

核技术利用建设项目
新建数字减影血管造影机项目
环境影响报告表
(公示版)

岳池县人民医院
二〇一八年十二月

核技术利用建设项目
新建数字减影血管造影机项目
环境影响报告表
(公示版)

建设单位名称：岳池县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）： *

通讯地址：四川省广安市岳池县九龙镇建设路东段 22 号

邮政编码：638399 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.....	11
表 3	非密封放射性物质.....	11
表 4	射线装置.....	12
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	14
表 6	评价依据.....	15
表 7	保护目标及评价标准.....	16
表 8	环境质量和辐射现状.....	18
表 9	项目工程分析和源项.....	19
表 10	辐射安全与防护.....	23
表 11	环境影响分析.....	30
表 12	辐射安全管理.....	48
表 13	结论与建议.....	56
表 14	审批.....	61

附图目录

- 附图 1 项目地理位置图
- 附图 2 医院总平图及外环境关系图
- 附图 3 介入手术治疗区平面布局图
- 附图 4 第二住院楼一层平面布局图
- 附图 5 第二住院楼二层平面布局图
- 附图 6 第二住院楼地下车库平面布局图

附件目录

- 附件 1 项目环评委托书
- 附件 2 评价执行标准函
- 附件 3 《辐射安全许可证》
- 附件 4 参数确认函
- 附件 5 《岳池县人民医院关于成立辐射安全与环境保护管理领导小组的通知》（岳医字〔2018〕234 号）
- 附件 6 医院现有辐射工作人员个人剂量监测报告（2017 年度）及个人剂量监测数据异常情况调查说明
- 附件 7 本项目拟建场址辐射环境质量现状监测报告
- 附件 8 类比 DSA 监测报告

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新建数字减影血管造影机项目			
建设单位		岳池县人民医院			
法人代表	*	联系人	*	联系电话	*
注册地址		四川省广安市岳池县九龙镇建设路东段 22 号			
项目建设地点		四川省广安市岳池县九龙镇建设路东段 22 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	1500	项目环保投资 (万元)	64.3	投资比例(环保投资/总投资)	4.3%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
其他	/				
一、建设单位基本情况					
<p>岳池县人民医院始建于 1940 年，现已发展成为一所集医、教、研、预防、保健、康复为一体的国家三级乙等综合医院，是广安市首批政府核定的非营利性医疗机构，是岳池县急救中心，川北医学院教学医院，解放军 161 医院、华西医科大学附属医院、四川省人民医院、四川省肿瘤医院、成都军区总医院、绵阳市中心医院协作医院。医院占地面积 90 亩，建筑面积 5.36 万平方米，绿化面积 9000 平方米。医院编制床位 800 张，开放床位 1000 张。在职职工 824 人，其中高级职称 68 人，中级职称 178 人。内设机构 52 个，其中临床科室 24 个、医技科室 10 个、职能部门 18 个。医院设施设备齐全，配备德国西门子 64 排 128 层螺旋 CT、单排螺旋 CT、西门子 DR 系统、数字胃肠 X 光机、数字化乳腺钼靶机、钴-60 远距离肿瘤放射治疗机、骨密度检测仪、全自动血凝仪等百余台件，为临床诊疗、保健、康复提供了安全可靠的保障。</p> <p>岳池县人民医院现持有四川省生态环境厅（原四川省环境保护厅）颁发的《辐射安全许可证》（川环辐证（00268）），许可种类和范围为使用 I 类放射源、乙级非密封放射性物质工作场所，使用 III 类射线装置。有效期至 2019 年 11 月 22 日。</p>					

二、项目由来

随着医院诊疗技术的提高及业务拓展，为满足病患诊疗需求，岳池县人民医院拟将第二住院楼一层医保中心和卫生间改造为介入治疗手术室及其配套房间，并在介入治疗手术室内新增 1 台飞利浦 UNIQFD20 型数字减影血管造影系统（125kV\1000mA），进行心血管、外周血管、神经、肿瘤等介入检查和治疗。

按照《关于发布<射线装置分类>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）的规定，本项目拟购飞利浦 UNIQFD20 型数字减影血管造影系统属于 II 类射线装置。由于本项目建成后，医院持有的医用射线装置种类、数量发生了变更，依据《放射性同位素与射线装置安全许可证管理办法》（环保部 31 号令），岳池县人民医院应对现持有的《辐射安全许可证》内容进行增项。

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》和《中华人民共和国放射性污染防治法》的规定和要求，本项目须进行环境影响评价。依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）和《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境保护部令第 1 号）的规定，本项目属于名录中“五十、核与辐射”中“191、核技术利用建设项目---生产、销售、使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表。

为此，岳池县人民医院委托四川省科学城环境安全职业卫生检测与评价中心承担该项目的环境影响评价工作。环评单位接受委托后，随即组织专业人员开展资料收集、现场踏勘、资料整理分析、调研有关法规等工作，并与建设单位进行多方咨询交流，反复核实，在进行工程分析的基础上，结合工程的具体情况以及辐射危害特征，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/T10.1-2016）的要求，编制了本环境影响报告表。

三、项目建设内容

1、项目名称、建设单位、建设地点及性质

项目名称：新建数字减影血管造影机项目

建设单位：岳池县人民医院

建设地点：四川省广安市岳池县九龙镇建设路东段 22 号

建设性质：改建

2、建设内容及规模

岳池县人民医院拟将第二住院楼一层医保中心和卫生间改造为介入治疗手术室及其

配套房间，并在介入治疗手术室内新增 1 台飞利浦 UNIQFD20 型数字减影血管造影系统，进行心血管、外周血管、神经、肿瘤等介入检查和治疗。拟购数字减影血管造影系统额定管电压为 125kV、额定管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置。

介入手术区由检查室、控制室、设备室、男女更衣室、值班室、卫生间等组成，总建筑面积约 103m²，其中检查室面积约 51m²，控制室面积约 25m²，设备室面积约 6m²。介入检查室东南西北四周墙体是在原 20cm 厚加气混凝土砌块墙表面涂覆 3cm 厚硫酸钡砂浆（硫酸钡砂浆：水泥=4：1，硫酸钡砂浆密度折算约 3.8g/cm³），屋顶为 12cm 厚混凝土+3mm 铅板吊顶，地面为 12cm 厚混凝土+3cm 厚医用同质透芯 PVC 地板+3cm 厚硫酸钡砂浆。

控制室工作人员进出检查室的防护门和病员出入防护门均采用 3mm 铅当量不锈钢门，控制室观察窗安装 3mm 铅当量的铅玻璃。

本次拟申请增项的辐射项目内容见表 1-1。

表 1-1 本次申请增项的辐射项目内容情况

厂址	射线装置							
	设备名称	型号	厂家	数量 (台)	额定参数	射线装置种类	工作场所	用途
岳池县人民医院（岳池县九龙镇建设路东段 22 号）	数字减影血管造影系统	UNIQFD 20	飞利浦	1	125kV， 1000mA	II 类	第二住院楼一层的介入检查室	心血管、外周血管等介入手术

3、项目组成及主要环境问题

依据本项目建设内容，项目组成及主要环境问题见下表 1-2。

表 1-2 本项目组成及主要环境问题

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	将第二住院楼一层医保中心和卫生间改造为介入治疗手术室及其配套房间。介入手术区由检查室、控制室、设备室、男女更衣室、值班室、卫生间等组成，总建筑面积约 103m ² 。 介入检查室建筑面积 51m ² ，净尺寸约长 6.62m×宽 5.65m×高 3m，检查室东南西北四周墙体是在原 20cm 厚加气混凝土砌块墙表面涂覆 3cm 厚硫酸钡砂浆，屋顶为 12cm 厚混凝土+3mm 铅板吊顶，地面为 12cm 厚混凝土+3cm 厚医用同质透芯 PVC 地板+3cm 厚硫酸钡砂浆。 控制室工作人员进出检查室的防护门和病员出入防护门均采用 3mm 铅当量不锈钢门，控制室观察窗安装 3mm 铅当量铅玻璃。检查室内置 1 台机（125kV/1000 mA），属于 II 类射线装置。	施工扬尘 施工噪声 施工废水 建筑废渣 X 射线 废包装材料	X 射线 臭氧 医疗废物 噪声
辅助工程	控制室 1 间，建筑面积 25m ² ；设备室 1 间，建筑面积 6m ² ；更衣室 1 间，建筑面积约 8m ² 。		/
公用工程	依托医院既有供水、供电、通讯等配套设施。	/	/
办公及生活设施	依托介入检查室东侧既有办公室作为介入手术医护人员办公室。	/	生活污水 生活垃圾
环保设施	利用医院既有污水处理站，废水处理达标后排入市政污水管网。利用医院既有危废暂存间，项目运行产生的医疗废物运至该暂存间临时存放，定期交有资质单位处置。	/	/

4、主要原辅材料及能耗

本项目采用先进的数字成像技术，不使用显影液、定影液和胶片，因此本项目不涉及原辅材料的使用。项目用电依托医院既有供电设施，用电引自市政供电网。本项目能耗见表 1-3。

表 1-3 主要能耗情况表

类别	年耗量	来源	用途
电	20000kW·h/a	城市电网	设备用电

5、工作制度及人员配置

(1) 工作制度

本项目采用全日制工作制度，每年工作 300 天，每天工作 8 小时，实行单班制。根据医院提供的资料，本项目介入手术工作负荷情况见表 1-4 所示。

表 1-4 本项目介入手术工作负荷一览表

手术类别		年开展工作 作量(台)	平均每台手术摄 影曝光时间(min)	年摄影曝光 时间 (h)	平均每台手术透 视曝光时间 (min)	年透视曝光 时间 (h)
心脏 介入	支架	150	1	2.5	10	25
	其他	350	1	5.8	5	29.2
外周介入手术		50	2	1.7	5	4.2
神经科、肿瘤等介 入手术		50	1	0.8	10	8.3
合计		600	/	10.8	/	66.7

(2) 劳动定员

本项目介入手术拟定人员 11 人，包括医生 6 人、护士 2 人和放射技师 3 人。其中放射技师仅在控制室进行摄影操作，其余医生和护士分成 3 组，需要进入介入检查室内进行床旁手术操作。项目拟定人员均从医院内部调配，无新增人员。

本项目建成后，涉及的医生、护士和放射技师共 11 名辐射工作人员仅在介入手术区从事辐射相关工作，不需考虑操作其他射线装置引起的个人剂量叠加问题。另外，上述 11 名工作人员均已取得了辐射安全与防护培训合格证书。

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，取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训；医院应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

6、项目依托设施

本项目医护人员的办公场依托介入检查室东侧既有办公室，不涉及新建。

岳池县人民医院已建有 1 座污水处理站，该污水处理站位于门诊大楼急诊科北侧绿化带空地内。该污水处理站设计处理能力为 900m³/d，现有处理规模为 500m³/d。废水经污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）相关标准后排入市政污水管网。本项目不涉及新增工作人员，不新增生活污水产生量和排放量。

医院建有 1 座医疗废物暂存间，医院运行期间产生的医疗废物主要为感染性医疗废物和损伤性医疗废物。医院已建有 1 座医疗废物暂存间，并已与广安能投华西环保发电有限公司签订了医疗废物处置协议，由该公司负责定期清运。本项目建成投运后产生的医疗废物暂存于医院现有的医疗废物暂存间，定期由广安能投华西环保发电有限公司清运处理。

五、项目产业政策符合性

本项目是利用射线装置用于放射诊疗，系核技术应用项目在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会 2013 年第 21 号令《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》，

属于鼓励类中“十三、医药”的第6条“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用”，是目前国家鼓励发展的新技术应用项目。因此，本项符合国家当前产业政策。

六、项目选址及平面布置合理性

1、项目选址合理性

(1) 医院外环境关系

岳池县人民医院位于岳池县九龙镇建设路东段22号，医院北侧隔园丁巷约15m佳合小区，西侧与居民区相邻；南侧紧邻建设路，南侧相距约25m居民区；东侧紧邻体育路，东侧相距约25m为居民区。医院外环境关系见图1-1。

由医院周边外环境关系可见，医院地处城居环境，厂界四周以居民住宅和商住楼为主，周边无自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点，无大的环境制约因素。区域交通便利，便于附近患者就诊。



图 1-1 医院外环境关系示意图

(2) 医院内项目外环境关系

本项目拟建介入手术区位于第二住院大楼一层西南侧。第二住院大楼位于医院北端，其南侧约75m为住院楼，西南侧约25m为感染科楼、约55m为放射治疗楼，东侧为医院东厂界。

本项目拟购数字减影血管造影系统安置于第二住院大楼一层介入手术区的检查室内。检查室北侧隔走廊为消防控制室、中药房和楼梯间，北侧约 30m 为医院北厂界；西侧为医院过道、西侧约 30m 为医院西厂界；西南侧约 40m 为感染科楼；东侧紧邻控制室、东侧约 8m 为医护人员办公室，东侧约 27m 为医院东厂界。检查室正上方（二层）为隔透病房。检查室地面下为地下停车库。

（3）项目选址合理性分析

本项目位于岳池县人民医院内，不涉及新征用地，医院用地为医疗用地，符合岳池县城市总体规划。医院厂界周边主要为城居环境，无大的环境制约因素，数字减影血管造影系统安置于第二住院大楼一层介入手术区的检查室内，该区域人流相对较少，降低了公众受照的可能性。项目建成投运后产生环境影响主要为电离辐射，经预测分析，运营期间产生的 X 射线经检查室墙体、屋顶、防护门窗等屏蔽体屏蔽后对工作人员和屏蔽体外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）的限值要求和本报告提出的剂量约束值，项目与周边环境相容。

综上所述，本项目的建设符合岳池县城市总体规划，与周边环境相容，项目选址合理。

2、项目平面布置合理性

本项目数字减影血管造影系统放置于第二住院大楼一层介入手术区。介入手术区由检查室、控制室、设备室、男女更衣室、值班室、卫生间等组成，设备安装于介入检查室内，检查室东侧为控制室和设备室，南侧、西侧均为室外过道，北侧为室内过道，楼下为地下室停车库，楼上为隔透病房。平面布局见附图 4。

医院按照规定将介入手术区划分为控制区和监督区管理，其中控制区为介入检查室，监督区包括控制室、设备间、更衣室、值班室和与检查室相邻的室内过道。两区划分见本报告图 10-1。两区分区明显，符合辐射防护要求。

由介入手术区平面布局可见，与射线装置相关的各辅助用房紧密布置于射线装置机房周围，整体布局紧凑，既便于医疗工作，又利于辐射防护。各用房之间采用墙体分隔，墙体、防护门窗的屏蔽防护厚度充分考虑了电离辐射效应，能够有效降低电离辐射对工作人员和周边公众的辐射影响。

综上分析，本项目介入手术间分区明确，平面布局既能满足介入诊疗工作要求，又有利于辐射防护，评价认为本项目平面布局合理。

七、医院核技术应用现状

1、医院辐射安全许可证情况

岳池县人民医院持有四川省生态环境厅（原四川省环境保护厅）核发的《辐射安全许可证》（川环辐证（00268）），许可种类和范围为：使用 I 类放射源、乙级非密封放射性物质工作场所、使用 III 类射线装置。有效期至 2019 年 11 月 22 日。具体许可项目见表 1-5。

表 1-5 医院辐射安全许可证已许可的项目

序号	核素	类别	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数		活动种类	备注	
1	⁶⁰ Co	I 类	2.06×10 ¹² Bq/2.06×10 ¹² Bq×1 枚		使用	登记在证，待报废	
序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(Bq)	最大年用量(Bq)	活动种类	备注
1	核素治疗室	乙级	¹³¹ I	6.2×10 ⁸	7.4×10 ¹¹	使用	登记在证，在用
序号	射线装置名称		类别	数量	活动种类	备注	
1	模拟定位机		III类	1	使用	登记在证，待报废	
2	骨密度仪		III类	1	使用	登记在证，在用	
3	数字胃肠机		III类	1	使用	登记在证，在用	
4	乳腺机		III类	1	使用	登记在证，在用	
5	医用数字 X 射线机		III类	1	使用	登记在证，在用	
6	CT 机		III类	1	使用	登记在证，在用	
7	医用高频遥控 X 射线机		III类	1	使用	登记在证，待报废	
8	移动式 C 型臂 X 射线成像系统		III类	1	使用	登记在证，在用	
9	高频移动式手术 X 射线机		III类	1	使用	登记在证，在用	

2、放射工作场所辐射水平监测

2017 年医院委托成都华亚科技有限公司对在用的射线装置工作场所和核医学科的辐射环境质量状况进行了现场监测（报告编号 HYHJ(2017)第 0248 号，监测报告见附件），监测结果射线装置运行期间，工作场所周围环境的 X-γ 辐射剂量率在 0.10~2.35μSv/h 之间，符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中放射工作场所规定值，射线装置运行期间所致职业人员和公众照射剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的限值和本报告提出的剂量管理约束值；核医学科 β 放射性物质表面污染水平低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的限值。

3、辐射工作人员

（1）培训情况

医院严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度，医院目前共有辐射工作人员 56 名，其中有 48 人参加并通过了环境主管部门组织的辐射安全与防护培训和考核，取得了培训合格证。医院承诺尽快安排余下 8 人参加环境主管部门组织的辐射安全与防护培训，确保所有辐射工作人员考核合格持证上岗。

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：①所有辐射工作人员均应在上岗前参加环境保护主管部门组织的辐射安全与防护培

训，培训合格后，持证上岗。并且取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年接受一次再培训；②在辐射工作人员上岗前，医院应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。③医院应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

(2) 个人剂量监测情况

岳池县人民医院委托四川省疾病预防控制中心和浙江建安检测研究院有限公司分别对医院放射工作人员 2017 年度受照剂量进行了监测（监测报告见附件），统计结果见表 1-6。

表 1-6 医院辐射工作人员 2017 年度个人剂量检测结果统计

时间段	监测结果范围	个人剂量异常情况	备注
2017 年第 1 季度	0.01~0.32mSv	/	委托四川省疾病预防控制中心检测。
2017 年第 2 季度	0.01~0.34mSv	/	
2017 年第 3 季度	0.01~11.72mSv	彭军 11.72mSv	
2017 年第 4 季度	0.01~0.09mSv	/	委托浙江建安检测研究院有限公司检测。

由表 1-6 可知，医院 2017 年第 3 季度有 1 名辐射工作人员的个人剂量监测数据存在异常情况，单季度监测值超过了 1.25mSv。

对于 2017 年第 3 季度出现的个人剂量监测数据异常情况，医院调查结果（调查报告详见附件）为：该名医生在给病人做完检查后白大褂挂在了检查室，导致剂量计多次接受放射曝光，使监测结果异常。对此，医院立即采取整改措施，加强放射工作人员的辐射防护知识培训，并对该名医生进行个人剂量计使用再培训，以避免再次出现类似情况。

环评要求：①医院应加强对辐射工作人员工作期间个人剂量计的管理，上岗期间辐射工作人员必须按规定正确佩戴个人剂量计（介入治疗医生和护士应将个人剂量计佩戴于胸前且在铅衣内，放射技师应将人剂量计佩戴于胸前），离岗期间个人剂量计应统一保管；②按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，对于单季度个人剂量检测数据超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在情况调查报告上签字确认；对于年度内检测数值累计超过 5mSv 的，要采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段，并上报辐射安全许可证发证机关。

4、辐射安全管理制度的执行情况

岳池县人民医院成立有辐射防护领导小组（岳医字〔2018〕234 号），负责全院辐射安全管理工作。医院已制定的辐射安全管理规章制度包括：各射线装置的操作规程、《辐射安全防护设施维护与维修制度》、《辐射安全管理制度》、《辐射安全岗位职责》、《放射人员健康及个人剂量管理制度》、以及《岳池县人民医院辐射事故应急响应程序》。其中，各射线装置操作规程、《辐射安全管理制度》、《辐射安全岗位职责》已按要求悬挂于相应的辐射

工作场所。

5、年度评估情况

岳池县人民医院按照要求编制了《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告（2017 年度）》，对医院的辐射安全和防护情况进行了说明，并按要求向四川省生态环境厅和广安市环境保护局提交了该报告。

综上，2017 年度医院辐射防护工作自查结果良好。据了解，医院自取得辐射安全许可证以来，未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	^{60}Co	$2.06 \times 10^{12}\text{Bq}/$ $2.06 \times 10^{12}\text{Bq} \times 1$ 枚	I 类	使用	肿瘤治疗	放射治疗室一 楼	钴治疗机内部屏蔽 存放, 设备置于放 射治疗室一层机房 内	登记在证, 待退 役

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	^{131}I	液体	使用	$6.2 \times 10^9\text{Bq}$	$6.2 \times 10^8\text{Bq}$	$7.4 \times 10^{11}\text{Bq}$	甲亢治疗	口服 (简单 操作)	门诊大楼三层的 核素治疗室	核素治 疗室	登记 在证, 在用

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

(三) X 射线机，包括医用诊断和治疗（含 X 射线 CT 诊断）、分析仪器等

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	模拟定位机	III	1	HND-I	125	300	放射诊断	放射治疗室一楼	登记上证，待报废
2	骨密度仪	III	1	DPX Bravo			放射诊断	医技一楼的骨密度检查室	登记上证，在用

3	数字胃肠机	III	1	PLD5600			放射诊断	医技一楼的胃肠造影室	登记上证,在用
4	乳腺机	III	1	HAWK-2M	39	100	放射诊断	医技一楼的乳腺摄片室	登记上证,在用
5	医用数字 X 射线机	III	1	Ysio	150	800	放射诊断	医技一楼	登记上证,在用
6	CT 机	III	1	Definition As128	140	800	放射诊断	医技一楼	登记上证,在用
7	医用高频遥控 X 射线机	III	1	plx112c	120	30	放射诊断	医用高频遥控 X 射线机手术室	登记上证, 待报废
8	移动式 C 型臂 X 射线成像系统	III	1	H2-YDX200 OBS	120	5	放射诊断	医院一十二楼手术室 1	登记上证,在用
9	高频移动式手术 X 射线机	III	1	PLX112C	120	30	放射诊断	医院一十二楼手术室 3	登记上证,在用
10	数字减影血管造影系统	II	1	UNIQFD20	125	1000	介入诊疗	第二住院楼一层的介入检查室	本次新增

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	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

<p>法规文件</p>	<p>(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》(2016 年 9 月 1 日实施); (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》(2014 年国务院第 653 号令修订); (5) 《四川省辐射污染防治条例》(省十二届人大常委会第 63 号公告); (6) 《建设项目环境影响评价分类管理目录(修改)》(生态环境部第 1 号令); (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2008 年环境保护部 3 号令颁布, 2017 年 12 月 12 日修正); (8) 《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 18 号令); (9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》(国家卫生和计划生育委员会环境保护部 2017 年 66 号文); (10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(环发〔2006〕145 号); (11) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》(环办辐射函〔2016〕430 号)。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ/T 10.1-2016); (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (3) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013); (4) 《医用 X 射线治疗放射防护要求》(GBZ131-2017); (5) 《电离辐射所致皮肤剂量估算办法》(GBZ/T244-2017)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 《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); (2) 《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》; (3) 《关于加强辐射工作人员剂量管理的通知》(川环办〔2010〕49 号); (4) 岳池县人民医院关于本项目的委托书; (5) 建设单位提供的项目有关设计资料。</p>

表 7 保护目标及评价标准

评价范围					
<p>根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的规定，对射线装置应用项目的辐射环境影响评价范围确定为：以介入检查室屏蔽体边界外 50m 范围内。</p>					
保护目标					
<p>本项目拟购数字减影血管造影系统安装于第二住院楼一层介入手术区的检查室内，检查室北侧隔走廊为消防控制室、中药房和楼梯间，北侧约 30m 为医院北厂界；西侧为医院过道、西侧约 30m 为医院西厂界；西南侧约 40m 为感染科楼；东侧紧邻控制室、东侧约 8m 为医护人员办公室，东侧约 27m 为医院东厂界。检查室正上方（二层）为隔透病房。检查室地面下为地下停车库。</p> <p>环境保护目标为介入手术区辐射工作人员、其他科室医务人员和周围公众，主要考虑运行过程中对工作人员和在手术室周围停留的公众的影响，使其受照剂量低于本报告提出的剂量约束值，确保射线装置运行时工作人员和公众的安全。具体环境保护目标见表 7-1。</p>					
表 7-1 项目主要环境保护目标					
类型	保护目标	方位	距辐射源最近距离	人数	剂量约束值 (mSv/a)
职业照射	放射技师	检查室东侧控制室	约 4.0m	3 人	5
	介入手术医生和护士	检查室内手术床旁	约 0.5m	8 人	
公众照射	医务人员、病员	检查室北侧过道	≥3.5m	流动人群	0.1
	医务人员、办公人员	检查室北侧消防控制室、中药房	≥7.5m	5~7 人	
	医务人员	检查室东北侧西药房	≥12m	5~7 人	
	医务人员	检查室东侧谈话室、医生办公室	4.0m	2~3 人	
	病员	检查室东侧大厅	≥10m	流动人群	
	办公人员	检查室东侧出入院手续办理窗口、新农合中心	≥18	2~3 人	
	病员	检查室正上方（二楼隔透病房）	3.0m	流动人群	
	办公人员	检查室正下方（地下室车库）	2.5 m	流动人群	
	居民楼住户	检查室西侧厂界外	45.5m	约 100~200 人	
	居民楼住户	检查室北侧厂界外	48m	约 200~300 人	
评价标准					
1、职业照射和公众照射					

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中的相关标准:

职业照射: 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 B 剂量限值: 应对任何工作人员的职业水平进行控制, 使之不超过下述限值: 由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均), 20mSv。四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv, 眼晶体的年当量剂量不超过 150mSv。

结合本项目所在地审管部门的要求, 本项目职业照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的职业照射剂量限值的四分之一执行, 即 **5mSv/a**, 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量约束值为 **125mSv**。

公众照射: 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 B 剂量限值: 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下述限值: 年有效剂量, 1mSv。

结合本项目所在地审管部门的要求, 本项目公众照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)公众照射剂量限值的十分之一执行, 即 **0.1mSv/a** 作为剂量约束值。

2、辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制值

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 5.4 款要求, 以 2.5 μ Sv/h 作为机房屏蔽体外 0.3m 处剂量率目标控制值。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、监测项目和监测方法

为了解本项目建设场址的辐射环境水平，本次评价委托成都同洲科技有限责任公司于 2018 年 11 月 6 日对本项目拟建场址进行了辐射环境质量现状监测，辐射环境监测情况和结果如下：

1、监测项目

X- γ 辐射剂量率

2、监测使用仪器

使用的监测仪器情况见表 8-1。

表 8-1 监测仪器设备一览表

仪器名称及编号	仪器技术指标	校准情况
FJ1200 型环境级 X- γ 辐射测量仪（仪器编号 SB01）	能量响应：40keV~3MeV 测量范围：10nSv/h ~200 μ Sv/h 不确定度：Urel=7%(k=2)	校准单位：中国测试技术研究院 校准有效期：2019-07-16 校准字第 201807005223 号

3、监测方法

监测方法和方法来源见表 8-2。

表 8-2 监测仪器设备一览表

项目	监测方法	方法来源
X- γ 辐射剂量率	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》	GB/T14583-93

二、监测结果分析与评价

本项目为新建项目，目前设备尚安装到位，监测结果统计分析如下：

项目拟建场址周围环境 X- γ 辐射空气吸收当量剂量率换算为 γ 辐射剂量率约为：室内 128~159nGy/h、室外 235~251nGy/h（X- γ 射线辐射权重系数取 1）。其中，室内 γ 辐射剂量率监测值与《中国环境天然放射性水平》（国家环保总局编）中的达县(1995 年)的背景资料相比较（达县地区室内的 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 48~141.8nGy/h），无显著性差异，属正常环境本底水平；此外，由于室外两处监测点位受相邻建筑墙体外壁瓷砖装修材料的影响，导致室外 γ 辐射剂量率监测值与《中国环境天然放射性水平》（国家环保总局编）中的达县(1995 年)的背景资料相比较（原野 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 38.1~136.2nGy/h），监测值略高。

综上，可得出以下初步结论：本项目拟建场址辐射环境处于天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析和源项

工程设备和工艺分析

一、施工期工艺分析

1、土建装修施工阶段

项目施工期主要是对已有建筑物内部进行墙体改造和装饰施工、设备安装，最后进行竣工验收。其工艺流程及产污环节见下图：

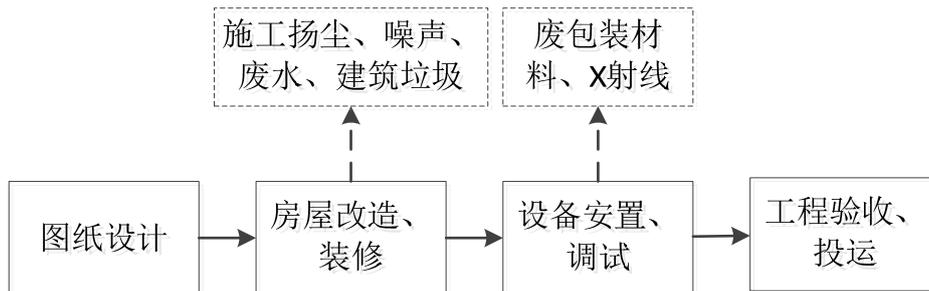


图 9-1 项目施工期工艺流程及产污环节图

改造装修阶段涉及的污染因子有噪声、扬尘、废水、固体废物等。其中，扬尘主要为现有墙体拆除时产生的扬尘，装修机械敲打、钻动墙体等产生的粉尘；噪声主要来自于装修设备；废水主要为施工人员产生的少量生活污水，无施工废水；固体废物主要为装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。

2、设备安装调试阶段

本项目数字减影血管造影系统的安装调试阶段会产生 X 射线，造成一定的辐射影响。另外，设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。数字减影血管造影系统安装和调试均由销售单位专业人员进行操作。在安装和调试过程中，医院应配合销售单位加强现场的辐射防护管理。调试时应保证各屏蔽体屏蔽到位，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

二、营运期工艺分析

数字减影血管造影（digital subtraction angiography, DSA）是 20 世纪 80 年代继 CT 之后出现的一项医学影像学新技术，是电子计算机图像处理技术与传统 X 线血管造影技术相结合的一种新的检查方法。可以满足心血管、外周血管的介入检查和治疗，以及各部位非血管介入检查与治疗。介入诊断与治疗是指医生在 DSA 图像的引导下，通过皮穿刺途径或通过人体原有孔道将导管或器械插入病变部位或注入造影剂，进行诊断和治疗。

1、工作原理

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

2、设备组成

数字减影血管造影系统主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图象处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

3、操作流程

介入手术在进行曝光时分为两种情况：一种情况，医生可在控制室进行隔室操作，对病人进行摄影检视。另一种情况为介入手术治疗时，医生需在病人床旁进行直接的手术操作，此时操作医生须穿戴铅服、铅眼镜等个人防护用品。介入手术治疗时会有连续曝光。本项目介入诊疗主要流程为：

①医生接诊患者并告知在手术过程中可能受到的辐射危害。

②患者进入机房，在医生指导下进行摆位。在确认手术间内无无关人员滞留后，关闭防护门。

③对患者进行无菌消毒、麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，经鞘插入导管。医生踩住手术床下的脚踏板开关启动多功能 X 机的 X 射线系统进行透视，在 X 线透视下将导管送达静脉。此过程医生采取穿戴铅衣、铅眼镜等个人防护用品等措施进行防护。

④导管到位后，对患者注射造影剂，开启设备，摄影采集图像。此过程中，根据诊疗需求，医生或在操作室进行隔室摄影，或在床旁进行摄影。

⑤介入手术中，医生根据操作要求，踩住手术床下的脚踏板开关启动多功能 X 机的 X 射线系统进入透视，通过悬挂显示屏显示的连续画面，完成介入手术操作。

⑥介入治疗结束，拔管按压穿刺部位后包扎，关闭射线装置，医生、患者离开机房。

介入手术诊疗流程及产污环节如图所示：

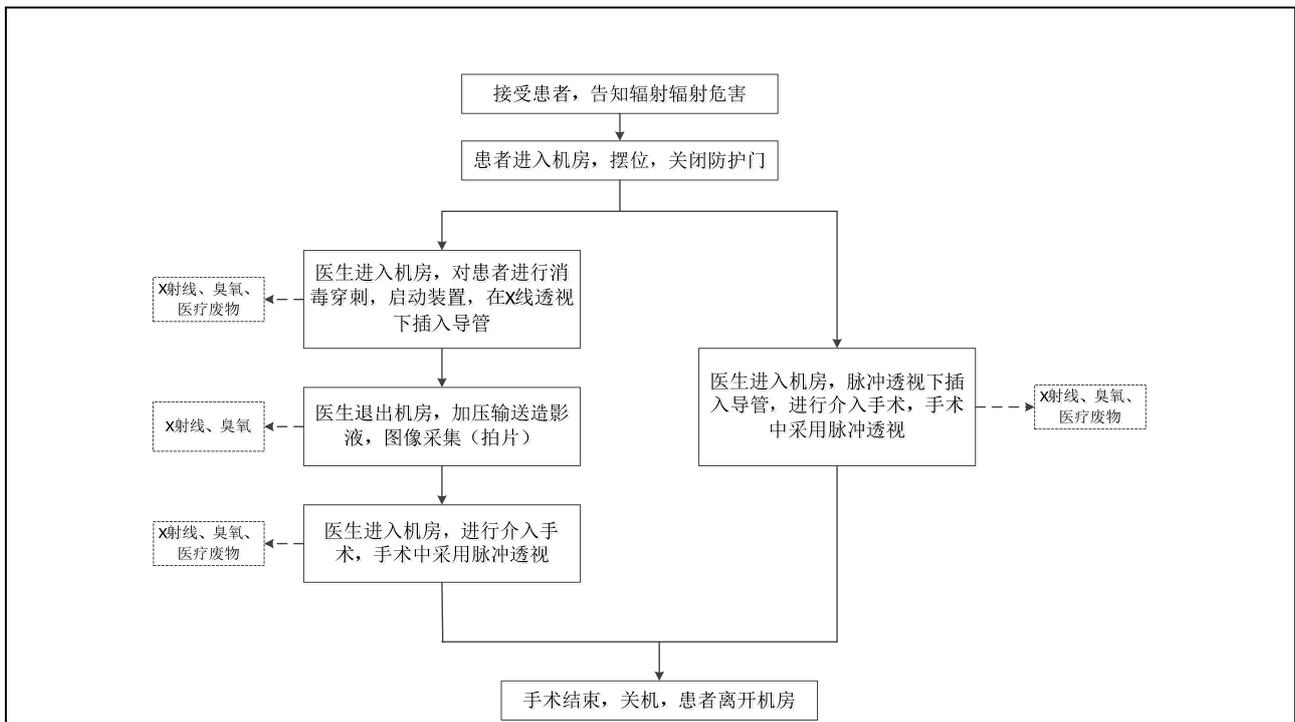


图 9-2 介入手术诊疗流程及产污环节示意图

4、产污环节

本项目采用先进的数字显影技术，电脑成像，不使用显（定）影液，不产生废显影液、废定影液和废胶片。注入的造影剂不含放射性。设备运行过程中产生的污染物主要为 X 射线、臭氧、介入检查室通风系统机组运行噪声，以及手术过程中产生的医疗废物。

污染源项描述

一、施工期污染源项

1、施工扬尘

施工期的大气污染物主要是扬尘污染，污染因子为 TSP，为无组织排放。施工产生的扬尘主要来自两个方面，一是墙体改造扬尘；二是来自来往运输车辆引起的二次扬尘。

2、废水

施工期间产生废水主要为施工人员生活污水，预计施工人员为10人，生活污水产生量为0.4m³/d。

3、施工噪声

施工期间涉及机械设备包括电钻、电锤和角磨机等，其噪声源强见下表。

表9-1 施工期噪声源强一览表

噪声源	声源强度 (dB (A))
电钻	100~105
电锤	100~105
角磨机	100~105

4、固体废物

施工期产生的固体废物主要包括房屋改造装修过程产生的废建渣、废建材，施工人员产生的生活垃圾及设备安装后产生的废包装材料，产生量约10t。

5、电离辐射

数字减影血管造影系统调试时，开机出束状态下将产生 X 射线，关机状态不产生 X 射线。

二、营运期污染源项

1、X射线

数字减影血管造影系统在开机出束状态下产生X射线，主要辐射途径为外照射。设备未开机状态不产生X射线。

2、臭氧

在开机出束过程中手术间内的空气在电离辐射作用下产生臭氧等有害气体。

3、噪声

项目噪声源为介入手术检查室通风系统机组，设备运行噪声值不超过60dB(A)，属低噪声设备。

4、固体废物

项目固体废物主要为介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，约10kg/d。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、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，定义如下：

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。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本次环评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进行区辐射防护分区划分，见表 10-1 和图 10-1。

表 10-1 项目控制区和监督区的划分情况

辐射工作场所	控制区	监督区
手术间	介入检查室	控制室、设备室、更衣室、值班室、卫生间、与介入检查室相邻的室内走廊
备注	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不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。介入手术医生和护士进行介入手术室必须穿戴个人防护用品，以降低辐照剂量。	监督区范围内应限制无关人员进入。

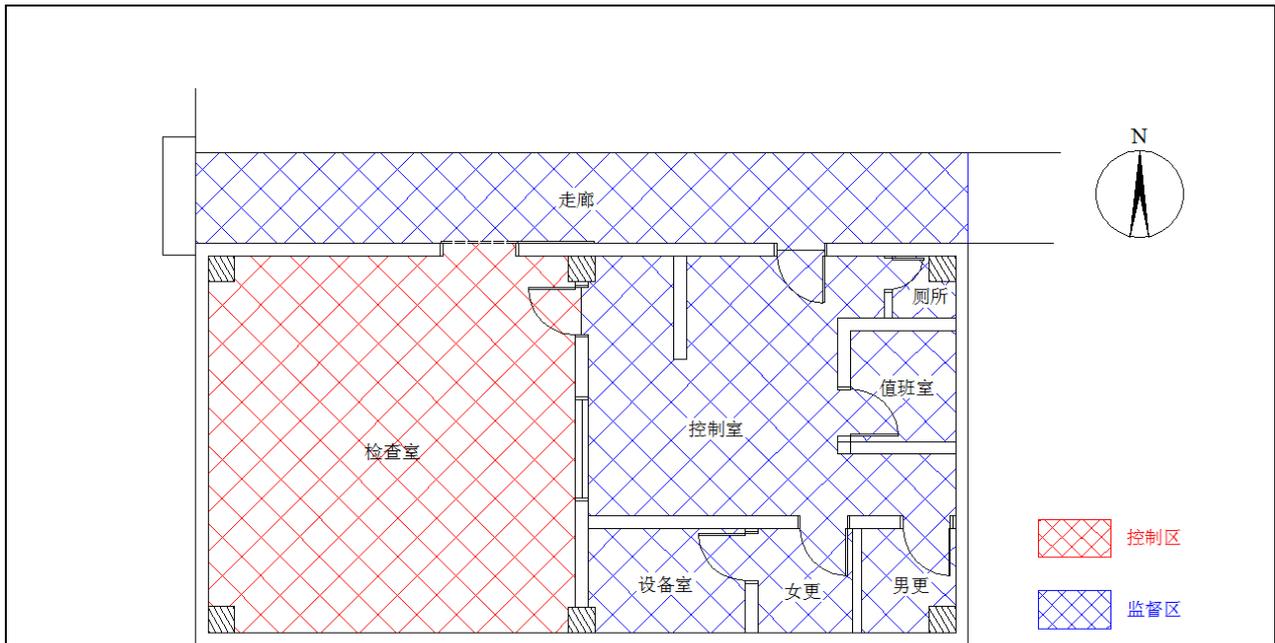


图 10-1 介入手术区控制区和监督区划分示意图

二、辐射安全和防护措施

本项目数字减影血管造影系统的主要辐射影响为 X 射线,对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线装置及加以必要的屏蔽。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

本项目数字减影血管造影系统购置于正规厂家,满足国家质检要求,装置泄漏辐射不会超过《医用 X 射线治疗放射防护要求》(GBZ131-2017)规定的限值。此外设备自身采取以下安全防护措施:

- ◆ **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。

- ◆ **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铜过滤板,以多消除软 X 射线以及减少二次散射,优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铜过滤板。

- ◆ **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。

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

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

◆ **配备辅助防护设施：**项目拟购DSA机配有悬吊铅帘和床下铅帘（两者的防护铅当量不低于0.25mm），在设备运行中可加强对医护人员的辐射防护。

◆ 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。

2、场所屏蔽防护措施

本项目介入检查室采取的屏蔽措施见表10-2。

表 10-2 项目介入检查室的实体防护设计

工作场所	机房有效使用面积	四周墙体	屋顶板	地板	观察窗	防护门
介入检查室	37m ²	东南西北四周墙体是在原 20cm 厚加气混凝土砌块墙表面涂覆 3cm 厚硫酸钡砂浆	12cm 厚混凝土+3mm 铅板吊顶	地面为 12cm 厚混凝土+3cm 厚医用同质透芯 PVC 地板+3cm 厚硫酸钡砂浆	3mm 铅当量铅玻璃	控制室工作人员进出检查室的防护门和病员出入防护门均采用 3mm 铅当量不锈钢门
备注：根据业主提供的资料，项目硫酸钡砂浆：水泥=4：1，硫酸钡砂浆密度折算约 3.8g/cm ³ 。						

3、安全措施

◆ **门灯联锁：**介入检查室病人出入防护门外顶部设工作状态指示灯，并与防护门联锁。防护门关闭时，工作状态指示灯亮，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯熄灭。

◆ **紧急止动装置：**在控制台上、手术床旁、介入手术检查室内的墙上均设紧急止动按钮（各按钮分别与X线系统连接）。在射线装置出束过程中，一旦发现异常情况，按下任一急停开关均可停止X线系统出束。

◆ **操作警示装置：**数字减影血管造影系统的X线系统出束时，控制台上的指示灯变色，同时蜂鸣器发出声音。

◆ **对讲装置：**在介入检查室与控制室之间设置对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与检查室内的人员交流。

◆ **警告标志：**在介入手术区入口和介入手术病员出入防护门外的醒目位置设置电离

辐射警告标志（标志见图10-2）。



图 10-2 电离辐射警告标志

◆ **辐射监测设备：**医院拟配备一台便携式X- γ 剂量监测仪，用于场所的剂量水平监测。

环评要求：医院应每月对射线装置、安全联锁装置、机电设备等辐射防护设施设备进行检查，发现问题应及时维护、更换。

4、人员的安全防护

人员主要指本项目辐射工作人员、患者和本次评价范围内的公众。

（1）辐射工作人员的安全防护

为减少辐射工作人员的照射剂量，采取的主要方法有源项控制、屏蔽防护、时间防护和距离防护，多种防护联合运用、合理调节：

①源项控制

在满足治疗要求的前提下，针对不同病人制定最优化的治疗方案，选择能达到治疗要求最低的射线照射参数，使射线强度最小化，并通过设备的可调限束装置进行参数设置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射，避免不必要的照射。

②屏蔽防护

隔室操作：放射技师采取隔室操作方式，通过控制室与机房之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽 X 射线，以减弱或消除射线对人体的危害。

个人防护用品：从事介入治疗的医生、护士均配有铅围裙、铅围脖、铅衣和铅眼镜等个人防护用品，这些防护用品的防护能力应至少为 0.5mm 防护铅当量。

③时间防护

在满足治疗要求的前提下，在每次使用射线装置进行治疗之前，根据治疗要求和患者实际情况制定最优化的治疗方案，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，减少工作人员的受照时间，也避免患者受到额外剂量的照射。另外，对从事介入治疗手术的医生和护士应采取分组制，以避免某一工作人员因长时间操作所致剂量超标。

④个人剂量监测

从事介入治疗的医生和护士均应配备个人剂量计(介入治疗医生和护士应将个人剂量计佩戴于胸前且在铅衣内),并要求上班期间必须佩戴。医院定期(每季度一次)将个人剂量计送有资质单位进行检测,检测结果存入个人剂量档案。

(2) 患者和陪检者的安全防护

医院应为患者配有防护围裙或方巾等防护用品(其防护铅当量应不低于0.5mm),用于患者非照射部位的防护。为陪检者至少配备铅衣,以避免陪检者受到不必要的照射。此外,在不影响治疗效果的前提下,保持患者与射线装置靶源尽可能远的距离。

(3) 介入检查室周边公众的安全防护

周边公众主要依托放射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和楼板等实体屏蔽设施屏蔽射线。同时,放射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理,在手术间门外设置工作状态指示灯,张贴醒目的电离辐射警告标志,禁止无关人员进入控制区,以增加公众与射线源之间的距离,避免受到不必要的照射。

(4) 与《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 要求符合性分析

对照《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中人员安全防护的要求,本项目针对介入操作采取的人员安全防护措施的符合性分析见表 10-3。

表 10-3 项目采取的介入操作人员安全防护措施符合性

设备名称	分项		《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 要求	本项目采取措施
数字减影血管造影系统	辐射工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜。 选配: 铅橡胶手套。	铅围裙、铅围脖、铅衣和铅眼镜(防护铅当量不低于0.5mm)。
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏 选配: 移动铅防护屏风。	铅悬挂防护屏、铅防护帘(防护铅当量不低于0.25mm)。
	患者和陪检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具。	铅三角巾。

由表 10-3 可知,医院拟配置个人防护用品和辅助防护设施情况满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 相关要求。

三废的治理

1、施工期

(1) 施工扬尘

本项目施工期短,拟采取扬尘治理措施包括:①安排人员在干燥天气洒水降尘;②及

时清运施工场地建筑废渣，避免二次起尘；③对施工车辆进出口路面进行清扫。

(2) 废水

施工期间产生废水主要为施工人员生活污水，产生量为 $0.4\text{m}^3/\text{d}$ 。施工人员生活污水利用医院内既有污水处理设施处理达《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2预处理标准后排入城市污水管网。

(3) 施工噪声

项目施工期拟采取降噪措施如下：①合理安排施工时间，夜间禁止施工；②选用低噪施工设备；③运输车辆必须限速、严禁鸣笛。

(4) 固体废物

施工期产生的固体废物主要包括房屋改造装修过程产生的废建渣、废建材，施工人员产生的生活垃圾及设备安装后产生的废包装材料，产生量约10t。由施工单位安排车辆运至政府部门指定地点堆放。

(5) 电离辐射

数字减影血管造影系统出束调试时必须确保各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在进出口门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

2、营运期

(1) 废气治理

数字减影血管造影系统在开机出束期间，产生的X射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧(O_3)。

检查室设有独立的通风系统，通风量设计满足辐射工作场所换气次数不少于4次/h要求。在介入检查室东西两侧墙角处设送风口，产生的废气引至检查室外排放。从保护患者、医护人员的健康安全角度来看，本项目辐射场所换气次数及通风系统进、排风口位置的设置均是合理可行的。

(2) 医疗废物

介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，产生量为 $10\text{kg}/\text{d}$ ，采用专门的容器收集后转移至医院已建的医疗废物暂存间，并委托资质单位定期清运处置。

(3) 噪声

项目噪声源为介入检查室通风系统机组，设备运行噪声值不超过 $60\text{dB}(\text{A})$ ，属低噪声设备，再加上建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减，噪声较小，无需采用专门的降噪措施。

3、环保投资估算

本项目环保投资主要用于辐射防护屏蔽工程建设、场所和人员的安全防护措施建设等。项目总投资 1500 万元，环保投资 64.3 万元，占总投资的 4.3%。本项目环保投资估算见表 10-4。

表 10-4 项目环保设施（措施）与投资一览表

治理内容	环保设施名称		投资万元	备注	
辐射防护	屏蔽体	将第二住院楼一层医保中心和卫生间改造为介入治疗手术室及其配套房间。介入手术区由检查室、控制室、设备室、男女更衣室、值班室、卫生间等组成，总建筑面积约 103m ² 。 介入检查室建筑面积 51m ² ，净尺寸约长 6.62m×宽 5.65m×高 3m，检查室东南西北四周墙体是在原 20cm 厚加气混凝土砌块墙表面涂覆 3cm 厚硫酸钡砂浆，屋顶为 12cm 厚混凝土+3mm 铅板吊顶，地面为 12cm 厚混凝土+3cm 厚医用同质透芯 PVC 地板+3cm 厚硫酸钡砂浆。 控制室工作人员进出检查室的防护门和病员出入防护门均采用 3mm 铅当量不锈钢门，控制室观察窗安装 3mm 铅当量铅玻璃。	50.0	新建	
		DSA 机配有铅防护吊屏、手术床下设铅帘(防护铅当量不低于 0.25mm)。	设备自带	新建	
	安全装置	门灯联锁 1 套。	0.5	新建	
		“紧急制动”开关 3 套	控制台 1 套、手术床 1 套；	设备自带	新建
			介入检查室内的墙壁处 1 套。	0.2	
	对讲装置	在控制室设 1 套对讲装置。	1.0	新建	
	警示措施	病员出入防护门外顶部设工作状态指示灯 1 套。	0.5	新建	
		病员出入防护门外、介入手术治疗区入口处设电离辐射警告标志。		新建	
	辐射监测	便携式 X-γ 剂量监测仪 1 台。	1.0	新建	
	个人防护用品	介入手术医生和护士配铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅帽等个人用品，共 8 套。	1.0	新建	
		患者配备铅三角巾，至少 1 套。		新建	
介入手术医生和护士、放射技师每人配个人剂量计，共 22 个（每人 2 个）。		0.1	利旧		
通风系统	手术间设 1 套通风系统，设计换气次数不低于 4 次/小时。	10.0	新建		
合计			64.3	/	

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

项目施工过程中有施工机械噪声、施工扬尘、建筑废渣及施工废水产生。另外，本项目 DSA 机由销售单位安排专业人员调试，设备调试阶段会产生 X 射线。

(1) 施工扬尘

项目施工期间扬尘主要源于道路运输起尘和墙体凿补起尘，通过湿法作业，保持路面清洁，限速行驶和洒水降尘等措施可有效降低扬尘影响。本项目工程量小，采取上述措施后，项目施工对大气环境影响轻微。

(2) 施工废水

施工期产生废水主要为施工人员生活污水，经医院既有污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）相关标准后排入市政污水管网，最终经城市污水处理厂处理达标后排放。因此，施工期产生废水对环境的影响轻微。

(3) 施工噪声

项目施工期产噪设备包括电钻、电锤和角磨机等，各设备噪声源强情况见表 9-1。施工噪声源可近似作为点声源处理，根据点声源噪声衰减模式，可估算其施工期间离噪声源不同距离处的噪声值，预测模式如下：

$$L_2=L_1-20\lg(r_2 / r_1) \dots\dots\dots (式 11-1)$$

式中：L₂——声点源在预测点产生的声压级；

L₁——声点源在参考点产生的声压级；

r₂——预测点距声源的距离；

r₁——参考点距声源的距离；

对于任何一个预测点，其总噪声效应是多个噪声级能量总和，其计算如下：

$$L = 10\lg\left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i}\right) \dots\dots\dots (式 11-2)$$

式中：L_i——第 i 个声源的噪声值；dB(A)；

n——声源个数。

利用以上公式可模拟计算得到各种施工机械在不同距离处的噪声影响值，具体见表 11-1。

表 11-1 各种施工机械在不同距离处的噪声预测值

单位: dB (A)

施工阶段	施工机械	距离施工机械不同距离处噪声贡献值								
		1m	10m	20m	30m	40m	50m	100m	150m	200m
装修调试阶段	电钻	105	85	79	75.5	73	71	65	61.5	59
	电锤	105	85	79	75.5	73	71	65	61.5	59
	角磨机	105	85	79	75.5	73	71	65	61.5	59

由表 11-1 可知,在不考虑噪声源叠加影响情况下,施工期噪声昼间影响范围为 50m,夜间影响范围超过 200m。为有效降低施工噪声对周边环境敏感目标的影响,拟采取以下降噪措施:①合理安排施工时间,禁止夜间施工;②选用低噪设备,加强设备维护保养;③轻型载重车必须限速行驶并严禁鸣笛。

采取上述措施后,能够明显降低施工阶段的噪声影响。**环评要求:建设单位应加强施工管理,加快投资和建设进度,尽量缩短工期,降低对周边环境的影响时间和程度。**

(4) 施工固废

施工期产生的固体废物主要包括房屋改造装修过程产生的废建渣、废建材,施工人员产生的生活垃圾及设备安装后产生的废包装材料,产生量约 10t。由施工单位安排车辆运至政府部门指定地点堆放。

通过采取上述措施后,施工固废对周边环境的影响较小。

(5) 调试阶段辐射影响分析

数字减影血管造影系统调试工作由销售单位安排人员负责,调试阶段介入治疗手术室工程屏蔽措施、辐射安全防护措施(出入口控制措施、门灯联锁装置、紧急停机装置等)均应安装或配置到位,禁止无关人员进入介入治疗区。由于调试时间短且调试人员均在介入治疗手术室外,产生的辐射剂量微小,远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的工作人员职业照射剂量限值 20mSv。

由于施工期短,施工量小,通过对施工时间段的控制以及施工现场管理等手段,施工期对环境产生的影响较小,并且该影响随施工期的结束而消失。

运行阶段对环境的影响

一、辐射影响分析

1、机房屏蔽体厚度合理性分析

本项目介入手术室设计屏蔽情况与《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)中介入X射线设备机房屏蔽防护要求对比见表11-2。

表 11-2 介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求

防护要求	GBZ130-2013 要求	本项目设计	备注
X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度			
设备类型	单管头 X 射线机	数字减影血管造影系统	/
机房内最小有效使用面积（m ² ）	不小于 20m ²	手术间有效使用面积约 37m ²	满足要求
机房内最小单边长度（m）	不小于 3.5m	7.0m	满足要求
不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求			
机房类型	介入 X 射线设备机房	检查室	
有用线束方向铅当量(mm)	不小于 2mm	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 主射束向上； ◆ 屋顶：12cm 厚混凝土（等效铅当量为 1.4mm）+3mm 铅板吊顶。 	满足要求
非有用线束方向铅当量(mm)	不小于 2mm	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 东南西北四周墙体是在原 20cm 厚加气混凝土砌块墙表面涂覆 3cm 厚硫酸钡砂浆（等效铅当量为 2.8mm）； ◆ 地面：12cm 厚混凝土（等效铅当量为 1.4mm）+3cm 厚医用同质透芯 PVC 地板 +3cm 厚硫酸钡砂浆（等效铅当量为 2.8mm） ◆ 控制室工作人员进出检查室的防护门和病员出入防护门均采用 3mm 铅当量不锈钢门； ◆ 控制室观察窗铅玻璃防护铅当量为 3mm。 	满足要求
备注：①换算铅当量时，DSA 机管电压保守取额定电压最大值 125kV；②混凝土对应铅当量厚度根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的附录 D，硫酸钡砂浆砂浆对应铅当量厚度根据《γ 射线屏蔽参数手册》（工程力学所-原子能出版社出版）求得；③项目硫酸钡砂浆：水泥=4：1，硫酸钡砂浆密度折算约 3.8g/cm ³ ；④本项目偏保守忽略加气混凝土砖的厚度。			

由表11-2对比可知，本项目介入手术间屏蔽设计满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求，手术间屏蔽设计合理。

2、X射线环境影响分析

本项目拟购数字减影血管造影系统尚未采购到位，故对介入检查室周围辐射环境影响采用类比分析结合模式预测的方法进行影响分析。

2.1 类比分析

(1) 类比可行性分析

本次类比选用的是绵阳市第三人民医院在用的一台Artis Zeego III型全数字化大型血管造影机（简称DSA机，设备参数125kV/1000mA），类比DSA机的主要参数见表11-3和表11-4。

表11-3 本项目设备与类比DSA主要技术参数对照

设备	数量 (台)	设备主要技术参数		床旁透视, 常用最大参数	
		额定管电压 (kV)	额定管电流 (mA)	电压 (kV)	电流 (mA)
类比 DSA 机	1	125	1000	75	200
本项目拟购数字减影 血管造影系统	1	125	1000	90	80

表11-4 本项目机房与类比DSA机房屏蔽设计对照

设备	机房面积	机房四周墙体	屋顶	防护门	观察窗
类比 DSA 机	40	东南西北四面墙体为 37cm 厚实心砖墙(对于 125kV 有用线束, 等效铅当量为 3mm)	18cm 厚混凝土+6cm 硫酸钡砂浆砂浆 (对于 125kV 有用线束, 等效铅当量合计约 8.4mm)	3mm 铅当量	3mm 铅当量
本项目介入检查室	37	东南西北四周墙体在原 20cm 厚加气混凝土砌块墙表面涂覆 3cm 厚硫酸钡砂浆 (对于 125kV 有用线束, 等效铅当量为 2.8mm; 偏保守忽略加气混凝土砖厚)	12cm 厚混凝土 (对于 125kV 有用线束, 等效铅当量为 1.4mm)+3mm 铅板吊顶	3mm 铅当量	3mm 铅当量

由于本项目介入手术间的使用面积、屏蔽防护铅当量厚度等均满足《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ130—2013)的要求,且电压和电流的变化对屏蔽体外的影响变化不大,所以无论拍片还是透视,对机房外的辐射影响都很小。本次评价重点考虑床旁脉冲透视时对手术间内辐射工作人员的影响。

由表11-4和表11-5可知,床旁透视时,本项目DSA机管电压比类比对象大,但管电流小于类比对象,两台设备所在工作场所的屏蔽条件较为相似。因此,类比 DSA 机房与本项目DSA机房有很好的可比性,通过对类比机房的监测,可以预测本项目 DSA 射线装置运行后的辐射环境影响。

(2) 类比监测结果分析

绵阳市第三人民医院委托绵阳市辐射环境监测站于2018年11月1日(DSA机调试期间)对Artis Zeego III型全数字化大型血管造影机(简称DSA机)所在工作场所进行了X-γ辐射空气吸收剂量率监测。装置监测条件见表11-5,监测结果见表11-6和表11-7。

表11-5 DSA机调试期间监测工况

设备名称	额定参数	监测时运行参数	焦皮距	散射体	主射方向
DSA 机	125kV/1000mA	隔室摄影 75kV/400mA	50cm	铅衣	向上
		床旁透射 75kV/200mA	50cm	铅衣	向上

表11-6 类比DSA机机房周边X-γ 辐射剂量率监测结果

设备	检测点号	监测位置	曝光剂量率 (nSv/h)
DSA 机	1	病人通道门 表面 30cm	134±3.8
	2	病人通道门下方门缝 表面 30cm	207±10.3
	3	杂交手术室北墙 表面 30cm	89±5.4
	4	控制室入口门 表面 30cm	89±5.4
	5	控制室屏蔽门 表面 30cm	107±00.0
	6	控制室屏蔽门下方门缝 表面 30cm	130±4.1
	7	控制室铅玻璃观察窗 表面 30cm	95±5.5
	8	控制室操作位	88±4.4
	9	杂交手术室东墙 表面 30cm	94±5.5
	10	污物通道门 表面 30cm	96±3.3
	11	污物通道门下方门缝 表面 30cm	657±2.9
	12	杂交手术室南墙 表面 30cm	90±4.3
	13	杂交手术室西墙 表面 30cm	94±6.5
	21	杂交手术室下层	87±6.5

备注：以上数据均未扣除辐射本底值。

表 11-7 透视状态介入治疗室手术位环境 X-γ 辐射剂量率监测结果 单位： μ Sv/h

点位	测量位置	测量值 (μSv/h)	根据距离换算曝光剂量当量率(μSv/h)	备注
14	第一手术者位 (距 DSA 0.3m)	大于 99.99 (超出设备量程)	/	无任何屏蔽
15	第二手术者位 (距 DSA 2m)	14.87±0.8	628~753	无任何屏蔽

由表11-6可知，机房外X-γ辐射剂量率在0.087~0.657μSv/h之间，机房外剂量率满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中机房屏蔽体外周围剂量当量率控制目标值不大于2.5μSv/h的要求。同时根据机房外各个监测点进行比较可以看出 X-γ辐射剂量率相差不大。

由表11-7可知，DSA机正常运行时，介入治疗室内第一手术者位剂量当量率较高，超

出监测设备仪器量程，故根据第二手术者位监测数据及相应位置关系，换算得出第一手术者位剂量当量率范围在628~753 μ Sv/h之间（无任何屏蔽措施）。

（3）类比分析结果

职业人员：本项目DSA机在透视条件下年累计出束照射时间为66.7h。以换算得出的操作位最大剂量当量率753 μ Sv/h（无任何屏蔽措施）计，本项目医生在从事床旁透视治疗时穿戴有铅衣、铅眼镜、铅帽等个人防护用品，这些个人防护用品的防护铅当量不低于0.5mm；此外DSA机还配有铅吊屏和床侧铅帘（防护铅当量不低于0.25mm）。将前述参数代入本报告公式（11-3）~公式（11-7）。则经铅吊屏、床侧铅帘和个人用品等防护措施的防护后，所致介入手术操作人员照射剂量最大为4.04mSv/a。项目介入手术分3组，则每组成员照射剂量最大值约1.35mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值（职业人员20mSv/a）和本报告执行的剂量约束值（职业人员5mSv/a）。

公众：本项目DSA机在透视条件下年累计出束照射时间为66.7h，以室外最大监测数据0.657 μ Sv/h计算（居留因子取1），得出室外公众照射剂量为0.04mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值（公众1mSv/a）和本报告执行的剂量约束值（公众0.1mSv/a）。

2.2 理论预测分析

本项目数字减影血管造影系统额定参数为125kV/1000mA，常用最大参数：隔室拍片为100kV/400mA、床旁透视为90kV/80mA。设备主射束方向向上。

根据DSA机的工作原理和实际工作状态，设备出束方向有图像增强器对X射线主束有屏蔽作用，NCRP147号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6节（P42）指出，DSA屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此，本项目核算时考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

（1）对介入检查室外环境的影响分析

①预测点位

选取介入检查室外0.3m处，各预测点位见表11-8和图11-1。

表 11-8 本项目介入手术间外预测点位

序号	位置	与射线装置出束点距离 (m)	射束类型	备注
1#	检查室东侧的控制室	3.7+0.3	散射、泄漏辐射	职业照射
2#	检查室北侧的室内过道	3.1+0.3	散射、泄漏辐射	公众照射
3#	检查室西侧的厂内道路 (室外)	3.7+0.3	散射、泄漏辐射	
4#	检查室南侧的厂内道路 (室外)	4.55+0.3	散射、泄漏辐射	
5#	检查室正上方 (二楼隔透病房)	2.7+0.3	主射束*、 散射、泄漏辐射	
6#	检查室正下方 (地下室车库)	2.5	散射、泄漏辐射	
7#	检查室北侧消防控制室、中药房	7.5	散射、泄漏辐射	
8#	检查室西侧厂界外居民楼	45.5	散射、泄漏辐射	
9#	检查室北侧厂界外居民楼	48	散射、泄漏辐射	

备注: 5#点位位于 DSA 机出束的主射束方向上, 由于设备出束方向有图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用, 根据 NCRP147 号内容, DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。故 5#点位仅考虑散射和泄漏辐射的影响。

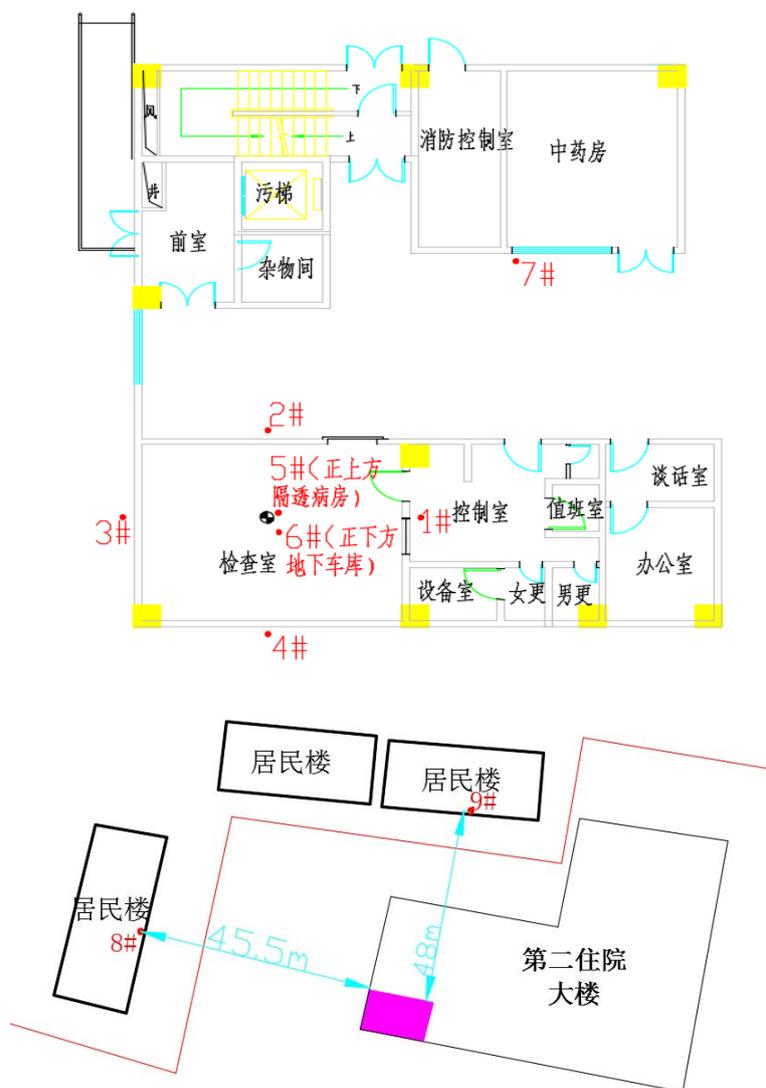


图 11-1 项目介入检查室外预测点位示意图

②预测模式

◆ 病人体表散射剂量估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots \text{(公式 11-3)}$$

式中：H_s—预测点处的散射剂量率，μGy/h；

a—患者对X射线的散射比；根据《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 查表，本项目保守按90°散射角考虑，则当电压为100kV时，a= 0.0013；当电压为90kV时，a= 0.0013（无对应取值，保守取较高电压的相应参数取值）；

s—散射面积(cm²)，取400cm²；

d₀—源与病人的距离(m)，取1m；

d_s—病人与预测点的距离，m。

◆ 泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1%计算，利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下式：

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{(公式 11-4)}$$

式中：f—泄漏射线比率，0.1%。

◆ 减弱因子

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中 D.1.2 中公式进行核算：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots \text{(公式 11-5)}$$

式中：B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽透射因子；

X—屏蔽体厚度；

α、β、γ—对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数（取值在 GBZ130-2013 附表 D.2 和 D.3 中，若无对应取值，则按照较高电压的相应参数取值）。

◆ 剂量估算

工作人员和公众人员受到X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式计算：

$$H_{Er} = H(10) \times T \times t \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(公式11-6)}$$

式中：H_{Er}—X或γ射线外照射人均年有效剂量，mSv；

H₍₁₀₎—X或γ射线周围剂量当量率，μSv/h；

T——居留因子；

t——X或 γ 射线照射时间，h。

③预测参数

◆ 照射量率

本项目主射束向上。

根据医院提供资料，本项目摄影模式常用最大参数为100kV/400mA；床旁透视模式常用最大参数为90kV/80mA。项目DSA机过滤板采用1mm铜。查《辐射防护手册（第一分册）》（李德平、潘自强主编）图4.4c得，电压为100kV时，主射束方向距靶1m处照射量率为 $0.095R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ；电压为90kV时，主射束方向距靶1m处照射量率为 $0.065R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ 。

◆ 曝光时间

由本报告中的表1-4可知，项目DSA机年摄影模式最长曝光时间约10.8小时，年透视模式最长曝光时间约66.7小时。

④计算结果

将上述预测参数代入公式（11-3）~（11-6）中，计算结果见下表。

表 11-9 项目介入检查室屏蔽体外辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	预测点位置	射束方向	到关注点距离 (m)	屏蔽材料等效铅厚度 (mm)	剂量估算 ($\mu Sv/h$)
摄影 (100kV/ 400mA)	1#: 检查室东侧的控制室	散射、漏设	4.0	2.8* (3cm 硫酸钡砂浆)	2.38×10^{-1}
	2#: 检查室北侧的室内过道	散射、漏设	3.4	2.8* (3cm 硫酸钡砂浆)	3.19×10^{-1}
	3#: 检查室西侧的厂内道路 (室外)	散射、漏设	4.0	2.8* (3cm 硫酸钡砂浆)	2.38×10^{-1}
	4#: 检查室南侧的厂内道路 (室外)	散射、漏设	4.85	2.8* (3cm 硫酸钡砂浆)	1.67×10^{-1}
	5#: 检查室正上方 (二楼隔透病房)	散射、漏设	3.0	4.4 (12cm 厚混凝土 +3mm 铅板)	1.89×10^{-6}
	6#: 检查室正下方 (地下室车库)	散射、漏设	2.5	4.2 (12cm 厚混凝土 +3cm 厚硫酸钡砂浆)	3.11×10^{-6}
	7#: 检查室北侧消防控制室、中药房	散射、漏设	1+7.5	2.8* (3cm 硫酸钡砂浆)	1.04×10^{-4}

(续) 表 11-9 项目介入检查室屏蔽体外辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	预测点位置	射束方向	到关注点距离(m)	屏蔽材料等效铅厚度(mm)	剂量估算($\mu\text{Sv/h}$)
摄影 (100kV/ 400mA)	8#: 检查室西侧厂界外居民楼	散射、漏设	45.5	2.8* (3cm 硫酸钡砂浆)	8#: 检查室西侧厂界外居民楼
	9#: 检查室北侧厂界外居民楼	散射、漏设	48	2.8* (3cm 硫酸钡砂浆)	2.02×10^{-3}
透视 (90kV/8 0mA)	1#: 检查室东侧的控制室	散射、漏设	4.0	2.8* (3cm 硫酸钡砂浆)	4.90×10^{-3}
	2#: 检查室北侧的室内过道	散射、漏设	3.4	2.8* (3cm 硫酸钡砂浆)	6.55×10^{-3}
	3#: 检查室西侧的厂内道路(室外)	散射、漏设	4.0	2.8* (3cm 硫酸钡砂浆)	4.90×10^{-3}
	4#: 检查室南侧的厂内道路(室外)	散射、漏设	4.85	2.8* (3cm 硫酸钡砂浆)	3.45×10^{-3}
	5#: 检查室正上方(二楼隔透病房)	散射、漏设	3.0	4.4 (12cm 厚混凝土+3mm 铅板)	6.04×10^{-4}
	6#: 检查室正下方(地下室车库)	散射、漏设	2.5	4.2 (12cm 厚混凝土+3cm 厚硫酸钡砂浆)	1.54×10^{-4}
	7#: 检查室北侧消防控制室、中药房	散射、漏设	7.5	2.8 (3cm 硫酸钡砂浆)	1.54×10^{-3}
	8#: 检查室西侧厂界外居民楼	散射、漏设	45.5	2.8 (3cm 硫酸钡砂浆)	4.70×10^{-5}
	9#: 检查室北侧厂界外居民楼	散射、漏设	48	2.8 (3cm 硫酸钡砂浆)	4.23×10^{-5}

注: 偏保守忽略介入检查室四周 20cm 厚加气混凝土砌块墙体厚度, 仅考虑涂覆的 3cm 硫酸钡砂浆等效铅防护当量。

由表11-9的估算结果可知:

项目拟购数字减影血管造影系统在摄影模式期间, 介入检查室屏蔽体外0.3m处(关注点1#~6#点位) X- γ 辐射剂量率在 $7.22 \times 10^{-3} \sim 3.19 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ 之间, 在床旁透视期间, 介入检查室屏蔽体外0.3m处(关注点1#~6#点位) X- γ 辐射剂量率在 $6.04 \times 10^{-4} \sim 6.55 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ 之间, 均满足《医用X射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)中机房屏蔽体外周围剂量当量率控制目标值不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

表 11-10 检查室屏蔽体外各关注点年剂量估算结果

预测点位置	摄影工况		透视工况		居留因子	年有效剂量 (mSv/a)	备注
	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	出束时间 (h)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	出束时间 (h)			
1#: 检查室东侧的控制室	2.38×10^{-1}	10.8	4.90×10^{-3}	66.7	1	2.89×10^{-3}	职业
2#: 检查室北侧的室内过道	3.19×10^{-1}		6.55×10^{-3}		1/4	9.70×10^{-4}	公众
3#: 检查室西侧的厂内道路 (室外)	2.38×10^{-1}		4.90×10^{-3}		1/8	3.62×10^{-4}	
4#: 检查室南侧的厂内道路 (室外)	1.67×10^{-1}		3.45×10^{-3}		1/8	2.54×10^{-4}	
5#: 检查室正上方 (二楼隔透病房)	7.22×10^{-3}		6.04×10^{-4}		1	8.20×10^{-5}	
6#: 检查室正下方 (地下室车库)	1.65×10^{-2}		1.54×10^{-4}		1/8	2.35×10^{-5}	
7#: 检查室北侧消防控制室、中药房	7.42×10^{-2}		1.54×10^{-3}		1	9.04×10^{-4}	
8#: 检查室西侧厂界外居民楼	2.25×10^{-3}		4.70×10^{-5}		1	2.74×10^{-5}	
9#: 检查室北侧厂界外居民楼	2.02×10^{-3}		4.23×10^{-5}		1	2.47×10^{-5}	

由表11-10的估算结果可知:

在正常工况下,介入手术期间产生的X射线经检查室屏蔽体屏蔽后所致工作人员的年剂量最大值为 $2.89 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$; 公众的年剂量最大为 $9.70 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$, 出现在检查室北侧的室内过道。

(2) 床旁介入手术时, 对手术间内主刀医生和助手的影响

床旁介入手术操作时, 医生需要进入手术室在手术床旁进行操作, 手术时会有连续曝光, 并采用连续脉冲透视。手术过程中一般需要两名医生, 第一手术操作位的医生位于铅吊屏后, 并身着铅衣、铅眼镜等个人防护用品, 对病人进行直接的手术操作, 其操作位距主射束轴线距离约0.3m; 第二手术位的医生仅身着铅衣、铅帽等个人防护用品,

其距主射束轴线距离约0.7m。两位医生均位于漏射束方向。

根据医院提供的资料，项目床旁透视常用最大参数为90kV/80mA，床旁透视年曝光时间最长预计约66.7小时。

根据医院提供的资料，项目DSA机过滤板采用1mm铜，查《辐射防护手册（第一分册）》（李德平、潘自强主编）得，电压为90kV时，主射束方向距靶1m处的照射量率为0.065 R·mA⁻¹·min⁻¹。由于两位医生位于漏射束方向，因此照射量率取主射束方向的1‰。

本项目DSA机配置的铅防护吊屏和床侧铅挂帘的等效铅当量不低于0.25mm。医生穿戴的铅衣、铅眼镜等个人防护用品的等效铅当量不低于0.5mm。第一手术位操作者受到铅吊帘、床侧铅帘和铅衣、铅眼镜等个人防护用品的保护，防护能力相当于0.75mmPb；第二手术位者无铅帘防护，仅有铅衣、铅眼镜等个人防护用品保护，防护能力相当于0.5mmPb。查《辐射防护手册（第一分册）》（李德平、潘自强主编）图10.5e，保守取0.75mmPb对90kV X射线的减弱因子为0.0068，0.5mmPb对90kV X射线的减弱因子为0.02。

将上述参数代入公式（11-6）计算室内介入手术操作人员所受有效剂量结果见表11-11。

表 11-11 室内介入手术操作人员影响分析结果表

预测点位置	屏蔽体厚度	距离 (m)	剂量率 (μSv/h)	年透视出束时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)
第一手术位	个人防护用品 (0.5mmPb) +床侧铅帘、铅吊屏 (0.25mmPb)	0.3	2.06×10 ²	66.7	13.7
第二手术位	个人防护用品 (0.5mmPb)	0.7	1.11×10 ²		7.4

根据医院的安排，本项目介入手术配有6名医生和2名护士，分成3组轮换操作，则每组工作人员年有效照射剂量最大值为4.57mSv/a。

(3) 床旁介入手术时医师腕部皮肤受照剂量估算

在进行床旁介入手术时，医护人员会穿着铅衣、铅眼镜等防护用品，但仍有部分皮肤暴露在射线下受到照射。在手术操作中，医生的手部距离射线主射束方向最近，因X射线随着距离的增加呈现衰减趋势，因此，操作医生的手部相较于四肢更易受到射束照射影响。本次评价采用理论预测分析。

①预测模式

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）估算X射线所致手部皮肤吸收剂量公式如下：

$$D_s = C_{ks}(k \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (公式 11-7)$$

式中：Ds——皮肤吸收剂量，mGy；

k——X 辐射场的空气比释动能率，μGy/h；

C_{ks}——空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（其值对男性参见附录 A 中表 A.4；对女性参见附录 A.5），Gy/Gy；

t——人员累积受照时间，h；

10⁻³ ——微戈瑞转换为毫戈瑞的转换系数。

②预测参数

本项目主射束朝上。

根据医院提供资料，床旁透视模式常用参数为90kV/80mA。

本项目可近似地视为垂直入射，而且是AP入射方式。项目从事介入操作的医师均为男性，则从表GBZ/T244-2017中A.4可查出空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 C_{ks}=1.127mGy/mGy。

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）第 4.7.5 款 X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下，按附录 B 中 B.1.2 的要求，在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于400μGy/h。

③计算结果

依据上述给出的参数计算得，在正常运行工况下，介入操作人员（男性）腕部皮肤吸收剂量为30mSv/a。

（4）理论预测分析小结

综上所述可知，本项目拟购数字减影血管造影系统在运行期间，

摄影模式：正常工况下，X射线经介入检查室各屏体屏蔽后，对控制室内的工作人员造成的有效剂量最大为2.89×10⁻³mSv/a，介入检查室外公众受照剂量最大值为9.70×10⁻⁴mSv/a，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值（职业人员20mSv/a、公众1mSv/a）和本报告提出的剂量约束值（职业人员5mSv/a、公众0.1mSv/a）。

床旁透视：正常工况下，手术间内每组工作人员受照剂量最大为4.57mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值（职业人员20mSv/a）和本报告提出的剂量约束值（职业人员5mSv/a）。

主刀医生腕部皮肤受照剂量：正常工况下，介入操作人员（男性）腕部皮肤受到的

年有效剂量最大值为30mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的剂量限值（500mSv）和本项目提出的剂量约束管理值（125mSv/a）。

环评要求：①在室内进行介入手术操作时须穿铅衣、戴铅手套、铅眼镜等个人防护用品；②对病人病灶部位进行照射时，应将病人病灶部位以外的部位用铅围巾进行遮盖，以避免病人受到不必要的照射。

3、辐射剂量叠加分析

（1）工作人员辐射剂量叠加

工作人员辐射剂量叠加的内容主要是以考虑工作人员在同时开展多项放射性工作的情况下，致工作人员年所受辐射剂量的总和。

本项目建成后，涉及的医生、护士和放射技师仅在介入手术区从事辐射相关工作，不需考虑操作其他射线装置引起的个人剂量叠加问题。

（2）公众辐射剂量叠加

本项目数字减影造影血管系统置于第二住院楼一层的介入手术区，该楼层及其楼上、地下室均无其它射线装置，且与医院其它射线装置分布于不同建筑内，彼此相距较远，故本项目可忽略公众剂量的叠加。

二、非放射性环境影响分析

本项目采用先进的数字成像技术，不使用显影液、定影液和胶片，因此不产生废显影液、废定影液和废胶片。设备运行过程中产生的污染物主要为X射线、臭氧、介入检查室通风系统机组运行噪声，以及手术过程中产生的医疗废物。

1、大气环境影响分析

本项目 DSA 机运行时输出 X 线功率低、剂量小，光子能量低，产生臭氧量很少，一般采用空调可满足室内通风换气需要。

本项目介入检查室内设有通风系统，在采取通风换气后室内臭氧浓度远低于《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）中臭氧 1 小时均值 $\leq 0.16\text{mg}/\text{m}^3$ 的标准限值，对室内人员危害不大。

臭氧经通风系统抽取后排放，由于治疗过程中每次曝光时间短，产生的臭氧量较少，排至室外的臭氧经空气扩散，且臭氧极不稳定（有效分解时间为 0.83 小时），再经大气稀释自然扩散后，对周围大气环境影响轻微。

2、声环境影响分析

项目噪声源为介入手术检查室通风系统机组，设备运行噪声值不超过 60 dB(A)，属低噪声设备，再加上建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减，噪声较小，无需采用专门的降噪措施。

3、固体废物影响分析

项目固体废物主要为介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，产生量约 10kg/d。采用专门的容器收集后转移至医院已建的医疗废物暂存间，定期委托广安能投华西环保发电有限公司清运处置。

三、介入治疗对医生和患者的辐射防护要求

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

1、介入治疗医生护士自身的辐射防护要求

①加强教育和培训工作，提高辐射安全文化素养，全面掌握辐射防护法规与技术知识。

②结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施。

③在介入手术期间，必须穿戴个人防护用品，并佩戴个人剂量计。

④定期维护DSA机，制订和执行介入治疗的质量保证计划。

2、患者的辐射防护要求

①采用带有剂量测量系统的设备或购置测量仪器，在操作中对辐射剂量进行实时监测；严格执行国家标准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将X线球管尽量远离患者，而将影像增强器尽量靠近患者。

⑤作好患者非投照部位的保护工作。

四、射线装置报废

本项目数字减影血管造影系统报废时，必须进行去功能化（如拆解或者拆卸球管，把球管电线插头或接头剪断），确保装置无法再次通电使用，并将设备处理去向记录备案。

事故影响分析

1、可能发生的辐射事故

本项目数字减影血管造影系统属 II 类射线装置，在运行时会产生 X 射线，项目环境风险因子为 X 射线，根据其工作原理分析，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

①装置在运行时，由于安全联锁系统失效，人员误入或滞留在治疗机房内而造成误照射。

②医务人员或病人家属还未全部撤离治疗机房，操作间人员启动设备，造成滞留人员的误照射。

③装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。

④医务人员由于缺乏操作经验和防护知识，安全观念淡薄等，违反操作规程和有关规定，在从事介入手术期间未采取穿戴个人防护用品等必要的防护措施，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

2、事故工况辐射影响分析

根据 X 射线机的工作原理可知，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。本项目数字减影血管造影系统属于 II 类射线装置，其 X 射线能量不大，曝光时间都比较短，事故情况下，人员误入或误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射。

在事故状态下环境影响分析结果见表 11-12。

表 11-12 事故情况下人员受照剂量值

事故情景	受照人员	曝光参数取值	与靶源最近距离	射束方向	受照时间	受照剂量	备注
公众误入机房或未撤离机房	误入人员	100kV、400mA (按摄影模式最大参数)	1m	漏射束	1min	0.332mSv	未采取任何防护措施
介入手术医护人员未穿着防护服	手术医护人员	90kV、80mA (按床旁透视最大参数)	1m	漏射束	30min	1.36mSv	未采取任何防护措施
维修期间误照射	维修人员	125kV、1000mA (按设备额定最大参数)	1m	主射束	10s	364mSv	未采取任何防护措施

注：本项目主射束向上，漏射束取主射束方向的 1%。

3、事故等级

依据国务院 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条关于事故分级原则，将项目的环境风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于下表中。

表 11-13 国务院令 449 号辐射事故等级分级一览表

事故等级	危险结果
特别重大辐射事故	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	射线装置导致 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、局部器官致残。
较大辐射事故	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。
一般辐射事故	射线装置失控导致人员收到超过年剂量限值的照射。

根据《实用辐射安全手册（第二版）》（丛慧玲，北京：原子能出版社）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（表 11-14）。

表 11-14 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

根据前述事故工况下的辐射影响估算，对照表 11-13、表 11-14 可知，本项目事故可能引发的辐射事故等级分级情况见表。

表 11-15 本项目环境风险因子、潜在危害及事故等级

装置名称	环境风险因子	事故等级
数字减影血管造影系统	X 射线	一般辐射事故

4、事故防范措施

为了防止事故的发生，要求医院严格执行以下风险预防措施：

①制定 DSA 机操作规程和安全规章制度，并严格落实操作规程等制度的“制度上墙”要求（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。在放射诊断操作时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员须按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

②每月检查门灯连锁装置，确保安全连锁装置正常运行；每月对 DSA 机的安全装置

进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。

③定期对 DSA 机采取的安全防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

④实施介入诊疗的质量保证。做好医生的个人防护，做好病人非投照部位的防护工作。

⑤加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留。

⑥制定事故应急预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

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，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

5、应急措施

假若本项目发生了辐射事故，医院应迅速、有效的采取以下应急措施：

(1) 一旦发现有其他无关人员误入介入手术间内，操作人员应立即利用最近的紧急停止开关切断设备电源。误入人员应在最短的时间内撤离机房，尽量缩短受照时间。同时，事故第一发现者应及时向医院的辐射安全管理领导小组及上级领导报告。辐射安全管理领导小组在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封闭事故现场，禁止无关人员进入该区域，严禁任何人擅自移动和取走现场物件（紧急救援需要除外）。

(2) 对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查和救治，并在第一时间将事故情况通报当地环境保护主管部门、卫生等主管部门。

(3) 迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报当地环境保护主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

(4) 事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施。

一旦发生辐射事故，医院应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护主管部门和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、组织机构

岳池县人民医院成立有辐射防护领导小组（岳医字〔2018〕234号，见附件），组长由院长担任，副组长由分管院长和工会主席担任，成员由其他副院长、纪委书记、医学装备科科长、应急办主任及医院各科室主任担任。辐射防护领导小组下设日常值班机构，日常值班机构设在医学装备科。辐射防护领导小组负责全院辐射安全管理工作，日常值班机构负责处理日常事务工作。

2、职责

岳池县人民医院辐射防护领导小组的主要职责涉及以下几方面：

- ①全面负责医院辐射防护应急的统一协调工作；
- ②负责协调各个科室做好辐射防护相关工作；
- ③定期组织辐射工作人员学习辐射防护应急及相关法律、法规知识；
- ④发生辐射事件按应急预案组织应急救援，并向相关部门汇报。

环评要求：辐射防护领导小组应定期开会，总结医院辐射防护管理方面的经验，并根据国家相关法规、标准，改进管理规章制度。

3、数字减影血管造影系统管理

本项目建成投运后，辐射安全管理职能部门为医学装备科，辐射安全管控措施包括：定期对介入检查室屏蔽门及其控制室观察窗屏蔽效能、门灯联锁的有效性等进行检查，对辐射工作人员剂量进行归档管理，组织辐射工作人员辐射防护上岗培训，监督辐射工作人员执行相关操纵规程等。

辐射安全管理规则制度

1、规章制度

（1）根据《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）要求，辐射安全管理规章制度落实情况见下表：

表 12-1 主要规章管理制度建立情况对照表

序号	四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）要求的主要规章制度	制度要求	医院规章制度建设情况	环评要求
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责，全面负责医院辐射安全与环境保护管理工作。	已制定	满足要求
2	辐射工作场所安全管理规定	根据医院具体情况制定辐射安全管理制度，重点是介入手术期间和射线装置维修时辐射安全管理。	需补充制定介入手术区管理规定	需上墙
3	辐射工作设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施。	需制定介入手术射线装置操作规程	需上墙
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置保持良好的工作状态。	已制定	满足要求
5	放射源与射线装置台账管理制度	放射性同位素名称、初始活度、放射源编码, 购买时间, 收贮时间; 射线装置型号、管电压、管电流, 购买时间, 报废时间; 放射性同位素与射线装置使用或保管的部门、责任人员、目前的状况（使用、检修、闲置、暂存、收贮或销售）。同时对射线装置的说明书建档保存，确定台帐的管理人员和职责，建立台帐的交接制度。	已制定	放射性同位素与射线装置应做到帐物相符，并及时更新。
6	辐射事故应急预案	针对医用射线装置应用可能产生的辐射事故应制订较为完善的事故应急预案或应急措施，预案或措施中要明确(1)应急机构和职责分工；(2)应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；(3)辐射事故分级与应急响应措施；(4)辐射事故调查、报告和处理程序；(5)辐射事故信息公开、公众宣传方案。	已制定	根据 II 类射线装置相关要求补充完善，并且《辐射事故应急响应程序》需上墙。

(续)表 12-1 管理制度汇总对照表

序号	需建立的制度	制度要求	落实情况	环评要求
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	需制定	医院按本环评报告提出的环境监测方案制定监测方案,并做好监测记录和档案保存工作。
8	监测仪器使用与校验管理制度	/	需制定	需制定
9	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责。	已制定	需上墙
10	辐射工作人员培训制度(或培训计划)	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训,辐射工作人员须通过考核后方可上岗。	已制定	满足要求
11	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时,操作人员必须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量,并建立个人剂量档案。	已制定	医院应加强医务人员个人剂量的监督检查,对于单季度个人剂量检测数据超过 1.25mSv 的,要进一步开展调查,查明原因,撰写调查报告并由当事人在情况调查报告上签字确认;对于年度内检测数值累计超过 5mSv 的,要采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段,同时开展调查,查明原因,撰写调查报告,并上报辐射安全许可证发证机关。
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	需制定	需制定

由表 12-1 可知,医院需补充《辐射工作场所安全管理规定》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》和《质量保证大纲和质量控制检测计划》。

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,《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》等应悬挂于辐射工作场所,并且上墙制度的内容应字体

醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

2、档案管理

岳池县人民医院应建立完整的辐射安全档案。需要归档的材料应包括以下内容：

- (1) 环保部门现场检查记录及整改要求落实情况。
- (2) 放射诊疗期间射线装置异常情况说明以及其它需要记录的有关情况。

环评要求：根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，档案资料应按以下八大类分类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查纪录”、“个人剂量档案”、“培训档案”和“辐射应急资料”。

3、年度辐射安全评估制度

岳池县人民医院建立有年度辐射安全评估制度，并根据《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格式》的要求，每年根据实际工作情况编制自查评估报告和上报相关环保主管部门。

环评要求：①医院应每年按时（每年 1 月 31 日前）向四川省生态环境厅和广安市环境保护局提供辐射安全与防护状况年度自查评估报告；②年度自查评估若发现安全隐患的，应当立即整改；③辐射工作人员年度剂量监测报告和辐射工作场所辐射环境质量监测报告应作为评估报告的附件。

4、核技术利用辐射安全申报系统要求

根据环保部信息化管理要求，辐射工作单位办理辐射安全许可证审批环保手续时需在全国核技术利用辐射安全申报系统（以下简称“申报系统”）进行网上申报（申报系统网址：<http://rr.mee.gov.cn/>），凡是不进行网上申报的，纸质材料一律不予受理。用户可在该申报系统中办理如下事项：

- (1) 许可证相关申请：许可证申请（及重新申请）、延续、变更、注销；
- (2) 放射源相关申请：转让、异地使用、进口、出口；
- (3) 非密封放射性物质相关申请：转让、异地使用、进口、出口；
- (4) 射线装置相关申请：转让、异地使用、进口、出口。

辐射工作单位网上申请提交成功后，应通过网上在线打印业务表单，并盖章确认，再按相关程序提交到环保部门办理。

5、射线装置使用综合能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《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）、《放射性同位素与射线装置安

全许可管理办法》（环境保护部第3号令）等文件中关于使用射线装置单位条件的相关规定，对岳池县人民医院使用和安全管理综合能力分析如下：

（1）与环保部令第3号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第3号）“第十六条”，对比分析建设单位需具备的辐射安全管理基本要求如下表：

表 12-2 建设单位辐射管理要求汇总对照分析表

序号	放射性同位素与射线装置安全许可管理办法	实际情况	环评要求
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。	持有辐射安全许可证（川环辐证（00268）），许可种类和范围：使用Ⅰ类放射源、乙级非密封放射性物质工作场所，使用Ⅲ类射线装置。有效期至2019年11月22日。	辐射安全许可证需对本次涉及的辐射工作进行更新。
2	使用Ⅰ类、Ⅱ类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；	机构已设置	满足要求
3	从事辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	医院现有56名辐射工作人员，其中48人已取得环境保护主管部门组织的辐射安全与防护培训和考核。 项目介入手术拟定11名辐射工作人员均为内部调配，均已取得辐射安全与防护培训合格证书。	其余8人须参加环保主管部门组织的辐射安全与防护培训，考试合格并持证上岗。
4	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	拟设置电离辐射警告标志、辐照装置指示灯、门灯联锁装置、紧急停机装置等安全措施。	定期检查辐射安全措施，以确保辐射安全系统运行良好。
5	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，包括个人剂量计、辐射监测等仪器。	拟配备个人剂量报警仪、便携式X-γ辐射监测仪。	定期对检测设备进行剂量检定。
6	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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定	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，对上述管理制度进行补充。
7	有完善的辐射事故应急措施。	已制定	针对Ⅱ类射线装置相关要求进行补充完善。

（2）根据环境保护部《辐射安全与防护监督检查技术程序》，本项目采取的辐射防护措施和其工作现场应符合如下要求：

表 12-3 数字减影血管造影（DSA）设施、措施和辐射管理制度对照分析表

项目		设计建造	备注
辐射安全防护设施与运行			
A 场所设施	操作位局部屏蔽防护设施*	拟配置	/
	医护人员的个人防护*	已设计	/
	患者防护	已设计	/
	观察窗屏蔽*	已设计	/
	机房防护门窗	已设计	/
	通风设施	已设计	/
	入口处电离辐射警示标志*	已设计	/
	入口处机器工作状态显示	已设计	/
B 监测设备	辐射水平监测仪表*	拟配置	/
	个人剂量计*	已配置	/
管理制度			
A 综合	辐射安全管理规定	已制定	/
B 场所设施	操作规程	拟制定	操作规程需上墙。
	辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）	已制定	/
C 监测	监测方案	拟制定	医院按本环评报告提出的环境监测方案制定，并做好监测记录和档案保存工作。
	监测仪表使用与校验管理制度	拟制定	
D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定	/
	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	/
E 应急	辐射事故应急预案	已制定	针对 II 类射线装置相关要求 进行补充完善。

注：加*的项目是重点项目。

本评价认为医院在补充《辐射工作场所安全管理规定》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》和《质量保证大纲和质量控制检测计划》等相关管理制度并时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有开展数字减影血管造影诊疗的能力。

辐射监测

本项目辐射防护监测包括个人剂量监测和工作场所监测：

1、个人剂量监测

辐射工作人员均配有个人剂量计，并要求在开展放射性诊疗工作期间必须佩戴（介入治疗医生和护士应将个人剂量计佩戴于胸前且在铅衣内，放射技师应将人剂量计佩戴于胸前）。

医院按每季度1次（一年4次）的频率组织辐射工作人员进行个人剂量检测，并按《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）和《放射性同位素与射线装置安全与防护管理

办法》(环保部18号令)的要求,建立辐射工作人员个人剂量档案,将监测结果记录到个人剂量档案中。

个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担。

环评要求:①个人剂量档案应终身保存;②对于某一季度个人剂量检测数据超过1.25mSv的辐射工作人员,要进一步开展调查,查明原因,撰写调查报告并由当事人在情况调查报告上签字确认。对于年度内个人剂量检测数值累计超过5mSv的,要开展调查,查明原因,撰写调查报告,并要求采取暂停开展放射性工作等进一步干预手段,同时上报辐射安全许可证发证机关;③在每年的1月31日前上报的辐射安全和防护状况自查评估报告中,应包含辐射工作人员剂量监测数据及安全评估的内容。

2、工作场所监测

医院应定期对介入手术治疗区进行监测,具体监测方案如表12-4。

表 12-4 介入手术治疗区场所环境监测方案

工作场所	监测项目	监测点位	监测频次	备注
介入手术治疗区	X-γ射线空气吸收剂量率	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 病员出入防护门外30cm、离地面高度1m处,以及防护门的左、中、右3个点和门缝四周。 ◆ 介入手术检查室四周屏蔽墙外30cm、离地面高度1m处。 ◆ 控制室观察窗处。 ◆ 控制室与检查室间工作人员进出防护门30cm、离地面高度1m处,以及防护门的左、中、右3个点和门缝四周。 ◆ 其他人员经常活动的位置,如控制室东侧办公室、介入检查室北侧消防控制室、中药房、西药房、检查室正上方(隔透病房)、检查室正下方(地下车库)等。 	不定期监测	自行监测
			1次/年	委托有相关检测资质单位

监测设备:医院自行监测应配备便携式X-γ辐射监测仪,并保证仪器的准确性和可靠性。该设备购置后主要用于医院既有辐射工作场所屏蔽墙体、防护门和观察窗等屏蔽效果巡测。环评要求:为确保建设单位自行监测数据的准确有效,医院可选择以下两种措施之一:①在接受有资质单位监测时,医院在同一地点比对自配的辐射剂量监测仪监测结果;②委托有资质单位对辐射剂量监测仪进行检定校准。

监测质量保证:①医院应安排专人负责自行监测任务;②制定监测仪表使用、校验管理制度,并利用有资质监测单位的监测数据与医院自有监测仪器的监测数据进行比对,建立监测仪器比对档案;③制定辐射环境监测管理制度。

环评要求:①辐射工作场所环境监测结果应记录,并存档备案。②若发现异常情况,

立即采取应急措施，停止辐射工作，查找原因。③自查监测结果和工作场所监测结果应作为年度自查评估报告的附件。④从事自我监测的人员应具有辐射安全及环境监测的相关知识。

辐射事故应急

1、辐射事故应急响应机构

岳池县人民医院成立有放射事故应急救援领导小组，负责监督检查放射安全工作及组织协调、安排辐射事故处理等方面的管理。

2、辐射事故应急预案

医院已制定有《辐射安全事故应急救援预案》，内容包括应急组织机构和职责，应急处置程序和事故应急响应程序。环评对应急预案的内容分析如下：

表 12-5 本项目辐射事故应急预案内容分析

预案内容基本要求	医院已制定的 《辐射安全事故应急救援预案》	评价要求
有效的组织机构	成立有放射事故应急救援领导小组，统一指挥和组织辐射事故的应急处理工作。	/
通畅的通讯联络系统	明确了放射事故应急救援领导小组成员联系电话。	增加应急电话（110、119等）和相关部门（环境保护主管部门、公安、卫生部门）联系电话。
事故报告程序有效可行	在发生事故时，事故发现人应立即关闭电源，报告主管领导，并报告辐射事故应急处理工作领导小组，启动应急预案，并及时向环保部门、卫生部门和公安部门报告。	根据《关于建立辐射同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，在事故发生后2小时内填写《辐射事故初始报告表》，立即向射线装置使用地环境保护主管部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。
事故处理及监测	/	增加事故处理及监测要求，包括： 成立辐射事故调查小组，分析事故原因，总结事故教训。 应急人员排除事故时，应配备相应的防护措施和必要的剂量监测设备。
应急监测仪器、个人防护用品	/	在应急预案中应将应急监测仪器、个人防护用品配备情况予以说明。 环评建议建设单位从救援资金、救援物资和器材、救援培训和演练角度出发进行适当修订，使之更完善与合理。

环评要求：岳池县人民医院需按照辐射防护及本报告表的要求进一步完善事故应急救援预案，做好事故应急准备。今后在预案的实施中应根据国家发布的法规内容，结合医院实际情况及时对预案做补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新建数字减影血管造影机项目

建设单位：岳池县人民医院

建设地点：四川省广安市岳池县九龙镇建设路东段 22 号

建设性质：改建

建设内容及规模：岳池县人民医院拟将第二住院楼一层医保中心和卫生间改造为介入治疗手术室及其配套房间，并在介入治疗手术室内新增 1 台飞利浦 UNIQFD20 型数字减影血管造影系统，进行心血管、外周血管、神经、肿瘤等介入检查和治疗。拟购数字减影血管造影系统额定管电压为 125kV、额定管电流为 1000mA，属于 II 类射线装置。

项目总投资 1500 万元，其中环保投资 64.3 万元，占总投资 4.3%。

二、项目产业政策符合性

本项目是利用射线装置用于放射诊疗，系核技术应用项目在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会第 21 号令《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》（2013 年 5 月实施），本项目属于鼓励类中“十三、医药”的第 6 条“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用”项目。

因此，本项符合国家当前产业政策。

三、项目选址及平面布局合理性

本项目位于岳池县人民医院院内，不涉及新征用地，医院用地为医疗用地，符合岳池县城镇总体规划。项目拟购数字减影血管造影系统安置于第二住院楼一层介入手术区的检查室内，区域人流相对较少。射线装置设有独立专用用房，功能分区明确，既便于患者就诊，又便于射线装置集中管理。通过手术间四周墙体、屋顶板和防护门窗等屏蔽后，射线装置运行期间产生的 X 射线对工作人员和屏蔽体外公众的照射剂量满足相关标准限值要求，对周围的辐射影响轻微，其选址及平面布置合

理。

四、区域环境质量现状评价结论

根据监测结果，本项目拟建场址室内 128~159nGy/h、室外 235~251nGy/h (X- γ 射线辐射权重系数取 1)。其中，室内 γ 辐射剂量率监测值与《中国环境天然放射性水平》(国家环保总局编)中的达县(1995 年)的背景资料相比较(达县地区室内的 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 48~141.8nGy/h)，无显著性差异，属正常环境本底水平；此外，由于室外两处监测点位受相邻建筑墙体外壁瓷砖装修材料的影响，导致室外 γ 辐射剂量率监测值与《中国环境天然放射性水平》(国家环保总局编)中的达县(1995 年)的背景资料相比较(原野 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 38.1~136.2nGy/h)，监测值略高。

五、环境影响评价分析结论

1、正常工况下辐射环境影响评价结论

(1) 辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员年剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的辐射剂量限值，也低于本报告提出的照射剂量约束值(职业照射 5mSv/a、公众照射 0.1mSv/a)。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

(2) 非放环境影响分析结论

本项目采用先进的数字显影技术，电脑成像，不使用显(定)影液，不产生废显影液、废定影液和废胶片。

开机出束期间产生的 X 射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧(O₃)。臭氧经空调系统抽取后排放，由于治疗过程中每次曝光时间短，产生的臭氧量较少，且臭氧极不稳定(分解过程一般不超过 1s)，再经大气稀释自然扩散后，对周围大气环境影响轻微。

2、事故工况下环境影响评价结论

经分析，本项目可能发生的辐射事故的事故等级为一般辐射事故。环评认为，针对本项目可能发生的辐射事故，岳池县人民医院按相关规定和本环评要求对已制定的《辐射安全事故应急救援预案》进行补充完善后，能够有效控制并消除事故影响。

六、射线装置使用与安全管理的综合能力分析

岳池县人民医院拥有专业的放射性医护人员和安全管理机构，有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；建立了较完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在补充《辐射安全管理规定》、《辐射工作设备操作规程》等相关管理制度并时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对数字减影血管造影系统（II类射线装置）的使用和管理能力。

七、项目环境可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的剂量限值和本环评提出的剂量管理约束值。评价认为，本项目从辐射防护以及环境保护角度分析是可行的。

八、射线装置申请活动的种类和范围

表 13-1 本项目申请活动的种类和范围

设备名称	数量(台)	主要技术参数	射线装置种类	活动种类	工作场所	备注
数字减影血管造影系统	1	125kV 1000mA	II类	使用	第二住院楼一层的介入检查室	新增

九、项目竣工环境保护验收检查内容

本项目建成后，应严格按照环境保护部“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评〔2017〕4号）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。

建设单位是本项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照相关文件规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施和辐射防护措施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性

和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

建设单位应在项目竣工后 3 个月内组织竣工环保验收，委托有资质单位进行现场监测，并编制竣工验收监测报告。验收监测应当在确保主体工程调试工况稳定、辐射防护措施安全到位的情况下进行，并如实记录监测时的实际工况。验收监测报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测报告结论，逐一检查是否存在不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。建设项目配套建设的环境保护设施和辐射防护措施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。危险废物相关竣工环保验收参照四川省环境保护厅其他规范要求实施。

“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>。建设单位可以登陆环境保护部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhbz/bzwb/other/hbysjsgf/>），并在项目建成后，及时开展竣工环境保护验收工作。

要求与建议

1、要求

（1）项目在运行过程中必须严格落实项目设计及本报告表提出的安全防护措施和相关管理要求。

（2）定期对安全连锁系统和安全设施进行检查、维护，定期对机房防护门闭合处进行检查，防止产生缝隙，导致射线从缝隙泄漏。

（3）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。

（4）岳池县人民医院现有辐射工作人员 56 人，其中 48 人取得了辐射安全与防护培训合格证书，其余 8 人须参加环保主管部门组织的辐射安全与防护培训，考试合格并持证上岗。

2、建议

（1）对病人开展诊疗时，严格操作规程，严格控制受照剂量。对临近敏感器官和组织进行屏蔽防护。

（2）定期严格检查维修各类辐射安全设施，确保始终处于正常工作状态。

（3）不断提高辐射工作人员素质，增强辐射防护意识，尽量避免发生意外事

故。定期进行事故应急演练，检验应急预案的可行性、可靠性、可操作性，不断的完善事故应急预案。

（4）根据国家及地方最新出台的法规法规和规章制度等，对辐射相关制度进行更新和完善。

（5）项目建成后及时开展自行验收工作。

