

绵阳市中心医院  
扩建医用射线装置使用项目  
竣工环境保护验收监测报告

报告编号：瑞迪森（验）字（2022）第 005 号

（公示本）

建设单位： 绵阳市中心医院

编制单位： 四川瑞迪森检测技术有限公司

二〇二二年三月

# 目 录

<b>1.项目概况</b> .....	<b>1</b>
1.1 建设单位基本情况 .....	1
1.2 项目由来.....	1
1.3 项目建设规模.....	2
1.4 验收内容.....	3
1.5 项目建设情况.....	3
<b>2.验收依据</b> .....	<b>6</b>
2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度 .....	6
2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范.....	7
2.3 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定 .....	7
<b>3.项目建设情况</b> .....	<b>8</b>
3.1 建设地点及外环境关系 .....	8
3.2 环境保护目标.....	10
3.3 建设内容.....	10
3.4 工作原理及工艺流程 .....	13
3.5 项目变动情况.....	15
<b>4.辐射安全与防护环境保护措施</b> .....	<b>16</b>
4.1 污染源项分析.....	16
4.2 辐射防护分区 .....	16
4.3 辐射安全措施.....	17
4.4 辐射安全防护与环保设施及其投资落实情况 .....	20
4.5 辐射安全防护与环保设施落实情况.....	21
4.6 辐射安全管理制度 .....	23
4.7 辐射安全应急措施 .....	23
<b>5.环境影响报告书（表）主要结论与建议及其审批部门审批决定</b> .....	<b>24</b>
5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议（摘录） .....	24
5.2 审批部门审批决定（摘录） .....	29
5.3 批复落实情况.....	34

<b>6.验收执行标准</b> .....	<b>37</b>
6.1 人员年受照剂量限值 .....	37
6.2 人员年受照剂量管理目标值 .....	37
6.3 辐射管理分区 .....	37
<b>6.4 工作场所放射防护安全要求</b> .....	<b>38</b>
6.5 安全管理及环评要求 .....	39
<b>7.验收监测</b> .....	<b>40</b>
7.1 监测分析方法 .....	40
7.2 监测因子 .....	40
7.3 监测工况 .....	40
7.4 监测内容 .....	40
<b>8.质量保证和质量控制</b> .....	<b>42</b>
8.1 本次验收监测质量保证和质量控制 .....	42
<b>9.验收监测结果</b> .....	<b>43</b>
9.1 辐射防护监测结果 .....	43
9.2 辐射工作人员年有效剂量分析 .....	45
9.3 公众年有效剂量分析 .....	46
9.3 保护目标年有效剂量分析 .....	47
<b>10.验收监测结论</b> .....	<b>48</b>
10.1 验收结论 .....	48
10.2 建议 .....	48

## 1.项目概况

### 1.1 建设单位基本情况

绵阳市中心医院（统一社会信用代码：12510600451209209Q，以下简称“医院”）坐落于绵阳市繁华的城市中心，始建于 1939 年，秉承“崇尚生命与科学”的价值观，“仁爱、诚信、敬业、创新”的医院精神，在历代中心医院人的不懈努力下，建成了以临床医疗、健康管理为主，集医疗、教学、科研、急诊急救、灾难医学为一体的三级甲等综合医院，是四川省川西北区域医疗中心，是电子科技大学医学院附属绵阳医院。

绵阳市中心医院现持有四川省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》（川环辐证（00309）），许可种类和范围为：使用V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至 2027 年 02 月 07 日。

### 1.2 项目由来

医院为进一步提高本院的医学影像诊断技术能力和服务水平，满足患者的诊疗需要，更好的惠及全市人民群众，综合考虑选址第二住院大楼一层东侧健康管理中心等区域，拟对该区域进行装修改造，建设 1 处分子影像中心，于中心内建设 1 处乙级非密封放射性物质工作场所，新增 1 座回旋加速器机房，配备 1 台自屏蔽式回旋加速器用于生产制备分子影像中心拟使用的放射性核素；同时，新增使用 1 台 PET/CT 用于开展显像诊断项目，PET/CT 校准将使用 3 枚  $^{68}\text{Ge}$  放射源。同时，在第一住院大楼负一层新建 2 座 DSA 机房（1#DSA 机房及 2#DSA 机房），并在 1#机房内新增配备 1 台 DSA 设备，2#机房内由原介入科搬迁 1 台 DSA 设备，均用于开展介入诊断。

医院已委托南京瑞森辐射技术有限公司于 2021 年 5 月编制完成了《改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》，并于 2021 年 6 月 22 日取得了四川省生态环境厅关于该项目的环评批复文件（川环审批（2021）66 号），详见附件 3。

改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目于 2021 年 7 月

开工建设，截至 2022 年 03 月，医院非密封放射性物质工作场所项目及回旋加速器项目暂未建设完成，暂不具备竣工环境保护验收条件；DSA3 室（1#DSA 机房）于 2021 年 7 月开工建设，2021 年 7 月机房建设完成，DSA 设备于 2021 年 8 月完成安装调试；DSA4（2#DSA 机房）室于 2021 年 7 月开工建设，2021 年 7 月机房建设完成，DSA 设备于 2021 年 8 月完成搬迁及安装调试；本项目 2 座 DSA 机房配套的环保设施与主体工程符合“三同时”制度，具备竣工环境保护验收条件。

根据医院规划及发展需要，医院将对“改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目”进行分阶段验收，验收共分为二个阶段，第一阶段为“扩建医用射线装置使用项目（改扩建 2 台 DSA 项目）”；第二阶段为“改扩建非密封放射性物质工作场所及回旋加速器项目”，本次验收属第一阶段验收。

根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，绵阳市中心医院委托四川瑞迪森检测技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作（项目委托书见附件 1）。

四川瑞迪森检测技术有限公司接受委托后，于 2021 年 08 月编制了《绵阳市中心医院扩建医用射线装置使用项目竣工环境保护验收监测方案》。于 2021 年 08 月 18 日及 2021 年 09 月 24 日开展了现场监测，并于 2022 年 03 月进行了现场核查，根据现场监测和核查情况，编制本项目验收监测报告。

### 1.3 项目建设规模

绵阳市中心医院绵阳市中心医院为适应和满足人民群众的健康需求，已于第一住院大楼负一层配套建设 2 间 DSA 机房及其配套用房，并配备 2 台 DSA。

DSA3 室（1#DSA 机房）内新增 DSA 型号为飞利浦 Azurion7 M12，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1063mA，属 II 类射线装置；DSA4 室（2#DSA 机房）内 DSA 由原介入科搬迁而来，型号为飞利浦 Allura Xper FD10，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA，属 II 类射线装置。

## 1.4 验收内容

本次验收的主体内容包括：

### 1、射线装置

医院配备使用 2 台 DSA：

DSA3 室（1#DSA 机房）内新增 DSA 型号为飞利浦 Azurion7 M12，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1063mA，属 II 类射线装置；

DSA4 室（2#DSA 机房）内 DSA 由原介入科搬迁而来，型号为飞利浦 Allura Xper FD10，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA，属 II 类射线装置。

### 2、辐射安全装置

辐射工作场所的实体屏蔽、当心电离辐射警示标志、辐射巡测仪、工作状态指示灯、个人剂量计及个人剂量报警仪等个人防护用品及辐射安全装置的配备情况。

### 3、人员配置情况

医院为本项目配备了 4 名辐射工作人员，该 4 名辐射工作人员的辐射安全与防护培训合格证书的取证情况及职业健康体检和个人剂量检测落实情况。

### 4、其他

本项目《改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》中涉及的非密封放射性物质工作场所项目及回旋加速器项目暂未建设完成，故不在本次验收范围内，本次验收仅涉及环评文件中“扩建医用射线装置使用项目（改扩建 2 台 DSA 项目）”。医院应在其非密封放射性物质工作场所项目及回旋加速器项目建设完成后，及时履行环保相关手续。

## 1.5 项目建设情况

### 1.5.1 项目基本信息

本项目基本情况见表 1-1。

表 1-1 项目基本信息

项目名称	绵阳市中心医院扩建医用射线装置使用项目竣工环境保护验收
建设单位	绵阳市中心医院

法人代表	蒋涛	项目联系人	*
		联系电话	*
通讯地址	绵阳市涪城区常家巷 12 号		
项目地点	四川省绵阳市涪城区常家巷 12 号绵阳市中心医院内		
建设性质	扩建		
环评单位	南京瑞森辐射技术有限公司		
环评报告名称	《绵阳市中心医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》		
环评审批部门	四川省生态环境厅		
批准文号	川环审批（2021）66 号	批复时间	2021 年 6 月 22 日
开工时间	2021 年 07 月	竣工时间	2021 年 08 月
调试时间	2021 年 08 月		
竣工验收单位	四川瑞迪森检测技术有限公司		
委托时间	2021 年 08 月 02 日	检测时间	2021 年 08 月 18 日 2021 年 09 月 24 日
核技术项目投资 （万元）	*	核技术项目 环 保 投 资 （万元）	*
核技术项目实际 投资（万元）	*	核技术项目 实际环保投 资（万元）	*

### 1.5.2 环评审批及实际建设情况

绵阳市中心医院本次验收项目环评审批及实际建设情况见表1-2。

表 1-2 本次验收项目环评审批及实际建设情况一览表

环评报告表名称	环评审批情况及批复时间	实际建设情况	备注
《改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》	<p>1、建设地点：绵阳市涪城区常家巷 12 号南充市中心医院绵阳市中心医院内。</p> <p>2、主要建设项目内容（摘录）：（二）DSA 介入治疗工作场所 拟在 1#DSA 机房内新增安装使用 1 台型号为飞利浦 Azurion7 M12 的 DSA，在 2#DSA 机房内安装使用 1 台由原介入科搬迁而来的型号为飞利浦 Allura Xper FD10 的 DSA，该 2 台 DSA 的最大管电压均为 125kV，最大管电流均为 1250mA，均属于 II 类射线装置，均用于开展介入治疗活动。</p> <p>3、批复时间：2021 年 6 月 22 日</p> <p>4、批准文号：川环审批〔2021〕66 号</p>	<p>1、建设地点：绵阳市涪城区常家巷 12 号绵阳市中心医院内。</p> <p>2、建设内容：医院已在 DSA3 室（1#DSA 机房）内新增安装使用 1 台型号为飞利浦 Azurion7 M12 的 DSA，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1063mA，属 II 类射线装置；在 DSA4 室（2#DSA 机房）内安装使用 1 台由原介入科搬迁而来的型号为飞利浦 Allura Xper FD10 的 DSA，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA，属 II 类射线装置，均用于开展介入治疗活动。</p>	DSA3 室内配备的 DSA 设备管电流较环评及其批复减小；DSA4 室实际设备建设技术参数与环评及其批复一致。

## 2.验收依据

### 2.1 建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度

- 1、《中华人民共和国环境保护法》，1989年12月26日实施，2014年4月24日修订，2015年1月1日起实施；
- 2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正版），2018年12月29日起施行；
- 3、《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人大常委会，2003年10月1日起施行；
- 4、《建设项目环境保护管理条例》（2017年修订版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行；
- 5、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12月1日起施行；2019年修改，国务院令709号，2019年3月2日施行；
- 6、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021年修改，生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行；
- 7、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第18号，2011年5月1日起施行；
- 8、《建设项目环境影响评价分类管理名录》，（2021版），生态环境部第16号令，自2021年1月1日起施行；
- 9、《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》，国家环境保护总局文件，环发〔2006〕145号文；
- 10、《关于发布<射线装置分类>办法的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；
- 11、《关于印发<建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)>的通知》，环办〔2013〕103号，2014年1月1日起施行；
- 12、《四川省辐射污染防治条例》，2016年修改，2016年6月1日起实施；
- 13、《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》，川环函

[2016]400号，2016年9月22日印发；

14、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4号，2017年11月22日起施行；

15、《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〕第9号，2018年5月15日印发；

16、《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令第55号，2007年11月1日起施行。

## 2.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范

- 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- 2、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
- 3、《电离辐射监测质量保证一般规定》（GB 8999-1988）；
- 4、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- 5、《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）；
- 6、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；
- 7、《医疗照射防护基本要求》（GB179-2006）；
- 8、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

## 2.3 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定

1、《改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2021年05月，详见附件2。

2、《四川省生态环境厅关于绵阳市中心医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表的批复》（川环审批〔2021〕66号，四川省生态环境厅，2021年6月22日）。详见附件3。

### 3.项目建设情况

#### 3.1 建设地点及外环境关系

项目名称：绵阳市中心医院扩建医用射线装置使用项目竣工环境保护验收。

建设地点：四川省绵阳市涪城区常家巷 12 号绵阳市中心医院内，绵阳市中心医院地理位置见图 3-1。

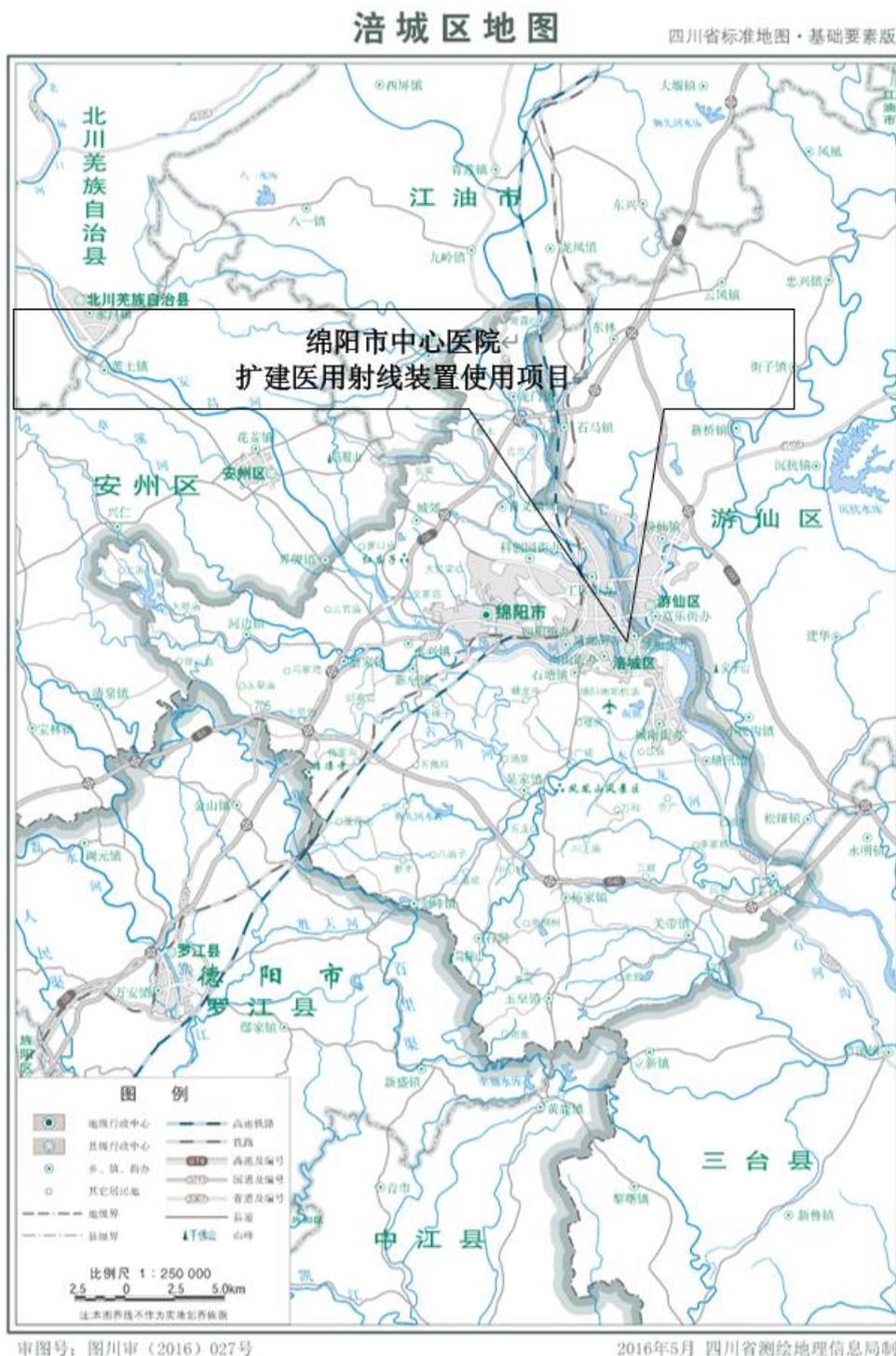


图 3-1 绵阳市中心医院地理位置示意图

### (1) 绵阳市中心医院外环境关系

绵阳市中心医院位于四川省绵阳市涪城区常家巷 12 号。医院东侧为常家巷 11 号楼、马家巷 11 号院、18 号院及 20 号院，南侧为顺成街及医院职工宿舍，西侧为卫生巷，北侧为警钟街。医院本次改扩建的 DSA 机房位于医院的第一住院大楼负一层。医院周围环境如图 3-2 所示。

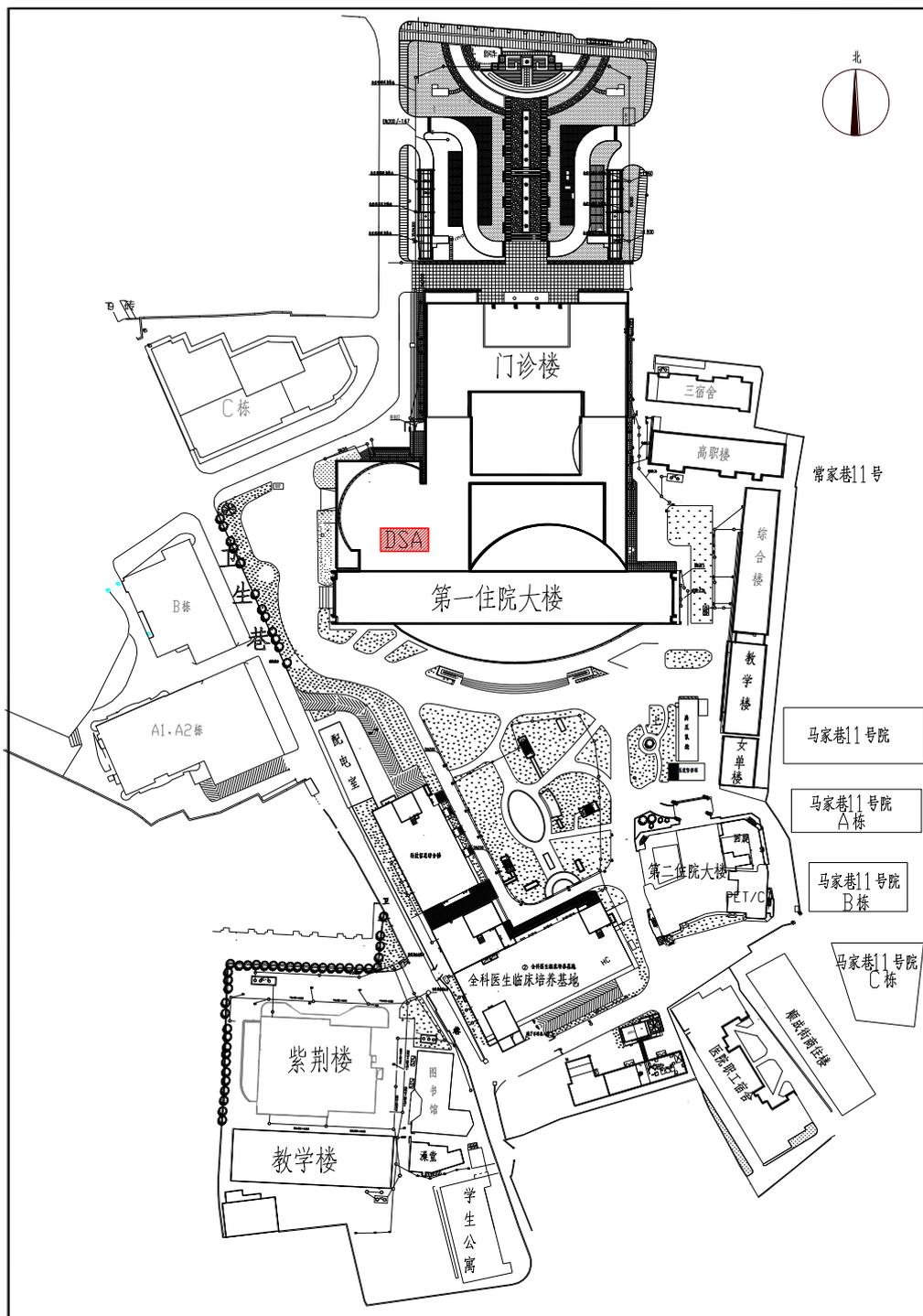


图 3-2 绵阳市中心医院周围环境示意图

## (2) DSA 机房外环境关系

医院第一住院大楼位于医院中部，其东侧为教学楼、综合楼及高职楼等，南侧为院内景观绿化，西侧为卫生巷，北侧为门诊楼。

本项目改建的 2 座 DSA 机房位于第一住院楼负一层，DSA 机房东侧为缓冲区、设备间及医废暂存间等，南侧为过道，西侧为普通药品库及电梯厅，北侧为控制室及库房，上方为诊室，下方为土层。DSA 机房平面布局如图 3-3 所示。

综上，项目建设地点与环评一致未发生变动。

### 3.2 环境保护目标

根据本项目的特点，本项目的验收范围及保护目标范围确定为各辐射工作场所实体屏蔽物边界外 50m 区域。根据本项目工作场所的平面布局和周围的外环境关系确定本项目辐射环境保护目标为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患、陪同家属等公众，与环评相较，本项目周围外环境无变化，本次验收环境保护目标与环评基本一致。本项目保护目标情况详见表 3-1。

表 3-1 本项目保护目标情况一览表

保护目标名称		主要保护目标	最近保护目标规模
介入诊断项目	辐射工作人员	北侧控制室	约 4 人
	医护人员、患者及患者家属	东侧医疗街	约 20 人
		东北侧门诊楼	约 200 人
		南侧缓冲区	约 2 人
		西侧药品库	约 10 人
		场所上方诊室及项目所在楼其他楼层	约 200 人

### 3.3 建设内容

#### 3.3.1 设备参数

绵阳市中心医院已于第一住院大楼负一层配套建设 2 间 DSA 机房（DSA3 室及 DSA4 室）及其配套用房，并配备 2 台 DSA。

DSA3 室内新增 DSA 型号为飞利浦 Azurion7 M12，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1063mA，属 II 类射线装置；DSA4 室内 DSA 由原介入科搬迁而来，型号为飞利浦 Allura Xper FD10，其最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA，属 II 类射线装置。

本次验收项目环评建设规模主要技术参数见表 3-2，本次验收项目实际建设主要技术参数见表 3-3，废弃物排放情况见表 3-4。

表 3-2 绵阳市中心医院本次验收项目环评文件及其批复主要技术参数

射线装置								
序号	名称	类别	数量	型号	技术参数	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1 台	飞利浦 Azurion7 M12	125kV/1250mA	介入诊断	1#DSA 机房	新增
2	DSA	II	1 台	飞利浦 Allura Xper FD10	125kV/1250mA	介入诊断	2#DSA 机房	搬迁

表 3-3 绵阳市中心医院本次验收项目实际主要技术参数

射线装置								
序号	名称	类别	数量	型号	技术参数	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1 台	飞利浦 Azurion7 M12	125kV/1063mA	介入诊断	DSA3 室	新增
2	DSA	II	1 台	飞利浦 Allura Xper FD10	125kV/1250mA	介入诊断	DSA4 室	搬迁

表 3-4 绵阳市中心医院本次验收项目废弃物排放情况

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	/	通过通排风装置排出室外，常温下自动分解为氧气

### 3.3.2 辐射防护屏蔽

本项目 DSA 各房间四周屏蔽主要为实心砖及硫酸钡水泥；顶棚主要为混凝土及铅板，防护门采用铅为屏蔽材料，DSA 机房和控制室之间的观察窗均采用铅玻璃为屏蔽材料。本项目 DSA 机房屏蔽防护设计及落实情况详见表 3-5。

表 3-5 本项目 DSA 机房屏蔽防护设计及落实情况

工作场所	屏蔽体	环评要求防护设计	实际落实情况	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)屏蔽要求	备注
DSA3 室	四侧墙体	370mm 厚实心砖+1cm 厚硫酸钡水泥 (约 4.9mmPb)	370mm 厚实心砖+1cm 厚硫酸钡水泥 (约 4.9mmPb)	有用线束方向铅当量不小于 2mmPb；非有用线束方向铅当量不小于 2mmPb。	满足
	楼顶	120mm 混凝土+3mm 铅板 (约 4.4mmPb)	120mm 混凝土+3mm 铅板 (约 4.4mmPb)		
	观察窗	3mm 铅当量	3mm 铅当量		
	防护门	3mm 铅当量	3mm 铅当量		
	机房面积	1#机房有效使用面积为 45.6m <sup>2</sup> ，最小单边长 6.0m；	机房有效使用面积为 42.0m <sup>2</sup> ，最小单边长 6.0m；		
DSA4 室	四侧墙体	370mm 厚实心砖+1cm 厚硫酸钡水泥 (约 4.9mmPb)	370mm 厚实心砖+1cm 厚硫酸钡水泥 (约 4.9mmPb)	有用线束方向铅当量不小于 2mmPb；非有用线束方向铅当量不小于 2mmPb。	满足
	楼顶	120mm 混凝土+3mm 铅板 (约 4.4mmPb)	120mm 混凝土+3mm 铅板 (约 4.4mmPb)		
	观察窗	3mm 铅当量	3mm 铅当量		
	防护门	3mm 铅当量	3mm 铅当量		
	机房面积	2#机房有效使用面积为 37.4m <sup>2</sup> ，最小单边长 5.2m	机房有效使用面积为 37.1m <sup>2</sup> ，最小单边长 5.2m；		

由表 3-5 可知，本项目 2 座 DSA 机房实际建设技术参数与环评及其批复一致。

### 3.4 工作原理及工艺流程

#### 3.4.1 设备组成及工作原理

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射造影剂，进行诊断和治疗。

DSA 是影像增强器技术、电视技术和计算机科学技术相结合的产物，是应用最多的数字化 X 射线透视设备。DSA 主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台和多幅照相机组成。

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。通过数字减影血管造影系统处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

#### 3.4.2 工作流程及产物环节

DSA 在进行曝光时分为检查和介入治疗两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 3-6:

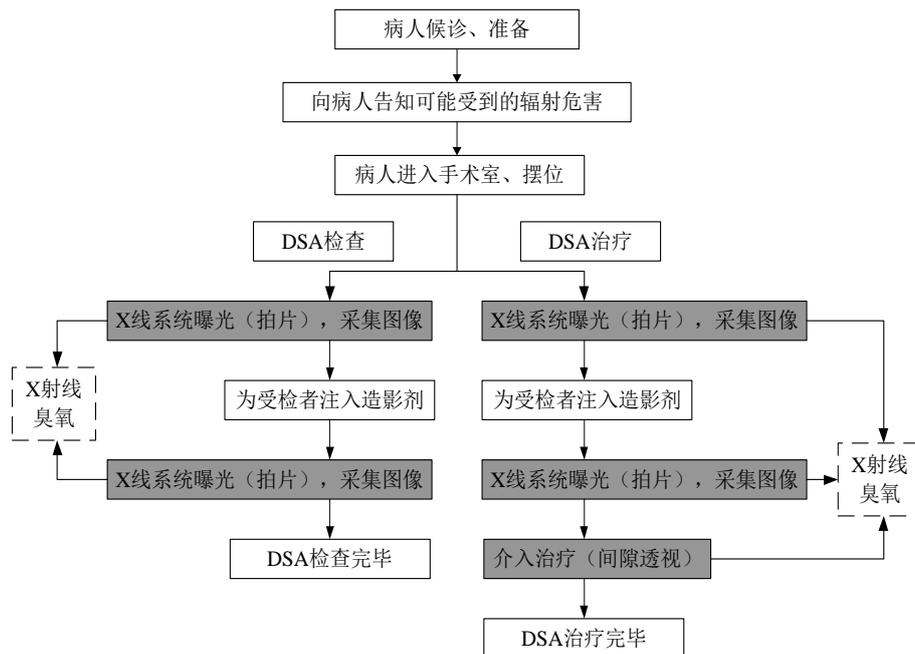


图 3-6 DSA 检查与治疗流程及产污环节示意图

### ① DSA 检查

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

### ② DSA 治疗

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一旁，距 DSA 的 X 线管 0.3~1.2m 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。DSA 机房内配备个人防护用品（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。

### 3.4.3 人流、物流路径规划

患者路径：本项目患者从医院街经南侧缓冲间进入 DSA 机房内接受治疗。

医生路径：本项目辐射工作人员从北侧现有设备科过道经更衣室分别进入 DSA 机房控制室及刷手间。介入手术医生经刷手间至 DSA 机房铅防护门进入机

房内进行床旁手术操作，放射技师在控制室内对 DSA 设备进行隔室操作。

污物路径：本项目 DSA3 室污物经南侧准备间及缓冲间进入医废暂存间内暂存；DSA4 室污物经东侧污物门进入医废暂存间内暂存。

### **3.5 项目变动情况**

#### **3.5.1 外环境关系及环境保护目标**

与环评相较，本项目周围外环境无变化，本次验收环境保护目标与环评一致。

#### **3.5.2 建设内容**

##### **1、设备参数变动情况**

本次验收 DSA3 室内配备的 DSA 设备管电流较环评及其批复减小，未发生重大变动；DSA4 室实际设备建设技术参数与环评及其批复一致。

##### **2、辐射防护屏蔽变动情况**

本项目 2 座 DSA 机房辐射防护屏蔽实际建设技术参数与环评及其批复一致。

## 4.辐射安全与防护环境保护措施

### 4.1 污染源项分析

#### 4.1.1 辐射源项分析

辐射：在 DSA 设备开机出束期间，X 射线是主要污染因子。

#### 4.1.2 非放射性污染源项分析

##### 1、废水

本项目辐射工作人员工作中会产生的少量的生活污水，均依托医院内已有环保设施进行处理。

##### 2、废气

DSA 开机运行时，产生的 X 射线与空气相互作用可产生少量的臭氧(O<sub>3</sub>)。本项目 DSA 机房内均安装有通排风装置，将室内臭氧排至室外。

##### 3、噪声

项目噪声源为 DSA 通风系统机组，该设备为低噪设备，经建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减后，噪声较小。

##### 4、固体废物

本项目 DSA 射线装置采用数字成像，不涉及废胶片产生。介入手术产生的医疗废物采用专门的收集容器暂存，由专人每天到科室收集到院内医疗废物暂存点，按照医疗废物执行转移联单制度，定期由有资质的医疗废物处置单位统一收集处置。

本项目工作人员产生的生活垃圾不属于医疗废物，集中暂存于院区内生活垃圾暂存间，由环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

### 4.2 辐射防护分区

#### 4.2.1 分区原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范和管理工作，项目应当按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。

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

潜在照射的范围。

监督区一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。

#### 4.2.2 “两区”划分

医院已将 DSA3 室及 DSA4 室内部划为控制区，将机房控制室及机房周围邻近场所划为辐射监督区。

控制区以 DSA 机房墙体为边界，控制区入口处设置符合规范的电离辐射警告标志和工作状态指示灯，防止无关人员逗留和误入。本项目 DSA 机房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》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目 2 座 DSA 机房辐射防护分区与环评一致，其辐射防护分区如图 4-1 所示。

### 4.3 辐射安全措施

#### 4.3.1 工作状态指示灯及警示标志

本项目 DSA 机房所有出入口处均粘贴有当心电离辐射警告标志，机房入口防护门上方均设置有工作状态指示灯，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规范的电离辐射警告标志的要求。电离辐射警示标志和工作状态指示灯等见图 4-3。

#### 4.3.2 人员配置

医院已根据实际工作量为 2 座 DSA 机房配备 4 名辐射工作人员，4 名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训学习，并取得辐射安全与防护培训合格证书，合格证均在有效期内（人员名单详见表 4-1）。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。

按照上述要求，医院应安排新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员报名参加“核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习及考核，考核合格后上岗。辐射安全培训合格证书到期的人员仍需通过生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”进行再学习考核。

本项目辐射工作人员均配备有个人剂量计，医院已委托四川泰安生科技咨询有限公司对辐射工作人员开展个人剂量监测，辐射工作人员均已进行个人职业健康体检，并建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案，详见附件 5 及附件 6。

### 4.3.3 监测仪器及个人防护用品

#### 1、监测仪器

根据环评及其批复要求，并结合此次验收规模，医院已为本项目 DSA 机房配备有辐射巡测仪 1 台，个人剂量报警仪 4 台。监测仪器配置情况见表 4-2。实物图见图 4-4。

表 4-2 本项目 DSA 机房配备的监测仪器清单

设备名称	设备型号	购买日期	数量	使用场所
辐射巡测仪	FD-3013H	2016 年	1	DSA3 室、DSA4 室
个人剂量报警仪	FS2011+	2021 年	4	

#### 2、个人防护用品

医院已配备有防护铅衣、铅帽、铅眼镜、铅围脖及铅屏风等防护用品，DSA 设备自带铅防护吊屏、手术床下设铅帘，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关标准要求。本项目配备的个人防护用品清单见表 4-3。实物图见图 4-5。

表 4-3 本项目配备的个人防护用品清单

防护用品	数量	防护参数	使用场所
铅衣	10	0.5mmPb	DSA3 室、 DSA4 室
铅帽	10	0.5mmPb	
铅围脖	10	0.5mmPb	
铅屏风	2	1mmPb	
防护手套	2	0.025mmPb	

#### 4.3.4 观察窗及对讲系统

为防止手术过程中的误操作、防止工作人员和公众受到意外照射，医院已在DSA机房的控制室与机房内配有对讲装置，并设置观察窗，经现场核查，对讲系统运行正常。对讲系统和观察窗见图4-6~图4-7。

#### 4.3.5 急停按钮

本项目DSA机房内诊疗床边、控制室内及控制台上均设有急停按钮；当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备，现场核实有效。各机房急停装置见图4-8~图4-9。

#### 4.3.6 通风装置

本项目 DSA 开机出束期间产生的 X 射线与空气相互作用产生少量的臭氧 ( $O_3$ )，臭氧经通排风装置抽取后排放。由于手术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，再经大气稀释自然扩散后，对周围大气环境影响轻微。本项目机房内通风装置见图 4-10 及图 4-11。

#### 4.4 辐射安全防护与环保设施及其投资落实情况

本项目辐射安全防护与环保设施及其投资落实情况见表 4-4。

表 4-4 本项目辐射安全防护与环保设施及其投资落实情况一览表

辐射安全防护设施		环保拟投资 (万元)	投资落实情况 (万元)	辐射安全防护与环保设施落实情况	
DSA 机房	实体 防护	防护墙体（含铅防护门、观察窗）	*	*	已落实机房四周墙体、屋顶及地面屏蔽防护措施
		DSA 配有铅防护吊屏、手术床下设铅帘	*	*	设备自带
	安全 装置	门灯连锁各 1 套	*	*	已在防护门上方设置工作状态指示灯，并设置门灯连锁；已在设备床旁、控制室墙面及控制台设置“紧急止动”按钮
		紧急停机开关（床旁及控制室内）设备自带	*	*	
		病员出入防护门外顶部设工作状态指示灯 1 套	*	*	
	警示 措施	在病人至 DSA 机房内防护门外、控制室至 DSA 机房防护门外及污物通道至 DSA 机房防护门外的醒目位置设置“当心电离辐射警告”标志若干	*	*	已在病人至 DSA 机房内防护门外、控制室至 DSA 机房防护门外及污物通道至 DSA 机房防护门外的醒目位置设置“当心电离辐射警告”标志
	监测	便携式 X-γ 剂量监测仪 1 台	*	*	已配备便携式 X-γ 剂量监测仪 1 台、个人剂量报警仪 4 台
		个人剂量报警仪 4 台	*	*	
	个人 防护 用品	介入手术医生和护士配铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等个人防护用品共 6 套	*	*	已为辐射工作人员配备铅衣、铅围脖、铅帽等 10 套，铅防护手套 2 副，铅屏风 2 套；已为患者配备个人防护用品 1 套；已配备个人剂量计 8 套（每人 2 套）
		患者配备铅三角巾等个人防护用品至少 1 套			
		个人剂量计每人 1 套，介入手术医生和护士每人 2 套			
	通风 系统	通排风系统 2 套	*	*	已配备通排风系统 2 套
合计		*	*	/	

本次验收实际环保投资\*万元，与实际投资金额相符。医院已预留其他环保投资，其中包括辐射工作人员培训、个人剂量监测及

职业健康体检费用等，满足相关辐射防护安全要求。由表 4-4 内容可知，本项目辐射安全与防护措施落实情况均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关要求。

#### 4.5 辐射安全防护与环保设施落实情况

本项目辐射安全防护与环保设施及其投资落实情况见表 4-5。

表 4-5 本项目辐射安全与防护措施落实情况一览表

检查项目	环评“三同时”措施		执行情况	备注
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。		已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求
DSA 机房	辐射屏蔽措施	DSA 屏蔽机房 2 座	已落实 2 座 DSA 机房四周墙体、屋顶屏蔽防护措施，其实际建设内容满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)要求。经检测，DSA 设备正常运行时，2 座 DSA 机房周围 X- $\gamma$ 辐射剂量率满足 GBZ130-2020 等相关标准要求。	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)等相关标准要求
	安全装置	工作状态指示灯	每间机房已设置工作状态指示灯 1 套	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)等相关标准要求
		床下铅帘、悬吊铅帘	每台 DSA 设备自带床下铅帘 1 副、悬吊铅帘 1 副	
		门灯连锁装置	已设置门灯连锁装置	
		室内安装紧急制动装置	每间机房已安装紧急制动装置	
		对讲装置	每间机房已设置对讲装置各 1 套	
		个人剂量计	医院已为本项目配备 4 名辐射工作人员，辐射工作人员均已配备个人剂量计，每人 2 个，共计 8 个	
电离辐射警告标志	本项目 DSA 机房入口防护门外、污物间防护门内外等均粘贴有当心电离辐射警告标志	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-		

检查项目	环评“三同时”措施		执行情况	备注
			2座 DSA 机房均已设置通排风系统	2002) 规范的电离辐射警告标志的要求 满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
	通排风系统	通排风系统		
	个人防护用品	配备相应的铅围裙、铅围脖、铅眼镜、铅帽等个人用品；患者应配备至少 1 套铅三角巾。		
监测仪器	X-γ 便携式辐射监测仪 1 台，个人剂量报警仪 4 台		已配备个人剂量报警仪 4 台，辐射巡测仪 1 台	满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 等相关标准要求
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	医院已为本项目配备 4 名辐射工作人员。4 名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训，并取得辐射安全与防护培训证书。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
	个人剂量监测	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		
	人员职业健康监护	辐射工作人员定期进行职业健康体检，并建立放射工作人员职业健康档案。		
规章制度	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、辐射事故应急措施等制度		已制定《辐射安全管理规定》、《设备操作规程》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪器使用与校验管理制度》、辐射工作人员培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作场所安全管理要求》及《辐射事故应急预案》等相关规章制度。详见附件 7。	满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定要求

#### 4.6 辐射安全管理制度

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，针对所开展的放射性诊疗活动制定了相应的辐射安全与防护管理制度，清单如下：

- (1) 《辐射安全管理规定》
- (2) 《设备操作规程》
- (3) 《辐射安全和防护设施维护维修制度》
- (4) 《辐射工作人员岗位职责》
- (5) 《射线装置台账管理制度》
- (6) 《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》
- (7) 《监测仪器使用与校验管理制度》
- (8) 《辐射工作人员培训制度》
- (9) 《辐射工作人员个人剂量管理制度》
- (10) 《辐射工作场所安全管理要求》
- (11) 《辐射事故应急预案》

以上辐射安全与防护管理制度能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。辐射安全规章管理机构及制度详见附件 7。

医院已将《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》悬挂于 DSA 机房控制室内，如图 4-12 所示。

#### 4.7 辐射安全应急措施

绵阳市中心医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的相关规定，已建立相应的放射安全事故应急预案，对医院辐射事故应急处理小组的职责、事故应急处理方案、事故调查以及应急保障等方面进行了规定，满足放射安全事故应急要求。

## 5.环境影响报告书（表）主要结论与建议及其审批部门审批决定

### 5.1 环境影响报告书（表）主要结论与建议（摘录）

#### 一、项目概况

项目名称：绵阳市中心医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目

设计单位：核工业西南勘查设计研究院有限公司

建设单位：绵阳市中心医院

建设地点：四川省绵阳市涪城区常家巷 12 号（第一住院大楼及第二住院大楼）

建设内容与规模：

#### 1、分子影像中心项目

绵阳市中心医院拟在绵阳市涪城区常家巷 12 号医院第二住院大楼（已建、地下 2 层、地上 12 层）一层东侧将健康管理中心等区域改建为分子影像中心，主要包括放射性药物生产制备工作场所和核素诊断工作场所，总占地面积约 450m<sup>2</sup>。

放射性药物生产制备工作场所内的回旋加速器机房内拟新增使用 1 台 11MeV 回旋加速器生产正电子药物，属于 II 类射线装置；PET/CT 机房内拟新增使用 1 台 PET/CT（最大管电压 140kV、最大管电流 800mA）用于核素诊断，属于 III 类射线装置；PET/CT 拟使用 3 枚 <sup>68</sup>Ge 放射源（活度为 9.25×10<sup>7</sup>Bq×1 枚、4.62×10<sup>7</sup>Bq×2 枚）用于校准，均属于 V 类放射源。

分子影像中心拟生产使用放射性核素 <sup>18</sup>F（年最大生产使用量 1.39×10<sup>12</sup>Bq、日最大生产使用量 5.55×10<sup>9</sup>Bq、日等效最大操作量 5.55×10<sup>7</sup>Bq）、<sup>11</sup>C、<sup>15</sup>O、<sup>13</sup>N、<sup>64</sup>Cu（年最大生产使用量均为 1.85×10<sup>11</sup>Bq、日最大生产使用量均为 7.4×10<sup>8</sup>Bq、日等效最大操作量均为 7.4×10<sup>6</sup>Bq）、<sup>89</sup>Zr（年最大生产使用量为 1.85×10<sup>11</sup>Bq、日最大生产使用量为 7.4×10<sup>8</sup>Bq、日等效最大操作量为 7.4×10<sup>7</sup>Bq）用于显像诊断，使用 <sup>68</sup>Ge（年最大使用量 1.85×10<sup>9</sup>Bq、日最大使用量 1.85×10<sup>9</sup>Bq、日等效最大操作量 1.85×10<sup>6</sup>Bq）制备 <sup>68</sup>Ga（年最大使用量 9.25×10<sup>10</sup>Bq、日最大使用量 3.70×10<sup>8</sup>Bq、日等效最大操作量 3.70×10<sup>5</sup>Bq）用于显像诊断。分子影像中心非

密封放射性物质工作场所总日等效最大操作量为  $1.61 \times 10^8 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

本次分子影像中心将配套建设 1 套衰变池系统，不与医院原有衰变池共用，该衰变池拟建于第二住院大楼负一层，拟设计 3 个并联小池，每个小池为  $13\text{m}^3$ ，总容积为  $39\text{m}^3$ 。

## 2、介入诊断项目

医院拟在第一住院大楼负一层常温库改建 2 座 DSA 机房，并在机房内新增使用 2 台 DSA（1#机房内的 DSA 型号为飞利浦 Azurion7 M12，最大管电压为 150kV，最大管电流为 1250mA，2#机房内的 DSA 由原介入科搬迁而来，型号为飞利浦 Allura Xper FD10，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA，2 台 DSA 均属 II 类射线装置），年出束时间均约为 125h，其常用主射方向向上，用于介入诊断治疗。

## 二、项目产业政策符合性

本项目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 2019 年第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，属于鼓励类中第三十七项“卫生健康”的第 5 条“医疗卫生服务设施建设”，是目前国家鼓励发展的新技术应用项目。本项目的运营可为绵阳市及周边病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全市医疗卫生水平和建设小康设备的重要内容，本项目具有放射实践的正当性，符合现行的国家产业政策。

## 三、实践正当性

绵阳市中心医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目的目的是为了对病人进行医学诊断。在采取了相应的辐射防护措施后，项目所致的辐射危害可得到有效控制，项目实施的利益大于代价，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的辐射防护“实践的正当性”原则。

## 四、项目选址及平面布局合理性

本项目选址于绵阳市中心医院第一住院负一层及第二住院大楼一层，绵阳市中心医院位于四川省绵阳市涪城区常家巷 12 号（项目地理位置见附图 1）。

绵阳市中心医院用地属于医疗卫生用地，从周边外环境关系可知，医院周边规划为居民住宅和市政道路，周边无自然保护区等生态环境保护目标，无大的环境制约因素。

绵阳市中心医院于 2007 年完成了改扩建及市急救中心建设项目的环评并取得四川省生态环境厅（原四川省环境保护局）的批复，批复文号为：川环建函（2007）187 号，医院选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目仅为医院内部重新装修改建，不新增用地，且拟建的辐射工作场所有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射通过采取相应的治理措施后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

### 五、区域环境质量现状

根据监测结果，本项目分子影像中心拟建位置周围环境辐射剂量当量率监测值在（92~108）nSv/h 之间，DSA 拟建址及周围辐射剂量当量率监测值在（87~109）nSv/h 之间，周围  $\gamma$  辐射剂量当量率与空气吸收剂量率数值基本相当，转换因子取 1，则分子影像中心拟建址现场及周边环境的空气吸收剂量率为（92~108）nGy/h，DSA 拟建址现场及周边环境的空气吸收剂量率为（87~109）nGy/h。根据《2019 年四川省生态环境状况公报》中数据显示，全省  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率（含宇宙射线贡献值）为（76.8~163）nGy/h，由此可知，本项目拟建址区域周围辐射环境监测值与四川省天然贯穿辐射水平相当，属于正常本底范围。

### 六、代价利益分析

绵阳市中心医院改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目符合区域医疗服务需要，能有效提高区域医疗服务水平，核技术在医学上的应用有利于提高疾病的诊断正确率和治疗效果，能有效减少患者疼痛和对患者损伤，总体上大大节省了医疗费用，争取了宝贵的治疗时间，该项目在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

为保护该项目周边其他科室工作人员和公众，对改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目加强了防护，从剂量预测结果可知，项目致工作人员所受附加剂量小于 5mSv、公众年所受附加剂量小于 0.1mSv，符合

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”及本项目管理约束值的要求。因此,从代价利益分析看,该项目是正当可行的。

## 七、环境影响分析结论

### 1、施工期环境影响分析

本项目施工工程量比较小,施工时间较短,故施工期的环境影响是短暂的,施工结束后影响即可消除,对周围环境影响较小。

### 2、营运期正常工况下辐射环境影响

#### (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符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的辐射剂量限值要求,同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求(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) 水环境影响分析

本项目分子影像中心工作人员操作过程手部受到微量污染或清扫工作台面、地坪的清洁工具清洗时可能会有带有微量放射性的废水以及患者冲洗排便用水。通过独立的废水管道收集来自分子影像中心(非密封放射性物质工作场所)的放射性废水,进入医院新建的废水衰变池,3个并联衰变池(每个小池为 13m<sup>3</sup>,总容积为 39m<sup>3</sup>)进行衰变处理,衰变后的废水经监测合格后排入医院废水处理站进一步处理后纳入市政污水管网。

本项目介入工作人员工作时仅产生少量的生活废水,经医院污水处理站处理后纳入市政污水管网

#### (3) 固体废物影响分析

本项目产生的放射性废物主要为:工作人员操作过程产生的注射器、棉棒、一次性卫生用品、垫料和更换下的废活性炭。医院拟将上述放射性固体废物采用专用塑料包装袋专门分类收集,按序封闭暂存于注射室内的放射性废物暂存间内的放射性衰变桶内(每袋废物表面剂量率不超过 0.1mSv/h,重量不超过 20kg),让放射性物质自行衰变,经检测符合排放标准后作为普通医疗废物处理。在整个收集、储存、处理过程中,做好台账记录,台账内容应包括:标明收贮

时间、种类及数量、储存时间（不少于1天）、废物最终处置去向等。

#### （4）噪声

运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，工作场所使用的通排风系统为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机，其噪声值低于60dB(A)，通风机组通过橡胶垫进行减震降噪，可降噪约10~15 dB(A)，再加上医院场址内的距离衰减，噪声对周围环境影响较小。

#### （5）大气环境影响分析

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<sub>3</sub>)。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，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

经分析，本项目可能发生的辐射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，绵阳市中心医院按相关规定和本环评要求对已制定的《放射事件应急预案》进行补充完善后，能够有效控制并消除事故影响。

## 八、非密封放射性物质工作场所及射线装置使用与安全管理的能力

绵阳市中心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》等相关管理制度并及时更新，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对医用辐射设施的使用和安全管理能力。

## 九、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所受照射剂量可满足《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。放射性“三废”及非辐射环境影响均可满足国家标准的要求。评价认为，从辐射安全与防护以及环境影响角度分析，本项目建设是可行的。

## 5.2 审批部门审批决定（摘录）

你单位《改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》（以下简称报告表）收悉。根据国家相关法律法规和四川省辐射环境管理监测中心站技术评估意见（川辐评〔2021〕45号），经研究，批复如下：

### 一、项目建设内容和总体要求

项目拟在绵阳市涪城区常家巷12号南充市中心医院绵阳市中心医院内实施，主要建设内容为：拟将医院第二住院大楼一层东侧的健康管理中心等区域改建为分子影像中心，将第一住院大楼负一层的常温库改建为2个DSA介入治疗工作场所。

#### （一）分子影像中心

分子影像中心主要包括放射性药物生产制备工作场所和使用核素诊断工作场所，总占地面积约450m<sup>2</sup>。放射性药物生产制备工作场所由回旋加速器机房（含控制室）、药物合成热室、质控间等构成，其中拟在回旋加速器机房内安装使用1台11MeV回旋加速器，属于II类射线装置，用于生产（自用）制备核素<sup>18</sup>F、<sup>11</sup>C、<sup>15</sup>O、<sup>13</sup>N、<sup>64</sup>Cu、<sup>89</sup>Zr等正电子药物；使用核素诊断工作场所由注射室、注射后候诊室1和2、PET/CT机房、留观室等构成，其中拟在PET/CT机房内安装使用1台PET/CT，属于III类射线装置，用于核素诊断；拟使用3枚<sup>68</sup>Ge放射源，1枚活度为9.25×10<sup>7</sup>Bq、2枚活度为4.62×10<sup>7</sup>Bq，均属于V类放射源，均用于PET/CT校准。

分子影像中心内拟生产使用放射性核素<sup>18</sup>F（年最大生产使用量1.39×10<sup>12</sup>Bq、日最大生产使用量5.55×10<sup>9</sup>Bq、日等效最大操作量5.55×10<sup>7</sup>Bq）、<sup>11</sup>C、<sup>15</sup>O、<sup>13</sup>N、<sup>64</sup>Cu（年最大生产使用量均为1.85×10<sup>11</sup>Bq、日最大生产使用量均为7.4×10<sup>8</sup>Bq、日等效最大操作量均为7.4×10<sup>6</sup>Bq）、<sup>89</sup>Zr（年最大生产使用量为1.85×10<sup>11</sup>Bq、日最大生产使用量为7.4×10<sup>8</sup>Bq、日等效最大操作量为7.4×

$10^7\text{Bq}$ ), 均用于显像诊断。同时使用核素  $^{68}\text{Ge}$  (年最大使用量  $1.85 \times 10^9\text{Bq}$ 、日最大使用量  $1.85 \times 10^9\text{Bq}$ 、日等效最大操作量  $1.85 \times 10^6\text{Bq}$ ) 制备核素  $^{68}\text{Ga}$  (年最大使用量  $9.25 \times 10^{10}\text{Bq}$ 、日最大使用量  $3.70 \times 10^8\text{Bq}$ 、日等效最大操作量  $3.70 \times 10^5\text{Bq}$ ), 用于显像诊断。该分子影像中心总日等效最大操作量为  $1.61 \times 10^8\text{Bq}$ , 属于乙级非密封放射性物质工作场所。

## (二) DSA 介入治疗工作场所

拟在 1#DSA 机房内新增安装使用 1 台型号为飞利浦 Azurion7 M12 的 DSA, 在 2#DSA 机房内安装使用 1 台由原介入科搬迁而来的型号为飞利浦 Allura Xper FD10 的 DSA, 该 2 台 DSA 的最大管电压均为 125kV, 最大管电流均为 1250mA, 均属于 II 类射线装置, 均用于开展介入治疗活动。

本项目总投资 3500 万元, 其中环保投资 800 万元。

你单位已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》(川环辐证[00309]), 许可种类和范围为使用 V 类放射源, 使用 II、III 类射线装置, 使用非密封放射性物质, 乙级非密封放射性物质工作场所。本次项目环评属于新增使用 V 类放射源, 使用 II 类、III 类射线装置, 生产(自用)、使用非密封放射性物质, 乙级非密封放射性物质工作场所为重新申领辐射安全许可证开展的环境影响评价。该项目系核技术在医疗领域内的具体应用, 属《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中的鼓励类, 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, 使用放射性同位素和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。

### 二、项目建设中应重点做好以下工作

(一) 严格按照报告表中的内容、地点进行建设, 未经批准, 不得擅自更改项目建设内容及规模。该项目若存在建设内容、地点、产污情况与报告表不符, 必须立即向生态环境主管部门报告。

(二) 项目建设过程中, 必须认真落实报告表中提出的各项辐射环境安全防

护及污染防治措施和要求，落实环保措施及投资，确保环保设施与主体工程同步建设，各辐射工作场所射线屏蔽能力满足防护要求，各项辐射防护与安全措施满足相关规定。

(三) 落实项目施工期各项环境保护措施，做好放射源和射线装置在安装调试阶段的辐射安全与防护。严格按国家关于有效控制城市扬尘污染的要求，控制和减小施工扬尘污染；合理安排施工时间、控制施工噪声，确保噪声不扰民；施工弃渣及时清运到指定场地堆存，严禁随意倾倒。

(四) 应完善单位核与辐射安全管理各项规章制度，制订有针对性和可操作性的辐射事故应急预案，将新增项目内容纳入本单位辐射环境安全管理中，及时更新放射性同位素和射线装置台帐等各项档案资料。

(五) 应配备相应的辐射监测设备和辐射防护用品，并制定辐射工作场所的辐射环境监测计划。

(六) 新增辐射从业人员应当按照有关要求，登录国家核技术利用辐射安全与防护培训平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>)，参加并通过辐射安全与防护考核。

### 三、申请许可证工作

项目辐射工作场所及相应的辐射安全与防护设施(设备)建成且满足辐射安全许可证申报条件后，你单位应在项目正式投入运行前向我厅重新申请领取《辐射安全许可证》。办理前还应登陆全国核技术利用辐射安全申报系统 (<http://rr.mee.gov.cn>) 提交相关资料。

### 四、项目竣工环境保护验收工作

项目建设必须依法严格执行环境保护“三同时”制度。项目竣工后，应严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》开展竣工环境保护验收，并向我厅报送相关信息。

### 五、项目运行中应重点做好以下工作

(一) 项目运行必须严格按照国家和省有关标准和规定实施。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。

(二) 加强各辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护，定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施，确保实时有效、污染物稳定达标排放，

防止运行故障发生。

(三) 严格按照报告表要求, 对各辐射工作场所实行合理的分区管理, 杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。加强放射源和放射性药品的实体保卫工作, 落实专人负责, 对放射源和放射性药品使用和贮存场所应采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施, 不得将放射源和放射性药品与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放。

(四) 放射性同位素的购买应严格按照国家相关规定办理审批备案手续。

(五) 严格按照报告表要求, 落实废气治理措施, 加强含放射性废水的收集和管理, 规范放射性固体废物的暂存, 确保各项废物达标排放和安全处置, 并做好相关记录。

(六) 按照制定的辐射环境监测计划, 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年度监测, 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。

(七) 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  $1.25\text{mSv/季}$  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 ( $>5\text{mSv/年}$ ) 应当立即组织调查并采取措  
施, 有关情况及时报告我厅。

(八) 应按有关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 日前经由“全国核技术利用辐射安全申报系统”上报我厅。

(九) 做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作, 确保信息准确完整。

(十) 你单位不再使用放射源时, 应当依法进行收贮; 不再使用有关非密封放射性物质工作场所时, 应当依法实施退役; 对射线装置实施报废处置时, 应当将其拆解和去功能化。

我厅委托绵阳市生态环境局、绵阳市涪城生态环境局开展该项目的“三同时”监督检查和日常环境保护监督检查工作。你单位应在收到本批复后 7 个工作日内, 将批准后的报告表送绵阳市生态环境局、绵阳市涪城生态环境局备

案，并按规定接受各级生态环境主管部门的监督检查。

另外，你单位必须依法完备项目建设其他行政许可相关手续。

## 5.3 批复落实情况

本项目批复落实情况见表 5-1。

表 5-1 本项目批复落实情况一览表

项目建设中应重点做好以下工作	严格按照报告表中的内容、地点进行建设，未经批准，不得擅自更改项目建设内容及规模。该项目若存在建设内容、地点、产污情况与报告表不符，必须立即向生态环境主管部门报告。	已按照报告表中的内容、地点进行建设 DSA 项目。
	项目建设过程中，必须认真落实报告表中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，落实环保措施及投资，确保环保设施与主体工程同步建设，各辐射工作场所射线屏蔽能力满足防护要求，各项辐射防护与安全措施满足相关规定。	已落实介入诊断项目各项辐射环境安全防护及污染防治措施。已落实介入诊断项目环保措施及投资，DSA 机房墙体、门窗和屋顶屏蔽能力满足防护要求，各项辐射防护与安全措施满足相关规定。详见表 4-4~表 4-5 内容。
	落实项目施工期各项环境保护措施，做好放射源和射线装置在安装调试阶段的辐射安全与防护。严格按国家关于有效控制城市扬尘污染的要求，控制和减小施工扬尘污染；合理安排施工时间、控制施工噪声，确保噪声不扰民；施工弃渣及时清运到指定场地堆存，严禁随意倾倒。	已落实介入诊断项目施工期各项环境保护措施。DSA 安装调试均由设备厂家专业人员进行，在调试过程中各屏蔽体屏蔽到位，各个机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，设备安装调试期内未发生辐射事故。已落实介入诊断项目各项辐射环境安全防护及污染防治措施，施工期未发生环境扰民事件。
	应完善单位核与辐射安全管理各项规章制度，制订有针对性和可操作性的辐射事故应急预案，将新增项目内容纳入本单位辐射环境安全管理中，及时更新放射性同位素和射线装置台帐等各项档案资料。	医院已完善核与辐射安全管理制度，已明确管理组织机构和责任人，已制订有针对性和可操作性的辐射事故应急预案。
	应配备相应的辐射监测设备和辐射防护用品，并制定辐射工作场所的辐射环境监测计划。	已为 DSA 机房配备 1 台辐射巡测仪，4 台个人剂量报警仪；并已制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》。
	新增辐射从业人员应当按照有关要求，登录国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（ <a href="http://fushe.mee.gov.cn">http://fushe.mee.gov.cn</a> ），参加并通过辐射安全与防护考核。	4 名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训学习，并取得辐射安全与防护培训证书，均持证上岗。
项目竣工环境保护验收工作	项目建设必须依法严格执行环境保护“三同时”制度。项目竣工后，应严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》开展竣工环境保护验收，并向我厅报送相关信息。	医院严格执行“三同时”制度，并已委托四川瑞迪森检测技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作。
项目运行中应重点	项目运行必须严格按照国家和省有关标准和规定实施。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。	医院已制定《辐射工作人员个人剂量管理制度》，明确规定辐射工作人员所受照射的剂量不应超过规定的限值。

做好以下工作	加强各辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护，定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施，确保实时有效、污染物稳定达标排放，防止运行故障发生。	医院已制定《辐射防护和安全保卫制度》等相关制度，并严格依照有关规定加强对辐射工作场所的管理。
	严格按照报告表要求，对各辐射工作场所实行合理的分区管理，杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。加强放射源和放射性药品的实体保卫工作，落实专人负责，对放射源和放射性药品使用和贮存场所应采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，不得将放射源和放射性药品与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放。	医院已制定《辐射安全管理规定》及《辐射工作场所安全管理要求》等相关制度，并严格依照有关规定加强对辐射工作场所的管理。已严格按照要求划定控制区和监督区，并有明显标识。本次验收不涉及放射源和放射性药品。
	放射性同位素的购买应严格按照国家相关规定办理审批备案手续。	本次验收不涉及放射性同位素。
	严格按照报告表要求，落实废气治理措施，加强含放射性废水的收集和管理，规范放射性固体废物的暂存，确保各项废物达标排放和安全处置，并做好相关记录。	本次验收不涉及放射性同位素。
	按照制定的辐射环境监测计划，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年度监测，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。	医院已制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》并定期开展自我监测；每年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。
	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措施，有关情况及时报告我厅。	医院已委托有资质单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。已制定《辐射工作人员个人剂量管理制度》，并对相关要求进行了明确规定。
	应按有关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 日前经由“全国核技术利用辐射安全申报系统”上报我厅。	医院应按要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，于次年 1 月 31 日前上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”，并上报四川省生态环境厅和成都市生态环境局。
	做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息准确完整。	医院已安排专人负责管理“全国核技术利用辐射安全申报系统”
你单位不再使用放射源时，应当依法进行收贮；不再使用有关非密封放射性物质工作场所时，应当依法实施退役；对射线装置实施报废处置时，应当将其拆解和去功能化。	医院对射线装置实施报废处置时，应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化。	

本次验收仅涉及《改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》中介入诊断项目的建设内容，不涉及环评文件中非密封放射性物质工作场所项目及回旋加速器项目的验收，医院应按照环评及其批复要求建设非密封放射性物质工作场所项目及回旋加速器项目，并在其建设完成后，履行环保相关手续。

## 6. 验收执行标准

### 6.1 人员年受照剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的规定,本项目辐射工作人员及公众的年剂量限值见表 6-1。所列剂量限值适用于实践(如本项目)所引起的照射,而不适用于对病患者的医疗照射和无任何主要责任方负责的天然辐射源的照射。

表 6-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类别	要求
职业照射剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制,使之不超过下述限值: ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv; ②任何一年中的有效剂量, 50mSv; ③眼晶体的年当量剂量, 150mSv; ④四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。
公众照射剂量限值	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: ①年有效剂量, 1mSv; ②特殊情况下,如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv,则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv; ③眼晶体的年当量剂量, 15mSv; ④皮肤的年当量剂量, 50mSv。

### 6.2 人员年受照剂量管理目标值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)“剂量约束值通常在公众照射剂量值 10%~30%(即 0.1mSv/a~0.3mSv/a)的范围之内”的规定,遵循辐射防护最优化原则,制定的本项目剂量管理目标见表 6-2。

表 6-2 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值

项目名称	适用范围	管理目标值
扩建医用射线装置使用项目	职业照射有效剂量	5mSv/a
	公众有效剂量	0.1mSv/a

### 6.3 辐射管理分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的要求,应把辐射工作场所分为控制区和监督区,以便于辐射防护管理和职业照射控制。

#### 1) 控制区

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区,以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散,并预防潜在照射或限

值潜在照射的范围。

## 2) 监督区

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，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。

## 6.4 工作场所放射防护安全要求

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求，本项目 DSA 机房应满足下述要求。

引自“第 6 款 X 射线设备机房防护设施的技术要求”，如下：

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2 的规定。

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

机房类型	机房内最小有效使用面积, m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度, m
单管头 X 射线机（含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

## 6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4~表 C.7。

表 3 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	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

## 6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5  $\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5  $\mu\text{Sv/h}$ ；

## 6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

表 4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	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	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—
注：“—”表示不要求。				

## 6.5 安全管理及环评要求

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环评报告、环评批复中的相关要求。

## 7.验收监测

### 7.1 监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的要求进行监测。

### 7.2 监测因子

本项目 DSA 在开机出束状态下产生 X 射线，主要辐射污染途径为外照射。设备未开机状态不产生 X 射线。DSA 在开机出束期间，产生的 X 射线与空气相互作用产生少量的臭氧(O<sub>3</sub>)。本项目噪声源为 DSA 通排风机组运行噪声。本项目环境污染因子与环评一致。

本项目 DSA 设备运行过程中产生的污染物主要为 X 射线、臭氧及噪声。臭氧经通排风系统抽取后排放至室外，由于每次曝光时间短，产生的臭氧量较少，且臭氧在常温下自动分解为氧气，再经大气稀释自然扩散后，对周围大气环境影响轻微。本项目噪声源为 DSA 通排风机组运行噪声，该机组采用低噪设备，经建筑物墙体隔声及医院场址内的距离衰减后，噪声较小。

因此根据项目污染源特征，本次竣工验收监测因子为 X- $\gamma$  辐射剂量率。

### 7.3 监测工况

2021年08月18日及2021年09月24日，四川瑞迪森检测技术有限公司对绵阳市中心医院扩建医用射线装置使用项目的2台DSA进行验收监测，根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》及医院常用工况，本项目选取验收工况如下：

表 7-1 绵阳市中心医院扩建医用射线装置使用项目验收工况

DSA 型号	技术参数	工作模式	验收监测工况	使用场所
Azurion7 M12	125kV/1063mA	拍片	94kV/757mA	DSA3 室
		常用透视 工况	70kV/10mA	
Allura Xper FD10	125kV/1250mA	拍片	94kV/757mA	DSA4 室
		常用透视 工况	70kV/10mA	

### 7.4 监测内容

对扩建医用射线装置使用项目工作场所周围环境布设监测点，特别关注控制区、

监督区边界、防护门及屏蔽体外 30cm 处，监测 DSA 运行状态、非运行状态下的 X- $\gamma$  辐射剂量率，每个点位监测 5 个数据。

## 8.质量保证和质量控制

### 8.1 本次验收监测质量保证和质量控制

#### 8.1.1 监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（172312050082），见附件 11。

#### 8.1.2 检测方法及监测仪器

本次监测使用仪器符合四川瑞迪森检测技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

检测方法及评价依据见表 8-1，监测仪器见表 8-2。

表 8-1 监测项目、分析及来源

监测项目	检测方法	评价依据
X-γ 辐射剂量率	1.《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 2.《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 3.《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020） 4.《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）	1.《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020） 2.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002） 3.《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）

表 8-2 检测使用仪器

仪器名称/型号	仪器编号	能量响应	测量范围	仪器检定有效期
辐射检测仪 AT1123	SCRDS-035	15keV~10MeV	50nSv/h~10Sv/h	2021.7.28~2022.7.27

#### 8.1.3 质量保证措施

人员培训：监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度：监测仪器定期经计量部门检定，监测期间在有效期内。

自检：每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

监测记录：现场监测过程，专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

数据处理与复核：监测报告实行三级审核制度，经校对审核，最后由授权签字人审定签发。

## 9.验收监测结果

### 9.1 辐射防护监测结果

本次验收监测结果详见附件 9。

#### 9.1.1 DSA3 室辐射防护监测结果

本项目 DSA3 室周围 X- $\gamma$  辐射剂量率检测结果见表 9-1，监测点位见图 9-1。本项目 DSA3 室内 DSA 透视防护区剂量水平检测结果见表 9-2，监测点位见图 9-2。

表 9-1 DSA3 室周围 X- $\gamma$  辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ )	设备状态
1	操作位	0.11	关机
2	操作位	0.12	开机
3	观察窗外 30cm 处	0.14	开机
4	观察窗外 30cm 处	0.14	开机
5	北门外 30cm 处左	0.13	开机
6	北门外 30cm 处中	0.13	开机
7	北门外 30cm 处右	0.14	开机
8	北墙外 30cm 处	0.15	开机
9	东门外 30cm 处左	0.15	开机
10	东门外 30cm 处中	0.12	开机
11	东门外 30cm 处右	0.15	开机
12	东门外 30cm 处左	0.15	开机
13	东门外 30cm 处中	0.13	开机
14	东门外 30cm 处右	0.13	开机
15	东墙外 30cm 处	0.14	开机
16	南墙外 30cm 处	0.13	开机
17	南墙外 30cm 处	0.15	开机
18	西墙外 30cm 处	0.16	开机
19	西墙外 30cm 处	0.15	开机
20	楼上距地面 1m 处	0.18	开机

测点编号	检测点位描述	测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ )	设备状态
21	楼上距地面 1m 处	0.14	开机
1	操作位	0.11	关机

注：1.测量结果未扣除本底值；  
2.检测点位见图 9-1；  
3.机房下方为土层，人员不可达。

### 结论：

本次检测，当此台 DSA（型号：Azurion 7 M12）正常工作（检测工况：94kV/757mA）时，机房周围的 X- $\gamma$  辐射剂量当量率为（0.12~0.18） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）标准的要求。DSA 设备的透视防护区测试平面上空气比释动能为（26~229） $\mu\text{Sv/h}$ 。

### 9.1.2 DSA4 室辐射防护监测结果

本项目 DSA4 室周围 X- $\gamma$  辐射剂量率检测结果见表 9-3，监测点位见图 9-3。本项目 DSA4 室内 DSA 透视防护区剂量水平检测结果见表 9-4，监测点位见图 9-4。

表 9-3 DSA4 室周围 X- $\gamma$  辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ )	设备状态
1	操作位	0.11	关机
2	操作位	0.12	开机
3	观察窗外表面 30cm 处（左缝）	0.13	开机
4	观察窗外表面 30cm 处（中缝）	0.14	开机
5	观察窗外表面 30cm 处（右缝）	0.13	开机
6	控制室门外 30cm 处（左缝）	0.13	开机
7	控制室门外 30cm 处（中缝）	0.14	开机
8	控制室门外 30cm 处（右缝）	0.15	开机
9	防护门 1 外 30cm 处（左缝）	0.15	开机
10	防护门 1 外 30cm 处（中缝）	0.13	开机
11	防护门 1 外 30cm 处（右缝）	0.15	开机
12	防护门 1 外 30cm 处（下缝）	0.16	开机

测点编号	检测点位描述	测量结果( $\mu\text{Sv/h}$ )	设备状态
13	防护门 2 外 30cm 处 (左缝)	0.13	开机
14	防护门 2 外 30cm 处 (中缝)	0.12	开机
15	防护门 2 外 30cm 处 (右缝)	0.14	开机
16	防护门 3 外 30cm 处 (左缝)	0.14	开机
17	防护门 3 外 30cm 处 (中缝)	0.15	开机
18	防护门 3 外 30cm 处 (右缝)	0.16	开机
19	北墙外 30cm 处	0.16	开机
20	北墙外 30cm 处	0.18	开机
21	西墙外 30cm 处	0.14	开机
22	西墙外 30cm 处	0.14	开机
23	南墙外 30cm 处	0.15	开机
24	南墙外 30cm 处	0.15	开机
25	东墙外 30cm 处	0.14	开机
26	东墙外 30cm 处	0.12	开机
27	楼上距地面 1m 处	0.13	开机
28	楼上距地面 1m 处	0.13	开机

- 注：1.测量结果未扣除本底值；  
2.检测点位见图 9-3；  
3.机房下方为土层，人员不可达。

### 结论：

本次检测，当此台 DSA（型号：ALLURA XPER FD10）正常工作（检测工况：94kV/757mA）时，机房周围的 X- $\gamma$  辐射剂量当量率为（0.11~0.18） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）标准的要求。DSA 设备的透视防护区测试平面上空气比释动能率为（24~227） $\mu\text{Sv/h}$ 。

### 9.2 辐射工作人员年有效剂量分析

目前医院为本项目配备 4 名辐射工作人员（名单见表 4-1）。医院已委托四川泰安生科技咨询有限公司对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测（检测报告见附件 7）。

本项目辐射工作人员 2021 年个人剂量监测结果见表 9-5。

表 9-5 本项目辐射工作人员个人剂量监测结果

序号	姓名	个人剂量监测结果 (mSv)					备注
		2021 年度					
		第 1 季度	第 2 季度	第 3 季度	第 4 季度	合计	
1	*	0.07	<MDL	<MDL	<MDL	0.13	/
2	*	0.04	<MDL	0.02	<MDL	0.10	/
3	*	0.09	<MDL	0.17	0.06	0.34	/
4	*	0.11	0.25	0.09	0.02	0.47	/

注：MDL为最低探测水平（0.02mSv），检测结果小于MDL值时，结果表述为<MDL，保守按照0.02mSv计算。

根据本项目辐射工作人员已有个人剂量监测结果对本项目辐射工作人员年有效剂量进行估算，辐射工作人员所受最大年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求，并低于本项目管理目标值。

### 9.3 公众年有效剂量分析

根据本项目现场监测结果，对项目运行期间公众的年有效剂量进行估算，按照本项目环评中 DSA 年最大出束时间 125h 考虑，本项目公众年有效剂量分析估算结果见表 9-6~表 9-7。

表 9-6 本项目 DSA3 室关注点位人员年有效剂量估算

序号	关注点位	最大监测值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	人员性质	居留因子	年工作时间	人员年有效剂量 (mSv/a)
1	机房东侧洁净准备间	0.15	公众	1/4	125h	0.005
1	机房南 术后留观区	0.15		1/4		0.005
2	机房西侧药品库	0.16		1/4		0.005
3	机房楼上诊断室	0.18		1/4		0.006

注：1.计算时未扣除环境本底剂量； 2.公众的年有效剂量由公式 $E_{eff} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算； 3.北侧墙外为控制室，限制公众入内。

表 9-7 本项目 DSA4 室关注点位人员年有效剂量估算

序号	关注点位	最大监测值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	人员性质	居留因子	年工作时间	人员年有效剂量 (mSv/a)
1	机房东侧医疗街	<0.16	公众	1/4	125h	0.005
1	机房南侧缓冲区	0.16		1/4		0.005
2	机房西侧洁净准备间	0.14		1/4		0.004
3	机房楼上诊断室	0.13		1/4		0.004

注：1.计算时未扣除环境本底剂量； 2.公众的年有效剂量由公式 $E_{eff} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算。

根据表9-6~表9-7可知，本项目DSA运行期间，DSA机房周围公众所受最大年有效剂量为0.006mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求，并低于本项目管理目标值。

### 9.3 保护目标年有效剂量分析

根据本项目的特点，本项目的验收范围及保护目标范围确定为各辐射工作场所实体屏蔽物边界外 50m 区域。根据本项目工作场所的平面布局和周围的外环境关系确定本项目辐射环境保护目标为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患、陪同家属等公众，与环评相较，本项目周围外环境无变化，本次验收环境保护目标与环评基本一致。

由于本项目四周环境保护目标距机房墙体相对较远（远大于表面 0.3m），故本项目敏感点处公众所受的辐射剂量将小于上述理论计算值。由表 9-14 可知，本项目保护目标范围内辐射工作人员及周围公众所受年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求，并低于本项目管理目标值。

## 10.验收监测结论

### 10.1 验收结论

绵阳市中心医院扩建医用射线装置使用项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 与环评相较，本项目周围外环境无变化，本次验收环境保护目标与环评基本一致。本次验收各辐射工作场所的辐射防护屏蔽实际建设内容与环评及其批复一致。

2) 本项目工作场所控制区和监督区划分明显，能有效避免受检者误入或非正常受照。

3) 本项目 DSA 机房屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实，在正常工作条件下运行时，工作场所周围及辐射敏感点所有监测点位的 X- $\gamma$  辐射剂量率满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 及《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 等相关标准要求；

4) 医院已在各辐射工作场所的防护门上醒目位置设置了电离辐射警告标志，机房入口防护门上安装工作状态指示灯，治疗床旁、机房内及控制室均设有急停按钮，各辐射工作场所内均已设置对讲装置及观察窗。

5) 根据环评要求，医院已为本项目配备 1 台辐射巡测仪，4 台个人剂量报警仪，并已配备防护铅衣、铅帽、铅眼镜、铅围脖及铅屏风等个人防护用品。

6) 医院已根据实际工作需求为本项目配备 4 名辐射工作人员，该 4 名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训，并取得辐射安全与防护培训合格证书。

7) 本项目辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案。

8) 医院具有辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度。

综上所述，绵阳市中心医院扩建医用射线装置使用项目满足环评及批复中有关辐射管理的要求，环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，通过验收。

### 10.2 建议

1) 本次验收仅涉《改扩建非密封放射性物质工作场所及医用射线装置使用项目环境影响报告表》中“扩建医用射线装置使用项目（改扩建 2 台 DSA 项目）”，医院应在其非密封放射性物质工作场所项目及回旋加速器项目建设完成后，及时履行环保相

关手续。

2) 认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断提高核安全文化素养和安全意识；

3) 每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测 1~2 次，监测结果上报生态环境主管部门；

4) 积极配合生态环境部门的日常监督检查，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，并上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”；

5) 进一步完善辐射事故应急处理预案和辐射防护管理制度。定期检查安全防护设施，保证设备正常运行。