

核技术利用建设项目  
新增数字减影血管造影机（DSA）项目  
环境影响报告表  
(公示本)

成都市新津区中医医院

2024 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目  
新增数字减影血管造影机（DSA）项目  
环境影响报告表

建设单位：成都市新津区中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：成都市新津区中医医院

邮政编码：611400

联系人：\*\*\*\*

电子邮箱：/ 联系电话：\*\*\*\*\*

## 目录

表 1 项目基本情况 .....	1
表 2 放射源 .....	17
表 3 非密封放射性物质 .....	17
表 4 射线装置 .....	18
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	18
表 6 评价依据 .....	19
表 7 保护目标与评价标准 .....	21
表 8 环境质量和辐射现状 .....	24
表 9 项目工程分析与源项 .....	29
表 10 辐射安全与防护 .....	35
表 11 环境影响分析 .....	48
表 12 辐射安全管理 .....	64
表 13 结论与建议 .....	70

**附件:**

- 附件 1 委托书;
- 附件 2 事业单位法人证书
- 附件 3 设备参数确认函
- 附件 4 辐射安全许可证副本;
- 附件 5 成都市环境保护局关于新津县土地储备中心新津县中医医院项目环境影响报告书审查批复
- 附件6 成都市新津县国有资产投资经营有限责任公司新津县中医医院项目竣工环境保护验收意见
- 附件 7 医疗废物处置协议
- 附件 8 2023 全年辐射工作人员个人剂量检测结果
- 附件 9 建设项目选址意见书
- 附件 10 《关于新津县中医医院建设项目和新津县妇幼保健建设项目选址情况的说明》（新规划报[2015]10 号）
- 附件 11 本项目辐射环境监测报告

**附图:**

- 附图 1 本项目地理位置图
- 附图 2 项目院区平面布置及外环境关系图
- 附图3 本项目DSA手术室所在楼层平面布置图
- 附图 4 DSA 手术室平面布置图
- 附图 5 本项目 DSA 手术室楼上整层楼平面布局图
- 附图 6 本项目 DSA 手术室楼下整层楼平面布局图
- 附图 7 本项目 DSA 手术室通排风图
- 附图 8 本项目 DSA 手术室辐射安全防护措施示意图
- 附图 9 本项目 DSA 手术室控制区监督区示意图
- 附图10 本项目DSA手术室人流物流示意图
- 附图 11 本项目 DSA 手术室屏蔽设计剖面图

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增数字减影血管造影机（DSA）项目				
建设单位		成都市新津区中医医院				
法人代表		曹大春	联系人	***	联系电话	***
注册地址		成都市新津区普兴街道西创大道 1389 号				
项目建设地点		成都市新津区普兴街道西创大道 1389 号成都市新津区中医医院 1 楼放射科 DSA 手术室				
立项审批部门		—		批准文号	—	
建设项目总投资（万元）		500	项目环保投资（万元）	50.1	投资比例	10.02%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m <sup>2</sup> )	179.52
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
其他	无					
项目概述						
<h3>一、建设单位情况</h3> <p>成都市新津区中医医院院始建于 1950 年，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、急救为一体的国家三级乙等中医医院。医院分为“两区一中心四分院”，即五津街道模范街院区、天府新区普兴院区、百溪堰湿地公园治未病</p>						

中心，花源、花桥、普兴、五津街道四个医共体分院。医院占地近 100 亩，建筑面积 6 万多平方米，编制床位 580 张，开放床位 660 张。医院人才实力雄厚，拥有在职职工 630 余人，其中卫技人员 560 人，中高级职称 238 人，研究生以上学历 46 人，省、市级名医及省、市区学科带头人 18 名。

医院设有 38 个临床和医技科室，其中省级重点中医专科 4 个，市级重点中医专科 5 个，市级重点临床学科 1 个。医院设有中医药、外科、呼吸内科、眼耳鼻喉科、医学影像、健康体检、康复医学、老年医学、皮肤病性病医学、治未病 10 个区级质控中心工作，为全区医疗工作高质量发展提供坚强保障。

成都市新津区中医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[25149]，许可的种类和范围为：使用 III 类射线装置；有效期至 2026 年 10 月 18 日。

### （一）任务由来

近年来，随着医学实践的不断深入，介入放射学发展迅猛，已经成为了介于内、外科之间，集医学影像学和临床治疗学于一体的新兴学科。因其对疾病的便捷、微创和无可替代的优势。为进一步满足成都市新津区中医医院的诊疗需求，拓展其医疗服务能力，医院决定将成都市新津区中医医院 1 楼放射科 1 间阅片室、2 间 DR 室、病人通道改建为本项目 DSA 手术室及其辅房，并在 DSA 手术室内新增 1 台数字减影血管造影机（DSA）。建设单位拟为 DSA 手术室配备 7 名辐射工作人员，主要用于开展心内科、神经外科的介入手术。

### （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》（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《关于调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》（2019年2号），本项目应报成都市生态环境局审查批准。

成都市新津区中医医院委托四川中环康源卫生技术服务有限公司编制该项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。四川中环康源卫生技术服务有限公司接受本项目环境报告表编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地环境条件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，就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）环境影响评价报告信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取生态环境主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公众参与公开力度，依据国家生态环境部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》的规定，结合四川省生态环境厅要求，建设单位在向生态环境主管部门提交建设项目环境影响报告表前，应依法主动公开建设项目环境影响报告表全本信息。

根据以上要求，医院于2024年5月6日在成都市新津区中医医院官网上对《新增数字减影血管造影机（DSA）项目》的环境影响报告表进行了全文公示。

公示网址（）及截图如下：

图1-1 公示截图

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

#### (四) 本项目建设内容

##### 1、工程概况

项目名称：新增数字减影血管造影机（DSA）项目

建设单位：成都市新津区中医医院

建设性质：改建

建设地点：成都市新津区普兴街道西创大道 1389 号成都市新津区中医医院  
1 楼放射科 DSA 手术室

##### 2、工程建设内容及规模

成都市新津区中医医院综合楼（地面 12 层，地下 1 层）一层北侧拟将放射科 1 间原阅片室、放射科办公室（原设计为 DR 室 3）、库房（原设计为 DR 室 2）、原病人通道改造为 DSA 手术室及其辅房，并在 DSA 手术室内安装使用 1 台数字减影血管造影机（DSA，厂家：西门子，型号 Artis Zee Ceiling，II 类射线装置，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA）。

根据院方预计，项目投入运营后，该台 DSA 年手术量约 800 台（其中心内科 400 台、神经外科 400 台），心内科每台手术人均拍片 1.5min、透视 15min；神经外科拍片 1min，透视 12min，本项目 DSA 年曝光时间累计约 196.7h（拍片 16.7h，透视 180h），曝光方向由下而上。

##### DSA 手术室改造：

##### 墙体改造：

四周墙体：本项目拟拆除放射科办公室（初期设计为 DR3）、库房（初期设计为 DR2）之间的 370mm 实心砖墙，并在其东侧新增一道 200mm 空心砖墙，利用原有西侧、北侧、南侧 370mm 实心砖墙以此隔出 DSA 手术室，为增加本项目 DSA 手术室的屏蔽性能，医院在 370mm 实心砖墙的基础上，涂抹 20mm 硫酸钡水泥涂层；新增 200mm 空心砖墙涂抹 60mm 硫酸钡水泥涂层。

楼顶：DSA 手术室顶部在原有 100mm 混凝土的基础上，利用镀锌膨胀螺栓、镀锌钢管固定角钢及槽钢，并在其上方铺设 2mm 铅板，最后采用主龙骨吊件、呆栓吊杆、主龙骨、V 次龙骨制作框架，利用三角龙骨钩其下方采用铝扣板进行表面装修。

**地面：**DSA 手术室地面在原有 120mm 混凝土的基础上，均匀涂抹 40mm 硫酸钡水泥，随后进行回填，并铺设 2mm 抗菌地胶。

**其他区域：**将阅片室新增空心砖墙，以此隔断控制室、男更衣室、女更衣室；将病人通道新增空心砖墙，以此隔断换鞋区、卫生淋浴、医生值班休息室、设备间、污物暂存间、缓冲间；将放射科办公室东侧剩余区域新增隔断，改造为谈话室与导管室。

#### **门窗改造：**

**东侧：**将新增 200mm 空心砖墙上预留 2 个宽 900mm×高 2100mm 门洞，并利用门洞安装 1 扇防护门（平开门，内衬 4mm 铅板，导管室防护门和谈话间防护门）。

**南侧：**拆除原有防护门，并填补原有门洞。

**西侧：**建设单位新增 1 个宽 1500mm×高 2100mm 门洞，利用门洞安装 1 扇防护门（推拉门，内衬 4mm 铅板，控制室防护门）；新增 1 个宽 1400mm×高 1600mm 窗洞（距地 900mm），利用窗洞安装 1 扇铅观察窗（20mm 铅当量）。

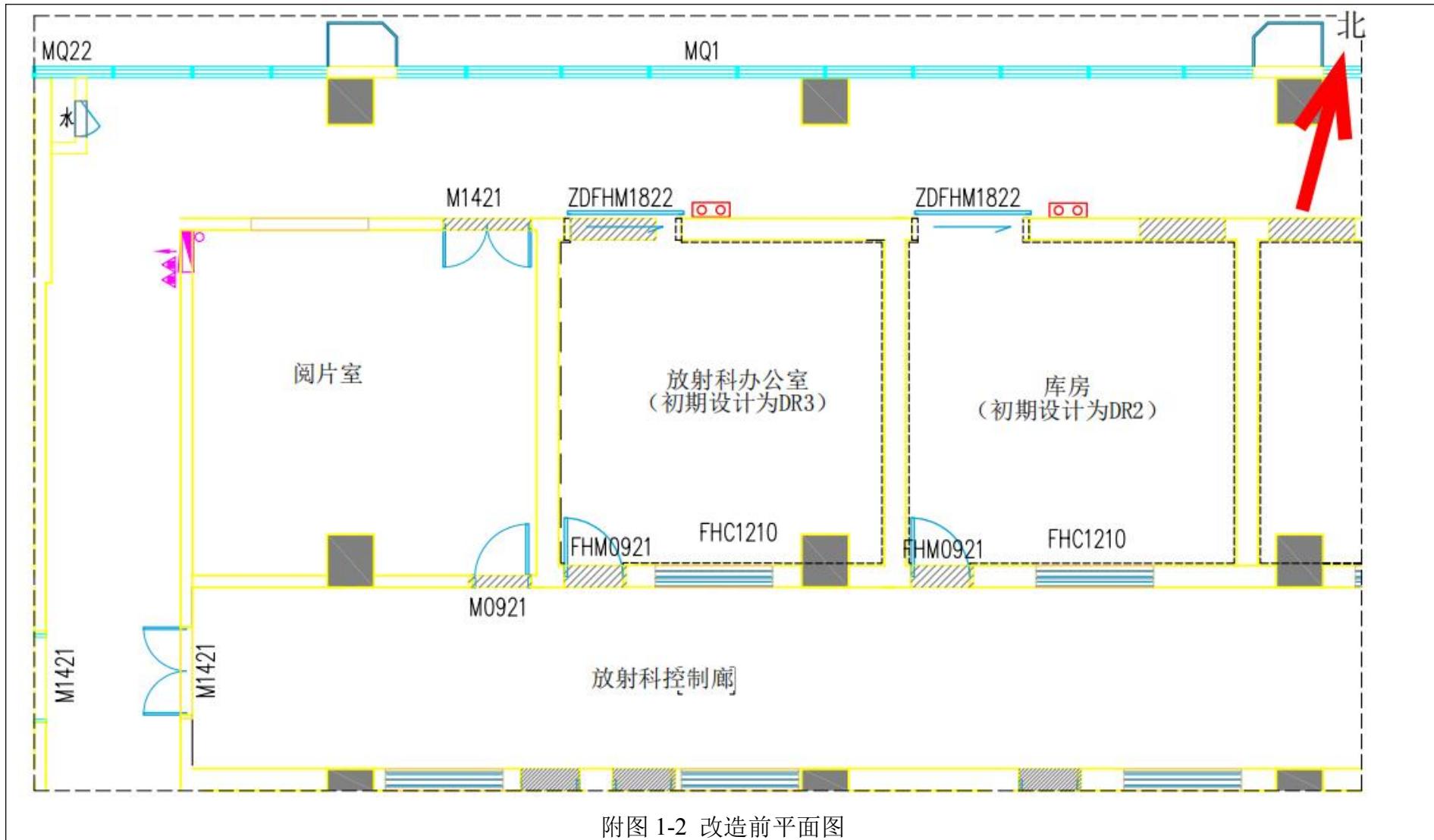
**北侧：**建设单位将原阅片室-病人通道门拆除后，将其门洞改建为宽 900mm×高 2100m 的门洞，另在 DSA 手术室中部新增 1 个宽 900mm×高 2100m 的门洞和 1 个宽 1800mm×高 2100m。建设单位利用宽 900mm×高 2100mm 的门洞安装 2 扇防护门（平开门，内衬 4mm 铅板，分别为设备间防护门和污物暂存间防护门）；利用宽 1800mm×高 2100mm 的门洞安装 1 扇防护门（推拉门，内衬 4mm 铅板，缓冲间防护门）。

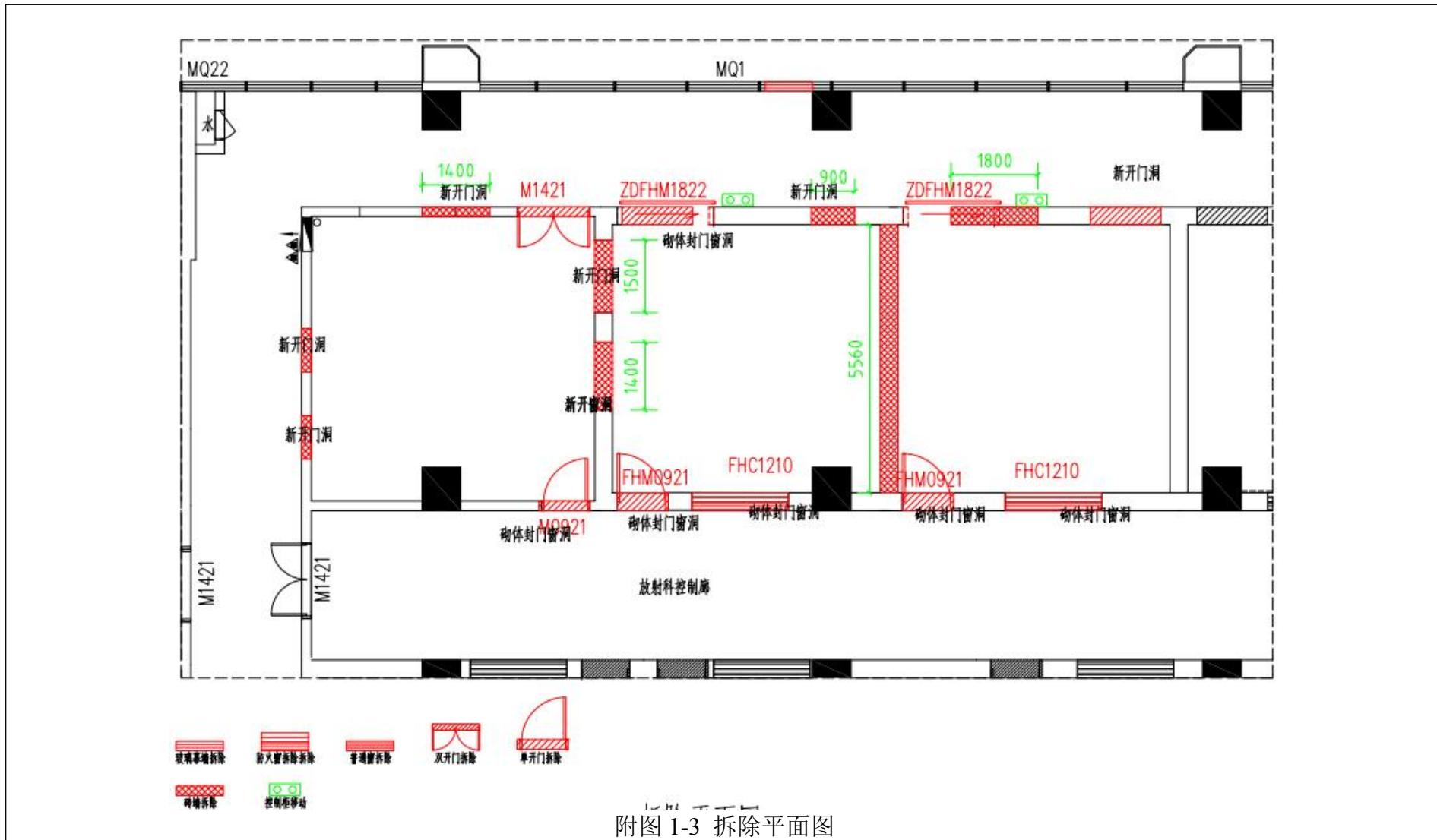
防护门门边均采用铅板进行包裹，窗边采用铅板与硫酸钡进行包裹。

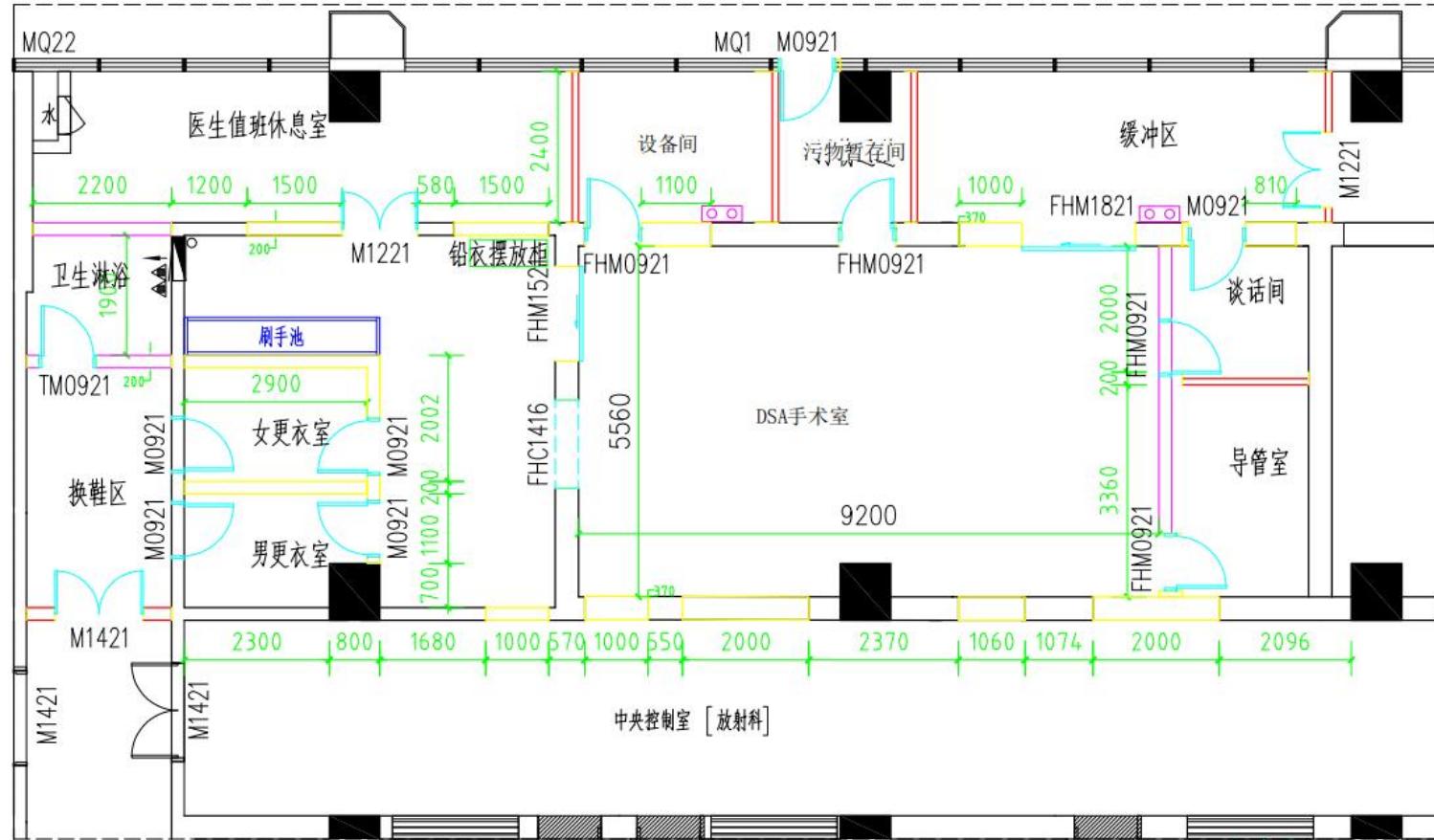
#### **通排风系统及电缆沟：**

电缆线穿孔位置采用铅橡胶套进行封堵并加盖不锈钢盖板，避免漏射产生；本项目 DSA 手术室采用新风系统+排风系统进行通排风，医院拟拆除 DSA 手术室内原有管道，在 DSA 手术室内新增新风管道及排风管道，管道穿墙口位置利用 4mm 铅板包裹管道四周，因此通排风管道的设置不会影响屏蔽墙体的屏蔽效果。建设单位拟设置 2 个新风口，分别位于吊顶东部和西部；拟设置 1 个排风口，位于吊顶北部。

本项目改造前后及拆除平面图见图 1-2~1-4。







附图 1-4 改造后平面布置图

**项目建成后 DSA 手术室拟采用的防护条件：**DSA 手术室西侧、南侧、北侧墙体均采用 370mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥涂层；东侧采用 60mm 硫酸钡水泥涂层；楼顶采用 100mm 现浇混凝土+2mm 铅板；地面采用 120mm 现浇混凝土+40mm 硫酸钡水泥涂层。6 扇防护门均内衬 4mm 铅板，1 扇观察窗为 20mm 厚铅玻璃。

**项目改建后本项目辐射工作场所包括：**DSA 手术室的净空面积为 51.15m<sup>2</sup>（净空尺寸长 5.56m×宽 9.20m×高 4.0m，吊顶高 2.7m）。配套用房：谈话间（4m<sup>2</sup>）、导管室（6.72m<sup>2</sup>）、控制室（21.91m<sup>2</sup>）、男更衣室（5.22m<sup>2</sup>）、女更衣室（5.22m<sup>2</sup>）、换鞋区（8.74m<sup>2</sup>）、卫生淋浴间（4.37m<sup>2</sup>）、医生值班休息室（20.28m<sup>2</sup>）、设备间（6.72m<sup>2</sup>）、污物暂存间（4.8m<sup>2</sup>）、缓冲间（14.78m<sup>2</sup>）。

**表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表**

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	营运期
主体工程	<p>成都市新津区中医医院拟将综合楼（地面 12 层，地下 1 层）一层北侧放射科原阅片室、放射科办公室（原设计为 DR 室 3）、库房（原设计为 DR 室 2）、原病人通道改造为 DSA 手术室及其辅房，并在 DSA 手术室内安装使用 1 台数字减影血管造影机（DSA，厂家：西门子，型号 Artis Zee Ceiling，II 类射线装置，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA）。</p> <p>根据院方预计，项目投入运营后，该台 DSA 年手术量约 800 台（其中心内科 400 台、神经外科 400 台），心内科每台手术人均拍片 1.5min、透视 15min；神经外科拍片 1min，透视 12min，本项目 DSA 年曝光时间累计约 196.7h（拍片 16.7h，透视 180h），曝光方向由下而上。</p> <p>项目建成后 DSA 手术室拟采用的防护条件：DSA 手术室西侧、南侧、北侧墙体均采用 370mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥涂层；东侧采用 60mm 硫酸钡水泥涂层；楼顶采用 100mm 现浇混凝土+2mm 铅板；地面采用 120mm 现浇混凝土+40mm 硫酸钡水泥涂层。6 扇防护门均内衬 4mm 铅板，1 扇观察窗为 20mm 厚铅玻璃。</p> <p>DSA 手术室的净空面积为 51.15m<sup>2</sup>（净空尺寸长 5.56m×宽 9.20m×高 4.0m，吊顶高 2.7m）。</p>		X 射线 臭氧 噪声 医疗废物  噪声、扬尘、废水、固体废物
辅助工程	谈话间、导管室、控制室、男更衣室、女更衣室、换鞋区、卫生淋浴间、医生值班休息室、设备间、污物暂存间、缓冲间。		废水、固体废物
公用工程	垃圾房、污水处理站等、市政水网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统等依托医院已有工程。		
办公及生活设施	办公室、连廊等依托医院已有办公设施		生活垃圾
环保工程	①本项目工作人员和病人产生的生活污水和医疗废水依托成都市新津区妇幼保健院污水处理站（采用一级强化+二氧化氯	噪声、废水、固体	废水、固体

<p>消毒处理，处理能力 500m<sup>3</sup>/d，其中 250m<sup>3</sup>/d 为成都市新津区中医医院预留）处理达到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》(DB51/2311-2016)表 1 中“城镇污水处理厂”排放标准后排入杨柳河。</p> <p>②医疗废物暂存于北侧 1F 医疗废物暂存间，面积 80m<sup>2</sup>，医院已委托成都瀚洋环保实业有限公司(成都市医疗废物处置中心)进行处理。</p> <p>③办公、生活垃圾各楼层设垃圾桶，最后统一收集由市政环卫部门每日统一清运处置。</p> <p>④本项目 DSA 手术室采用新风系统+排风系统进行通排风，建设单位拟设置 2 个新风口，分别位于吊顶东部和西部；拟设置 1 个排风口，位于吊顶北部，排风量为 600m<sup>3</sup>/h，DSA 手术室的臭氧经通排风系统引至室外排放，经自然稀释后对环境影响较小。对环境影响较小。</p>	废物	废物
--	----	----

#### （四）主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	数量	来源	用途	备注
主要原辅材料	造影剂	400L	外购	造影使用	320mg I/ml
能源	电	1000kW·h/a	城市电网	机房用电	/
水资源	生活用水	100m <sup>3</sup> /a	城市生活用水管网	生活用水	/

碘克沙醇注射液：分子式 C<sub>35</sub>H<sub>44</sub>I<sub>6</sub>N<sub>6</sub>O<sub>15</sub>，分子量 1550.20，浓度为 320mg I/ml，渗透压为 290mosm/kg·H<sub>2</sub>O (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明液体。活性成分为碘克沙醇，辅料为氯化钙、氯化钠、氨丁三醇、依地酸钙钠，包装为中性硼硅玻璃输液瓶。残留有废弃造影剂的输液瓶将作为医疗废物处置。

#### （五）主要设备配置及技术参数

本项目拟使用的 DSA 安置在成都市新津区中医医院综合楼 1 楼。根据院方预计，本项目 DSA 主要用于心内科、神经外科的介入手术，预计年手术量约 800 台（其中心内科 400 台、神经外科 400 台），心内科每台手术人均拍片 1.5min、透视 15min；神经外科拍片 1min，透视 12min，本项目 DSA 年曝光时间累计约 196.7h（拍片 16.7h，透视 180h），曝光方向由下而上。

本项目设备参数及技术参数表见表 1-3。

表 1-3 本项目主要设备配置及主要技术参数

设备参数					
设备名称	DSA				
厂家及型号	西门子 Artis Zee Ceiling				
额定管电流	125				
额定管电压	1000				
过滤材料	检查床+床垫 固有过滤: 2.0mmAl X 球管 固有过滤: ≥2.1mmAl 准直器 固有过滤: ≥0.1mmAl; 附加过滤 0/0.1/0.2/0.3/0.6/0.9Cu 探测器外壳 固有过滤: ≥0.24mmAl 合计 固有过滤 4.44mmAl+附加过滤 0/0.1/0.2/0.3/0.6/0.9Cu				
使用场所	DSA 手术室				
DSA 出束情况					
手术科室	单台手术累计最长曝光时间		年手术台数 (台)	年最长出束时间 (h)	
	拍片	透视		拍片	透视
心内科	1.5min	15min	400	10	100
神经外科	1min	12min	400	6.7	80

### （六）劳动定员

建设单位拟为 DSA 手术室拟新增 7 名辐射工作人员，2 名主刀医师（心内科、神经外科各 1 名），助手医师 4 名（心内科、神经外科各 2 名）、1 名技师（放射科）。手术过程中，通常由 1 名主刀医师搭配 1 名副手医师进行手术，在极少数复杂手术时，由一名主刀医师搭配 2 名助手医师进行手术。

本项目 DSA 手术室医师均不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况；DSA 手术室技师在操作本项目 DSA 的同时兼岗其他射线装置的操作，因此对于本项目技师考虑剂量叠加。结合表 1-4 内不同模式下照射时间参数，本项目手术室各辐射工作人员预计受影响时间见表 1-5。

结合实际情况及院方描述，助手医师手术量并非完全均匀分配：

心内科：主刀医师每年至多进行 400 台手术，单名副手医师位于第二手术位至多进行 230 台手术，单名副手医师位于第三手术位至多进行 40 台手术；

神经外科：主刀医师每年进行 400 台手术，助手医师位于第二手术位至多进行 220 台手术，助手医师位于第三手术位至多进行 15 台手术；

本项目各手术室辐射工作人员预计受影响时间见表 1-4。

表 1-4 本项目辐射工作人员受影响情况一览表

位置	岗位	数量 (人)	单人年最大手术 台数(台)	年拍片时间 (h)	年透视时间 (h)
心内科					
第一手术位	主刀医师	1	400	10	100

第二手术位	助手医师	2	230	5.8	57.5
			40	1	10
神经外科					
第一手术位	主刀医师	1	400	6.7	80
第二手术位	助手医师	2	240	3.7	44
			40	0.25	3
技师					
控制室	技师	1	800	16.7	180

\*拍片过程中医护人员退到控制室防护门外。

本项目投入运营后，针对所有新增辐射工作人员，医院承诺要求其在上岗前通过辐射安全与防护考核，并为其建立职业健康档案以及个人剂量监测档案。届时若有非以上辐射工作人员的其他科室医生需参与放射治疗或介入手术，同样要求其取得辐射安全与防护考核合格证明，并为其建立剂量监测档案以及职业健康档案。

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

### （七）依托环保设施情况

本项目工作人员和病人产生的生活污水依托成都市新津区妇幼保健院污水处理站（采用一级强化+二氧化氯消毒处理，处理能力 500m<sup>3</sup>/d，其中 250m<sup>3</sup>/d 为成都市新津区中医医院预留）处理达到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》(DB51/2311-2016)表 1 中“城镇污水处理厂”排放标准后排入杨柳河。

DSA 手术室投运后预计将产生有少量废造影剂的输液瓶、废药棉、废纱布、废手套等医疗废物。治疗过程或手术过程中产生的医疗废物采用专门的收集容器集中处理后，先转运至 DSA 手术室西北侧污物处置间，待一天手术结束后，统一运往院区医废暂存间，定期委托有资质单位（成都瀚洋环保实业有限公司（成都市医疗废物处置中心），医疗废物处置协议见附件 7）定期处置。生活垃圾经院区垃圾收集房分类收集后交由市政环卫部门统一清运。综上，本项目产生的固体废物经妥善处理后对周围环境影响较小。

本项目产噪设备主要为通排风系统，排风系统声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。且风机等设备均位于送风房内，噪声源通过使用合理布局、使用低噪声设备、安装减震垫、建筑物隔声等措施降噪，对周围环境影响较小。

## **四、产业政策符合性**

根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年第7号令）相关规定，本项目的建设属于该指导目录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5款“医疗服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

## **五、项目选址、外环境关系及实践正当性分析**

### **（一）外环境关系分析**

#### **（1）医院外环境关系**

成都市新津区中医医院位于成都市新津区普兴街道西创大道 1389 号，东侧为规划道路，南侧为新蒲路，西侧为成都市妇女儿童中心医院；北侧为公共停车场。

#### **（2）本项目辐射工作场所外环境关系**

本项目 DSA 手术室实体屏蔽体外基本坐落于院区范围内，东侧 0~44m、44~50m 分别为综合楼（DR 室 1、病人通道、电梯厅、楼梯间、卫生间）、院区道路及绿化；南侧 0~50m 均为综合楼（放射科控制廊、CT 扫描室 1~2、病人通道、急诊科）；西侧 0~16m、16~46m、46~50m 分别为综合楼（控制室、男更衣室、女更衣室、换鞋区、电梯厅、卫生间）、院区道路及绿化、成都妇女儿童中心医院；北侧 0~3m、3~12m、12~50m 分别为综合楼（设备间、污物暂存间、缓冲间）、院区道路及绿化、康复中心。

医院外环境关系见附图 2。

### **（二）选址合理性分析**

根据新津县城乡规划管理局出具的《关于新津县中医医院建设项目和新津县妇幼保健建设项目选址情况的说明》（新规划报[2015]10号），本用地属于医疗卫生用地，本用地符合城市规划要求。成都市新津区中医医院已获得成都市环境保护局关于新津县土地储备中心新津县中医医院项目环境影响报告书审查批复（川环评审〔2020〕328号）及《成都市新津县国有资产投资经营有限责任公司新津县中医医院项目》竣工环境保护验收意见。

本项目利用2间初期设计为DR室及病人通道进行改造，建设单位拟拆除东侧墙体，并在其东部新增1道墙体，其余墙体均利用原有墙体进行改建为本项目DSA

手术室，在降低工程改造量的同时又避免了医院空间的浪费。

本项目仅为医院配套建设项目，新建 DSA 手术室为专门的辐射工作场所。本项目 50m 范围基本坐落于院区范围内，50m 范围内无居民楼、学校等敏感区；DSA 手术室拟设置在放射科，便于放射科的统一管理；医院为 DSA 手术室设有专用的病人通道，能对患者紧急展开救援。因此辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

### （三）实践正当性分析

本项目 DSA 主要用于医学诊断和治疗，可提高医院的放射治疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，且 DSA 运行过程中带来的辐射环境影响可以满足国家有关标准要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护“实践正当性”的要求。

## 六、原有核技术利用项目许可情况

### （一）原有辐射安全许可情况

医院已获得成都市生态环境局核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[25149]），许可种类和范围为：使用III类射线装置，有效期到 2026 年 10 月 18 日。具体许可项目见表 1-5。

表 1-5 医院已获许可使用的医用射线装置

序号	装置名称	规格型号	类别	工作场所	备注
1	数字化医用 X 射线摄影系统	PLX850 0C	III类	模范街院区 DR 放射室	已上证
2	医用诊断 X 射线机	PLD900 0A	III类	徐家渡院区门诊楼放射科特殊检查室 1：普兴院区放射科 1 楼	已上证
3	数字化医用 X 射线摄影系统	Optima XR642	III类	徐家渡院区门诊楼放射科 DR1 检查室：门诊一楼放射科	已上证
4	数字移动式 C 臂 X 射线机	PLX710 0A	III类	徐家渡院区住院楼手术室 1#、2#、3#手术室	已上证
5	高频移动式手术 X 射线机	PLX112 C	III类	徐家渡院区住院楼手术室 1#、2#、3#手术室	已上证
6	数字乳腺 X 射线机	Mega600 A	III类	徐家渡院区门诊楼放射科特殊检查室 2	已上证

7	X 射线计算机体层摄影系统	Ingenuity core 128	III类	徐家渡院区门诊楼放射科 CT 检查室	已上证
8	牙片机	RAY98 (W)	III类	徐家渡院区口腔科门诊：一楼口腔科门诊	已上证
9	飞利浦 X 射线计算断层摄影设备 (CT)	Brilliance e16	III类	模范街院区 CT 放射科	已上证
10	全数字化 X 射线摄像系统 (单板-DR)	DR-F	III类	模范街院区 DR 放射科	已上证
11	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备 (口腔 CT)	X-TREND	III类	徐家渡院区口腔科	已上证

成都市新津区中医医院许可使用11台III类射线装置，经核查建设单位《2023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》，未发现有辐射环境遗留问题，不存在辐射安全及辐射环境保护问题。同时，经建设单位证实，医院开展放射诊断工作截至目前未发生过辐射安全事故。

#### （二）辐射工作人员培训情况

成都市新津区中医医院目前登记有辐射工作人员59人，均属于操作III类射线装置的辐射工作人员，根据2020年3月生态环境部发布的《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部2021年第9号公告），针对原有仅从事III类射线装置使用工作的未持证辐射工作人员，医院已组织人员集中学习相关课件与视频课程，并从国家核技术利用辐射安全与防护培训平台题库中抽取对应科目考题编写试卷，组织未持证人员进行闭卷考核，并已对考核结果存档。

#### （三）辐射工作人员个人剂量情况

医院已为每名工作人员均配有个人剂量计，但因非所有辐射工作人员全年参与辐射工作场所工作，且部分人员为新入职或调岗，故部分人员部分季度未进行剂量监测。所有辐射工作人员最近4个季度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》（GB 18871-2002）中剂量限值情况。院方已根据辐射工作场所数量和辐射工作人员数量配备足够数量的防护用品。

#### （四）辐射工作人员体检情况

医院已对所有入职、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分档管理，目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检结果均合格。

## （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“2023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2023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。

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) 辐射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求。
- (4) 医院自从事放射诊疗和放射治疗工作以来，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	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
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—

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
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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、教学等各种用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机, 包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	医用血管造影 X 射线机	II类	1 台	西门子 Artis Zee Ceiling	125	1000	介入治疗	DSA 手术室	本次评价
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(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 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5 废弃物 (重点是放射性废弃物)

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
O <sub>3</sub>	气态	O <sub>3</sub>	/	少量	少量	少量	不暂存	环境大气
—	—	—	—	—	—	—	—	—

注: 1. 常规废弃物排放浓度, 对于液态单位为 mg/L, 固体为 mg/kg, 气态为 mg/m<sup>3</sup>, 年排放总量为 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/m<sup>3</sup>) 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01月01日(修订)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》(中华人民共和国主席令第六号, 2003年10月1日实施)；</p> <p>(4) 《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》(国务院令第682号, 2017年10月1日起施行)；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006年, 国家环境保护总局令第31号, 2008年12月6日经环境保护部令第3号修改, 2017年12月20日经环境保护部令第47号修改, 2019年8月22日经生态环境部令第7号修改, 2021年1月4日经生态环境部令 第20号修改)；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005年9月14日国务院第449号令发布, 2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》(国务院令第709号)对其进行了修改)；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第18号令)；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版) (生态环境部第16号令)；</p> <p>(9) 《四川省辐射污染防治条例》(四川省第十二届人大常委会通过, 2016年6月1日起实施)；</p> <p>(10) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》(环境保护部/国家卫生和计划生育委员会, 公告2017年第66号)；</p> <p>(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)；</p> <p>(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)。</p>
------	--

技术 标准	<p>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>6) 《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ 104-2017）；</p> <p>7) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）；</p> <p>8) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>9) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）。</p> <p>10) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T 244-2017）</p>
其他	<p>(1) 生态环境部(国家核安全局)《核技术利用监督检查技术程序》(2020年发布版)；</p> <p>(2)《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>(3)《关于印发&lt;四川省生态环境厅(四川省核安全管理局)辐射事故应急预案(2020版)&gt;的通知》(川环发[2020]2号)；</p> <p>(4)《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>(5)《委托书》；</p> <p>(6)医院提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。</p>

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》（HJ 10.1-2016）的有关规定，结合项目特点，确定本项目评价范围为：本项目 DSA 手术室实体防护墙体外 50m 内范围。				
二、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 本项目主要环境保护目标				
位置	方位、与辐射源最近距离	规模	类型	剂量约束值 (mSv/a)
周围及内部				
DSA手术室	/	7名辐射工作人员	辐射工作人员	5.0
导管室	东侧 最近6.9m			
控制室	西侧 最近3.5m			
设备间	北侧 最近3.2m			
谈话间	东侧 最近7.0m	10名/d	公众	0.1
放射科控制廊	南侧 最近4.1m	5名辐射工作人员（非本项目）	辐射工作人员（非本项目）	5.0
污物暂存间	北侧 最近3.2m	2人/d	公众	0.1
缓冲间	北侧 最近4.2m	15人/d	公众	0.1
楼上 内镜中心(2间肠镜检查室、肠镜治疗室)	楼上 最近4.5m	50名/d	公众	0.1
楼下 病案室	楼下 最近1.6m	2名/d	公众	0.1
其余区域				
位置	最近距离及其方位	规模	类型	剂量约束值 (mSv/a)
综合楼	四周、楼上、楼下，毗邻	1栋，地上12层，地下1层，进入50m范围的预计500名/d	公众	0.1
院区道路及绿化	东侧、西侧、北侧 最近3m	进入50m范围的预计100名/d	公众	0.1
成都市妇女儿童中心医院（道路）	西侧 最近46m	进入50m范围的预计20名/d	公众	0.1
康复中心	北侧 最近40m	进入50m范围的预计30名/d	公众	0.1

### 三、评价标准

本项目应执行的环境保护标准如下：

#### (一) 环境质量标准

1、大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录D其他污染物空气质量浓度参考限值；

2、地表水：地表水环境质量执行国家《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中III类水域标准；

3、地下水：《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水域标准；

4、声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）中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）及其修改单；《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表3“污水处理站周边大气污染物最高允许浓度”规定。

2、噪声：《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类；

3、医疗废水：《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表4中的医疗机构污泥控制标准；

4、医疗废物：本项目一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2020）中有关规定，医疗废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）和《医疗废物专用包装袋、容器和警示标志标准》（HJ/T421-2008）中的相关规定，污水处理站污泥执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表4医疗机构污泥控制标准相关要求。

#### (三) 剂量约束

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

**职业照射：**根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第4.3.2.1条的规定，对任何工作人员，由来自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。

**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  $1\text{mSv}$ 。

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  $0.1\text{mSv/a}$ ) 作为公众的年剂量约束值。

#### (四) 工作场所周围剂量率

参照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 有关规定, 在距离本项目 DSA 手术室屏蔽体外表面  $30\text{cm}$  处, 周围控制目标辐射剂量率应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

### 一、环境质量和辐射现状

成都市新津区中医医院位于成都市新津区普兴街道西创大道 1389 号，东侧为规划道路，南侧为新蒲路，西侧为成都市妇女儿童中心医院；北侧为公共停车场。

本项目 DSA 手术室拟设置在成都市新津区中医医院综合楼内，综合楼东侧为院区绿化及道路；南侧为院区绿化及道路；西侧依次为院区绿化及道路、成都市妇女儿童中心医院（道路）；北侧依次为院区绿化及道路、康复中心。

本项目 DSA 手术室拟设置在综合楼一楼放射科，DSA 手术室东侧以此为谈话间、导管室；南侧为放射科控制廊；西侧为控制室；北侧依次为设备间、污物暂存间、缓冲间。楼上为内镜中心（2 间肠镜检查室、肠镜治疗室）、楼下为病案室。

本项目现状见图 8-1。





图 8-1 现场照片

## 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- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量现状监测

本项目为使用 II 类射线装置，主要的污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域的辐射环境现状进行了评价。

为掌握项目所在地辐射水平,本次由四川中环康源卫生技术服务有限公司对本项目所在位置及周围的辐射环境进行了监测。监测报告见附件11,监测结果见表8-2。

#### 四、监测时间

监测日期: 2024年4月29日。

#### 五、监测外环境条件

环境温度: 20°C; 环境湿度: 53%; 天气状况: 阴。

#### 六、监测方法及监测仪器

表 8-1 监测方法及监测仪器一览表

监测因子	监测方法	监测仪器
X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)	仪器名称:便携式X-γ剂量率仪 仪器型号:BH3103B 仪器编号:YQ19032 能量响应范围:0.025MeV~3MeV 校准证书编号:校准字第202210001539号 校准单位:中国测试技术研究院 校准日期:2022年10月13日 有效日期:2023年10月12日

#### 七、监测质量保证

本次监测单位为四川中环康源卫生技术服务有限公司,具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书(证书编号:212303100255),并在许可范围内开展监测工作和出具有效的监测报告,保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证措施如下:

- ①根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)和项目实际情况制定监测方案及实施细则;
- ②严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作;
- ③监测仪器每年经过计量部门检定后使用;每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常;
- ④监测人员经考核并持有合格证书上岗;
- ⑤根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021),布设监测点位置和高度,兼顾监测技术规定和实际情况,监测结果具有代表性和针对性;
- ⑥监测时获取足够的数据量,以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理;

⑦建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

⑧检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

## 八、监测布点原则及监测点布置

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。

为了解本项目手术附近辐射水平，本项目在 DSA 手术室拟建址四周、正上方、正下方处布设了监测点位，以了解项目区域 X- $\gamma$  辐射剂量率背景。

本项目的监测结果列于表 8-2。

表8-2 DSA手术室内及周围X- $\gamma$ 辐射剂量率监测结果

编号	测量点位置	X- $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)	标准差 (nGy/h)	备注
1	**	**	**	室内
2	**	**	**	室内
3	**	**	**	室外
4	**	**	**	室外
5	**	**	**	室内
6	**	**	**	室内
7	**	**	**	室内
8	**	**	**	室内
9	**	**	**	室内
10	**	**	**	室内
11	**	**	**	室外
12	**	**	**	室外
13	**	**	**	室外
14	**	**	**	室外
15	**	**	**	室外

注：以上监测数据未扣除仪器宇宙射线响应值。

根据表 8-2：本项目所在区域的 X- $\gamma$  辐射背景值为 92.46 nGy/h ~ 137.08 nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量公报》中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果 (61.9nGy/h ~ 151.8nGy/h) 基本一致，属于当地正常

天然本底辐射水平。

## 九、小结

本项目监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；监测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。

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

通过现场勘查核实可知，综合楼主体框架及房间隔断工程已完成，主体建筑工程在已获得批复的院区环评中已进行分析，本项目施工期仅包括原有墙体拆除及改造、通风系统及电缆沟、防护工程、表面装修、机器安装和调试。

#### 墙体改造：

四周墙体：本项目拟拆除、放射科办公室（初期设计为 DR3）、库房（初期设计为 DR2）之间的 370mm 实心砖墙，并在其东侧新增一道 200mm 空心砖墙，利用原有西侧、北侧、南侧 370mm 实心砖墙以此隔出 DSA 手术室，为增加本项目 DSA 手术室的屏蔽性能，医院在 370mm 实心砖墙的基础上，涂抹 20mm 硫酸钡水泥涂层；新增 200mm 空心砖墙涂抹 60mm 硫酸钡水泥涂层。

楼顶：DSA 手术室顶部在原有 100mm 混凝土的基础上，利用镀锌膨胀螺栓、镀锌钢管固定角钢及槽钢，并在其上方铺设 2mm 铅板，最后采用主龙骨吊件、呆栓吊杆、主龙骨、V 次龙骨制作框架，利用三角龙骨钩其下方采用铝扣板进行表面装修。

地面：DSA 手术室地面在原有 120mm 混凝土的基础上，均匀涂抹 40mm 硫酸钡水泥，随后进行回填，并铺设 2mm 抗菌地胶。

其他区域：将阅片室新增空心砖墙，以此隔断控制室、男更衣室、女更衣室；将病人通道新增空心砖墙，以此隔断换鞋区、卫生淋浴、医生值班休息室、设备间、污物暂存间、缓冲间；将放射科办公室东侧剩余区域新增隔断，改造为谈话室与导管室。

#### 门窗改造：

东侧：将新增 200mm 空心砖墙上预留 2 个宽 900mm×高 2100mm 门洞，并利用门洞安装 1 扇防护门（平开门，内衬 4mm 铅板，导管室防护门和谈话间防护门）。

南侧：拆除原有防护门，并填补原有门洞。

西侧：建设单位新增 1 个宽 1500mm×高 2100mm 门洞，利用门洞安装 1 扇防护门（推拉门，内衬 4mm 铅板，控制室防护门）；新增 1 个宽 1800mm×高

900mm 窗洞（距地 900mm），利用窗洞安装 1 扇铅观察窗（20mm 铅当量）。

北侧：建设单位将原 DR 室 3 防护门拆除后，将其门洞改建为宽 900mm×高 2100m 的门洞，另在 DSA 手术室中部新增 1 个宽 900mm×高 2100m 的门洞和 1 个宽 1800mm×高 2100m。建设单位利用宽 900mm×高 2100mm 的门洞安装 2 扇防护门（平开门，内衬 4mm 铅板，分别为设备间防护门和污物暂存间防护门）；利用宽 1800mm×高 2100mm 的门洞安装 1 扇防护门（推拉门，内衬 4mm 铅板，缓冲间防护门）。

防护门门边均采用铅板进行包裹，窗边采用铅板与硫酸钡进行包裹。

#### 通排风系统及电缆沟：

电缆线穿孔位置采用铅橡胶套进行封堵并加盖不锈钢盖板，避免漏射产生；本项目 DSA 手术室采用新风系统+排风系统进行通排风，医院拟拆除 DSA 手术室内原有管道，在 DSA 手术室内新增新风管道及排风管道，管道穿墙口位置利用 4mm 铅板包裹管道四周，因此通排风管道的设置不会影响屏蔽墙体的屏蔽效果。建设单位拟设置 2 个新风口，分别位于吊顶东部和西部；拟设置 1 个排风口，位于吊顶北部。

**项目建成后 DSA 手术室拟采用的防护条件：**DSA 手术室西侧、南侧、北侧墙体均采用 370mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥涂层；东侧采用 60mm 硫酸钡水泥涂层；楼顶采用 100mm 现浇混凝土+2mm 铅板；地面采用 120mm 现浇混凝土+40mm 硫酸钡水泥涂层。6 扇防护门均内衬 4mm 铅板，1 扇观察窗为 20mm 厚铅玻璃。

**项目改建后本项目辐射工作场所包括：**DSA 手术室的净空面积为 51.15m<sup>2</sup>（净空尺寸长 5.56m×宽 9.20m×高 4.0m，吊顶高 2.7m）。配套用房：谈话间（4m<sup>2</sup>）、导管室（6.72m<sup>2</sup>）、控制室（21.91m<sup>2</sup>）、男更衣室（5.22m<sup>2</sup>）、女更衣室（5.22m<sup>2</sup>）、换鞋区（8.74m<sup>2</sup>）、卫生淋浴间（4.37m<sup>2</sup>）、医生值班休息室（20.28m<sup>2</sup>）、设备间（6.72m<sup>2</sup>）、污物暂存间（4.8m<sup>2</sup>）、缓冲间（14.78m<sup>2</sup>）。

**设备安装调试期间的环境影响分析：**本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时建设单位须加强辐射防护管理，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 手术室内进行，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。

施工期和安装调试期环境影响示意图见图 9-1。

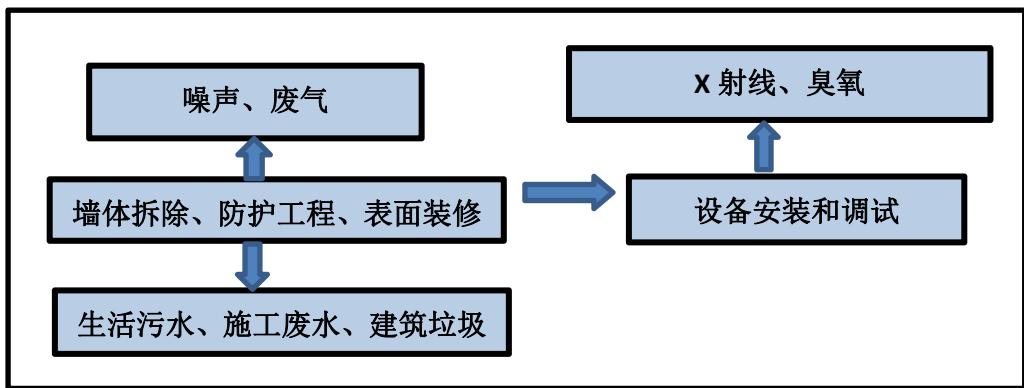


图9-1 本项目施工期环境影响示意图

## 二、营运期污染源项分析

### (一) 设备组成

本项目辐射工作场所由 DSA 手术室、谈话间、导管室、控制室、男更衣室、女更衣室、换鞋区、卫生淋浴间、设备间、污物暂存间、缓冲间构成。

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

### (二) 工作原理

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

X 射线装置原理见图 9-2。

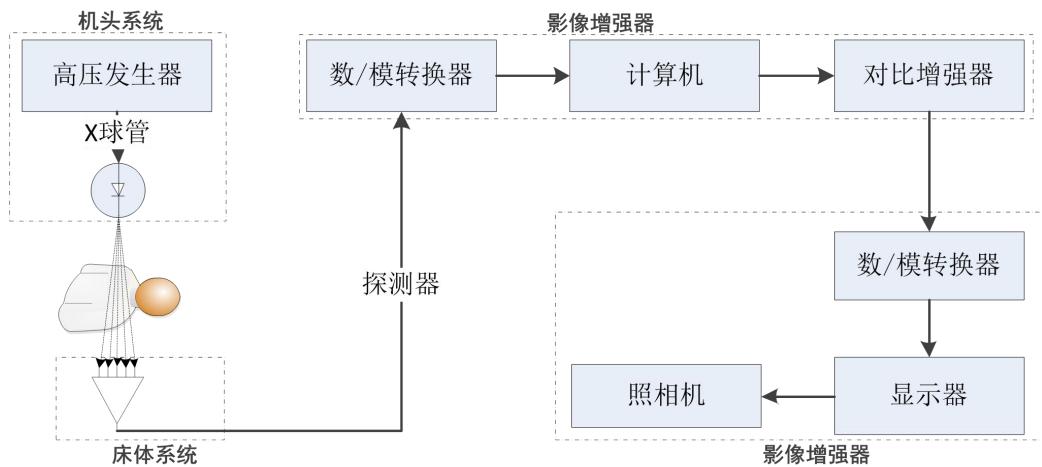


图 9-2 X 射线装置基本原理图

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，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。

### （三）操作流程

本项目介入诊疗流程如下所示：

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

（4）根据不同的治疗方案，医师及护士密切配合，完成介入手术或检查；

**产污：X射线、臭氧。**

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

**产污：手术过程中的耗材将转化为医疗废物。**

本项目 DSA 工作流程及产污环节如图 9-3：

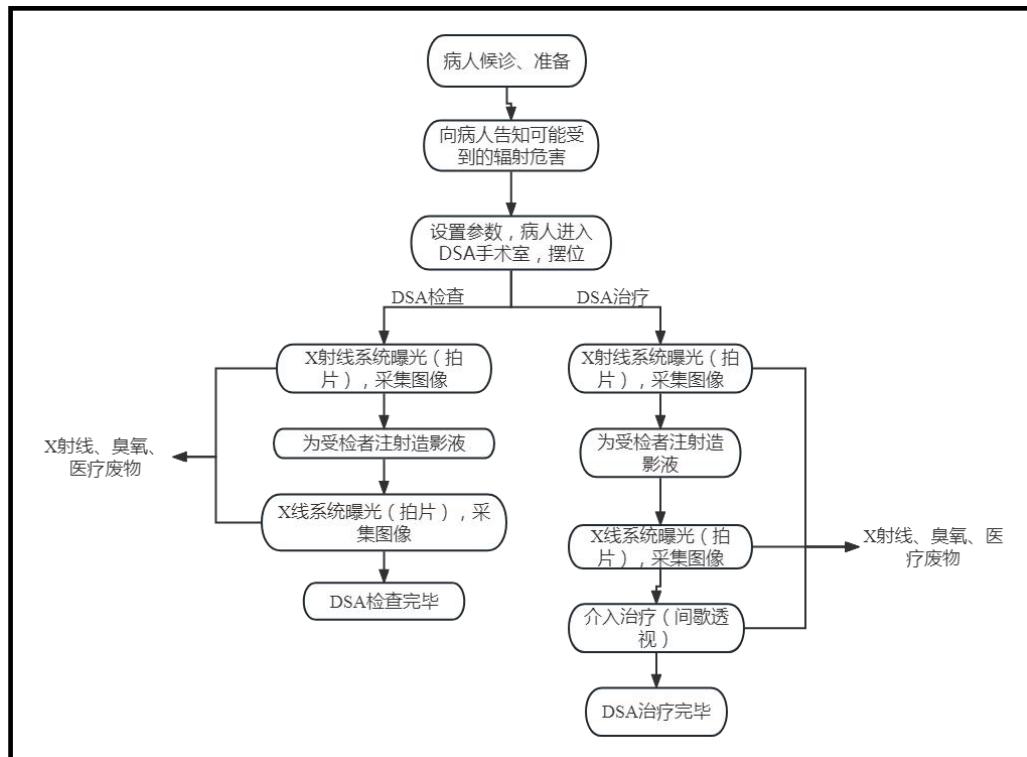


图 9-3 本项目 DSA 工作流程及产污环节示意图

其中 DSA 具体操作流程为：诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达目标部位，进行介入诊断，留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，操作人员必须在床旁并在 X 线导视下进行。

DSA 在进行曝光时分两种情况：

第一种情况（拍片）：技师采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况（透视）：医生需要进行手术治疗时，为更清楚地了解病人情况

时会有连续曝光，并采取连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风或铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

#### (四) 人流、物流路径

人流：

医护人员：首先医护人员由综合楼西侧入口进入综合楼，随后进入放射科，最后医护人员经过换鞋区及更衣区更衣换鞋后，技师进入控制室，医护人员经控制室进入 DSA 手术室内。每一天的手术结束后，医护人员原路返回。

患者：本项目患者由门诊北侧入口进入综合楼，随后进入放射科，经患者走道进入缓冲间内进行简单的消毒及手术前准备，最后由医护人员进入缓冲间将患者推入 DSA 手术室内。手术结束后，病人原路返回。

污物：每场手术结束后，所有医疗废物由医护人员运往污物暂存间，待每日手术工作结束后，将由专门的清洁人员进入污物暂存间，将医疗废物经至院区北侧医疗废物暂存间。医疗废物定期委托有资质单位外运处置。

本项目人流、物流路径合理，路径图见附图 10。

\*\*\*

图 9-4 本项目人流物流示意图

#### 污染源项描述

由 DSA 工作原理可知，DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，DSA 在开机期间，X 射线是项目主要污染物。利用 X 射线束对病人进行诊断和手术的同时，射线装置产生的主射线、泄漏射线及散射射线也可能会穿透 DSA 手术室的屏蔽墙、观察窗、防护门等对 DSA 手术室外的辐射工作人员和周围公众产生辐射影响。一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小；而介入手术则需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。

介入放射学主要辐射危害因素可分为两个类别初级辐射和次级辐射。次级辐射为两项：散射辐射和泄漏辐射。初级辐射是从 X 射线管遮光器出射的，是在与受检者、

床和影像接收器作用前的辐射，受检者及影像接收器对初级辐射有很大衰减。典型的入射到受检者体表剂量到 mGy 数量级，及到达影像接收器的剂量为  $\mu$ Gy 数量

级。同时，根据IAEA官网在“**Radiation protection of medical staff in interventional fluoroscopy**”（介入荧光透视领域医护医护人员的辐射防护）环节的介绍，入射到病人的射线只有1%~5%会穿出人体。散射辐射取决于受检者受照范围、初级辐射能量和受照角度。电子作用于靶向个方向发射X射线，泄漏辐射是从含有铅屏蔽防护的管套透射出的射线。

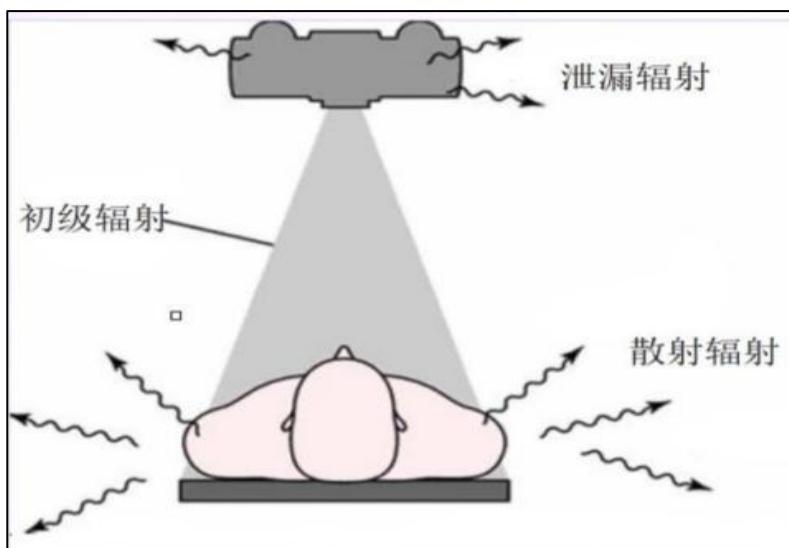


图9-4 本项目电离辐射污染源构成

## 2) 非辐射污染源分析

**废气：**DSA 在工作过程中会使周围空气电离并产生极少的臭氧。

**废水：**本项目 DSA 不产生放射性废水，项目运行后，介入手术过程中会产生一定量的医疗废水，医护人员、患者及患者家属会产生极少量的生活污水。

**固体废物：**本项目 DSA 采用数字成像，它根据病人的需要打印胶片，打印出来的胶片由病人带走自行处理。本项目介入手术时会产生少量的医疗废物（废药棉、废纱布、废手套、废造影剂瓶等）。

**噪声：**本项目 DSA 手术室噪声主要来自通排风系统等设备，以及进出医院的机动车辆产生的交通噪声及就诊病人及家属产生的人群活动噪声，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布置及布局合理性分析

(一) 工作场所布置

项目改建后本项目辐射工作场所包括：DSA 手术室的净空面积为 51.15m<sup>2</sup>（净空尺寸长 5.56m×宽 9.20m×高 4.0m，吊顶高 2.7m）。该辐射工作场所由：谈话间、导管室、控制室、男更衣室、女更衣室、换鞋区、卫生淋浴间、医生值班休息室、设备间、污物暂存间、缓冲间组成。控制室与 DSA 手术室之间设置观察窗。

本项目 DSA 手术室拟设置在综合楼一楼放射科，DSA 手术室东侧以此为谈话间、导管室；南侧为放射科控制廊；西侧为控制室；北侧依次为设备间、污物暂存间、缓冲间。楼上为内镜中心（2 间肠镜检查、肠镜治疗室）、楼下为病案室。

(二) 平面布置合理性分析

本项目 DSA 手术室的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、污物暂存间分开布置，互不交叉影响；DSA 手术室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；本项目 DSA 手术室外设置 DSA 手术室专用通道，并在其入口设有缓冲间，使得其与病人及家属候诊区得以分隔，最大限度的减少了公众误入的可能性。

二、工作区域管理

(一) 两区划分

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射工作场所的分区原则：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定位**控制区**；将未被定为控制区，在其中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定为**监督区**。

本项目 DSA 手术室为本项目辐射工作场所的控制区，出束时 X 射线管球管发射的射线被手术室屏蔽体屏蔽，DSA 手术室属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的**控制区**；而谈话间、导管室、控制室、男更衣室、女更衣室、换鞋区、卫生淋浴、医生值班休息室、设备间、污物暂存间、缓冲间均有辐射工作人员停留的可能性，均属《电离辐射防护与辐射源安全基本

标准》（GB18871-2002）定义的监督区。

本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。具体控制区和监督区划分表和示意图见表 10-1 和附图 9。

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
DSA 辐射工作场所	DSA 手术室	谈话间、导管室、控制室、男更衣室、女更衣室、换鞋区、卫生淋浴、医生值班休息室、设备间、污物暂存间、缓冲间	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，以减少不必要的照射。监督区范围内应尽量限制无关人员进入。

\*\*\*

图10-1 本项目控制区监督区示意图

## （二）控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志；



图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门

锁)限制进出控制区;

④备有个人防护用品、工作服和被污染防护衣具的贮存柜;

⑤定期审查控制区的实际状况,以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

### (3) 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。

**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) 设备固有安全性

本项目 DSA 购买于西门子,该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铝过滤板。

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表征剂量的指示装置：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。

⑦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。

## （2）屏蔽设计

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表3，手术室屏蔽防护铅当量厚度应满足标称电压下等效铅当量要求。

本项目 DSA 手术室设计的屏蔽参数见表 1-1。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1、C.2 以及附录表 C.2、C.3 可知。

辐射透射因子 B:

\*\*\* -----公式 1

铅当量厚度 X:

\*\*\*\* -----公式 2

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——铅厚度（mm）；

$\alpha$ ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

$\beta$ ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

$\gamma$ ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

虽然根据机器特性，针对 DSA 主要考虑散射线和泄漏射线影响，但保守估计，在折合铅当量时，仍按照主射线管电压（125kV）进行铅当量折算。

表 10-2 铅、混凝土对额定管电压的 X 射线（主束）辐射衰减拟合参数

管电压 125kV			
材料	$\alpha$ (mm <sup>-1</sup> )	$\beta$ (mm <sup>-1</sup> )	$\gamma$ (mm <sup>-1</sup> )
铅	2.219	7.923	0.5386
混凝土	0.03502	0.07113	0.6974

本项目浇筑的标准混凝土（C20 以上）密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>，使用的 B 级混凝土实心砖密度为 1.80g/cm<sup>3</sup>（370mm 实心砖根据密度折合为 283mm 准混凝土）。

本项目硫酸钡水泥涂层和硫酸钡板密度均为  $2.88/cm^3$ , 根据《辐射防护手册》(第三分册, 李德平、潘自强主编) P62 表 3.3 不同屏蔽材料在不同管电压的 X 射线下对应的铅当量数据, 由于表格中无 125kV 管电压下的钡水泥对应铅当量的相关数据, 因此利用 150kV 电压下钡水泥不同厚度下的铅当量进行差值, 从而可知钡水泥 (密度约为  $3.2g/cm^3$ ) 在不同电压下对应铅当量, 因此折合后, 本项目 20mm 硫酸钡水泥涂层根据密度折合为 18mm 钡水泥。从而可根据公式 1、2 将各屏蔽材料折算成对应管电压下等效屏蔽铅当量, 结果见表 10-3。

表 10-3 本项目手术室屏蔽、尺寸参数及防护措施铅当量合规评价

屏蔽方位	设计屏蔽材料及屏蔽厚度	等效屏蔽效果	屏蔽要求	评价
西侧、南侧、北侧	370mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥涂层	$3.90mm + 1.17mm = 5.07mm$ 铅当量	介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求: 有用线束方向铅当量 2mm, 非有用线束方向铅当量 2mm。	满足
东侧	60mm 硫酸钡水泥涂层	<b>3.5mm</b> 铅当量		满足
顶棚	100mm 现浇混凝土 +2mm 铅板	$0.75mm + 2mm = 2.75mm$ 铅当量		满足
地坪	120mm 混凝土+40mm 硫酸钡水泥涂料	$1.17mm + 2.39mm = 3.56mm$ 铅当量		满足
观察窗 (1 扇)	20mm 厚铅玻璃	<b>4mm</b> 铅当量		满足
防护门 (6 扇)	4mm 铅板	<b>4mm</b> 铅当量		满足
手术室尺寸	$51.15m^2$ (最小单边长度为 5.56m)		机房内最小有效使用面积为 $20m^2$ , 机房内最小单边长度为 3.5m	满足

本次评价采用的《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 给出的不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求。对于 X 射线设备机房, 要求有用束和非有用束方向均为 2mm 铅当量; 要求机房内最小有效使用面积为  $20m^2$ , 机房内最小单边长度为 3.5m。本项目 DSA 手术室的屏蔽防护满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中屏蔽防护铅当量厚度的要求。

### (3) 辐射安全防护措施

①**警示标志及设施:** 在所有防护门朝向室外的一面均将张贴电离辐射警告标志, 防护门上方将设置醒目的工作状态指示灯, 灯箱上有“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句, 工作状态指示灯能与防护门有效关联。将在监督区入口地面张贴警戒线; 洁净通道张贴或悬挂《放射防护注意事项告知栏》。

②**急停按钮:** 本项目 DSA 床旁、操作间操作台各设置 1 个, 在机器故障时

可摁下避免意外照射。射线装置启动软件自带安全登录系统，只能通过账户密码安全身份登录才能开启设备。

**③闭门装置及开门装置：**DSA 手术室平开机房门将安装有自动闭门装置；针对推拉式机房门已在制度中的操作规程章节强调曝光时应关闭防护门。DSA 手术室内侧靠近防护门均位置设置有开门装置，如有事故发生时人员轻踏开门装置可打开手术室防护门，人员可紧急离开手术室。

**④防夹措施：**所有的电动推拉门将设置防夹装置。

**⑤对讲装置：**DSA 手术室、控制室内拟设置对讲装置，便于 DSA 手术室内的人员与操作室内技师沟通与交流。

**⑥灭火器材：**根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》《核技术利用辐射安全和防护监督监测大纲》(NNSA/HQ-08-JD-PP-020)《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》(川环函[2016]1400号)要求，将为各手术室配备灭火器材。

#### **(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**

##### **距离防护**

DSA 手术室严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在 DSA 手术室控制区入口处张贴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。

##### **时间防护**

在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。根据医院的实际情况，医院的 DSA 主要用于介入手术、血管造影等。

##### **屏蔽防护**

**隔室操作：**辐射工作人员采取隔室操作方式，通过控制室与 DSA 手术室之间的墙体、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。防

护用品：根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求，应为介入放射学操作辐射工作人员、患者和受检者配备个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜；应为辐射工作人员配备辐射防护设施，包括铅悬挂防护屏、铅防护调帘、床侧防护帘、床侧防护屏；应为患者配备辐射防护用品；应建立相关的操作规程、安全使用制度、人员培训制度和放射事故应急制度。

本项目辐射工作人员共计7名，拟为DSA手术室内人员配备防护用品。DSA手术室内至多进入3名辐射工作人员（1名主刀医师，2名助手医师）及1名公众，医院拟为辐射工作人员配备3套医护人员防护用品（医院配备0.5mm铅当量铅橡胶围裙、0.5mm铅当量铅橡胶颈套、0.5mm铅当量铅防护眼镜、0.025mm铅当量介入防护手套），1套患者防护用品（医院配备0.5mm铅当量铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、0.5mm铅当量铅橡胶颈套）。

### 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。辐射工作人员应配备足量的个人剂量计，手术医师佩戴1套个人剂量计（领部剂量计1个、腰部剂量计1个，建议腕部增设1个）；控制室内技师要求佩戴1个个人剂量计（胸部剂量计），并定期送检。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。个人剂量报警仪考虑用一备一的原则，医院已为DSA手术室配备2台个人剂量报警仪。

### ②受检者或患者的安全防护

医院应配有三角巾、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。

### ③DSA手术室周边公众的安全防护

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

#### 四、辐射工作场辐射安全防护设施

根据《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》(生态环境部(国家核安全局))和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》(川环函[2016]1400号)对Ⅱ医用射线装置的要求,本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析,具体情况见表 10-4:

表 10-4 医院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	应增加措施
场所设施	墙体屏蔽	西侧、南侧、北侧原有 370mm 实心砖墙	西侧、南侧、北侧均匀涂抹 20mm 硫酸钡水泥涂层; 东侧在空心砖墙上涂抹 60mm 硫酸钡水泥涂层
	观察窗	/	1 扇铅窗, 20mm 厚铅玻璃 (4mm 铅当量)
	防护门	/	6 扇, 内衬 4mm 铅板
	操作位局部屏蔽 防护措施	设备自带铅帘及铅吊屏	/
	通风设施	/	通排风系统
	急停按钮	设备自带 (手术室床旁和控制室内各 1 个)	/
	门灯联锁(含工作状态指示灯)	/	6 个, 谈话间防护门外、导管室防护门外、控制室防护门外、设备间防护门外、污物暂存间防护门外、缓冲间防护门外
	对讲装置	/	1 套, 手术室内与控制室内
	入口处电离辐射警告标志	/	6 个, 谈话间防护门、导管室防护门外、控制室防护门外、设备间防护门外、污物暂存间防护门外、缓冲间防护门外
	闭门装置	/	4 个, 导管室防护门、设备间防护门、污物暂存间防护门、
	防夹装置	/	2 个, 缓冲间防护门、控制室防护门
	1 套灭火器材(无磁灭火器)	/	1 套
	放射防护注意事项告知栏和制度牌	/	1 套, 缓冲间内
监测设备	便携式辐射监测仪	已配备 1 台	/
	个人剂量计	/	7 套
	个人剂量报警仪	/	2 个
防护用品	医护人员	/	3 套医护防护用品(铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套)
	患者防护	/	1 套防护用品(医院配备铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套)

## 三废的治理

### 一、废气治理措施

本项目 DSA 手术室采用新风系统+排风系统进行通排风，新风管道与排风管道均位于吊顶与防护层之间，且穿墙口位置利用 4mm 铅皮进行包裹，因此不会破坏 DSA 手术室屏蔽。建设单位拟设置 2 个新风口，分别位于吊顶东部和西部；拟设置 1 个排风口，位于吊顶北部。排风量为  $600\text{m}^3/\text{h}$ 。因此 DSA 手术室所采用的通排风措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”的要求。DSA 手术室的废气经通排风系统引至综合楼北侧 1 楼，并驳接一支向上的管道进行排放，最终排口离地高度为 6m。本项目 DSA 工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，DSA 运行过程中产生的少量臭氧对周围环境空气影响较小。

### 二、废水治理措施

本项目施工期废水、运营期废水均依托成都市新津区妇幼保健院污水处理站（采用一级强化+二氧化氯消毒处理，处理能力  $500\text{m}^3/\text{d}$ ，其中  $250\text{m}^3/\text{d}$  为成都市新津区中医医院预留）处理达到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》（DB51/2311-2016）表 1 中“城镇污水处理厂”排放标准后排入杨柳河。

### 三、固体废弃物治理措施

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  $2\text{kg}$  的医疗废物，每年固体废物产生量约为  $1600\text{kg}$ 。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医疗废物暂存间，为减少恶臭气体及病原体的产生，要求医疗废物日产日清，医院委托成都瀚洋环保实业有限公司(成都市医疗废物处置中心)进行处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，年产量约为  $400\text{kg/a}$ 。医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾依托原有垃圾收集系统，由环卫部门统一清运处理，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾日产日清。

本项目产生的固体废物经妥善处理后对周围环境影响较小。

### 四、噪声

本项目噪声源主要为风机噪声，所有设备选用低噪声设备，噪声源强不大于65dB（A）且均处于室内，通过建筑墙体隔声和距离衰减后，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，对周围产生影响较小。

## 五、射线装置报废处理

根据《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。

本项目使用的数字减影血管造影机（DSA）在进行报废处理时，将该射线装置的高压射线管进行拆解和去功能化，同时将射线装置的主机电源线绞断，使射线装置不能正常通电，防止二次通电使用，造成误照射。

## 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 10-5。

表 10-5 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	防护工程	**	**
	防护门 6 扇	**	**
	铅防护窗 1 扇	**	**
通排风系统	通风系统+排风系统	**	**
安全措施	门灯联锁（含工作状态指示灯）6 套	**	**
	急停按钮 2 个（床旁、控制室操作台）	**	**
	闭门装置 6 个	**	**
	防夹装置 2 个	**	**
	对讲系统 1 套	**	**
	电离辐射警告标志 6 个	**	**
	灭火器材（无磁灭火器）1 套	**	**
	放射防护注意事项告知栏和制度牌 1 套	**	**
个人防护用品	辐射工作人员防护用品 3 套	**	**
	病人防护用品 1 套	**	**
	0.5mmPb 铅防护吊屏+床下铅帘 1 套	**	**
监测	便携式 X-γ 监测仪 1 台	**	**
	个人剂量计 7 套	**	**
	个人剂量报警仪 2 个	**	**
	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		**

今后在实践中，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。

表 11 环境影响分析

**施工期环境影响**

通过现场勘查核实可知，通过现场勘查核实可知，住院综合大楼主体框架及房间隔断工程已完成，主体建筑工程在已获得批复的院区环评、验收中已进行分析，本项目施工期仅包括原有墙体拆除、通风系统及电缆沟、防护工程、表面装修、机器安装和调试。

施工过程以施工机械噪声、装修和设备安装噪声为主。施工期间的主要污染因素有废气、建筑垃圾、噪声和废水，会对周围声环境质量产生一定影响。以上污染因素将随建设期的结束而消除。

**施工期对环境产生如下影响：**

**(1) 施工期大气环境影响分析**

建设阶段的大气污染源主要为装修阶段产生的扬尘，但影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染已采取以下措施：

- a) 及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；
- b) 车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；
- c) 施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

**(2) 施工期废水环境影响分析**

施工期间，有一定量含有泥浆的建筑装修废水产生，项目施工期施工人员污水产生量很少。施工人员产生的少量生活废水进入建设单位原有的污水处理系统处理后进入城市污水管网，项目施工期废水对外环境影响较小。

**(3) 施工期噪声环境影响分析**

施工期的噪声污染源主要为电锤、电钻等设备产生，声源强度在 65~95dB(A)，会造成局部时段边界噪声超标，因此，项目已加强管理，尽量在医院手术层无人的周末进行施工。且在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准规定，将噪声降低到最低水平；禁止夜间施工。影响将随着施工期结束消除。

**(4) 施工期固体废物影响分析**

施工期的固体废物主要是装修垃圾和生活垃圾。其中生活垃圾约 5kg/d。建设单位已在施工场地出入口设置临时垃圾桶，生活垃圾经统一收集后由环卫部门

统一清运处理，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。拆除建筑垃圾可回收利用部分重新利用，不可回收利用及剩余的建筑垃圾集中收集，由建设单位外运至市政部门指定的垃圾堆放场。故项目施工期间产生的固废对周边环境产生影响较小。

### 设备安装调试期间的环境影响分析

安装调试期对于环境主要影响为 X 射线辐射、微量的臭氧以及包装材料等固废。本项目射线装置安装与调试均要求在项目辐射防护工程完成后，由设备厂家安排的专业人员进行。在设备安装调试阶段，建设单位应加强辐射防护管理，避免发生辐射事故。

由于设备的安装和调试均在 DSA 手术室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可以接受的。设备安装完成后，建设单位应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。

总之，建设项目施工期和安装调试期对环境产生的上述影响均为短期的，建设项目建成后，影响即自行消除。建设单位和施工单位在施工过程中应切实落实对施工产生的三废及噪声的管理和控制措施，施工期的环境影响将得到有效控制，建设项目施工期对周围环境影响较小。

## 运行阶段对环境的影响

### 1. 防护条件评估

由表 10-3 可知，本项目 DSA 手术室六面防护的等效铅当量、手术室有效使用面积及最小单边长均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，因此各手术室屏蔽预计能够满足防护要求。

### 1. 辐射环境影响分析

#### 2.1 辐射种类和计算方法

据中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号《射线装置分类》，数字减影血管造影机（DSA）属于Ⅱ类射线装置，这类射线装置工作时主要环境影响因素为工作时产生的X射线，包含主射线、散射线和泄漏射线。考虑到使用方法，数字减影血管造影机（DSA）主射线方向主要为从下往上。

本项目引用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）进行理论

预估。《辐射防护手册》由核工业部安全防护卫生局和原子能出版社共同组织编写，涉及范围广泛，主要讨论了环境辐射标准、环境监测、剂量计算和三废治理等，应用于我国核能事业及辐射和放射性同位素在工业、农业及医学等多个领域，能很好地满足从事辐射防护工作的广大科技人员的实际需要。

本项目理论预测采用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中10.3对于X射线机的屏蔽计算方式10.8和10.10演变可得。

## 2.2 计算条件

### 2.2.1 评估参数选取

本项目DSA以表1-1中最大值作为本项目评价工况。

表11-1 本项目DSA评价工况一览表

评估工况					
模式	透视	管电压	***	管电流	***
	拍片		***		***

根据设备厂商提供的资料，本项目DSA固有过滤板为4.44mmAl，结合ICRP33号报告P32图2从而可知DSA距离机头1m处空气比释动能率，又由于NCRP33号报告P32图2中无关于4.44mmAl的距靶1m处的发射率，为保守估计，本项目按照过滤材料为3mmAl进行剂量估算。

根据《医用电气设备 第1-3部分：基本安全和基本性能的通用要求 并列标准：诊断 X 射线设备的辐射防护》（GB 9706.103-2020）中“X射线管组件和X射线源组件在加载状态下的泄漏辐射，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小时内任一100cm<sup>2</sup>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。专用标准可对不同X射线设备的泄漏辐射规定不同的限值”。因此综合考虑，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1.00E+03μGy/h。

表11-2 本项目DSA辐射源强

射线装置	主射线、散射线			泄漏射线
	距靶1m处的发射率 (mGy/mA·min)	评价电流 (mA)	空气比释动能率(μGy/h)	
数字减影血管造影机（DSA）	**	透视	**	***
	***	拍片	***	***

### 2.2.3 透射因子

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录文献可得不同管电压下不同材质的拟合参数，见表 11-3。

表11-3 铅、混凝土不同管电压X射线辐射衰减拟合参数

管电压 90kV (主射线/泄漏射线)			
拟合参数	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
铅	3.067	18.83	0.7726
混凝土	0.04228	0.1137	0.4690
管电压 100kV (主射线/泄漏射线)			
拟合参数	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
铅	2.5	15.28	0.7557
混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
管电压 70kV (散射线)			
铅	5.369	23.49	0.5883
混凝土	0.05090	0.1697	0.3849
管电压 100kV (散射线)			
铅	2.507	15.33	0.9124
混凝土	0.03950	0.08440	0.5191

由公式 1, 表 10-3 以及表 11-3 中数据可以得出本项目屏蔽体及防护设备的透射因子, 见表 11-4。由于《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中没有散射线 90kV 下对应的  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ , 因此先计算出铅和混凝土不同厚度在 70kV、100kV 下的透射因子, 再通过插值法计算出铅和混凝土不同厚度在 90kV 下的透射因子。

表11-4 DSA手术室屏蔽参数及辐射透射因子一览表

场所	屏蔽方位	实际屏蔽材料及屏蔽厚度	透视 (90kV)		拍片 (100kV)	
			对散射线的透射因子	对主/泄漏射线的透射因子	对散射线的透射因子	对主/泄漏射线的透射因子
DSA 手术室	西侧、北侧、南侧	370mm 实心砖墙 +20mm 硫酸钡水泥涂层	4.62E-09	9.22E-10	1.03E-08	4.62E-09
	东侧	60mm 硫酸钡水泥涂层	1.20E-05	1.71E-06	1.80E-05	1.18E-05
	顶棚	100mm 现浇混凝土 +2mm 铅板	9.14E-07	1.94E-07	1.98E-06	9.35E-07
	地坪	120mm 混凝土+20mm 硫酸钡水泥涂料	1.45E-07	2.32E-08	3.17E-07	1.44E-07
	观察窗 (1 扇)	4mm 铅当量的铅玻璃	3.43E-06	3.69E-07	5.14E-06	3.39E-06
	防护门 (6 扇)	4mm 铅板	3.43E-06	3.69E-07	5.14E-06	3.39E-06
防护用品	吊屏/铅帘	0.5mm 铅当量	3.32E-02	2.52E-02	4.72E-02	3.66E-02
	铅手套	0.025mm 铅当量	6.33E-01	6.26E-01	6.82E-01	6.76E-01
	铅衣	0.5mm 铅当量	3.32E-02	2.52E-02	4.72E-02	3.66E-02
设备自带	设备硬件设施	0.85mm 铅当量	1.09E-02	6.78E-03	1.60E-02	1.14E-02

## 2.2.4 利用因子和居留因子

计算时按照射线装置机头拟放置位置确定到达关注点距离，根据《放射医学中的辐射防护》（Radiation Protection in Medical Radiography, Mary Alice Statkiewicz Sherer, 6th Edition. Mosby, 032010,p300）对于利用因子一律取1。另根据NCRP147号报告P31的表4.1 医疗场所居留因子建议值对本项目保护目标所在场所的居留因子进行取值。

## 2.2.5 计算公式

### (1) 主射线辐射影响计算公式

本项目手术室上方主要考虑主射线影响，四周主要考虑散射线和泄漏射线影响。采用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中10.3对于X射线机的屏蔽计算公式10.8和10.10进行推导：

式中： \*\*\* ----- 公式3

### (2) 散射线辐射影响计算公式

散射线在关注点的造成的空气比释动能率计算，可参照《辐射防护手册》（第一分册）公式 10.10 采用以下公式：

\*\*\*----- 公式4

### (3) 泄漏射线辐射影响参数

泄漏射线对于屏蔽体外关注点的辐射影响计算公式为：

\*\*\* ----- 公式5

根据上述公式计算DSA手术室周围关注点和术者位在开机时的周围剂量当量率，结果见表11-5、表11-6，关注点位图见图11-1。

\*\*\*

图11-1 本项目DSA手术室位图

表11-5 不同介入诊疗条件下主射线方向周围剂量当量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离 (m)	屏蔽材料	透射因子	周围剂量当量 率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	是否满足 限值
12	楼上30cm处	透视	4.5	100mm现浇混凝土+2mm铅板 +0.85mm设备硬件设施	2.32E-08*6.78E-03	7.88E-05	满足
		拍片			1.44E-07*1.14E-02	2.01E-02	满足

注：由《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）表B1中80kV和100kV插值获得90kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.69；根据NCRP于2004年出版的第147号报告《针对医用X射线影像设备的结构防护设计》P44：Dixon在1994年，Dixon和Simpkin在1998年的年度AAPM TG系列报告中给出了硬件设施的等效铅当量。由文中表4.6可得，影像接收器等硬件设施的等效铅当量为0.85mm。

表11-6 不同介入诊疗条件下非主射线方向周围剂量当量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离 (m)	屏蔽材料	利用 因 子	散射线		泄漏射线		合计周 围 剂 量 当 量 率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	是否满 足 限 值
						透射因子	周围剂量 当量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	透射因子	周围剂量 当量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )		
1	东侧墙外 30cm 处（谈话间）	透视	7.1	60mm硫酸钡水泥涂层	1	1.20E-05	9.94E-05	1.71E-06	5.60E-05	1.55E-04	满足
		拍片				1.80E-05	4.71E-03	1.18E-05	3.86E-04	5.09E-03	满足
2	东侧门外 30cm 处（谈话间）	透视	7.0	4mm 铅板	1	3.43E-06	2.92E-05	3.69E-07	1.24E-05	4.17E-05	满足
		拍片				5.14E-06	1.38E-03	3.39E-06	1.14E-04	1.50E-03	满足
3	东侧墙外 30cm 处（导管室）	透视	6.9	60mm 硫酸钡水泥涂层	1	1.20E-05	1.05E-04	1.71E-06	5.93E-05	1.65E-04	满足
		拍片				1.80E-05	4.98E-03	1.18E-05	4.09E-04	5.39E-03	满足
4	东侧门外 30cm 处（导管室）	透视	7.3	4mm 铅板	1	3.43E-06	2.69E-05	3.69E-07	1.14E-05	3.83E-05	满足
		拍片				5.14E-06	1.27E-03	3.39E-06	1.05E-04	1.38E-03	满足
5	南侧墙外 30cm 处（放射科控制 廊）	透视	4.1	370mm实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥涂层	1	4.62E-09	1.15E-07	9.22E-10	9.05E-08	2.05E-07	满足
		拍片				1.03E-08	8.08E-06	4.62E-09	4.53E-07	8.53E-06	满足
6	西侧墙外 30cm 处（控制室）	透视	4.1	370mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥涂层	1	4.62E-09	1.15E-07	9.22E-10	9.05E-08	2.05E-07	满足
		拍片				1.03E-08	8.08E-06	4.62E-09	4.53E-07	8.53E-06	满足
7	西侧窗外 30cm	透视	3.5	4mm 铅当量的铅玻璃	1	3.43E-06	1.17E-04	3.69E-07	4.97E-05	1.67E-04	满足

	处(控制室)	拍片				5.14E-06	5.53E-03	3.39E-06	4.57E-04	5.99E-03	满足
8	西侧门外 30cm 处(控制室)	透视	3.7	4mm铅板	1	3.43E-06	1.05E-04	3.69E-07	4.45E-05	1.49E-04	满足
		拍片				5.14E-06	4.95E-03	3.39E-06	4.09E-04	5.36E-03	满足
9	北侧门外 30cm 处(设备间)	透视	4.0	4mm铅板	1	3.43E-06	8.96E-05	3.69E-07	3.81E-05	1.28E-04	满足
		拍片				5.14E-06	4.23E-03	3.39E-06	3.50E-04	4.58E-03	满足
10	北侧墙外 30cm 处(设备间)	透视	3.2	370mm实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥涂层	1	4.62E-09	1.88E-07	9.22E-10	1.49E-07	3.37E-07	满足
		拍片				1.03E-08	1.33E-05	4.62E-09	7.44E-07	1.40E-05	满足
11	北侧墙外 30cm 处(污物暂存间)	透视	3.2	370mm实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥涂层	1	4.62E-09	1.88E-07	9.22E-10	1.49E-07	3.37E-07	满足
		拍片				1.03E-08	1.33E-05	4.62E-09	7.44E-07	1.40E-05	满足
12	北侧门外 30cm 处(污物暂存间)	透视	3.7	4mm铅板	1	3.43E-06	1.05E-04	3.69E-07	4.45E-05	1.49E-04	满足
		拍片				5.14E-06	4.95E-03	3.39E-06	4.09E-04	5.36E-03	满足
13	北侧墙外 30cm 处(缓冲区)	透视	4.2	370mm实心砖墙+20mm 硫酸钡水泥涂层	1	4.62E-09	1.09E-07	9.22E-10	8.62E-08	1.96E-07	满足
		拍片				1.03E-08	7.70E-06	4.62E-09	4.32E-07	8.13E-06	满足
14	北侧门外 30cm 处(缓冲区)	透视	6.1	4mm铅板	1	3.43E-06	3.85E-05	3.69E-07	1.64E-05	5.49E-05	满足
		拍片				5.14E-06	1.82E-03	3.39E-06	1.50E-04	1.97E-03	满足
16	楼下 病案室	透视	1.6	120mm混凝土+40mm硫 酸钡水泥涂料	1	1.45E-07	2.37E-05	2.32E-08	1.50E-05	3.86E-05	满足
		拍片				3.17E-07	1.63E-03	1.44E-07	9.28E-05	1.73E-03	满足

注: 由根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)表A.9中100kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.65;90kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.69(由80kV及100kV数据插值获得);

表11-7 透视情况下医护人员剂量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离(m)	屏蔽材料	利用因子	散射线		泄漏射线		周围剂量当量率(μSv/h)
						屏蔽透射因子	周围剂量当量率(μSv/h)	屏蔽透射因子	瞬时剂量率(μGy/h)	
17	第一手术位 (主刀医 师)	透视	0.5	0.5mmPb铅屏 +0.5mmPb铅衣	1	1.11E-03	0.46	6.33E-04	4.29	4.75
		拍片	4.0	4mm铅当量的铅 玻璃		5.14E-06	5.53E-03	3.39E-06	4.57E-04	5.99E-03

18	第二手术位 (助手医 师)	透视	1.0	0.5mmPb铅衣	1	3.32E-02	3.47	2.52E-02	46.06	46.06
		拍片	4.0	4mm铅当量的铅 玻璃		5.14E-06	5.53E-03	3.39E-06	4.57E-04	5.99E-03
19	第三手术位 (助手医 师)	透视	1.5	0.5mmPb铅衣	1	3.32E-02	1.54	2.52E-02	20.47	20.47
		拍片	4.0	4mm铅当量的铅 玻璃		5.14E-06	5.53E-03	3.39E-06	4.57E-04	5.99E-03

注: 由根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)表A.9中100kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.65;90kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.69(由80kV及100kV数据插值获得);

## 2.6 辐射工作人员及周围公众年有效剂量评估

### 人员所受年有效剂量估算

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：

$$H_{Er} = D_r \times T \times t \times K \quad \text{-----公式7}$$

H<sub>Er</sub>: X射线外照射人均年剂量, mSv/a;

D<sub>r</sub>: 关注点处空气吸收剂量率, μGy/h;

T: 居留因子, 见表11-8;

t: 年照射时间, h;

K: 空气比释动能率与吸收剂量转换系数。

### 术者位腕部剂量估算

医生腕部皮肤受照剂量计算模式参考《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T 244-2017) 4.3 , 用下式进行估算:

$$D_s = C_{KS} \cdot k \cdot t \cdot 10^{-3} \quad \text{-----公式 8}$$

$$k = \frac{\dot{H}'(0.07, 0^\circ)}{C_{KH'}} \quad \text{-----公式 9}$$

D<sub>s</sub> : 皮肤吸收剂量 (mGy) ;

k: X-γ辐射场的空气比释动能率 (μGy·h<sup>-1</sup>) ;

C<sub>KS</sub>: 空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 (mGy/mGy) , 根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017) 表 A.4 进行取值 (本项目保守按照术者位医师均为女性取值, 以 AP (垂直) 方式入射), (90kV) C<sub>KS</sub>=1.15mGy/mGy;

t: 人员累积受照时间, 单位为小时 (h) , 取术者位受照的透视时间;

H'(0.07, 0°): 定向剂量当量率 (μSv·h<sup>-1</sup>) , (90kV) H'(0.07, 0°) =1.18;

C<sub>HK'</sub>: 空气比释动能到定量剂量当量率的转换系数 (Sv/Gy) , CKH'=1.58。

**理论计算:** 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病床侧面, 面对病患, 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 时间医生在受照位置进行插入导管等操作，此时医生腕部受铅防护手套（0.025mmPb）保护；②预计在剩余透视时的 4/5 时间内医生在手术床侧的其他位置，此时腕部未处于受照位置，腕部同时受到铅防护手套（0.025mmPb）和铅悬挂防护屏（0.5mmPb）的保护。

本项目射线装置可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式。因此算得第一术者位使用 DSA 时手部皮肤当量剂量预计最大为 **59.53mSv/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，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。

### 保护目标年有效剂量

根据公式 7 可得辐射工作人员及公众年有效剂量预测结果见下表。

表11-8 本项目DSA手术室辐射工作人员及公众年有效附加剂量一览表

序号	位置	周围剂量当量率( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )		居留因子	年照射时间	保护目标	年有效剂量( $\text{mSv}/\text{a}$ )	
1	东侧 谈话间	透视	1.55E-04	1/4	透视： 180h, 拍片 16.7h	公众	2.82E-05	
		拍片	5.09E-03					
2	东侧 导管室	透视	1.65E-04	1/8		辐射工作人员	1.50E-05	
		拍片	5.39E-03					
3	南侧 放射科 控制廊	透视	2.05E-07	1		辐射工作 人员 (非本 项目)	1.79E-07	
		拍片	8.53E-06					
4	西侧 控制室	透视	1.67E-04	1		辐射工作 人员	1.30E-04	
		拍片	5.99E-03					
5	北侧 设备间	透视	1.28E-04	1/20		辐射工作 人员	4.98E-06	
		拍片	4.58E-03					
6	北侧 污物暂 存间	透视	1.49E-04	1/4		公众	2.91E-05	
		拍片	5.36E-03					
7	北侧 缓冲间	透视	5.49E-05	1/4		公众	1.07E-05	
		拍片	1.97E-03					
8	楼上 内镜中 心（2间肠镜 检查、肠镜治 疗室）	透视	7.88E-05	1		公众	3.50E-04	
		拍片	2.01E-02					
9	楼下 病案室	透视	3.86E-05	1/20		公众	1.79E-06	
		拍片	1.73E-03					
7	主刀医师	透视（铅衣+铅 屏）	4.75	1	最长透视 100h; 拍片 10h	辐射工作 人员	0.48	
		拍片（操作间 内）	5.99E-03					

8	助手 医师	第二手 术位	透视（铅衣）	46.06	1	最长透视 57.5h；拍片 5.8h	辐射工 作人员	2.85		
			拍片（操作间 内）	5.99E-03						
		第三手 术位	透视（铅衣）	20.47		透视10h；拍 片1h				
			拍片（操作间 内）	5.99E-03						

由于本项目 DSA 手术室拟安置在放射科，且放射科控制廊同时毗邻本项目 DSA 手术室及 CT 室 1~3，因此对于放射科控制廊的技师考虑年有效剂量的叠加；且本项目 DSA 手术室技师在操作本项目 DSA 的同时，可能兼岗其他射线装置的操作，因此对控制室内技师考虑年有效剂量的叠加。对该放射科控制廊和控制室的辐射工作人员均考虑该点位与 2023 年有较剂量最大的叠加，对于放射科控制廊的辐射工作人员（非本项目）年有效剂量最大为 0.53mSv ( $0.53+1.79E-07=0.53mSv$ )；对于控制室内的技师年有效剂量最大为 0.53mSv ( $0.53+1.30E-04=0.53mSv$ )。

由表 11-8 及上述内容可以看出，本项目相关辐射工作人员的年有效剂量最大为 **2.85mSv**（不含天然本底）；周围其他辐射工作人员年有效剂量最大为 **0.53mSv**（不含天然本底）；周围公众的年有效剂量最大为 **3.50E-04mSv**（不含天然本底），辐射工作人员腕部年有效剂量最大为 **59.53mSv**（不含天然本底）。

#### 其他保护目标年有效剂量估算：

本项目 DSA 手术室边界外 50m 范围除项目所在的第二住院楼外，还包括院区道路及绿化、成都市妇女儿童中心医院（道路）、康复中心。本项目以 DSA 手术室北侧门外 30cm（污物暂存间，关注点 12）作为院区道路及绿化、康复中心的剂量率参考点；以窗外 30cm 处（控制室，关注点 7）作为成都市妇女儿童中心医院（道路）的剂量率参考点。根据距离衰减可计算出其他保护目标年有效剂量，见下表。

表11-9 本项目DSA周围50m范围内其他保护目标年有效剂量一览表

序号	保护目标名称	保护对象	距离(m)	居留因子	受照时间(h)	参考点周围剂量当量率(μSv/h)	年有效剂量(mSv/a)
1	院区道路及绿 化	流动人群	3	1/4	透视： 180h, 拍片 16.7h	透视 1.49E-04	3.23E-06
2	成都市妇女儿 童中心医院 (道路)		46	1/4		拍片 5.36E-03	
3	康复中心		40	1/4	透视 1.67E-04 拍片 5.99E-03	1.49E-04	1.54E-08
						拍片 5.36E-03	

注：本项目周围其他保护目标均存在一定的常驻人群，因此为保守估计，本项目周围其他保护目标的居留因子均取1。

由表 11-8，11-9 可知，本项目相关辐射工作人员的年有效剂量最大为 **2.85mSv**

(不含天然本底)；周围其他辐射工作人员年有效剂量最大为 **0.53mSv** (不含天然本底)；周围公众的年有效剂量最大为 **3.50E-04mSv** (不含天然本底)，辐射工作人员腕部年有效剂量最大为 **59.53mSv** (不含天然本底)。

因此综合来看本项目运行后，DSA 操作及相关的辐射工作人员以及公众受到的年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值的要求，并满足本项目管理目标值。本项目新增数字减影血管造影机（DSA）项目，在现有屏蔽条件下，其屏蔽防护能力能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对于 DSA 手术室“不低于 2mm 铅当量”的屏蔽要求，本项目屏蔽体外周围剂量当量率也能够满足 6.3.1 要求。

### 3. 臭氧环境影响分析

本项目 DSA 手术室采用新风系统+排风系统进行通排风，新风管道与排风管道均位于吊顶与防护层之间，且穿墙口处利用 4mm 铅皮包裹，不会破坏 DSA 手术室屏蔽。建设单位拟设置 2 个新风口，分别位于吊顶东部和西部；拟设置 1 个排风口，位于吊顶北部，排风量为 600m<sup>3</sup>/h。因此 DSA 手术室所采用的通排风措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”的要求。DSA 手术室的废气经通排风系统引至综合楼北侧 1 楼，并驳接一支向上的管道进行排放，最终排口离地高度为 6m。本项目 DSA 工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，DSA 运行过程中产生的少量臭氧对周围环境空气影响较小。

### 4. 水环境影响分析

本项目工作人员和病人产生的生活污水和医疗废水依托成都市新津区妇幼保健院污水处理站（采用一级强化+二氧化氯消毒处理，处理能力500m<sup>3</sup>/d，其中250m<sup>3</sup>/d 为成都市新津区中医医院预留）处理达到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》(DB51/2311-2016)表1中“城镇污水处理厂”排放标准后排入杨柳河。

### 5 固体废物环境影响分析

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。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 1600kg。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医疗废物暂存间，为减少恶臭气体及病原体的产生，要求医疗废物日产日清，医院委托成都瀚洋环保实业有限公司(成都市医疗废

物处置中心)进行处理。

工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，年产量约为 400kg/a。医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾依托原有垃圾收集系统，由环卫部门统一清运处理，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾日产日清。

## 6. 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，噪声源强不大于 65dB (A)且均处于室内，通过建筑墙体隔声和距离衰减后，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，对周围产生影响较小。

## 环境影响风险分析

### 1. 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。

### 2. 风险识别

本项目 DSA 分别属于 II 类射线装置在操作过程中，如果不被安全管理或可靠保护，可能对的人员造成放射性损伤和环境污染。

主要事故风险：

- 1) 介入手术操作过程中，辐射工作人员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。
- 2) 在装置运行时，公众误入 DSA 手术室或者未撤离 DSA 手术室，造成不必要的照射。

### 3. 源项分析及事故等级分析

本项目主要的环境风险因子为射线装置工作时产生的 X 射线。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》对于事故的分级原则，现将事故等级列于表 11-10 中。

表11-10 辐射事故等级一览表

潜在危害	事故等级
射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故

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 是指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
是指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
是指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	特别重大辐射事故

本项目根据《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)表1的骨髓型急性重度放射病的受照剂量范围参考值4.0~6.0Gy界定是否会产生急性重度放射病，另根据《实用辐射安全手册》(第二版)(丛慧玲，北京：原子能出版社)表2-13急性效应与剂量关系中以4Gy作为重度放射病的阈值，以及表后“对低LET辐射，皮肤损伤的阈值量3-5Gy，低于此剂量不会发生皮肤损伤”的相关描述以及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(见表11-11)，从而以是否达到3.5Gy界定是否会发生较大辐射事故。另按照死亡率99%的辐射剂量5.5Gy界定是否会发生重大辐射事故和特别重大辐射事故。

表11-11 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

#### 4. 辐射事故分析

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 $\mu\text{Sv}/\text{h}$	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)	2107.77	散射、漏射
2	公众误入介入手术室或未撤离	误入人员	90kV/20mA(按透视运行参数)	2107.77	散射、漏射

## 5. 风险事故情形设定

事故假设：

### (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 15min 手术时间计算），介入手术操作人员所受辐射剂量估算详见表 11-13。

表11-13 DSA透视工况下（泄露射线+散射线）可能发生的辐射事故

距机头距离 (m)	各时段的射线所致辐射剂量 (mSv)				
	3min	6min	9min	12min	15min
0.5	4.22E-01	8.43E-01	1.26E+00	1.69E+00	2.11E+00
0.8	1.65E-01	3.29E-01	4.94E-01	6.59E-01	8.23E-01
1.2	7.32E-02	1.46E-01	2.20E-01	2.93E-01	3.66E-01
1.5	4.68E-02	9.37E-02	1.41E-01	1.87E-01	2.34E-01
2.0	2.63E-02	5.27E-02	7.90E-02	1.05E-01	1.32E-01

### (2) 公众误入介入手术室或未撤离介入手术室的辐射事故情景

在装置运行时，公众误入介入手术室或未撤离介入手术室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（本项目手术床旁及操作室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下按钮就可以停机，人员反应时间取 15s），人员误入所受辐射剂量估算详见表 11-14。

表11-14 误入介入手术室误照射不同距离、时间人员受照剂量表

距机头距离 (m)	各时段的射线所致辐射剂量 (mSv)				
	3s	6s	9s	12s	15s
1	1.76E-03	3.51E-03	5.27E-03	7.03E-03	8.78E-03
2	4.39E-04	8.78E-04	1.32E-03	1.76E-03	2.20E-03
3	1.95E-04	3.90E-04	5.85E-04	7.81E-04	9.76E-04

## 6. 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 2.11mSv/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，公众误入介入手术室或未撤离介入手术室，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 8.78E-03mSv/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。

量限值，不构成辐射事故。

综上所述，本项目不会构成辐射事故。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理。

## 7. 事故处理方法及预防措施：

### 事故处理方法

针对以上可能发生的事故风险，该医院已根据可能发生辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围制定了辐射事故应急方案。

与此同时，医院应加强辐射安全管理，在项目运行时严格遵循已制定的相关操作规程和辐射安全管理制度，并在实际工作中不断对其完善；医院应定期对 DSA 进行检查、维护，发现问题及时维修，并应定期监测 DSA 手术室周围的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》（环发<2006>145 号）规定，发生辐射事故时，医院应立即启动医院内部的事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内向所在地生态环境部门（成都市生态环境局值班电话 028-61885200）和所在地公安局（成都市公安局：028-86407203）报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门（成都市卫生健康委员会 028-61881910）报告。事故发生后医院应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

### 预防措施

医院严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，拟采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

#### （1）辐射安全管理措施

①医院已成立辐射安全与放射防护管理委员会，负责全院辐射防护监督与检查工作。医院应继续完善各种辐射安全防护制度、防护工作计划、辐射事故应急预案并定期组织演练；全面贯彻落实辐射防护法律法规、行政规章和卫生行业标准，确保临床放射诊疗质量和医疗安全，推进放射诊疗工作的科学化、规范化、标准化、制度化、流程化管理；完善辐射安全和放射防护相关职责、制度、流程、操作技术规范及相关质量控制方案；定期检查各种制度、防护措施的贯彻落实情况；组织实施辐射工作人员和领导小组一起定期在国家培训平台上学习关于辐射安全与防护相

关的法律法规及防护知识；定期组织对辐射工作场所、射线装置的防护效果检测，检查辐射工作人员是否按照有关规定佩戴个人剂量计并定期进行个人剂量检测结果存档，组织本院辐射工作人员进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，并分别建立辐射工作人员个人剂量检测、职业健康管理、培训管理档案。

②医院需根据法律法规继续完善辐射事故预防措施及应急处理预案，包括应急机构的设置与职责及联系电话、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障等。

③医院需根据法律法规继续完善辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等。本项目的安全管理科室为放射科。

建设方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，完善各项管理制度并严格按要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

②建设单位已制定辐射工作设备操作规程。凡涉及对射线装置进行操作，必须按操作规程执行，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建设单位所有辐射工作人员需在系统学习后，报名参加国家生态环境部组织的辐射安全与防护考试，均需持证上岗；

⑤项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，增加医院内部应急领导小组成员电话。

(2) 设备固有安全设施本项目 DSA 自身采取了多重安全措施，以防止辐射事故的发生，如 DSA 采取的“紧急停机”按钮、工作状态指示灯箱与防护门联锁等。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。

## 8. 其他风险的防范

外购的造影剂均采用不锈钢药品柜单独密闭并加锁保存，钥匙交由专人保管；未使用完和过期的造影剂均作为医废处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送，便于清除手术污染以预防院感。

## 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。医院已成立了辐射防护和应急救援领导小组（行政人事部[2023]1号）。辐射防护和应急救援领导小组有领导分管、机构健全。

成员组成见表12-1。

表 12-1 辐射防护和应急救援领导小组成员组成表

职务	人员
组长	***
副组长	***
成员	***

领导小组下设办公室在防保科，由刘敏任办公室主任，负责开展辐射安全与环境保护管理领导小组的日常工作。

### 辐射安全档案资料管理和规章制度

#### 1. 辐射安全综合管理要求及落实情况：

本项目建设单位涉及使用Ⅱ类X射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表12-2。

表 12-2 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射管理要求	落实情况	应增加的措施
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	已落实， 许可证在有效期内	待本项目环评工作完成，项目建设完成后向发证机关提交重新申领辐射安全许可证的申请材料
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	已落实，医院已针对从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员集中学习相关课件与视频课程，已从国家核技术利用辐射安全与防护培训平台题库中抽取对应科目考题编写试卷，所有辐射工作人员进行闭卷考核，已对考核结果进行存档。针对非从事Ⅲ类射线装置的部分辐射工作人员已获得辐射安全与防护考核证明。	原有辐射工作人员均为从事Ⅲ类射线装置的辐射工作人员，医院已组织所有辐射工作人员集中学习相关课件与视频课程，已从国家核技术利用辐射安全与防护培训平台题库中抽取对应科目考题编写试卷，所有辐射工作人员进行闭卷考核，已对考核结果进行存档。

3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	已落实，并设置人员专职管理各院区核技术利用项目	/
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	已落实	需增购个人剂量报警仪、个人剂量剂
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案，特别应做好 DSA 的实体保卫及防护措施	原有核技术利用项目 已落实	需将本项目装置纳入管辖范围
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	已建立	需将本项目装置纳入管辖范围
7	辐射工作单位应作好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	原有辐射工作人员 已落实	新增辐射工作人员应在上岗前一并落实
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警告标志	原有辐射工作场所 均已落实	新增辐射工作场所投运前应落实
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	每年均委托有资质单位完成 场所环境检测	需增加核技术利用项目（新建、改建、扩建和退役）情况和存在的安全隐患及其整改情况，按照规范格式编制评估报告，并每年按时提交至发证机关
10	辐射信息网络	原有项目已落实	核技术利用单位必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <a href="http://rr.mep.gov.cn/">http://rr.mep.gov.cn/</a> ) 中实施申报登记。申领、延续、变更许可证，新增或注销放射源和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
11	应建立动态的台账，放射性同位素与射线装置应做到账物相符，并及时更新。	原有项目已落实	需将本项目装置纳入台账管理范围

## 2. 辐射安全管理规章制度落实情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，成都市新津区中医医院应制定辐射安全管理制度，制度清单及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求见表 12-3，成都市新津区中医医院在日后工作实践中，应根

据具体情况和实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时更新、完善的制度的可操作性。

表12-3 建设单位管理制度汇总对照表

序号	规定的制度	落实情况	应增加的措施
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	《成都市新津区中医医院关于调整医院放射防护领导小组的通知》	已制定
2	辐射安全管理规定(综合性文件)	《辐射安全管理规定》	已制定
3	辐射工作设备操作规程	DR、CT、口腔CT、移动型C臂等射线装置操作规程	制定本项目操作规程
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	《辐射防护设施设备维护维修制度》	制定本项目设备设施维修维护制度
5	辐射工作人员岗位职责	《辐射工作人员岗位职责》	制定本项目辐射工作人员岗位职责
6	放射源与射线装置台账管理制度	《射线装置台帐管理制度》	制定本项目射线装置管理制度
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	《辐射工作场所辐射环境监测方案》	制定本项目辐射工作场所和环境水平监测方案
8	监测仪表使用与校验管理制度	《监测仪表使用与核验管理制度》	已制定
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	《辐射工作人员辐射安全与防护培训制度》	应完善辐射工作人员辐射安全与防护制度
10	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》	已制定，本项目建成后，应将本项目辐射工作人员纳入管理
11	辐射事故应急预案	《辐射事故应急处理预案》	已制定
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）	《质量保证大纲和质量控制计划》	已制定
13	其他	/	拟制定《放射防护注意事项告知栏》

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

医院应按照《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）的要求，将《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位

职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

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

## 辐射监测

### 1. 监测方案

- 1) 请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，每年 1~2 次；请有资质的单位对产生辐射的仪器设备进行防护监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年 1~2 次。
- 2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，个人剂量计定期（根据《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019 规定，常规监测周期最长不应超过 3 个月）送有资质部门进行监测，建立个人剂量档案；个人剂量报警仪考虑用一备一的原则，应配备 2 台个人剂量报警仪。
- 3) 定期自行开展辐射监测，制定定期监测制度，监测数据存档，建议监测周期为 1 次/月。

### 2. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用 II 类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警仪、辐射监测等仪器。另根据《职业性外照射个人监测规范》：5.3.2 对于如介入放射学、核医学放射药物分装与注射等全身受照不均匀的工作情况，应在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。5.3.3 对于 5.3.2 所述工作情况，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计）。

故本项目为本项目所有参与手术的医师每人配备 1 套个人剂量计（1 个佩戴在铅橡胶防护服内的腰部，1 个佩戴在铅防护服的领部外侧，建议佩戴 1 个在腕部），控制室内技师要求佩戴 1 套个人剂量计（胸部），用于监控其受到的有效剂量。同时，考虑到介入手术同室操作的特性，要求为本项目新增的 DSA 手术室增配 2 台个人剂量报警仪。项目运行后医院应定期对手术室周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

本报告针对所有参与介入诊疗的人员管理现状提出如下建议：

对于佩戴于不同部位的个人剂量计，请发放剂量计的检测单位提供不同颜色的剂量计用于区分，并用佩戴人的姓名进行文字标签标记。建议医院建立个人剂量计收发档案，第一术者位医生负责监督手术前所有人员佩戴剂量计并签字。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中8.2.2要求，职业照射个人监测档案应终生保存。保证每名辐射工作人员的个人剂量计专人专用，每个季度及时送检。

根据《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）要求，使用DSA射线装置，应加强医护人员个人剂量的监督检查，对每季度检测数据超过1.25mSv的医院要求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，建设单位需进行超标原因调查，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；当连续5年的平均个人剂量超过20mSv或单年个人剂量超过50mSv时，建设单位应展开调查查明原因，确定为辐射安全事故时，应启动辐射事故应急预案。

### 3. 监测内容和要求

(1) 监测内容：X- $\gamma$  辐射剂量率

(2) 监测范围：在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。关注点应包括：四面墙体、地板、顶棚、防护门、观察窗、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性。

(3) 监测点位和数据管理：选择距墙体、门、窗表面30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm，手术室地面下方（楼下）距楼下地面170cm。委托监测每年至少1次，自行监测每月至少1次，本项目监测数据应当存档。建议监测点位见表12-4。

表12-4 定期监测点位

工作场所	监测项目	监测范围		监测频次		备注
		委托检测	自行检测			
DSA手术室	X- $\gamma$ 辐射剂量率	1	东侧 谈话间	委托监测 每年至少 1次	建议自行 监测周期 为1次/月	开关机各 监测一次
		2	东侧 导管室			
		3	南侧 放射科控制廊			
		4	西侧 控制室			
		5	北侧 设备间			
		6	北侧 污物暂存间			
		7	北侧 缓冲间			
		8	楼上 内镜中心（2间肠镜 检查、肠镜治疗室）			
		9	楼下 病案室			
		10	管线洞口			

		11	控制室操作位			
(4) 监测质保：确保执行完善后的《监测仪表使用与校验管理制度》，并利用委托监测获得的监测数据进行比对并建立比对档案。监测须采用国家颁布的标准方法或推荐方法并制定辐射环境监测管理制度。						
落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。项目投运前，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护措施进行验收。验收报告编制完成后应依法向社会公示验收报告。						
在开始运营本项目 DSA 手术室后，应密切注意辐射工作人员个人剂量数值，根据累积剂量及时调整工作量，防止个人剂量超标。						
<p><b>辐射事故应急</b></p> <p>一、医院已成立了辐射防护和应急救援领导小组，全面负责医院的辐射事故应急工作。</p> <p>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，医院制定了较为完善的《辐射事故应急预案》。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）、事故调查等，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对辐射事故和突发性事件时基本可行。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。</p> <p>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。</p>						

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新增数字减影血管造影机（DSA）项目

建设单位：成都市新津区中医医院

建设性质：改建

建设地点：成都市新津区普兴街道西创大道 1389 号成都市新津区中医医院 1 楼放射科 DSA 手术室

成都市新津区中医医院综合楼（地面 12 层，地下 1 层）一层北侧拟将放射科 1 间原阅片室、放射科办公室（原设计为 DR 室 3）、库房（原设计为 DR 室 2）、原病人通道改造为 DSA 手术室及其辅房，并在 DSA 手术室内安装使用 1 台数字减影血管造影机（DSA，厂家：西门子，型号 Artis Zee Ceiling，II 类射线装置，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA）。

根据院方预计，项目投入运营后，该台 DSA 年手术量约 800 台（其中心内科 400 台、神经外科 400 台），心内科每台手术人均拍片 1.5min、透视 15min；神经外科拍片 1min，透视 12min，本项目 DSA 年曝光时间累计约 196.7h（拍片 16.7h，透视 180h），曝光方向由下而上。

二、产业政策符合性

根据国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》及 2021 年第 49 号令《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019 年本）>的决定》相关规定，本项目的建设属于该指导目录为医院医疗基础设施建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第 5 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

（一）布局

DSA 手术室、谈话间、导管室、控制室、男更衣室、女更衣室、换鞋区、卫生淋浴间、设备间、污物暂存间、缓冲间构成。

本项目 DSA 手术室划为控制区，谈话间、导管室、控制室、男更衣室、女更衣室、换鞋区、卫生淋浴间、设备间、污物暂存间、缓冲间划为监督区。

本项目 DSA 手术室的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、污物暂存间分开布置，互不交叉影响；DSA手术室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；本项目DSA手术室外设置DSA手术室专用通道，并在其入口设有缓冲间，使得其与病人及家属候诊区得以分隔，最大限度的减少了公众误入的可能性。

## （二）选址

本项目DSA手术室实体屏蔽体外基本坐落于院区范围内，东侧0~44m、44~50m分别为综合楼（DR室1、病人通道、电梯厅、楼梯间、卫生间）、院区道路及绿化；南侧0~50m均为综合楼（放射科控制廊、CT扫描室1~2、病人通道、急诊科）；西侧0~16m、16~46m、46~50m分别为综合楼（控制室、男更衣室、女更衣室、换鞋区、电梯厅、卫生间）、院区道路及绿化、成都妇女儿童中心医院；北侧0~3m、3~12m、12~50m分别为综合楼（设备间、污物暂存间、缓冲间）、院区道路及绿化、康复中心。

根据新津县城乡规划管理局出具的《关于新津县中医医院建设项目和新津县妇幼保健建设项目选址情况的说明》（新规划报[2015]10号），本用地属于医疗卫生用地，本用地符合城市规划要求。成都市新津区中医医院已获得成都市环境保护局关于新津县土地储备中心新津县中医医院项目环境影响报告书审查批复（川环评审〔2020〕328号）及《成都市新津县国有资产投资经营有限责任公司新津县中医医院项目》竣工环境保护验收意见。

本项目利用2间初期设计为DR室及病人通道进行改造，建设单位拟拆除东侧墙体，并在其东部新增1道墙体，其余墙体均利用原有墙体进行改建为本项目DSA手术室，在降低工程改造量的同时又避免了医院空间的浪费。

本项目仅为医院配套建设项目，新建DSA手术室为专门的辐射工作场所。本项目50m范围基本坐落于院区范围内，50m范围内无居民楼、学校等敏感区；DSA手术室拟设置在放射科，便于放射科的统一管理；医院为DSA手术室设有专用的病人通道，能对患者紧急展开救援。因此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

根据本项目监测数据，本项目所在区域的X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率与中华人民共和国生态环境部《2022年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空

吸收剂量率监测结果基本一致，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

根据理论计算，DSA 手术室四周墙体、铅防护门、观察窗、顶棚和地坪的屏蔽条件均能满足辐射屏蔽的要求，即透视和拍片时在设计或已有的防护条件下，屏蔽体外表面 0.3m 外的周围剂量当量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。本项目辐射工作人员、周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv；职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值为 125mSv；职业人员单季度剂量约束值为 1.25mSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

## 六、事故风险与防范

医院制订的安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。医院制定的应急预案需按环评提出的要求进行完善。

## 七、环保设施与保护目标

医院现有和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、医院辐射安全管理的综合能力

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，辐射工作人员配置合理，考试（核）合格，有辐射事故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。对本次 DSA 医用辐射设备和场所而言，医院在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 DSA 手术室在成都市新津区普兴街道西创大道 1389 号成都市新津区中医医院 1 楼放射科 DSA 手术室内进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

## 建议

- 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。
- 承诺**
- (1) 建设单位在变更辐射安全许可证前，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>），对建设单位所用射线装置的相关信息进行填写。
- (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) 项目应按照国家相关法律法规尽快进行验收。
- (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。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类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。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。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	设施（措施）
辐射屏蔽措施	防护工程
	防护门 6 扇
	铅防护窗 1 扇
通排风系统	通风系统+排风系统
安全措施	门灯联锁（含工作状态指示灯）6 套
	急停按钮 2 个（床旁、控制室操作台）
	闭门装置 4 个
	防夹装置 2 个
	对讲系统 1 套
	电离辐射警告标志 6 个
	1 套灭火器材（无磁灭火器）
	放射防护注意事项告知栏和制度牌 1 套
防护用品	辐射工作人员防护用品 3 套
	患者防护用品 1 套
	设备自带 0.5mmPb 铅防护吊屏和床下铅帘 1 套
监测	便携式 X-γ 监测仪 1 台
	个人剂量计 7 套
	个人剂量报警仪 2 个