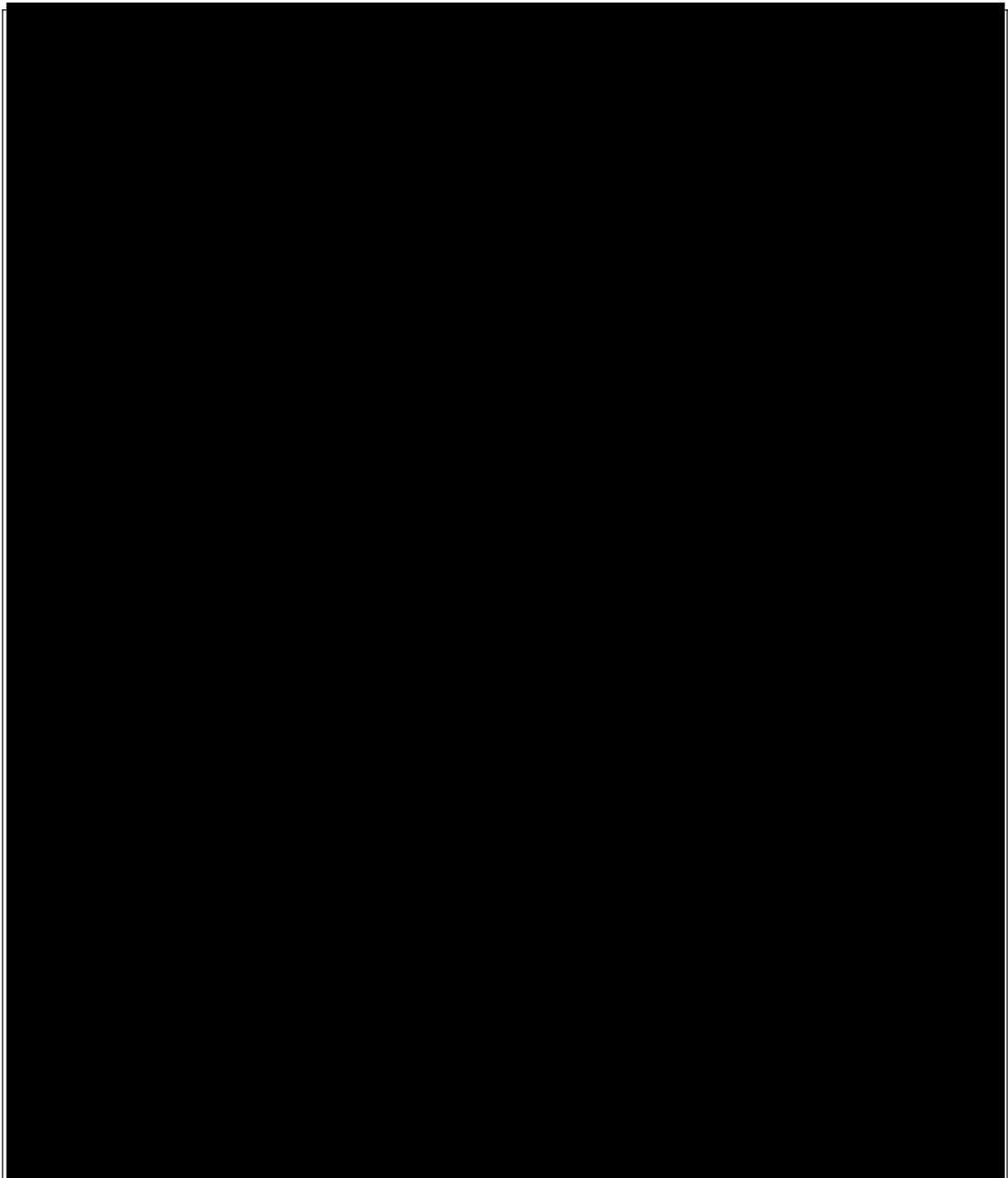
表 11-4 DSA 主射方向预测点年有效剂量估算

--

由上表可知，设备主射方向辐射剂量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h 的规定。

（2）病人体表散射辐射剂量估算

根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册》(第一分册)中公式(10.8)、(10.9)、(10.10)等公示演化而来，病人体表散射屏蔽估算公式如下式4。



注：散射点与射线源垂直。

（3）泄漏辐射剂量估算

根据中国原子能出版社 2012 年出版的《实用辐射防护与剂量学》(应用篇)第 9 章“辐射防护屏蔽设计”，泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 1‰计算，利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下（式 5）进行计算。

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

式中：

H—预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f—泄漏射线比率，1‰；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

R—靶点距关注点的距离，m；

B——减弱因子，前文表 11-3 计算取得。

DSA 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11-8 DSA 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

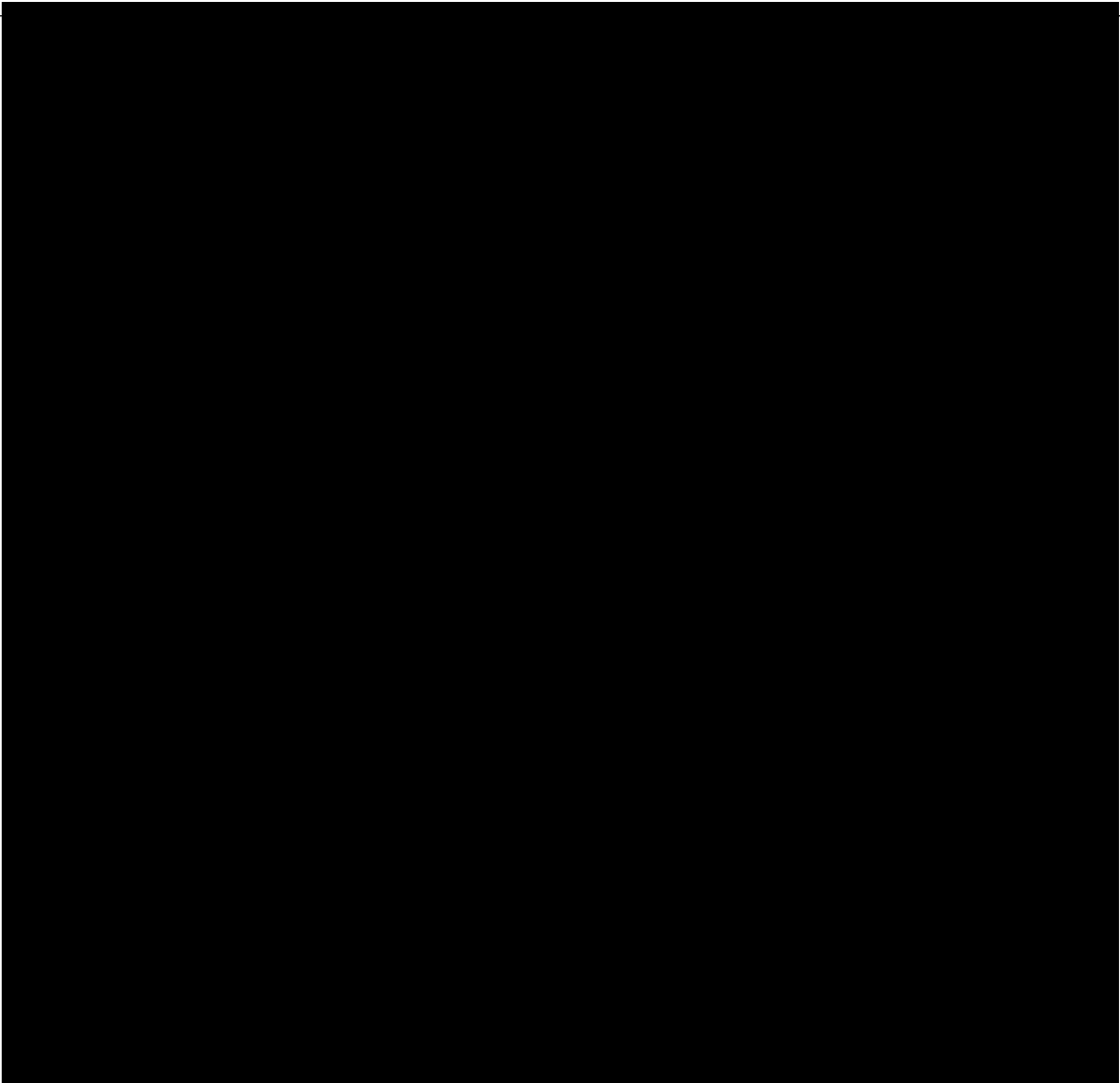
预测点	靶点距预测点距离 R (m)	靶点处最大剂量率 H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	泄漏射线比率 f (‰)	减弱因子 B	预测点处剂量率 H ($\mu\text{Gy/h}$)
1	1.2	1.5	1	0.1	0.125
2	1.5	1.5	1	0.1	0.1
3	2.0	1.5	1	0.1	0.075
4	2.5	1.5	1	0.1	0.06
5	3.0	1.5	1	0.1	0.05
6	3.5	1.5	1	0.1	0.043
7	4.0	1.5	1	0.1	0.038
8	4.5	1.5	1	0.1	0.033
9	5.0	1.5	1	0.1	0.03
10	5.5	1.5	1	0.1	0.027
11	6.0	1.5	1	0.1	0.025
12	6.5	1.5	1	0.1	0.023
13	7.0	1.5	1	0.1	0.021
14	7.5	1.5	1	0.1	0.02
15	8.0	1.5	1	0.1	0.019
16	8.5	1.5	1	0.1	0.018
17	9.0	1.5	1	0.1	0.017
18	9.5	1.5	1	0.1	0.016
19	10.0	1.5	1	0.1	0.015
20	10.5	1.5	1	0.1	0.014
21	11.0	1.5	1	0.1	0.013
22	11.5	1.5	1	0.1	0.012
23	12.0	1.5	1	0.1	0.011
24	12.5	1.5	1	0.1	0.011
25	13.0	1.5	1	0.1	0.01
26	13.5	1.5	1	0.1	0.009
27	14.0	1.5	1	0.1	0.009
28	14.5	1.5	1	0.1	0.008
29	15.0	1.5	1	0.1	0.008
30	15.5	1.5	1	0.1	0.007
31	16.0	1.5	1	0.1	0.007
32	16.5	1.5	1	0.1	0.006
33	17.0	1.5	1	0.1	0.006
34	17.5	1.5	1	0.1	0.005
35	18.0	1.5	1	0.1	0.005
36	18.5	1.5	1	0.1	0.004
37	19.0	1.5	1	0.1	0.004
38	19.5	1.5	1	0.1	0.004
39	20.0	1.5	1	0.1	0.003
40	20.5	1.5	1	0.1	0.003
41	21.0	1.5	1	0.1	0.003
42	21.5	1.5	1	0.1	0.002
43	22.0	1.5	1	0.1	0.002
44	22.5	1.5	1	0.1	0.002
45	23.0	1.5	1	0.1	0.002
46	23.5	1.5	1	0.1	0.001
47	24.0	1.5	1	0.1	0.001
48	24.5	1.5	1	0.1	0.001
49	25.0	1.5	1	0.1	0.001
50	25.5	1.5	1	0.1	0.001
51	26.0	1.5	1	0.1	0.001
52	26.5	1.5	1	0.1	0.001
53	27.0	1.5	1	0.1	0.001
54	27.5	1.5	1	0.1	0.001
55	28.0	1.5	1	0.1	0.001
56	28.5	1.5	1	0.1	0.001
57	29.0	1.5	1	0.1	0.001
58	29.5	1.5	1	0.1	0.001
59	30.0	1.5	1	0.1	0.001
60	30.5	1.5	1	0.1	0.001
61	31.0	1.5	1	0.1	0.001
62	31.5	1.5	1	0.1	0.001
63	32.0	1.5	1	0.1	0.001
64	32.5	1.5	1	0.1	0.001
65	33.0	1.5	1	0.1	0.001
66	33.5	1.5	1	0.1	0.001
67	34.0	1.5	1	0.1	0.001
68	34.5	1.5	1	0.1	0.001
69	35.0	1.5	1	0.1	0.001
70	35.5	1.5	1	0.1	0.001
71	36.0	1.5	1	0.1	0.001
72	36.5	1.5	1	0.1	0.001
73	37.0	1.5	1	0.1	0.001
74	37.5	1.5	1	0.1	0.001

f—泄漏射线比率, 1‰;

R—靶点距关注点的距离, m;

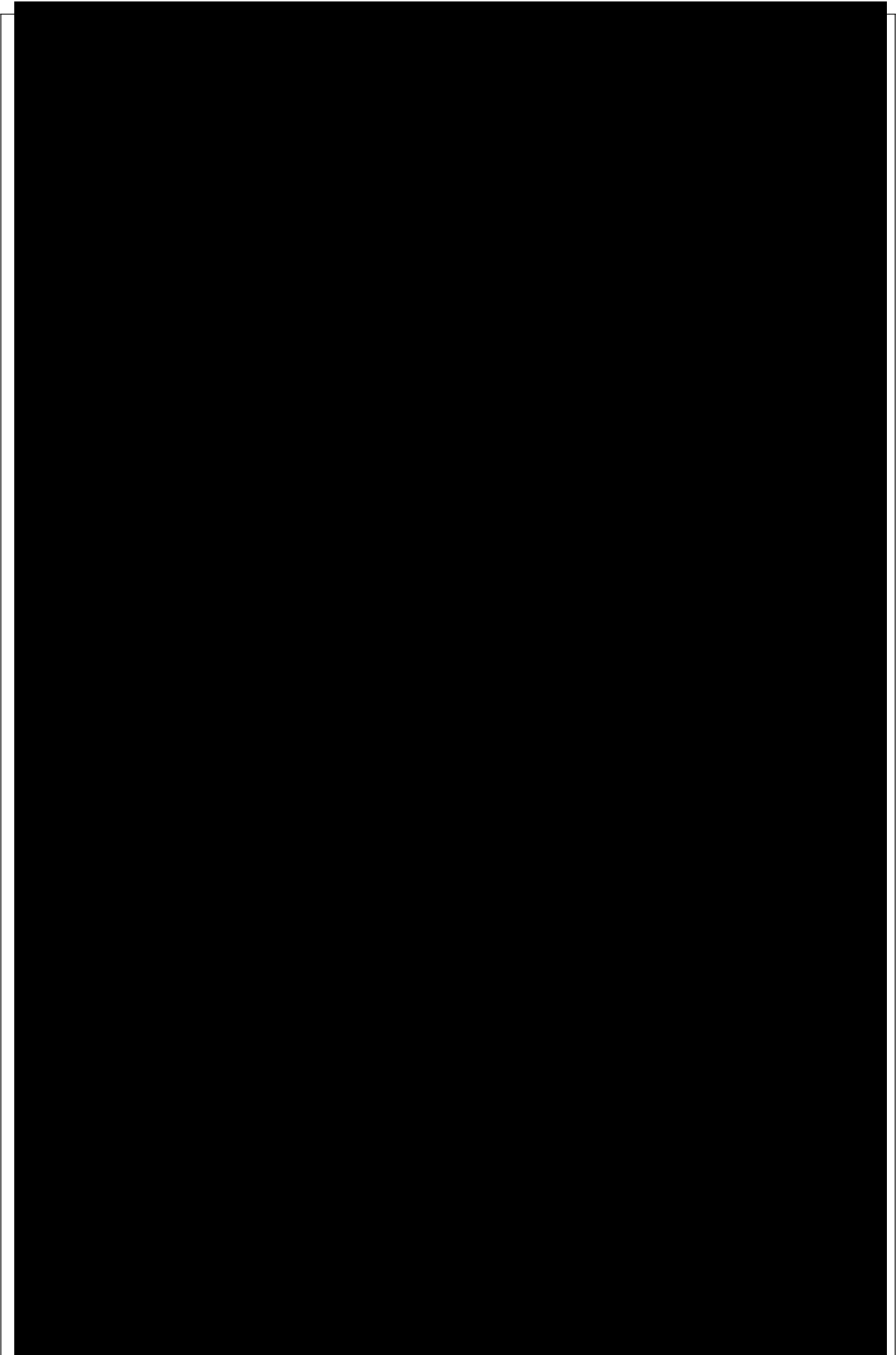
DSA 各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表。

表 11-8 DSA 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果



(3) 关注点辐射剂量率综合分析

表11-10 DSA各预测点保护目标最大辐射剂量率表



注:根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录J(J4.7), 本项

目的辐射权重因数取 1。

由上表可知，介入导管室（二）周围最大辐射剂量率为 2.34E-01μSv/h（出现在⑨介入导管室（二）北侧的耗材、无菌物品间（墙外）、电梯井、外科楼入口广场、河东大道等区域；低于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5μSv/h 的规定。

（5）关注点年辐射剂量分析

个人年最大有效剂量估算公式如下：

$$E = H \bullet t \bullet T \bullet 10^{-3} \quad (\text{式6})$$

式中：

E —辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

H —辐射剂量率，μSv/h；

t —年工作时间，h；

T —居留因子，经常有人员停留的地方取 1，部分时间有人员驻留的地方取 1/4。

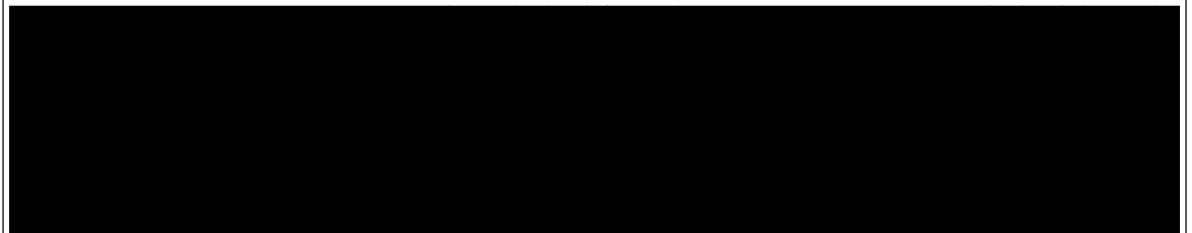
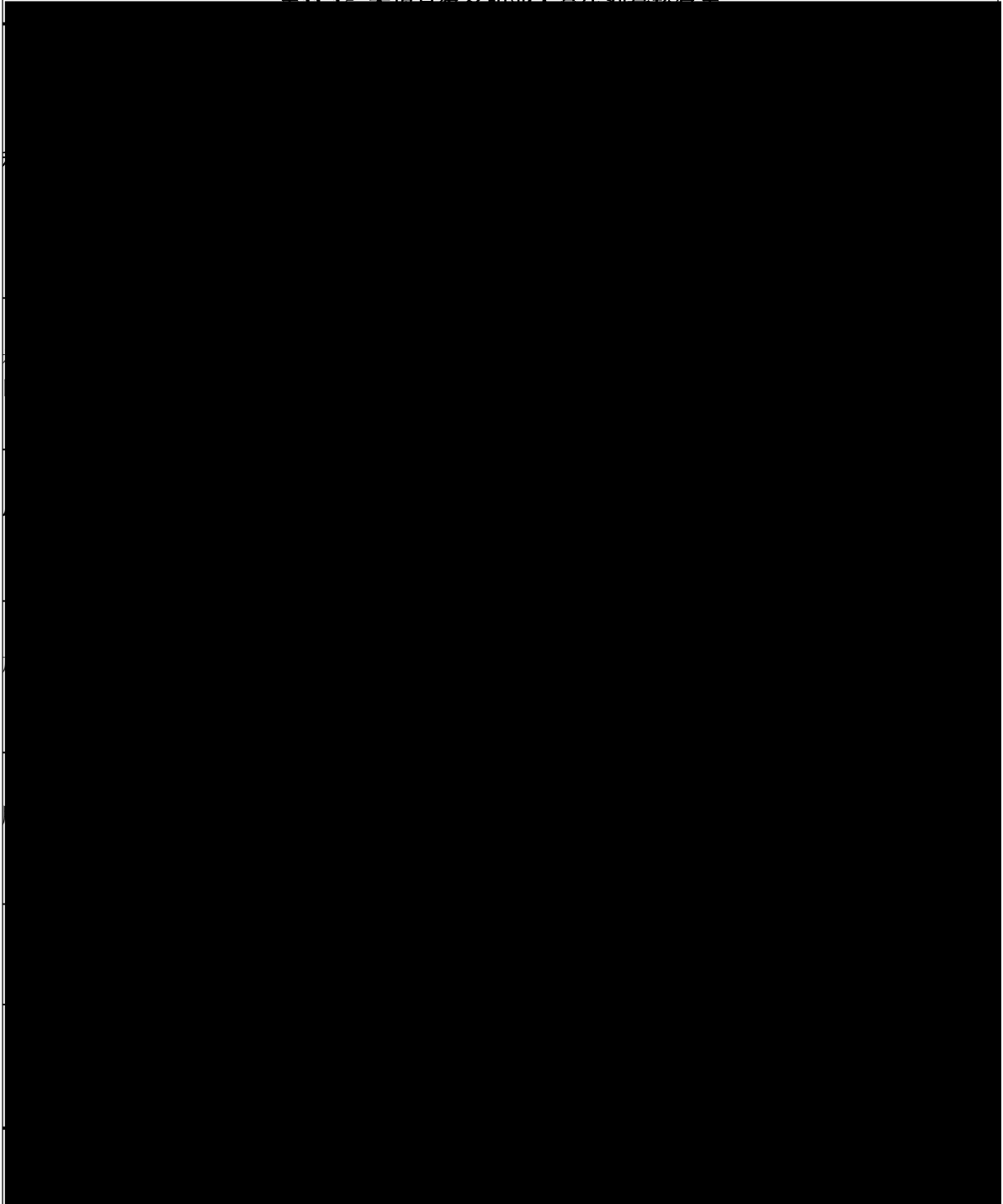
注：本项目DSA年最大出束时间为98.8h（拍片1.8h，透视97h）。

由上表可知，本项目公众所受年剂量最高为 $3.19\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，低于本次评价确定的公众 0.1mSv/a 的管理约束值，也低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众 1mSv/a 剂量限值。

手术时，介入手术室内医生 2 名、护士 1 名，控制室内 1 名技师。根据实际情况各科室手术医生存在时间分配，神经内科、心内科、放射科、肿瘤科各 2 组医生，4 名护士与 2 名技师轮流工作，由于时间很难均匀分配，本次预测取医生、护士、技师工作时间不超过人均受照时间的 1.2 倍保守估计。

各科室每名医生及护士技师的年剂量核算见下表 11-15。

表11-15 本项目每名职业人员年剂量按第条



建议：医院每三个月对辐射工作人员个人剂量进行核查，辐射工作人员个人剂

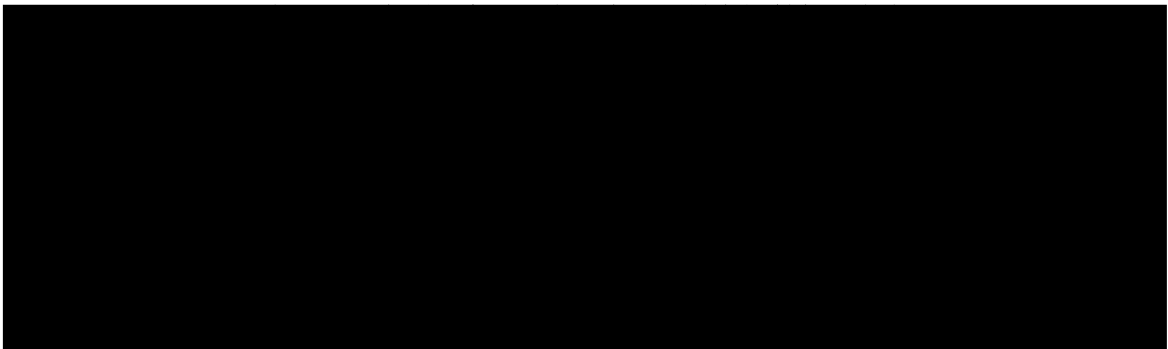
量超过1.25mSv、年超过5mSv事件的发生，若发现辐射工作人员有超过1.25mSv的情况，医院应立即采取有效的管控措施，暂停该辐射工作人员继续从事的放射诊疗作业，同时进行原因调查，调整岗位安排等。

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

(6) 医生腕部皮肤受照剂量

手术医生和护士在手术室内进行介入手术时，会穿铅衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，但是仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，手术医生腕部距离辐射源（非主射束方向）最近，因X射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以手术医生腕部剂量估算结果进行核算皮肤照射年剂量。由于手术过程中医生随时在活动，其腕部不会一直处于受照位置不动，因此保守考虑，分以下两种情况预测：①预计在透视时有1/5时间医生在受照位置进行插入导管等操作，此时医生腕部受铅防护手套（0.025mmPb）保护；②预计在透视时有4/5时间医生在手术床侧其他位置，此时医生腕部未处于受照位置，腕部同时受到铅防护手套（0.025mmPb）和铅悬挂防护屏（0.5mmPb）的保护。

本项目采用理论预测分析介入医生腕部皮肤所受到的剂量，减弱因子参照《放射诊断防护要求》（GBZ130-2020）公式C.1以及附录表C.2，则手术医生腕部所受的最大辐射剂量见下表：



根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算DSA复合手术室或DSA介入手术室人员年皮肤吸收剂量：

$$D_s = C_{ks}(\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (\text{式 } 7)$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}_{(10)}^*}{C_{KH}^*} \dots\dots\dots (\text{式 } 8)$$

式中： D_s —皮肤吸收剂量，mGy；

\dot{k} —X 辐射场的空气比释动能率，μGy/h；

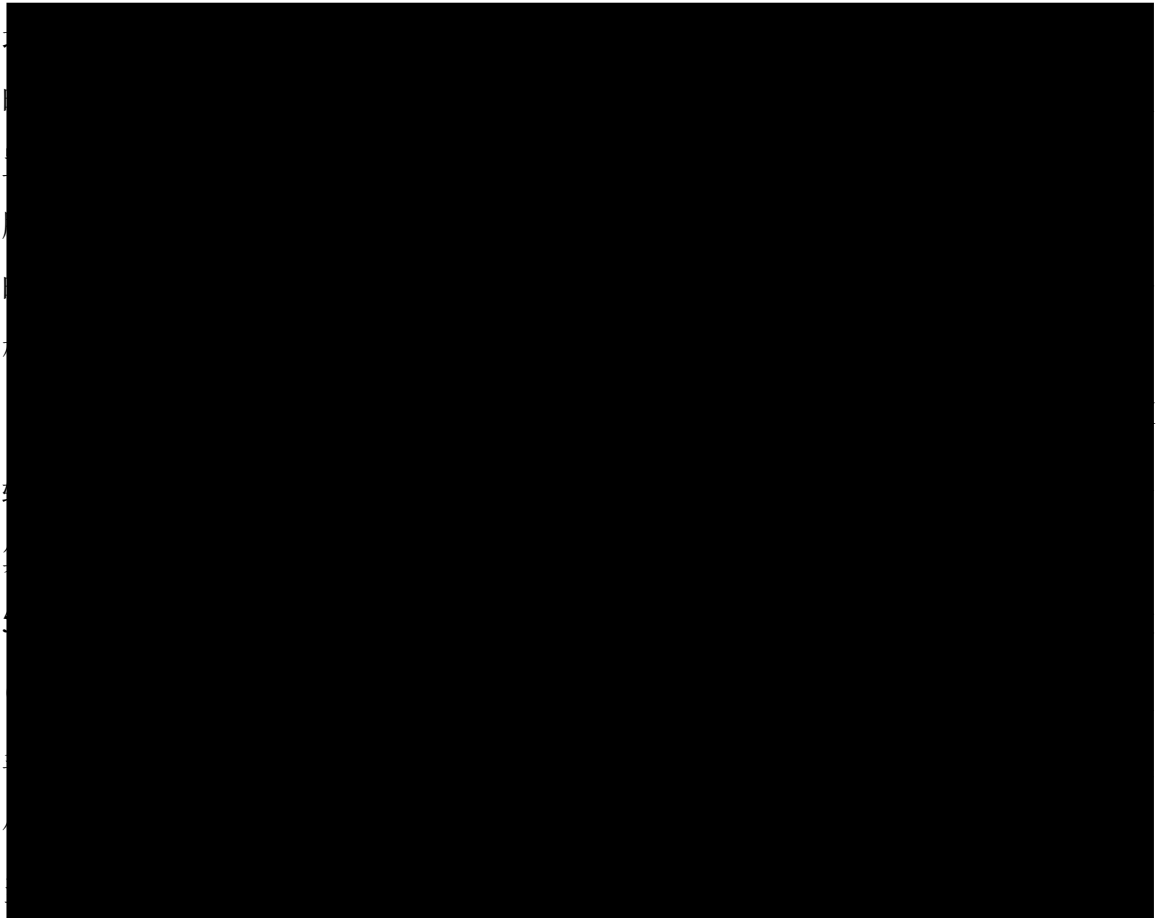
C_{ks} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

t—人员累积受照时间，h；

$\dot{H}_{(10)}^*$ —X 辐射场的周围剂量当量率，μSv/h；

C_{KH} —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

根据各科室介入手术工作量分配情况，保守预测本项目心血管内科手术医生人



(GB18871-2002)第 4.3.2.1 条的规定,对任何工作人员,四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv,也满足本项目对于放射工作人员四肢(手和足)或皮肤当量剂量通常管理限值,即不超过 125mSv/a 的要求。

(7) 介入治疗对医生和患者的辐射防护要求

介入治疗是一种解决临床疑难病的新方法,但介入治疗时 X 射线曝光量大,曝光时间长,距球管和散射体近,使介入治疗操作者受到大剂量的 X 射线照射。为了减少介入治疗时 X 射线对操作者和其他人员的影响,本评价提出以下几点要求:

介入治疗医生自身的辐射防护要求:①加强教育和培训工作,提高辐射安全文化素养,全面掌握辐射防护法规和技术知识;②结合诊疗项目实际情况,综合运用时间、距离与屏蔽防护措施;③在介入手术期间,必须穿戴个人防护用品,并佩戴个人剂量报警仪;④定期维护 DSA 系统设备,制定和执行介入治疗的质量保证计划。

患者的辐射防护要求:①严格执行 GB18871-2002 中规定的介入诊疗指导水平,保证患者的入射体表剂量率不超过 100mGy/min;②选择最优化的检查参数,为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施;③采用剂量控制与分散措施,通过调整扫描架角度,移动扫描床等办法,分散患者的皮肤剂量,避免单一皮肤区域接受全部剂量;④作好患者非照射部位的保护工作。

(8) 射线装置报废

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

二、大气环境影响分析

本项目拟在介入导管室(二)内设置通排风系统(排风量 1000m³/h、新风量 1000m³/h),介入导管室(二)室内通风口位于机房顶部,排风口位于介入导管室(二)西南侧天花板上。本项目运行时产生的废气主要为臭氧,臭氧的密度大于空气,臭氧产生位置为 DSA 球管,距离地面较近,臭氧经扩散后,由位于介入导管室(二)东南侧送风井排出送至医院楼外已有的西北侧废气排放口(高约 15m,位于室外)排出,废气经自然分解和稀释后,能满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的二级标准(0.2mg/m³)的要求。

三、废水环境影响分析

本项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（处理规模为300m³/d，工艺为：“厌氧+好氧+次氯酸钠消毒”），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表2中预处理标准后，通过市政污水管网进入两河口再生污水处理厂处理达标后，排入安宁河。

四、固体废物影响分析

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 介入室预计手术量为 400 台，则每年固体废物产生量约为 800kg（0.8t）。项目产生的医疗废物在污物暂存间打包后与医院其他医疗废物一起在医院既有医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目 DSA 拟配置 22 名辐射工作人员，每人每天产生生活垃圾约 0.5kg，则每天生活垃圾产生量约 11kg（0.011t），每年生活垃圾产生量约 2.75t。工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

五、声环境影响分析

本项目所有设备选用低噪声设备，噪声主要为空调和风机噪声，最大源强不超过 65dB（A），且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间场界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

辐射事故影响分析

一、环境风险评价的目的

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

环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

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

装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；手术过程中，人员误入或滞留在介入手术室内而造成非主射方向的误照射；装置搬迁过程中人员受到误照射事故。

三、源项分析及事故等级分析

本项目医用 X 射线装置主要的环境风险因子为工作时产生的 X 射线。按照中华人民共和国国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-17 中。

表 11-17 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

项目名称	环境风险因子	潜在危害	事故等级
DSA	X 射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
		X 射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾	较大辐射事故
		X 射线装置失控导致 2 人以上（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾	重大辐射事故
		X 射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-18。

四、最大可能性事故分析

(1) 事故假设

1) X 射线装置进行搬迁时，可能存在以下事故：

人员受照事故：①在设备未完全断电或仍有残余电压的情况下进行拆卸、搬运，导致人员误入光束路径或靠近辐射源，受到直接照射。②拆卸过程中，损坏了 X 射线管的屏蔽体或高压发生器，导致散漏射线超出限值，使周围人员受到意外照射。

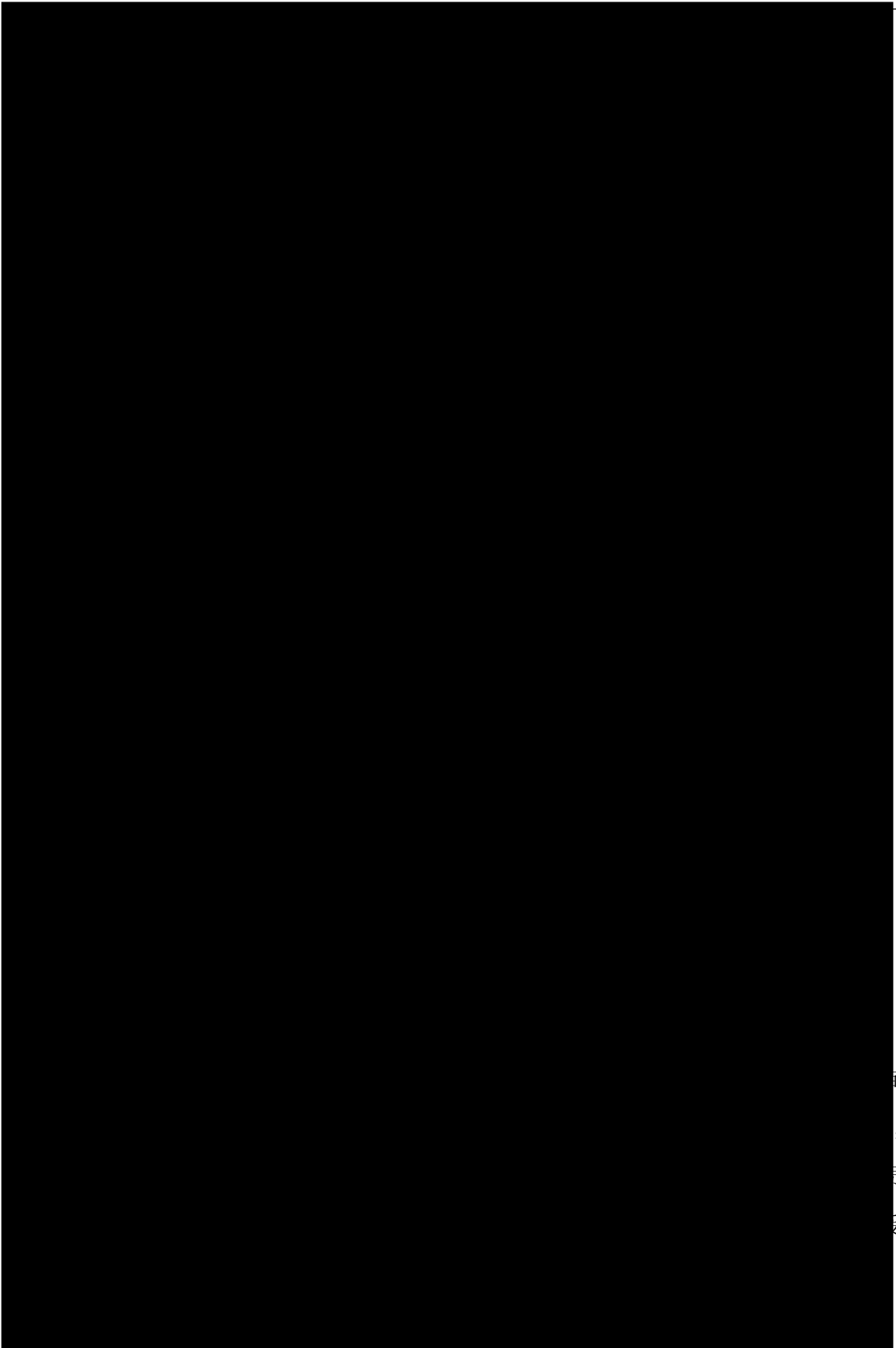
设备损坏事故：①X 射线管、探测器、准直器等精密核心部件在吊装、运输过程中因碰撞、坠落、震动而损坏。②搬运过程中设备受潮、进水，或在新场地安装时电源电压不稳、接线错误，导致电路板、高压模块等烧毁。

公共安全与环境事故：①运输车辆发生交通事故，导致装有 X 射线装置的货箱摔落、破损，甚至造成放射性物质泄漏，引发公众恐慌。②新机房的辐射防护（如铅板厚度、防护门、观察窗）不达标，设备安装后运行时，导致机房外辐射水平超标，影响周边无关人员。

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

(2) 剂量估算

介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作，公众进入机房受到非主射方向的照射的事故后果计算结果如下表 11-19 所示：



同
，
员
受

因此,介入手术人员或误入人员单次滞留在机房内而造成非主射方向的误照射,

构成一般辐射事故。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

1.运营期事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

DSA 属于Ⅱ类射线装置，为中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的辐射照射损伤，但由于 DSA 的特殊性，事故时使受照人员受大剂量照射时的死亡几率很小。DSA 开机时，医生与病人同处一室，且距 X 射线机的管头组装体约 1m 左右，距病人很近，介入射线装置主要事故是因曝光时间较长，防护条件欠佳对医生和病人引起的超剂量照射。

（1）医院现有的辐射防范措施：

为防范项目运营过程中发生辐射安全事故，医院拟采取以下措施：

①门灯连锁：介入手术室门外顶部设置工作状态指示灯箱。防护门关闭时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

②有中文标识的紧急止动装置：控制台上、介入手术床旁设置紧急止动按钮（各按钮分别与X线系统连接）。DSA系统的X线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止X线系统出束。

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

④对讲装置：在介入手术室与控制室之间安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与介入手术室内的手术人员联系。

⑤警告标志：介入手术室的防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

⑥造影剂的管理：医院将外购造影剂采用带锁的不锈钢药品柜密封保存；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。

（2）为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备；

②实施介入诊疗的质量保证；

③做好医生的个人防护；

④做好病人非投照部位的防护工作；

⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，关闭机房门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

（3）对于上述可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

①建立健全全院辐射安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。

②加强人员的辐射安全专业知识的学习，考试（核）合格、持证上岗。

③完善岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。

④修订完善全院重大事故应急处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

⑤定期对辐射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，发现安全隐患立即整改。

（4）事故应急需要准备物资如下：

①辐射监测与评估设备：用于快速发现、识别和量化放射性危害。

②个人防护装备。

③警示、隔离与控制物资：用于建立控制区域，防止污染扩散和公众误入。

④后勤与支援物资：保障应急响应行动持续进行。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

2.搬迁过程事故情况下的防范应对措施

针对搬迁过程中的事故风险，必须采取多层次、全方位的防范措施。具体如下：

（1）搬迁前需要准备的工作：

①成立搬迁小组，并明确各自职责；

②制定详细的搬迁方案：必须包含风险评估、应急预案、人员分工、时间表、辐射监测计划；方案需经过单位辐射防护委员会评审，并报当地生态环境主管部门备案。

③对所有参与人员（包括外部搬运工）进行辐射安全培训和搬迁方案交底，确

保其了解风险点和操作规程。

④设备停机与安全确认。

⑤确保新机房已完全按照设计要求施工完毕，并通过有资质机构的防护检测，取得合格报告。

（2）搬迁中需要准备的工作：

①规范拆卸与包装：严禁野蛮操作。X射线管等核心部件必须由技术人员在指导下拆卸。使用原厂或定制的防震包装材料（如泡沫、气垫膜）。在箱体上清晰标注“精密仪器”、“勿压”、“防震”等标识。

②全程辐射监测：在拆卸、装车、卸车、安装的每个步骤前后，辐射安全员都需进行监测，确保无异常照射或污染扩散。

③安全运输：选择车况良好的车辆和经验丰富的司机。货物必须捆绑牢固，做好防水、防雨措施。规划合理路线，尽量避免颠簸路段。

④严格监督：辐射安全员和技术负责人必须全程监督，纠正任何不安全行为。

（3）搬迁后的工作：

①设备安装与调试：在新机房由专业技术人员按照规范重新安装。初步通电调试必须在辐射安全员的监督下进行。

②全面的防护效果检测：设备安装完毕后，必须委托有资质的第三方检测机构对新机房进行全面的防护检测，确保机房周边所有关注点的辐射水平均满足国家标准。

③办理许可证变更：凭新机房的合格检测报告，向生态环境主管部门申请变更《辐射安全许可证》中的场所信息。

④文件归档：将整个搬迁过程的方案、记录、监测报告、检测报告等全部文件归档保存。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

凉山彝族自治州中西医结合医院已成立放射安全与防护管理委员会人员名单与职责，负责全院的辐射安全管理工作。（附件 5）

（1）放射安全与防护管理委员会文件已包含内容：

一、人员名单

组 长:彭俊

副组长:朱卫国 陈勇

成 员:包学智 刘敏 王小东 孔莉

成立辐射安全与防护管理办公室，办公室设置于设备科内，孔莉兼任办公室主任，王小东兼任副主任，负责日常工作。

二、工作职责

1.制订本院放射防护与辐射安全管理工作的计划和总结；对放射防护与辐射安全控制效果进行评议；定期对突发放射事故应急预案、各放射安全与防护制度进行修订。

2.负责对全院放射防护与辐射安全工作进行监督，检查各种制度以及防护措施的贯彻落实情况。

3.组织实施放射人员关于放射防护与辐射安全相关的法律法规及防护知识的培训

工作。

4.会同上级有关部门按规定调查和处理放射事故，并对有关责任人员提出处理意见。

（2）需要完善的相关内容

若后期医院存在一院两地的管理模式，应按照医院一院两地的管理模式对医院现有的放射安全与防护管理委员会人员名单与职责文件进行完善。医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

①完善辐射安全管理小组职责和机构成员职能分工；

②完善领导小组日常办公地点、相关联系人电话；

③定期修订、检查辐射安全管理领导小组机构成员名单，确保领导小组的实效性；

④发生放射事故事件和和个人剂量异常事件后，积极组织开展事故原因调查，并按照程序向生态环境主管部门报告；

⑤定期维护检查辐射工作场所安全设施设备，确保实时有效。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①本项目 DSA 拟配置 22 名辐射工作人员，其中手术医生 16 名，技师 2 名，护士 4 名。医生护士技师均为医院新增或利旧的Ⅱ类射线装置操作辐射工作人员。今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

工作制度：医院实行每年工作 250 天，每天 8 小时的工作制度。

②医院现有辐射工作人员共 40 人，均已进行了相关培训，并通过了相应的考核。其中 40 人通过医院的考核、40 人通过国家核技术利用辐射安全与防护考核。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，辐射工作人员和辐射防护负责人均应参加辐射安全与防护知识的学习，医院应尽快安排相关人员在国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习辐射安全与防护知识并通过考试。

根据中华人民共和国生态环境部关于进一步优化辐射安全考核的公告（公告 2021 年 第 9 号），对于仅从事 III 类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。已参加集中考核并取得成绩报告单的，原成绩报告单继续有效。自行考核结果有效期为五年，有效期届满的，应当有核技术利用单位组织再培训和考核。

三、辐射安全档案资料管理和规章制度

1、辐射安全综合管理要求及落实情况

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

表 12-1 建设单位辐射安全与防护管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
----	----------	------	----

1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应持有有效的辐射安全许可证	拟重新办理辐射安全许可证增项	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目辐射工作人员部分为医院已有的人员, 还有部分为新增的人员, 医院应确保所有辐射工作人员持证上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专(兼)职管理人员	医院已成立“辐射安全防护领导小组”, 有专人负责辐射安全管理工作	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
4	需配备必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测, 监测记录应存档备案	医院按照表 10-5 进行辐射防护设施的配备, 制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》等制度并严格执行监测计划	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险, 制定相应辐射事故应急预案	医院已有一台 DSA 设备, 但应根据后期实际情况随时对《辐射事故应急预案》补充完善	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	医院已有相应的辐射安全和防护管理规章制度等, 但后期需要对其进行完善	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定要求
7	个人剂量监测、职业健康检查及档案管理	医院应做好辐射工作人员个人剂量检测和职业健康检查, 建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	拟在介入导管室(二)辐射工作人员进出口、患者进出口等醒目位置粘贴电离辐射警告标志	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
9	监测	建设单位须制定监测方案, 开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测, 辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告, 该监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分, 一并提交给发证机关	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
10	年度评估	建设单位已将 2025 年度安全和防护状况评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求

2、辐射安全管理规章制度及落实情况

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

表 12-2 辐射安全管理规章制度汇总对照表

序号	《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》		医院制定情况	备注
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	/	已制定	将本项目拟新增的射线装置纳入管理
2	辐射安全管理规定	根据医院具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	需完善	需补充本项目管理规定
3	设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施	已制定	利用已有的操作规程
4	辐射防护设施设备维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中应采取的具体防护措施，确保射线装置保持良好的工作状态	需完善	补充本项目维修维护制度
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责	需完善	辐射工作人员应包含本次新增或调配人员
6	放射源与射线装置台账管理制度	应记载放射性同位素与射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
7	辐射工作场所辐射环境监测方案	/	需完善	增加本项目拟新增的射线装置工作场所
8	监测仪表使用与核验管理制度	/	需完善	/
9	辐射工作人员辐射安全与防护培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员需通过考核后方可上岗	需完善	根据最新的辐射工作人员培训要求进行完善

10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时,辐射工作人员须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量,并建立个人剂量档案	需完善	辐射工作人员应包含本次新增人员
11	辐射事故应急预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故,应制定较为完善的事故应急预案或应急措施,包括:“应急物资的准备和应急责任人员、生态环境主管部门应急电话及发生事故时的辐射事故处理措施”的内容	需完善	将本次新增设备纳入其中
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	需完善	将本次新增设备纳入其中

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

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

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

四、《辐射安全许可证》发放条件对照分析

结合《辐射安全许可证》发放条件、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2017年修订,原环保部第31号令),将本项目采用的辐射安全防护措施列于表12-3。

表 12-3 《辐射安全许可证》发放条件与本项目评价结果

序号	环保部第3号令要求	项目实际情况	评价结果
1	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	已按照要求成立放射安全与防护管理委员会	满足要求
2	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	组织辐射工作人员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	人员通过考核后,满足要求
3	射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	需配置电离辐射警告标志和工作状态指示灯等	配置后满足要求

4	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、辐射测量仪器等。	新增辐射工作人员需配备个人剂量计和便携式辐射监测仪	配备后满足要求
5	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	需制定《监测方案》和《辐射工作人员个人剂量管理制度》	制定后满足要求
6	有完善的辐射事故应急措施	需制定《辐射事故应急预案》	完善后满足要求
7	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	设计中已具备	按照本报告提出的要求落实后可满足要求
8	使用射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有1名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作	需制定《放射治疗质量保证大纲和质量控制计划》，并由专业人员负责质量保证与质量控制检测工作	制定后满足要求

建设单位在具备《辐射安全许可证》申领条件后，及时到成都市生态环境局申请办理相关业务。

五、辐射监测

（一）工作场所监测

自主验收监测：医院在取得《辐射安全许可证》后三个月内，应委托有资质的单位开展1次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），监测周期为1次/月，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

（二）个人剂量检测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为3个月。

①医院须严格按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求配发个人剂量计，要求辐射工作人员正确配戴个人剂量计，每三个月由专人负责回收后交由有资质的检测单位进行检测，按照要求建立个人剂量档案，并将个人剂量档案终生

保存。对于每三个月检测数值超过 1.25mSv 的，医院要及时进行干预，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人累积剂量检测数值超过 5mSv，医院应当立即暂停该辐射工作人员继续从事放射诊疗作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后通过年度评估报告上报发证机关；当单次个人累积剂量检测数值超过 20mSv，应立即开展调查并报告辐射安全许可证发证机关，启动辐射事故处置程序。个人剂量检测报告及有关调查报告均应存档备查。

②个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

③根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位位置，一般左胸前。

④辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、职业健康体检、个人剂量检测结果等材料。医院应将辐射工作人员的个人剂量档案终身保存。

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

（三）监测内容和要求

（1）监测内容：X/γ空气吸收剂量率。

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

表 12-4 工作场所监测计划

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位
DSA	X-γ空气吸收剂量率	自行委托有资质的单位定期开展辐射监测，频率为 1 次/年；定期自行开展辐射监测，频率为 1 次/月。	铅窗、医生操作位、设备机房等配套房间、介入手术室四周屏蔽墙外、铅门门缝、手术室正上方、手术室正下方。

（3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境

（4）监测质量保证

自行开展辐射监测质量保证：

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

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

③完善辐射工作场所环境监测管理制度。

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

委托三方公司开展辐射监测质量保证：

委托的第三方公司要求如下：具有计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经过培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

（四）开展辐射监测的情况

（1）个人剂量检测

医院所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每三个月对个人剂量进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令18号）要求建立个人剂量档案，医院有专人负责个人剂量管理工作。

凉山彝族自治州中西医结合医院委托有资质的公司对该院个人剂量进行检测。医院提供了连续四个季度个人剂量检测报告（见附件6），未发现个人剂量超过1.25mSv/季、5.0mSv/年的情况。

（2）工作场所辐射水平监测

根据原环保部18号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。医用射线装置工作场所监测，主要针对射线装置机房周围（四周墙体、楼上/下、防护门和观察窗）、操作间等。

六、年度监测报告情况

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

七、辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件，医院制订了辐射事故应急预案。

（1）医院现有辐射事故应急预案内容

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

（2）本项目辐射事故应急预案可行性分析

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

- ①完善应急人员的培训，应急和救助的装备、资金、物资准备和应急演练。
- ②完善环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。
- ③完善应急机构和职责分工，辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话。
- ④完善发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地市级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健委等部门报告。
- ⑤辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。
- ⑥在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预

案作补充修改，使之更能符合实际需要。

2、应急措施

项目运行过程中可能存在的环境风险主要为 X 射线泄露造成的放射性污染以及造影剂泄漏产生的环境污染。本项目拟采取的风险防范和应急措施为：

(1) 设备控制台及介入手术床旁安装带有中文标识的“紧急止动”按钮等措施；
(2) 设备采取工作状态指示灯与介入手术室门联锁等多重安全措施；
(3) 严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，制定并严格遵守各项管理制度和辐射事故应急预案，定期对辐射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查；

(4) 外购的造影剂均采用不锈钢药品柜单独密闭并加锁保存；
(5) 为使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；
(6) 在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送；
(7) 从事放射诊疗类的工作人员须加强辐射安全与防护知识的学习并持证上岗；
(8) 严格执行医院制定的辐射事故应急预案，做好医院辐射防护与安全的工作。

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

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

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

(3) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫健委行政部门报告。

(4) 最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：凉山彝族自治州中西医结合医院 2026 年数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：凉山彝族自治州中西医结合医院

建设性质：新建

建设地点：西昌市河东大道二段 60 号凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼一楼介入导管室（二）

本次评价内容及规模为：医院拟在凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼（原有建筑物，-1F~11F，地上总高约45m、地下高约7m）一层新建1间介入导管室（二）及其配套用房，在拟建的介入导管室（二）内新增使用1台 DSA，用于心内科、放射科、肿瘤科、神经内科等病症的放射诊断和介入治疗。拟新增在介入导管室（二）内的 DSA（新购买）型号为 Azurion5 M20，额定管电压为125kV，额定管电流为1000mA，出束方向均为由下而上，属于II类射线装置。DSA 年诊疗病例约400台，年曝光时间累计约98.8h（拍片1.8h、透视97.0h）。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会《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，2024年2月1日施行）的相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目位于西昌市河东大道二段 60 号凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼一楼介入导管室（二）。经分析项目运营对环境基本无影响。本评价认为其选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川省瑜仁嘉卫生技术服务有限公司的监测报告，凉山彝族自治州中西医结合

合医院 2026 年数字减影血管造影装置（DSA）项目拟建场所周边 X/γ 辐射剂量率为 72nGy/h~93nGy/h。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

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

（二）营运期环境影响分析

DSA 投入运营后，本项目产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，对复合手术室外公众影响更小。

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

六、事故风险与防范

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

七、环保设施与保护目标

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

八、医院辐射安全管理的综合能力

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

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为项目在西昌市河东大道二段 60 号凉山彝族自治州中西医结合医院外科楼一楼介入导管室（二）建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

3、医院应严格执行辐射工作人员学习考核制度，组织辐射工作人员、相关管理人员到生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）中进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能继续上岗。

4、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收。

5、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前在核安全申报系统中进行报送，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育学习考核情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律、法规规定的落实情况。

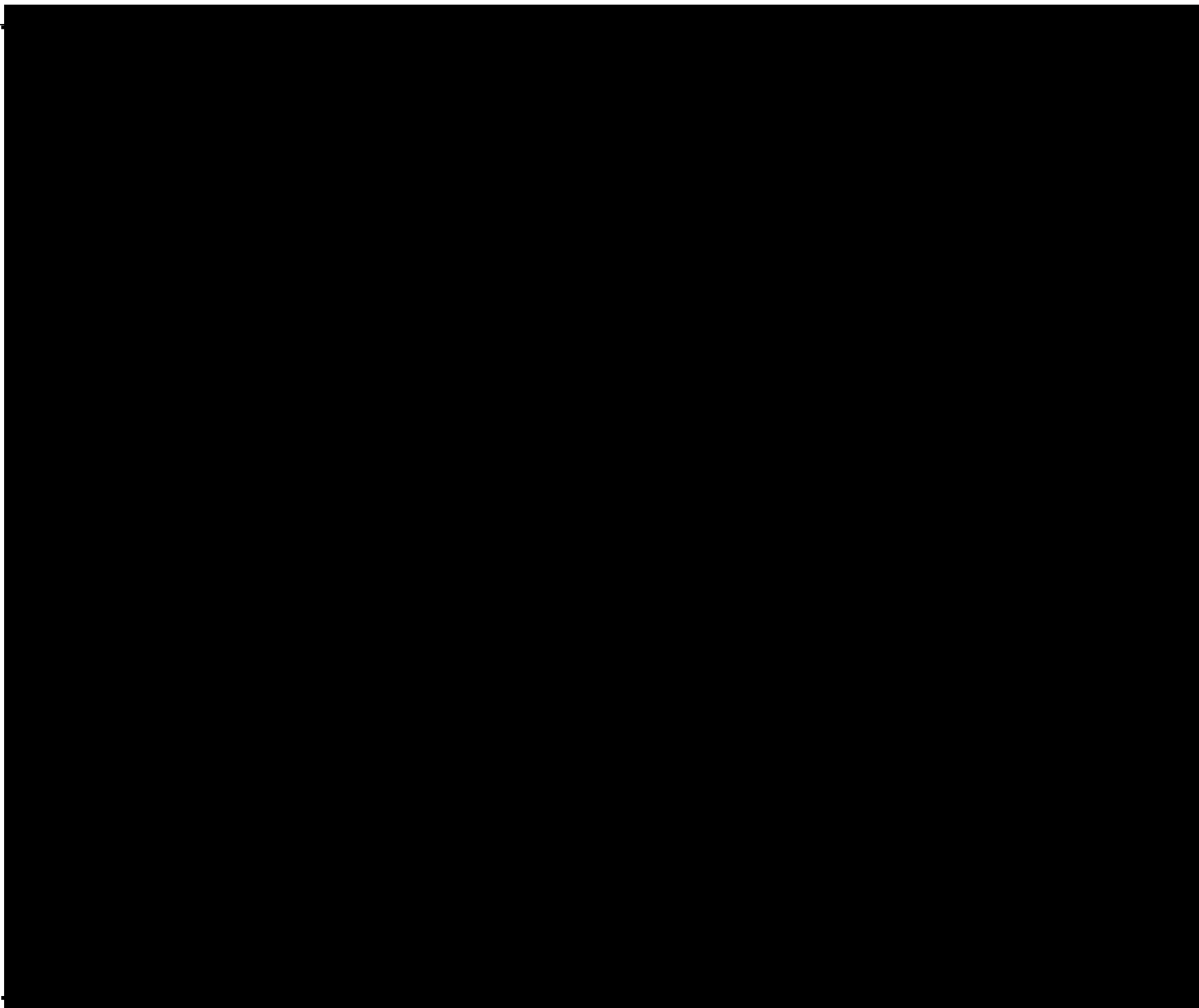
6、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。

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

二、项目竣工验收检查内容

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

--



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

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

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

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

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

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

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

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

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

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

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