

核技术利用建设项目

乐山市人民医院高新院区新增 DSA 及 CT
复合手术室核技术利用项目

环境影响报告表

（公示本）

乐山市人民医院

二〇二六年五月

生态环境部监制

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	23
表 3 非密封放射性物质	23
表 4 射线装置	24
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	25
表 6 评价依据	26
表 7 保护目标与评价标准	20
表 8 环境质量和辐射现状	31
表 9 项目工程分析与源项	37
表 10 辐射安全与防护	45
表 11 环境影响分析	60
表 12 辐射安全管理	81
表 13 结论与建议	88
表 14 审批	93

表 1 项目基本情况

建设项目名称		乐山市人民医院高新院区新增 DSA 及 CT 复合手术室核技术利用项目			
建设单位		乐山市人民医院			
法人代表		***	联系人	***	联系电话
注册地址		乐山市市中区白塔街 238 号			
项目建设地点		四川省乐山市高新区惠安路 639 号乐山市人民医院高新院区 3 号楼（医技楼）4 楼 DSA 机房及 CT 机房			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		***	环保投资（万元）	***	投资比例
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			建筑面积（m ² ） /
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☒ III 类		
	其他	/			
	项目概述 一、乐山市人民医院基本情况 乐山市人民医院（统一社会信用代码：12511000451586223M，又称“乐山市人民医院互联网医院”）位于世界自然文化遗产乐山大佛隔江相望的白塔山上，前身为加拿大联合教会医生启尔德博士创建的“嘉定福音医院”、“仁济医院”，始建于 1894 年。1952 年，人民政府将“仁济医院”与 1942 年国民政府建立的“公立乐山中心卫生院”合并为“乐山专区医院”。1985 年，随地改市更名为“乐山市人民医院”，现有白塔院区（位于乐山市市中区白塔街 238 号）、永安院区（位于乐山市市中区护佛路南段 97 号）、高新院区（位于乐山市高新区惠安路 639 号）				

三个院区。本项目位于乐山市人民医院高新院区 3 号楼（医技楼）4 楼。

乐山市人民医院现持有辐射安全许可证，证书编号为：川环辐证[00303]，发证日期为：2026 年 04 月 07 日，有效期至：2031 年 04 月 12 日。许可的种类和范围：使用 III 类、V 类放射源；使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

二、项目由来和编制目的

1、项目由来

乐山市人民医院高新院区建设有 10 栋功能性建筑，包括门诊楼、急诊楼、住院楼、医技楼等，同时还建设有污水处理站、医疗废物暂存间、高压氧舱、医疗气体中心、浆洗中心等各类辅助用房。该院区前期由乐山乐高健康产业有限公司进行代建，并办理了环评手续，于 2020 年 8 月 21 日取得了《乐山市生态环境局关于<乐山市新区医院建设项目环境影响报告书>的审批意见》（乐市环审〔2020〕32 号）。

本项目位于高新院区 3 号楼（医技楼，地上 4 层，地下 1 层，楼高 21.85m）4 层。3 号楼 4 层手术室 02、手术室 03 规划为介入手术室，其内各规划使用 1 台数字减影血管造影机（以下简称 DSA）。原有介入手术室的环境影响评价包含在《乐山市人民医院高新院区迁建及扩建数字减影血管造影机（DSA）项目环境影响报告表》中，于 2023 年 4 月 27 日取得了《乐山市生态环境局关于<乐山市人民医院高新院区迁建及扩建数字减影血管造影机（DSA）项目环境影响报告表>的审批意见》（乐环辐审〔2023〕9 号）。即批复中的介入手术室 8 和介入手术室 9。

DSA-CT 复合手术室通过整合影像学检查、介入治疗与外科手术，实现“术中诊疗一体化”，使原本需要分期或跨学科完成的复杂手术（如心脏、神经、血管疾病治疗）能在同一手术室完成，减少患者多次转移和重复麻醉的风险。在 DSA-CT 复合手术室内，外科医生与介入医生可同步操作，避免患者因转科或多次手术带来的生理应激反应，同时降低因多次手术导致的感染风险。CT 提供三维解剖细节，DSA 提供实时动态导航，在介入手术中，这种组合能解决传统 DSA 的二维视角局限，这个特点是普通介入手术室做不到的。DSA-CT 复合手术精准导航反而减少总体曝光量，较大的减小了患者受到的剂量。DSA-CT 复合手术室

通过整合内外科治疗优势，促进多学科协作提升诊疗方案的个性化、精准度和安全性。

因此，为了满足手术科室使用需求，医院拟将 3 号楼 4 层手术室 02、手术室 03 的使用功能进行调整，将手术室 02、手术室 03 及其配套用房经辐射防护工程改造后，建设成一间复合手术室，包含 1 间 DSA 机房、1 间 X 射线计算机断层扫描装置（以下简称 CT）机房以及配套的功能用房。

本项目涉及的手术室 02、手术室 03 目前为一个通间，内部墙体还未建设。

2、编制目的

本项目涉及使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，为加强射线装置的辐射安全管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（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，建设方须对该项目进行环境影响评价。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年本）》（部令 16 号），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”，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），本项目需上报乐山市生态环境局审查批准。

为此，乐山市人民医院委托西藏勤达精测科技有限公司进行环境影响评价工作，对本次在乐山市人民医院高新院区 3 号楼（医技楼）4 层新增的 1 台 DSA 和 1 台 CT 进行评价。评价单位接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《乐山市人民医院高新院区新增 DSA 及 CT 复合手术室核技术利用项目环境影响报告表》。

三、项目概况

1、项目名称、性质、建设地点

项目名称：乐山市人民医院高新院区新增 DSA 及 CT 复合手术室核技术利

用项目

建设单位：乐山市人民医院

建设性质：改建

建设地点：四川省乐山市高新区惠安路 639 号乐山市人民医院高新院区 3 号楼（医技楼）4 楼

2、建设内容及规模

本项目拟将手术室 02、手术室 03 及其配套用房经辐射防护工程改造后，建设成一间复合手术室，包含 1 间 DSA 机房、1 间 CT 机房以及配套的功能用房。在 DSA 机房内新增 1 台东软 NeuAngio43C 型 DSA（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA）进行介入治疗手术，属于 II 类射线装置；在 CT 机房内新增 1 台东软 NeuViz Prime Vita 型 CT（最大管电压 140kV，最大管电流 667mA）用于隔室影像检查，属于 III 类射线装置。

本项目的建设内容见表 1-1。

表 1-1 项目射线装置统计表

装置名称	射线装置类别	数量（台）	工作场所名称	用途	活动种类
数字减影血管造影机（DSA）					
X 射线计算机断层扫描装置（CT）					

3、项目组成及主要环境问题

本项目拟将 3 号楼 4 层手术室 02、手术室 03 的使用功能进行调整，将手术室 02、手术室 03 及其配套用房经辐射防护工程改造后，建设成一间复合手术室，包含 1 间 DSA 机房、1 间 CT 机房以及配套的功能用房。

本项目涉及的手术室 02、手术室 03 目前为一个通间，内部墙体还未建设，本次主要为现有手术室部分墙体的拆除与新建，以及机房的辐射防护装修及设备安装。主要组成内容及可能产生的环境问题见表 1-2。

表 1-2 项目组成及主要的环境问题一览表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体	本项目拟将 3 号楼 4 层手术室 02、手术室 03	装修施工噪	X 射线、臭

--	--	--	--

注：根据设计单位提供，本项目机房屏蔽体中，实心砖密度为 1.65g/cm^3 ，混凝土密度为 2.35g/cm^3 ，硫酸钡防护涂料密度为 2.7g/cm^3 。

4、主要设备配置及技术参数

本项目射线装置配置及主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目主要设备配置及主要技术参数

设备名称	规格 (型号)	数量 (台)	主要技术参数		曝光方向	用途
			最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)		
数字减影血管造影机 (DSA)	1					医用诊断
X 射线计算机断层扫描装置 (CT)	2					医用诊断

5、本项目设备使用情况

本项目 DSA 和 CT 两台射线装置在复合手术室内互相配合使用，但不同时使用。使用时两者不分先后顺序。

(1) DSA 使用情况

本项目 DSA 由放射医学科进行管理和负责维护，日常使用科室为脑血管病科、血管外科、心脏大血管外科和妇产科。本项目 DSA 使用情况分别见表 1-4 和表 1-5。

表 1-4 本项目 DSA 使用情况

科室	单台手术最长曝光时间		年手术台数	年最大出束时间	
	拍片 (s)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)
脑血管病科					
血管外科					
心脏大血管					

外科	
妇产科	

表 1-5 DSA 常用最大工况一览表

设备	拍片常用最大工况	透视常用最大工况
DSA		

(2) CT 使用情况

CT 为滑轨 CT（可移动），主要是配合 DSA 进行介入辅助影像检查，DSA 机房内患者需要 CT 扫描检查时，可通过滑轨经三联防护门将 CT 移动到 DSA 机房预定位置，CT 扫描检查完成后返回 CT 机房。在常规情况下，也可作为正常 CT 进行放射影像检查。

表 1-6 本项目 CT 使用情况

射线装置	工作状态	单台手术最长曝光时间	年手术台数	年最大出束时间
CT				

表 1-7 CT 常用最大工况一览表

设备	模式	常用最大工况	
		管电压 (kV)	管电流 (mA)
CT			

6、主要原辅材料

本项目主要原辅料及能耗情况见表 1-8。

表 1-8 项目主要原辅料及能耗情况一览表

名称	年耗量	来源	主要成分	用途
造影剂				
电				
生活用水				

本项目主要原辅材料造影剂为碘佛醇注射液，为含三碘低渗非离子型造影

剂，具有含碘量高、粘稠度低、渗透压小理化性质稳定和容易排泄等特点，血管内注射后，能使途经的血管显像清楚直至稀释后为止。

本项目使用的造影剂碘佛醇注射液规格为 100mL/瓶，平均每台介入手术使用 1 瓶，年使用量为 150L（每年 1500 台手术，因此每年使用 1500 瓶；10 瓶为 1 盒，因此年使用 150 盒，每盒 1L，合计 150L）。造影剂由放射医学科每季度按需采购一次，储存于无菌库的不锈钢药品柜中，单独密闭并加锁保存，钥匙由专人保管；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。使用后的废包按医疗废物处置。

四、工作人员及工作制度

1、劳动定员

介入手术时，一般每台手术配备 1 名主刀医生、1 名助手医生、1 名护士和 1 名技师。各科室共设置辐射工作人员 46 人，具体情况如下：

表 1-9 本项目科室工作人员一览表

科室	主刀医生 (人)	助手医生 (人)	护士 (人)	技师 (人)	备注
脑血管病科					
血管外科					
心脏大血管 外科					
妇产科					
放射医学科					
合计					

本项目建成后，本项目手术医生、护士和技师将会固定在复合手术室，不会参与医院其它辐射工作。

项目投运后，医院可根据开展项目的实际情况做适当调整。

2、工作制度

本项目辐射工作人员每年工作 300 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

五、依托环保设施情况

1、废水

（1）施工期

本项目主体工程施工环境影响已包含在《乐山市新区医院建设项目环境影响报告书》中，本次评价不涉及。

本项目施工期主要是现有手术室部分墙体的拆除与新建，以及机房辐射防护装修施工阶段和设备安装、调试阶段。施工人员生活污水依托医院污水处理系统预处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中的预处理排放标准后，经市政管网排入乐山市第二污水处理厂处理达标后排入泊滩堰，最终汇入岷江。

（2）运营期

项目建成投运后，医疗废水及生活污水依托医院污水处理系统（设计处理能力为1600m³/d，采取“格栅+调节池+水解酸化池+接触氧化池+斜管沉淀池+混凝沉淀池+接触消毒池+脱氯池”工艺，位于医院东侧）预处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2中的预处理排放标准后，经市政管网排入乐山市第二污水处理厂处理达标后排入泊滩堰，最终汇入岷江。

本项目均为医院既有工作人员，本次不新增工作人员，不新增污水产生量，因此本项目可依托医院废水处理工程。

2、固体废物

（1）施工期：产生的固体废物包括包装材料等垃圾，施工垃圾统一收集处理；施工人员产生的生活垃圾应统一收集后送城市环卫部门处理；施工期间无医疗废物产生。

（2）运营期：产生的医疗废物经分类打包后暂存于污物清洗暂存间，后转至医疗废物暂存间，医疗废物日产日清，交由资质单位处理；办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于垃圾房，日产日清，交由市政环卫部门统一清运。

医院设置医疗废物暂存间用于医疗废弃物暂存，本项目每台手术产生医废约为2kg，每年1500台手术约产生3.0t，医废产生量较小，医疗废物日产日清，可满足暂存要求。

六、产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目使用数字减影血管

机（DSA）为医院医疗基础建设内容，属于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。

七、本项目规划符合性分析

本项目所在医院位于四川省乐山市高新区惠安路 639 号乐山市人民医院高新院区，根据乐山市人民医院高新院区土地证（川（2024）乐山高新区不动产权第 0009360 号），用地性质为医疗卫生用地。因此项目用地符合乐山市用地布局规划。

八、项目选址、外环境关系及实践正当性分析

1、外环境关系分析

（1）医院外环境关系

乐山市人民医院高新院区位于四川省乐山市高新区惠安路 639 号，医院北侧为惠安路（路宽 30m），隔惠安路对面为四川佳宝科技有限公司等企业办公用房；东侧为碧水路（路宽 30m），隔碧水路对面为托儿山小区；南侧为双林路（路宽 30m），隔双林路对面为和山坡；西南侧为林地；西北侧为河边（泊滩堰）绿地。医院周边主要以居民住宅、企业分布为主。

（2）项目外环境关系

本项目复合手术室位于乐山市人民医院高新院区 3 号楼（医技楼）4 层。

复合手术室北侧 0m~47.2m 范围内为 DSA 及 CT 的控制室、缓冲间 1、缓冲间 2 以及其他手术室（手术室 06~手术室 34）及功能用房、通道等；47.2m~50.0m 范围内为院内道路及空地。

复合手术室东侧 0m~50.0m 范围内为手术室 04、手术室 05、一次性用品库、术间休息室、等候区、护士站、控制中心、会议室、无菌库、敷料室、仪器室、信息管理室、多功能室、以及其他手术室（手术室 35~手术室 46）及功能用房、通道等。

复合手术室南侧 0m~1.9m 范围内为污物通道；1.9m~29.5m 范围内院内道路及空地；29.5m~50.0m 范围内为 5 号楼。

复合手术室西侧 0m~31.2m 范围内为手术室 01、仪器室、体外循环间、预留房间及通道等；31.2m~50.0m 范围内院内道路及空地。

复合手术室楼上对应区域为楼顶屋面和 UPS 机房（其中 DSA 机房上方对应区域为楼顶屋面，CT 机房对应区域为楼顶屋面和 UPS 机房），楼下对应区域为三层病理科功能用房（其中 DSA 机房下方对应区域为医生生活学习室、诊断及医生通道，CT 机房对应区域为诊断及医生通道）。

2、选址合理性分析

乐山市人民医院高新院区整体项目的选址合理性已在《乐山市新区医院建设项目环境影响报告书》中进行了论述，本项目仅为医院的配套建设项目，不新增用地。

本项目复合手术室位于 3 号楼（医技楼）4 层，设备所在区域为手术室区域，本项目复合手术室周围为控制室、设备间、缓冲间、手术室、通道等，人流较少，降低了公众受到照射的可能性，复合手术室楼上为楼顶屋面和 UPS 机房，楼下为三层病理科功能用房，机房周围不涉及儿科、产科等科室，周围无环境制约因素。本项目不新增用地，项目水、电、气、通讯设施依托医院主体工程，且拟建的辐射工作场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辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求，同时 50m 评价范围内无自然保护区、风景名胜区和生态保护红线等生态敏感目标。因此本项目选址合理。

3、与周边环境的相容性分析

本项目医护人员产生的少量生活污水依托医院污水处理系统预处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准后排入市政管网；介入手术产生的医用器具、药棉、纱布、手套等医疗废物由机房内医疗废物收集桶收集后，依托医院医疗废物收集系统进行收集，收集后由有资质单位进行处置；按照医疗废物执行转移联单制度，定期委托有资质单位统一收集处置；产生的生活垃圾和办公垃圾很少，依托医院垃圾收集设施统一收集交由市政环卫清运；本项目产噪设备少，且声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划；项目产生的废气经排风系统排至楼顶，再经自然稀释后对大气环境影响较小。

因此，本项目的建设不会对周边产生明显的影响，项目与周边环境相容。

4、实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足公众多层次、多方位、高质量、便利的诊断需求，提高对疾病的诊断能力。本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊断方法所不能及的效果，是其它诊断项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，由于放射诊疗的方法效果显著，其优势明显，因此，该项目的实践是必要的。本项目在诊断过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，并建立相应的规章制度和辐射事故应急预案。因此，在正确使用和管理的情况下，可以将本项目产生的辐射影响降至尽可能小，该核技术利用的实践具有正当性。

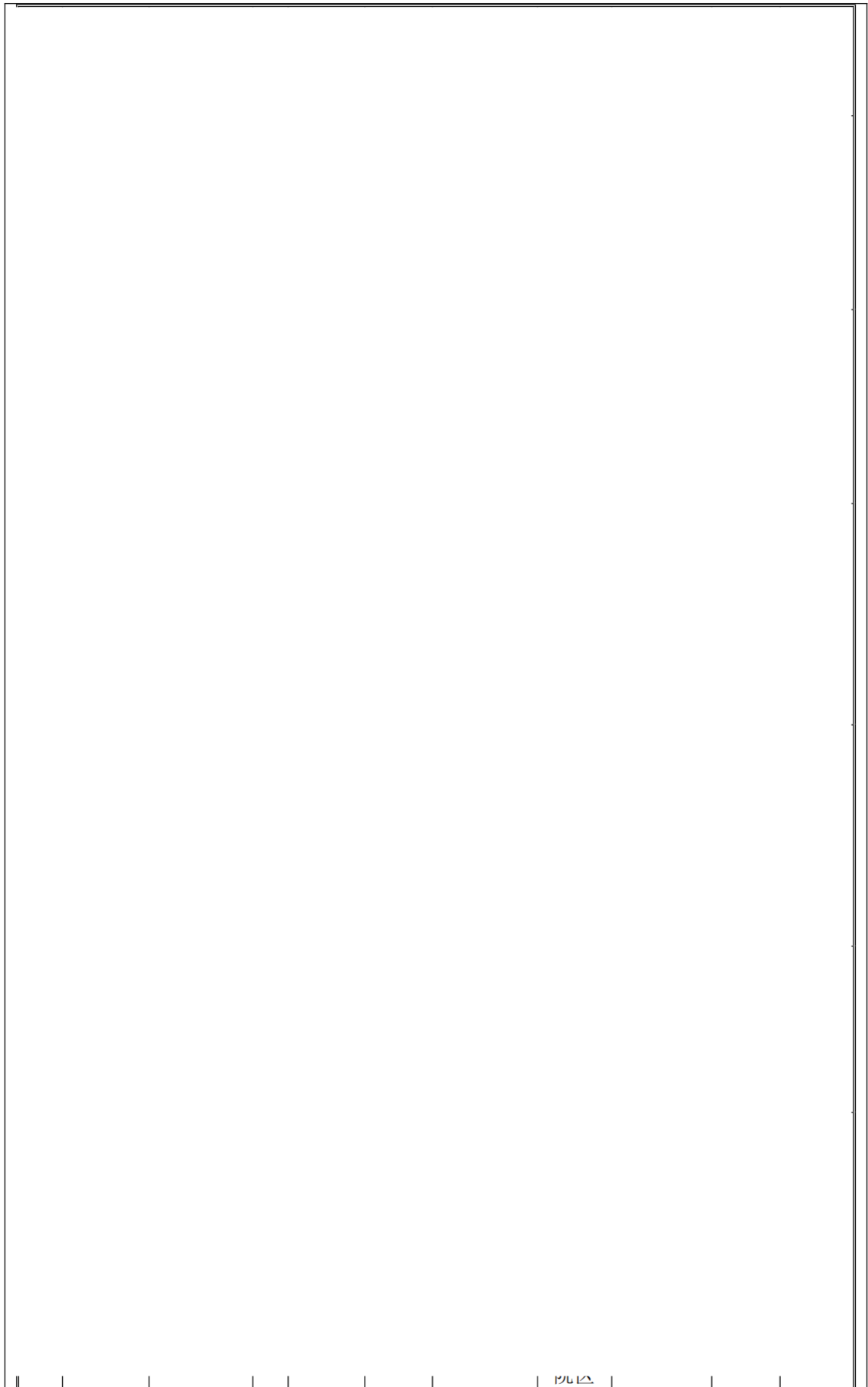
九、原有核技术利用项目许可情况

1、医院原有项目辐射安全许可情况

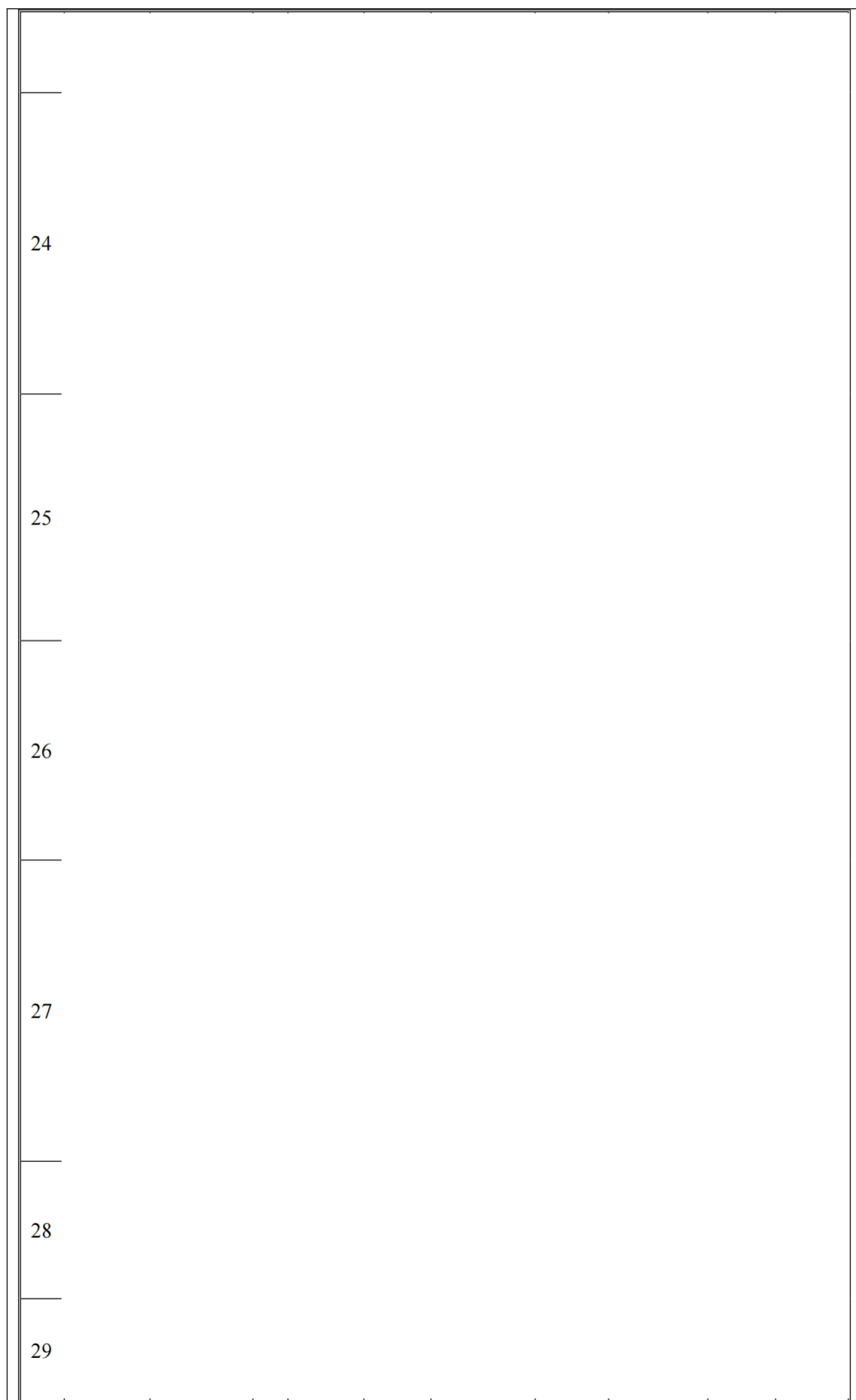
乐山市人民医院已取得辐射安全许可证，其许可证证书编号为：川环辐证[00303]，有效期至2031年04月12日，许可的种类和范围为：使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

表 1-10 医院现有辐射安全许可证许可情况

(一) 放射源							
序号							
1							
2							
3							
4							
5							
序号							
1							
2							
3							



13	
14	
15	
16	
17	
18	



30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	

37

38

2、原有核技术利用情况

医院目前已获许可使用放射源 5 枚（III 类放射源 3 枚，V 类放射源 2 枚）、使用非密封放射性物质 4 种（为乙级非密封放射性物质工作场所）、使用射线装置共计 38 台（II 类射线装置 7 台，III 类射线装置 31 台），医院均按照要求履行了环保手续。

医院应定期检查《辐射安全许可证》及全国核技术利用辐射安全申报系统中台账，确保在用种类、台账数量与实际使用情况一致。

3、原有辐射工作场所监测

医院已委托浙江亿达检测技术有限公司开展了2025年度的辐射工作场所环境现状监测，根据监测报告：（1）医院核医学科工作场所X- γ 射线辐射剂量率在0.16 μ Sv/h~0.21 μ Sv/h之间，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定的距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面30cm处的周围剂量当量率应小于2.5 μ Sv/h的要求；（2）医院后装治疗室及直线加速器室机房外X- γ 射线辐射剂量率在0.12 μ Sv/h~0.89 μ Sv/h之间，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）规定的机房外的周围剂量当量率应不大于2.5 μ Sv/h的要求；（3）医院其它射线装置机房外X- γ 射线辐射剂量率在0.16 μ Sv/h~0.98 μ Sv/h之间，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房周围剂量当量率不大于2.5 μ Sv/h的要求。

建设单位已配备有便携式辐射监测仪及足够数量的个人剂量报警仪，且各设备性能良好。

经建设单位证实，医院开展辐射工作期间截至目前未发生过辐射安全事故。

4、辐射工作人员培训情况

目前，医院共有 313 名辐射工作人员，根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号）要求，医院使用 III 类射线装置的辐射工作人员均已参加院内辐射安全防护知识考核，其他辐射工作人员已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并报名参加考核，取得成绩合格单。今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再培训。

本项目 46 名辐射工作人员中：

（1）脑血管病科、血管外科、心脏大血管外科的主刀医生和助手医生以及放射医学科中本项目 DSA 的技师，共 26 人，其中 14 人为现有从事 II 类射线装置操作的辐射工作人员，均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并报名参加考核，取得了成绩合格单，其余 12 人为新增辐射工作人员。

（2）放射医学科中本项目 CT 的技师，共 2 人，已通过医院组织的辐射安全与防护培训考核。

（3）妇产科的主刀医生和助手医生，共 4 人，为医院现有非辐射工作人员经培训后成为辐射工作人员，暂未取得辐射安全与防护培训成绩合格单。

（4）护士 14 人，有 8 人为医院现有从事 III 类射线装置操作的辐射工作人员，已通过医院组织的辐射安全与防护培训考核，其余 6 人为新增辐射工作人员。

医院承诺将尽快安排从事本项目 DSA 核技术利用活动的辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并报名参加考核，取得成绩合格单后方可从事辐射工作。今后培训时间超过 5 年的辐射工作人员，需进行再培训。

5、职业健康体检及个人剂量检测情况

医院对于所有入职、在职和离职人员均组织了岗前、在岗和离岗职业健康体

检并建档管理，目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均合格。

根据 2025 年全年的个人剂量监测报告，医院辐射工作人员单季度监测结果最高为 0.532mSv，合计年剂量监测结果最高为 0.982mSv，单季度、合计年剂量的个人剂量监测结果未有超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值情况。

本项目 46 名辐射工作人员中，有 24 名为既有辐射工作人员，本项目既有辐射工作人员个人剂量单季度监测结果最高为 0.532mSv，合计年剂量监测结果最高为 0.982mSv，统计如下。

表 1-11 医院现有辐射工作人员个人剂量统计表

序号	姓名	剂量计佩戴起始日期/个人剂量当量：单位：mSv				
		2025/1/1	2025/4/1	2025/7/1	2025/10/1	合计
1	***	0.068	0.035	0.035	0.049	0.187
2	***	0.004	0.004	0.004	0.016	0.028
3	***	0.132	0.038	0.108	0.038	0.316
4	***	0.054	0.077	0.045	0.051	0.227
5	***	0.114	0.159	0.115	0.183	0.571
6	***	0.075	0.084	0.090	0.048	0.297
7	***	0.036	0.022	0.392	0.532	0.982
8	***	0.092	0.066	0.089	0.082	0.329
9	***	0.032	0.054	0.075	0.053	0.214
10	***	0.065	0.058	0.155	0.215	0.493
11	***	0.081	0.084	0.106	0.086	0.357
12	***	0.057	0.059	0.088	0.065	0.269
13	***	0.040	0.005	0.020	0.005	0.070
14	***	0.005	0.005	0.005	0.005	0.020
15	***	0.005	0.005	0.005	0.005	0.020
16	***	0.005	0.005	0.005	0.005	0.020
17	***	0.005	0.005	0.005	0.005	0.020
18	***	0.005	0.005	0.005	0.005	0.020
19	***	0.005	0.005	0.005	0.005	0.020
20	***	0.005	0.005	0.005	0.005	0.020
21	***	0.058	0.008	0.035	0.019	0.120

22	***	0.050	0.010	0.080	0.010	0.150
23	***	0.050	0.010	0.020	0.050	0.130
24	***	0.060	0.005	0.030	0.005	0.100

6、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”。医院已编制《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）。

现医院辐射安全管理情况如下：

（1）现单位名称、地址，法人代表未发生改变；

（2）辐射安全许可证所规定的活动种类和范围未发生改变；

（3）设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求；

（4）医院自从事放射诊疗工作以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点	备注
	本项目不涉及										

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、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									次新增
2									次新增

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
	本项目不涉及												

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	--	--	少量	少量	--	不暂存	直接排向大气环境，可自动分解为氧气。
医疗废物	固态	--	--	--	3.0t/a	--	暂存于院内医疗废物暂存间	采用专用容器收集后按照医疗废物执行转移联单制度，委托有资质单位定期处理。
生活垃圾	固态	--	--	少量	少量	--	不暂存	由医院统一收集后由当地环卫部门统一清运。
医疗废水	液态	--	--	--	1468.8m ³ /a	--	不暂存	由院内污水处理站进行处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准后排入市政管网，进入乐山市第二污水处理厂处理，处理达标后排入泊滩堰，最终汇入岷江。

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修改实施）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）； (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修改并实施《国务院关于修改部分行政法规的决定》，中华人民共和国国务院令 第 709 号）； (5) 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行）； (5) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日起实施； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日修订）； (8) 《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 1 日起实施；）； (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）； (10) 《关于发布《射线装置分类》办法的公告》（原环保部与国家卫生计生委 2017 年第 66 号）； (11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部 公告 2019 年 第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）； (12) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号）； (13) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）； (14) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）。
------	---

技术标准	(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》 (HJ 10.1-2016) ； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002) ； (3) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ128-2019) ； (4) 《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) ； (5) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》 (GBZ244-2017) ； (6) 《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》 (GBZ/T301-2017) ； (7) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ1157-2021) ； (8) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ61-2021) ； (9) 《职业性外照射急性放射病诊断》 (GBZ104 -2017) ； (10) 《放射工作人员健康要求及监护规范》 (GBZ98-2020) 。
其他	(1) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理报告制度的通知》 (环发[2006]145 号) ； (2) 《产业结构调整指导目录 (2024 年本) 》 ； (3) 《数字减影血管造影 X 射线装置 (DSA) 监督检查技术程序》 (NNSAHQ3-08-JD-IP-035) (2020 年 2 月 20 日发布) ； (4) 《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引 (2025 版) 》 (川环函 (2025) 616 号) ； (5) 《放射防护实用手册》 (主编：赵兰才、张丹枫) ； (6) 《辐射防护手册》 (第一分册，辐射源与屏蔽) ； (7) 《辐射防护手册》 (第三分册，辐射安全) ； (8) 建设单位提供资料； (9) 《委托书》。

表 7 保护目标与评价标准

一、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）的有关规定，结合项目特点，确定本项目评价范围为：复合手术室实体防护墙体外 50m 内范围。

二、保护目标

本项目复合手术室位于 3 号楼（医技楼）4 层。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（包括非辐射工作医护人员），由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，确定本项目重点关注的环境保护目标为机房四周及楼上楼下较近且有代表性房间的人员，具体见表 7-1 所示。

表 7-1 本项目主要环境保护目标一览表

保护名单	人数 (人/d)	方位	距离辐射源最近距离 (m)		照射类型	剂量约束值
			水平	垂直		
4						
3						
隔产诊器						
站						

备注：“+5.3m”表示该点位于机房上方；“-5.1m”表示该点位于机房下方。

三、评价标准

1、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。

2、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》（GB15023-2011）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) 固体废物：医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》(GB39707-2020)。

3、电离辐射剂量限值与剂量约束值

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

结合医院原有核技术利用项目，医院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。结合医院原有核技术利用项目，医院评价取上述标准中规定的公众照射年有效剂量的 1/10 执行，即 0.1mSv/a，作为本项目公众照射年有效剂量约束值。

4、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)有关规定，本项目医用射线装置使用场所在距离机房屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

本项目所在的乐山市人民医院高新院区位于四川省乐山市高新区惠安路 639 号，医院北侧为惠安路（路宽 30m），隔惠安路对面为四川佳宝科技有限公司等企业办公用房；东侧为碧水路（路宽 30m），隔碧水路对面为托儿山小区；南侧为双林路（路宽 30m），隔双林路对面为和山坡；西南侧为林地；西北侧为河边（泊滩堰）绿地。本项目所在的 3 号楼 4 层手术室 02、手术室 03 目前为一个通间，内部墙体还未建设。

复合手术室北侧 0m~47.2m 范围内为 DSA 及 CT 的控制室、缓冲间 1、缓冲间 2 以及其他手术室（手术室 06~手术室 34）及功能用房、通道等；47.2m~50.0m 范围内为院内道路及空地。

复合手术室东侧 0m~50.0m 范围内为手术室 04、手术室 05、一次性用品库、术间休息室、等候区、护士站、控制中心、会议室、无菌库、敷料室、仪器室、信息管理室、多功能室、以及其他手术室（手术室 35~手术室 46）及功能用房、通道等。

复合手术室南侧 0m~1.9m 范围内为污物通道；1.9m~29.5m 范围内院内道路及空地；29.5m~50.0m 范围内为 5 号楼。

复合手术室西侧 0m~31.2m 范围内为手术室 01、仪器室、体外循环间、预留房间及通道等；31.2m~50.0m 范围内院内道路及空地。

复合手术室楼上对应区域为楼顶屋面和 UPS 机房（其中 DSA 机房上方对应区域为楼顶屋面，CT 机房对应区域为楼顶屋面和 UPS 机房），楼下对应区域为三层病理科功能用房（其中 DSA 机房下方对应区域为医生生活学习室、诊断室及医生通道，CT 机房对应区域为诊断室及医生通道）。

在接受环境影响评价委托后，我公司技术人员于 2026 年 4 月对本项目拟建场所进行了踏勘。

二、本项目主要环境影响

本项目位于 3 号楼（医技楼）4 层复合手术室，施工期为现有手术室部分墙体的拆除与新建，以及机房的辐射防护装修及设备安装，施工期的环境影响较小。在投入运营后，DSA 及 CT 曝光过程中产生的 X 射线对环境造成主要影响。

三、本项目所在地 X- γ 辐射剂量率现状监测

1、监测方法与标准

(1) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。

2、监测因子、点位布设及原则

(1) 环境现状评价对象：DSA 机房及 CT 机房拟建场址及周围的辐射环境；

(2) 环境监测因子：X- γ 辐射剂量率；

(3) 点位布设及原则

根据现场踏勘，本项目 DSA 机房及 CT 机房所涉及手术室 02、手术室 03 目前为一个通间，内部墙体还未建设，还未改造，因此，本次在机房所在位置及对应楼上楼下所在位置进行布点。

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的要求进行，监测时仪器探头水平距离地面 1m，每组读 10 个数据，读数间隔 10s。拟建场址及周围共布设 13 个点位。监测布点图如下：

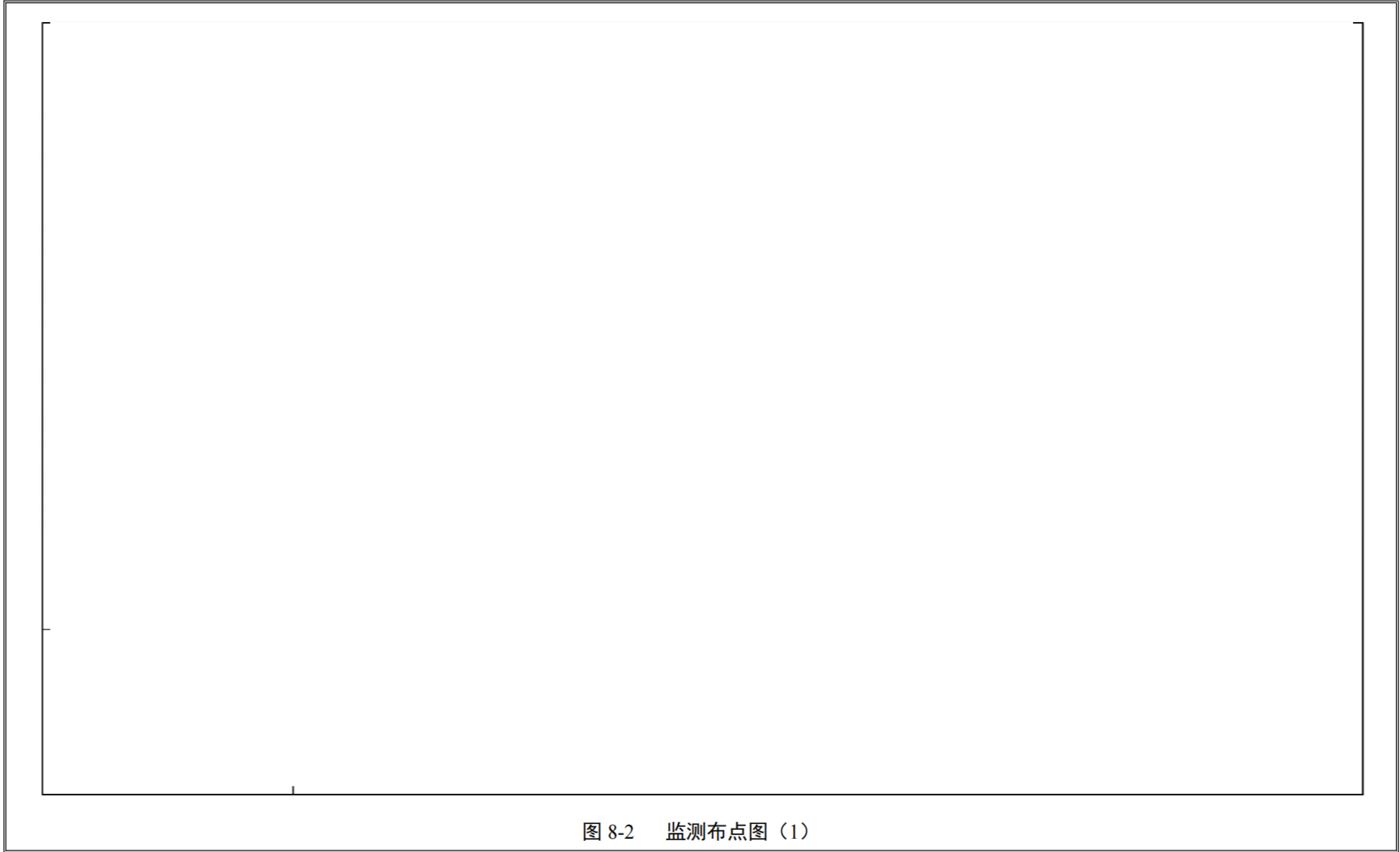




图 8-2 监测布点图 (2)

3、 监测方法及仪器

表 8-1 监测方法及监测仪器一览表

项目	监测方法	方法来源	监测仪器
X-γ辐射剂量率			Y 号

4、 质量保证

- (1) 检测机构已通过计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力；
- (2) 检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；
- (3) 检测机构所采用的监测设备均通过计量部门校准，并在有效期内；
- (4) 所有检测人员均通过专业的技术培训和考核，并取得检测上岗证。

5、 监测及评价结果

2026 年 04 月 19 日，我公司对拟建场址及周围辐射环境进行了监测，监测结果见表 8-2。

表 8-2 环境 X- γ 辐射剂量率监测结果

监测 点位	监测点位描述	监测结果 μGy/h	标准差	备注
1	2 号球 A 球型建 DSA 机房中	0.084	0.004	室内
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

12	
13	外

说明：监测结果未扣除宇宙射线贡献值。

根据表 8-2，本项目复合手术室拟建地监测点位（室内）的 X-γ辐射剂量率范围在 0.083μGy/~0.096μGy（即 83nGy/~96nGy），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 P34 中 2024 年全省辐射环境自动站环境γ辐射剂量率年均值分布示意图中乐山市年均值范围 70.0nGy/h~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、施工期污染源项分析

本项目涉及的手术室 02、手术室 03 目前为一个通间，内部墙体还未建设，本次主要为现有手术室部分墙体的拆除与新建，以及机房的辐射防护装修及设备安装。施工期工艺流程及产污环节见图 9-1。

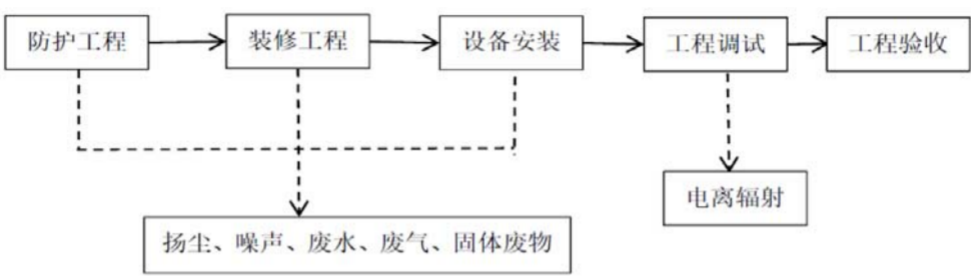


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

本项目施工期辐射防护装修主要环境影响为扬尘、废气、噪声、废水、固体废物；DSA 及 CT 设备安装、调试期间主要环境影响为 X 射线。

二、营运期污染源项分析

1、工作原理

X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。X 射线装置原理见图 9-2。

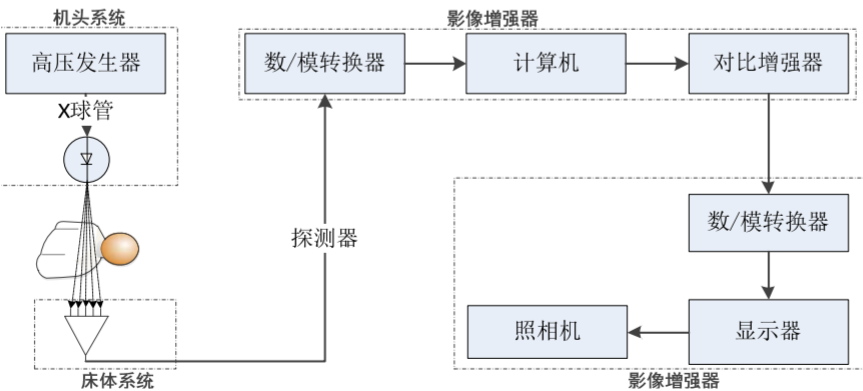


图 9-2 X 射线装置基本原理图

(1) DSA

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；通过减影处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

(2) CT

CT 成像基本原理是用 X 线束对人体检查部位一定厚度的层面进行扫描，由探测器接收透过该层面的 X 线，转变为可见光后，由光电转换器转变为电信号，再经模拟/数字转换器（analog/digital converter）转数字信号，输入计算机处理。图像形成的处理有如将选定层面分成若干个体积相同的长方体，称之为体素（voxel）。扫描所得信息经计算而获得每个体素的 X 线衰减系数或吸收系数，再排列成矩阵，即数字矩阵(digital matrix)，数字矩阵可存储于磁盘或光盘中。经数字/模拟转换器（digital/analog converter）把数字矩阵中的每个数字转为由黑到白不等灰度的小方块，即像素（pixel），并按矩阵排列，即构成 CT 图像。

2、设备组成

(1) DSA

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

①带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机：X 射线诊断机产生 X 射线，穿透人体后，由影像增强器接收并将其转换为可见光，再经过电视系统转换为电信号，最终形成影像。影像增强器电视系统提高了影像的清晰度和对比度，使血管结构更加易于观察。

②高压注射器：用于在 DSA 检查中快速注入造影剂，使造影剂能够充盈血管，从而在 X 射线影像中更加清晰地显示血管结构。

③电子计算机图像处理系统：电子计算机图像处理系统对接收到的 X 射线影像

进行数字化处理，包括图像增强、滤波、边缘检测等，以消除背景噪声和干扰，突出显示血管结构，实现图像的实时显示、存储和传输，便于医生进行远程会诊和病例管理。

④治疗床：DSA 检查中患者躺卧的平台，可以根据检查需要调整高度、角度和位置，以确保患者处于最佳的成像位置。

⑤操作台：医生控制 DSA 系统的控制台，包含各种按钮、旋钮和显示屏，用于调整 X 射线机的参数、控制造影剂的注射、选择图像处理模式等。

⑥磁盘或磁带机：用于存储 DSA 影像数据。

⑦多幅照相机：用于将 DSA 影像打印出来，供医生进行诊断和分析。

(2) CT

本项目 CT 住要由扫描系统、计算机系统、图像显示和存储系统组成，其中扫描部分由 X 射线管、探测器和扫描架组成。

2、诊断及治疗流程

本项目手术流程如下所示：

(1) 病人候诊、准备、检查：由主管医生写介入诊疗申请单；介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

(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疗的方法、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。

(3) 病人进入复合手术室、摆位、术前检查、设置参数：将病人推入 DSA 机房进行摆位，滑轨 CT 划入 DSA 机房，利用滑轨 CT 进行术前扫描；或者将患者转移至 CT 机房进行术前扫描确认病变位置，扫描完后将患者从 CT 机房转移至 DSA 机房，设置 DSA 系统相关技术参数及其他监护仪器（CT 扫描时，医护人员均退出手术室到控制室通过观察窗查看病人情况）。

(4) 根据制定的不同治疗方案结合术前扫描图像，医师、护师及技师密切配合，完成介入手术；

产污：X 射线、臭氧和氮氧化物。

(5) 手术完毕：滑轨 CT 再次进入 DSA 机房，利用滑轨 CT 对病人手术处进行及时复查，或将患者转移至 CT 机房进行术中复查，手术医师应及时书写手术记录，

技师应技师处理图像、刻录光盘或照片；手术医师在 24 小时内诊断报告写出由病人家属取回交病房的病例保管处。

产污：X 射线、臭氧和氮氧化物。手术过程中的耗材将转化为医疗废物；医护人员洗手将产生少量的医疗废水。医护人员及患者产生的生活污水、生活垃圾。

本项目复合手术工作流程及产污环节见图 9-3。

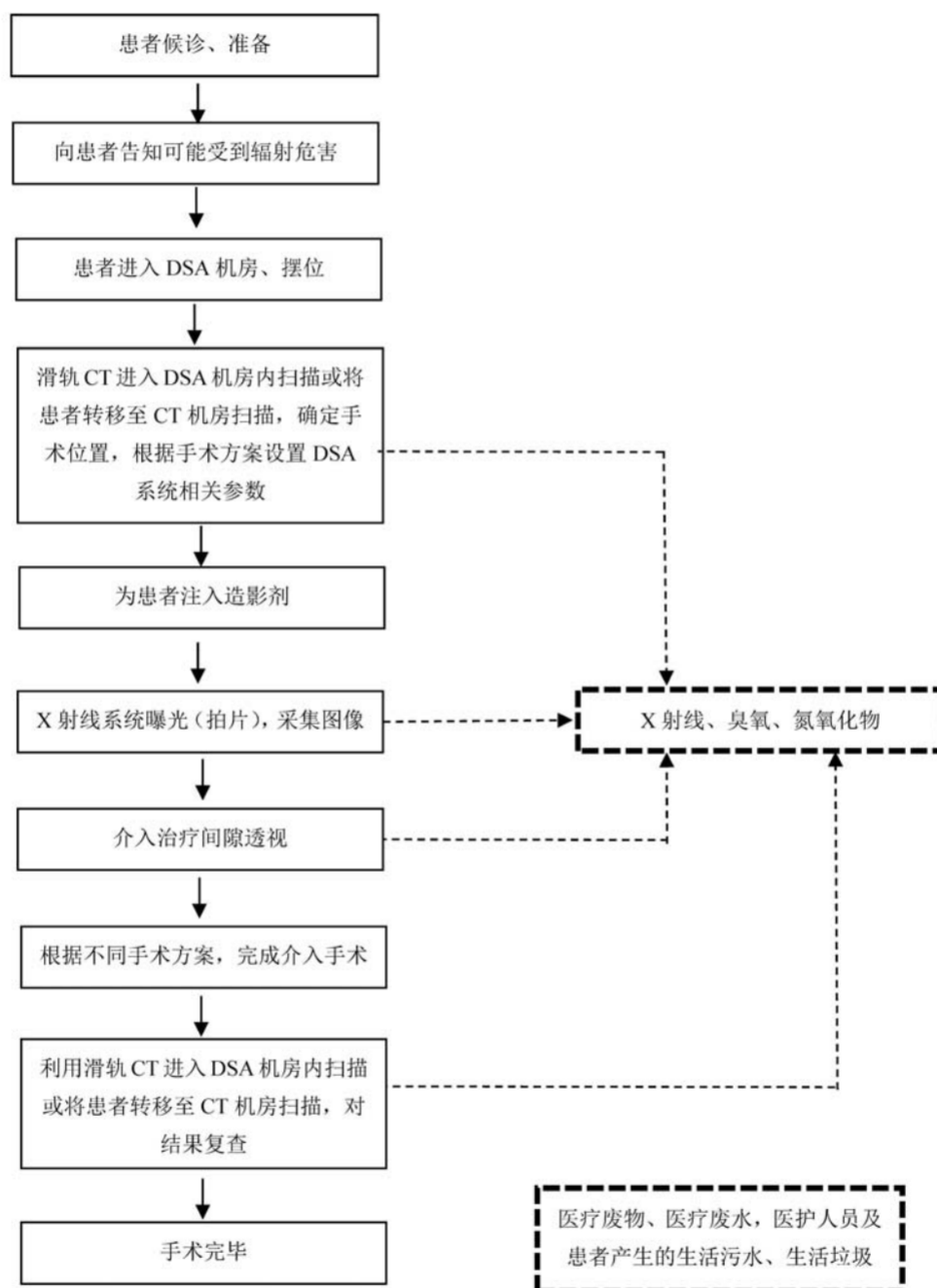


图 9-3 本项目工作流程及产污环节示意图

4、使用工况

（1）DSA

本项目 DSA 由放射医学科进行管理和负责维护，日常使用科室为脑血管病科、血管外科、心脏大血管外科和妇产科。本项目 DSA 使用情况分别见表 9-1 和表 9-2。

表 9-1 本项目 DSA 使用情况

科室	单台手术最长曝光时间		年手术台数	年最大出束时间	
	拍片（s）	透视（min）		拍片（h）	透视（h）
脑血管病科					
血管外科					
心脏大血管外科					
妇产科					

（2）CT 使用

CT 为滑轨式，安装在放射科 CT 机房内，患者需要 CT 扫描检查时，由放射科医生在 CT 扫描检查完成后，由放射科医生将患者送至 CT 扫描检查完成。

射线装置	
CT	
设备	
CT	

5、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员通过手术专用电梯到达3号楼4层，经术前淋浴、更衣和消毒后，进入手术室区域；医师和护士穿戴好防护用品后经控制室从DSA机房北侧医护门进入DSA机房内准备开展介入手术工作，根据术中需求打开东侧防护门将患者转移至CT机房内进行扫描，或将CT移动至DSA机房内进行扫描，扫描完后回到DSA机房，或将CT移回CT机房，最后关闭DSA机房东侧防护门，技师进入控制室内进行机器预热和调试。手术工作结束后医护人员原路返回离开工作场所。

患者路径：患者搭乘手术专用电梯到达3号楼4层，随后进入换床区，然后从DSA机房北侧缓冲间1防护门进入DSA机房内，患者根据术中需求进入CT机房内或DSA机房内进行扫描，扫描完后在DSA机房内进行手术。手术结束后，有麻醉的患者由护师将患者推进复苏室，苏醒后经过换床区进入电梯回病房休息。没有麻醉的患者则原路返回进入电梯回病房休息或自行离开。

本项目通过时间管控的方式实行医护和患者的分流，手术开始前，患者先进入DSA机房内完成摆位，然后医护再进入DSA机房进行手术；手术结束后，患者先行离开，然后医护再原路返回离开。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物经南侧污物通道门运出，再经污物通道运到医院医废暂存间，最终交由资质的单位回收处理。



（五）主要污染源描述

(1) 电离辐射

DSA 和 CT 在开机状态下产生 X 射线，关机状态下不产生 X 射线。

(2) 废气

DSA 和 CT 使用过程中臭氧和氮氧化物产生量很小，项目产生的臭氧和氮氧化物从机房内排风内经排风管道引至 3 号楼（医技楼）楼顶屋面排出，排风口距离地面 22.5m，DSA 机房排风量不小于 920m³/h，CT 机房排风量不小于 760m³/h。

(3) 废水

本项目运行后，主要废水为工作人员和患者产生的生活污水和少量的医疗废水。本项目涉及辐射工作人员 46 名，患者以每天 5 人计，用水量 120L/人·天计，废水排放系数为 0.8，则每天产生生活污水 4.896m³/d（1468.8m³/a）。

项目工作人员和患者每天产生的生活废水和医疗废水，依托医院的污水处理站（处理规模 1600m³/d，处理工艺“格栅+调节池+水解酸化池+接触氧化池+斜管沉淀池+混凝沉淀池+接触消毒池+脱氯池”），项目产生的废水经过污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政管网，经乐山市第二污水处理厂处理达标后排入泊滩堰，最终汇入岷江。

(4) 固体废物

①本项目使用数字成像系统，不使用定显影液和胶片，不产生危险废物。

②本项目手术时产生一定量的医疗废物（医用器具、纱布、手套、药棉、废造影剂、废造影剂瓶等），按每台手术约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 最大手术台数为 1500 台，则每年固体废物产生量约为 3.0t。这些医疗废物按照国家《医疗废物管理条例》要求分类打包后暂存于医废暂存间，医疗废物日产日清，交由资质单位处理；办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于垃圾房，日产日清，交由市政环卫部门统一清运。

③本项目配置 46 名辐射工作人员。工作人员产生的生活垃圾与办公垃圾不属于医疗废物，医院按当地管理部门要求，进行统一收集后交由环保部门统一定期清运。因此，本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。

(5) 噪声

本项目复合手术室噪声源主要为风机噪声。医院拟采用低噪音风机，其噪声值不超过 65dB（A），且设备均处于楼顶，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对外界

声环境影响较小。

（6）造影剂的储存、泄漏风险

造影剂（碘佛醇）是介入放射学操作中最常使用的药物之一。本项目拟使用造影剂为碘佛醇注射液，规格为 100mL/瓶，每台介入手术使用 1 瓶，每年约 1500 台手术，年使用量约为 150L。医院将外购造影剂储存在机房内不锈钢柜中。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不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄漏风险。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、平面布置合理性分析

1、平面布局

本项目复合手术室平面布置见图 10-1。

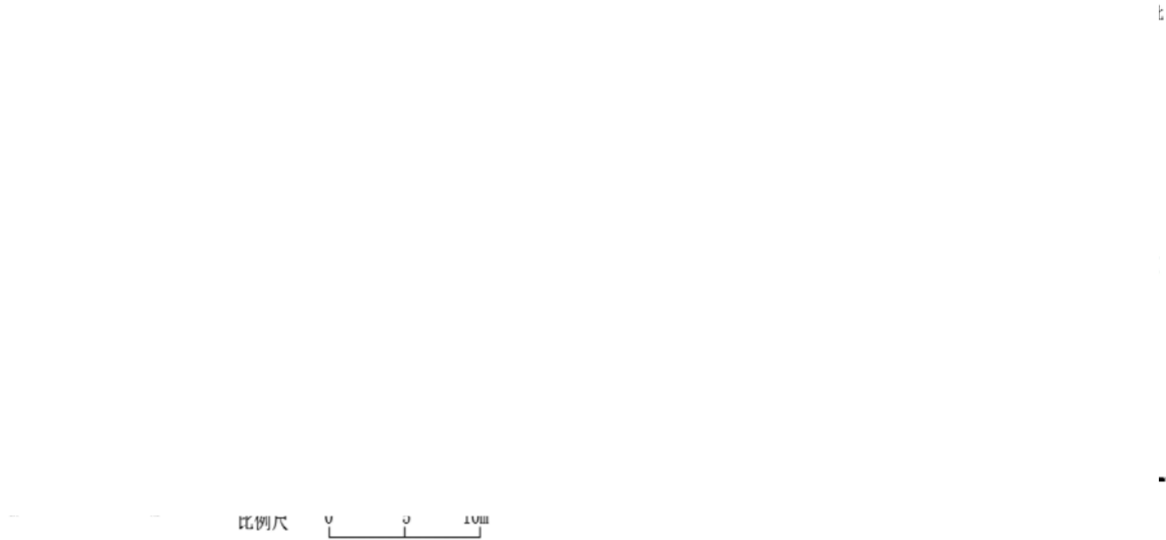


图 10-1 DSA 机房平面布置图

本项目复合手术室位于乐山市人民医院高新院区 3 号楼（医技楼）4 层，本项目复合手术室墙体 50m 范围内为医院内部 3 号楼（医技楼）及 5 号楼。

复合手术室北侧 0m~47.2m 范围内为 DSA 及 CT 的控制室、缓冲间 1、缓冲间 2 以及其他手术室（手术室 06~手术室 34）及功能用房、通道等；47.2m~50.0m 范围内为院内道路及空地。

复合手术室东侧 0m~50.0m 范围内为手术室 04、手术室 05、一次性用品库、术间休息室、等候区、护士站、控制中心、会议室、无菌库、敷料室、仪器室、信息管理室、多功能室、以及其他手术室（手术室 35~手术室 46）及功能用房、通道等。

复合手术室南侧 0m~1.9m 范围内为污物通道；1.9m~29.5m 范围内院内道路及空地；29.5m~50.0m 范围内为 5 号楼。

复合手术室西侧 0m~31.2m 范围内为手术室 01、仪器室、体外循环间、预留房间及通道等；31.2m~50.0m 范围内院内道路及空地。

复合手术室楼上对应区域为楼顶屋面和 UPS 机房（其中 DSA 机房上方对应区域为楼顶屋面，CT 机房对应区域为楼顶屋面和 UPS 机房），楼下对应区域为三层病理科功能用房（其中 DSA 机房下方对应区域为医生生活学习室、诊断室及医生通道，CT 机房对应区域为诊断室及医生通道）。

2、平面布置合理性分析

本项目医生、患者、污物通道均独立设置，控制室紧邻机房，便于手术实施。本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。复合手术室采取了有效的屏蔽措施，产生的 X 射线经屏蔽后对周围环境辐射影响是可接受的，平面布置合理。

二、工作区域管理

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

1、分区原则

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

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

2、控制区与监督区的划分

根据控制区和监督区的定义，结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1。

表 10-1 本项目“两区”划分一览表

工作场所	控制区	监督区	备注
3 号楼（医技楼）4 层	DSA 机房、CT 机房及之间的隔	控制室、缓冲间 1、缓冲间 2、设备间 1、设备间 2、设备间 3	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候尽量减小在控制区内居留时间，且介入手术医护人员必须穿戴防护用品进行手术，以减少不必

	间、备用间	以及南侧防护门外 1m 区域	要的照射。监督区范围内应尽量限制无关人员进入。
--	-------	-------------------	-------------------------

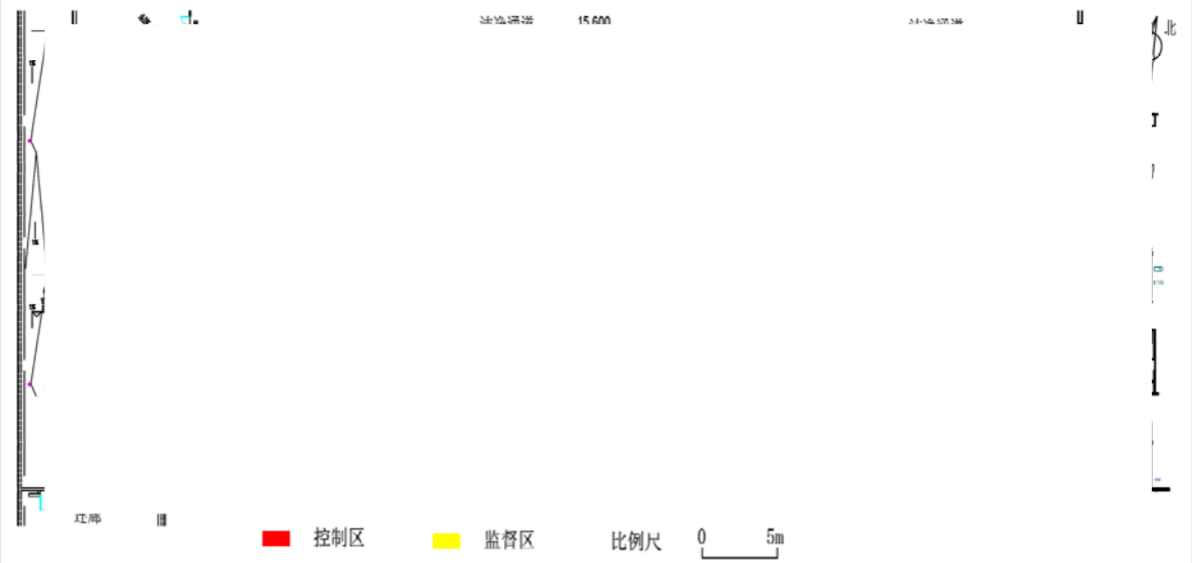


图 10-2 本项目两区划分示意图

3、控制区防护手段与安全措施

- ①进入控制区的门口设置红色警示线，并标注为控制区；
- ②控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志；

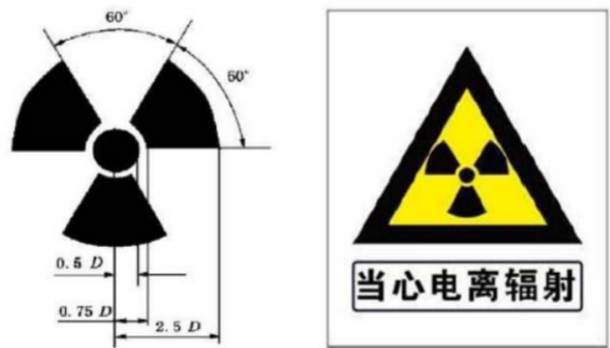


图 10-3 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

- ③定期检查控制区的防护状况，确保屏蔽防护措施、安全措施有效；
- ④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；
- ⑤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；
- ⑥备有个人防护用品、工作服的贮存柜；
- ⑦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进入监督区的门口设置黄线警示线，并标注为监督区；

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。

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。

三、辐射安全及防护措施

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

1、源项控制

射线装置装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

2、设备固有安全性

本项目 DSA 及 CT 购买于正规厂家，设备各项安全措施齐备，仪器本身采取了多种安全防护措施：

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铜过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 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铜过滤板。

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，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，利用此方法可以明显缩短总透视时间，以减少不必要的照射。

⑤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；同时在操作台和床体上均设置有“紧急止动”按钮，一旦发现异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

⑥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。

3、机房屏蔽设计

①主体结构屏蔽设计

根据建设单位提供资料，本项目 DSA 机房及 CT 机房屏蔽设计情况见表 10-2，机房屏蔽设计平面图见图 10-4，剖面图见 10-5。

表 10-2 本项目机房屏蔽设计情况

工作场所	墙体	顶面	地面	防护门	观察窗	机房面积
DS 机						
CT 房						

为 2

图 10-4 复合手术室屏蔽设计平面图

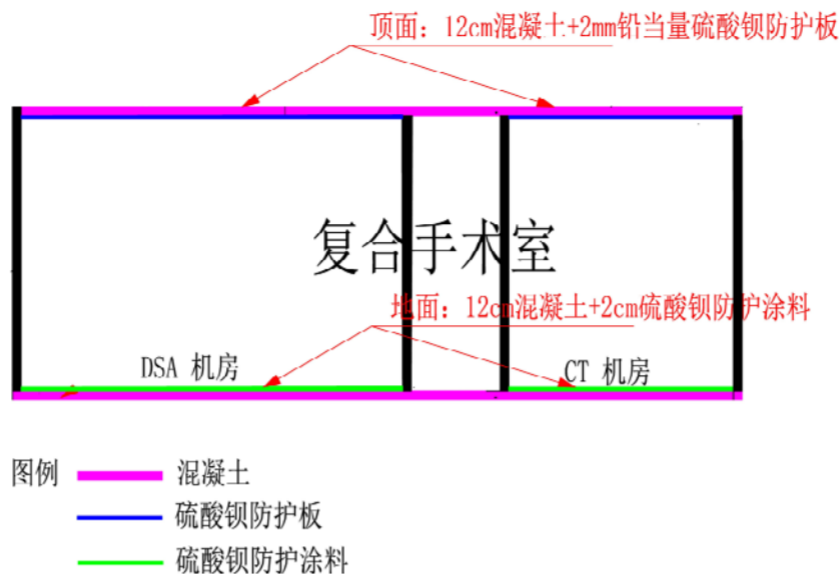


图 10-5 复合手术室屏蔽设计剖面图

本项目 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA；CT 最大管电压为 140kV，最大管电流为 667mA。

混凝土的铅当量根据《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。

屏蔽减弱因子 B:

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (\text{式 10-1})$$

式中:

B—给定铅当量厚度的屏蔽透射因子;

α 、 β 、 γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰弱的有关的拟合参数。

X—屏蔽材料厚度，mm。

铅当量 X:

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \dots\dots\dots (\text{式 10-1})$$

式中:

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子;

X——铅厚度（mm）;

α 、 β 、 γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰弱的有关的拟合参数。

表 10-3 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

表 10-4-1 机房的实体防护设施铅当量折合对照表 (DSA 机房使用 DSA 时)

Figure 1 is a line graph showing the relationship between the equivalent weight ratio of barium sulfate (x-axis) and the equivalent weight ratio of the protective film (y-axis). The x-axis ranges from 0 to 1.0, and the y-axis ranges from 0 to 1.0. The graph shows a linear relationship where the equivalent weight ratio of the protective film increases as the equivalent weight ratio of barium sulfate increases. The data points are approximately (0.0, 0.0), (0.2, 0.2), (0.4, 0.4), (0.6, 0.6), (0.8, 0.8), and (1.0, 1.0).

②穿墙、防护门等安装设计要求

本项目控制电缆从设备基座下方设置电缆沟（25cm宽×5cm深），从机房东侧水平倾斜45度穿墙进入控制室。对于电缆沟，四面铺设2mm厚铅皮，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。

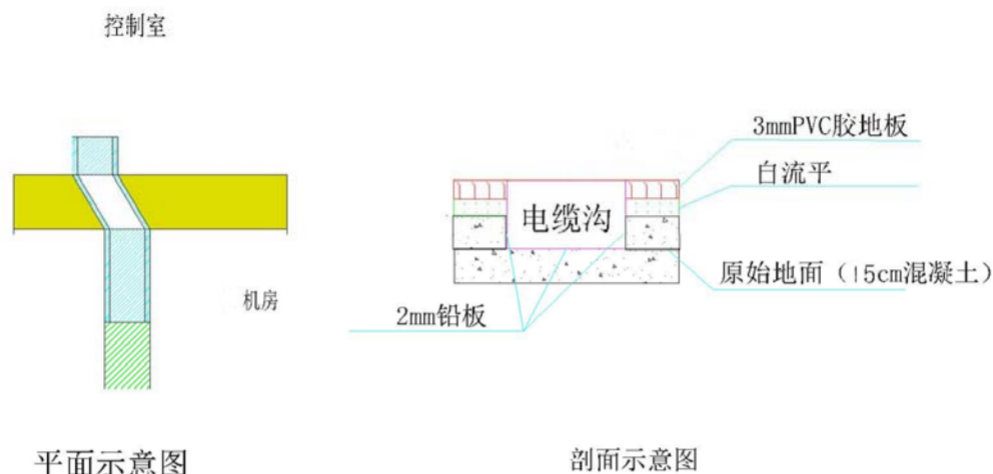


图 10-6 电缆穿墙补偿防护示意图

对于通排风管道，由于墙体为24cm砖墙，墙体较薄，无法做到“U”型穿墙，设计采用斜穿的方式穿墙，穿墙角度约45°，穿墙部分管道采用2mm厚铅皮包裹，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。

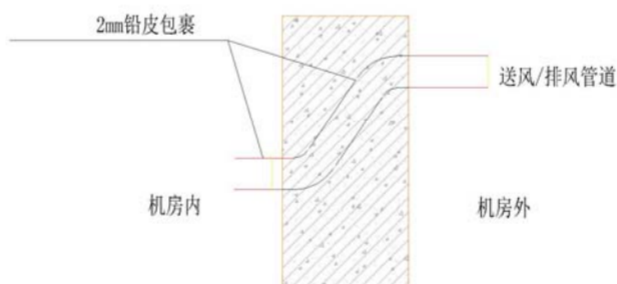


图 10-7 通排风管道穿墙补偿防护示意图

另外，为防止辐射泄漏，防护门与墙的重叠宽度应至少为空隙的 10 倍，门的底部与地面之间的重叠宽度至少为空隙的 10 倍。

4、介入手术过程屏蔽防护措施

①介入手术过程中职业人员进入机房进行透视操作时，应佩戴好个人防护用具包括：铅衣、铅围脖、铅围裙、铅帽、铅眼镜、铅手套等，其中铅手套为0.025mm

铅当量，其它防护用品不低于0.5mm的铅当量。

②手术医生在进行透视操作时，应使用床下铅帘及悬吊铅屏进行局部遮挡。本项目DSA由厂家配置床体旁的铅防护吊屏和床下铅帘一套（分别一件），具有0.5mm厚的铅当量。

③对病人进行透视时或拍片过程，应采用适当防护设施对病人非病灶部位进行遮挡，其防护铅当量不低于0.5mm的铅当量。

5、对医生及患者的污染防治措施

在介入诊疗中，手术医生必须认真做好自身的防护工作。具体要求如下：

- ①进一步提高安全文化素养，全面掌握辐射防护法规与技术知识；
- ②结合诊疗项目实际，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；
- ③介入手术中，佩带好个人防护用具；
- ④必须开展介入诊疗手术医生的个人剂量监测；
- ⑤发现问题及时整改。

同时，医院在实施介入治疗时还须采取以下防护措施：

①时间防护：在满足诊断要求的前提下，在每次使用DSA、CT进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射；

②距离防护：操作人员采取隔室操作方式，控制室与机房之间以墙体隔开，通过观察窗观察病人情况，通过对讲机与手术医生交流。复合手术室将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且将在机房人员通道门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射；

③缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；

④在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局第31号令，2021年1月4日经生态环境部令第20号修改）“第十六条”中的相关规定，医院必须制订《射线装置操作规程》，并严格按照该规程操作。在该规程中明确规定：医生必须佩戴个人剂量计、铅防护用品，在介入诊疗中必须认真做好自身的防护工

作，同时介入诊疗中必须做好患者的防护工作。

6、机房安全装置设计与布置

①工作状态指示灯（三色灯）及门灯连锁：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。DSA 机房及 CT 机房门外顶部拟设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”可视警示语句，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动，防护门关闭，工作时指示灯亮黄色，以警示人员注意安全；亮红灯时表示正在进行照射；亮绿灯时表示防护安全，人员可以进入。

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

③对讲装置：在 DSA 机房、CT 机房与控制室之间拟安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与射线装置机房内的人员联系。

④警告标志：DSA 机房、CT 机房防护门外的醒目位置，拟设置明显的电离辐射警告标志。

⑤机房设置有铅玻璃观察窗和摄像监控装置，控制室内能清楚观察到受检者状态及防护门开闭情况。

⑥患者通道门为电动平开门，设有自动闭门装置。

⑦患者通道门具有防夹功能。

四、辐射工作场所安全保卫措施

为确保本项目所使用的 II 类、III 类射线装置的辐射安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，本项目针对辐射工作场所拟采取的辐射安全保卫措施见表 10-6。

表 10-6 射线装置工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
射线装置	防误入、防火灾和防水	1、本项目 II 类、III 类射线装置机房将纳入医院日常安保巡逻的重点工作范围，加强巡视管理以防遭到破坏； 2、射线装置机房内不得存放与手术无关的物品； 3、设置污物通道门，污物由污物通道门运出。
	防泄漏	1、本项目所使用的射线装置购置于正规厂家，具有固有安全性，防护性

		能满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 2、本项目射线装置工作场所已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房是不存在辐射泄漏的情况，根据辐射影响分析，机房屏蔽体外 30cm 处剂量率能满足 2.5μSv/h 标准要求。
--	--	--

五、辐射防护安全装置/设备

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）、《核技术利用监督检查技术程序》（生态环境部（国家核安全局））和《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 版）》（川环函（2025）616 号）对医用 II 类射线装置的要求，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，III 类射线装置参考执行，具体情况见表 10-7。

表 10-7 医院辐射安全防护设施对照分析表

序号	项目	规定的措施	落实情况	是否满足要求
				是
				是
				是
				是
				是
				是

7					是
8					是
9					是
10					是

三废的治理

一、废气治理措施

因 DSA、CT 每次曝光时间短，臭氧和氮氧化物产生量很少。臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气；氮氧化物包括多种化合物，除二氧化氮外，其他氮氧化物均极不稳定，可自行分解为空气中的常见物质。因此 DSA、CT 运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。臭氧和氮氧化物通过机房内排风经排风管道引至 3 号楼楼顶屋面排出，排风口距离地面 22.5m，DSA 机房排风量不小于 920m³/h，CT 机房排风量不小于 760m³/h。

二、废水治理措施

本项目运行后，主要废水为辐射医护人员和患者产生的生活污水和少量的医疗废水。生活废水和少量医疗废水依托医院的污水处理站（处理规模 1600m³/d，处理工艺“格栅+调节池+水解酸化池+接触氧化池+斜管沉淀池+混凝沉淀池+接触消毒池+脱氯池”），处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政管网，经乐山市第二污水处理厂处理达标后排入泊滩堰，最终汇入岷江。

三、固体废弃物治理措施

- ①本项目使用数字成像系统，不使用定显影液和胶片，不产生危险废物。
- ②本项目手术时产生一定量的医疗废物（医用器具、纱布、手套、药棉、废造影剂、废造影剂瓶等），按每台手术约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 室最大手术台数为 1500 台，则每年固体废物产生量约为 3.0t。这些医疗废物按照国家《医疗废物

管理条例》要求分类打包后暂存于医废暂存间，医疗废物日产日清，交由资质单位处理；办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于垃圾房，日产日清，交由市政环卫部门统一清运。

③本项目配置 46 名辐射工作人员。工作人员产生的生活垃圾与办公垃圾不属于医疗废物，医院按当地管理部门要求，进行统一收集后交由环保部门统一定期清运。

因此，本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。

四、噪声

本项目 DSA 机房噪声源主要为风机噪声。医院拟采用低噪音风机，其噪声值不超过 65dB（A），且设备均处于楼顶，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对外界声环境影响较小。

五、射线装置报废处理

严格执行相应报废程序，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。

六、环保措施及其投资估算

本项目总投资***万元，环保投资***万元，占总投资的***。项目环保投资估算见表 10-8。

表 10-8 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目	设施（措施）	金额 （万元）	备注
辐射屏蔽措施	DSA 机房屏蔽：包括四周墙体、屋顶、地面和管线穿墙补偿措施	***	/
	CT 机房屏蔽：包括四周墙体、屋顶、地面和管线穿墙补偿措施	***	/
	铅防护门 8 扇（4mm 铅当量）	***	/
	铅玻璃观察窗 2 扇（4mm 铅当量）	***	/
安全装置	DSA 操作台和床体上“紧急止动”装置 1 套，CT 操作台和床体上“紧急止动”装置 1 套	***	设备配置，不计入投资
	对讲装置 2 套	***	/
	门灯联锁装置 2 套	***	/
警示装置	警示标牌 2 套	***	/
	工作指示灯 2 套	***	/
	两区划分标识线 2 套	***	/
个人防护用品	辐射工作人员防护用品 4 套（其中铅手套为 0.025mm 铅当量，其它防护用品不低于 0.5mm 的铅当量）；	***	/

	配备 46 套个人剂量计（已有 24 套，新增 22 套）。		
	病人防护：铅衣、铅围脖、铅围裙、铅帽 2 套，0.5mm 铅当量	***	/
	DSA 铅防护吊屏和床下铅帘 1 套，0.5mm 铅当量	***	设备配置
通排风系统	通排风系统 2 套，其中 DSA 机房新风量为 800m ³ /h，排风量为 920m ³ /h；CT 机房新风量为 600m ³ /h，排风量为 760m ³ /h。	***	/
监测	便携式 X-γ 监测仪 1 台	***	医院已有
	个人剂量报警仪 2 台	***	/
	射线装置工作场所年度监测、验收监测费用	***	/
其他	应急和救助的物资准备（警示牌、警戒线、通讯设施、医疗箱等）	***	/
	辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训	***	/
合计		***	/

表 11 环境影响分析

施工期环境影响

本项目施工期主要为现有手术室部分墙体的拆除与新建，以及机房的辐射防护装修及设备安装、调试，本次评价不涉及项目所在大楼的土建工程。

1、防护及装修阶段环境影响分析

①扬尘

施工过程中产生的扬尘，主要是墙体的修建以及在对四周墙体进行防护施工及装修过程中产生的扬尘，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废气

施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时喷涂等工序产生的废气和装修材料中释放的废气，影响装修人员的身体健康，该废气的排放属无组织排放。因此在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气。因施工量小，装修周期较短，施工期对环境的影响较小。

③噪声

施工期噪声包括墙体的修建、装修过程中产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理安排施工时间、禁止夜间施工、建筑隔声、选用低噪设备等措施后，在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011) 的标准规定，施工噪声对周围环境的影响较小。

④废水

本项目建设施工废水经沉淀后循环使用；施工人员生活污水直接接入市政管网，排入乐山市第二污水处理厂处理达标后排入泊滩堰，最终汇入岷江。

⑤固体废物

施工过程中固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾、包装垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。建筑垃圾由施工单位经收集后运送至指定的建筑垃圾堆放点暂存；装修期间和设备安装期间的产生的包装垃圾经过分类收集，能回收利用部分回收处理，不能回收部分，作为建筑垃圾进行处理；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

2、设备安装及调试阶段环境影响分析

本项目设备安装、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。本项目 DSA、CT 调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的电离辐射影响；产生少量的臭氧。由于设备的安装和调试均在机房内进行，调试过程中产生的 X 射线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。

运行期环境影响

一、辐射环境影响分析

（一）DSA

本项目 DSA 最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，主射方向由下往上。DSA 在进行曝光时分两种情况：

①拍片

操作人员采取隔室操作的方式，医生通过铅玻璃观察窗观察手术室内病人情况，通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于控制室内。

DSA 拍片时间由于不同部位的手术时长不同，其范围为 10~15s 之间，进行辐射环境预测时保守取科室开展单台介入手术的累积最长曝光时间。

本项目拍片常用最大工况为：管电压 100kV、管电流 500mA，年最大出束时间 5.27h。

②透视

为更清楚的了解病人情况，医生需进入 DSA 机房内进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视。该手术操作过程共需两名医生，此时主刀医生位于铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作，距离主射线束距离为 0.3m；助手医生身着铅服、戴铅眼镜，距离主射线束为 0.8m。

根据医院提供资料，本项目 DSA 由放射医学科进行管理和负责维护，日常使用科室为脑血管病科、血管外科、心脏大血管外科和妇产科。在科室医生做手术时，技师负责在控制室操作 DSA，护士负责介入手术前准备、手术后清理工作。根据不同病人手术情况的需要，护士需进入手术室内，在术中配合跟台手术，在距离主射线束最近为 1.0m，进入手术室时，护士身着铅服。

本项目透视常用最大工况为：管电压 90kV、管电流 20mA，年最大出束时间 226.68h。

对于脑血管病科、血管外科、心脏大血管外科的主刀医生、助手医生和护士，存在人员分组的情况，实际过程中，不可能完全平均分配手术，因此，本次评价保守在总出束时间的基础上乘以 1.2 的系数然后再平均分配。即：对于脑血管病科、血管外科、心脏大血管外科的主刀医生、助手医生和护士，计算时取科室单组人员出束时间 20.00h；对于妇产科主刀医生、助手医生和护士，计算时取科室单组人员出束时间 16.00h；对于机房外控制室的技师，在总出束时间的基础上乘以 1.2 的系数然后再平均分配，即拍片 3.16h、透视 136.00h。

因此，对于机房外的公众，计算时取年总的出束时间，即拍片 5.27h、透视 226.68h；对于机房内主刀医生、助手医生和护士，计算时取科室单组人员最长出束时间（脑血管病科、血管外科、心脏大血管外科，20.00h），对于机房外控制室的技师，计算时取出束时间为拍片 3.16h、透视 136.00h。

各关注点位置见下图 11-1。



图 11-1-1 DSA 机房各关注点位置图（平面）

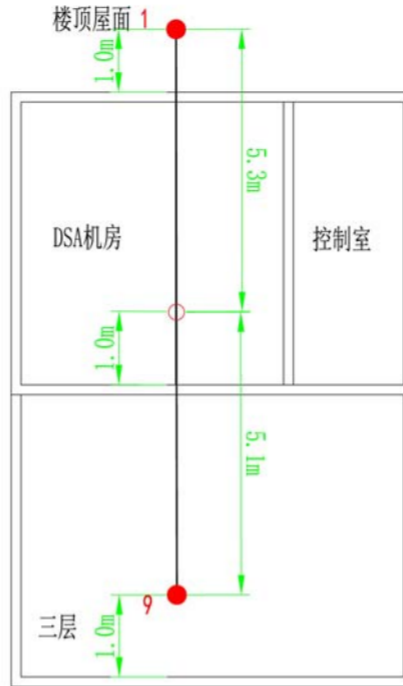


图 11-1-2 DSA 机房各关注点位置图（剖面）

本项目 DSA 机房共布设 9 个预测点位，预测点位说明：

1：DSA 机房正上方保护目标（楼顶屋面等区域的人员，顶部地面 100cm 处），距离靶点 5.3m 处；

2：DSA 机房内的医生（主刀医生），距离靶点 0.3m；

3：DSA 机房内的医生（助手医生），距离靶点 0.8m；

4：DSA 机房内的护士，距离靶点 1.0m；

5：DSA 机房北侧屏蔽体外 30cm 处，距离靶点最近距离为 4.3m；

6：DSA 机房东侧屏蔽体外 30cm 处，距离靶点最近距离为 2.6m；

7：DSA 机房南侧屏蔽体外 30cm 处，距离靶点最近距离为 4.3m；

8：DSA 机房西侧屏蔽体外 30cm 处，距离靶点最近距离为 6.3m；

9：DSA 机房正下方保护目标（三楼病理科医生生活学习室、诊断室及医生通道等区域的人员，地面 100cm 处）距离靶点 5.1m 处。

1、屏蔽透射因子确定

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

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

式中：

B—给定铅当量厚度的屏蔽透射因子；

α 、 β 、 γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰弱的有关的拟合参数；本项目 DSA 常用最大透视管电压 90kV、最大拍片管电压 100kV。

透视时，管电压为 90kV，铅对于 X 射线辐射衰弱的拟合参数 $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ ；

拍片时，管电压为 100kV，铅对于主束 X 射线辐射衰弱的拟合参数 $\alpha=2.500$ 、 $\beta=15.28$ 、 $\gamma=0.7557$ ；铅对于散射 X 射线辐射衰弱的拟合参数 $\alpha=2.507$ 、 $\beta=15.33$ 、 $\gamma=0.9124$ 。

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。

X—铅厚度，mm。

表 11-1 DSA 机房屏蔽体及防护措施对应屏蔽透射因子一览表

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）		
				主束	散射	漏射
地面						
顶板						
四周墙体						
防护门						
观察窗						
主刀医生						
助手医生						
护士						

2、主射方向上辐射环境影响分析

根据《辐射防护手册》（第一分册）DSA 脉冲透视过程操作对（楼上）的公众所造成的辐射剂量可按下式估算：

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

式中： $\dot{H}$ —关注点处的当量剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{X}_{1m}$ —每 mA 管电流产生的 X 射线在 1m 处的照射量率， $\text{R/mA} \cdot \text{min}$ ；

根据医院提供资料，本项目 X 射线管使用的过滤件为 Cu，最薄厚度为 0.5mm，且外加 1mm 铝背衬。根据《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，取 0.5mmCu 数据进行估算，保守取上述最大工况进行预测，当管电压为 90kV（透视）时，查得 $X_0=0.16\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；当管电压为 100kV（拍片）时，查得 $X_0=0.19\text{R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m，见图 11-1-1 和图 11-1-2；

I —管电流，mA，拍片 500mA，透视 20mA；

μ —利用因子，取 1；

η —对防护区的占用因子，表示人员在防护区停留的时间，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16；

W_R —辐射权重因数，全身为 1；

B —屏蔽透射因子。

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000 年报告附录 A 公式计算手术室周围各关注点辐射工作人员和公众受到的 X 射线产生的外照射人均年有效剂量：

$$H_{Er} = \dot{H} \times T \times t \dots\dots\dots \text{(式 11-3)}$$

式中： H_{Er} —X 射线外照射人均年剂量，mSv/a；

$\dot{H}$ —关注点处的当量剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

T —居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16；

t —年照射时间，h。

据此，本项目 DSA 机房主射方向辐射剂量率计算结果见下表。

表 11-2 DSA 机房楼上主射方向上剂量估算表

关注点位	I (mA)	射线源 (靶点)到 关注点 距离 (m)	η ②	B (屏蔽 透射因 子)	辐射剂 量率 ($\mu\text{Sv/h}$) ①	时间 (h)	有效剂量 (mSv/a)	有效剂量 (mSv/a) 合计
1								3

注：①根据 NCRP147 号报告，患者和接收器对初始线束的减弱倍数为 10~100 倍，因此本次主射方向照射量率保守取主射束的 10%。② η ：表示人员在防护区停留时间占用因子，DSA 机房楼上为楼顶屋面，有部分时间有人员停留，取 1/4。

3、泄漏辐射环境影响分析

根据中国原子能出版社 2012 年出版的《实用辐射防护与剂量学》（应用篇）第 9 章“辐射防护屏蔽设计”，泄漏辐射不应超过有用线束平均值的 0.1%。因此，计算公式同式 11-2，式中的 $\dot{X}_{lm} \times 0.1\%$ 。计算结果见下表。

表 11-3 DSA 机房外各关注点辐射剂量率预测结果表（漏射）

关注点位	模式	I(mA)	射线源 (靶点)到 关注点 距离 (m)	屏蔽透射 因子 B	占用 因子 η	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	时间 (h)	有效剂量 (mSv/a)
2								06
3								05
4								05
5-1								04
5-2								06
5-3								05
6-1								04
6-2								05
7-1								04

	↑
7-2	
8	↑
9	

4、散射辐射影响分析

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

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

式中：

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

$\dot{X}_{1m}$ ——每 mA 管电压产生的 X 射线在 1m 处的照射量率， $\text{R/mA} \cdot \text{min}$ ；

α ——患者对 X 射线的散射比，根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取值；本项目 DSA 拍片常用最大管电压 100kV，散射角取 90° ，则取 0.0013。

S ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——靶点与病人的距离，m，取 1m；

d_s ——散射点（病人）到预测点距离，m，对于主刀医生位为 0.2m，对于助手医生位为 0.7m，对于护士位为 0.9m，其余见图 11-1-1 和图 11-1-2；

B ——屏蔽透射因子；

I ——管电流，mA；

μ ——利用因子，取 1；

η ——对防护区的占用因子，表示人员在防护区停留的时间，“全居留”情况下，取 1，本项目保守考虑，全部取 1；

W_T ——辐射组织权重，全身为 1。

各预测点处散射辐射剂量率计算结果如下：

表 11-4 DSA 机房外各关注点辐射剂量率预测结果表（散射）

关注点位	模式	I(mA)	散射点(病人)到预测点距离(m)	屏蔽透射因子B	占用因子 η	剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	时间(h)	有效剂量(mSv/a)
2								
3								
4								
5-1								
5-2								
5-2								
6-1								
6-2								
7-1								
7-2								
8								
9								

5、关注点辐射剂量率综合分析

根据表 11-2~11-4，本项目机房外各关注点最大辐射剂量率理论预测结果见表 11-5。

表 11-5 本项目各关注点最大辐射剂量率

关注点位	辐射剂量率（μSv/h）						综合辐射剂量率（μSv/h）	照射类型
	主射		散射		漏射			
	透视	拍片	透视	拍片	透视	拍片		

1	楼上	3.07E-03	6.11E-01	/	/	/	/	6.11E-01	公众
5									公众
6									公众
7									公众
8									公众
9	楼下	/	/	1.94E-05	6.78E-05	5.97E-06	2.09E-02	2.77E-02	公众

备注：本项目 DSA 机房东南西北四面墙体、防护门及观察窗的铅当量不一样，本次选择同一面屏蔽体中屏蔽较薄弱处的值进行统计。

根据表 11-5，本项目 DSA 机房周围最大辐射剂量率为 $6.11 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ （DSA 机房东侧窗外/门外），低于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外 30cm 处剂量辐射率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的规定。

6、关注点最大年有效剂量

本项目各预测点最大年有效剂量理论预测结果见表 11-6。

表 11-6 本项目各预测点理论预测最大受照剂量

关注点位		年辐射剂量（mSv/a）						年总辐射剂量（mSv/a）	照射类型
		主射		散射		漏射			
		透视	拍片	透视	拍片	透视	拍片		
1									公众
2									公众
3									公众
4									公众
5									公众
6									公众
7									公众
8									公众
9									公众

备注：本项目 DSA 机房东南西北四面墙体、防护门及观察窗的铅当量均符合相关要求，本次选择同一面屏蔽体中屏蔽较薄弱处的值进行统计。

本项目 DSA 投入使用后，职业人员（技师）所受年有效剂量最大为 2.63 mSv ，满足职业人员年有效剂量低于 5 mSv 的限值要求；对 DSA 机房周围公众造成的最大年有效剂量最大为 $3.92 \times 10^{-3} \text{ mSv}$ ，满足公众年有效剂量低于 0.1 mSv 的限值要求。DSA 机房对周围的辐射环境影响较小。

7、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，但是仍有部分皮肤暴露在射线下受到照射，在过程手术中，手术医生腕部距离射线照射方向最近，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）中的公式估算手术室或介入室人员年皮肤吸收剂量：

$$D_s = C_{ks} \left(\dot{k} \cdot t \right) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 11-5）}$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}'_{(0.07,0^\circ)}}{C_{KH}} \dots\dots\dots \text{（式 11-6）}$$

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， $\mu\text{Gy/h}$ ；

C_{KS} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数，Gy/Gy，根据 GBZ/T244-2017 表 A.5 进行取值（本项目保守按照术者位医生均为女性取值，以 AP（垂直）方式入射，取 80kV， $C_{KS}=1.156\text{mGy/mGy}$ ；

t —人员累计受照射时间，取科室单组人员最长出束时间（心血管内科，12h）；

$\dot{H}'_{(0.07,0^\circ)}$ —定向剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，80kV 时， $\dot{H}'_{(0.07,0^\circ)}=1.61$ ；

C_{KH}^* —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数，Sv/Gy， $C_{KH}^*=1.19$ ；

根据科室介入手术工作量，医生累计受照射时间最长为 20h，由于手术过程中手术医师随时在活动，其腕部不会一直处于受照射位置不动，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 时间手术医师在受照位置进行插入导管等操作，此时医师腕部受铅防护手套（0.025mm 铅当量）保护；②预计在剩余透视时的 4/5 时间内手术医师在手术床侧的其他位置，此时腕部未处于受照位置，腕部受到铅防护手套（0.025mm 铅当量）和铅悬挂防护屏（0.5mm 铅当量）的保护。

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）附录 B 中 B.1.2 内容：在进行皮肤当量剂量评价时，对不均匀照射的皮肤，应用 1cm² 面积上的平均皮肤吸收剂量来代表该处的皮肤吸收剂量。

本项目射线装置可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式。因此算得主刀医生使用 DSA 时腕部皮肤当量剂量最大为 37.74mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.21 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，也满足本项目对于辐射工作人员四肢（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。

（二）CT

本项目 CT 为滑轨 CT（可移动），主要是配合 DSA 进行介入辅助影像检查，DSA 机房内患者需要 CT 扫描检查时，可通过滑轨经三联防护门将 CT 移动到 DSA 机房预定位置，CT 扫描检查完成后返回 CT 机房。在常规情况下，也可作为正常 CT 进行放射影像检查。

由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，对比本项目 DSA 机房和 CT 机房，CT 机房的最长侧墙体仍比 DSA 机房最短侧墙体短，因此，本次保守考虑 CT 曝光均在 CT 机房内进行，各关注点位置见下图 11-2。



图 11-2-1 CT 机房各关注点位置图（平面）

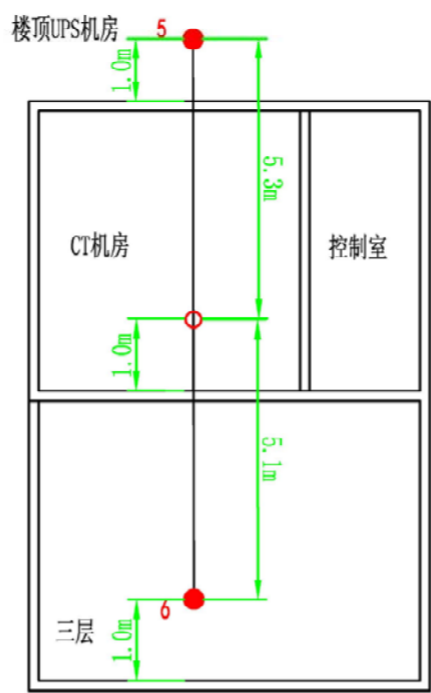


图 11-2-2 CT 机房各关注点位置图（剖面）

本项目 CT 额定管电压为 140kV，由于 CT 自身带有屏蔽系统，机房周围主要受泄漏辐射影响，参考《医用 X 射线治疗放射防护要求》（GBZ131-2017），当 X 射线管额定电压 $\leq 150\text{kV}$ 时，距 X 射线管焦点 1m 处的 X 射线源组件泄露辐射不超过 1mGy/h ，根据《辐射防护导论》表 3.5，保守考虑取 150kV 宽束 X 射线铅当量层 0.96mm。各侧屏蔽墙体的辐射剂量率计算结果见表 11-7。

表 11-7 CT 机房屏蔽体外辐射剂量率计算表

序号	屏蔽体	屏蔽材料	铅当量厚度 (m)	辐射源点至屏蔽体外 30cm 处 距离(m)	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年出束时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
1	东							
2	南							
3	西							
4	北							
5	楼上	12cm 硫酸钡+2mm	5.20	5.5	$1.05\text{E-}02$	87.5	1/4	$5.01\text{E-}04$

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定期维护射线装置，制定和执行介入检查的质量保证计划。

(2) 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。

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、CT 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧和氮氧化物。项目产生的臭氧和氮氧化物通过机房排风管道（DSA 机房排风量不小于 920m³/h，CT 机房排风量不小于 760m³/h）引至 3 号楼楼顶排出，排风口距离地面 22.5m，经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

三、水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和少量医疗废水。生活污水和少量医疗废水先经医院污水处理站处理，在医院污水处理站预处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准后，外排市政污水管网后排入乐山市第二污水处理厂，处理达标后排入泊滩堰，最终汇入岷江，能够满足相关要求。

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，每年固体废物产生量约为 3.0t。这些医疗废物应严格按照国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医疗废物暂存间，统一收集后交由有资质的单位处置。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院拟按照当地管理部门要求，由市政环卫部门收集清运处置。

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。

五、声环境影响分析

本项目 DSA 机房噪声源主要为风机噪声。医院拟采用低噪音风机，其噪声值不超过 65dB (A)，且设备均处于楼顶，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对外界声环境影响较小。

事故影响分析

一、事故等级判断依据

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

表 11-9 辐射事故分级一览表

类别	分级标准
特别重大辐射事故	Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（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。
较大辐射事故	Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系见下表 11-9：

1、骨髓型急性放射病的诊断：一次或短时间（数日）内分次受到总剂量为 1Gy~10Gy 的全身均匀或比较均匀的电离辐射照射。

表 11-10 骨髓型急性放射病初期临床反应及受照射剂量范围参考值

分度	初期表现	照射后 1d~2d 淋巴细胞绝对数最低值 $\times 10^9/L$	受照射剂量范围参考值 Gy
轻度	乏力、不适、食欲减退	1.2	1.0~2.0
中度	头昏、乏力、食欲减退、恶心，1h~2h 后呕吐、白细胞数短暂上升后下降	0.9	2.0~4.0
重度	1h 后多次呕吐，可有腹泻，腮	0.6	4.0~6.0

	腺肿大，包细胞数明显下降		
极重度	1h 内多次呕吐和腹泻、休克、腮腺肿大，包细胞数急剧下降	0.3	6.0~10.0

2、肠型急性放射病的诊断：一次或短时间（数日）内分次接受总剂量为 1Gy~50Gy 的全身均匀或比较均匀的电离辐射照射。

表 11-11 肠型急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

分度	初期表现	受照射剂量范围参考值 Gy
轻度	受照射后 1h 内出现严重恶心、呕吐；1d~3d 内出现腹泻稀便、血水便；经 3d~6d，假愈期后上述症状加重为极期开始，可伴有水样便或血水便，发热。	10~20
重度	受照射后 1d 内出现频繁呕吐，难以忍受的腹痛，严重血水便，脱水，全身衰竭，低体温。继之剧烈呕吐胆汁样或咖啡样物，严重者于第二周在血水便或便中混有脱落的肠黏膜组织，大便失禁，高热。	20~50

3、脑型急性放射病的诊断：一次或短时间（数日）内分次接受 >50Gy 的全身均匀或比较均匀的电离辐射照射。

受照射剂量为 50Gy~100Gy，病程为 2d 左右，受照射后出现站立不稳、步态蹒跚等共济失调现象，定向力和判断力障碍，肢体或眼球震颤，强直抽搐，角弓反张等征象。如受照剂量>100Gy，则受照射后意识丧失，瞳孔散大，大小便失禁，休克，昏迷，很快死亡，病程经过仅为数小时。

二、事故类型

根据污染源分析，射线装置主要环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射，射线装置只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，III 类射线装置能量较低、辐射范围小、操作风险较小，属于低危险等级，因此，本次只分析 II 类射线装置 DSA 的事故情况。本项目可能发生的辐射事故如下：

（一）医护人员开展介入治疗时，未穿防护服进行手术操作受到射线照射。

（二）射线装置透视过程中，公众在机房内停留受到射线照射。

三、事故后果计算

（1）医护人员开展介入治疗时，未穿防护服进行手术操作受到射线照射

本事故状态下，医护人员在未防护情况下进行手术，人员处于 DSA 射线束侧向。

时间取单台手术透视最长出束时间 10min。根据计算，事故状态下，人员受照剂量见表 11-11。

表 11-11 情况一的人员受照剂量计算表

人员	射线源（靶点） 到关注点距离	事故状况	事故状态曝光参数	居留位置剂量 (mSv/次)
职业				

根据表 11-11 的计算结果来看，计算数值并未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员年受照射剂量 20mSv/a 的限值，不构成一般辐射事故。

（2）射线装置透视过程中，公众在机房内停留受到射线照射。

事故状态下，人员处于 DSA 射线束侧向。时间取单台手术透视最长出束时间 10min。根据计算，事故状态下，人员受照剂量见表 11-12。

表 11-12 情况二的人员受照剂量计算表

人员	射线源（靶点） 到关注点距离	事故状况	事故状态曝光参数	居留位置剂量 (mSv/次)
公众				

根据表 11-12 的计算结果来看，计算数值未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众年受照射剂量 1mSv/a 的限值，不构成一般辐射事故。

本项目 DSA 床头以及控制台拟安装“紧急止动”按钮，此外，在对病人进行就诊时，医生应严格按照操作规范进行操作，发生辐射事故时，应立即启动应急预案。

四、事故防范与应急措施

（一）事故防范措施

为了杜绝辐射事故的发生，建设方应严格执行以下风险预防措施：

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

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

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

4、医院所有辐射工作人员需参加辐射安全与防护学习，并考核合格后上岗。

（二）事故应急措施

如果出现人员误入射线装置机房或射线装置失控，应立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源（如立即启动“紧急制动开关”），停止 X 射线的产生，保护好事故现场，立即启动应急预案，并对受误照射人员进行医学诊断和观察。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

乐山市人民医院已成立了放射防护与辐射安全管理委员会，成员组成见表 12-1。

表 12-1 辐射安全与放射防护管理委员会成员组成表

职务	人员
主任委员	***
副主任委员	***
成员	***

放射防护与辐射安全管理委员会全面负责医院的放射诊疗管理工作及相关工作，职责包括：①代表医院履行管理职能，指导、监督科室和操作人员做好分层管理，安全使用工作；②宣传贯彻国家相关的法律、法规、方针、政策。定期、不定期对全院辐射安全与环境进行检查，同时接受相关上级主管部门的监督、检查和指导工作；③根据国家和上级行政管理部门有关规定，建立完善医院辐射安全与环境保护管理工作规章制度，并监督执行；④监督指导医院使用射线装置、放射源和非密封放射性物质的审批准入，定期对其安全防护设施检查和维护，保障医院使用核技术的安全；⑤组织安排医院使用射线装置、放射源和非密封放射性物质的工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考试；⑥严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，定期对医院使用射线装置、放射源和非密封放射性物质的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案；⑦定期对医院使用射线装置、放射源和非密封放射性物质的机房和场所进行环境监测，并建立辐射环境监测档案；⑧根据《辐射安全许可证》的相关管理规定，应协助工程实施部门对新建和改建使用射线装置、放射源和非密封放射性物质及时变更；⑨对射线装置、放射源和非密封放射性物质使用工作中出现的问题和事故及时提出处理意见。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修改）（环境保护部第 3 号令）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）以及《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 版）》（川环函（2025）616 号）的相关管理要求，射线装置的使用单位应当具备有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。医院需要制定的列于表 12-1。

表 12-1 管理制度汇总对照表

序号	检查项目	落实情况
1	场	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
1		勿 崗
2		

医院需根据具体实践过程中出现的问题对规章的不足之处进行及时修订，以更适应后期运行需求，并且指定专门的人员监督各相关部门和人员对规章制度的执行情况。医院定期对设备操作人员进行培训，强化操作人员的辐射安全意识。

医院应根据使用放射性同位素和射线装置的情况，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。

一、档案分类

辐射安全档案资料包括以下八大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。

二、需上墙的规章制度

（一）《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。

（二）上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

三、人员培训

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019年 第57号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告2021年第9号）要求，医院承诺将尽快安排从事本项目DSA核技术利用活动的辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核，取得成绩合格单后方可从事辐射工作。今后培训时间超过5年的辐射工作人员，需进行再培训。

辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，建设单位应为辐射工作人员配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人剂量监测、工作场所及周围环境监测要求如下：

一、监测要求

辐射工作人员应按照国家规定配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备必要的监测仪器对工作场所和周围环境进行辐射监测。个人剂量仪应有足够的可

靠性、灵敏度和准确度。

二、个人剂量监测

本项目共有 46 名辐射工作人员，其中有 22 人为新增辐射工作人员，需配备个人剂量计，医院需将个人剂量计定期（每 90 天一次）送有资质的单位进行检定，并做好个人剂量管理的工作。

本项目建成投运后，医院还需做好以下个人剂量管理工作：①保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计。加强检测管理和辐射工作人员职业健康检查管理，保证每名辐射工作人员的个人剂量计每 90 天送有资质部门检测一次，做到专人专戴，做到定期送检；②建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案要终身保存；③当单个季度个人累积附加剂量超过 1.25mSv 时，医院要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，医院需进行原因调查，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；对于单年剂量超过 50mSv 或连续 5 年年剂量超过 20mSv 标准的，立即暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，同时进行原因调查，若构成辐射事故，医院应当立即启动辐射事故应急预案。其检测报告及有关调查报告应存档备查。

三、辐射工作场所监测要求

（一）监测项目：X- γ 辐射剂量率。

（二）监测频度：建设单位需委托有监测资质的单位在项目正式投运前开展验收监测，并在投运后每年定期开展年度监测，监测报告附到年度评估报告中，于每年 1 月 31 日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）；医院每季度自行监测一次，确保设备正常运行、屏蔽措施到位和环保措施正常运行。

（三）监测范围：DSA 机房、CT 机房防护门及缝隙处，控制室、观察窗等以及机房四周屏蔽墙外（包括楼下及楼上区域）、机房电缆线、通排风口等穿墙管线孔处。

（四）监测设备：X- γ 辐射剂量率仪。

（五）监测布点及数据管理：监测布点应与验收监测布点一致，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

（六）监测质量保证

制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门或者有监测资质单位的监测数据与医院的监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案。

表 12-2 监测计划一览表

项目	工作场所	监测项目	监测范围	监测频次	监测设备
自主 监测					剂 ：
委托 监测					剂 ：
					剂 ：
					计

四、竣工环保验收

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。建设项目正式投产运行前，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）的要求，由建设单位或其委托的有能力的技术机构编制本项目的竣工环境保护验收监测报告表，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）为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，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、验收监测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）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建设项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

③竣工验收监测报告表编制完成后 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。建设单位公开上述信息的同时，应当向所在地生态环境局报送相关信息，并接受监督检查。

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止的时间。

验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”（“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”已于 2017 年 12 月 1 日上线试运行，网址为 <http://47.94.79.251>），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。

辐射事故应急

一、医院已成立放射防护和辐射安全事故应急指挥中心，全面负责医院的辐射事故应急工作。

二、为了加强对辐射工作场所的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院已制定了《乐山市人民医院放射防护和辐射安全事故应急处置预案》。该应急预案包括：应急组织结构，应急职责分工，辐射事故的应急响应工作程序（事故处理程序，事故处置措施，现场调查和监测，监测分析与诊断鉴定，应急联络电话）。医院应做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备，并将本项目射线装置纳入应急适用范围。辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期组织演练。

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

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：乐山市人民医院高新院区新增 DSA 及 CT 复合手术室核技术利用项目

建设单位：乐山市人民医院

建设性质：改建

建设地点：四川省乐山市高新区惠安路 639 号乐山市人民医院高新院区 3 号楼（医技楼）4 楼

本次评价内容及规模为：在本项目拟将手术室 02、手术室 03 及其配套用房经辐射防护工程改造后，建设成一间复合手术室，包含 1 间 DSA 机房、1 间 CT 机房以及配套的功能用房。在 DSA 机房内新增 1 台东软 NeuAngio43C 型 DSA（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA）进行介入治疗手术，属于Ⅱ类射线装置；在 CT 机房内新增 1 台东软 NeuViz Prime Vita 型 CT（最大管电压 140kV，最大管电流 667mA）用于隔室影像检查，属于Ⅲ类射线装置。

二、产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目使用 DSA 及 CT 为医院医疗基础建设内容，属于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、本项目选址及平面布局合理性分析

本项目位于医院内，机房位置相对独立且人流较少，方便病人治疗，降低了公众受到照射的可能性，周围无环境制约因素。产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理约束值的要求，同时 50m 评价范围内无自然保护、风景名胜区和生态保护红线等生态敏感目标。本评价认为其选址和平面布置是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

本项目复合手术室拟建地监测点位（室内）的 X- γ 辐射剂量率范围在 $0.083\mu\text{Gy}/\sim 0.096\mu\text{Gy}$ （即 $83\text{nGy}/\sim 96\text{nGy}$ ），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 P34 中 2024 年全省辐射环境自动站环境 γ 辐射剂量率年均值分布示意图中乐山市年均值范围 $70.0\text{nGy}/\text{h}\sim 100\text{nGy}/\text{h}$ 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）辐射环境影响分析

经计算，在正常工况下，对辐射工作人员造成的附加有效剂量低于 $5\text{mSv}/\text{a}$ 的职业人员剂量约束值；对公众造成的附加有效剂量低于 $0.1\text{mSv}/\text{a}$ 的公众人员剂量约束值。

（二）大气的环境影响分析

项目产生的臭氧和氮氧化物通过机房排风管道（DSA 机房排风量不小于 920m^3 ，CT 机房排风量不小于 $760\text{m}^3/\text{h}$ ）引至 3 号楼楼顶屋面排出，排风口距离地面 22.5m ，经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

（三）废水的环境影响分析

生活污水和少量医疗废水先经医院污水处理站处理，在医院污水处理站预处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准后，通过市政管网，经乐山市第二污水处理厂处理达标后排入泊滩堰，最终汇入岷江，能够满足相关要求。

（四）固体废物的环境影响分析

项目采用数字显影技术，诊断及治疗过程中不使用显影液、定影液和胶片，不会产生废显影液、废定影液、废胶片；手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾等医用辅料采用专门的收集容器集中回收后，严格按国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医疗废物暂存间，统一收集后交由有资质的单位处置。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

本项目产生的固体废物经妥善处理地对周围环境影响较小。

（五）声环境影响分析

本项目 DSA 机房噪声源主要为风机噪声。医院拟采用低噪音风机，其噪声值不超过 65dB（A），且设备均处于楼顶，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，对外界声环境影响较小。

六、事故风险与防范

医院应按要求制订全面、可行的安全规章制度和辐射事故应急预案，并认真贯彻实施，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

医院设计的环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的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、医院辐射安全管理综合能力

医院已设置专门的辐射安全管理机构，并明确责任，辐射工作人员配置合理，同时按要求制定辐射事故应急预案与安全规章制度；医院环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对本次 DSA 及 CT 医用辐射设备和场所而言，医院在一一落实设计的环保设施和相关法律法规要求后，医院具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

建设单位和医院在采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在乐山市高新区惠安路 639 号乐山市人民医院高新院区 3 号楼（医技楼）4 楼进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

建议

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

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

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

承诺

(1) 医院在办理辐射安全许可证前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对医院所用射线装置的相关信息填写。

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

(3) 建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）的要求，由建设单位或其委托的有能力的技术机构编制本项目的竣工环境保护验收监测表，建设单位应当根据监测调查结论，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，通过验收。

(4) 接受生态环境主管部门的监督检查。

项目竣工验收检查内容

根据《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》（国务院 682 号令），工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。项目投入运行后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 环境保护设施验收一览表

项目	环保设施（措施）
辐射屏蔽措施	
安全装置	
警示装置	
个人防护用品	

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：	
经办人：	单位盖章
	年 月 日

审批意见：	
经办人：	单位盖章
	年 月 日