

核技术利用建设项目
荥经县人民医院
数字减影血管造影装置（DSA）搬迁项目
环境影响报告表
(公示本)

荥经县人民医院
二〇二五年十一月

生态环境部监制

核技术利用建设项目
荥经县人民医院
数字减影血管造影装置（DSA）搬迁项目
环境影响报告表

建设单位：荥经县人民医院
建设单位法人代表（签名或签章）：***
通讯地址：荥经县严道镇荥兴路西一段 223 号
邮政编码：625299 联系人：***
电子邮件：*** 联系电话：***

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（重点是放射性废弃物）	- 13 -
表 6 评价依据	- 14 -
表 7 保护目标与评价标准	- 16 -
表 8 环境质量和辐射现状	- 19 -
表 9 项目工程分析与源项	- 25 -
表 10 辐射安全与防护	- 34 -
表 11 环境影响分析	- 45 -
表 12 辐射安全管理	- 64 -
表 13 结论与建议	- 74 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称	荥经县人民医院数字减影血管造影装置（DSA）搬迁项目				
建设单位	荥经县人民医院				
法人代表	***	联系人	***	联系电话	***
注册地址	荥经县严道镇荥兴路西一段 223 号				
项目建设地点	四川省雅安市荥经县严道街道荥兴路西四段荥经县人民医院新区医技大楼 1F				
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	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<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		
	其他	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			无
<p>项目概述</p> <p>一、建设单位情况</p> <p>荥经县人民医院（统一社会信用代码：125116224525532553）位于美丽的荥河之畔，始建于 1951 年。1997 年评为国家二级乙等医院和爱婴医院，1999 年兼并县中医院，2000 年 9 月评审通过国家二级甲等医院。2002 年通过 ISO9001 质量认证。经过 70 多年的建设和发展，逐步发展成为本地集医疗、教学、科研、预防、保健为一体，</p>					

是荥经县最大的、医疗设备较先进、技术实力较强的县级综合医院，是全县医疗保险、工伤保险定点医院，新冠肺炎定点救治医院。医院系四川大学华西第二医院医联体医院、四川省医学科学院·四川省人民医院辅导医院、雅安职业技术学院教学实习基地、雅安职业技术学院附属医院专科联盟医院、雅安市人民医院协作医院、雅安市120急救中心网络医院，是四川省医学科学院·四川省人民医院远程会诊、远程教学网络医院。现占地面积16400.82m²、建筑面积23157m²，业务用房面积20445m²，绿化面积8600m²。编制床位499张，实际开放349张，在职职工479人。医院环境幽雅、绿树成荫，园林式建筑风格。

医院基础设施雄厚，现拥有西门子1.5T超导磁共振、联影60排CT、GE医用血管造影X射线机、西门子DR、移动式手术X射线机、麻醉机、高清腹腔镜、宫腔镜、高清电子胃肠镜、电子支气管镜，全自动生化免疫流水线、原子吸收光谱仪、过敏源检测仪、彩超、动态心电、半导体激光治疗仪、钬激光、肺功能仪、超声骨密度仪、经颅磁刺激仪、电外科工作站、除颤仪、监护仪、呼吸机、眼科手术显微镜、碎石机、脑地图机、血液透析机等先进设备；救护车5辆，独立承担全县院前急救任务。各类医疗设备的配置与医院的功能相适应，提高了临床的诊断治疗水平。

（一）任务由来

为满足荥经县医疗卫生发展需求，荥经县人民医院配合县政府规划，拟从荥经县严道镇荥兴路西一段223号搬迁至荥经县严道街道荥兴路西四段。新院区用地已取得《中华人民共和国建设用地规划许可证》（5118222025YG0006542号），医院已对新院区整体项目进行了环境影响评价，已取得雅安市荥经生态环境局关于《荥经县人民医院建设项目环境影响报告表的批复》（荥环函〔2019〕73号），新院区总建业务用房66500m²，包含：医技大楼、住院大楼、康养及妇女儿童中心等。本项目位于新院区新建医技大楼，目前大楼主体已建成。

本次搬迁除地址变更外，还涉及医院资产转移，其中包含大型医疗设备（DSA、CT、DR等）。根据医院已获辐射安全许可证（川环辐证【01023】），老院区现有5台射线装置（包括4台III类射线装置，1台II类射线装置），本次院区搬迁涉及到射线装置的机房防护、选址、周边环境敏感目标的变动，需重新办理相关手续。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》：使用III类射线装置应编制环境影响评价登记表；使用II类射线装置应编制环境影响评价报告表。本次仅对医院

搬迁 1 台 II 类射线装置（DSA 设备）进行评价，搬迁到新院区的 5 台 III 类射线装置由医院另行完善相关手续。医院委托四川省中栎环保科技有限公司开展《荥经县人民医院数字减影血管造影装置（DSA）搬迁项目环境影响报告表》环评工作。

老院区 DSA 设备情况如下：型号为 Optima IGS 330，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置，主要用于开展血管造影、介入治疗等。老院区 DSA 建设项目已于 2021 年 9 月取得环评批复（雅市环审(2021) 34 号），并通过了竣工环境保护验收（附件 5）。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令第449号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第18号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行），本项目属于“第五十五项—172条核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。根据《四川省生态环境厅关于印发<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）>的通知》（川环规[2025]1号），本项目应报雅安市生态环境局审查批准。因此，荥经县人民医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制本项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。

四川省中栎环保科技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：荥经县人民医院数字减影血管造影装置（DSA）搬迁项目

建设单位：荥经县人民医院

建设性质：新建

建设地点：四川省雅安市荥经县严道街道荥兴路西四段荥经县人民医院新院区医技大楼 1F

2、工程建设内容及规模

医院拟整体搬迁至新院区，本次拟将老院区既有 1 台 Optima IGS 330 型数字减影血管造影装置 (digital subtraction angiography, 简称 DSA) 搬迁至新院区医技大楼 (已建, 4F/-1F, 高约 19.5m) 1 层 DSA 机房内使用。DSA 机房及其配套用房的主体工程已与大楼同步建设完成。

本项目 DSA 额定电压为 125kV, 额定电流为 1000mA, 出束方向由下向上, 属于 II 类射线装置, 年诊疗病例预计 400 例, 年累计最大出束时间约 143.13h (其中透视 141.67h, 拍片 1.46h), 主要用于血管造影、介入治疗等。

新建 DSA 机房面积约 65.7m² (长 7.3m×宽 9.0m), 四周墙体均为 370mm 实心砖; 顶部为 260mm 混凝土+25mm 硫酸钡水泥砂浆; 地面为 260mm 混凝土; 观察窗 (1 扇) 采用 4mm 铅当量铅玻璃; 防护门 (5 扇) 均采用 4mm 铅当量的防护铅门。

表 1-2 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	新建 DSA 机房面积约 65.7m ² (长 7.3m×宽 9.0m), 四周墙体均为 370mm 实心砖; 顶部为 260mm 混凝土+25mm 硫酸钡水泥砂浆; 地面为 260mm 混凝土; 观察窗 (1 扇) 采用 4mm 铅当量铅玻璃; 防护门 (5 扇) 均采用 4mm 铅当量的防护铅门。	施工扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物	X 射线 臭氧 噪声 医疗废物	新建
	设备：拟在 DSA 机房内使用 1 台 DSA, 型号为 Optima IGS 330, 其额定电压为 125kV, 额定电流为 1000mA, 出束方向由下向上, 属于 II 类射线装置, 年累计最大出束时间约 143.13h (其中透视 141.67h, 拍片 1.46h)			
辅助工程	控制室、设备间、耗材库房等			
公用工程	污水处理站、市政水网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统等	—	生活垃圾、生活污水	依托
办公及生活设施	办公室、值班室等	—		依托
环保工程	废气处理：本项目 DSA 机房采用机械排风，排风口位于机房西北方天花板 (排风量 328.5m ³ /h)，排风管道穿过走廊、过道接入东南侧排风井，排风井接大楼主排风管，产生废气由排风管至医技楼楼顶排放 (距地面约 19.5m)。	施工扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物	废水、废气、固体废物	新建

经自然分解和稀释,本项目产生废气能满足其相关排放要求。			
废水处理: 项目产生的废水依托医院新建污水管道和污水处理站(位于新院区西南部,处理能力400m ³ /d),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,再通过市政污水管网进入荣经县城市污水厂处理,处理达标后排放。	—	依托	
固废处理: 本项目产生医疗废物经污物清洗打包间打包后暂存在放射科污物暂存间,后由工作人员统一再转运至医院新建总医疗废物垃圾处理间内暂存,最后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经统一收集。	—	依托	

(四) 本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-3。

表 1-3 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂*	80L	外购	碘克沙醇
能源	煤	—	—	—
	电(kW·h)	1000	市政电网	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水资源	用水量	100m ³ /a	市政水网	—

注: *造影剂主要成分为碘克沙醇,是为增强影像观察效果而注入(或服用)到人体组织或器官的化学制品,具有粘稠度低、渗透压小、物化性质稳定和容易排泄等特点。

(五) 本项目主要设备配置及技术参数

本项目使用的 DSA 射线装置位于荣经县人民医院新院区医技大楼 1F 的 DSA 机房内,由放射科进行日常管理。根据医院提供资料,本项目 DSA 主要用于介入治疗、血管造影,医院年最大手术台数约 400 台,年最大出束时间为约 143.13h。本项目设备参数及技术参数见表 1-4。

表 1-4 本项目射线装置相关参数

设备名称	型号	数量	额定管电压	额定管电流	使用场所
DSA	Optima IGS 330	1 台	125kV	1000mA	DSA 机房
设备使用情况					
出束方向	所在科室	常用拍片工况		常用透视工况	
		管电压	管电流	管电压	管电流

由下向上	放射科	60~100kV	100~500mA	70~90kV	6~20mA
使用科室	设备出束时间				
	单台手术最长曝光时间 拍片 (s)	年手术台数 （台）	年最大出束时间 拍片 (h)	透视 (min)	透视 (h)
内科	15	25	250	1.04	104.17
外科	10	15	150	0.42	37.5
合计		400	1.46		141.67
					143.13

（六）工作人员配置情况

本项目拟配置7名辐射工作人员（主刀医生2名、助手医生2名、护士2名，技师1名），其中3名为原有辐射工作人员（均已取得辐射防护培训合格证），4名为新增辐射工作人员。DSA项目开展后，本项目辐射工作人员相对固定，定岗定责，不存在兼岗。本项目医生分为两组，内科2名医生一组、外科2名医生一组，护士和技师无分组，每次根据患者手术情况安排相应科室手术医生；手术时，机房内1名主刀医生1名助手医生，1名护士（视情况跟台配合），控制室内1名技师。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260天，每天8小时的工作制度。

（七）依托环保设施情况

1、废水：施工期废水、运营期医疗废水均依托医院新建的污水管道和污水处理站（位于新院区西南部，处理能力 400m³/d），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，再通过市政污水管网进入荥经县城市污水厂处理，处理达标后排放。

2、固体废物：施工期产生的固体废物主要为装修垃圾、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。施工过程中产生的装修垃圾，收集统一处理，运往政府指定地点堆存；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经污物清洗打包间打包后暂存在放射科污物暂存间，后由工作人员统一再转运至医院新建总医疗废物垃圾处理间（位于新院区西南侧）内暂存，最后统一交由有相应资质的单位收运处置；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》（国家发展改革委2023年第7号令）相关规定，医院使用数字减影血管造影装置（DSA）为医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第1款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

（一）本项目外环境关系

（1）医院外环境关系

荥经县人民医院新址位于荥经县严道街道荥兴路西四段，医院北侧为荥兴路西四段道路，东侧为在建道路，南侧为青华村，西侧为荥河。医院外环境关系见附图2。

（2）DSA 机房外环境关系

本项目 DSA 机房位于医院新院区已建医技大楼 1F。以机房四周墙体为边界：北侧紧邻控制室、换床间，约 3.5~8.5m 为男/女更衣室、换鞋区、卫生间，约 8.5~14.3m 为钼靶控制室、钼靶室，约 14.3~24.8m 为打印室、报告发放室、放射科等候区，约 24.8~30m 为一层大厅、连廊，约 30~50m 为体检中心区域；东侧紧邻过道，约 3~10m 为主任办公室、女更衣/男更衣、电梯厅、楼梯间、茶水间、医生办、技师办、值班室，约 10~20m 为院内小道，约 20~50m 为门急诊楼；西侧紧邻走廊，约 3.5~19m 为 CT/DR 室区域、保洁室、污物暂存间、配电间、预留用房，约 19~44.6m 为西面院内道路，约 44.6~50m 为住院大楼；南侧紧邻设备间、耗材库、污物清洗打包间，约 4.3~6.3m 为走道，约 6.3~8.5m 为男卫/女卫，约 8.5~35.2m 为南面院内道路，约 35.2~50m 青华村小道；正下方为消防水池，正上方为 PCR 缓冲区域。

（二）项目选址合理性

本项目所在医技大楼在荥经县人民医院新址用地范围内，医院新址用地取得《中华人民共和国建设用地规划许可证》（5118222025YG0006542 号），用途为医院用地（见附件 4）。雅安市荥经生态环境局以荥环函〔2019〕73 号文对荥经县人民医院建设项目建设项目环境影响报告表进行了批复（见附件 3），因此医院新院区选址符合规划要求。医院新址位于荥经县严道街道荥兴路西四段，医院外环境比较单一，主要为城居环境，交通便捷，有利于医院和外界联系。项目选址城市基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。

本项目仅为医院配套建设项目，DSA 机房为专门的辐射工作场所，建成后有良

好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

（三）与周边环境的兼容性分析

医院医疗废水依托医院新建的污水管道和污水处理站，地埋式污水处理站位于院区东南侧，处理能力约 400m³/d，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，再通过市政污水管网进入荥经县城市污水厂处理，处理达标后排放。

介入手术时产生的药棉、纱布、手套和废造影剂瓶。造影剂具有一定毒性，不能被人体吸收也不能被人体分解，参考《关于在医疗机构推进生活垃圾分类管理的通知》（国卫办医发〔2017〕30 号）残留有一定造影剂的输液瓶属于《医疗废物分类目录》中的药物性废物（医疗废物），各类废物采用专门的收集容器集中收集后，先转移至医疗废物垃圾处理间暂存，按照医疗废物执行转移联单制度，委托有资质单位处置。

本项目产噪设备主要为风机，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境质量。

因此，本项目的建设对周边环境污染较小，项目与周边环境相容，符合环境保护要求。

（三）实践正当性分析

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。DSA 应用于介入诊疗，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，是其它项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

建设单位在开展诊疗过程中，对射线装置使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该核技术应用的实践具有正当性。

四、原有核技术利用情况

（一）医院原有项目辐射安全许可情况

（1）荥经县人民医院现持有四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川

环辐证【01023】），许可的种类和范围：使用 II 类、III类射线装置。发证日期：2024 年 9 月 19 日，有效期至 2026 年 02 月 06 日。

（2）医院目前已获许可使用射线装置共计 6 台（包括 5 台III类射线装置、1 台 II 类射线装置）。医院现有核技术利用项目的许可情况见下表：

表 1-6 医院已获许可使用射线装置

序号	装置名称	规格型号	类别	数量	使用场所	备注	
1	医用诊断 X 射线装置	Bright Speed Edge Selec	III	1	发热门诊	上证在用	
2	数字 X 射线成像系统	multixselect	III	1	放射科		
3	医用诊断 X 射线装置	uCT 710	III	1			
4	数字减影血管造影机	Optima IGS 330	II	1			
5	高频移动式手术 X 射线机	PLX112B 型	III	1	手术室		
6	数字 X 射线成像系统	multixsele	III	1	体检中心		

由医院反馈得知，医院自取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故。

（二）本次搬迁 DSA 设备的原有环评手续履行情况及辐射工作场所监测情况

本次搬迁的 DSA 设备型号为 Optima IGS 330（额定管电压 125kV，额定管电流为 1000mA），属于 II 射线装置，目前该设备在医院老院区医技楼 1 楼导管室内使用。该设备已于 2021 年 9 月取得环评批复（雅市环审(2021) 34 号），并通过了竣工环境保护验收（见附件 5）。

根据调查医院的辐射工作场所环境监测报告，射线正常曝光时，导管室四周环境的 X- γ 辐射空气吸收率范围为 0.15~0.20 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足 GBZ130-2020 标准中的相关规定，具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的要求。

（三）其他辐射工作场所监测情况

据调查，医院委托了四川中环康源卫生技术服务有限公司开展了辐射工作场所环境现状监测，医院现有辐射工作场所屏蔽体外 30cm 处，均无超过 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的情况，满足相关法律法规的要求。

（四）辐射工作人员个人剂量及培训情况

据调查，医院委托了雅安市疾病预防控制中心进行个人剂量的检测，据荥经县人

民医院连续四季度个人剂量统计表可知，医院单季度个人有效剂量最大为 0.89mSv，未超过季度限值 1.25mSv/a，年个人剂量最大为 1.1mSv，亦未超过年度限制 5mSv/a，符合管理要求。

本项目利旧原有辐射工作人员 3 名（均已取得辐射防护培训合格证），新增辐射工作人员 4 名，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，本项目新增辐射工作人员均应参加辐射安全与防护知识考核，医院应尽快安排相关人员参加考核，取得合格成绩单，已取得合格成绩单的工作人员，成绩单有效期前，应进行再次考核。根据生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告 2021 年 9 号）的相关规定，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五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核。

（五）年度评估报告

医院在全国核技术利用辐射安全申报系统（rr.mee.gov.cn）中提交了“2024年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告”，医院对2024年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了评估说明。

（六）辐射管理规章制度执行情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，制定有相对完善的管理制度，包括《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》等。医院辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，在落实各项辐射安全规章制度后，可满足原有射线装置防护实际需要。对医院现有场所而言，医院也已具备辐射安全管理的综合能力。医院应本次项目内容补充完善，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改。

（七）小结

综上所述，医院不存在原有辐射环境问题。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器, 包括医用、工农业、科研、教学等各种类型加速器

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	额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1 台	Optima IGS 330	125	1000	血管造影、介入治疗	DSA 机房	搬迁
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(三) 中子发生器, 包括中子管, 但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量为 kg。
2. 含有放射性的废物要注明其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第682号，2017年10月1日实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(7) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016年6月1日起实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院第449号令，2019年3月修订；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部第18号令，2011年5月起实施；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》；原环境保护部令第31号，2021年1月4日修订；</p> <p>(11) 《射线装置分类》，原环境保护部公告2017年第66号，2017年12月起实施；</p> <p>(12) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162号，2015年12月实施；</p> <p>(13) 《关于建设放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006年9月26日；</p> <p>(14) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77号，环境保护部文件，2012年7月3日；</p> <p>(15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告，公告2019年第57号。</p>
------	---

技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(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) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ 98—2020) ;</p> <p>(9) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023) ;</p> <p>(10) 《外照射放射防护剂量转换系数标准》(WS/T830-2024)。</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) 四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》的通知, 川环函(2016) 1400 号;</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

根据本项目的特点并参照《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）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：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”。本次评价范围选取 DSA 机房实体屏蔽墙体外周边 50m 以内范围。

保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院辐射工作人员和周围停留的公众，由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

项目位置	保护目标	相对方位	距辐射源最近距离 (m)	人流量 (人次/天)	照射类型	剂量约束值 (mSv/年)
DSA 机房内	主刀医生	-	0.5	约 2	职业照射	5.0
	助手医生		0.8	约 2	职业照射	5.0
	护士		1.0	约 2	职业照射	5.0
DSA 机房周围	控制室内的技师	北侧	3.5	约 1	职业照射	5.0
	换床间		3.5	约 20	公众照射	0.1
	男/女更衣室、换鞋区、卫生间		3.5	约 7	公众照射	0.1
	钼靶控制室、钼靶室		8.5	约 20	公众照射	0.1
	打印室、报告发放室、放射科等候区		14.3	约 50	公众照射	0.1
	一层大厅、连廊		24.8	约 200	公众照射	0.1
	体检中心区域		30.0	约 100	公众照射	0.1
	过道		3.0	约 20	公众照射	0.1
DSA 机房周围	主任办公室、女更衣/男更衣、电梯厅、楼梯间、茶水间、医生办、技师办、值班室	东侧	3.0	约 50	公众照射	0.1
	院内小道		10.0	约 200	公众照射	0.1
	门/急诊楼		20.0	约 300	公众照射	0.1
	走廊		3.0	约 20	公众照射	0.1
CT/DR 室区域、保洁室、污物暂存间、配电间、预留用房	CT/DR 室区域、保洁室、污物暂存间、配电间、预留用房	西侧	3.5	约 50	公众照射	0.1
			19.0	约 100	公众照射	0.1

住院大楼		44.6	约 200	公众照射	0.1
设备间、耗材库、污物清洗打包间	南侧	3.5	约 100	公众照射	0.1
走道		4.3	约 30	公众照射	0.1
男卫/女为卫		6.3	约 50	公众照射	0.1
南面院内道路		8.5	约 200	公众照射	0.1
青华村小道		35.2	约 500	公众照射	0.1
消防水池及-1F 其他区域	正下方	4	约 10	公众照射	0.1
PCR 缓冲区及医技楼（2F~4F）其他区域	正上方	4	约 50	公众照射	0.1

评价标准

一、环境质量标准

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

二、污染物排放标准

- (1) 废气: 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)二级标准。
- (2) 废水: 生活污水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准; 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: 医疗废物暂存时,执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)。

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)。

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

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

作为职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值。

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

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

四、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“6.3.1a）具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

蒙经县人民医院新址位于蒙经县严道街道蒙兴路西四段，医院北侧为蒙兴路西四段道路，东侧为在建道路，南侧为青华村，西侧为蒙河。

本项目 DSA 机房位于医院新院区已建医技大楼 1F。以机房四周墙体为边界：北侧紧邻控制室、换床间，约 3.5~8.5m 为男/女更衣室、换鞋区、卫生间，约 8.5~14.3m 为钼靶控制室、钼靶室，约 14.3~24.8m 为打印室、报告发放室、放射科等候区，约 24.8~30m 为一层大厅、连廊，约 30~50m 为体检中心区域；东侧紧邻过道，约 3~10m 为主任办公室、女更衣/男更衣、电梯厅、楼梯间、茶水间、医生办、技师办、值班室，约 10~20m 为院内小道，约 20~50m 为门/急诊楼；西侧紧邻走廊，约 3.5~19m 为 CT/DR 室区域、保洁室、污物暂存间、配电间、预留用房，约 19~44.6m 为西面院内道路，约 44.6~50m 为住院大楼；南侧紧邻设备间、耗材库、污物清洗打包间，约 4.3~6.3m 为走道，约 6.3~8.5m 为男卫/女卫，约 8.5~35.2m 为南面院内道路，约 35.2~50m 青华村小道；正下方为消防水池，正上方为 PCR 缓冲区域。

本项目现状见图 8-1。



西侧住院大楼



东侧门/急诊楼



本项目DSA机房现状

图8-1 项目场所及周围现状图

二、本项目主要环境影响

本项目在投入运营后，主要对环境造成影响的是 DSA 在曝光过程中，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

受荥经县人民医院的委托，四川省永坤环境监测有限公司于 2025 年 9 月 23 日对荥经县人民医院数字减影血管造影装置（DSA）搬迁项目拟建场所周围，进行了辐射环境现状布点监测，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	测量范围	检定/校准情况	
环境 X- γ 辐射剂量	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量	1nGy/h~1.2mGy/h	检定/校准单位： 中国测试技术研究院	天气：阴 温度：23.6°C

率 率仪 编号: YKJC/YQ-40	20keV~3. 0MeV	证书编号: 202412102810 检定/校准有效期: 2024.12.13~2025.12.12 校准因子: 0.96 (校准源: ^{137}Cs)	湿度: 68.3%
------------------------------	------------------	--	-----------

四、质量保证

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

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

(一) 资质认证

从事监测的单位，四川省永坤环境监测有限公司于 2024 年 3 月取得了四川省市场监督管理局颁发的资质认证证书，证书编号为：242312051074，有效期至 2030 年 3 月 12 日。

(二) 仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

(三) 记录与报告

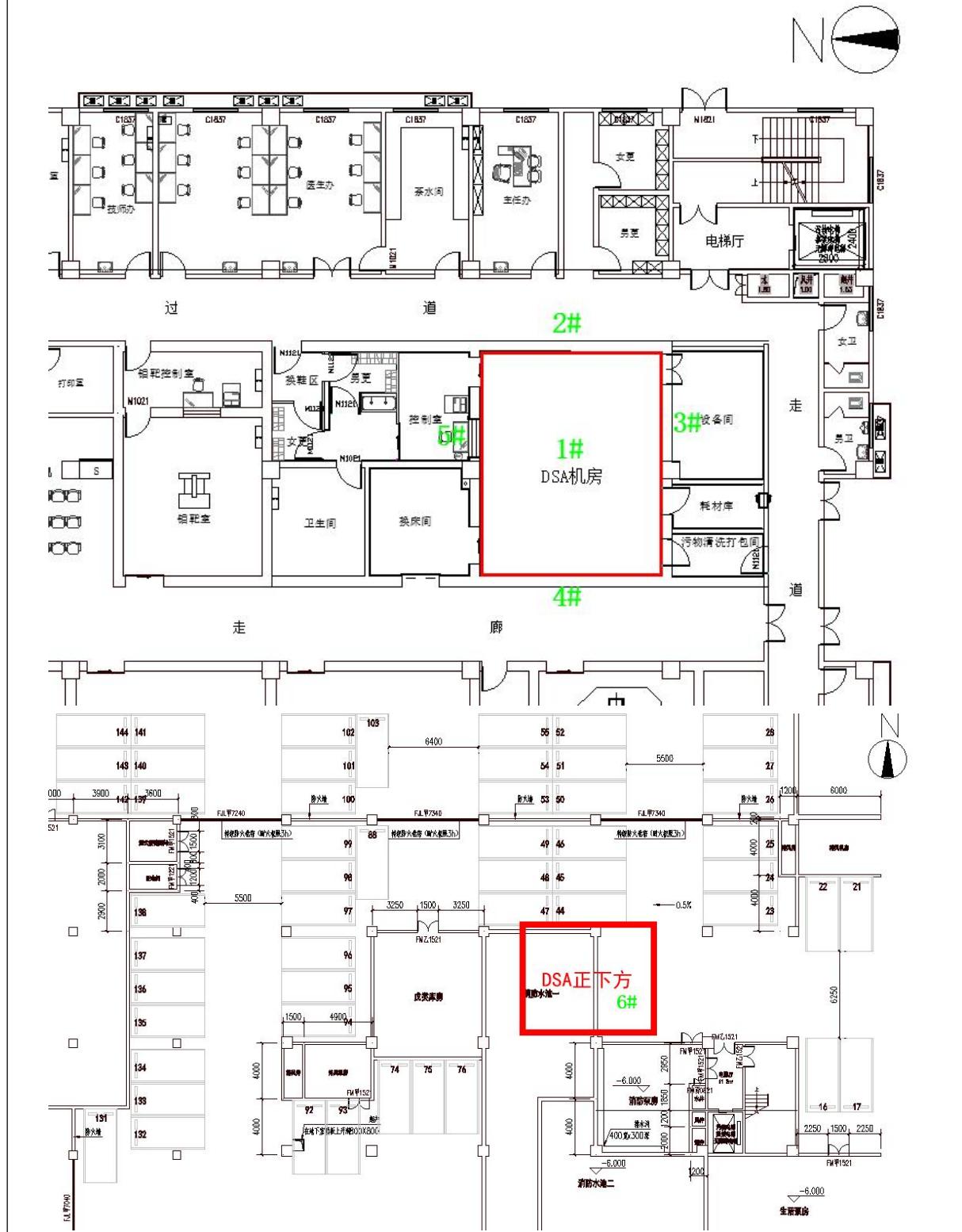
①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

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

五、监测布点原则及监测点布置

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 DSA 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。根据现场实际情况结合医院提供的设计图纸，X- γ 辐射剂量率监测点位主要包括 DSA 机房所在位置中心、四周、正上方、正下方、四周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。监测布点示意图如下：



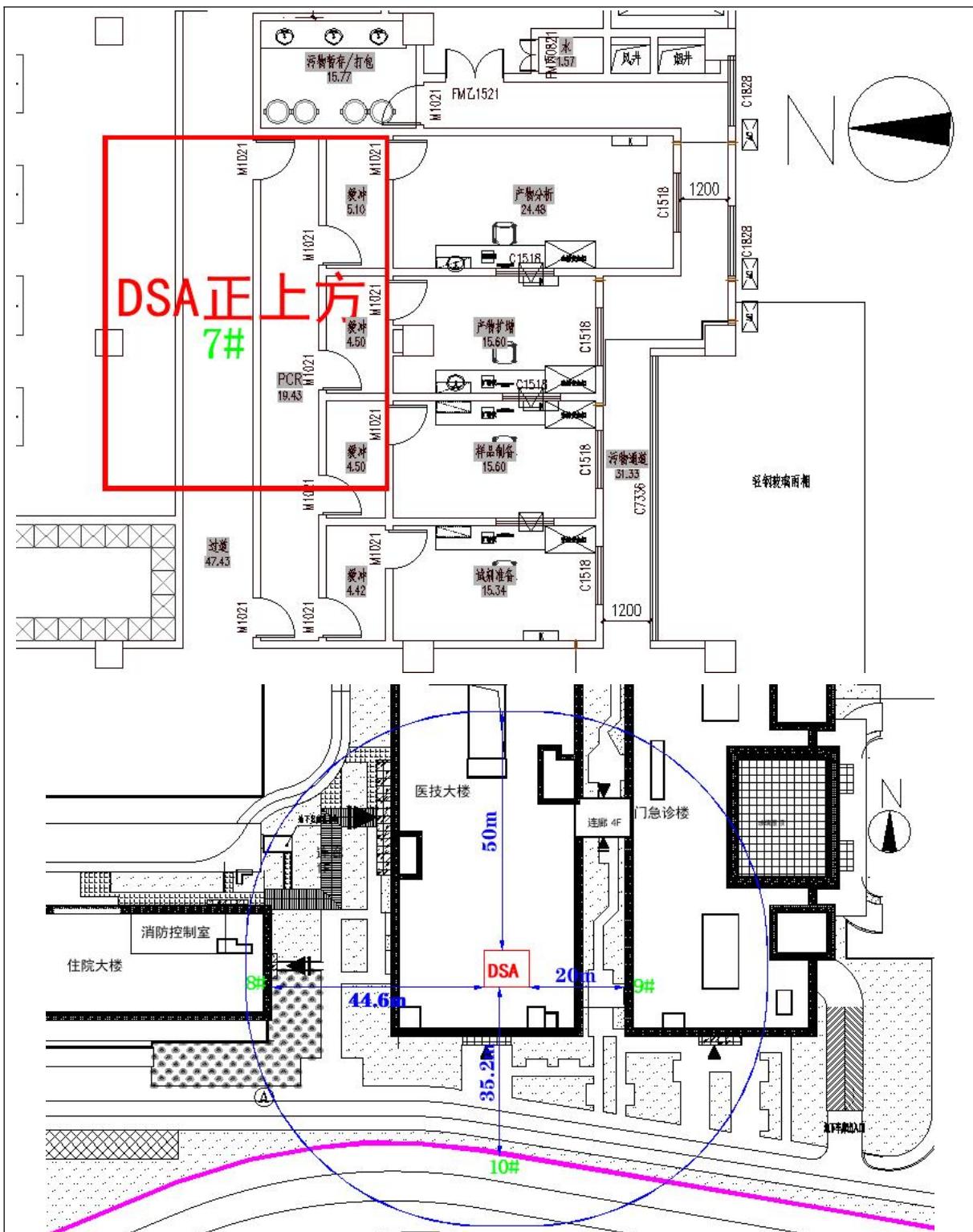


图 8-2 本项目区域现状监测布点 1~10 号示意图

六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-3 环境 X-γ 辐射剂量率监测结果 单位：nGy/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
1	本项目辐射工作场所在位置中心	118	2.4	室内
2	本项目辐射工作场所东侧	117	2.2	
3	本项目辐射工作场所南侧	116	2.1	
4	本项目辐射工作场所西侧	115	2.0	
5	本项目辐射工作场所北侧	117	2.7	
6	本项目辐射工作场所正下方	115	2.0	
7	本项目辐射工作场所正上方	118	1.6	
8	西侧住院大楼	121	1.6	室外
9	东侧门急诊楼	117	1.9	
10	南侧院外道路	117	2.1	

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，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 115~121nGy/h，与四川省生态环境厅发布的《2024 年四川省生态环境状况公报》中雅安市电离辐射水平（70~100nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期工艺分析

(一) 施工流程及产污环节

本项目 DSA 机房位于医技大楼 1 层放射科。DSA 机房与医技大楼主体同步建设，目前已建设完成，主体工程施工期影响在《荥经县人民医院建设项目环境影响报告表》中进行了分析，目前主体施工已完成。本项目主要涉及后续的管线敷设、设备安装，施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物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。

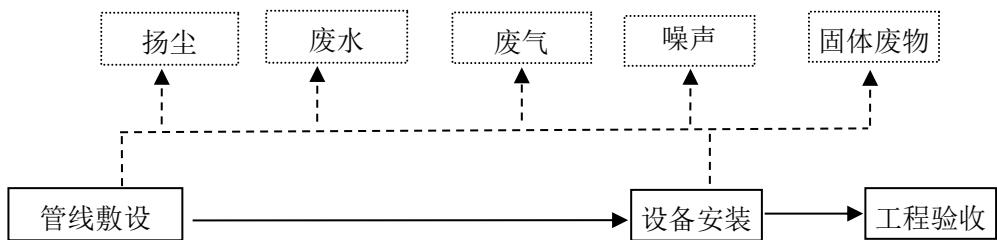


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

(三) 施工期主要污染源处理措施

①扬尘

施工过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过封闭施工管理和采取及时洒水等措施来进行控制。

②噪声

施工期噪声管线敷设时产生的噪声，由于施工范围小，施工期及短，项目通过合理安排施工时间，建筑隔声选用低噪设备等措施后，施工噪声对周围环境影响较小。

③废水

本项目施工工程量小，施工期废水主要为施工人员的生活污水，依托医院既有污水处理站处理。

④固体废物

施工中固体废物主要为管线敷设产生的废弃管线及包装垃圾、设备安装中产生的废弃材料以及施工人员产生的生活垃圾等。废弃管线、废弃材料等，经收集后统一处

理，运往政府指定地点堆存；包装垃圾及施工人员产生的生活垃圾经统一收集后送城市环卫部门处理。

（三）辐射防护施工要求

电缆沟及通排风管道穿墙部分均采用铅皮包裹，穿过DSA机房墙体的电缆需采用地埋式U形电缆沟，排风管道采用45度斜穿方式，以避免排风管道、电缆沟布设方式影响到机房墙体的屏蔽效果。

（四）设备安装调试阶段工艺分析

本项目在安装调试阶段会产生X射线，可能造成一定的辐射影响，因此要求安装和调试均在辐射防护建设完成后进行。本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，在射线装置运输、安装、调试过程中建设单位应加强辐射防护管理，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DSA机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

（五）设备搬迁注意事项

DSA（数字减影血管造影机）作为大型医用放射诊疗设备，其从老院区搬迁至新院区的移机流程需严格遵循国家放射诊疗相关法规（如《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《医用X射线诊断放射防护要求》等）、设备技术规范及医院诊疗秩序保障要求，全程需多部门（设备科、临床科室、辐射防护机构、设备厂家、施工单位等）协同。流程可分为前期准备阶段、老院区拆除停用阶段、设备运输阶段、新院区安装调试阶段、验收与合规启用阶段五个环节，具体如下：

①前期准备阶段

设备搬迁需进行合规性审批，避免违规使用；

对新院区机房设计方案进行前期确认，对照DSA设备技术参数，确认防护方案满足相关防护要求；

技术方案与团队确认，与DSA设备厂家签订《移机服务合同》，明确厂家责任：提供移机技术方案、派专业工程师执行拆装机、负责设备校准与性能测试；组建院内协调团队，设备科（总协调）、临床科室（如放射科介入科，负责患者转运与诊疗安排）、后勤科（负责老/新院区场地清理、供电保障）、安保科（负责运输路线安全）；制定《移机应急预案》：涵盖设备磕碰、运输延误、辐射泄漏（拆除时）、供电故障等风险的应对措施；

老院区诊疗衔接安排，相关科室提前1~2周调整患者诊疗计划：优先完成急诊及限期手术，非紧急患者分流至其他院区或调整就诊时间；发布“DSA停机通知”，明确老院区停用时间，同步告知医保、挂号等关联部门。

②老院区拆除停用阶段

停机前准备：工程师登录 DSA 设备系统，执行“设备停机程序”：关闭高压发生器、X 射线管、C 臂驱动系统，备份设备参数（如曝光剂量、图像校正数据）；后勤科切断老院区 DSA 机房专用供电（需提前确认断电流程，避免影响其他设备），拆除设备与供电、接地、水冷系统（部分 DSA 含水冷）的连接线路。

辐射安全防护措施：机房外设置“辐射危险，禁止入内”警示标识，安排专人值守，禁止无关人员进入；工程师穿戴个人剂量计，拆除 X 射线管组件时需使用专用铅屏蔽罩，避免散射线泄漏。

设备拆解与包装：按厂家技术规范拆解设备核心部件，所有部件用厂家提供的专用缓冲材料（泡沫、防震膜）包装，贴好标签，记录部件数量（避免遗漏）。

老院区场地清理与备案：拆除机房内与 DSA 相关的辅助设施（如防护铅板、专用电缆），清理场地；向相关部门提交《DSA 设备老院区停用报告》，完成老院区设备使用注销手续。

③设备运输阶段

DSA 部件体积大、重量重、精度高（如 C 臂导轨、X 射线管），运输过程需严格控制震动、湿度、温度，车辆到达新院区后，由设备科、厂家工程师共同清点部件数量，核对标签与清单，确认无损坏、无遗漏后，签字确认接收；用叉车或吊具将部件转运至新院区机房外临时存放区（需通风、干燥、无粉尘），避免阳光直射。

④新院区安装调试阶段

新院区 DSA 工作场所完成相关环评手续后，设备可进场安装调试，设备厂家专业人员操作。

⑤验收与合规启用阶段

委托具备资质的第三方检测机构，对新院区 DSA 机房进行辐射防护检测和设备性能检测；医院组织成立验收小组完成项目验收。所有手续履行完成后，新院区 DSA 可开展正常诊疗服务。

二、运营期污染源项分析

1、设备组成及工作原理

(1) 设备组成

DSA 主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

(2) 工作原理

数字减影血管造影技术是常规血造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理为：将受检部位没有注入透明的造影剂和注入透明的造影剂（含有有机化合物，在 X 射线照射下会显影）后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方块，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经过对数字幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别储存起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比增强和数/模转换为普通的模拟信号，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有误异常通道和血液动力学的改变，因此进行介入手术时更为安全。

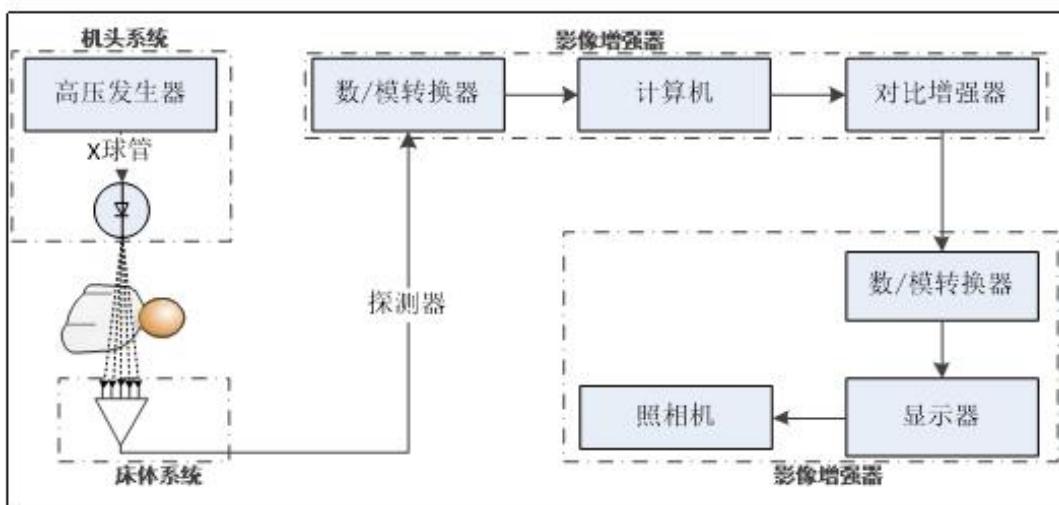


图 9-2 X 射线装置基本原理示意图

2、诊断及治疗流程简述

本项目放射介入诊疗流程如下所示：

- (1) 病人经医生诊断、确定需要介入治疗的病人进行手术前洁净准备。
- (2) 医生向病人告知可能受到的辐射危害。
- (3) 设置参数，病人进入 DSA 机房、摆位。
- (4) 根据不同的治疗方案，医师及护师密切配合，完成介入手术或检查。DSA 在进行曝光时分为拍片和透视两种情况：

①DSA 拍片检查

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

②DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床一旁，距 DSA 的 X 线管 0.5~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完成后关机，医生、病人离开 DSA 机房。

- (5) 治疗完毕关机。

本项目 DSA 工作流程及产污图见图 9-3：

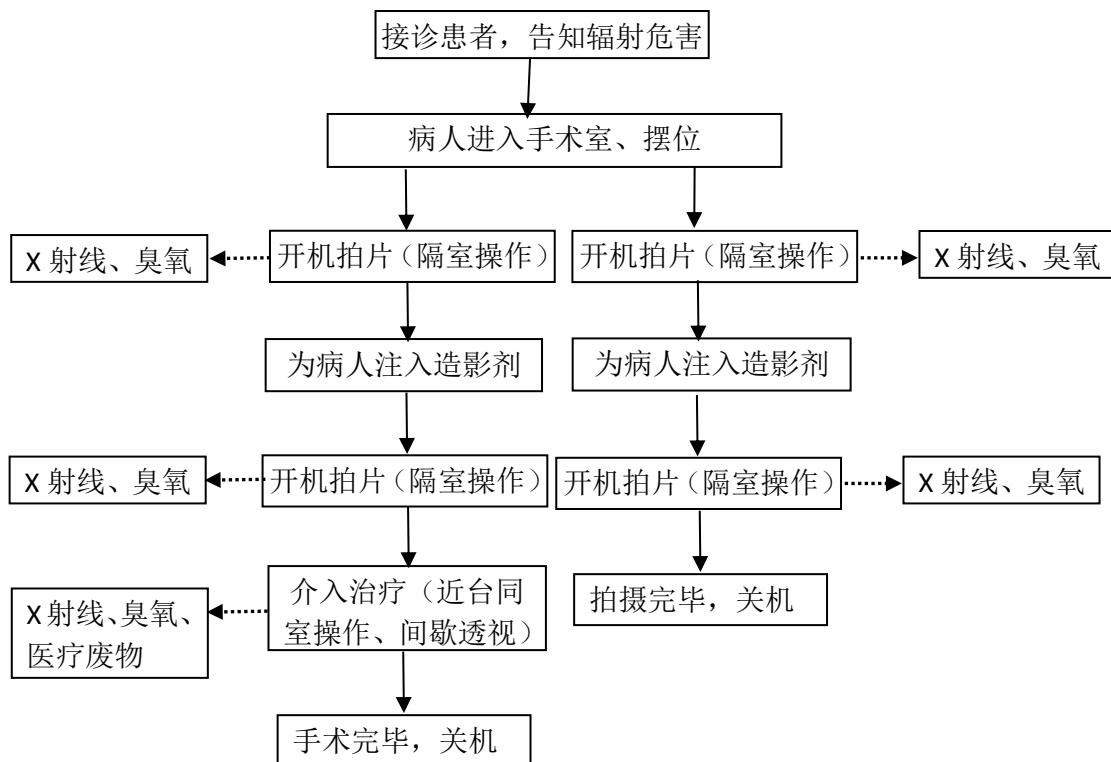


图 9-3 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

3、产污环节

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

4、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员由过道进入换鞋区，在更衣室更换衣物后进入控制室，由控制室进出 DSA 机房。

患者路径：患者在陪护人员陪同下经换床间进出 DSA 机房。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物在污物清洗打包间打包后暂存在放射科污物暂存间，污物暂存间内的医疗废物日产日清，后由工作人员统一再转运至医院总医废废物垃圾处理间内暂存，最后统一交由有相应资质的单位收运处置。

本项目人流、污物路径示意见图 9-4。

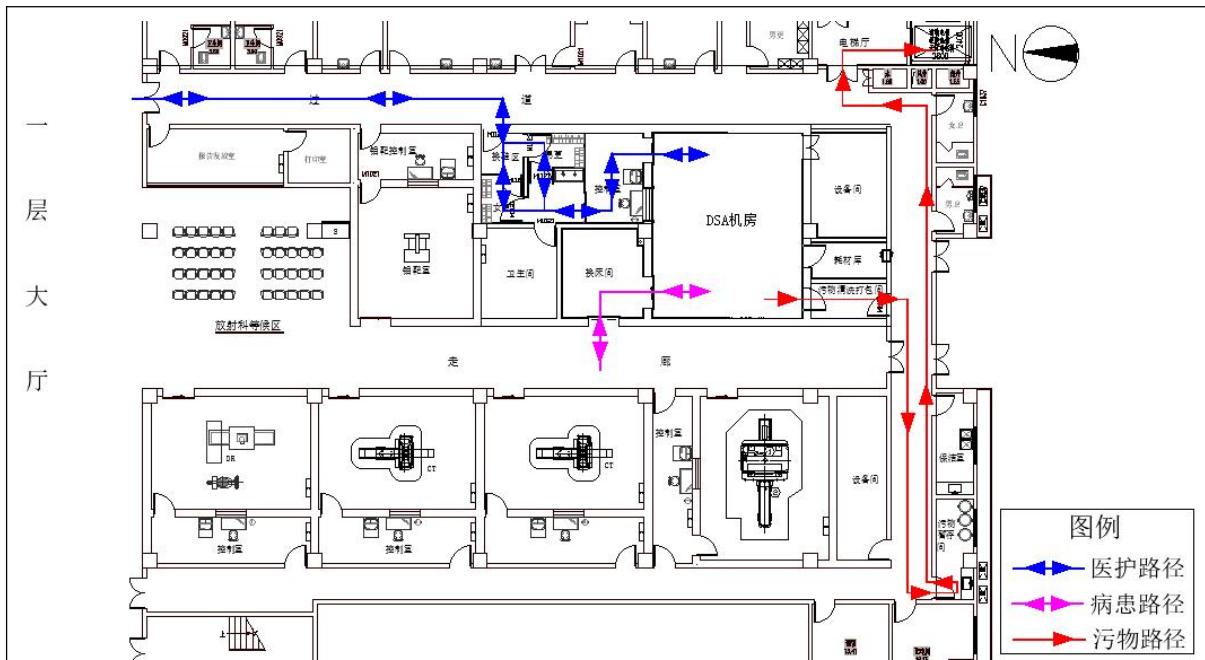


图9-4 本项目人流、物流路径示意图

5、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。本项目数字减影血管造影装置 (DSA) 的相关参数具体如下表所示:

工作场所	DSA 机房
设备名称	数字减影血管造影装置 (DSA)
射线装置分类	II 类射线装置
型号	Optima IGS 330
额定参数	125kV, 1000mA
运行参数	拍片: 电压≤100kV, 电流≤500mA 透视: 电压≤90kV, 电流≤20mA

(2) 废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小, DSA 机房采用机械排风, 排风口位于机房西北方天花板 (尺寸 400mm×300mm, 排风量 328.5m³/h), 排风管道穿过走廊、过道接入东南侧排风井, 排风井接大楼主排风管, 产生废气由排风管至医技楼楼顶排放 (距地面约 19.5m)。经自然分解和稀释, 本项目产生废气能满足其相关排放要求。

(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。项目产生的医疗废物经污物清洗打包间打包后暂存在放射科污物暂存间，后由工作人员统一再转运至医院新建总医疗废物垃圾处理间（位于新院区西南侧）内暂存，最后统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目拟配置 7 名辐射工作人员，其中 4 名医生，2 名护士，1 名技师。每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 910kg/a。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

（4）废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。工作人员生活用水按每人每天 0.1m^3 计，医疗废水按 $0.1\text{m}^3/\text{台手术}$ 计，排污系数取 0.85，则生活污水产生量为 $182\text{m}^3/\text{a}$ ；医疗废水产生量为 $40\text{m}^3/\text{a}$ 。则本项目废水总产生量约 $188.7\text{m}^3/\text{a}$ 。

项目产生的废水均依托医院新建的污水管道和污水处理站，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，再通过市政污水管网进入蒙经县城市污水厂处理，处理达标后排放。

（5）噪声

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

（6）造影剂的存储、泄露风险

造影剂（碘克沙醇）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，最后由泌尿系统排除体外。医院未使用完和过期的造影剂作为医疗废物进行处理。造影剂不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄露风险。

本项目使用的造影剂主要成分为碘克沙醇，是为增强影像观察效果而注入（或服用）到人体组织或器官的化学制品，具有粘稠度低、渗透压小、物化性质稳定和容易排泄等特点。碘克沙醇：分子式 $C_{35}H_{44}I_6N_6O_{15}$ ，分子量 1550.20，浓度为 320mg I/ml，渗透压为 290mosm/kg·H₂O (37°C)，粘度为 11.4mPa·s (37°C)，pH 值为 6.8-7.6。本品为无色或淡黄色的澄清液体。活性成分为碘克沙醇，辅料为氯化钙、氯化钠、氨基三醇、依地酸钙钠，包装为中性硼硅玻璃输液瓶。规格为 100ml/瓶，平均每台介入手术使用 2 瓶，每年约 400 台手术，年使用量约为 80L。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。

表 10 辐射安全与防护

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

本项目 DSA 机房及其辅助用房的布局设置充分考虑了医生和病人需求，病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不影响；DSA 机房位于放射科，便于统一管理，对于复杂程度较高的手术，便于多科室协作，保障手术流程高效衔接，对于急诊、危重症手术，可快速响应为患者争取救治时间；且新建的 DSA 辐射工作场所采取了有效的屏蔽措施，防护设计参数均达到了相关技术规范对辐射工作场所的辐射防护要求，并且辐射工作场所按规范要求设置电离辐射警告标志，合理划分控制区、监督区，无关人员不得进入。通过划分区域、张贴警示标志等措施，本项目对外环境造成辐射影响很小，因此，本项目平面布局是合理的。

2、辐射工作场所两区划分

（1）分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

（2）控制区与监督区的划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。拟将 DSA 机房、设备间、耗材库划分为控制区；将控制室、更衣室、换鞋区换床间、卫生间、污物清洗打包间、患者进出门外 1m 范围内划分为监督区，项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图上进行了标识。

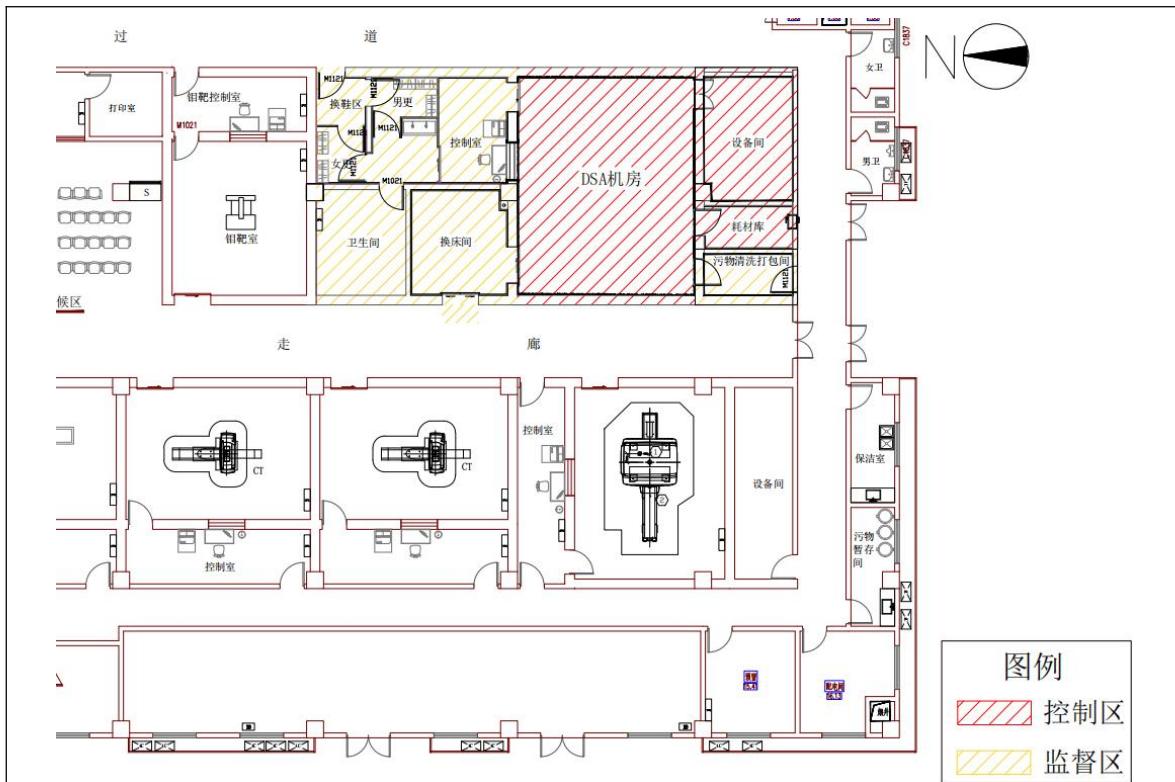


图 10-1 本项目两区划分示意图
表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

场所	控制区	监督区
DSA 机房	DSA 机房、设备间、耗材库	控制室、更衣室、换鞋区换床间、卫生间、污物清洗打包间、患者进出门外 1m 范围内区域

(3) 控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志, 见图 10-2;

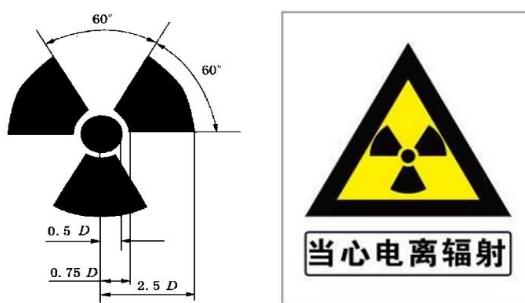


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全管理措施, 包括适用于控制区的规则和程序;

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

④定期审查控制区的实际状况, 以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全

措施。

(4) 监督区防护手段与安全措施

- ①以黄线警示监督区为边界；
- ②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；
- ③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

二、辐射安全与防护措施

在利用 X 射线进行放射检查和介入治疗的同时，在无任何屏蔽设施的情况下，会对辐射源的周围环境及人员造成不应有的危害。为了减少这种辐射危害，以及避免辐射事故的发生，医院针对 DSA 的特点，采取了相应的辐射安全防护措施。

1、DSA 的固有安全性

本项目 DSA 来自正规厂家，满足国家质检要求，装置漏射辐射不会超过国家规定的限值。

此外设备自身采取以下安全防护措施：

- ①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。
- ②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。
- ③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。
- ④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LiH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。
- ⑤配备相应的表征剂量的指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，例如剂量面积乘积（DAP）仪等。
- ⑥配备辅助防护设施：配备床下铅帘（0.5mmPb）和悬吊铅帘(0.5mmPb)、铅屏风等辅助防护用品与设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与

安全措施。

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

2、工作场所屏蔽防护措施

本项目DSA机房为新建场所，根据医院提供防护设计资料进行防护施工，本项目数字减影血管造影装置（DSA）额定管电压为125kV，额定管电流为1000mA，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C医用诊断X射线防护中不同屏蔽物质的铅当量公式C.1、C.2以及附录表C.2、C.3。

①对给定的铅厚度，依据 GBZ130-2020 附录表 C.2、C.3 不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值按公式 11-1 计算辐射透射因子 B：

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

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。

②依据 GBZ130-2020 附录表 C.2、C.3 给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值和①中的 B 值，使用公式 11-2 计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X：

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad \text{(式2)}$$

式中：

B—给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X—铅厚度（mm）；

α —铅对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数；

β ——铅对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数;

γ ——铅对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数。

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。本项目采用常用设备额定管电压125kV(主射)进行取值估算。

表 10-2 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压125kV(主射)			
材料	α	β	γ
铅	2.219	7.923	0.5386
混凝土	0.03502	0.07113	0.6974
砖	0.02870	0.06700	1.346

换算铅当量时, DSA 管电压取额定管电压 125kV, 根据公式 1、公式 2 及表 10-2 中不同屏蔽物质的辐射衰减拟合参数, 本项目实体屏蔽折算结果见表 10-3。

表 10-3 DSA 机房实体防护折合铅当量计算表

项目	实体结构	折合铅当量	总计
四周墙体	370mm 实心砖墙	3.9mmPb	3.9mmPb
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	260mm 混凝土+25mm 硫酸钡 水泥砂浆	3.55mmPb+1.36mmPb	4.91mmPb
地面	260mm 混凝土	3.55mmPb	3.55mmPb

注: 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)附录 C, 常用屏蔽物质的密度: 混凝土密度 2.35g/cm³, 砖密度 1.65g/cm³。根据《辐射防护手册(第三分册)辐射安全》, 查表 3.4, 管电压 150kV(无 125kV 数据), 钡水泥密度为 2.7g/cm³, 厚度为 17mm 折合为 1mmPb, 厚度为 38mm 折合为 2mmPb, 则本项目 25mm 厚硫酸钡水泥砂浆保守折合为 1.36mmPb。

表 10-4 DSA 机房的实体防护设施对照表

场所	面积	四周墙体	屏蔽门	观察窗	屋顶	地面
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
DSA机房	65.7m ² (最小单边长度 7.3m)	370mm实心砖(约合 3.9mmPb)	4mm铅当量的铅钢防护门	4mm铅当量铅玻璃	260mm混凝土+25mm硫酸钡水泥砂浆(约合 4.91mmPb)	260mm混凝土(约合 3.55mmPb)

放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积 20m ² , 最小单边长度 3.5m	非有用线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量	有用线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量
备注	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

3、安全装置

(1) 警示标识：DSA 机房患者进出防护门、医护人员进出防护门、污物防护门外要求设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在 DSA 机房患者通道应设置放射防护注意事项告知栏。

(2) 观察及对讲装置：DSA 机房与控制室操作台之间安装铅玻璃观察窗，便于医护人员观察患者和受检者状态及防护门开闭情况；DSA 机房与控制室之间设置对讲装置，便于医护人员与患者交流。

(3) 闭门、防夹装置：本项目 DSA 机房设置 5 道防护门，患者进出防护门为电动推拉式门，其余均为手动平开式门。电动推拉式防护门设置防夹装置，平开式防护门设计安装自动闭门装置。

(4) 门灯联锁装置：本项目 DSA 机房患者进出防护门、医护人员进出防护门、污物防护门外应设置有门灯联锁系统，工作状态指示灯能与防护门有效关联，防护门关闭，指示灯闪烁。

(5) 工作状态指示灯：防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，设备处于出束状态时，防护门外上方的工作状态指示灯变为红色，警示无关人员远离该区域；当设备处于非出束状态，指示灯为绿色。

(6) 紧急止动按钮：本项目设备在床体和操作台各1个紧急止动按钮，在机器故障时可按下，避免意外照射。

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

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。

③屏蔽防护

1) 隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过控制室与DSA机房之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽X射线，以减弱或消除射线对人体的危害。

2) 防护用品：对于介入诊疗操作时工作人员和受检者需配备的个人防护用品须满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中相关要求。本项目DSA机房内配备铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风等防护用品，本项目DSA机房防护用品配备如表10-5所示。

表 10-5 DSA 机房防护用品配备一览表

序号	场所	防护设施配置要求	数量	铅当量	医院拟配备情况
1	DSA机房	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	1	≥0.5mmPb	设备采购时自带辅助防护设施，含铅防护吊帘和床侧防护帘，铅当量均为0.5mmPb
2		床侧防护帘/床侧防护屏	1	≥0.5mmPb	

辐射工作人员应配备铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶防护衣等防护用品，本项目个人防护用品配备情况如表10-6所示。

表 10-6 本项目个人防护用品配备一览表

序号	场所	防护名称		数量/件	铅当量 (mmPb)	备注
1	DSA机房	患者	铅衣	1	0.5	利旧
2			铅橡胶颈套	1	0.5	
4		工作人员	铅橡胶颈套	3	0.5	
5			铅防护眼镜	3	0.5	
6			介入防护手套	3	0.025	
8			铅衣	3	0.5	

本项目受检者个人防护用品配备铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅衣。工作人员辅助防护设施配备铅防护吊帘和床侧防护帘，个人防护用品配备铅橡胶颈套、介入防护手套、、铅橡胶帽子、铅衣、铅防护眼镜。防护用品数量及铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关规定。

④个人剂量监测

辐射工作人员均应配备有个人剂量计，并要求上班期间必须佩带。医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

（2）受检者或患者的安全防护

根据表 10-6，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）DSA 机房周边公众的安全防护

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

三、工作场所辐射安全防护设施

根据《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）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

项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
场所设施	观察窗屏蔽	1 扇铅窗，为 4mm 铅当量	/
	DSA 机房防护门	5 扇防护铅门，均为 4mm 铅当量	/
	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	设备已有
	通风设施	排风系统	设计中已有
	紧急停机按钮	设备自带	设备已有
	门灯联锁	/	需配备 3 套

	对讲系统	/	需配备 1 套
	入口处电离辐射警告标志	/	需配备 3 个
	入口处机器工作状态指示灯箱	/	需配备 3 套
	闭门装置（平开门）	/	需配备 4 套
	防夹装置（推拉门）		需配备 1 套
监测设备	便携式辐射监测仪	/	利旧 1 台
	个人剂量计	/	利旧 3 套, 需新增 4 套
	个人剂量报警仪	/	利旧 3 台
防护器材	医护人员个人防护	/	利旧铅衣 3 套、铅橡胶颈套 3 套、铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 双
	患者防护	/	利旧铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套

四、投资估算

本项目总投资***万元, 其中环保投资***万元, 占总投资约***%。具体环保设施及投资见表 10-8。

表 10-8 环保设施及投资一览表

项目	环保设施	数量	投资(万元)
DSA 机房	DSA 机房主体土建工程	1 间	计入大楼总投资
	机房防护门	5 扇	***
	观察窗屏蔽	1 扇	***
	电缆及风管穿墙辐射防护补偿措施	/	***
	设备移机及调试费	/	***
	电离辐射警告标志	3 个	***
	闭门装置（平开门）	4 套	
	防夹装置（推拉门）	1 套	
	有中文标识的紧急停机按钮（操作台和介入手术床旁）	1 套	
	工作状态指示灯箱及门灯联锁装置	3 套	
监测仪器	对讲系统	1 套	***
	床下铅帘（机器自带、0.5mm 铅当量）	1 套	
	悬吊铅帘（机器自带、0.5mm 铅当量）	1 套	***
	个人剂量计	4 套	
	个人剂量报警仪	3 台	***

及个人防护用品	便携式辐射监测仪	1 台	***
	铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	3 套	
	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	1 套	
其他	通风设施：新风系统、排风系统	新增	***
合计			***

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

三废的治理

1、废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水和医疗废水均依托医院新建的污水管道和污水处理站（处理能力400m³/d），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，再通过市政污水管网进入荥经县城市污水厂处理，处理达标后排放。

2、废气

本项目 DSA 机房采用机械排风，排风口位于机房西北方天花板（尺寸 400mm × 300mm，排风量 328.5m³/h），排风管道穿过走廊、过道接入东南侧排风井，排风井接大楼主排风管，产生废气由排风管至医技楼楼顶排放（距地面约 19.5m）。经自然分解和稀释，本项目产生废气能满足其相关排放要求。

3、固体废物

固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾和介入手术时产生的医疗废弃物：①本项目拟配置 7 名辐射工作人员，其中 4 名医生，2 名护士，1 名技师。每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 910kg/a。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。

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，经污物清洗打包间打包后暂存在放射科污物暂存间，后由工作人员统一再转运至医院新建总医疗废物垃圾处理间（位于新院区西南侧）内暂存，最后统一交由有相应资质的单位收运处置。

项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工期的环境影响分析

本项目 DSA 机房主要涉及后续的管线敷设、设备安装，施工期将会产生少量扬尘、噪声、固体废物、施工废水以及施工人员的生活垃圾和生活污水。对于施工期将产生的扬尘、噪声、固体废物、施工污水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：

扬尘的防治措施：项目通过施工现场封闭施工和采取洒水等措施来进行控制；

废水防治措施：项目施工期废水主要为施工人员的生活污水，依托医院既有污水处理站处理；

废气防治措施：项目施工现场封闭施工，施工现场及时清理，通风换气等措施；

噪声防治措施：选用低噪声设备，合理安排施工时间；

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

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DSA机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物，作为一般固体废物进行处置，不随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

医院在 DSA 机房内使用 1 台 DSA，进行介入手术治疗的工作负荷约 400 人次/年，DSA 主要用于血管造影，介入手术等。

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《射线装置分类办法》，DSA 属于 II 类射线装置，工作时不产生放射性废气、废水和固体废物。本机为数字成像设备，不使用显、定影液，其主要环境影响因素为工作时产生的 X 射线，出束方向向上。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①造影拍片过程：操作人员采取隔室操作的方式，医生通过开放式操作间铅玻璃观察窗 DSA 机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于操作间内，经 DSA 机房各屏蔽体屏蔽后，对 DSA 机房外（包括 DSA 机房楼上、楼下）的公众和工作人员基本没有影响。

②脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入 DSA 机房，进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时手术医生身着铅衣、戴铅防护眼镜等在 DSA 机房内对病人进行直接的手术操作。

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。

本项目 DSA 设备型号为 Optima IGS 330，根据院方向设备厂家了解的参数情况，本项目射线管过滤材料为 1.0mmCu，通过查《辐射防护手册（第一分册）辐射源与屏蔽》图 4.4c，当管电压为 90kV 时，查得 $\nu_{r0} = 0.065 \text{ R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；当管电压为 100kV 时，查得 $\nu_{r0} = 0.096 \text{ R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。经计算后，在透视时管电压为 90kV、管电流为 20mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_0 为 $11.39 \text{ mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ ；在拍片管电压为 100kV、管电流为 500mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_1 为 $420.48 \text{ mGy} \cdot \text{min}^{-1}$ 。见下表：

表 11-1 本项目 DSA 常用工况及源强取值

工作模式	常用管电压	常用管电流	最大使用工况	距靶 1m 处的照射量率 ν_{r0}	距靶 1m 处的空气比释动能率
透视	70~90kV	6~20mA	90kV、20mA	$0.065 \text{ R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	$11.39 \text{ mGy} \cdot \text{min}^{-1}$
拍片	60~100kV	100~500mA	100kV、500mA	$0.096 \text{ R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	$420.48 \text{ mGy} \cdot \text{min}^{-1}$

本项目 DSA 投用后，手术过程中 DSA 机房四周及正下方的保护目标，均受到漏射射线和散射射线的影响，DSA 机房正上方受主射辐射的影响，DSA 机房内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 DSA 机房最近关注点可以代表最大可能辐射影响。

本项目共布设 14 个预测点位，预测点位见下表 11-2，预测点位图见图 11-1。

表 11-2 本项目预测点位、方位及距离

序号	关注点位	方位	最小距离m
1#	DSA机房内主刀医生	DSA机房内	0.5
2#	DSA机房内助手医生	DSA机房内	0.8
3#	DSA机房内护士	DSA机房内	1.0
4#	控制室内技师	DSA机房北侧观察窗外	3.5
5#	换床间、男/女更衣室、换鞋区、卫生间、钼靶控制室、钼靶室、打印室、报告发放室、放射科等候区的人员	DSA机房北侧	3.5
6#	一层大厅、连廊、体检中心区域的人员		24.8
7#	过道、任办公室、女更衣/男更衣、电梯厅、楼梯间、茶水间、医生办、技师办、值班室的人员	DSA机房东侧	3.0
8#	院内小道、门/急诊楼的人员		10.0
9#	走廊、CT/DR室区域、保洁室、污物暂存间、配电间、预留用房的人员	DSA机房西侧	3.0
10#	西面院内道路、住院大楼的人员		19.0
11#	设备间、耗材库、污物清洗打包间、走道、男卫/女卫为卫的人员	DSA机房南侧	3.5
12#	南面院内道路、青华村小道的人员		8.5
13#	消防水池及-1F其他区域	DSA 机房正下方	4
14#	PCR缓冲区及医技楼（2F~4F）其他区域	DSA 机房正上方	4

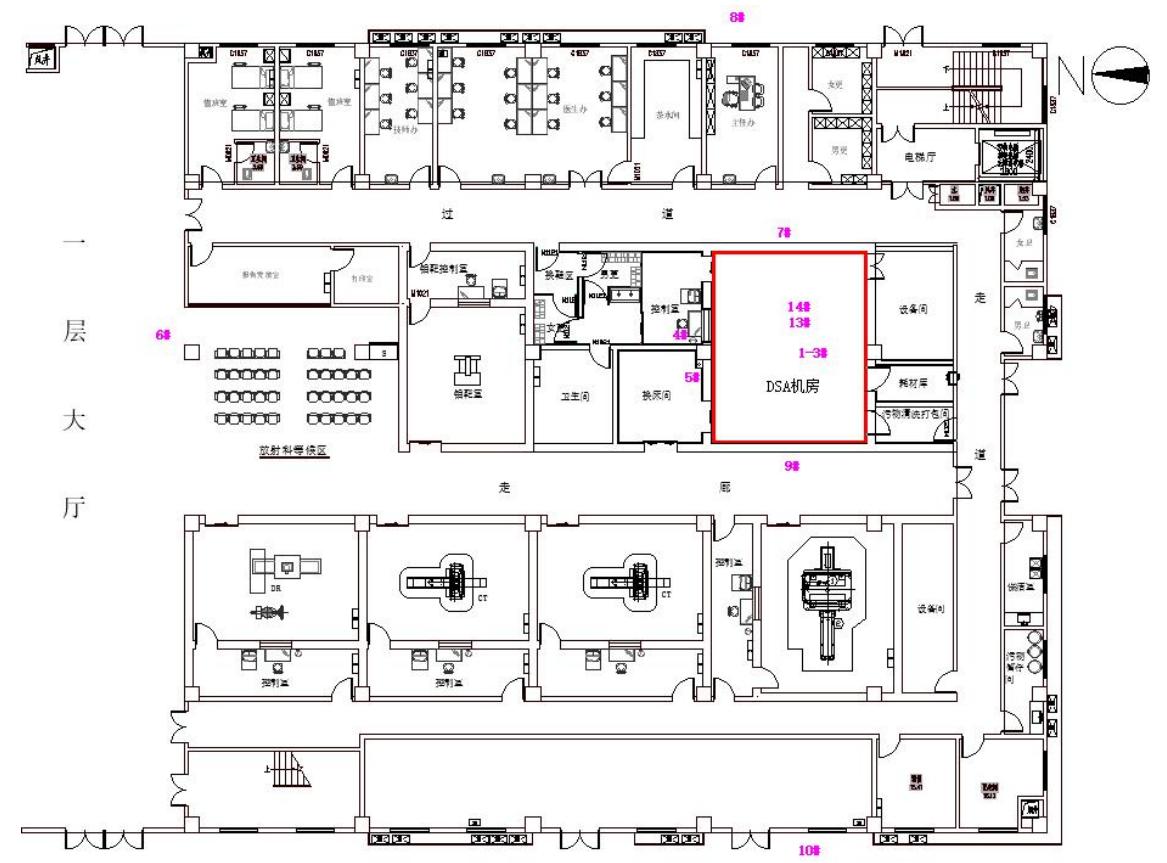


图 11-1 本项目预测关注点位示意图

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

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

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 11-3 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
	主射	散射	主射	散射	主射
铅	2.500	2.507	15.28	15.33	0.7557
					0.9124

根据计算, DSA机房不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-4。

表 11-4 DSA 机房设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效约合铅当量	屏蔽减弱因子(透视)	屏蔽减弱因子(拍片)	
				主射	散射
四周墙体	370mm 实心砖墙	3.9mmPb	5.02E-07	4.35E-06	6.60E-06
屏蔽门	4mm 铅当量铅门	4mmPb	3.69E-07	3.39E-06	5.14E-06
观察窗	4mm 铅当量铅玻璃	4mmPb	3.69E-07	3.39E-06	5.14E-06
屋顶	260mm 混凝土+25mm 硫酸钡水泥砂浆	4.91mmPb	2.26E-08	3.48E-07	5.25E-07
地面	260mm 混凝土	3.55mmPb	1.47E-06	1.04E-05	1.59E-05
医生位	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅帘	1mmPb	4.08E-03	7.36E-03	1.05E-02
护士位	0.5mmPb铅衣	0.5mmPb	2.52E-02	2.52E-02	4.72E-02

腕部	0.025mmPb 铅手套	0.025mmPb	6.26E-01	/	/
----	---------------	-----------	----------	---	---

(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：

$$H_{pr} = \frac{H_{1m} \cdot B}{r_x^2} \dots \dots \dots \text{ (式 3)}$$

式中：

H_{pr} —关注点处的有用线束的空气比释动能率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

H_{1m} —距离靶点 1m 处空气比释动能率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

B—屏蔽透射因子;

r_x —受照体与关注点的距离。

②预测结果分析

根据 NCRP147 报告, 患者和接收器对初始线束的衰减倍数为 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 3) 中, 进行各关注点年有效剂量预测, 预测点年剂量估算结果见表 11-5:

表 11-5 DSA 机房主射方向预测点年有效剂量估算

预测点 保护目标	与靶点最近 距离 (m)	屏蔽材料与厚度及等效 铅当量 (mm)	照射 类型	屏蔽透射 因子 (f)	衰减 倍数	主射辐射剂量 率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)
14#PCR 缓冲 区及医技楼 (2F~4F) 其 他区域	4.0	260mm 混凝土+25mm 硫 酸钡水泥砂浆 (约合 4.91mmPb)	拍片	3.48E-07	10	9.11E-07
			透视	2.26E-08		1.61E-09

(2) 病人体表散射辐射剂量估算

$$H_{sr} = \frac{H_{1m} \cdot \mu \cdot (s/400) \cdot \alpha \cdot B}{(d_0)^2 \cdot (d_s)^2} \dots \dots \dots \text{ (式 4)}$$

式中：

H_{sr} —预测点处的散射剂量率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

H_{1m} —距靶 1m 处的剂量率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

μ —利用因子, 表示射线被利用程度, 本项目取 1;

a ——患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取得当 400cm^2 散射面积时， $a=1.3\times10^{-3}$ ；

s ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离， m ，取 1m ；

d_s ——病人与预测点的距离， m ；

B ——屏蔽透射因子。

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-6。

表 11-6 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

关注点保护目标	病人（散射点）到关注点距离（m）	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量（mmPb）	照射类型	屏蔽减弱因子	散射辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）
1#DSA机房内主刀医生	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	3.62E+00
2#DSA机房内助手医生	0.7	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	1.42E+00
3#DSA机房内护士	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5	透视	2.52E-02	5.60E+00
4#控制室内技师	3.5	4mm 铅当量 铅玻璃窗	4	拍片 透视	5.14E-06 3.69E-07	3.44E-03 6.69E-06
5#换床间、男/女更衣室、换鞋区、卫生间、钼靶控制室、钼靶室、打印室、报告发放室、放射科等候区的人员	3.5	4mm 铅当量铅门	4	拍片 透视	5.14E-06 3.69E-07	3.44E-03 6.69E-06
6#一层大厅、连廊、体检中心区域的人员	24.8	370mm 实心砖墙	3.9	拍片 透视	6.60E-06 5.02E-07	8.77E-05 1.81E-07
7#过道、任办公室、女更衣/男更衣、电梯厅、楼梯间、茶水间、医生办、技师办、值班室的人员	3.0	370mm 实心砖墙	3.9	拍片 透视	6.60E-06 5.02E-07	1.04E-03 1.24E-05
8#院内小道、门/急诊楼的人员	10.0	370mm 实心砖墙	3.9	拍片 透视	6.60E-06 5.02E-07	9.32E-05 1.11E-06
9#走廊、CT/DR 室区域、保洁室、污物暂存间、配电间、预留用房的人员	3.0	370mm 实心砖墙	3.9	拍片 透视	6.60E-06 5.02E-07	1.04E-03 1.24E-05
10#西面院内道路、住	19.0	370mm 实心砖墙	3.9	拍片	6.60E-06	2.58E-05

院大楼的人员				透视	5.02E-07	3.09E-07
11#设备间、耗材库、 污物清洗打包间、走 道、男卫/女卫为卫的 人员	3.5	4mm 铅当量铅门	4	拍片	5.14E-06	3.44E-03
				透视	3.69E-07	6.69E-06
12#南面院内道路、青 华村小道的人员	8.5	370mm 实心砖墙	3.9	拍片	6.60E-06	7.46E-04
				透视	5.02E-07	1.54E-06
13#消防水池及-1F 其 他区域的人员 (-1F)	4.0	260mm 混凝土	3.55	拍片	1.59E-05	8.12E-03
				透视	1.47E-06	2.04E-05

(3) 漏射辐射剂量估算

各预测点的泄漏辐射剂量率可用下(式 5)进行计算。

$$H_{LR} = \frac{H_L \cdot B}{r^2} \dots \dots \dots \quad (式5)$$

式中：

H_{LR} —预测点处的漏射辐射剂量率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

H_L —距靶点 1m 处漏射射线的剂量率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$; 根据《医用电气设备 第 1-3 部分: 基本安全和基本性能的通过要求 并列标准: 诊断 X 射线设备的辐射防护》(GB 9706.103-2020) 中 12.4: “X 射线管组件和 X 射线源组件在加载状态下的漏射辐射, 当其在相当于基准加载条件下以标称 X 射线管电压运行时, 距焦点 1m 处, 1 小时内在任一 100cm^2 区域 (主要线性尺寸不大于 20cm) 的空气比释动能不应超过 1.0mGy ”, 本项目射线装置在 1m 处泄漏射线的空气比释动能率保守取 $1 \times 10^3 \mu\text{Gy}/\text{h}$;

r —靶点距关注点的距离, m;

B——减弱因子, 前文表 11-4 计算取得。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-7。

表 11-7 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

关注点保护目标 描述	靶点距关 注点的距 离 (m)	防护材料	屏蔽厚度 (mmPb)	照射类型	屏蔽减弱 因子	漏射辐射剂 量率 (μ Gy/h)
1#DSA机房内主 刀医生	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	16.3
2#DSA机房内助 手医生	0.7	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	6.38
3#DSA机房内护 士	1.0	0.5mmPb 铅衣	0.5	透视	2.52E-02	25.2
4#控制室内技师	3.5	4mm 铅当量	4	拍片	3.39E-06	2.77E-04

		铅玻璃窗		透视	3.69E-07	3.01E-05
5#换床间、男/女更衣室、换鞋区、卫生间、钼靶控制室、钼靶室、打印室、报告发放室、放射科等候区的人员	3.5	4mm 铅当量铅门	4	拍片	3.39E-06	2.77E-04
				透视	3.69E-07	3.01E-05
6#一层大厅、连廊、体检中心区域的人员	24.8	370mm 实心砖墙	3.9	拍片	4.35E-06	7.07E-06
				透视	5.02E-07	8.16E-07
7#过道、任办公室、女更衣/男更衣、电梯厅、楼梯间、茶水间、医生办、技师办、值班室的人员	3.0	370mm 实心砖墙	3.9	拍片	4.35E-06	4.83E-04
				透视	5.02E-07	5.58E-05
8#院内小道、门/急诊楼的人员	10.0	370mm 实心砖墙	3.9	拍片	4.35E-06	4.35E-05
				透视	5.02E-07	5.02E-06
9#走廊、CT/DR 室区域、保洁室、污物暂存间、配电间、预留用房的人员	3.0	370mm 实心砖墙	3.9	拍片	4.35E-06	4.83E-04
				透视	5.02E-07	5.58E-05
10#西面院内道路、住院大楼的人员	19.0	370mm 实心砖墙	3.9	拍片	4.35E-06	1.20E-05
				透视	5.02E-07	1.39E-06
11#设备间、耗材库、污物清洗打包间、走道、男卫/女为卫的人员	3.5	4mm 铅当量铅门	4	拍片	3.39E-06	2.77E-04
				透视	3.69E-07	3.01E-05
12#南面院内道路、青华村小道的人员	8.5	370mm 实心砖墙	3.9	拍片	4.35E-06	6.02E-05
				透视	5.02E-07	6.95E-06
13#消防水池及其他区域的人员 (-1F)	4.0	260mm 混凝土	3.55	拍片	1.04E-05	6.50E-04
				透视	1.47E-06	9.19E-05

(4) 关注点辐射剂量率综合分析

根据《外照射放射防护剂量转换系数标准》(WS/T 830-2024) 由表G.1, 100kV (拍片) 数据为1.65, 由80kV和100kV插值算出90kV (透视) 下空气比释动能到周

围剂量当量的转换系数为1.69，则本项目各预测点最大辐射剂量率见下表11-8。

表11-8 本项目各预测点保护目标最大辐射剂量率表

保护目标相对位置	关注点位保护目标	照射类型	转换前 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)				转换后 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	备注
			主射	散射	漏射	汇总		
DSA机房内	1#DSA机房内主刀医生	透视	/	3.62E+00	1.63E+01	1.99E+01	3.37E+01	职业
	2#DSA机房内助手医生	透视	/	1.42E+00	6.38E+00	7.80E+00	1.32E+01	职业
	3#DSA机房内护士	透视	/	5.60E+00	2.52E+01	3.08E+01	5.21E+01	职业
DSA机房周围	4#控制室内技师	拍片	/	3.44E-03	2.77E-04	3.72E-03	6.13E-03	职业
		透视		6.69E-06	3.01E-05	3.68E-05	6.22E-05	
	5#换床间、男/女更衣室、换鞋区、卫生间、钼靶控制室、钼靶室、打印室、报告发放室、放射科等候区的人员	拍片	/	3.44E-03	2.77E-04	3.72E-03	6.13E-03	公众
		透视		6.69E-06	3.01E-05	3.68E-05	6.22E-05	
	6#一层大厅、连廊、体检中心区域的人员	拍片	/	8.77E-05	7.07E-06	9.48E-05	1.56E-04	公众
		透视		1.81E-07	8.16E-07	9.97E-07	1.68E-06	
	7#过道、任办公室、女更衣/男更衣、电梯厅、楼梯间、茶水间、医生办、技师办、值班室的人员	拍片	/	1.04E-03	4.83E-04	1.52E-03	2.51E-03	公众
		透视		1.24E-05	5.58E-05	6.82E-05	1.15E-04	
	8#院内小道、门/急诊楼的人员	拍片	/	9.32E-05	4.35E-05	1.37E-04	2.26E-04	公众
		透视		1.11E-06	5.02E-06	6.13E-06	1.04E-05	
	9#走廊、CT/DR室区域、保洁室、污物暂存间、配电间、预留用房的人员	拍片	/	1.04E-03	4.83E-04	1.52E-03	2.51E-03	公众
		透视		1.24E-05	5.58E-05	6.82E-05	1.15E-04	
	10#西面院内道路、住院大楼的人员	拍片	/	2.58E-05	1.20E-05	3.78E-05	6.24E-05	公众
		透视		3.09E-07	1.39E-06	1.70E-06	2.87E-06	
	11#设备间、耗材库、污物清洗打包间、走道、男卫/女卫的人员	拍片	/	3.44E-03	2.77E-04	3.72E-03	6.13E-03	公众
		透视		6.69E-06	3.01E-05	3.68E-05	6.22E-05	
	12#南面院内道路、青华村小道的人员	拍片	/	7.46E-04	6.02E-05	8.06E-04	1.33E-03	公众
		透视		1.54E-06	6.95E-06	8.49E-06	1.43E-05	
	13#消防水池及-1F其他区域	拍片	/	8.12E-03	6.50E-04	8.77E-03	1.45E-02	公众
		透视		2.04E-05	9.19E-05	1.12E-04	1.90E-04	

	14#PCR 缓冲区及医 技楼（2F~4F）其他 区域	拍片 透视	9.11E-07 1.61E-09	/	/	9.11E-07 1.61E-09	1.50E-06 2.72E-09	公众
--	-----------------------------------	----------	----------------------	---	---	----------------------	----------------------	----

由表 11-8 可知，本项目 DSA 机房周围最大辐射剂量率为 $1.45E-02\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，低于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 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， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

t —年工作时间， h ；

T —居留因子，职业人员、办公室人员、住院人员保守取 1，其余公众保守取 $1/4$ 。

表 11-9 本项目各预测点理论预测最大受照剂量统计表

保护 目标 相对 位置	关注点位保护目 标	照射 类型	综合剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	年最大受照 时间 (h)	居留 因子	透视/拍片总 辐射剂量 (mSv/a)	年总辐射剂 量 (mSv/a)	备注
DSA 机房	1#内科主刀医生	透视	3.37E+01	104.17	1	3.51E+00	3.51E+00	职业
	1#外科主刀医生	透视	3.37E+01	31.5	1	1.06E+00	1.06E+00	职业
	2#内科助手医生	透视	1.32E+01	104.17	1	1.38E+00	1.38E+00	职业
	2#外科助手医生	透视	1.32E+01	31.5	1	4.16E-01	4.16E-01	职业
	3#DSA机房内护 士	透视	5.21E+01	28.33	1	1.48E+00	1.48E+00	职业
DSA 机房 周围	4#控制室内技师	拍片	6.13E-03	1.46	1	8.95E-06	1.78E-05	职业
		透视	6.22E-05	141.67	1	8.81E-06		
	5#换床间、男/女更 衣室、换鞋区、卫 生间、钼靶控制 室、钼靶室、打印 室、报告发放室、 放射科等候区的 人员	拍片	6.13E-03	1.46	1/4	2.24E-06	4.44E-06	公众
		透视	6.22E-05	141.67	1/4	2.20E-06		
	6#一层大厅、连	拍片	1.56E-04	1.46	1/4	5.69E-08	1.16E-07	公众

廊、体检中心区域的人员	透视	1.68E-06	141.67	1/4	5.95E-08		
7#过道、任办公室、女更衣/男更衣、电梯厅、楼梯间、茶水间、医生办、技师办、值班室的人员	拍片	2.51E-03	1.46	1	9.16E-07	2.00E-05	公众
	透视	1.15E-04	141.67	1	4.07E-06		
8#院内小道、门/急诊楼的人员	拍片	2.26E-04	1.46	1/4	8.25E-08	4.51E-07	公众
	透视	1.04E-05	141.67	1/4	3.68E-07		
9#走廊、CT/DR 室区域、保洁室、污物暂存间、配电间、预留用房的人员	拍片	2.51E-03	1.46	1/4	9.16E-07	4.99E-06	公众
	透视	1.15E-04	141.67	1/4	4.07E-06		
10#西面院内道路、住院大楼的人员	拍片	6.24E-05	1.46	1	2.28E-08	4.98E-07	公众
	透视	2.87E-06	141.67	1	1.02E-07		
11#设备间、耗材库、污物清洗打包间、走道、男卫/女卫的人员	拍片	6.13E-03	1.46	1/4	2.24E-06	4.44E-06	公众
	透视	6.22E-05	141.67	1/4	2.20E-06		
12#南面院内道路、青华村小道的人员	拍片	1.33E-03	1.46	1/4	4.85E-07	9.92E-07	公众
	透视	1.43E-05	141.67	1/4	5.06E-07		
13#消防水池及-1F 其他区域	拍片	1.45E-02	1.46	1/4	5.29E-06	1.20E-05	公众
	透视	1.90E-04	141.67	1/4	6.73E-06		
14#PCR 缓冲区及医技楼（2F~4F）其他区域	拍片	1.50E-06	1.46	1/4	5.48E-10	6.44E-10	公众
	透视	2.72E-09	141.67	1/4	9.63E-11		

注：①本项目 DSA 年最大出束时间为 143.13h（拍片 1.46h，透视 141.67h）。各科室医生位于机房内手术位进行介入手术时，只存在透视工况。②护士负责介入手术前准备、手术后清理工作及根据各手术情况需要在术中配合跟台手术，根据医院反馈，实际手术中护士跟台手术情况较少，本次保守按照 DSA 的年透视总时间的 1/5 即 28.33h 计算年有效剂量。

本项目拟配置 7 名辐射工作人员，其中 4 名手术医生（内科主刀 1 名，助手 1 名；外科主刀 1 名，助手 1 名），2 名护士，1 名技师；2 名护士交替负责内、外科手术的协助工作，本次预测保守取护士工作时间不超过人均受照时间的 1.2 倍考虑，则单名护士所受最大有效剂量为 8.86E-01mSv/a。

综上可知，在 DSA 机房内主刀医生最大有效剂量为 3.51mSv/a，助手医生最大

有效剂量为 1.38mSv/a，护士最大有效剂量为 8.86E-01mSv/a，技师最大有效剂量为 1.78E-05mSv/a，均低于本次评价确定的职业人员 5mSv/a 的管理约束值，也均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的职业人员 20mSv/a 剂量限值；公众最大有效剂量为 1.97E-06mSv/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。

医院应合理安排手术医生的手术量，控制各科室手术医生的手术台数，每个季度对辐射工作人员个人剂量进行严格监督，辐射工作人员个人剂量单季度超过 1.25mSv、年超过 5mSv 事件的发生，若发现辐射工作人员有单季度超过 1.25mSv 的情况，医院应立即采取有效的管控措施，暂停该辐射工作人员继续从事的放射诊疗作业，同时进行原因调查，调整岗位安排等。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离 DSA 机房最近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 机房周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对 DSA 机房周围公众影响更小。

(6) 医生腕部皮肤受照剂量

手术医生和护士在 DSA 机房内进行介入手术时，会穿联体铅衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，但是仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，手术医生腕部距离辐射源（非主射束方向）最近，因 X 射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以手术医生腕部剂量估算结果进行核算医护人员皮肤照射年剂量，根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017) 中的公式估算 DSA 机房或 DSA 机房人员年皮肤吸收剂量：

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

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

式中： D_s — 皮肤吸收剂量，mGy；

•
 k —X 辐射场的空气比释动能率, $\mu\text{Gy}/\text{h}$;

C_{KS} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数 (Gy/Gy), 本项目 DSA 可近似地视为垂直入射, 而且是 AP 入射方式, 从表 A.4 中查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的最大转换系数 $C_{KS}=1.134\text{mGy}/\text{mGy}$;

t —人员累积受照时间, h ;

•
 $H_{(10)}^*$ —X 辐射场的周围剂量当量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

C_{KH} —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 (Sv/Gy), 从表 A.9 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数=1.72Sv/Gy。

根据前述分析, 医生介入手术操作时, 会穿铅橡胶防护衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品。通常站立于介入治疗床侧面, 受到散射和漏射线束照射, 由于手术过程中医生随时在活动, 其腕部不会一直处于受散射和漏射线束照射, 因此保守考虑, 有 1/5 的时间医生在受照位置进行导管插入等操作, 此时医生腕部考虑 0.025mmPb 防护手套屏蔽防护; 有 4/5 的时间医生在治疗床侧其他位置, 此时医生腕部考虑 0.025mmPb 防护手套和 0.5mmPb 铅帘屏蔽防护。

医生操作时腕部距辐射源 (非主射方向) 的距离取 0.5m, 按照主刀手术医生理论年最大工作时间 104.17h, 则医生手术位腕部总皮肤受照当量剂量为 48.1mSv/a, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 第 4.3.2.1 条的规定, 对任何工作人员, 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv 的要求, 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；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

本项目在运行过程中，主要大气污染因子为 DSA 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧。本项目 DSA 机房采用机械排风，排风口位于机房西北方天花板（尺寸 $400\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，排风量 $328.5\text{m}^3/\text{h}$ ），排风管道穿过走廊、过道接入东南侧排风井，排风井接大楼主排风管，产生废气由排风管至医技楼楼顶排放（距地面约 19.5m）。经自然分解和稀释，本项目产生废气能满足其相关排放要求。

三、废水环境影响分析

项目产生的废水依托医院新建的污水管道和污水处理站，地埋式污水处理站位于院区东南侧，处理能力约 $400\text{m}^3/\text{d}$ ，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，再通过市政污水管网进入荥经县城市污水厂处理，处理达标后排放。

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。项目产生的医疗废物经污物清洗打包间打包后暂存在放射科污物暂存间，后由工作人员统一再转运至医院新建

总医疗废物垃圾处理间（位于新院区西南侧）内暂存，最后统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目拟配置 7 名辐射工作人员，其中 4 名医生，2 名护士，1 名技师。每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 910kg/a。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

五、声环境影响分析

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

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

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

二、风险识别

本项目使用的 DSA 属于II类射线装置，属中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，大剂量照射甚至可导致死亡。DSA 不运行时不可能发生放射性事故，也不存在影响辐射环境质量的事故，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情景主要有两种：

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

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

三、源项分析及事故等级分析

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

表 11-10 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

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 11-11。

表 11-11 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度/症状	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	重度	20.0Gy~50.0Gy
脑型急性放射病	/	50Gy~100.0Gy
	死亡	100Gy

四、辐射事故分析

(1) 事故分析

本项目涉及II类射线装置，DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数情况如下表所示：

表 11-12 DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数

序号	事故情景	受照人员	设备参数	距靶1m处剂量率 $\mu\text{Gy}/\text{h}$	射束方向
1	手术期间误照射	手术医生	90kV/20mA (按透视运行参数)	2.52E+07	散射
				1.00E+03	漏射
2	公众误入DSA机	误入人员	90kV/20mA (按透视)	2.52E+07	散射

	房或未撤离		运行参数)	1.00E+03	漏射
--	-------	--	-------	----------	----

注：由于 DSA 设备运行时，拍片时间通常只有几秒，发生误照射的可能性很小，本次按照透视工况下进行误照射预测。

（2）剂量估算

①手术期间可能发生的辐射事故情景

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透视手术操作，受到非主射方向的照射。

则在不同距离，不同曝光时间（最大按 25min 曝光时间计算），介入手术操作人员所受辐射剂量估算详见表 11-13。

表 11-13 介入手术过程中误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量 (mSv/次)	漏射所致剂量 (mSv/次)	总剂量 (mSv/次)
0.5	1.0	9.41E-01	6.80E-02	1.01E+00
	5	4.60E+00	3.32E-01	4.93E+00
	10	9.25E+00	6.68E-01	9.92E+00
	25	2.31E+01	1.67E+00	2.48E+01
1	1.0	2.35E-01	1.70E-02	2.52E-01
	5	1.15E+00	8.30E-02	1.23E+00
	10	2.31E+00	1.67E-01	2.48E+00
	25	5.77E+00	4.17E-01	6.19E+00

②公众误入 DSA 机房或未撤离 DSA 机房的辐射事故情景

在装置运行时，公众误入 DSA 机房或未撤离 DSA 机房的情况下进行照射操作，对人员造成不必要的照射。

则在不同距离，不同曝光时间（本项目手术床旁及控制室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下按钮就可以停机，人员反应时间取 30s），人员误入所受辐射剂量估算详见表 11-14。

表 11-14 误入 DSA 机房误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间 (s)	散射所致剂量 (mSv/次)	漏射所致剂量 (mSv/次)	总剂量 (mSv/次)
1	5	1.38E-02	1.00E-03	1.48E-02
	10	2.77E-02	2.00E-03	2.97E-02
	20	8.30E-02	6.00E-03	8.90E-02
	30	1.11E-01	8.00E-03	1.19E-01
2	5	3.46E-03	2.50E-04	3.71E-03
	10	6.92E-03	5.00E-04	7.42E-03

	20	2.08E-02	1.50E-03	2.23E-02
	30	2.77E-02	2.00E-03	2.97E-02

(3) 事故后果

①根据表 11-13 可知, 本项目介入手术人员在不同位置随着时间的推移, 非主射方向上最大可能受照剂量为 $2.48E+01mSv/次$, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871- 2002) 规定的职业人员 $20mSv/a$ 的剂量限值, 不构成辐射事故。

②根据表 11-14 可知, 公众误入或未撤离 DSA 机房, 在不同位置随着时间推移, 非主射方向上最大可能受照剂量为 $1.19E-01mSv/次$, 低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的职业人员 $1mSv/a$ 的剂量限值, 不构成辐射事故。

综上所述, 若本项目发生误照情景, 不构成辐射事故。本项目射线装置一旦发生误照, 应立即切断电源, 停止射线装置出束。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度, 强化安全管理, 杜绝此类事故发生。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

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

应对措施: 介入手术人员佩戴剂量报警仪进行手术; 安装两套独立的剂量监测系统, 每套皆可单独终止照射; 当有人员误入或滞留时, 人员可立即按动设备自带紧急停机按钮逃出 DSA 机房。本项目控制台上亦配置有紧急停机按钮, 在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

(2) DSA 设备维护人员在维护 DSA 射线管或测量探测器时, 射线管处于出束状态, 维修人员处于主射方向。

应对措施: 检修人员必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪; 当有人员误入或滞留时, 人员可立即按动设备自带紧急停机按钮逃出 DSA 机房。本项目控制台上亦配置有紧急停机按钮, 在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

(3) 为了防止事故的发生, 医院在辐射防护设施方面应做好以下工作:

①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备;

- ②实施介入诊疗的质量保证；
- ③做好医生的个人防护；
- ④做好病人非投照部位的防护工作；
- ⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出 DSA 机房，关闭 DSA 机房门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

（4）管理应对措施

医院在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，避免各辐射工作场所出现人员滞留事故发生；定期检查各辐射工作场所的门机联锁等辐射安全环保设施是否有效，同时应当加强控制区和监督区的管理，避免人员误入事故的发生。

当事故发生时应当立即启动事故应急程序，对于可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

- ①建立安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。
- ②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。
- ③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。
- ④制定医院重大事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

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

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

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

荣经县人民医院已成立辐射安全管理领导小组。

（1）文件已包含内容：

①人员组成

组长：***

副组长：***

成员：***。

***。

②辐射安全领导小组职责

领导小组主要职责是严格遵守和执行本院放射防护管理制度，领导并共同做好放射防护各项工作。

（2）需要完善的相关内容

根据医院辐射安全与环境保护管理领导小组机构文件，医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

①定期修订、检查辐射安全管理领导小组成员名单，持续确保领导小组的实效性；

②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；

③定期维护检查辐射工作场所安全设施设备，确保实时有效；

④补充医用 X 射线机介入治疗安全操作规程。

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本项目拟配置 7 名辐射工作人员（4 名医生、2 名护士、1 名技师），其中 3 名辐射工作人员（1 名医生、1 名护士、1 名技师）为原有 DSA 辐射工作人员，4 名为新

增 DSA 辐射工作人员。今后医院可根据开展项目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 260 天，每天 8 小时的工作制度。

②医院现有辐射工作人员31人，包括28名III类射线装置使用活动和3名 II 类射线装置使用活动的辐射工作人员，本项目利旧原有辐射工作人员3名，新增辐射工作人员4名，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，本项目新增辐射工作人员均应参加辐射安全与防护知识考核，医院应尽快安排相关人员参加考核，取得合格成绩单，已取得合格成绩单的工作人员，成绩单有效期前，应进行再次考核。根据生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告2021年9号）的相关规定，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五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核。

③射线装置操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

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

2、辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强

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

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

③正确佩戴个人剂量计，采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面，并将有标签的一面朝外，穿戴铅围裙时，应戴在铅围裙里面。

三、辐射安全档案资料管理和规章制度

医院将本次搬迁的 1 台 DSA 设备所在辐射工作场所的监测方案纳入原有监测制

度，并结合本项目开展特点和医院以往 DSA 设备实际管理经验，对原有辐射安全管理制度进行针对性的补充、完善，重新制定相关规章制度后张贴于本项目 DSA 相关辐射工作现场，使之切实可行又符合相关管理规定，并付诸严格执行。

1、辐射安全管理规章制度及落实情况

医院根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》等要求制定一系列辐射安全规章制度，具体见表 12-1。

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	国家生态环境部	省生态环境厅	具体要求	对照分析
	制度名称	制度名称		
1	辐射安全与环境 保护管理机构和 岗位职责	辐射安全与环境保 护管理机构和岗位 职责	应建立辐射安全管理机构或配备专 (兼) 职管理人员，落实了部门和 人员全面负责辐射安全管理的具体 工作	已制定
2	辐射工作场所安 全管理规定	辐射工作场所安全 管理规定	应悬挂于辐射工作场所。内容应体 现现场操作性和实用性，字体醒目， 尺寸应不小于 400×600mm	已制定，本次搬迁 后工作场所应新 增上墙制度
3	辐射安全防护设 施维护维修制度	辐射安全防护设施 维护维修制度	应定期检查辐射安全防护设施的有 效性	已制定
4	设备操作规程	辐射工作设备操作 规程	应悬挂于辐射工作场所。内容应体 现现场操作性和实用性，字体醒目， 尺寸应不小于 400×600mm	已制定，本次搬迁 后工作场所应新 增上墙制度
5	场所及环境监测 方案	辐射工作场所和环 境辐射水平监测方 案	每年委托有资质的单位进行 1 次场 所年度监测；平时应定期开展自我 监测，并做好记录；取得《许可证》 后 3 个月内完成验收监测。	应更新本项目搬 迁后相关场所的 监测方案，并按要 求实施
6	监测仪表使用与 校验管理制度	监测仪表使用与校 验管理制度	需制定并落实监测仪表使用与校验 管理制度	已制定
7	辐射工作人员培 训/再培训制度	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。	已制定并落实
8	辐射工作人员个 人剂量管理制度	辐射工作人员个人 剂量管理制度	个人剂量监测周期为 1 次/季。当单 个季度个人剂量超过 1.25mSv 时， 建设单位要对该辐射工作人员进行	已制定并落实

			干预, 要进一步调查明确原因, 并由当事人在情况调查报告上签字确认; 当全年个人剂量超过 5mSv 时, 建设单位需进行原因调查, 并最终形成正式调查报告, 经本人签字确认后, 上报发证机关。	
9	工作人员岗位职责	辐射工作人员岗位职责	应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性, 字体醒目, 尺寸应不小于 400×600mm	已制定, 本次搬迁后工作场所应新增上墙制度
10	辐射事故/事件应急预案	辐射事故预防措施及应急处理预案	辐射事故应急预案的主要内容应包括: 应急组织结构, 应急职责分工, 辐射事故应急处置(最大可信事故场景, 应急报告, 应急措施和步骤, 应急联络电话), 应急保障措施, 应急演练计划。应悬挂于辐射工作场所。内容应体现现场操作性和实用性, 字体醒目, 尺寸应不小于 400×600mm	已制定, 本次搬迁后工作场所应新增上墙制度
11	放射源台账管理	放射性同位素和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	已制定, 需更新本项目 DSA 搬迁后的台账信息
12	/	质量保证大纲和质量控制检测计划	使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位须制定质量保证大纲和质量控制检测计划, 利用更精确的诊疗计划减少病患受到不必要的照射	已制定
<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p>				

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。

2、重新申领辐射安全许可证

根据《四川省生态环境局关于委托各市（州）生态环境局实施部分辐射安全许可事项的公告》（2025年第5号）文，项目建设完成后，满足投运条件前，应按照相关程序于雅安市生态环境局重新申领辐射安全许可证。

3、档案管理

医院对相关资料进行了分类归档放置，包括以下八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”，存放在医务科办公室。

四、辐射监测

1、工作场所监测

年度监测：医院每年应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

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。

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

2、监测内容和要求

（1）监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

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

表 12-3 工作场所监测计划建议

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位
DSA	X- γ 空气吸收剂量率	验收监测1次；委托有资质的单位进行监测，频率为1次/年；自行开展辐射监测	防护门外、门缝、观察窗、控制室操作位、各侧屏蔽墙外30cm处、机房外管线穿墙处、DSA机房正上方、正下方等周围需要关注的敏感点处

（3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

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

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

③完善辐射工作场所环境监测管理制度。

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

3、个人剂量检测

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。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中 6.1 的要求，当单周期职业照射受照剂量大于 1.25mSv，医院除对个人剂量监测结果记录外，还应做进一步调查干预，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；根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。个人剂量检测报告及有关调查报告均应存档备查。

五、项目竣工验收

1、环保验收时间

根据《建设项目环境保护管理条例》规定，建设项目需要配套建设的环保设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。本项目竣工后，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）相关规定编制验收调查表。《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）相关规定摘录：

第十二条 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) 建设项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；
- (2) 对建设项目配套的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；
- (3) 验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示期限不得少于 20 个工作日。

第十二条 本工程环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。

验收期限是指自建设项目环境保护设施竣工之日起至建设单位向社会公开验收报告之日起止的时间。

2、验收要求

由建设单位或其委托的有能力的技术机构编制本工程的竣工环境保护验收调查表，建设单位应当根据调查结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。如存在问题，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。对建设单位的其他要求如下：

(1) 为提高验收有效性，在提出验收意见过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收调查报告表编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。

(2) 建设单位在“其他需要说明的事项”中应当如实记载环境保护设施设计、施工和验收过程简况、环境影响报告表及其审批部门审批决定中提出的除环境保护设施外的其他环境保护对策措施的实施情况，以及整改工作情况等。

(3) 相关地方政府或者政府部门承诺负责实施与环境保护对策措施，建设单位应当积极配合地方政府或部门在所承诺的时限内完成，并在“其他需要说明的事项”中如实记载前述环境保护对策措施的实施情况。

(4) 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。

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

(6) 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。

(7) 验收报告公示期满 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 (<https://cepc.lem.org.cn/#/login>), 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, 环境保护主管部门对上述信息予以公开。建设单位应当将验收报告以及其他档案资料存档备查。

本工程竣工环境保护验收清单（建议）见表12-4:

表 12-4 项目环保竣工验收清单（建议）

验收内容	验收要求	备注
环保文件	环评批复、验收监测报告等齐全	/
年有效剂量控制	辐射工作人员年有效剂量<5mSv, 机房外公众成员年有效剂量<0.1mSv	GB18871-2002 及医院管理要求
人员要求	辐射工作人员均持证上岗, 且5年进行1次复训	环境保护部令第3号、第18号、生态环境部7号令
剂量率控制	机房四周墙体外30cm处、防护门外30cm处、观察窗外30cm处、操作台、机房外电缆穿越处, 机房正上方距地面1.0m处, 机房正下方距地面1.7m处, 周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	GBZ130-2020
设备数量	1台DSA（额定管电压125kV, 额定管电流1000mA）	/
监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 7 套	/
	个人剂量报警仪 3 台	/
	便携式辐射剂量监测仪 1 台	/
	医护: 铅衣 3 套、铅橡胶颈套 3 套、铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 双、铅橡胶帽子 3 个	GBZ130-2020
	患者: 铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套、铅橡胶帽子 1 个	
辐射安全防护措施	门灯联锁装置及工作状态指示灯箱3套	
	电离辐射警告标志3个	
	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 1 副 (0.5mmPb)	设备自带
	床侧防护帘/床侧防护屏 1 副 (0.5mmPb)	设备自带
	对讲系统1套	
	紧急止动装置1套	
	闭门装置(平开门) 4套/防夹装置(推拉门) 1套	
辐射安全管理	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、年度评估制度等	
其他	排风系统全套	

2、验收依据

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。

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》的重要组成内容一并提交给发证机关。医院应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

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：组织机构人员组成与职责，辐射事故应急响应机制与程序，应急保障，培训及演练等。

（2）本项目辐射事故应急预案可行性分析

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

①增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。

②增加发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地市级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健等部门报告。

③辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府环境保护主管部门备案。

④在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

（1）发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，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公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（4）最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

表 13 结论与建议

结论
一、项目概况
项目名称：荥经县人民医院数字减影血管造影装置（DSA）搬迁项目
建设单位：荥经县人民医院
建设性质：新建
建设地点：四川省雅安市荥经县严道街道荥兴路西四段荥经县人民医院新院区医技大楼 1F
本次评价内容及规模为：医院拟将老院区 1 台 Optima IGS 330 型数字减影血管造影装置（简称 DSA）搬迁至新院区医技大楼（已建，4F/-1F，高约 19.5m）1 层 DSA 机房内使用。本项目 DSA 额定电压为 125kV，额定电流为 1000mA，出束方向由下向上，属于 II 类射线装置，年诊疗病例预计 400 例，年累计最大出束时间约 143.13h（其中透视 141.67h，拍片 1.46h），主要用于血管造影、介入治疗等。
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修订发布《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）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“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。
三、本项目选址合理性分析
本项目所在医技大楼在荥经县人民医院新址用地范围内，医院新址用地取得《中华人民共和国建设用地规划许可证》（5118222025YG0006542 号），用途为医院用地。雅安市荥经生态环境局以荥环函〔2019〕73 号文对荥经县人民医院新址修建项目环境影响报告表进行了批复，因此医院新院区选址符合规划要求。医院新址位于荥经县严道街道荥兴路西四段，医院外环境比较单一，主要为城居环境，交通便捷，有利于医院和外界联系。项目选址城市基础设施完善，给排水等市政管网完善，电力电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。
本项目仅为医院配套建设项目，DSA 机房为专门的辐射工作场所，建成后有良好

的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川省永坤环境监测有限公司的监测报告，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 $115\sim121\text{nGy/h}$ ，与四川省生态环境厅发布的《2024 年四川省生态环境状况公报》中雅安市电离辐射水平 ($70\sim100\text{nGy/h}$) 基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

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

（二）营运期环境影响分析

主刀医生最大有效剂量为 3.51mSv/a ，助手医生最大有效剂量为 1.38mSv/a ，护士最大有效剂量为 $8.86\text{E-}01\text{mSv/a}$ ，技师最大有效剂量为 $1.78\text{E-}05\text{mSv/a}$ ，公众最大有效剂量为 $1.45\text{E-}02\text{mSv/a}$ 。

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，本评价认为项目在荥经县人民医院医技大楼1楼建设，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

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度。
- 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。