

四川省旺苍县人民医院
医用血管造影 X 射线系统（DSA）装置项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：四川省旺苍县人民医院

编制单位：四川世阳卫生技术服务有限公司

2020 年 12 月

建设单位法人代表: (签字)

编制单位法人代表: (签字)

项目负责人:

填表人:

建设单位: 四川省旺苍县人民医院 (盖章)

电话: 0839-4314068

传真: /

邮编: 628200

地址: 四川省广元市旺苍县东河镇新华街 471 号

编制单位: 四川世阳卫生技术服务有限公司 (盖章)

电话: 028-67879997

传真: 028-67879997

邮编: 610015

地址: 四川省-成都市-高新区-中国 (四川) 自由贸易试验区成都高新区吉泰路 666 号 1 栋 18 层 7、8 号

附图：

附图 1 项目地理位置图

附图 2 旺苍县人民医院外环境关系图

附图 3 四川省旺苍县人民医院平面布置图

附图 4 项目所在地一层平面布置图

附图 5 本项目 DSA 室楼上（二楼）平面布置图

附图 6 本项目 DSA 室楼下（负一楼）平面布置图

附图 7 本项目 DSA 室平面布置图

附图 8 DSA 室监督区控制区划分示意图

附件：

附件 1 委托书

附件 2 环评批复文件

附件 3 辐射安全许可证正、副本

附件 4 辐射安全与防护培训合格证

附件 5 培训承诺书

附件 6 本次验收项目屏蔽防护说明

附件 7 辐射安全管理规章制度

附件 8 辐射安全与防护领导小组文件

附件 9 最近一季度的个人剂量监测报告

附件 10 验收监测报告

附件 11 验收承诺书

表一

建设项目名称	医用血管造影 X 射线系统（DSA）装置项目				
建设单位名称	四川省旺苍县人民医院				
建设项目性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 迁建 <input type="checkbox"/>				
建设地点	四川省旺苍县人民医院住院楼一层 DSA 室				
主要建设内容	在住院楼一层 DSA 室新增一台医用血管造影 X 射线系统（DSA）装置，此台 DSA 型号为 UNIQ FD20，额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。				
环评工程建设内容及规模	<p>在新建加速器楼负二楼加速器机房新增使用 1 台医用直线加速器，属于 II 类射线装置，在定位 CT 机房新增使用 1 台定位 CT 机，属于 III 类射线装置；</p> <p>在新建住院大楼一楼的 DSA 机房新增使用 1 台 DSA，属于 II 类射线装置；DR 室一新增使用 1 台 DR，属于 III 类射线装置；CT 室一新增使用 1 台 CT，属于 III 类射线装置；</p> <p>搬迁老门诊楼一楼放射科已有的 1 台 Hispeed Dual 型 CT 到新建住院大楼一楼 CT 室二；1 台 GE Brivo XR575 型 DR 到新建住院大楼一楼 DR 室二；1 台 IDC Xplorer 1600 型 DR 到新建住院大楼二楼 DR 室三，搬迁的 CT 和 DR 均属于 III 类射线装置。</p>				
验收工程建设内容及规模	<p>根据医院目前的建设与发展，直线加速器暂未引进。故本次仅验收 DSA 项目，属于 II 类射线装置，环评报告表中的其余射线装置不在本次验收范围内。对于环评报告表中直线加速器及其余射线装置的建设内容，医院承诺在其投入使用时将按照相关法律法规的要求进行竣工环境保护验收。本次验收的 DSA 型号为 UNIQ FD20，额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA，用于介入检查和治疗。DSA 室位于四川省旺苍县人民医院住院楼一层，主要包括 DSA 机房（建筑面积 46.6m²）及配套的控制室（建筑面积 9m²）、患者缓冲区、复苏间、污物间、男女更衣室、卫生间、导管间、设备间、物资通道和办公室等。</p>				
建设项目环评时间	2017 年 01 月	开工建设时间	2019 年 04 月		
调试时间	2020 年 7 月	验收现场监测时间	2020 年 11 月 2 日		
环评报告表审批部门	四川省生态环境厅	环评报告表编制单位	四川省核工业辐射测试防护院		
环保设施设计单位	中国华西工程设计咨询公司	环保设施施工单位	珠海和佳医疗设备股份有限公司		
投资总概算	990 万元	环保投资总概算	5.81 万元	比例	0.59%
实际总投资	1035 万元	实际环保投资	28.1 万元	比例	2.7%

验收监测依据	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订）（中华人民共和国主席令第九号，2015年1月1日）；</p> <p>(2) 《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）；</p> <p>(3) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第六82号，2017年修订）；</p> <p>(4) 《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，2019年3月2日修订）；</p> <p>(5) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）；</p> <p>(6) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告，2018年第9号公告）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，（国家环保总局第31号令，2017年修订）；</p> <p>(8) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(10) 《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）；</p> <p>(11) 《四川省旺苍县人民医院新建住院大楼 II、III 类射线装置项目环境影响评价报告表》（2017年1月）；</p> <p>(12) 四川省生态环境厅关于《四川省旺苍县人民医院新建住院大楼 II、III 类射线装置项目环境影响报告表的批复》（川环审批[2017]21号）；</p> <p>(13) 项目验收委托书。</p>
--------	--

根据四川省生态环境厅《四川省旺苍县人民医院新建住院大楼II、III类射线装置项目环境影响评价报告表》中确定的执行标准，结合最新的法律法规的要求，确定本次验收执行标准。环评和验收执行标准变化见下表 1-1：

表 1-1 环评执行标准与验收执行标准一览表

验收监测评价标准、标号、级别、限值	环评执行标准	验收执行标准	是否一致
	地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准	地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中III类标准	一致
	环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准	环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准	一致
	噪声环境质量执行国家《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准	噪声环境质量执行国家《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准	一致
	医疗废水排放执行《医疗机构水污染排放标准》(GB18466-2005)中表2中的预处理排放标准。	医疗废水排放执行《医疗机构水污染排放标准》GB18466-2005)中表2中的预处理排放标准。	一致
	废气执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的二级标准	废气执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的二级标准	一致
	施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中标准；运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的2类标准	施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中标准；运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的2类标准	一致
	电离辐射执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，职业照射年有效剂量约束限值为5mSv/a，公众照射年有效剂量约束限值为0.1mSv/a	电离辐射执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，职业照射年有效剂量约束限值为5mSv/a，公众照射年有效剂量约束限值为0.1mSv/a	一致
	由表 1-1 可知，环评执行标准与验收执行标准一致，未发生标准变化。		

表二

2 建设内容及污染环节

2.1 项目由来

旺苍县人民医院位于旺苍县城新华街，始建于 1950 年，历经 70 个春秋，医院建设和发展已取得了很大进展，现已成为集医疗、预防、教学、科研于一体的综合性二级甲等医院（统一社会信用代码：125107224512797252）。

医院占地面积 23514.08m²，业务用房面积 50884m²。现拥有全新 64 排 128 层螺旋 CT、电子胃肠镜、电子支气管镜、全自动生化分析仪、椎间孔镜等高精大型设备。

医院设临床科室 20 个、医技科室 11 个、行政职能科室 16 个。现有市级重点专科 5 个，在建市级重点专科 1 个。分别为骨科、呼吸内科、消化内科、妇产科和检验科，其中骨科拟建省级重点专科。耳鼻咽喉科为 2020 年新立项在建市级重点专科。全院在职职工共计 546 人，其中卫生专业技术人员 480 人，高级职称 103 人（其中正高 20 人、副高 83 人）、中级职称 112 人、硕士研究生 4 人、本科 264 人。编制床位 501 张，实际开放床位 501 张。年门诊 30 万余人次，年出院 1.7 万余人次，手术 5000 余台次。

四川省旺苍县人民医院为更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，经院办研究决定，医院在住院楼新增 II 类射线装置。根据医院目前的建设与发展，直线加速器暂未引进。故本次仅验收 DSA 项目，属于 II 类射线装置，环评报告表中的其余射线装置不在本次验收范围内。对于环评报告表中直线加速器及其余射线装置的建设内容，医院承诺在其投入使用时将按照相关法律法规的要求进行竣工环境保护验收（见附件 11）。医院于 2016 年 8 月委托四川省核工业辐射测试防护院编制了《四川省旺苍县人民医院新建住院大楼 II、III 类射线装置项目环境影响评价报告表》，经四川省生态环境厅审核后取得了关于《四川省旺苍县人民医院新建住院大楼 II、III 类射线装置项目环境影响报告表的批复》（川环审批[2017]21 号）（见附件 2），同意本项目的建设。医院取得环评批复文件后，严格按照环评和批复文件提出的要求进行了落实，并及时向四川省生态环境厅重新申领《辐射安全许可证》，于 2020 年 9 月 27 日取得了《辐射安全许可证》（川环辐证[00786]）（见附件 3）。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和国务院 449 号令《放射性同位素和射

线装置安全和防护条例》等相关法律法规的要求，建设项目必须进行竣工环境保护验收。2020年10月20日，四川省旺苍县人民医院委托四川世阳卫生技术服务有限公司对该项目机房及配套设施开展建设项目竣工环境保护验收监测（见附件1）。我公司接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，于2020年12月编制完成《四川省旺苍县人民医院医用血管造影X射线系统（DSA）装置核技术利用项目竣工环境保护验收监测报告》。

2.2 建设内容

在四川省广元市旺苍县东河镇新华街471号四川省旺苍县人民医院住院楼一层DSA室内新增1台型号为UNIQ FD20型的医用血管造影X射线系统(DSA)装置，额定管电压为125kV，管电流为1000mA，属于II类射线装置。用于介入检查和治疗。DSA室主要包括DSA机房及配套设施洗手间、患者缓冲区、复苏间、污物间、男女更衣室、卫生间、导管间、设备间、物资通道和办公室等。本项目环评建设内容与实际建设内容对照一览表见表2-1。本项目DSA室环评平面布置图见图2-1，实际建设平面布置图见图2-2。

表2-1 环评建设内容与实际建设内容对照一览表

DSA室	环评建设内容	实际建设内容
设备参数	额定管电压为150kV，管电流为1250mA	额定管电压为125kV，管电流为1000mA
机房面积	占地面积70.26m ²	建筑面积46.6m ²
配套设施	控制室、准备间、术后观察室、洗手间、备用间、备用间、准备室、铅衣室、男女更衣室	控制室、洗手间、患者缓冲区、复苏间、污物间、男女更衣室、卫生间、导管间、设备间、物资通道和办公室

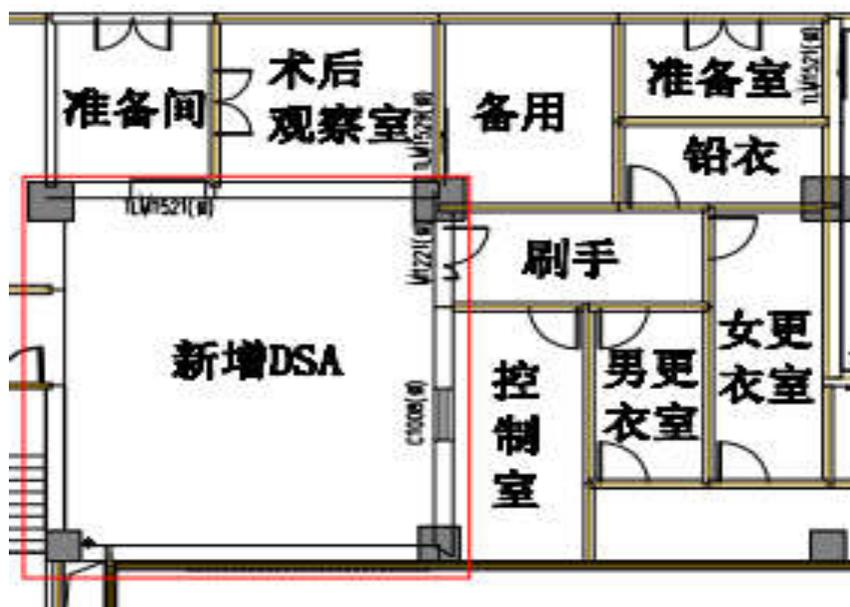


图2-1 本项目DSA室环评平面布置图

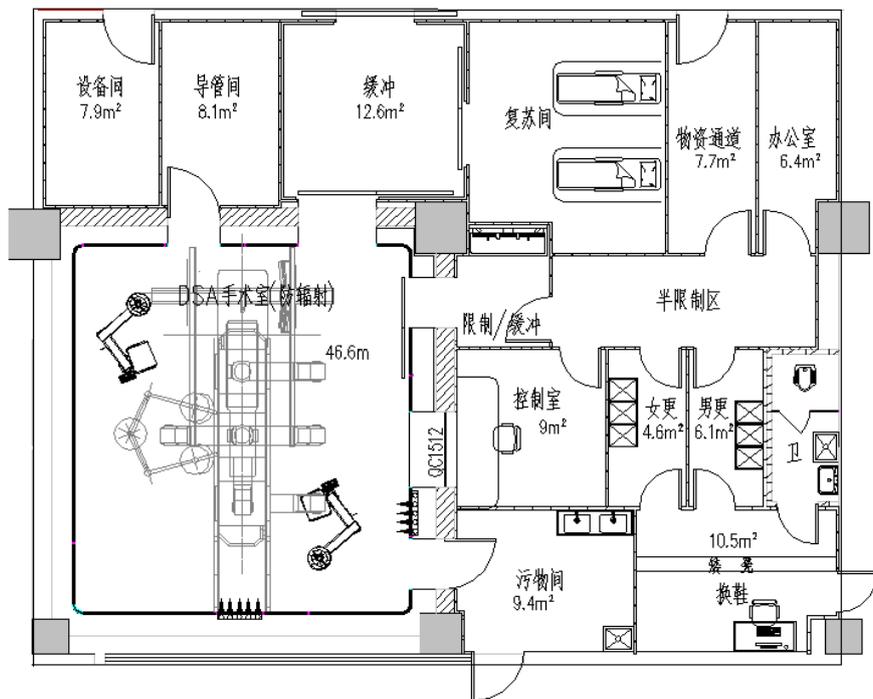


图 2-2 本项目 DSA 室实际建设平面置图

本项目由于环评阶段还未开工建设，医院后期在建设时根据医院的实际情况和平面布局对 DSA 室的机房面积和配套设施进行了局部变动。由表 2-1 和图 2-1、图 2-2 得知，在本项目实际建设中，设备参数小于环评报告中的参数；DSA 室机房面积变动，变动后的机房面积满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中单管头 X 射线设备机房内最小有效使用面积不小于 20m² 的要求；配套设施的增加使机房功能更加完善。故本项目实际建设中的变更不属于重大变更。

2.3 主要技术参数

本项目 DSA 年出束时间共计 62.04h，年治疗病人数量约 290 人。射线装置配置、主要技术参数情况见表 2-2，出束情况见表 2-3。

表 2-2 主要设备配置及主要技术参数

设备名称	型号	类别	数量	额定管电压	额定管电流	出束方向
DSA	UNIQ FD20	II类	1	125kV	1000mA	由下往上

表 2-3 设备出束情况

科室	单台手术平均出束时间 (min)	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
骨科	3	10s	5min	70	0.19	5.83
心内科	10	15s	15min	140	0.58	35
神经内科	10	20s	15min	80	0.44	20
合计				290	1.21	60.83

2.4 工作人员及工作制度

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。

人员安排：本项目共配置辐射工作人员共 15 人，分为 3 个科室，其中 7 名医生，7 名护士，1 名技师，每科室人员不交叉使用。人员配置情况见表 2-4。辐射工作人员专职服务于本项目 DSA，不再承担其他辐射设备工作，不存在辐射工作人员交叉使用的情况。

目前 3 人已取得辐射安全与防护培训合格证书，见表 2-5。医院承诺未持证的辐射工作人员将尽快组织集中学习国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上的相关视频课程和课件并报名考试在一年内取得证书，保证持证上岗（见附件 5）。

表2-4 本项目人员配置一览表

设备名称	科室	医护人员配置	技师配置
DSA	骨科	2 名医生，2 名护士	1 名
	神经内科	2 名医生，2 名护士	
	心内科	3 名医生，3 名护士	

由表 2-4 可知，骨科分为 2 组人员，神经内科分为 2 组人员，心内科分为 3 组人员，每组人员不交叉使用。

表 2-5 辐射工作人员培训表

姓名	证书号	培训时间
李俊	CHO33249	2018 年 9 月 12 日
刘德周	CHO33248	2018 年 9 月 12 日
杨伟	CHO33251	2018 年 9 月 12 日

2.5 地理位置及平面布置

2.5.1 医院外环境关系

四川省旺苍县人民医院位于四川省广元市旺苍县东河镇新华街 471 号。医院厂界北侧 12m 为新华街，厂界东侧和南侧 8m 均为居民楼住宅区，厂界西侧 12m 为办公楼和居民楼。本项目实际建设地点及外环境关系与环评一致。医院外环境关系见图 2-3，医院平面布局图见图 2-4。

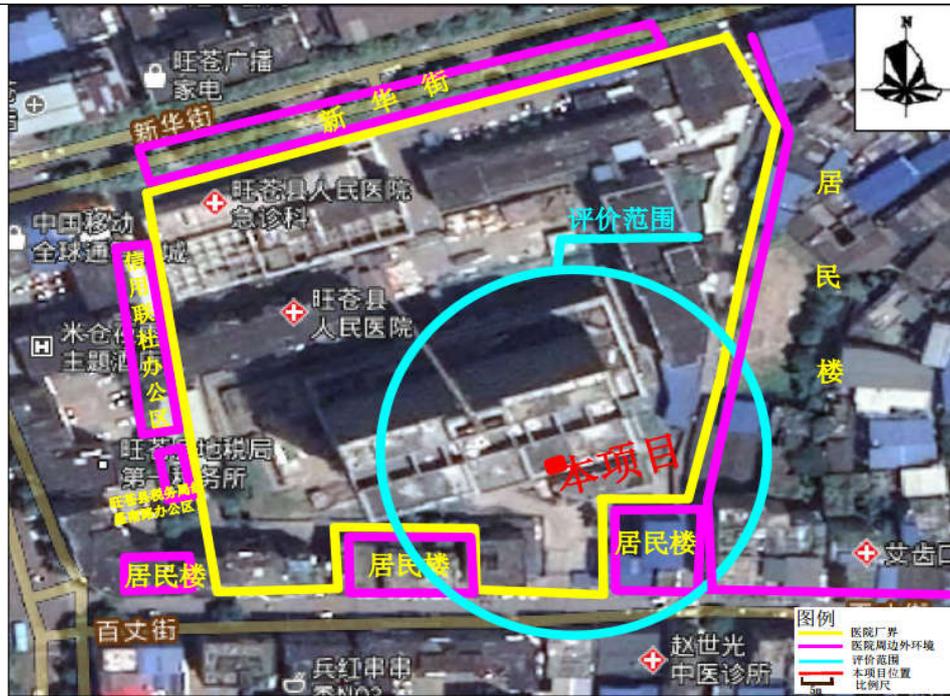


图 2-3 项目地理位置图

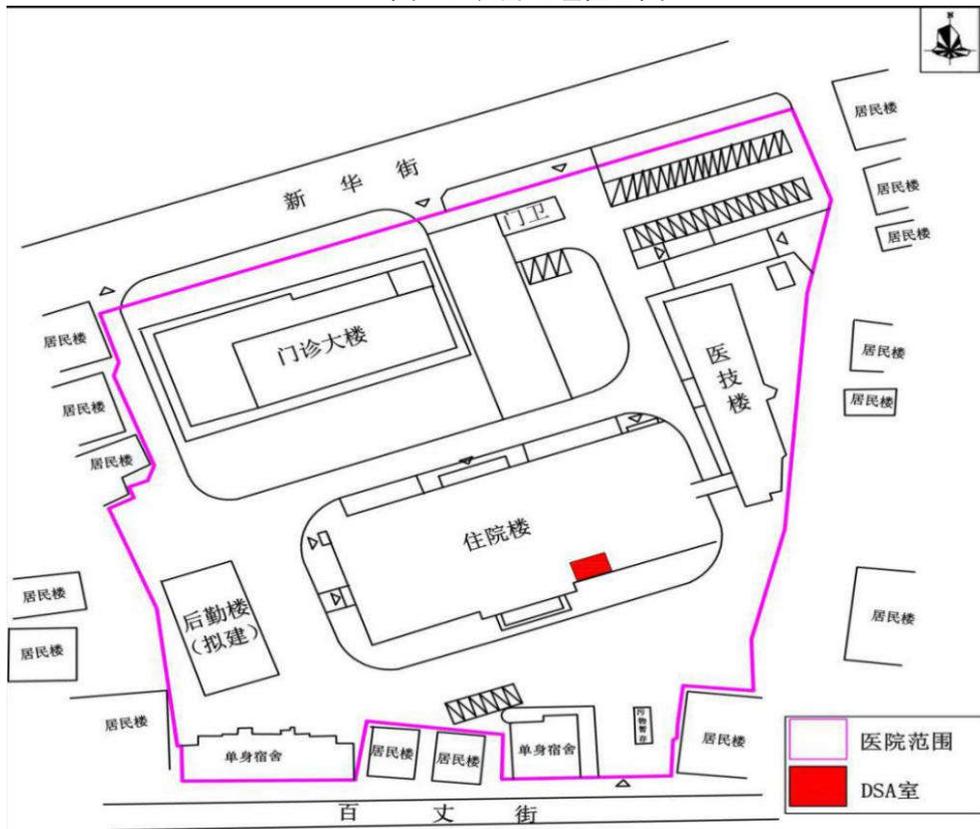


图 2-4 医院平面布局

本项目 DSA 室位于住院楼一层。项目评价范围内周围主要建筑物如下：北面约 72m 为门诊大楼；西面约 56m 为拟建的后勤楼；南面约 20m 为医院单身宿舍；西南面约 35m 为居民楼；东南面约 30m 为居民楼；东面约 40m 为医技楼，约 43m 为居民楼。本项目医院内外环境与环评一致。

2.5.2 平面布置

(1) DSA 安装于住院楼一层 DSA 室内，DSA 室东侧为 MRI 核磁共振室、设备间和 DSA 室医护人员通道；西侧为楼梯和电梯间；北侧为通道走廊及 CT 机房；南侧为院内道路。楼上为避难间和采血室，楼下为地下负一楼设备间风机房和停车位。

(2) DSA 室为病人与医生分别设置独立通道，DSA 室患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，射线装置建筑物之间的通道畅通无阻，方便治疗。

(3) 本项目设置污物间将手术产生的污物运出手术室，和人员通道独立设置，候诊患者和医生分别通过患者通道和医生通道进入洁净手术区，医生从更衣室经洗手间进入控制室和机房，污物从污物间运出，不与人员通道交叉。

(4) 本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。

本项目所在楼层平面布置图与环评报告中一致。

项目所在楼层平面布局见图 2-5，项目平面布局及流通示意图见图 2-6。

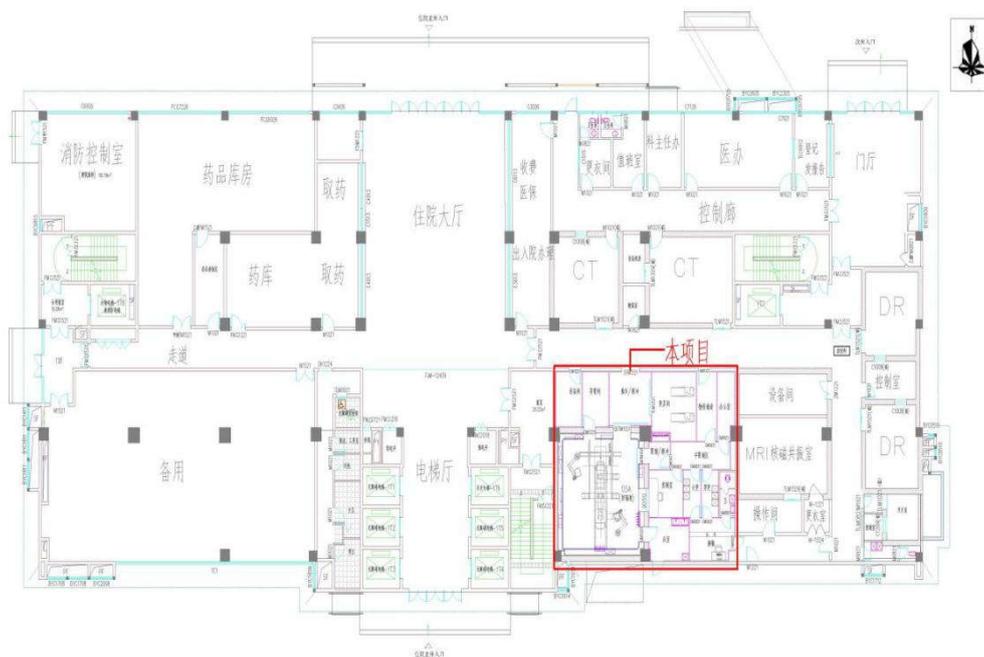


图 2-5 项目所在楼层平面布置图

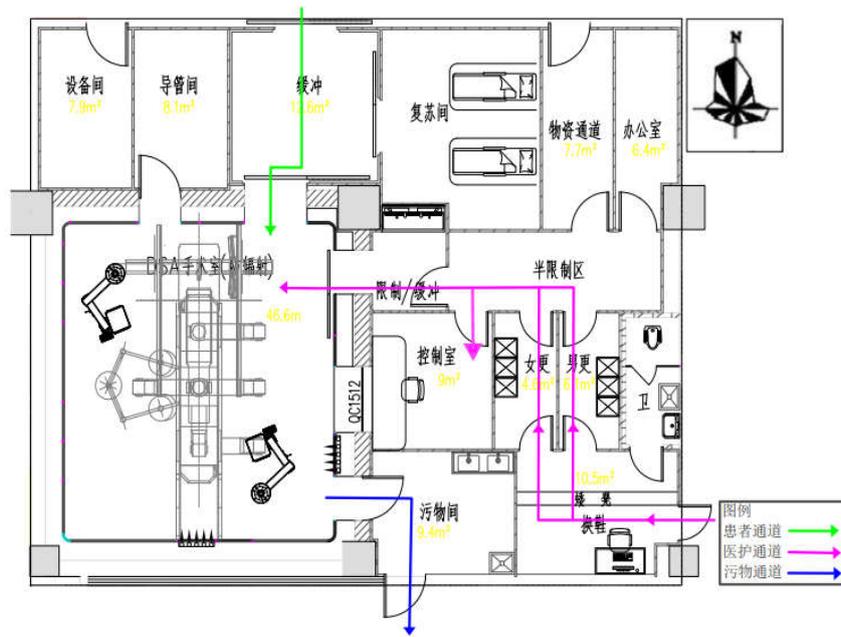


图 2-6 项目平面布局及流通示意图

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人员集中活动区域，并同时兼顾了病员就诊的方便性，所以总平面布置是合理的。项目实际平面布置与环评基本一致，不存在重大变更。

2.6 环境保护目标

本项目环境保护目标为射线装置机房辐射工作人员、周边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机房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2-6。

表 2-6 主要环境保护目标一览表

环评调查保护目标					验收调查保护目标
保护目标及所在位置	距辐射源最近距离 (m)	人数/天	照射类型	剂量约束值 (mSv/年)	
DSA 室内手术医生及护士人员	0.3	5 人	职业照射	5.0	与环评一致
DSA 室附近非辐射工作人员	5	约 50 人	公众照射	0.1	与环评一致
2 层避难间和采血室公众	3.6	约 80 人	公众照射	0.1	与环评一致
地下设备间风机房、停车位公众	2.5	约 3 人	公众照射	0.1	与环评一致
1 层楼梯公众	2	约 2 人	公众照射	0.1	与环评一致
南面单身宿舍	20	约 85 人	公众照射	0.1	与环评一致

西南面居民楼	35	约 72 人	公众照射	0.1	与环评一致
东南面居民楼	30	约 48 人	公众照射	0.1	与环评一致
东面居民楼	43	约 36 人	公众照射	0.1	与环评一致

由表 2-6 可知，本项目环评阶段调查确定的主要保护目标与验收调查的保护目标一致，不存在重大变更。

2.7 主要工艺流程及产物环节

2.7.1 施工期工艺分析

本项目环评阶段 DSA 机房还未建成。项目施工阶段主要工序为：图纸设计、土建施工、内部装修、设备安装、辐射安全及其他辅助设备设施安装、设备调试、验收、最后交付使用。

本项目在施工过程中有施工噪声、施工废渣、施工废水和建筑粉尘产生。项目施工期工艺流程及产污环节见图 2-7。

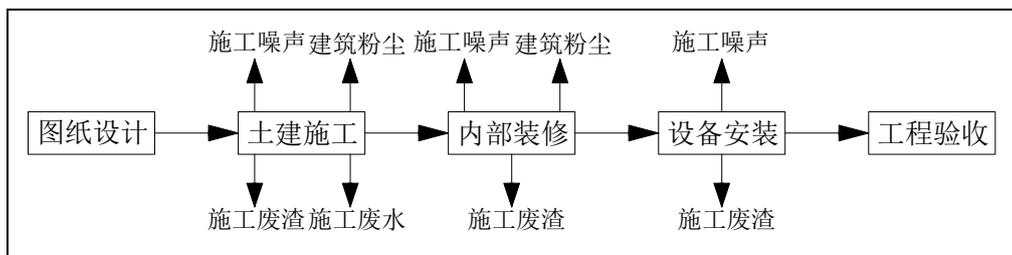


图 2-7 施工期工艺流程及污染物产生环节图

本项目设备的安装环节和调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的辐射影响，同时设备安装完成后，会有少量的废包装材料等固废产生，项目安装调试期工艺流程及产污环节见图 2-8：

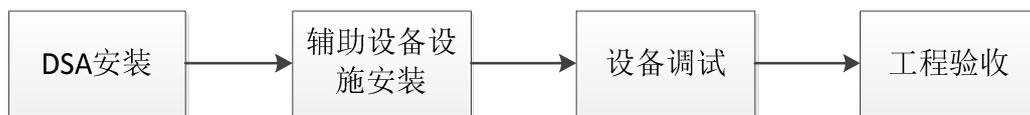


图 2-8 安装调试期工艺流程及污染物产生环节图

经过现场检查，项目现场无施工期遗留的环境问题。

2.7.2 营运期工艺分析

医用血管造影 X 射线系统（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

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。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；节省胶片使造影价格低于常规造影。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

DSA 主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图象处理系统、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

DSA 检查流程：采取隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员调整 X 线球管、人体、影像增强器三者之间的距离，然后退入控制室，关好防护门。操作人员（技师）通过控制室的电子计算机系统控制 DSA 的 X 线系统曝光，分别对没有注入造影剂和注入造影剂的受检部位进行拍片，得到的两幅血管造影 X 线荧光图像经计算机减影处理后，在计算机显示器上显示出血管影像的减影图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

介入治疗流程：医师采取近台同室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，对患者的部位进行间歇式透视。具体方式是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床旁第一手术位，距 DSA 的 X 线管 0.5~1.0m 处。介入治疗中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视，通过显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。手术助手或护士位于介入治疗室监控塔处第二手术位，距 DSA 的 X 线管 2.0~2.5m 处。介入治疗中，通过观察各类监控屏辅助开展治疗。

介入手术室配备有个人防护用品（如铅衣、铅围裙、铅围脖、铅眼镜等），

同时手术床旁设有床下铅帘和悬吊铅屏风。

(4) 产污环节

DSA 机的 X 射线系统在拍片或透视时，将产生 X 射线和臭氧。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置采用先进的数字成像技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。根据病人的需要打印胶片时，胶片打印出来后将由病人带走并自行处理。

DSA 检查与介入治疗流程及产污环节如图 2-9 所示。

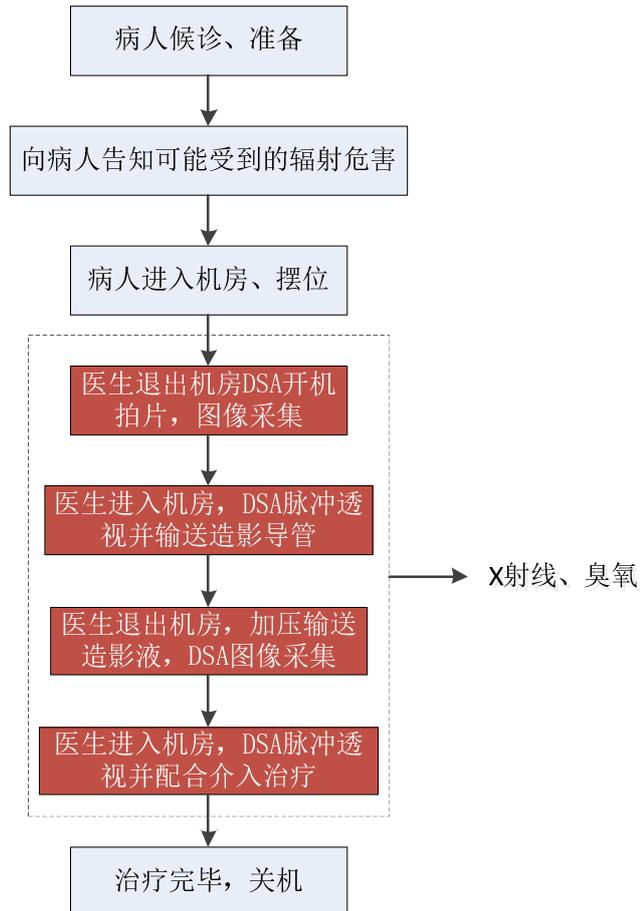


图 2-9 DSA 治疗流程及产污环节示意图

表三

3 主要污染源、污染物处理和排放

3.1 主要污染源

DSA 属于II类射线装置，工作时不产生放射性废气、废水和固体废物。其主要污染源为工作时产生的 X 射线，关机即消失。DSA 在进行曝光时分为两种情况：

(1) 造影拍片过程：操作人员采取隔室操作的方式，医生通过控制室铅玻璃观察窗机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于控制室内，经机房各屏蔽体屏蔽后，对机房外的公众和工作人员基本没有影响。

(2) 脉冲透视过程

为更清楚的了解病人情况，医生需进入 DSA 机房进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师身着铅衣、戴铅眼镜等在机房内对病人进行直接的手术操作。手术过程中产生的医疗废物暂存于医疗废物箱，依托医院医疗废物处置设施统一交由有广元城市生活垃圾处理厂处置，医护人员产生的生活垃圾经医院垃圾桶收集后定期清运。医护人员产生的少量生活污水，依托医院现有的污水处理设施，预处理达标后外排市政污水管网后进入污水处理厂处理。

3.2 污染途经分析

3.2.1 正常工况

介入治疗时，注入的造影剂不含放射性。医用血管造影 X 射线系统（DSA）装置在工作过程中不产生气、液态污染物和废胶片，X 射线是随机器的开、关而产生和消失，其在非诊断状态下不产生射线，因此主要污染因子为开机诊断和治疗时产生的 X 射线对局部环境的影响。

3.2.2 事故工况

介入治疗时，注入的造影剂不含放射性。医用血管造影 X 射线系统（DSA）装置在工作过程中不产生气、液污染物和废胶片，X 射线是随机器的开、关而产生和消失，其在非诊断状态下不产生射线，因此主要污染因子为开机诊断和治疗时产生的 X 射线对局部环境的影响。

①当射线装置处于开机运行状态时，无关人员误入 DSA 手术室内所受到的意外照射事故。为防止无关人员在射线装置处于开机运行状态时进入 DSA 手术室，在 DSA 手术室的工作人员出入口和患者出入口安装灯光报警装置，提醒人员射线装置处于工作状态，不要靠近 DSA 手术室和控制区，并经常检查报警装

置处于良好的工作状态，防止由于报警装置出现故障，人员误入 DSA 手术室受到照射的事故。

②当 DSA 手术室的防护门未关闭即开机，导致大量射线进入周围环境，使周围的人员产生照射事故。为防止此类事故的发生，应保证射线装置的门机连锁装置处于良好的工作状态。

③射线装置意外开机事故，当操作人员或病人家属处于 DSA 手术室内时，由于信号误传，导致血管造影机启动，进行介入治疗，使 DSA 手术室内人员受到意外照射事故。要求当人员进入 DSA 手术室时，控制台必须有操作人员值班，否则，当人员进入 DSA 手术室时，应立即切断电源，防止发生意外事故。

3.3 主要污染物防护措施

3.3.1 屏蔽机房

DSA 手术室内空尺寸：长 7.2m*宽 6.5m*高 2.9m，面积为 46.6m²。DSA 室地面采用楼板为 100mm 厚的钢筋混凝土+40mm 厚 4:1 硫酸钡防辐射处理+面层 20mm 厚水泥砂浆保护层；DSA 手术室正上方采用楼板为 100mm 厚的钢筋混凝土+ 40mm 厚 4:1 硫酸钡水泥防辐射处理+面层 20mm 厚水泥砂浆保护层；墙面采用 50*30*1.2 镀锌铁管龙骨，龙骨上固定 4mm 厚铅板；病员通道、控制室、导管间和污物间进出防护门均采用 4mmpb 铅当量屏蔽门；控制室观察窗为 4mmpb 铅当量铅玻璃。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C1.2 可计算不同管电压下不同材料厚度等同铅当量。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 可知。

辐射透射因子 B:

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

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——材质厚度（mm）；

α ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

铅当量厚度 X:

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

.....公式 2

B——给定材质厚度屏蔽透射因子;

X——铅厚度 (mm) ;

α ——铅对不同管电压 X 射线衰减,有关的拟合参数;

β ——铅对不同管电压 X 射线衰减,有关的拟合参数;

γ ——铅对不同管电压 X 射线衰减,有关的拟合参数。

虽然根据机器特性,针对 DSA 只需考虑散射线和泄露射线影响,但保守估计,在折合铅当量时,仍按照主射线辐射衰减拟合参数(125kV)进行铅当量折算。在环境影响分析部分,散射线的透射因子将根据实际,按照散射线拟合参数进行计算;泄露射线因和主射线能量一样,故按照主射线拟合参数计算其透射因子。

表 3-1 铅、混凝土对 125kV 管电压,X 射线(主束)辐射衰减拟合参数

管电压 125kv	α	β	γ
铅	2.219	7.923	0.7295
混凝土	0.03502	0.07113	0.6974

表 3-2 铅、混凝土对 125kV 管电压,X 射线(散束)辐射衰减拟合参数

管电压 125kV	α	β	γ
铅	2.233	7.888	0.7295
混凝土	0.03510	0.06600	0.7832

硫酸钡的化学式为 BaSO₄,一般为白色斜方体,其无色无味,密度为 4.499g/cm³,熔点可高达 1580℃。其化学性质十分的安稳,难溶于水且耐酸、耐碱、无毒、无磁性,还能够吸收 X-射线以及 γ 射线等。硫酸钡在波长 300-400 微米范围内有很高的反射性,可以保护漆膜免遭光老化,是一种有效而廉价的白色无机光稳定剂。由于它的吸油量低,有很高的填充量,所以可以使涂料成本下降,可用于水性涂料,底漆,中间漆涂层,油性涂料等。

根据《辐射防护手册》(第三分册,李德平、潘自强主编) P62-P64 表

3.3、表 3.4 和表 3.5 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，采用 OriginLab 拟合得到 125kV 管电压下钡水泥厚度对应铅当量的拟合函数，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。鉴于硫酸钡水泥涂料难以达到标准钡水泥密度（ 3.2g/cm^3 ），结合中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所对于市面上的一些硫酸钡防护制品的检测报告 针对本项目拟采用硫酸钡水泥按照 2.88g/cm^3 进行折算。鉴于混凝土实心砖往往难以达到标准混凝土密度（ 2.35g/cm^3 ），故根据普遍使用混凝土实心砖技术要求 $1.68\sim 2.10\text{g/cm}^3$ ，结合市场监督管理局对市面上医院砌墙用混凝土实心砖检测报告，针对本项目原有墙体密度按照 1.68g/cm^3 折算，从而可根据公式 1、2 将机房的屏蔽材料折算成等效屏蔽铅当量，结果见表 3-3。

表 3-3 DSA 室当前屏蔽铅当量一览表

场所	位置	屏蔽厚度	铅当量	屏蔽要求	评价
DSA 室	地面	100mm 厚的钢筋混凝土 +40mm 厚 4:1 硫酸钡防辐射处理+面层 20mm 厚水泥砂浆保护层	相当于 3.8mm 铅当量	C 形臂 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
	屋顶	100mm 厚的钢筋混凝土 +40mm 厚 4:1 硫酸钡防辐射处理+面层 20mm 厚水泥砂浆保护层	相当于 3.8mm 铅当量		满足
	东、南、西、北墙	50*30*1.2 镀锌铁管龙骨 +4mm 厚铅板	4mm 铅当量		满足
	观察窗	4mm 铅当量铅玻璃（1 扇）			满足
	防护门	4mm 铅当量（4 扇）			满足
	机房有效面积	46.6m ² ，单边最短长度 6.5m		单管头 X 射线设备机房内最小有效使用面积不小于 20m ² ，单边长度不小于 3.5m	满足

由上述可知，本项目射线装置机房的屏蔽防护、有效使用面积及单边长度均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，机房设计合理。

3.3.2 介入手术过程屏蔽防护

①介入手术过程职业人员进入机房进行透视时，穿戴有个人防护用具包括：铅衣、铅围裙、铅围脖、铅眼镜等，其防护铅当量不低于 0.5mmPb ；

②第一术者位在进行透视时，应使用床下铅帘及悬吊铅帘进行局部遮挡；对于第二术者位应设置辅助铅屏风进行防护，其防护铅当量不低于 0.5mmPb ；

③对病人进行透视时或拍片过程，应采用适当防护设施对病人非病灶部位进行遮挡。

(3) 机房内辐射防护安全装置（设备）

①门灯连锁：DSA 机房防护门外顶部设置有工作状态指示灯，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

②紧急止动装置：DSA 控制台上、介入手术床旁均设置紧急止动按钮（各按钮分别与 X 射线系统连接），一旦出现异常，按动任何一个紧急止动按钮，均可停止 X 射线系统出束。

③操作警示装置：DSA 出束时，控制台上的指示鸣器发出声音。

④对讲装置：在 DSA 机房与控制室之间安装对讲装置，控制室的工作人员通过对讲机与机房内的手术人员联系。

⑤警告标志：DSA 机房防护门外的醒目位置，设置明显的电离辐射警告标志。

根据环评要求及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本项目辐射安全防护装置（设备）落实情况见表 3-4，现场验收图片见图 3-1。

表 3-4 辐射安全防护装置（设备）汇总对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况
1	场所设施	铅防护吊屏、床下铅围裙	已有
2		医护人员铅衣、铅围裙、铅眼镜等个人防护用品	已有
3		患者局部防护用品	已有
4		屏蔽观察窗	已有
5		机房防护铅门	已有
6		入口处电离辐射警示标志	已有
7		入口处工作状态显示（门灯连锁）	已有
8		通风设施	已有
9		紧急止动开关	已有
10	监测设备	个人剂量计	已有
11		便携式X-γ辐射剂量仪	已有

	
<p>电离辐射标识铅门</p>	<p>门灯连锁及工作状态指示灯</p>
	
<p>操作台紧急停机按钮</p>	<p>通风口</p>
	
<p>对讲系统及控制室紧急停机按钮</p>	<p>铅窗</p>
	
<p>个人剂量计</p>	<p>防护用品</p>

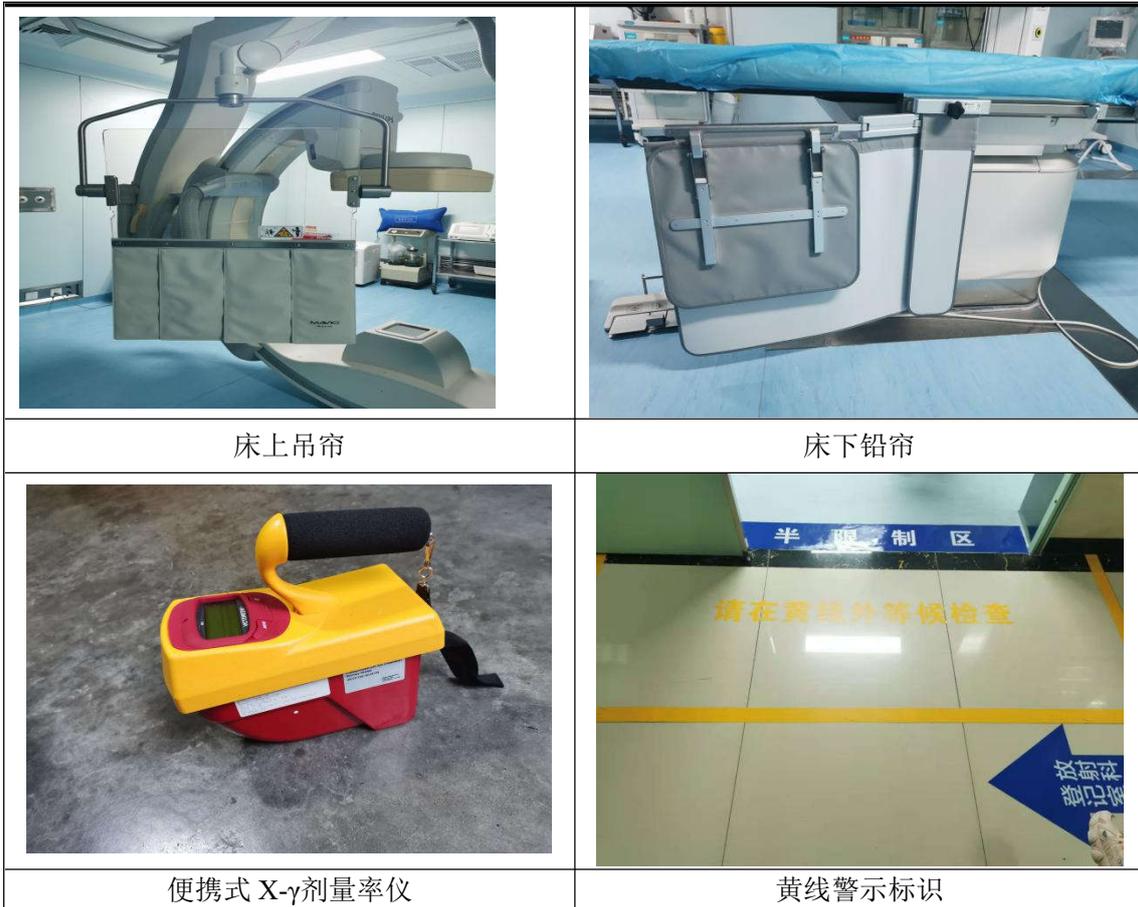


图 3-1 现场验收图片

3.3.3 工作区域分区管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的“两区”划分原则与依据，将 DSA 所在机房划为控制区，控制室、设备间、导管间、患者缓冲区、洗手间及污物间划为监督区。

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和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，辐射工作区与非辐射工作区隔开。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。

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

监督区、控制区划分示意图见下图所示：

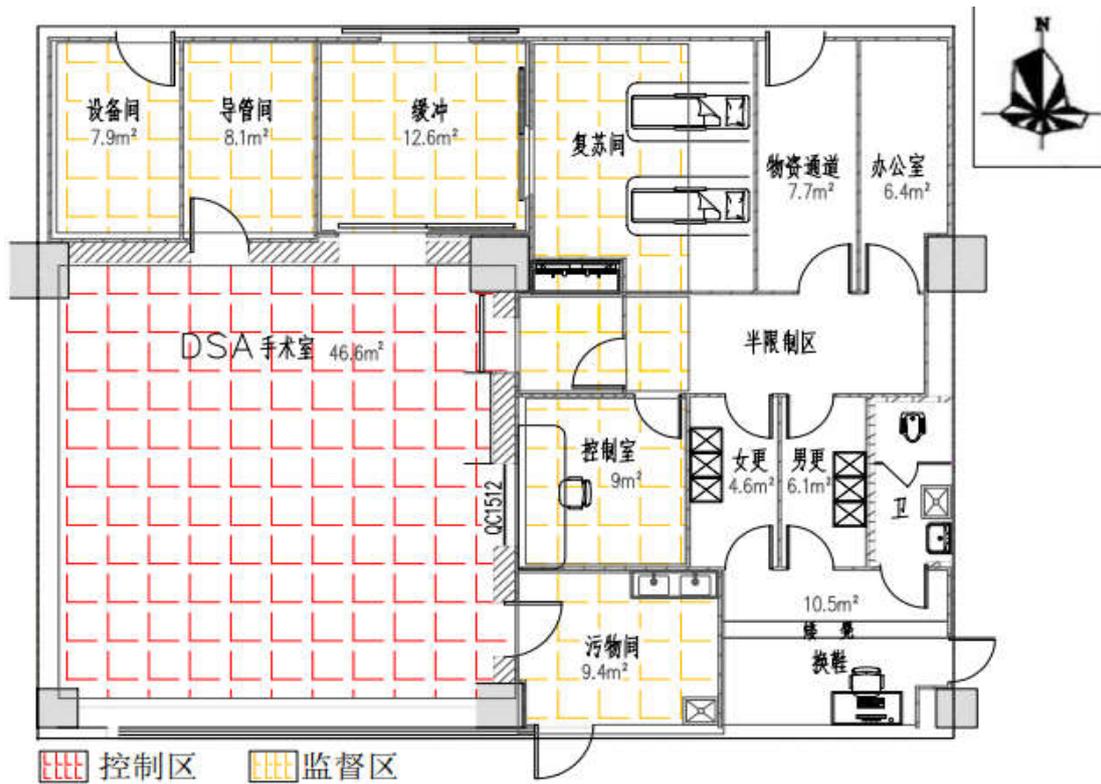


图 3-2 DSA 机房控制区、监督区划分图

表 3-5 本项目控制区和监督区划分情况

设备名称	控制区	监督区
DSA	DSA 手术室	控制室、设备间、导管间、患者缓冲 区、复苏间、刷手间及污物间。
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。	监督区范围内应限制无关人员进入。

3.4 辐射环境管理措施调查

3.4.1 辐射环境管理机构

四川省旺苍县人民医院于 2020 年 6 月 23 号发布了《关于成立辐射安全与防护管理小组的通知》（旺人医发[2020]162 号），成立了专（兼）职辐射管理机构。文件明确了各管理小组的职责要求，主要为：

（1）负责拟定辐射安全与防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度并组织实施。

（2）做好工作人员辐射防护与安全培训，防护设施配备与管理，辐射防护档案的建立与管理等工作。

（3）组织实施本院辐射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，建立个人健康监护档案，做到一人一档。

(4) 定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查辐射工作人员的技术操作情况，指导做好个人以及患者的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。

(5) 落实放射个人剂量监测，对超剂量查找原因并提出整改措施，监督执行。

(6) 邀请相关机构每年到医院进行放射诊疗场所进行检查、监测仪器设备的防护性能及工作状态，环境监测，查找放射防护管理的不足，并按相关要求整改，使各项指标达到辐射防护要求。

3.4.2 辐射环境管理规章制度

目前医院已具备和制定的管理制度如下：《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射设备维护维修制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作场所监测制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射监测仪表使用与效验管理制度》、《辐射事故应急预案》、《放射诊疗质量保证大纲和质量检测计划》，医院制定的各种安全管理制度较全面，具有可行性，并且环保要求的四项制度已上墙。



图 3-3 上墙制度

3.4.3 辐射事故应急

为有效处理放射性事故，强化放射性事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，将放射意外可能造成的损害降到最低限度，以保护患者、工作人员、放射设备安全和减少财物损失，医院制定了放射事故应急预案。该应急预案包括：辐射事故应急处理机构与职责，放射性事故应急救援应遵循的原则、放射性事故应急处理程序，已补充医院内部联系电话和外部联系电话，事故应急响应程序已上墙。现有辐射事故应急预案内容较全，措施得当，便于操作，在发生辐射事故情况下，启动应急预案并采取防护措施，可以有效控制辐射事故对环境的影响。

3.5 项目环保防护措施落实情况调查

根据项目环境影响报告表及批复文件的要求，项目正常运行需要的环保设施

(措施) 投资落实情况见表 3-6。

表 3-6 辐射安全防护和环保设施(措施)投资落实一览表

项目	设施(措施)	环评配置需求		实际配置	
		数量	金额 (万元)	数量	金额 (万元)
屏蔽设施	病员通道、控制室、导管间和污物间进出防护门均采用4mmpb铅当量屏蔽门	2套	2.4	4套	5.3
	控制室观察窗为4mmpb铅当量铅玻璃	1套	0.3	1套	1.5
	硫酸钡砂浆涂层	/	0.1	/	3.2
安全装置	门灯连锁装置	1套	0.05	1套	0.1
	语音对讲装置	1套	0.01	1套	0.2
	警示标牌和工作警灯一套	1套	0.05	1套	0.1
	操作台、床体上“紧急止动”装置各一套	2套	0.3	2套	0.5
臭氧防治	设置通风系统	1套	0.6	1套	1.2
防护用品	铅防护吊屏、床下铅围裙	1套	0.3	1套	3
	个人防护用品: 铅衣、铅围脖、铅眼镜等	1套	0.5	5套	9
监测设备	便携式X-γ剂量率仪	/	/	1台	2.5
	个人剂量计	5个	1	35个	0.7
其他	灭火器材	1套	0.2	1套	0.8
合计		/	5.81	/	28.1

本项目环评设计总投资 990 万元,实际总投资 1035 万元,实际环保投资 28.1 万元,实际投资占实际总投资的 2.7%。机房四周墙体及屋顶、地面的建设计入医院主体工程投资。由表 3-6 可知,环评要求的各项环保投资均已落实到位,且根据医院情况,在机房工程屏蔽建设上和个人防护用品上加大了投资,并且新增了 1 台便携式 X-γ 剂量率仪,环保措施更强,故不存在重大变更。

表四

4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影响报告表评价结论

(1) 本项目产业政策符合性分析

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2011年本）（修正）》中第十三项“医药”中第6款“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”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

(2) 本项目选址及平面布置合理性分析

本项目位于医院内，项目运营期对环境的影响较小。本评价认为其选址和平面布置是合理的。

(3) 工程所在地区环境质量现状

根据现场监测，本项目机房所在地及周围本底空气吸收剂量率为 $9.5 \times 10^{-8} \sim 10.7 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，属于四川省户外天然放射性水平。

(4) 环境影响评价结论

① 辐射环境影响分析

经模式预测，在正常工况下，对辐射工作人员造成的附加有效剂量低于 5mSv/a 的职业人员剂量管理限值；对公众造成的附加有效剂量低于 0.1mSv/a 的公众人员剂量管理限值。

② 大气的环境影响分析

DSA室工作时产生的臭氧经排风系统后至污物间上方排放，满足评价标准要求，不会对周围大气环境产生明显影响。

③ 水环境影响分析

本项目使用的射线装置不产生废水，不会对周围水环境造成影响。

④ 固体废物影响分析

本项目不会产生废显影液、废定影液、废胶片，对周围环境无影响。本项目产生的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂等医用辅料，采用专门的收集容器集中回收后，转移至医院医疗废物暂存库，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由有资质的单位定期统一回收处理，对环境的影响很小。

⑤ 声环境影响分析

本项目射线装置工作场所产生的噪声较小，对周围的声学环境产生影响较小。

(5) 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。

(6) 环保设施与保护目标

医院现有环保设施配置较全，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。

(7) 医院辐射安全管理的综合能力

医院安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，医技人员配置合理，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。对本次新增的 DSA 医用辐射设备和场所而言，医院也已具备辐射安全管理的综合能力。

(8) 项目环保可行性结论

项目采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在医院住院楼一层 DSA 室内进行建设，从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

4.2 环评报告中环境保护措施落实情况

《四川省旺苍县人民医院新建住院大楼II、III类射线装置项目环境影响报告表》中提出的环保措施采取的环境保护措施落实情况见表 4-1：

表 4-1 环评报告中环境保护措施落实情况一览表

项目	环评要求环保措施	实际建设环保措施	是否落实
主体工程	医院在新建住院大楼一层设置 DSA 室（占地面积 70.26m ² ），在 DSA 旁设有一间控制室（占地面积 19m ² ）	医院在住院楼一层设置 DSA 室，主要包括 DSA 手术室（建筑面积 46.6m ² ）、控制室（建筑面积 9m ² ）及配套的刷手间、患者缓冲区、复苏间、污物间、男女更衣室、卫生间、导管间、设备间、物资通道和办公室等（建筑面积约 93m ² ）	位置未发生变化，根据机房实际建设面积有改动，不属于重大变更
屏蔽措施	四面墙体均为37cm厚的实心砖墙，并加2cm厚的硫酸钡砂浆；屋顶和地面均为12cm厚的混凝土，并加2cm	地面采用楼板为100mm厚的钢筋混凝土+40mm厚4:1硫酸钡防辐射处理+面层20mm厚水泥砂浆保护层（相当于3.8mm铅当量）；DSA手术室正上方采用楼板为	优于环评

	厚的硫酸钡砂浆	100mm厚的钢筋混凝土+ 40mm厚4:1硫酸钡水泥防辐射处理+面层20mm厚水泥砂浆保护层（相当于3.8mm铅当量）；墙面采用50*30*1.2镀锌铁管龙骨，龙骨上固定4mm厚铅板（相当于4mm铅当量）	
	病人进出防护门、控制室医生进出防护门均采用3mm铅当量屏蔽门	病员通道、控制室、导管间和污物间进出防护门均采用4mm铅当量屏蔽门	优于环评
	控制室观察窗安装2mm铅当量铅玻璃	控制室观察窗安装4mm铅当量铅玻璃	优于环评
	铅防护吊屏、床下铅围裙一套	铅防护吊屏、床下铅围裙一套	已落实
安全装置	操作台和床体上“紧急制动”装置各1套	操作台和床体上“紧急制动”装置各1套	已落实
	配置对讲装置1套	配置对讲装置1套	已落实
通排风系统	空调系统	已安装空调系统一套	已落实
警示标识	工作状态指示灯1套，病人进出防护门设门灯联锁装置1套	工作状态指示灯1套，病人进出防护门设门灯联锁装置1套	已落实
	防护门外电离辐射警告标志1套	防护门外电离辐射警告标志1套	已落实
监测设备	/	便携式X-γ辐射剂量仪1台	优于环评
	个人剂量计5个	个人剂量计35个	优于环评
个人防护用品	铅衣、铅面罩、铅围脖、铅眼镜等1套	铅衣、铅围裙、铅围脖、铅眼镜等5套	优于环评
其他	补充完善相关规章制度，“四个规章制度”上墙	规定的相关规章制度均已补充完善，“辐射安全管理规定、操作规程、岗位职责、应急预案”均已上墙	已落实

由表4-1可知，本次验收的DSA室机房在环评报告表中提出的环保措施均已落实到位，且机房内的屏蔽防护门与观察窗铅当量均高于环评报告表中的要求，个人防护用品数量配置高于环评报告表中的要求，并新增一台便携式X-γ辐射剂量仪。

4.3 环境影响报告表批复及落实情况

4.3.1 环境影响评价报告表批复结论

四川省生态环境厅于2017年1月16日对《四川省旺苍县人民医院新建住院大楼II、III类射线装置项目环境影响报告表》进行了批复（川环审批[2017]21号）。

该医院已取得《辐射安全许可证》（川环辐证[09045]），许可种类和范围为：使用III类射线装置。本次项目环评属于新增使用II、III类射线装置及其工作场所，为重新申领辐射安全许可证展开的环境影响评价。该项目系核技术在医疗

领域内的具体应用，符合国家产业政策，建设理由正当。该项目严格按照报告表中所列建设项目的性质、规模、工艺、地点和拟采取的环境保护措施建设和运行，使用射线装置产生的电离辐射及其他污染物排放可以满足国家相关标准的要求，职业工作人员和公众照射剂量满足报告表提出的管理限值要求。因此，我厅同意报告表结论。你单位应全面落实报告表提出的各项环境保护对策措施和本批复要求。

鉴于医院目前的建设与发展，直线加速器暂未引进。针对批复中直线加速器及其余射线装置的建设项目不在本次验收范围内，医院承诺在其投入使用时将另行验收，故本次仅对批复中关于 DSA 的要求进行验收。

4.3.2 环境影响评价报告表批复要求落实情况，见表 4-2。

表 4-2 环境影响评价报告表批复要求落实情况一览表

环境影响评价报告表批复要求	环境影响评价报告表批复执行情况	是否落实
项目建设过程中，加强施工期的环境保护工作，严格按照报告表中提出的有关要求，落实环保投资，落实各项辐射安全防护及污染防治措施，避免施工期环境扰民事件	医院在建设过程中，严格按照相关的施工环保要求，采用低污染的施工方式，将施工期环境对周围居民的影响降到最低，施工期间无扰民事件发生。严格按照报告表中提到的环保投资进行相应的建设，机房的墙体、门窗和屋顶屏蔽能力都满足防护要求。各项辐射防护与安全联锁措施满足相关规定。	已落实
应完善全院核与辐射安全管理制度，将新增项目内容纳入全院辐射环境安全管理中，及时更新全员射线装置的台账等各项档案资料。	医院已经按照要求对现有的规章制度进行了修订完善，已新增了II类射线装置的使用、管理和定期自我监测等方面的内容。	已落实
应配备相应的辐射监测设备和辐射防护用品，并制定新增辐射工作场所的监测计划。	医院已经按照环评报告的要求，配备了防护用品和便携式 X-γ辐射监测仪器，制定了辐射工作场所监测计划。	已落实
新增辐射从业人员应参加辐射安全和防护知识的培训，确保持证上岗。	医院承诺加强辐射从业人员的培训，确保全院所有的辐射管理人员和辐射工作人员均持证上岗。	已落实
项目运行必须严格按照国家和四川省有关标准和规定实施。全院辐射工作人员的个人剂量约束值应严格控制为 5mSv/年，公众个人剂量约束值为 0.1mSv/年。	医院为每一名辐射工作人员配备了个人剂量计，委托了有资质的单位进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案，由放射科对全院的个人剂量进行管理，医院提供了最近一个季度的个人剂量监测报告，数据显示从事 DSA 相关工作人员的个人剂量未超过环评和批复的剂量约束限值。医院承诺，若发生个人剂量异常，当立即组织调查并采取措施，并及时将有关情况上报四川省生态环境厅和广元市生态环境局。	已落实
加强辐射工作场所的管理，定期检查各辐射工作场所的各项安全和辐射防护措施，防止运行故障的发生，确保实时有效。杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。	医院制定了相关管理制度，由设备科定期检查全院射线装置工作场所各项安全和辐射防护措施，防止运行故障的发生，确保实时有效。	已落实

<p>严格落实《四川省生态环境厅关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函〔2016〕1400号）中的各项规定。</p>	<p>医院已严格落实《四川省生态环境厅关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）的通知〉》（川环函[2016]1400号）的各项规定。</p>	<p>已落实</p>
<p>按照制定的监测计划，定期开展自我监测，并记录备查。每年应委托有资质单位开展辐射环境监测，并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。</p>	<p>医院已经制定监测计划，由设备科负责对全院自我监测进行监督执行，从取得《辐射安全许可证》至今，每年均委托了有资质的单位进行辐射监测，建设单位承诺严格按照监测计划开展辐射环境监测和自我监测，且按照要求进行存档，监测结果纳入每年的辐射安全和防护状况年度自查评估报告。</p>	<p>已落实</p>
<p>依法对辐射工作人员进行个人剂量监测，特别应加强对从事介入治疗的医护人员的辐射防护和剂量管理，建立辐射工作人员的个人剂量档案。个人剂量监测结果超过1.25mSv/季的应核实，必要时采取适当措施，确保个人剂量安全。发现个人剂量监测结果异常（>5mSv/年）应当立即组织调查并采取相应措施，有关情况及时报告我厅。</p>	<p>医院严格按照国家和省有关标准和规定的辐射工作人员的个人剂量约束值应严格控制为5mSv/年，公众个人剂量约束值为0.1mSv/年进行实施，对辐射工作人员个人剂量个人剂量监测结果超过1.25mSv/季的应核实，由当事人签字确认；发现个人剂量监测结果>5mSv/年，立即组织调查并要求当事人停止辐射工作，并及时将调查结果上报各级生态环境主管部门。</p>	<p>已落实</p>
<p>你单位应当按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）和《四川省生态环境厅办公室关于印发〈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（试行）〉的通知》（川环办发〔2016〕152号）的要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于次年1月31日前上报我厅。</p>	<p>经检查发现，医院2019年度按照文件要求编制了年度评估报告，并每年在1月31日前将年度评估报告上传到“全国核技术利用辐射安全申报系统”，建设单位承诺在日后的辐射安全管理工作中，严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》进行执行。</p>	<p>已落实</p>

由表4-2可知，环评报告表批复中的各项要求，经过现场检查和资料查阅，建设单位均已经按照要求执行，各项措施已经落实到位。

表五

<p>5 验收监测质量保证及质量控制</p> <p>5.1 验收监测分析方法</p> <p>本次监测项目的监测方法、方法来源、使用仪器及检出限见表 5-1。</p> <p style="text-align: center;">表 5-1 本项目监测方法、方法来源、使用仪器及检出限</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">监测项目</th> <th style="width: 20%;">监测方法</th> <th style="width: 30%;">监测仪器</th> <th style="width: 15%;">能量响应</th> <th style="width: 20%;">测量时间</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">X-γ辐射剂量率</td> <td>《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)</td> <td>仪器型号: JB4000 仪器编号: SCSY0071 测量范围: 0.01μSv/h~600μSv/h 校准日期: 2020年4月13日 证书编号: 校准字第 202004003112 号 校准因子: 1.65(100kV), 1.90(80kV) 检定单位: 四川世阳卫生技术服务有限公司</td> <td style="text-align: center;">48KeV-3MeV 内不超过 ±20%</td> <td style="text-align: center;">AT(自动测量)、1、5、10、20、30 秒可调节</td> </tr> </tbody> </table>					监测项目	监测方法	监测仪器	能量响应	测量时间	X-γ辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)	仪器型号: JB4000 仪器编号: SCSY0071 测量范围: 0.01μSv/h~600μSv/h 校准日期: 2020年4月13日 证书编号: 校准字第 202004003112 号 校准因子: 1.65(100kV), 1.90(80kV) 检定单位: 四川世阳卫生技术服务有限公司	48KeV-3MeV 内不超过 ±20%	AT(自动测量)、1、5、10、20、30 秒可调节
监测项目	监测方法	监测仪器	能量响应	测量时间										
X-γ辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993)	仪器型号: JB4000 仪器编号: SCSY0071 测量范围: 0.01μSv/h~600μSv/h 校准日期: 2020年4月13日 证书编号: 校准字第 202004003112 号 校准因子: 1.65(100kV), 1.90(80kV) 检定单位: 四川世阳卫生技术服务有限公司	48KeV-3MeV 内不超过 ±20%	AT(自动测量)、1、5、10、20、30 秒可调节										
<p>5.2 验收监测质量保证及质量控制</p> <p>本次验收监测单位为四川世阳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, 并在允许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:</p> <p>(1) 监测前制定监测方案, 合理布设监测点位, 使监测结果具有代表性, 以保证监测结果的科学性和可比性;</p> <p>(2) 监测人员经考核并持有合格证书上岗;</p> <p>(3) 监测所用仪器经计量检定部门检定合格, 且在有效检定周期内。监测仪器经常参加国内各实验室间的比对, 通过仪器的期间核查等质控手段保证仪器设备的正常运行, 现场监测仪器每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常, 并采用定点场对仪器进行校验;</p> <p>(4) 监测实行全过程的质量控制, 严格按照单位《质保手册》、《作业指导书》及仪器作业指导书的有关规定实行;</p> <p>(5) 监测时获取足够的的数据量, 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;</p> <p>(6) 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;</p> <p>(7) 监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。</p>														

表六

6 验收监测内容

6.1 验收监测的主要内容

本次验收监测的主要内容是 1 台 UNIQ FD20 型 DSA，具体情况见表 6-1。

表 6-1 本次验收监测的辐射诊疗设备一览表

序号	设备名称、型号	数量	装置类别	地点
1	UNIQ FD20 型 DSA	1 台	II类射线装置	医院住院楼一层 DSA 室

6.2 验收监测的范围

本项目验收监测范围和环评评价范围一致：II类射线装置 DSA 机房屏蔽墙体四周向外延伸 50m 的区域，包括机房正对楼上区域和正对楼下区域。

6.3 验收监测因子

根据污染流程分析，本项目运营期主要环境影响为电离辐射，污染因子为 X 射线，本次验收监测因子为：X-γ辐射剂量率。

6.4 验收监测布示意图

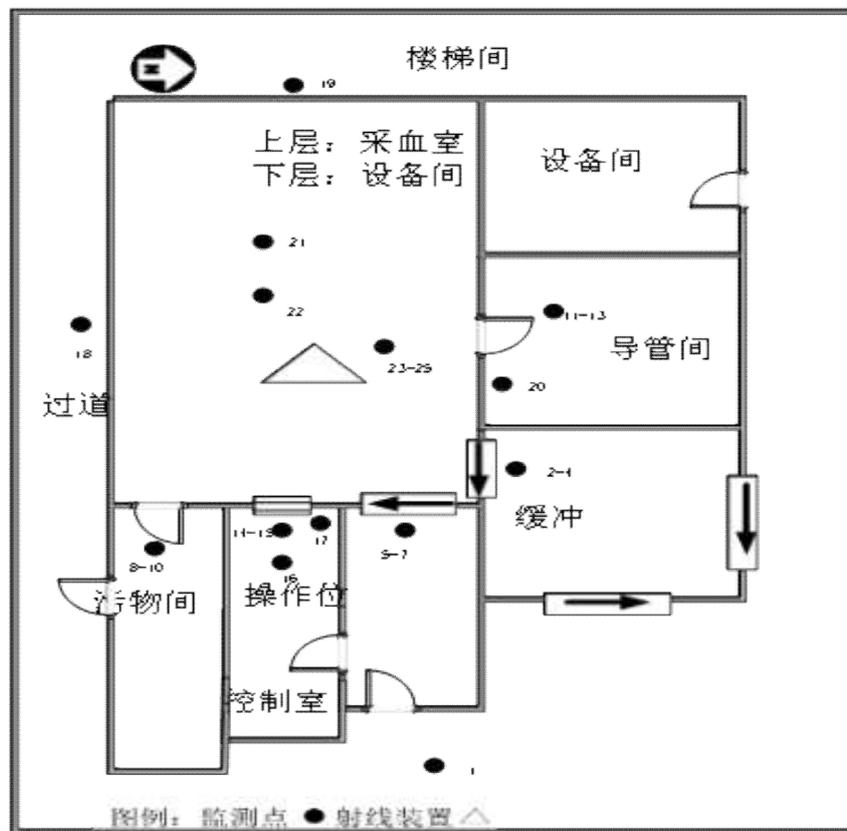


图 6-1 项目辐射环境监测布点示意图 1

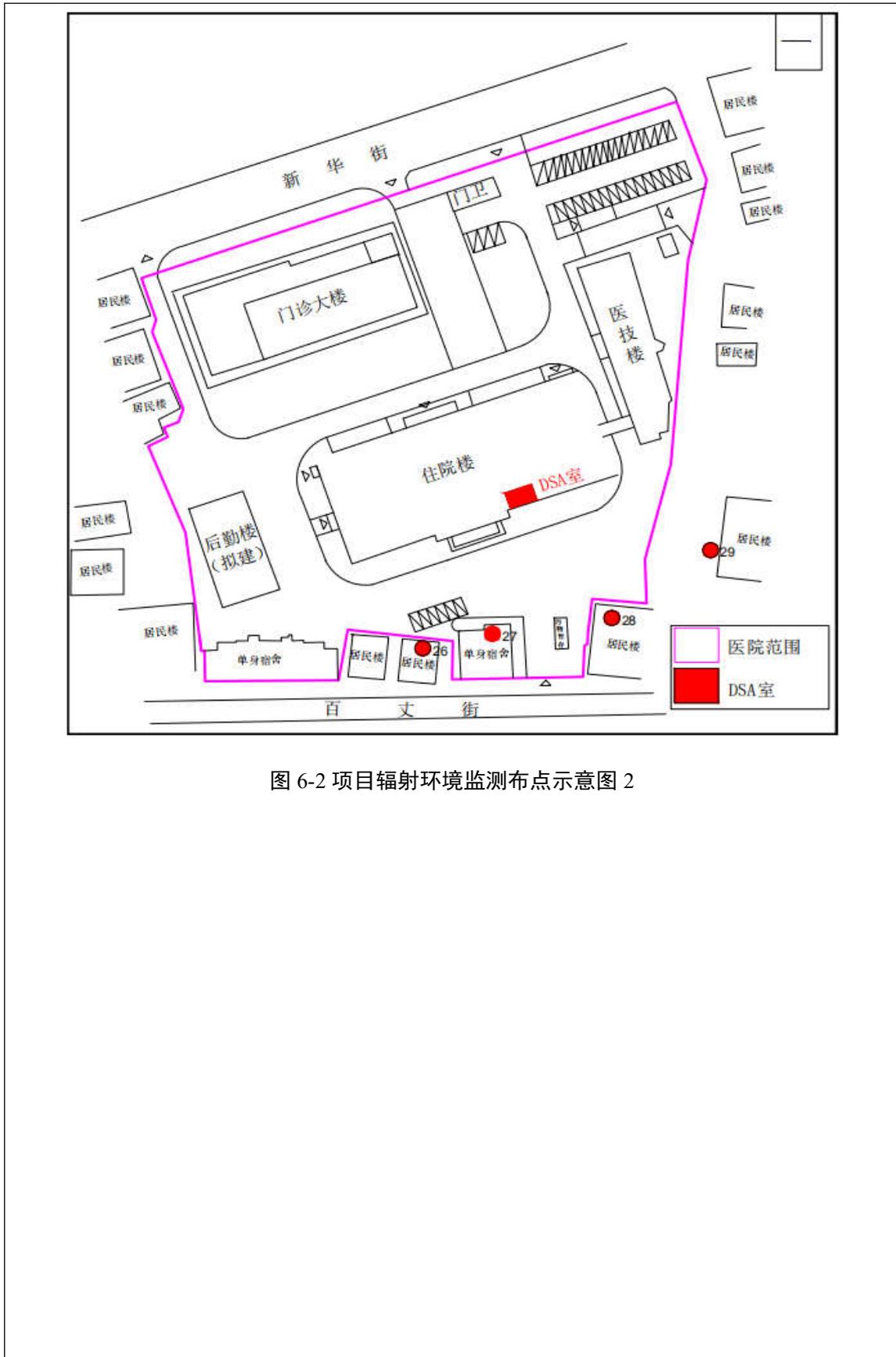


图 6-2 项目辐射环境监测布点示意图 2

表七

7 验收监测

7.1 监测工况

本项目 DSA 室机房的各项辐射防护措施均已按要求落实到位，工作条件达到设计预期要求，符合竣工环境保护验收监测的条件。本项目在 DSA 室机房中使用 1 台 UNIQ FD20 型 DSA。我公司监测技术人员在医院代表的陪同下，为真实反映 DSA 在手术过程中的屏蔽效果，本次验收监测在减影和透视模式下常用最大管电压、管电流进行曝光条件进行监测，监测工况见表 7-1：

表 7-1 监测工况一览表

装置名称	规格型号	类别	场所	监测参数	模式	出束方向
医用血管造影 X 射线系统	UNIQ FD20	II	DSA 室	减影模式： 94kV、41mA、5s 透视模式： 82kV、2.7mA、5s	减影模式和透视模式	由下往上

7.2 验收监测结果：

本项目 DSA 减影工况下机房周围辐射环境状况见表 7-2：

表 7-2 DSA 机房周围 X-γ空气吸收剂量率监测结果（透视工况）

编号	测量点位置		X-γ空气吸收剂量率 (μSv/h)	标准差	备注
23	DSA 手术室第一术者位	未曝光	0.13	0.013	透视，铅帘、铅衣遮挡
		曝光	187.90	0.037	
24	DSA 手术室第二术者位	未曝光	0.13	0.017	透视，铅帘、铅衣遮挡
		曝光	140.60	0.055	
25	DSA 手术室第一术者位手臂处	未曝光	0.13	0.130	透视，无铅衣遮挡
		曝光	236.00	0.070	

根据《实用辐射安全手册（第二版）》的公式，对手术位职业人员年有效剂量进行计算。

$$H_{Er} = Dr \cdot W_R \cdot W_T \cdot t \cdot 10^{-3} \dots \dots \dots \text{式 7-1}$$

式中：

Dr：空气吸收剂量率附加值，μSv/h；

H_{Er}：X 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

t：累计曝光时间，按表 2-3 单个科室最大透视时间计算。本项目心内科透视时间最大，为 35h，医护人员分为 3 组，每组人员取 11.7h；

W_R : 辐射权重因数, 对于 X 射线取 1;

W_T : 组织权重因数, 取 1。

手术位工作人员受照射剂量计算结果见表 7-3。

表 7-3 DSA 机房内年受照射有效剂量当量计算结果表

编号	测量点位置	X-γ辐射剂量率附加值($\mu\text{Sv/h}$)*	最大受照射时间 (h)	年有效剂量当量 (mSv/a)	受照射类型
23	DSA 手术室第一术者位	187.77	11.7	2.20	职业
24	DSA 手术室第二术者位	140.47	11.7	1.64	职业
25	DSA 手术室第一术者位手臂处	235.87	11.7	2.76	职业

*注: X-γ辐射剂量率附加值为曝光时的辐射剂量率监测值减去未曝光时的辐射剂量率监测值。

根据表 7-3 计算结果, 本项目 DSA 机房内职业人员第一手术操作位全身年有效剂量当量为 2.20mSv/a, 第二手术操作位全身年有效剂量当量为 1.64mSv/a, 均满足 5mSv/a 剂量约束限制; 第一手术位手臂年有效剂量当量为 2.76mSv/a, 满足 125mSv/a 剂量约束限值。

本项目 DSA 减影工况下机房周围辐射环境状况见表 7-4。

表 7-4 DSA 机房周围 X-γ空气吸收剂量率监测结果 (减影工况)

编号	测量点位置	X-γ空气吸收剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准差	备注
1	本底	未曝光	0.10	不运行
		曝光	/	
2	机房门下 (距门缝 30cm)	未曝光	0.12	减影
		曝光	0.36	
3	机房门左 (距门缝 30cm)	未曝光	0.12	减影
		曝光	0.38	
4	机房门右 (距门缝 30cm)	未曝光	0.10	减影
		曝光	0.38	
5	控制室门下 (距门缝 30cm)	未曝光	0.12	减影
		曝光	0.21	
6	控制室门左 (距门缝 30cm)	未曝光	0.10	减影
		曝光	0.20	
7	控制室门右 (距门缝 30cm)	未曝光	0.12	减影
		曝光	0.20	

8	污物间门下（距门缝30cm）	未曝光	0.12	0.012	减影
		曝光	0.18	0.010	
9	污物间门左（距门缝30cm）	未曝光	0.10	0.007	减影
		曝光	0.17	0.010	
10	污物间门右（距门缝30cm）	未曝光	0.10	0.007	减影
		曝光	0.18	0.010	
11	导管间门下（距门缝30cm）	未曝光	0.13	0.007	减影
		曝光	0.40	0.014	
12	导管间门左（距门缝30cm）	未曝光	0.13	0.010	减影
		曝光	0.40	0.012	
13	导管间门右（距门缝30cm）	未曝光	0.13	0.010	减影
		曝光	0.40	0.007	
14	观察窗左（距窗外30cm）	未曝光	0.10	0.007	减影
		曝光	0.20	0.007	
15	观察窗右（距窗外30cm）	未曝光	0.10	0.012	减影
		曝光	0.18	0.009	
16	操作位	未曝光	0.12	0.012	减影
		曝光	0.17	0.007	
17	东墙（控制室）（距墙表面30cm）	未曝光	0.10	0.008	减影
		曝光	0.18	0.010	
18	南墙（过道）（距墙表面30cm）	未曝光	0.10	0.007	减影
		曝光	0.18	0.010	
19	西墙（楼梯间）（距墙表面30cm）	未曝光	0.10	0.010	减影
		曝光	0.17	0.009	
20	北墙（导管间）（距墙表面30cm）	未曝光	0.12	0.007	减影
		曝光	0.54	0.013	
21	上层（采血室）（距地面100cm）	未曝光	0.10	0.007	减影
		曝光	0.18	0.014	
22	下层（设备间）（距地面170cm）	未曝光	0.12	0.011	减影
		曝光	0.17	0.007	
26	西南面35m处居民楼	未曝光	0.15	0.014	减影

	北侧 1 楼	曝光	0.18	0.015	
27	南面 20m 处单身宿舍 北侧 1 楼	未曝光	0.16	0.017	减影
		曝光	0.15	0.015	
28	东南面 30m 处居民楼 北侧 1 楼	未曝光	0.13	0.007	减影
		曝光	0.15	0.010	
29	东面 43m 处居民楼西 侧一楼	未曝光	0.15	0.014	减影
		曝光	0.15	0.019	

根据表 7-4, 在减影工况下, DSA 机房周围 X- γ 空气吸收剂量率分布在 0.15~0.54 μ Sv/h, 其中最大值为 0.54 μ Sv/h, 出现在 DSA 室北墙(导管间)处, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中机房屏蔽体具备透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 剂量当量率控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h 的要求。

根据表 2-1, 本项目 DSA 年最大拍片+透视时间 35.58h。由于本项目仅配备一名技师, 故操作位时间按年总拍片+透视时间 62.04h 计算。对于居留因子, 经常有人员停留的地方取 1, 有部分时间有人员停留的地方取 1/4, 根据式 7-1, 计算得到本项目 DSA 分别对机房外职业及公众人员所致年有效剂量当量见表 7-5。

表 7-5 DSA 机房周围年受照射有效剂量当量计算结果表

编号	测量点位置	受照射类型	居留因子	X- γ 辐射剂量率附加值(μ Sv/h)	年有效剂量当量(mSv/a)
2	机房门下(距门缝 30cm)	职业	1	0.24	0.009
3	机房门左(距门缝 30cm)	职业	1	0.26	0.009
4	机房门右(距门缝 30cm)	职业	1	0.28	0.010
5	控制室门下(距门缝 30cm)	职业	1	0.09	0.003
6	控制室门左(距门缝 30cm)	职业	1	0.10	0.004
7	控制室门右(距门缝 30cm)	职业	1	0.08	0.003
8	污物间门下(距门缝 30cm)	职业	1/4	0.06	0.0005
9	污物间门左(距门缝 30cm)	职业	1/4	0.07	0.0005
10	污物间门右(距门缝 30cm)	职业	1/4	0.08	0.0008
11	导管间门下(距门缝 30cm)	职业	1/4	0.27	0.0025
12	导管间门左(距门缝 30cm)	职业	1/4	0.27	0.0025
13	导管间门右(距门缝 30cm)	职业	1/4	0.27	0.0025
14	观察窗左(距窗外 30cm)	职业	1	0.10	0.004
15	观察窗右(距窗外 30cm)	职业	1	0.08	0.003

16	操作位	职业	1	0.05	0.003
17	东墙（控制室）（距墙表面30cm）	职业	1	0.08	0.003
18	南墙（过道）（距墙表面30cm）	公众	1/4	0.08	0.0007
19	西墙（楼梯间）（距墙表面30cm）	公众	1/4	0.07	0.0006
20	北墙（导管间）（距墙表面30cm）	职业	1/4	0.42	0.0038
21	上层（采血室）（距地面100cm）	公众	1/4	0.08	0.0007
22	下层（设备间）（距地面170cm）	公众	1/4	0.05	0.0004
26	西南面35m处居民楼北侧1楼	公众	1/4	0.03	0.0003
27	南面20m处单身宿舍北侧1楼	公众	1/4	0	0
28	东南面30m处居民楼北侧1楼	公众	1/4	0.02	0.0002
29	东面43m处居民楼西侧一楼	公众	1/4	0	0

由表 7-5 得出结论：职业人员年有效剂量当量为 0.0005~0.010mSv/a，满足 5mSv/a 剂量约束限值，公众人员年有效剂量当量为 0~0.0007mSv/a，满足 0.1mSv/a 剂量约束限值。

7.3 个人剂量

建设单位提供了最近一季度的个人剂量检测报告，报告中的数据显示从事 DSA 相关的工作人员无个人剂量超标问题。

表八

8 验收监测结论与建议

8.1 验收监测结论

通过对四川省旺苍县人民医院医用血管造影 X 射线系统（DSA）装置项目现场调查和竣工环境保护验收监测，可以得出以下主要结论：

（1）本项目 DSA 室的墙体屏蔽能力均满足防护要求，对电离辐射起到了有效的屏蔽作用，机房铅门外设置了电离辐射警示标志，限制了无关人员的进入，保证了工作人员及公众的安全。

（2）医院辐射工作人员年有效剂量及公众的年有效剂量均低于环评报告及批复中要求执行的管理限值（职业人员：5mSv/a；公众：0.1mSv/a）。经机房实体屏蔽防护后，本项目 DSA 对机房周围公众环境影响较小。

（3）医院建立了相关的规章制度包括：辐射工作场所检测计划制度、辐射工作人员岗位职责、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射工作人员培训管理制度、辐射工作场所安全管理制度、辐射安全防护设施维护、维修制度、辐射监测仪器表使用与效验管理制度、医用 X 射线辐射防护安全操作规程等。

（4）医院成立了辐射安全与环境保护管理小组，制定了相关工作制度及辐射事故应急预案，确保辐射环境安全。

医院落实了环境影响报告表提出的环保设施（措施）和环评批复的要求。

四川省旺苍县人民医院医用血管造影 X 射线系统（DSA）装置项目辐射防护措施落实得当，防护有效；管理规章制度、操作规程完善；职业人员及公众年有效剂量低于环评报告及批复中要求执行的《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关管理限值。建议通过竣工环境保护验收。

8.2 要求

经过现场调查，医院以下几方面需要进一步完善和加强：

医院应按照监测方案，定期开展自我监测，并制定台账备查；

医院承诺加强辐射从业人员的培训，确保全院所有的辐射管理人员和辐射工作人员均持证上岗。

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位 (盖章) :

填表人 (签字) :

项目经办人 (签字) :

建设项目	项目名称		医用血管造影 X 射线系统 (DSA) 装置核技术利用项目				项目代码		/		建设地点		四川省广元市旺苍县东河镇新华街 471 号	
	行业类别 (分类管理名录)		191-核技术利用建设项目				建设性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造		项目厂区中心经度/纬度		/	
	设计生产能力		/				实际生产能力		/		环评单位		四川省核工业辐射测试防护院	
	环评文件审批机关		四川省生态环境厅				审批文号		川环审批[2017]21 号		环评文件类型		报告表	
	开工日期		2019 年 04 月				调试日期		2020 年 7 月		排污许可证申领时间		/	
	环保设施设计单位		中国华西工程设计建设公司				环保设施施工单位		珠海和佳医疗设备股份有限公司		本工程排污许可证编号		/	
	验收单位		四川世阳卫生技术服务有限公司				环保设施监测单位		/		验收监测时工况		/	
	投资总概算 (万元)		990				环保投资总概算 (万元)		5.81		所占比例 (%)		0.59	
	实际总投资 (万元)		1035				实际环保投资 (万元)		28.1		所占比例 (%)		2.7	
	废水治理 (万元)		/	废气治理 (万元)	/	噪声治理 (万元)	/	固体废物治理 (万元)		/	绿化及生态 (万元)		/	其他 (万元)
新增废水处理设施能力		/				新增废气处理设施能力		/		年平均工作时		/		
运营单位		四川省旺苍县人民医院				运营单位社会统一信用代码 (或组织机构代码)		125107224512797252		验收时间				
污染物排放与总量控制 (工业建设项目详填)	污染物		原有排放量 (1)	本期工程实际排放浓度 (2)	本期工程允许排放浓度 (3)	本期工程产生量 (4)	本期工程自身削减量 (5)	本期工程实际排放量 (6)	本期工程核定排放总量 (7)	本期工程“以新带老”削减量 (8)	全厂实际排放总量 (9)	全厂核定排放总量 (10)	区域平衡替代削减量 (11)	排放增减量 (12)
	废水		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	化学需氧量		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	氨氮		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	石油类		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	废气		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	二氧化硫		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	烟尘		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	工业粉尘		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	氮氧化物		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	工业固体废物		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
与项目有关的其他特征污染物		本项目所致职业人员和公众年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的职业人员 20mSv/a 和公众 1mSv/a 剂量限值,且均低于职业人员 5mSv/a,公众 0.1mSv/a 的管理约束值。												

注: 1、排放增减量: (+) 表示增加, (-) 表示减少。2、(12) = (6) - (8) - (11), (9) = (4) - (5) - (8) - (11) + (1)。3、计量单位: 废水排放量——万吨/年; 废气排放量——万立方米/年; 工业固体废物排放量——万吨/年; 水污染物排放浓度——毫克/升

