

# 核技术利用建设项目

## 新增数字减影血管造影装置（DSA）及后装 机应用项目竣工环境保护验收监测表

自贡市第四人民医院

2022年11月



单位法人代表： (签字)

项目负责人：

填表人：

建设单位：自贡市第四人民医院（盖章）

电话：0813-2401126

传真：/

邮编：643000

地址：自贡市自流井区檀木林街 19 号



## 目 录

表一 项目概况 .....	1
表二 项目建设内容、源项情况、工程设备与工艺分析 .....	6
表三 辐射安全与防护设（措）施 .....	28
表四 环评报告表及批复落实情况 .....	43
表五 质量保证和质量控制 .....	48
表六 验收监测内容 .....	50
表七 验收监测 .....	55
表八 验收监测结论与建议 .....	60

附表：

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表。

附图：

附图 1 本项目地理位置图；

附图 2 本项目医院总平面布置及外环境关系图；

附图 3 本项目所在楼层及机房平面布局图；

附图 4 本项目控制区、监督区划分示意图；

附图 5 本项目人流、物流图；

附图 6 本项目后装机机房正上方二层平面布置图。

附件：

附件 1 环评批复文件；

附件 2 辐射安全许可证正、副本；

附件 3 DSA 验收监测报告；

附件 4 后装治疗机验收监测报告；

附件 5 辐射安全与防护领导小组文件；

附件 6 辐射安全管理相关规章制度；

附件 7 验收组意见及验收组名单。

表一 项目基本情况

建设项目名称	新增数字减影血管造影装置（DSA）及后装机应用项目				
建设单位名称	自贡市第四人民医院				
建设项目性质	新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 迁建 <input type="checkbox"/>				
建设地点	<p>在四川省自贡市自流井区檀木林街 19 号自贡市第四人民医院檀木林院本部南侧放射科一层改建一间 DSA 机房 2；</p> <p>在四川省自贡市自流井区丹桂大街 400 号自贡市第四人民医院汇东医院西北侧综合楼一层西南侧改建一间后装机机房。</p>				
源项	放射源 (类别)	非密封放射性物质 (场所等级)	射线装置 (类别)	退役项目	
	使用 III 类	/	使用 II 类	/	
建设项目 环评批复时间	2022.2.21	开工建设时间	2022.3.10		
取得辐射安全 许可证时间	2022.6.14	项目投入调试 (运行)时间	2022.7.20		
退役污染治理 完成时间 (退役项目)	/	验收现场监测时间	2022.8.3		
环评报告表 审批部门	自贡市生态环境局	环评报告表 编制单位	四川省中栎环保科技 有限公司		
辐射安全与防 护设施 设计单位	四川溢源装饰工程 有限公司、四川远 建建筑设计有限 公司	辐射安全与防护设 施施工单位	四川蜀明诺建筑工程有 限公司、自贡市沿滩建筑 安装有限公司		
投资总概算	1139 万元	辐射安全与防护设 施投资总概算	38.3 万元	比例	3.36%
实际总概算	1200 万元	辐射安全与防护设 施实际总概算	45 万元	比例	3.75%
验收依据	<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</p>				

<p>验收依据</p>	<p>第 682 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，2021 年 1 月 4 日修订）；</p> <p>(8)《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）；</p> <p>(9)《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）；</p> <p>(10)《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(11)《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>(12)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）；</p> <p>(13)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：<math>\gamma</math>射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）；</p> <p>(14)《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）；</p> <p>(15)《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）；</p> <p>(16)《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>(17)《自贡市第四人民医院新增数字减影血管造影装置（DSA）及后装机应用项目环境影响报告表》（2022 年 1 月）；</p> <p>(18)自贡市生态环境局《关于自贡市第四人民医院新增数字减影血管造影装置（DSA）及后装机应用项目环境影响报告表的批复》（自环审批〔2022〕9 号）；</p>
	<p>1、验收执行标准</p> <p>根据《自贡市第四人民医院新增数字减影血管造影装置（DSA）及后装机应用项目环境影响报告表》中确定的执行标准，结合最新</p>

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

序号	环评执行标准	验收执行标准	是否一致
1	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准；	《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准；	是
2	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准；	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准	是
3	《声环境质量标准》(GB3096-2008)2类标准；	《声环境质量标准》(GB3096-2008)中2类标准；	是
4	《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中的预处理排放标准；	《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中的预处理排放标准；	是
5	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的二级标准；	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的二级标准；	是
6	噪声执行 ①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)； 标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准。	噪声执行 ①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)； 标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准。	是
7	一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)；《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及原环保部公告【2013】第36号修改单； 医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》(GB39707-2020)。	一般固废执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)； 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及原环保部公告【2013】第36号修改单； 医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》(GB39707-2020)。	是
8	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值和环评确定的职业人员≤5mSv/a，公众≤0.1mSv/a的剂量约束值。医用射线装置使用场所在距离机房屏蔽体表面30cm外，周围辐射剂量	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值和环评确定的职业人员≤5mSv/a，公众≤0.1mSv/a的剂量约束值。医用射线装置使用场所在距离机房屏蔽体	是

验收监测执行标准、标号、级别、限值

验收监测评价标准、标号、级别、限值

	率应满足：控制目标值不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。	外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。	
9	《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198—2021）中剂量限值 and 环评确定的职业人员 $\leq$ 5mSv/a，公众 $\leq$ 0.1mSv/a 的剂量约束值。治疗机房墙和入口门外、机房顶部关注点周围剂量当量率参考控制水平不大于 6.1.4 中 a)、b)、c) 所确定的周围剂量当量率参考控制水平。	《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198—2021）中剂量限值 and 环评确定的职业人员 $\leq$ 5mSv/a，公众 $\leq$ 0.1mSv/a 的剂量约束值。治疗机房墙和入口门外、机房顶部关注点周围剂量当量率参考控制水平不大于 6.1.4 中 a)、b)、c) 所确定的周围剂量当量率参考控制水平。	是

由表 1-1 可知，本次验收执行标准与环评执行标准和验收执行标准一致，无变化。

## 2、其他限值要求

2.1、参照《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，本项目医用射线装置使用场所在距离手术室屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

2.2、根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），X 射线设备手术室使用面积、单边长度及屏蔽防护当量厚度应满足 1-2 所列要求。

表 1-2 射线装置手术室基本要求

设备类型	手术室类型	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)	有用线束方向铅当量 (mm)	非有用线束方向铅当量(mm)
单管头 X 射线设备	C 形臂 X 射线设备机房	20	3.5	2.0	2.0

2.3、手术室应设有观察窗，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

2.4、手术室内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；手术室应设置动力排风装置，并保持良好的通风

2.5、手术室门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示说明；手术室门应有闭门

装置，且工作状态指示灯和与手术室相通的门能有效联动。

#### 2.6、“三同时”执行要求

根据《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号，2015年1月1日），环保设施要与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

## 表二 项目建设内容、源项情况、工程设备与工艺分析

### 2.1 项目背景

自贡市第四人民医院（自贡市急救中心）（统一社会信用代码：2510200450903442E，以下简称“四医院”）的前身系 1942 年成立的自贡市卫生院，现已发展为集医疗、教学、科研、健康管理、急诊急救为一体的国家三级甲等综合医院。四医院分设两个院区--檀木林院本部位于四川省自贡市自流井区檀木林街 2 号，汇东医院（2006 年 2 月启用）位于自贡市汇东开发新区丹桂大街 400 号，总占地面积 66.4 亩，建筑面积 10.7 万 m<sup>2</sup>，编制床位 1600 张，其中重症监护床位 67 张。截至 2021 年 6 月，医院在岗职工 2527 名。高、中级职称人员 830 人，博士、硕士研究生 229 人。医院有省、市级重点专（学）科 24 个，建有全市唯一的 DSA 介入室，拥有 3.0T 磁共振、Force 开源 CT（第三代双源 CT）、64 排 128 层螺旋 CT、PET-CT、体外膜肺氧合系统（ECMO）、骨科机器人设备、平板数字减影血管造影 X 线机（DSA）等高精尖医疗设备。

### 2.2 项目由来

医院为拓展业务范围，满足各类心脑血管病及肿瘤患者就近就诊需求，决定将檀木林院本部南侧放射科原 MR 机房改建为 DSA 机房 2 及其配套用房，在 DSA 机房 2 内新增使用 1 台数字减影血管造影装置（digital subtraction angiography，简称 DSA），属于 II 类射线装置，原 MR 机房为单层房屋建筑，其功能为放射科用房，来往人员除了医护人员大都为到放射科检查的病患及陪护家属，人员活动较为单一；拟将汇东医院综合楼一层未投入使用的原直线加速器机房 1 改为后装机机房，在后装机机房内新增使用 1 台 <sup>192</sup>Ir 后装机（初始装源活度为 3.7×10<sup>11</sup>Bq/枚），属 III 类放射源，原直线加速器机房所在综合楼主要为放疗科、核医学科及肿瘤科，来往人员除了医护人员大都为到此处治疗的病患及陪护家属，人员活动较为单一。

### 2.3 项目地理位置、外环境及平面布置

#### 2.3.1 地理位置

本项目 DSA 机房 2 选址于四川省自贡市自流井区檀木林街 19 号自贡市第四人民医院檀木林院本部南侧放射科；本项目后装机房选址于四川省自贡市自流井区丹桂大街 400 号自贡市第四人民医院汇东医院西北侧综合楼一层西南侧。本项目地理位置图见附图 1。

### 2.3.2 外环境及平面布置

本项目 DSA 机房 2 位于四医院檀木林院本部南侧放射科。根据现场踏勘，本项目 DSA 机房 2 的外环境关系如下：DSA 机房 2 东侧紧邻控制室及医护通道，约 2.6m~7.9m 依次为医护更衣室、放射科登记室、医护人员通道、仓库、CT 控制室、CT 室，约 16.4m~50m 依次为液氧站、院区污物通道；南侧紧邻 DSA 机房 2 设备间及污物通道、约 2.3m 为配电室、更换铅衣室，约 3.9m 院区污物通道、约 5.6~50m 为交通路及解放桥立交桥；西侧紧邻人行通道、约 4m~50m 为绿化广场；西北侧约 33m~50m 为康复楼；北侧紧邻病患缓冲间及通道、约 8.0m 为 DSA1 室、约 31~50m 为住院楼 A 区；东北侧 21m~50m 为住院楼 B 区；本项目位于介入室南侧，为一层建筑，为人员不可到达处，楼下 50m 范围内为天然土层。檀木林院本部外环境关系及总平面布置图见附图 2-1，DSA 机房 2 平面布局图见附图 3-1。

本项目后装机机房位于汇东医院综合楼一层西南侧。根据现场踏勘，本项目后装机机房的外环境关系如下：后装机机房东侧紧邻后装机控制室、库房、约 4.4m 为医生办公室及受试者接待室、约 30m~50m 依次为地面停车场、银华小区 28 栋；南侧紧邻直线加速器机房 2，约 15m 为消防车道，约 34m~50m 为新美春天百货商场；西侧紧邻直线加速器机房配套用房及配电室，约 11m 依次为发热门诊、发热门诊候诊室、人行通道，约 12.5m~50m 为山体（山上有英祥新美家居小区 21 栋，其与本项目后装机机房有约 15.6m 高差）；北侧紧邻综合楼一层大厅、约 7.3m~50m 为核医学科；正上方约 3.9m~50m 依次为肠内营养配置室及职工食堂部分区域（2F）、肿瘤科病区一（3F）、肿瘤科病区二（4F）、内分泌代谢病科（5F）、健康管理中心（6F）、学术交流中心（7F），楼下 50m 范围内为天然土层。汇东分院外环境关系及总平面布置图见附图 2-2，综合楼一层平面布局图见附图 3-2。

经验收现场核实，本项目外环境、项目所在的楼层平面布局、本项目平面布置均与环评报告中描述一致。

### 2.4 验收建设内容及规模

我院已将檀木林院本部南侧放射科原 MR 室（已建，为单层房屋、无地下层，高约 3m）改建成 DSA 机房 2、控制室及其配套用房，并在 DSA 机房 2 内

新增使用 1 台型号为 Azurion 7 M20 的 DSA，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下向上，属于 II 类射线装置，年诊疗病例预计 1000 例，单台手术最长出束时间为 10min，年累计最大曝光时间约 117.5h（其中透视 112.5h，拍片 5h），主要用于介入治疗、血管造影等。

我院已将汇东医院综合楼（已建，地上七层、无地下室，27m）一层西南侧未投入使用的原直线加速器机房 1 改建成后装机机房，并在机房内使用 1 台  $^{192}\text{Ir}$  后装机（初始装源活度为  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq/枚}$ ），属 III 类放射源，后装机年治疗人数约为 200 人次，平均每位患者的治疗照射时间为 30min，年出源时间约 100h。

#### 1、檀木林院本部 DSA 机房 2 墙体屏蔽方案：

原 MR 室改造前：四周墙体均为 240mm 厚实心砖墙，屋顶为 100mm 厚现浇钢筋混凝土楼板，原有一扇平开门。

改造后：建设单位考虑到尽可能减少工程量及控制土建污染影响，利用原 MR 室的墙体及楼板作为屏蔽体，并将机房南部设计为污物通道并增加 1 扇铅防护门，并在此新增设备间；在北部病人缓冲间增加 1 扇电动平开铅门；在东部新增控制室一间、观察窗一扇，新增医护人员进出电动铅防护门一扇。原 MR 室改造为 DSA 机房 2 后，其净空面积约  $41.21\text{m}^2$ （净空尺寸约为 6.42m（长） $\times$ 6.42m（宽） $\times$ 3m（高）），配套功能用房为：控制室、医护缓冲区、男女更衣室、换鞋区、设备间、病患缓冲区。

本项目 DSA 机房 2 四周墙体均采用 240mm 厚实心砖墙（原有）+内层 20mm 厚硫酸钡砂浆（新增），屋顶为 100mm 厚钢筋混凝土楼板（原有）+外层 40mm 厚硫酸钡砂浆（顶楼为不可上人屋面），地面为实土层，新增的 2 扇铅玻璃观察窗及 3 扇防护铅门均厚 3mmPb。砖墙密度约  $1.8\text{t/m}^3$ ，铅玻璃密度约  $3.1\text{g/cm}^3$ ，硫酸钡密度约  $4.50\text{g/cm}^3$ 。

#### 2、汇东医院后装机机房墙体屏蔽方案：

本项目已将直线加速器机房 1 改为后装机机房（净空尺寸：长 7.6m $\times$ 宽 7.14m $\times$ 高 4m，面积  $54.26\text{m}^2$ ）。机房空间结构及平面布局均不发生改变，四周墙体、迷路和顶部均为钢筋混凝土结构，其南部设有“L”型迷路，迷路内墙厚为

850mm、外墙厚为 1500mm，西部、东部主屏蔽墙均厚 2300mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，顶部主屏蔽墙厚 2600mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，北部屏蔽墙厚 1300mm，防护门为 8mm 铅当量单扇电动感应门。后装机房东部依次有控制室、库房、医生办公室、受试者接待室。钢筋混凝土密度约 2500kg/m<sup>3</sup>。

**经核实，本次验收内容与环评建设内容一致。**

## **2.5 依托可行性**

本项目后装机依托的模拟定位 CT 机（型号为：SOMATOM Emotion16-slice-configuration）为已建，位于汇东分院放射科 CT 扫描室，专用于直线加速器及后装机模拟定位，目前已经完成备案在用，依托可行；本项目位于综合楼一层西南侧独立区域，相对医、患人数较少，我院设有专用的医生办公和候诊区域，因此公共和办公设施均能够满足要求。

本项目 DSA 机房 2 及后装机产生的固体废物主要为办公生活垃圾，办公生活垃圾依托医院现有的固体垃圾临时堆放点收集后，交由环卫部门处理；本项目 DSA 机房 2 及后装机产生的废水主要为生活污水，产生量较少，通过依托医院的污水管网进入医院污水处理站处理，我院在设计建设过程中已经考虑所在位置的废水，因此，我院污水处理站具备依托处理本项目废水的能力。

## **2.6 项目组成及主要环境问题**

本项目主要建设内容、规模及可能产生的环境问题见表 2-1。

表 2-1 本项目环评组成及主要的环境问题表

名称	院区	场所	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	檀木林院本部	DSA 机房 2	屏蔽体结构	本项目 DSA 机房 2 四周墙体均采用 240mm 厚实心砖墙（原有）+内层 20mm 厚硫酸钡砂浆（新增），屋顶为 100mm 厚钢筋混凝土楼板（原有）+外层 40mm 厚硫酸钡砂浆（顶楼为不可上人屋面），地面为实土层，新增的 2 扇铅玻璃观察窗及 3 扇防护铅门均厚 3mmPb。		-
			设备、数量	新增使用 1 台 DSA		
			设备型号	DSA 型号为 Azurion 7 M20，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA		
			管理类别	II类		
			使用场所	檀木林院本部南侧放射科 DSA 机房 2		
			年曝光时间	年诊疗病例预计 1000 例，单台手术最长出束时间为 10min，年累计最大曝光时间约 117.5h（其中透视 112.5h，拍片 5h）		
			主射方向	出束方向由下向上		
	汇东医院	后装机房	屏蔽体结构	四周墙体、迷路和顶部均为钢筋混凝土结构，其南部设有“L”型迷路，迷路内墙厚为 850mm、外墙厚为 1500mm，西部、东部主屏蔽墙均厚 2300mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，顶部主屏蔽墙厚 2600mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，北部屏蔽墙厚 1300mm，防护门为 8mm 铅当量单扇电动感应门。		噪声、扬尘、固体废物、生活污水
			放射源数量	预计年使用 2 枚 <sup>192</sup> Ir 放射源		
			放射源活度	3.7×10 <sup>11</sup> Bq/枚		
			放射源种类	III 类源		
			使用场所	汇东医院综合楼一层西南侧后装机机房		
			年出源治疗时间	后装机年治疗人数约为 200 人次，平均每位患者的治疗照射时间为 30min，年出源时间约 100h		

辅助工程	DSA 控制室、后装机控制室、库房、医生办公室等		生活垃圾、生活污水
公用工程	病员候诊厅		
依托工程	模拟定位	依托已上证在汇东医院放射科 CT 扫描室内的 CT (III类射线装置) 进行模拟定位。	
	办公及生活设施	依托医生办公室、公共卫生间、污水处理站、医疗废物收集及暂存间等	
环保工程	废水处理依托医院污水管道和污水处理站；医疗废物依托医院医废暂存间及收集系统进行回收处理；本项目 DSA 产生的废气经新建强制排气扇排出屋顶，后装机产生的废气经利旧专用管道收集后引至楼顶排放；办公、生活垃圾依托医院收集系统进行回收处理。		

经验收现场核实，本项目主体工程、辅助工程、依托工程及环保工程等，可能产生的环境问题均与环评一致。

## 2.7 本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 2-2。

表 2-2 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	2000 瓶	医院统一采购	碘海醇
	<sup>192</sup> Ir 放射源	2 枚, 3.7×10 <sup>11</sup> Bq (III类放射源)	医院统一采购	—
能源	煤	—	—	—
	电(kW·h)	100kW·h/a	市政电网	—
	气(Nm <sup>3</sup> )	—	—	—
水资源	用水量	600m <sup>3</sup> /a	市政水网	—

经验收现场核实，本项目主要原辅材料、原辅材料及用途均与环评一致。

## 2.8 本项使用射线装置相关参数

本项目 DSA、后装机相关参数等情况见表 2-3、2-4 所示。

表 2-3 本项目 DSA 射线装置相关参数

设备名称	型号	数量	额定管电压额定管电流	生产厂家	使用场所
DSA	Azurion 7 M20	1 台	125kV、1000mA	飞利浦	DSA 机房 2
设备使用情况					
曝光方向	所在科室	常用拍片工况		常用透视工况	

		管电压	管电流	管电压	管电流	
由下向上	介入科	60~100kV	100~300mA	70~90kV	6~15mA	
<b>各科室介入手术工作量分配</b>						
使用科室	单台手术最长曝光时间		年手术台数 (台)	年最大出束时间		
	拍片 (min)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)	小计(h)
心血管内科	0.3	10	400	2.3	66.7	68.9
神经内科	0.3	5	350	1.7	27.5	29.2
介入科	0.3	5	250	1.1	18.3	19.4
合计	0.9	20	1000	5	112.5	<b>117.5</b>

**表 2-4 本项目后装机射线装置相关参数**

装置名称	型号	生产厂家	放射源 种类	装源活度	放射源 类别	放射源年 使用数量
近距离治疗后装 设备	KL-HDR-C	北京科霖 众医学技 术研究院	<sup>192</sup> Ir	3.7×10 <sup>11</sup> Bq/ 枚	III 类	2 枚

经验收现场核实，本项目使用射线装置型号、额定管电压、额定管电流、出束方向、年最大出束时间及放射源种类、活度等均与环评中一致。

## 2.9 本项目人员配置情况

1、檀木林院本部 DSA 机房 2 医院人员配备情况如下表所示：

**表 2-5 檀木林院本部 DSA 机房 2 辐射工作人员配置情况**

科室	辐射工作人员数量
心血管内科	医生 5 名，技师 1 名，护士 2 名
神经内科	医生 3 名，技师 1 名，护士 2 名
介入科	医生 2 名，技师 1 名，护士 1 名

劳动定员：本项目 DSA 机房 2 拟配置 18 名辐射工作人员，均为培训合格的原有辐射工作人员，今后医院可根据开展项目的实际情况做适当调整。

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

2、汇东医院后装机机房医院人员配备情况如下表所示：

表 2-6 汇东医院后装机机房辐射工作人员配置情况

场所	辐射工作人员数量
后装机机房	2 名医师、1 名技师、1 名物理师、1 名护士

劳动定员：本项目汇东医院后装机机房拟配置 5 名辐射工作人员，均为培训合格的原有辐射工作人员。本项目投用后，本项目辐射工作人员不再从事其他辐射类工作，因此，不存在剂量叠加。今后医院可根据开展项目的实际情况做适当调整。

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

### 2.10 环评项目建设与实际建设内容的差异

我院仔细阅读了本项目环境影响评价报告和环评批复，根据环评报告和批复的要求，仔细对项目现场进行了核对，对项目环评和批复情况与实际建设内容进行了比对，项目环评建设与实际建设内容的差异见表 2-7。

表 2-7 本项目环评建设与实际建设内容比对一览表

建设项目	环评建设内容	实际建设内容	是否一致
主体工程	DSA 机房 2 本项目拟在檀木林院本部南侧放射科 DSA 机房 2 新增使用 1 台 DSA，型号为 Azurion 7 M20，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，年诊疗病例预计 1000 例，单台手术最长出束时间为 10min，年累计最大曝光时间约 117.5h（其中透视 112.5h，拍片 5h），出束方向由下向上，属于 II 类射线装置；四周墙体均采用 240mm 厚实心砖墙（原有）+内层 20mm 厚硫酸钡砂浆（新增），屋顶为 100mm 厚钢筋混凝土楼板（原有）+外层 40mm 厚硫酸钡砂浆（顶楼为不可上人屋面），地面为实土层，新增的 2 扇铅玻璃观察窗及 3 扇防护铅门均厚 3mmPb；	本项目已在我院檀木林院本部南侧放射科 DSA 机房 2 新增使用 1 台 DSA，型号为 Azurion 7 M20，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，年诊疗病例预计 1000 例，单台手术最长出束时间为 10min，年累计最大曝光时间约 117.5h（其中透视 112.5h，拍片 5h），出束方向由下向上，属于 II 类射线装置；四周墙体均采用 240mm 厚实心砖墙（原有）+内层 20mm 厚硫酸钡砂浆（新增），屋顶为 100mm 厚钢筋混凝土楼板（原有）+外层 40mm 厚硫酸钡砂浆（顶楼为不可上人屋面），地面为实土层，新增的 2 扇铅玻璃观察窗及 3 扇防护铅门均厚 3mmPb；	是

	后装机房	本项目拟在汇东医院综合楼一层西南侧后装机机房使用1台后装治疗机,型号为KL-HDR-C,放射源数量为年使用2枚 <sup>192</sup> Ir放射源,放射源活度3.7×10 <sup>11</sup> Bq/枚,属于III类源,后装机年治疗人数约为200人次,平均每位患者的治疗照射时间为30min,年出源时间约100h;四周墙体、迷路和顶部均为钢筋混凝土结构,其南部设有“L”型迷路,迷路内墙厚为850mm、外墙厚为1500mm,西部、东部主屏蔽墙均厚2300mm、宽3960mm,次屏蔽墙厚1300mm,顶部主屏蔽墙厚2600mm、宽3960mm,次屏蔽墙厚1300mm,北部屏蔽墙厚1300mm,防护门为8mm铅当量单扇电动感应门。	本项目已在汇东医院综合楼一层西南侧后装机机房使用1台后装治疗机,型号为KL-HDR-C,放射源数量为年使用2枚 <sup>192</sup> Ir放射源,放射源活度3.7×10 <sup>11</sup> Bq/枚,属于III类源,后装机年治疗人数约为200人次,平均每位患者的治疗照射时间为30min,年出源时间约100h;四周墙体、迷路和顶部均为钢筋混凝土结构,其南部设有“L”型迷路,迷路内墙厚为850mm、外墙厚为1500mm,西部、东部主屏蔽墙均厚2300mm、宽3960mm,次屏蔽墙厚1300mm,顶部主屏蔽墙厚2600mm、宽3960mm,次屏蔽墙厚1300mm,北部屏蔽墙厚1300mm,防护门为8mm铅当量单扇电动感应门。	
辅助工程	DSA控制室、后装机控制室、库房、医生办公室等		已建成DSA控制室、后装机控制室、库房、医生办公室等	是
公用工程	病员候诊厅		已有病员候诊厅	是
依托工程	模拟定位	依托已上证在汇东医院放射科CT扫描室内的CT(III类射线装置)进行模拟定位。	模拟定位	是
	办公及生活设施	依托医生办公室、公共卫生间、污水处理站、医疗废物收集及暂存间等	办公及生活设施	
环保工程	废水处理依托医院污水管道和污水处理站;医疗废物依托医院医废暂存间及收集系统进行回收处理;本项目DSA产生的废气经新建强制排气扇排出屋顶,后装机产生的废气经利旧专用管道收集后引至楼顶排放;办公、生活垃圾依托医院收集系统进行回收处理。		废水处理依托医院污水管道和污水处理站;医疗废物依托医院医废暂存间及收集系统进行回收处理;本项目DSA产生的废气经新建强制排气扇排出屋顶,后装机产生的废气经利旧专用管道收集后引至楼顶排放;办公、生活垃圾依托医院收集系统进行回收处理。	是
由表2-7可知,本项目主体工程建设内容、辅助工程、公用工程、依托工程及环保工程等均与环评报告及批复中一致,本次验收不存在重大变更。				

## 2.11 环保投资落实情况

本项目环评阶段拟总投资 1139 万元，实际总投 1200 万元，实际环保投资 45.0 万元，实际投资占实际总投资的 3.75%，项目环评环保投资与实际投资情况见表 2-8。

表 2-8 辐射安全防护和环保设施(措施)投资落实一览表

项目	环保设施	数量	环评阶段投资 (万元)	实际投资 (万元)	
DS A 机房 2	场所 实体 设施	四周墙体+四周、屋顶	1 套	3.0	4.0
		手术室防护门	3 扇	9.0	9.0
		操作位局部屏蔽防护设施	/	3.0	3.0
		观察窗屏蔽	2 扇	1.0	2.0
	安全 装置	工作状态指示灯箱	1 套	2.0	3.0
		电离辐射警告标志	2 个		
		有中文标识的紧急停机按钮	1 套		
		门灯连锁装置	1 套		
		监控、对讲系统	1 套		
		床下铅帘（机器自带、0.5mm 铅当量）	1 套	机器自带	机器自带
	悬吊铅帘（机器自带、0.5mm 铅当量）	1 套			
	监测 仪器 及个 人防 护用 品	个人剂量计	利旧	4.0	4.0
		个人剂量报警仪	利旧		
		便携式辐射监测仪	利旧		
		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	17 套(医护人员使用)	5.0	5.0
		铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	1 套（患者使用）	1.0	1.0
	其他	通风设施：新风系统	1 套	/	/

后 装 机 机 房	实体 防护 设施	四周墙体+迷路+屋顶屏蔽	沿用直 线加速 器机房 1	/	/
		防护铅门（为 8mm 铅当量）	1 扇	/	/
	装置 安全 设施	防止非工作人员操作的锁定开关	设备 自带	/	/
		主机与治疗床外表电离辐射警示 标志	设备 自带	/	/
		控制台显示放射源位置	设备 自带	/	/
		控制台紧急停止照射按钮	设备 自带	/	/
		停电或意外中断照射时自动回源 装置	设备 自带	/	/
		手动回源装置	设备 自带	/	/
		储源罐和长柄镊子	1 套	1.0	1.0
		手动开门装置、防盗门	1 套	2.0	2.0
		通风系统	1 套	2.0	2.0
	应急、 连锁	有中文标识的紧急止动按钮	1 套	0.5	0.5
		有中文标识的紧急开门按钮	1 套	0.5	0.5
		机房门与束流联锁（门-机联锁） 装置	1 套	1.0	2.0
		机房门与固定式辐射剂量监测仪 联锁（门-剂量联锁）装置	1 套		
		工作状态指示灯（门-灯联锁）	1 套		
		备用应急贮源罐	利旧	0.1	0.5
	警示 装置	停电或意外中断照射时声光报警	1 套	1.2	1.0
		机房电视监控对讲装置	1 套	1.0	1.0
		电离辐射警示标志和工作状态指 示灯	1 套	1.0	0.5
		机房内准备出束音响提示	设备 自带	/	/
		控制台上蜂鸣器	设备 自带	/	/
	监测 设备	便携式辐射监测仪	利旧	2.5	3.0
		个人剂量计	新增 5 个		
		个人剂量报警仪	新增 5 个		

	后装机机房内固定式剂量监测仪	1 台		
合计			38.3	45.0

由 2-8 可知，本项目环评要求的各项环保投资均已落实到位，实际环保投资金额存在微小变化，不存在重大变更。

## 2.12 本项目保护目标变化情况

### (1) 评价范围

根据本项目放射源及医用射线装置的特点和应用内容，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》

(HJ10.1-2016) 要求，参照《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 对射线装置应用的辐射监测技术要求，确定辐射环境影响评价的范围：以 DSA 机房 2 及后装机机房建筑实体为边界，半径 50m 内区域作为评价范围。

### (2) 环境保护目标

本项目保护目标主要有：以 DSA 机房 2 及后装机机房建筑实体为边界，半径 50m 内辐射工作人员和公众。主要包括：DSA 机房 2 和后装机房的四周配套房间内工作人员、所在楼工作人员及公众及楼外流动公众等。

由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此在进行预测时选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 2-9。

表2-9 主要环境保护目标一览表

位置	保护目标	相对方位	距辐射源距离(m)	人流量(人次/d)	照射类型	剂量约束值(mSv/a)	
檀木林院本部 DSA 机房 2	机房内	DSA 机房 2 内的医生	-	0.5	≤9	职业	5.0
		DSA 机房 2 内的护士	-	1.0	≤5	职业	5.0
	院内	控制室内的技师	东侧	4.2	≤3	职业	5.0
		医护缓冲区、医护更衣室、放射科登记室、医护人员通道	东侧	3.0	≤17	职业	5.0
		CT 室、CT 控制室、仓库	东侧	13.6	≤5	公众	0.1
		液氧站、院区污物通道	东侧	18.6~50	≤4	公众	0.1

		DSA 机房 2 设备间及污物通道、配电室、更换铅衣室、院区污物通道	南侧	4.6~7.7	≤5	公众	0.1	
		人行通道、绿化广场、康复楼	西侧	2.8~50	>200	公众	0.1	
		病患缓冲间及病患通道、DSA1 室及其他用房、住院楼 A 区	北侧	3.1~50	>200	公众	0.1	
		住院楼 B 区	东北侧	24.5~50	>200	公众	0.1	
		顶部为不可上人屋面	正上方	2.2~50	-	-	-	
	院外	绿化带、交通路及解放桥立交桥	南侧	10~50	流动	公众	0.1	
汇东分院后装机机房	院内	后装机控制室、库房	东侧	5.8~6.6	≤5	职业	5.0	
		医生办公室及受试者接待室、地面停车场	东侧	10.3~22	>5	公众	0.1	
		直线加速器机房 2、消防车道	南侧	7.7~20	>5	公众	0.1	
		直线加速器机房配套用房、配电室	西侧	5.6~5.9	≤5	公众	0.1	
		发热门诊、发热门诊候诊室、人行通道	西侧	11	流动	公众	0.1	
		综合楼一层大厅、核医学科	北侧	5.5~50	流动	公众	0.1	
			肠内营养配置室及职工食堂等部分区域（2F）、肿瘤科病区一（3F）、肿瘤科病区二（4F）、内分泌代谢病科（5F）、健康管理中心（6F）、学术交流中心（7F）	正上方	2.4~50	流动	公众	0.1
	院外		银华小区 28 栋	东侧	28~50	200	公众	0.1
			新美春天百货商场	南侧	37~50	流动	公众	0.1
			山体 (山上有英祥新美家居小区 21 栋)	西侧	高差约 15.6; 水平距离约 12	200	公众	0.1

由表 2-9 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阶段的环境保护目标一致，无重大变更。

### 2.13 验收现场环保设施（措施）落实情况

根据验收现场检查，环评报告表和批复提出的环保设施及措施已经落实到位，具体情况见下图 2-1：

图 2-1 验收现场部分照片节选





DSA 机房 2 控制区地面标识



规章制度上墙



佩戴个人剂量计



手动回源装置



检测仪



便携式 X-γ 辐射监测仪

## 2.14 工程设备和工艺分析

### 2.14.1 施工期污染源项

本项目拟将檀木林院本部南侧放射科原 MR 机房改建为 DSA 机房 2 及其配套用房；拟将汇东医院综合楼一层未投入使用的原直线加速器机房 1 改为后装机机房。由于本项目 DSA 机房 2 为改建，仅需进行硫酸钡抹面及装饰施工，故施工期将会产生少量扬尘、噪声、固体废物、抹面中产生的废气以及施工人

员的生活垃圾和生活污水；后装机机房不进行墙体屏蔽结构调整，直接沿用未使用的原直线加速器机房 1 屏蔽墙体，故不产生扬尘、废气等污染物。

本项目 DSA 施工期工艺流程及污染物产生环节见图 2-2。

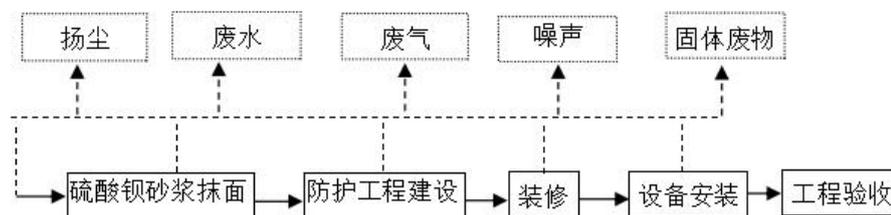


图 2-2 施工期工艺流程及产污环节

经验收现场核实，本项目现场无施工期遗留的环境问题。

#### 2.14.2 营运期污染源项

##### (一) DSA 治疗工艺分析

##### (1) 设备组成及工作原理

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、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

DSA（数字减影血管造影装置）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，得到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) 治疗流程

DSA 在进行曝光时分为介入治疗和检查两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 2-3。

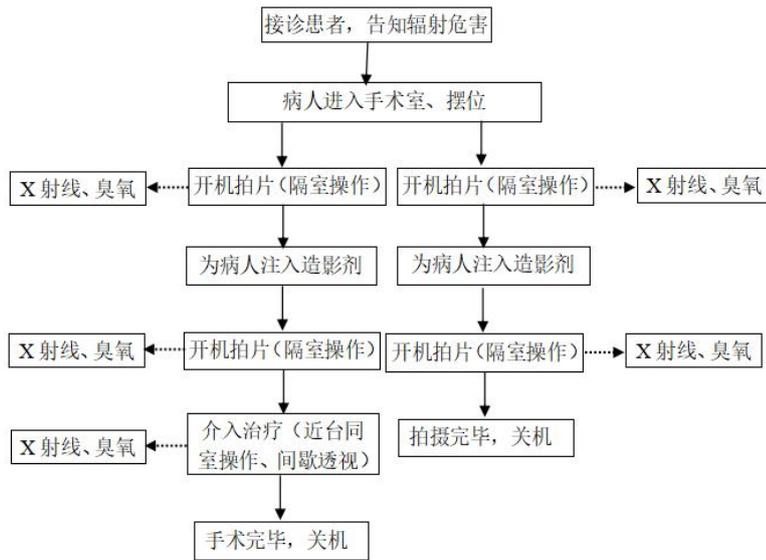


图 2-3 DSA 工作流程及产污环节示意图

### ① DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作方式。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 0.5~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅手套等）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。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（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机，病人离开 DSA 机房。

### ② 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，然后进入操作间，关好防护门。医师、操作人员通过操作间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。

### (3) 产污环节

本项目使用 1 台 DSA，属于 II 类射线装置。产污环节为：在注入造影剂之

前拍片产生的 X 射线和臭氧，注入造影剂之后产生的 X 射线和臭氧，介入治疗过程中间歇透视产生的 X 射线和臭氧。在手术时，产生医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套等医疗废物。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

#### (4) 通排风系统介绍

DSA 机房 2 采用新风系统进行换气，换气次数每小时不小于 4 次，排风量约 400m<sup>3</sup>/h，室内产生的臭氧由机房顶部的强制排风扇排出至屋顶（1F，距地面约 4m 处），本项目 DSA 产生的臭氧通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准（0.20mg/m<sup>3</sup>）要求。

#### (5) 医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：先从医护更衣室经过缓冲区，再进入控制室或 DSA 机房 2 完成手术后沿原路返回。

病人路径：从病人入口通过缓冲间进入 DSA 机房 2 接受治疗，治疗完成后离开机房。

本项目 DSA 人流、物流图见图 2-4。

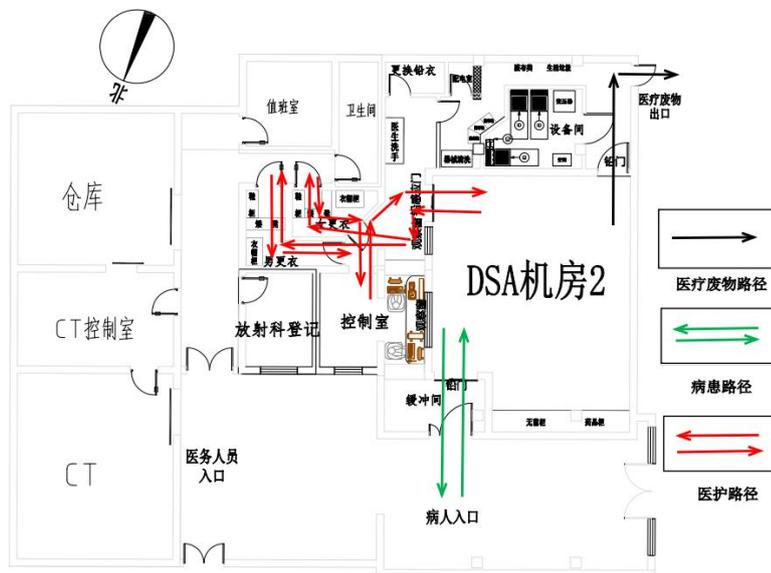


图2-4 本项目DSA机房人流、物流路径示意图

### (二) 后装机工艺流程分析

#### (1) 设备组成及工作原理

后装机主要由驱动装置、计算机、打印机、贮源室、治疗床、 $\gamma$ 射线报警仪、施源器及其定位支架组成。后装机工作原理主要是预先在病人体内的自然腔、管道或组织的病灶需要治疗的部位正确地放置施源器，然后采用自动或手动控制将贮源器内的放射源输入到施源器内，使放射源发出的射线对人体自然腔、管道或组织的病灶进行治疗。

## (2) 治疗流程

本项目后装机预计年使用 2 枚  $^{192}\text{Ir}$  放射源，设计装源活度为  $3.7 \times 10^{11} \text{ Bq}$ ，属 III 类放射源。 $^{192}\text{Ir}$  半衰期为 74.2d，衰变过程会发出的  $\beta$ 、 $\gamma$  射线；当放射源衰变至其活度不能满足放射治疗需要时，将更换放射源，从而产生退役后的废放射源。

本项目后装机治疗项目主要用于全身肿瘤的治疗，其主要治疗流程为接诊患者、告知辐射危害、安装输源管和施源器、模拟定位、制定治疗方案、仿真源模拟运行、真源照射治疗、治疗完毕收回放射源等，其主要流程与产污环节见图 2-5。

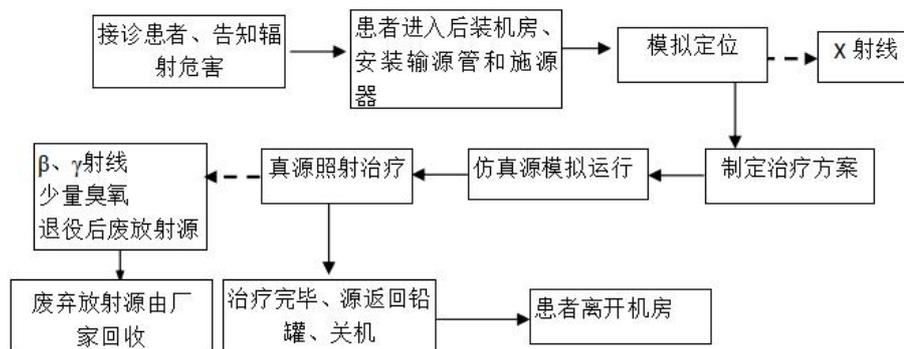


图2-5 本项目后装机治疗工艺流程及产污环节图

## (3) 产污环节

通过分析可知，后装机治疗过程中真源照射治疗产生的 $\beta$ 射线、 $\gamma$ 射线、少量臭氧以及退役后的废放射源。

## (4) 后装机换源过程介绍

我院购买的后装治疗设备首次导源由厂家负责。后期源的购买由医院申购，导源仍然由厂家后装机工程师负责，退役源由厂家回收处置。

我院报四川省生态环境厅备案后购买。铱源的生产、运输都由厂家负责。每次申购铱源后由厂家运输至后装机房。当厂家工程师导源完毕后，将旧源回

收。

### (5) 医护人员和病人路径分析

医护人员路径：从控制室通过后装机房防护门经迷路进入后装机房，指导病人摆位、安装输源管和施源器后沿原路返回控制室。

病人路径：从候诊区通过后装机房防护门经迷路进入后装机房接受治疗，治疗完成后离开后装机房。

本项目后装机人流、物流图见图 2-6。

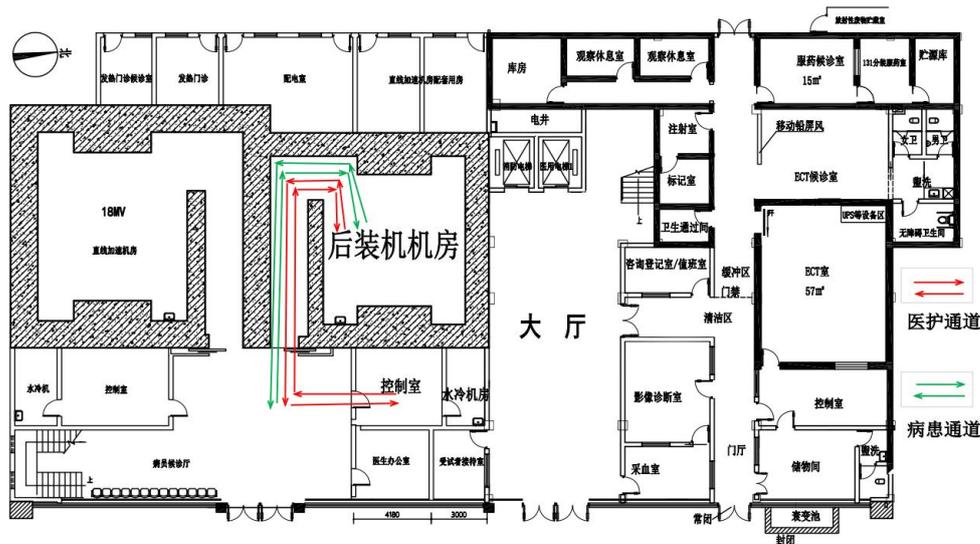


图2-6 本项目后装机房人流、物流路径图

## 2.15 运营期污染源项描述

### 2.15.1 本项目 DSA 运行期产生的影响如下所述：

#### (1) 电离辐射

DSA 在开机状态下主要辐射为 X 射线，不开机状态不产生 X 射线。

#### (2) 废气

DSA 在曝光过程中臭氧产生量很小，经新风系统处理后，通过通排风管道引至 DSA 机房 2 外排放，室外大气扩散条件良好，产生的  $O_3$  气体经自然分解和稀释后，对周围大气环境的影响较小对环境影响较小。

#### (3) 噪声

本项目噪声源主要为空调噪声，所有设备选用低噪声设备，噪声源强不大于 65dB (A) 且均处于室内，通过建筑墙体隔声和距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界噪声标准》(GB12348-2008) 2 类标准要求。

#### (4) 废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院污水处理站，处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表2预处理标准后排入市政管网。

#### (5) 固体废物

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 2000kg。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医废间，为减少恶臭气体及病原体的产生，要求医疗废物日产日清，交由资质单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

#### (6) 造影剂的存储、泄露风险

造影剂是介入放射学操作中最常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。在使用造影剂前由药剂师进行剂量核算后护士取药，医生用高压注射器按照血液流速注入病人血管内，在 X 射线的照射下达到血管造影的目的，最后由泌尿系统排除体外。医院未使用完和过期的造影剂作为医疗废物进行处理。造影剂不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄露风险。

### 2.15.2 本项目后装机运行期产生的影响如下所述：

#### (1) 电离辐射

本项目后装机在放射治疗过程中产生的 $\beta$ 、 $\gamma$ 射线，项目拟使用 1 枚  $^{192}\text{Ir}$  密封放射源，初始活度为  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ 。 $^{192}\text{Ir}$  衰变时产生 $\beta$ 、 $\gamma$ 射线，因此，在送源、回源及密封源在病灶位置照射时 $\beta$ 、 $\gamma$ 射线会对周围环境造成一定程度的辐射影响。当放射源衰变至其活度不能满足放射治疗要求时，将更换放射源，从而产生退役的废放射源。

## (2) 废气

后装机所用放射源 $\gamma$ 射线与空气中的氧气相互作用产生少量氮氧化物( $\text{NO}_x$ )和臭氧( $\text{O}_3$ ), 相比之下臭氧的产额高, 臭氧危害性较氮氧化物大, 氮氧化物的影响可忽略。

## (3) 废水

本项目工作场所不产生医疗废水。在工作中产生的少量生活污水依托医院污水处理站处理达标后排入市政污水管网, 最终排入污水厂处理。

## (4) 固体废弃物

本项目后装机工作过程中不产生固体废物。工作人员工作中会产生少量的生活垃圾和办公垃圾, 依托医院的垃圾收集系统统一交由市政环卫部门清理。

## (5) 噪声

本项目主要为风机和空调产生的噪声, 所有设备选用低噪声设备, 噪声源强均不大于 65dB (A), 均处于室内, 通过建筑墙体隔声及距离衰减后经距离衰减, 运行期间厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》

(GB12348-2008) 2 类标准要求。

**表三 辐射安全与防护设（措）施**

**3.1 本项目 DSA 辐射安全与防护措施**

**（一）辐射屏蔽措施**

根据环评资料，对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录表C.4和表C.7，结合硫酸钡水泥砂浆的检测报告，20mm厚的硫酸钡水泥约合1.58mmPb。机房2实体防护设施铅当量折合估算见表3-1；参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），根据最大工况下管电压和不同屏蔽体材料铅当量厚度，本项目DSA机房2与标准屏蔽措施对照，具体见表3-2。（本项目下方无地下室，故不考虑地面辐射屏蔽防护）

本项目实体防护折合铅当量计算见表 3-1：

**表 3-1 本项目 DSA 机房 2 的实体防护折合铅当量计算表**

DSA 机房 2	实体结构	折合铅当量	总计
四周墙体	四周墙体均采用 240mm 厚实心砖墙+1.58mm 铅当量硫酸钡砂浆	>2.5mmPb+1.58mmPb	>4mmPb
屏蔽门	3mmPb	3mmPb	3mmPb
观察窗	3mmPb	3mmPb	3mmPb
屋顶	100mm 厚钢筋混凝土楼板+40mm 厚硫酸钡砂浆	>1mmPb+3.16mmPb	>4mmPb

注：混凝土密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>，铅玻璃密度为 3.1g/cm<sup>3</sup>，实心砖密度为 1.65g/cm<sup>3</sup>

本项目 DSA 机房 2 实体防护与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对照见下表：

**表 3-2 本项目 DSA 机房 2 的实体防护设施对照表**

房间	面积	四周墙体	屏蔽门	观察窗	屋顶
DSA 机房 2	41.21m <sup>2</sup> (最小单边长度 4.2m)	四周墙体均采用 240mm 厚实心砖墙+1.58mm 铅当量硫酸钡砂浆 (>4mm 铅当量)	3mm 铅当量	3mm 铅当量	100mm 厚钢筋混凝土楼板+40mm 厚硫酸钡砂浆 (>4mm 铅当量)
放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积 20m <sup>2</sup> ，最小单边长度 3.5m	2mm 铅当量	2mm 铅当量	2mm 铅当量	2mm 铅当量
备注	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

## (二) 辐射防治措施

### 1、DSA 固有安全性

#### 本项目 DSA 已采取如下技术措施：

①采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软X射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在X射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以消除软X射线以及减少二次散射，优化有用X射线谱。设备提供适应不同应用时所选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒25帧、12.5帧、6帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LIH）。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。

⑤配备相应的表征剂量指示装置：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。

⑥配备辅助防护设施：DSA配备床下铅帘（0.5mmPb）和悬吊铅帘（0.5mmPb）、铅屏风等辅助防护用品与设施，则在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

⑦正常情况下，必须按规定程序并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“紧急止动”按钮，一旦发生异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

### 2、辐射工作场所防治措施

①DSA机房2采取了屏蔽措施。

②DSA机房2防护门外设有电离辐射警示标志和工作指示灯箱。

③配有铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜等防护措施。

④门灯联锁：DSA机房2防护门外顶部设置工作状态指示灯箱。防护灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

⑤紧急止动装置：控制台上、手术床旁设置紧急止动按钮。DSA系统的X射线系统出束过程中，一旦出现异常，按下任意一个紧急止动按钮，均可停止X射

线系统出束。

### 3、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

#### 1) 辐射工作人员

为减少辐射工作人员的照射剂量，防护X射线的主要方法有屏蔽防护、时间防护和距离防护，三种防护联合运用、合理调节。

##### ①距离防护

DSA机房2严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在DSA机房2的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

##### ②时间防护

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

③缩小照射野：在不影响操作的前提下尽量缩小照射野。

④缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线。

⑤充分利用各种防护器材：

a.介入手术中DSA机房2内操作者穿铅衣、铅眼镜、铅围脖、铅手套（防护厚度均为0.5mm铅当量）；

b.使用床下铅帘及悬吊铅帘（防护厚度均为0.5mm铅当量）。

⑥在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

⑦个人剂量监测

辐射工作人员均应配备有个人剂量计，并要求在上班期间必须佩戴。对于进行介入治疗的辐射工作人员，建议采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计(如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等)，铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面，并将有标签的一面朝外。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) 受检者或患者的安全防护

医院应配有三角巾、铅围脖（防护铅当量应不低于0.5mm），用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。另外，在不影响工作质量的前提下，保持与射线装置尽可能大的距离。

### 3) DSA机房2周边公众的安全防护

周边公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和地板楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在DSA机房2门外张贴电离辐射警告标志和工作状态指示灯箱，禁止无关人员进入，以增加公众与射线装置之间的防护距离，避免受到不必要的照射。

## 3.2 本项目后装机机房的安全与防护措施

### 1、后装机房实体防护

表 3-3 后装机房实体防护设施表

场所名称	辐射防护设计情况
后装机机房	四周墙体、迷路和顶部均为钢筋混凝土结构，其南部设有“L”型迷路，迷路内墙厚为 850mm、外墙厚为 1500mm，西部、东部主屏蔽墙均厚 2300mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，顶部主屏蔽墙厚 2600mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，防护门为 8mm 铅当量单扇电动感应门。

备注：表中材料混凝土的密度为 2.35t/m<sup>3</sup>，铅的密度为 11.3t/m<sup>3</sup>，屏蔽门使用铅防护门。

### 2、通风系统

后装机房排风系统（延用未投入使用的直线加速器机房排风系统）采用全新风直流式送风形式。机房设有两个排气筒，通排风管道设置在机房门上方并采用从地下“U”型穿墙连接至西侧通风机后输送至楼顶（7F，距地面约 28m 处）排放，进排风管道均采用镀锌钢管道。后装机房每小时换气约 13 次，排风量约 3000m<sup>3</sup>/h。本项目产生的臭氧通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准（0.20mg/m<sup>3</sup>）要求。

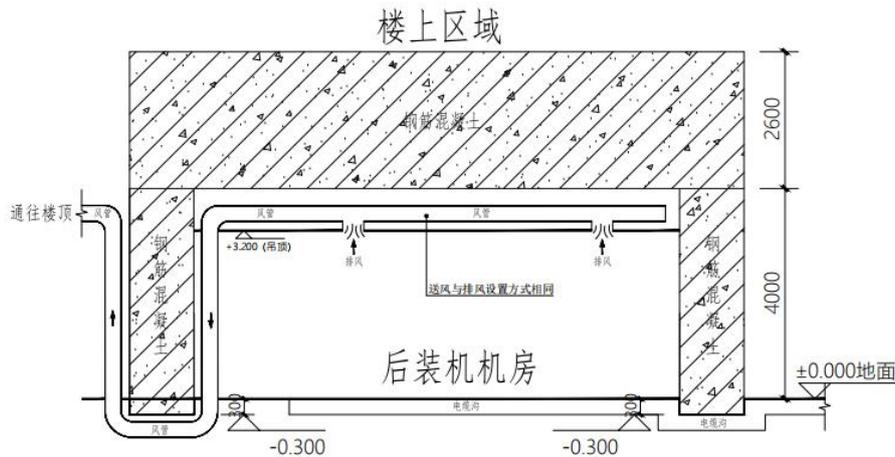


图3-1 风管电缆穿墙示意图

本项目不在主屏蔽墙处设穿墙管线，不影响墙体屏蔽效果，电缆沟及送排风管线均以地理形式穿出机房，出束期间 X 射线经管道多重折射、吸收和削减后辐射能量急剧下降，射线通过管道外漏的影响可忽略不计。

### 3、安全防护设施和措施要求

#### (1) 除墙体和防护门外，具有以下辐射防护措施：

- a. 隔室操作：本项目后装机控制室与机房之间以墙体隔开。
- b. 后装机机房门入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；配备有停电或意外中断照射时声光报警。
- c. 施源器与源连锁：施源器连接好后，才能出源治疗。
- d. 有门-机/源/剂量连锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置，后装机应设有断电自动回源措施，如果超出控制剂量范围，防护门会自动打开便于机房内人员逃离事故现场。
- e. 控制台上放射源位置显示，并与治疗机上显示同步；控制台紧急停止照射按钮；控制台上防止工作人员操作的锁定开关；仿真源模拟运行系统。
- f. 后装机房配备有电视监控对讲装置，控制室能通过电视监控观察机房内患者治疗的情况，并通过对讲机与机房内患者沟通。机房内墙体交叉口、迷路口处应安装有监控装置，确保机房内监控全覆盖；后装机房内应设有固定式剂量监测仪；辐射工作人员每人佩戴个人剂量计和预定剂量率阈值自动报警仪。

g.后装机机房内有紧急回源开关；放射源返回储源器的应急开关；管道遇堵自动回源装置；手动回源装置；停电或意外中断照射时自动回源装置。

h.后装机机房室内紧急开门装置及手动开门装置，防护门应设置防夹伤功能。

i.后装机机房迷路出入口及防护门内侧、四周墙壁均应设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。

j.后装机机房内应配备合适的应急贮源容器和长柄镊子等应急工具。

k.后装机机房应配置手动开门装置。

### **(2) 后装机固有安全措施**

本项目  $^{192}\text{Ir}$  后装机贮源装置设置了铅屏蔽体，铅屏蔽体外为特制的防护钢壳，不易损坏。机器本身设有如下安全保护措施：

①内置检测器验证源每次进出的完整性：采用固定治疗方式驱动装置、步进治疗方式驱动装置，在控制源辫的运动中，同时备有闭环检测的轴编码器监控工作电机的运动状态，另设置通道检测光电编码器、出源检测光电开关、源辫到位碰撞开关，通过后装治疗控制程序的控制，保证源每次进出的完整性。

②导管未被正确连接时，放射源不能送出：在正式治疗前，系统通过通道检测光电编码器、施源器导管接头检测光电开关，检查各放射源导管的连接情况，未按治疗参数文件要求连接施源器导管时，放射源不能送出。

### **(3) 放射源的贮存及处理**

①放射源的贮存：放射源在非使用期间贮存在后装治疗机储源容器内，储源器位于后装机房内。同时在后装机房内配置 1 个备用应急贮源罐，用于非正常状况下放射源的贮存。

②后装机房不得存放易燃、易爆物品，配备专门的灭火器材。一旦发生火灾，应优先对放射源进行灭火并抢离火灾现场，防止放射源屏蔽体破坏，防止放射源失控。

③放射源的实体保卫：后装机房的防护门应具有防盗功能，并实施“双人双锁”管理。在后装机房的防护门外的适当位置安装实时摄像装置，由医院保安人员 24h 视频监控以防放射源被盗。

④换源、倒源：由放射源生产厂家或有相应辐射安全资质单位负责。放射源生产厂家派专车、专业技术人员将新的放射源运到现场。在后装机房内将储源器内的废旧放射源倒出并装入新的放射源。换源应通过专用换源导管，以免误操作造成卡源。换源、倒源过程中应加强放射源的安全保卫工作。

⑤废旧放射源处理：由放射源生产厂家负责。放射源生产厂家的专业技术员在后装机房内将储源器内的废旧放射源倒出之后，装入铅罐并运回，按废旧源处理规定进行相应处理；若放射源生产厂家无法回收废源，则应联系有收贮废旧放射源辐射安全许可证的单位现场收贮。

### 3.3 其他辐射安全与防护措施

#### 源项控制：

DSA：本项目 DSA 设备购置于正规厂家，有用线束内杂散辐射和泄漏辐射不会超过《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的限值。

后装机：本项目后装机购置于正规厂家，储源装置本身设置了铅屏蔽层，储源装置周围剂量不会超过《后装 $\gamma$ 源近距离治疗放射防护要求》（GBZ 121-2017）规定的限值。

### 3.4 辐射安全防护设施对照分析

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）对II类医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 3-4：

表 3-4 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	规定的措施	应增加的措施	落实情况
DSA			
场所 设施	观察窗屏蔽	2 扇铅窗，为 3mm 铅当量	已落实
	DSA 机房 2 防护门	3 扇铅门，均为 3mm 铅当量	已落实
	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	已落实
	通风设施	新风系统 1 套	已落实
	紧急停机按钮	设备自带	已落实
	门灯连锁	需配备	已落实
	对讲系统	需配备	已落实
	电离辐射警告标志	需配备	已落实

	机器工作状态指示灯箱	需配备	已落实
监测设备	便携式辐射监测仪	利旧	已落实
	个人剂量计	利旧	已落实
	个人剂量报警仪	利旧	已落实
防护器材	医护人员个人防护	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	已落实
	患者防护	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	已落实
<b>后装治疗机</b>			
装置安全设施	四周墙体+迷路+屋顶屏蔽	延用直线加速器机房 1	已落实
	后装机机房铅防护门	延用直线加速器机房 1	已落实
	防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带	已落实
	施源器与源联锁	设备自带	已落实
	管道遇堵自动回源	设备自带	已落实
	仿真源模拟运行系统	设备自带	已落实
	主机外表电离辐射警示标志	设备自带	已落实
	控制台显示放射源位置	设备自带	已落实
	控制台紧急停止照射按钮	设备自带	已落实
	停电或意外中断照射时自动回源装置	设备自带	已落实
	手动回源装置	设备自带	已落实
	手动开门装置、防盗门窗	已设计	已落实
	<sup>192</sup> Ir 源专用贮存柜	设备自带	已落实
	通风系统	已设计	已落实
储源罐和长柄镊子	已设计	已落实	
应急、联锁	放射源返回储源器的应急开关	已设计	已落实，机房内非主射面墙上有按钮，高度 1.2m
	机房门与源联锁	已设计	已落实
	有中文标识的紧急开门按钮、手动开门装置	已设计	已落实，迷路出口处的铅门内侧墙上，按钮高度 1.2m
警示装置	停电或意外中断照射时声光报警	已设计	已落实
	机房电视监控对讲装置	已设计	已落实，保证机房全覆盖
	电离辐射警示标志和工作状态指示灯	已设计	已落实
监测设备	便携式辐射监测仪	利旧	已落实
	机房门与固定式辐射剂量监测仪联锁（门-剂量联锁）装置	计划配备	已落实，迷路出口处的内墙上

后装机放射源在线监控系统	计划配备	已落实
个人剂量报警仪	计划配备	已落实
个人剂量计	计划配备	已落实

### 3.5 辐射工作区域分区管理

我院为了便于加强管理，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，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区。

**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证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）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。监督区范围内应尽量限制无关人员进入。

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，将辐射工作场所划分为控制区，而设备的控制室（控制室）及其它相关工作场所等均划为监督区。在监督区外张贴电离辐射标志以警示。项目控制区和监督区划分情况见表 3-5。

**表 3-5 本项目控制区和监督区划分情况**

项目名称	控制区	监督区
DSA	DSA 机房 2 实体屏蔽内	控制室、缓冲间、设备间、医护更衣室、医疗废物通道门前 1m 区域
后装机	后装机机房实体屏蔽及迷路内	控制室、库房

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。



图 3-2 本项目 DSA 机房 2 两区划分示意图

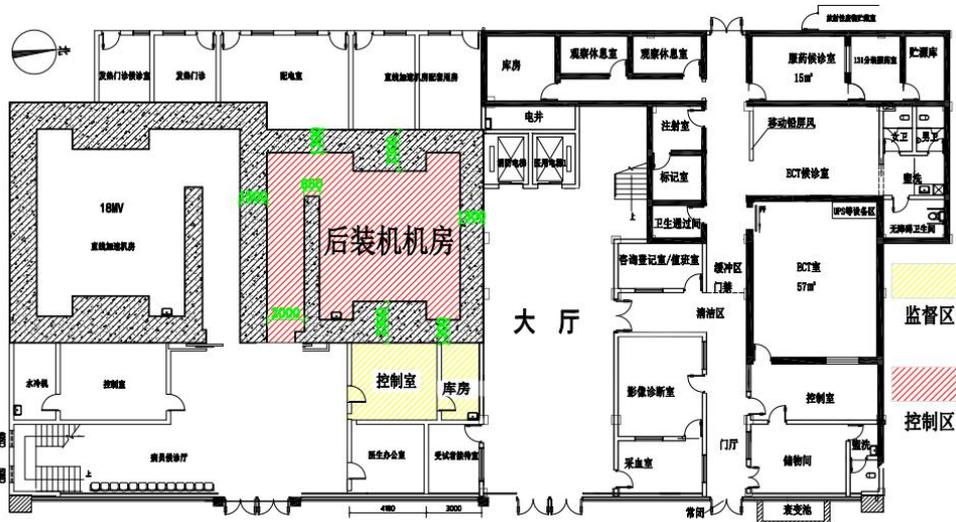


图 3-3 本项目后装机机房两区划分示意图

### 3.6 辐射安全与环境保护管理机构的设置

我院已成立辐射安全管理领导小组（自四医办发〔2021〕41号），负责全院的辐射安全管理工作。

辐射安全管理领导小组的人员组成为：

组 长：邱桂刚

副组长：何昌国 廖学琴

组 员：董巍巍 钟为兵 王晓朦 周 杨 邓利权

罗 敏 姜 萍 缪继东 尤 玮 汪 毅 黄 勇

领导小组下设办公室，设在医务科，办公室主任由医务科副科长董巍巍兼任，专（兼）职负责办理领导小组的决议，具体职责如下：

1.定期召开领导会议，商议并解决放射防护与质量控制相关问题。

2.认真学习和贯彻执行《放射诊疗管理规定》，指导和督导医院加强放射诊疗工作的管理，保证医疗质量和医疗安全，保障放射诊疗工作人员、患者和公众的健康权益。

3.建立和健全放射诊疗和放射防护管理制度，保证放射防护、安全与放射诊疗质量符合有关规定、标准和规范的要求。

4.组织医院放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查。

5.制定放射事件应急处理预案，并组织演练。

6.将放射防护纳入医疗质量考核的内容，定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查。

7.辐射工作场所安全设施设备的定期维护管理，并严格执行日常维护工作。

8.定期对辐射工作人员个人剂量档案进行监督检查，发现个人剂量异常进行调查和处置。

### 3.7 辐射工作人员配置

#### 1、辐射工作岗位人员配置和能力现状

①人员配置：医院辐射工作人员配置情况：本项目 DSA 机房 2 已配置 18 名辐射工作人员均为原有辐射工作人员，今后医院可根据开展项目的实际情况做适当调整；本项目汇东医院后装机机房已配置 5 名辐射工作人员，均为原有辐射工作人员。本项目投用后，本项目辐射工作人员不再从事其他辐射类工作，因此，不存在剂量叠加。今后医院可根据开展项目的实际情况做适当调整，医院可根据设备数量，承担诊疗、科研任务，开展的项目和工作量等实际情况适当增减人员编制。

②射线装置操作人员均取得了射线装置操作证书，熟悉专业技术。

③我院定期委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量进行检测，且应建立辐射工作人员个人剂量档案管理。

#### 2、辐射工作人员能力培养方面已从以下几个方面加强

①我院应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加

辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

②个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

③正确佩戴个人剂量计，采用双剂量计监测方法（在铅围裙内躯干上再佩戴另一个剂量计），且宜在身体可能受到较大照射的部位佩戴局部剂量计（如头箍剂量计、腕部剂量计、指环剂量计等）。铅衣外剂量计一般佩戴在左胸前或衣领前面，并将有标签的一面朝外，穿戴铅围裙时，应戴在铅围裙里面。

### 3.8 报废射线装置处理

我院射线装置在报废前必须做去功能化处理，应采取去功能化的措施（如拆除电源或拆除高压零部件），确保装置无法再次通电使用，并上报到生态环境主管部门作备案登记。

### 3.9 辐射安全档案资料管理和规章制度

根据原四川省环境保护厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，我院已制定辐射安全规章制度，具体见表 3-6。

表 3-6 本项目辐射安全管理制度

序号	辐射安全管理制度名称	落实情况
1	辐射防护安全责任制	已落实
2	辐射工作人员岗位职责	已落实
3	辐射工作场所安全管理要求	已落实
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	已落实
5	放射源与射线装置台账管理制度	已落实
6	场所分区管理规定	已落实
7	放射源管理规定	已落实
8	定期剂量检测和剂量仪的校准制度	已落实
9	辐射工作人员培训计划	已落实
10	辐射工作设备操作规程	已落实
11	辐射工作人员个人剂量管理制度	已落实
12	辐射事故处理、应急处置规章制度	已落实
13	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	已落实
14	质量保证大纲和质量控制检测计划	已落实

### 3.10 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

#### 一、工作场所监测

1、年度监测：我院已委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

2、日常自我监测：我院会定期自行监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期自行监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为1次/月。

#### 二、个人剂量检测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，个人剂量检测频率为1次/季度。

医院应按以下要求做好个人剂量档案的管理：

（1）医院应于每季度将个人剂量计交由有资质的检测部门进行检测。对于每季度检测数值超过1.25mSv的，医院要及时进行干预，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认，采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人剂量检测数值超过5mSv，医院应当立即暂停该辐射工作人员继续从事放射诊疗作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后上报《辐射安全许可证》发证机关；当单年个人累积剂量检测数值超过50mSv，应立即采取措施，开展调查处理并报告辐射安全许可证发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

（2）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并在每年1月31日前提交给发证机关。

（3）根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），就本项目而言，辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前；对于工作中穿戴铅衣（如放射科操作）的情况，通常应根据佩带在铅衣里面躯干

上的剂量计估算工作人员的实际有效剂量，当受照剂量可能超过调查水平时（如介入操作），则还需要在铅衣外面另外佩戴一个剂量计，以估算人体未被屏蔽部分的剂量；

（4）辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。医院应当将辐射工作人员的个人剂量档案终生保存。

据调查，医院委托了有检测资质的公司开展个人剂量计的检测，佩戴周期为2020年四季度至2021年三季度连续四个季度个人剂量检测报告，辐射工作人员年剂量值均未超过5mSv，且无单季度个人剂量超过1.25mSv的情况，符合管理要求。

医院应进一步加强个人剂量管理，加强人员的培训指导，并随时对个人剂量进行监控，对遗失个人剂量计的职业人员采取相应的处理措施。若医院未查找到个人剂量超过1.25mSv的原因，应将个人剂量计委托第三方进行校正检测。

### 三、监测内容和要求

（1）监测内容：X-γ空气吸收剂量率。

（2）监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表2-7）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 2-7 工作场所监测计划

场所名称	监测项目	监测周期	监测点位
DSA 机房 2	X-γ空气吸收剂量率	委托有资质的单位监测，频率为1次/年；定期自行开展辐射监测	铅窗、控制室、设备间等配套房间、DSA 机房 2 四周屏蔽墙外、门缝等。
后装机	γ射线		墙体四周外侧、操作人员操作位、防护门外、迷路内墙外、机房正上方和正下方

（3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境

（4）监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度。

此外，医院需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

### **3.11 三废治理能力分析**

#### **1、废水治理措施**

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水。生活污水及医疗废水经医院污水处理站，处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表2预处理标准后排入市政管网。

#### **2、废气治理措施**

DSA 机房2采用新风系统进行换气，换气次数每小时不小于4次，排风量约400m<sup>3</sup>/h，室内产生的臭氧由机房顶部的强制排风扇排出至屋顶（1F，距地面约4m处），本项目DSA产生的臭氧通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准（0.20mg/m<sup>3</sup>）要求。

#### **3、固体废物治理措施**

①本项目DSA采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约2kg的医疗废物，每年固体废物产生量约为2000kg。这些医疗废物经分类收集打包好后暂存于医废间，为减少恶臭气体及病原体的产生，要求医疗废物日产日清，交由资质单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，为防止蚊蝇滋生，要求生活垃圾暂存间日产日清，交由环卫部门清运处理。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

#### **4、废源处理措施**

废旧放射源应按法律法规要求返回放射源生产厂家或原出口方，确定无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交有相应资质的单位收贮，并承担相关费用。

**表四 环评报告表及批复落实情况**

**4.1 环境影响报告表评价结论及落实情况**

**4.1.1 环境影响报告表评价结论：**

《自贡市第四人民医院新增数字减影血管造影装置（DSA）及后装机应用项目环境影响报告表》中结论如下：

在坚持“三同时”的原则，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，本评价认为在四川省自贡市自流井区檀木林街 19 号自贡市第四人民医院檀木林院本部放射科一层南侧改建一间 DSA 机房 2 内使用 1 台 DSA、在四川省自贡市自流井区丹桂大街 400 号自贡市第四人民医院汇东医院综合楼一层西南侧改建一间后装机机房内使用 1 台 <sup>192</sup>Ir 后装机，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

**4.1.2 环评报告表中环境保护措施落实情况**

《自贡市第四人民医院新增数字减影血管造影装置（DSA）及后装机应用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 环评报告表中环境保护措施落实情况一览表**

项目	环评和设计环保措施	实际建设环保措施	是否落实
主体工程 辐射屏蔽 措施	本项目 DSA 机房 2 四周墙体均采用 240mm 厚实心砖墙（原有）+内层 20mm 厚硫酸钡砂浆（新增），屋顶为 100mm 厚钢筋混凝土楼板（原有）+外层 40mm 厚硫酸钡砂浆（顶楼为不可上人屋面）地面为实土层，新增的 2 扇铅玻璃观察窗及 3 扇防护铅门均厚 3mmPb； 本项目后装机房四周墙体、迷路和顶部均为钢筋混凝土结构，其南部设有“L”型迷路，迷路内墙厚为 850mm、外墙厚为 1500mm，西部、东部主屏蔽墙均厚 2300mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，顶部主屏蔽墙厚 2600mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，北部屏蔽墙厚 1300mm，防护门为 8mm 铅当量单扇电动感应门。	本项目已建成 DSA 机房 2 四周墙体均采用 240mm 厚实心砖墙（原有）+内层 20mm 厚硫酸钡砂浆（新增），屋顶为 100mm 厚钢筋混凝土楼板（原有）+外层 40mm 厚硫酸钡砂浆（顶楼为不可上人屋面），地面为实土层，新增的 2 扇铅玻璃观察窗及 3 扇防护铅门均厚 3mmPb； 本项目已建成后装机房四周墙体、迷路和顶部均为钢筋混凝土结构，其南部设有“L”型迷路，迷路内墙厚为 850mm、外墙厚为 1500mm，西部、东部主屏蔽墙均厚 2300mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，顶部主屏蔽墙厚 2600mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，北部屏蔽墙厚 1300mm，防护门为 8mm 铅当量单扇电动感应门。	是
通排风 系统	新风系统	已在 DSA 机房 2 及后装机房内安装排风系统。	是

警示、安全装置	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 1 副	设备自带	是	
	床侧防护帘/床侧防护屏 1 副	设备自带	是	
	对讲装置各 1 套	已安装对讲装置各 1 套	是	
	电离辐射警告标志各 1 套	已张贴电离辐射警告标志各 1 套	是	
	工作状态指示灯各 1 个	已安装工作状态指示灯各 1 个	是	
	门灯联锁装置各 1 套	已安装门灯联锁装置各 1 套	是	
	紧急制动装置各 1 套	已安装紧急制动装置各 1 套	是	
	停电或意外中断照射时声光报警 1 个	已安装停电或意外中断照射时声光报警 1 个	是	
	机房电视监控对讲装置 1 套	已安装机房电视监控对讲装置 1 套	是	
	手动开门装置、防盗门窗 1 套	已安装手动开门装置、防盗门窗 1 套	是	
	机房门与源联锁 1 套	已安装机房门与源联锁 1 套	是	
	放射源返回储源器的应急开关 1 套	已安装放射源返回储源器的应急开关 1 套	是	
监测设备	个人剂量计 5 套	已配置个人剂量计 5 套	是	
	个人剂量报警仪 5 个	已购买个人剂量报警仪 5 个	是	
	便携式辐射剂量监测仪 1 台	已配置便携式 X-γ 辐射监测仪 1 台	是	
	后装机机房内固定式剂量监测仪 1 台	已配置后装机机房内固定式剂量监测仪 1 台		
个人辐射防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等	已配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等	是	
其他	“四个规章制度”上墙	“四个规章制度”（辐射安全管理规定、辐射工作设备操作规程、辐射工作人员岗位职责、辐射事故应急预案）已上墙	是	
综合管理	辐射安全与防护培训	医院从事辐射活动的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核，均需持证上岗。	我院已明确“所有从事放射诊疗类的工作人员和管理人员，自觉进行辐射安全与防护专业知识的学习。培训合格证书超过 5 年的辐射工作人员，需到 <a href="http://fushe.mee.gov.cn">fushe.mee.gov.cn</a> 培训平台再学习和考核”的相关内容	是
	个人剂量管理	个人剂量档案，单季度个人剂量不得超过 1.25mSv。	个人剂量管理制度中，我院建立了个人剂量档案，单季度个人剂量不得超过 1.25mSv 的相关规定，如果超过医院立即启动调查程序，须由当事人签字确认。	是

规章制度	<p>辐射安全管理规定、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射工作设备操作规程、辐射工作人员岗位职责、监测仪表使用与校验管理制度、射线装置台帐管理制度、质量保证大纲和质量控制检测计划、辐射安全防护设施维护与维修制度、辐射工人员培训制度、辐射工作场所和环境辐射水平监测方案、辐射事故应急预案。</p>	<p>我院已经制定了辐射安全管理规定、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射工作设备操作规程、辐射工作人员岗位职责、监测仪表使用与校验管理制度、射线装置台帐管理制度、质量保证大纲和质量控制检测计划、辐射安全防护设施维护与维修制度、辐射工人员培训制度、辐射工作场所和环境辐射水平监测方案、辐射事故应急预案。</p>	是
------	---	--	---

由表 4-1 可知，在环评报告中提出的各项环保措施均已落实到位。

## 4.2 环境影响报告表批复及落实情况

### 4.2.1 环境影响评价报告表批复结论

自环审批〔2022〕9号文批复：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，我局同意报告表结论，你院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。

### 4.2.2 项目建设中环评报告表批复要求落实情况

表 4-2 项目建设中环评报告表批复要求落实情况一览表

项目建设中环评批复要求	项目建设中环评批复要求执行情况
你院应依法完备项目建设其他行政许可相关手续	我院已依法办理了项目建设其他行政许可相关手续，目前已建设完成。
加强施工期的环境保护工作，严格按照报告中提出的有关要求，落实环保投资，落实各项辐射环境安全防护及污染防治措施，避免发生施工期环境扰民事件。	我院在施工建设期间做好了环境保护工作，并严格按照了报告中提出的有关要求，落实了环保投资，落实了各项辐射环境安全防护及污染防治措施，未造成施工期环境扰民投诉事件。
应确保辐射工作场所墙体、门窗、屋顶和操作位局部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。	我院建成的辐射工作场所墙体、门窗、屋顶和操作位局部屏蔽能力满足屏蔽防护要求，各项辐射防护与安全措施也满足了相关的规定和要求。
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，及时更新射线装置的台帐等各项档案资料。	我院已完善了全院核与辐射安全管理各项规章制度，将新增项目内容纳入全院辐射环境安全管理中，并承诺及时更新射线装置台帐等各项档案资料。

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。	我院已配备了相应的辐射监测设备和辐射防护用品，并制定了新增辐射工作场所的监测计划。
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。	我院承诺将新增辐射从业人员积极参加辐射安全和防护知识的培训，通过考核后持证上岗。

由表 4-2 可知，环评报告表批复中提出的项目建设中的各项工作要求，我院均已严格落实，无遗留问题。

#### 4.2.3 项目运行中环评报告表批复要求落实情况

表 4-3 项目运行中环评报告表批复要求落实情况一览表

项目运行中环评批复要求	项目运行中环评批复要求执行情况
项目运行必须严格按照国家和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0.1 mSv/年。	我院承诺项目运行时严格按照国家和省有关标准和规定实施。全院辐射职业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 0.1 mSv/年。
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。	我院已加强辐射工作场所的管理，将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。
按照制定的监测计划，每年委托有资质单位开展辐射环境监测，同时定期开展自我监测，并记录备查。	我院已严格按照医院制定的监测计划，每年将委托有资质单位开展辐射环境监测，同时定期开展自我监测，并将记录备查。
依法对辐射工作人员进行个人剂量监测，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，有关情况及时报告发证机关。	我院承诺依法对辐射工作人员进行个人剂量监测，加强对从事介入治疗的医护人员的辐射防护和剂量管理，已建立辐射工作人员的个人剂量档案。若个人剂量监测结果超过 1.25mSv/季的时，采取措施，确保个人剂量安全；若发现个人剂量监测结果异常（>5mSv/年）立即组织调查并采取相应措施，并将有关情况及时报告给生态环境主管部门。
严格落实《四川省环境保护厅关于印发〈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。	我院已严格落实《四川省环境保护厅关于印发〈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>你院应当按照《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《四川省环境保护厅办公室 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 日前上报发证机关。</p>	<p>我院承诺会按照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 日前上传到“全国核技术利用辐射安全申报系统”和发证机关。</p>
<p>项目运行中产生的医疗废物务必按相关法规规范暂存、转移和处置</p>	<p>我院承诺项目运行中产生的医疗废物会按相关法规规范暂存、转移和处置，不会对环境造成影响。</p>
<p>你院对射线装置实施报废处置时，应当对射线装置去功能化，过程拍照存档备查，放射源报废的，要严格按照国家法律法规委托有资质单位收贮，并完成备案工作。</p>	<p>我院承诺院对射线装置实施报废处置时，应当对射线装置去功能化，全过程回拍照摄像存档备查，放射源报废的，严格按照国家法律法规已委托有资质单位收贮，并完成备案工作，不会对环境造成影响。</p>

由表 4-3 可知，环评报告表批复中提出的项目运行中的各项工作要求，我院均严格按照要求执行，各项措施均已落实到位。

## 表五 验收监测质量保证和质量控制

### 5.1 监测依据及方法来源

监测项目的监测依据、方法来源见表 5-1。

表 5-1 监测依据及方法来源

项目	监测依据	方法来源
环境 X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》	HJ 1157-2021
	《辐射环境监测技术规范》	HJ 61-2021
	《放射治疗辐射安全与防护要求》	HJ 1198-2021

### 5.2 监测仪器

本次测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门校准证书，并有良好的日常质量控制程序。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法。本次验收监测所使用的仪器情况见表 5-2。

表 5-2 监测所使用的仪器情况

监测项目	设备型号/编号	测量范围	检定/校准情况
环境 X-γ辐射剂量率	设备型号：AT1123 型 X-γ剂量率仪 设备编号：SCSY0162	50nSV/h~10Sv/h	校准证书编号： 校准字第202112000143号 校准日期：2021年12月1日 校准因子k <sub>1</sub> : 1.06 (80kV) 效率因子k <sub>2</sub> : 1
	设备型号：AT1123 型 X-γ剂量率仪 设备编号：SCSY0162	50nSV/h~10Sv/h	校准证书编号： 校准字第202112005946号 校准日期：2021年11月24日 校准因子f: 0.92

### 5.3 质量保证

本项目验收监测委托于四川世阳卫生技术服务有限公司，该公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数符合国家标准方法的要求，有有效的国家计量部门的检定/校准合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川世阳卫生技术服务有限公司质量管理体系：

#### 5.3.1 计量认证

从事监测的单位四川世阳卫生技术服务有限公司于 2021 年 6 月 30 日通过了

四川省市场监督管理局的计量认证，证书编号为：212303100114，有效期至 2027 年 6 月 29 日。

### **5.3.2 仪器设备管理**

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定/校准。

### **5.3.3 记录与报告**

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

## 表六 验收监测内容

### 6.1 监测内容及监测频次

表 6-1 监测内容及监测频次

监测内容	X-γ辐射空气吸收剂量率 (μSv/h)
监测频次	每个监测点在 DSA 机房 2 周围、楼上、敏感点及手术位共监测 24 个数据，同时监测环境本底值
	每个监测点在后装机机房周围、楼上、迷道内墙、候诊区、敏感点及操作位共监测 18 个数据

### 6.2 监测时间及环境条件

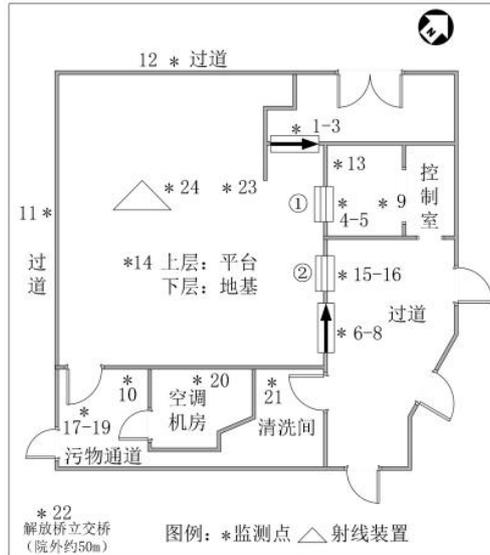
表 6-2 监测时间及环境条件

监测时间	2022 年 8 月 3 日	
环境条件	DSA 机房 2	天气：晴，温度（室外）：33.4℃，（室内）：26.1℃， 相对湿度：54.7%RH，气压：96.9kPa
	后装治疗机 机房	天气：晴，温度（室外）：36.7℃，（室内）：20.4℃， 相对湿度：54.9%RH，气压：96.9kPa

### 6.3 监测布点原则及监测点布置

#### 6.3.1 本项目 DSA 机房 2

本项目 DSA 在正常运行时，污染因子主要为曝光作业时产生的 X 射线，由此确定本项目监测因子为 X-γ辐射空气吸收剂量率。根据现场实际情况结合环评要求确定本次验收监测点位。X-γ辐射空气吸收剂量率监测点位主要包括：铅门、观察窗、工作人员操作位、控制室、过道、空调机房、清洗间、污物通道、敏感点及手术室正上方（平台）等。各个监测点位均为距离 DSA 手术室最近的区域，根据电离辐射剂量率随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况，点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图如下：

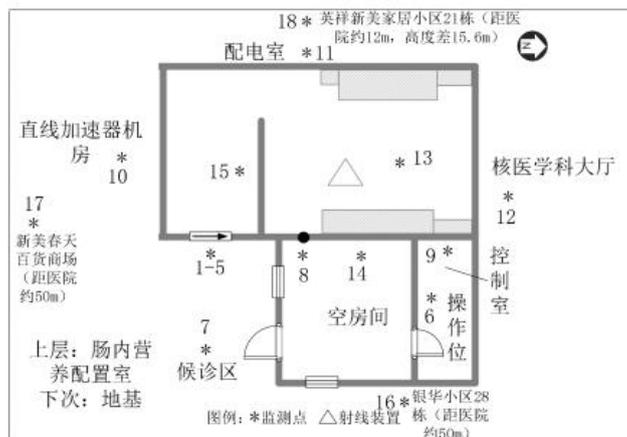


自贡市第四人民医院介入室 DSA2 监测点位图

图 6-1 本项目 DSA 机房 2 辐射环境监测布点示意图

### 6.3.2 本项目后装治疗机机房

本项目后装治疗机在正常运行时，污染因子主要为 $^{192}\text{Ir}$ 放射源衰变过程会发出的 $\beta$ 、 $\gamma$ 射线，由此确定本项目监测因子为 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率。根据现场实际情况结合环评要求确定本次验收监测点位。 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率监测点位主要包括：铅门、迷道、工作人员操作位、控制室、候诊区、南侧加速器机房、配电室、电缆孔、核医学科大厅、敏感点及正上方（肠内营养配置室）等。各个监测点位均为距离后装机机房最近的区域，根据电离辐射剂量率随着距离的增加而衰减的规律，以上监测布点能够科学的反映该射线装置工作场所周围的辐射水平及人员受照射情况，点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图如下：



自贡市第四人民医院后装治疗机房监测点位图

图6-2 本项目后装机机房辐射环境监测布点示意图

## 6.4 监测点位合理性分析

### 6.4.1 本项目 DSA 机房 2

根据本项目 DSA 机房 2 监测布点原则和环评报告监测要求，本项目本次验收共布置 24 个监测点位，点位合理性分析见下表 6-3。

表 6-3 DSA 监测点位合理性分析

点位	监测点位描述	环评要求 监测范围	合理性分析	备注
1	机房门外表面 30cm (下缝)	控制区手术室 铅门	机房门距离手术室屏蔽 体外 30cm 处	参照《放射诊 断放射防护 要求》 (GBZ130-2 020) 有关规 定, 本项目医 用射线装置 使用场所在 距离手术室 屏蔽体外表 面 30cm 外, 周围辐射剂 量率应满足: 控制目标值 不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。
2	机房门外表面 30cm (左缝)			
3	机房门外表面 30cm (右缝)			
4	观察窗①外表面 30cm (左缝)	监督区铅窗①	观察窗距离手术室屏蔽 体外 30cm 处	
5	观察窗①外表面 30cm (右缝)			
6	控制室门外表面 30cm (下缝)	控制区控制室铅门	控制室门距离手术室屏 蔽体外 30cm 处	
7	控制室门外表面 30cm (左缝)			
8	控制室门外表面 30cm (右缝)			
9	工作人员操作位	操作人员 操作位	工作人员操作位距离 DSA 手术室屏蔽体外 最近处	
10	东南墙外表面 30cm (污物通道)	监督区污物通道	污物通道距离手术室屏 蔽体外 30cm 处	
11	西南墙外表面 30cm (过道)	监督区过道	西南墙过道距离手术室 屏蔽体外 30cm 处	
12	西北墙外表面 30cm (过道)		西北墙过道距离手术室 屏蔽体外 30cm 处	
13	东北墙外表面 30cm (控制室)	监督区控制室	控制室距离手术室屏蔽 体外 30cm 处	
14	上层 (距地面 1m) (平台)	控制室区正上方	手术室正上方距离手术 室屏蔽体外最近处	
15	观察窗②外表面 30cm (左缝)	监督区铅窗②	观察窗距离手术室屏蔽 体外 30cm 处	
16	观察窗②外表面 30cm (右缝)			
17	污物通道门外表面 30cm (下缝)	监督区污物通道	污物通道门距离手术室 屏蔽体外 30cm 处	
18	污物通道门外表面 30cm (左缝)			
19	污物通道门外表面 30cm (右缝)			

20	东南墙外表面 30cm (空调机房)	监督区空调机房	空调机房距离手术室屏蔽体外 30cm 处
21	东南墙外表面 30cm (清洗间)	监督区清洗间	清洗间距离手术室屏蔽体外 30cm 处
22	解放桥立交桥	敏感点	敏感点距离手术室屏蔽体外最近处
23	手术室内第一术者位	控制区手术位	医生距离射线装置最近处
24	手术室内第二术者位		护士距离射线装置最近处

由表 6-3 可知，本项目 DSA 监测布点涵盖了环评要求的监测范围，且各监测点位能够体现出敏感点的代表性，故本次监测布点合理。

#### 6.4.2 本项目后装治疗机机房

根据本项目后装机机房监测布点原则和环评报告监测要求，本项目本次验收共布置 15 个监测点位，点位合理性分析见下表 6-4。

表 6-4 后装治疗机监测点位合理性分析

点位	监测点位描述	环评要求监测范围	合理性分析	备注
1	机房门外表面 30cm (上缝)	控制区手术室 铅门	机房门距离机房屏蔽体外 30cm 处	参照后装机工作场所边界周围剂量率控制水平根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198—2021)有关规定，治疗机房墙和入口门外、机房顶部关注点周围剂量当量率参考控制水平不大于 6.1.4 中 a)、b)、c) 所确定的周围剂量当量率参考控制水平。
2	机房门外表面 30cm (下缝)			
3	机房门外表面 30cm (左缝)			
4	机房门外表面 30cm (右缝)			
5	机房门外表面 30cm (中)			
6	工作人员操作位	操作人员操作位	工作人员操作位距离机房屏蔽体外最近处	
7	候诊区	患者候诊区域	候诊区域距离机房屏蔽体外最近处	
8	电缆孔外 30cm	监督区电缆孔	电缆孔距离机房屏蔽体外 30cm 处	
9	东南墙外表面 30cm (控制室)	监督区控制室	控制室距离机房屏蔽体外 30cm 处	
10	南墙外表面 30cm (直线加速器机房)	相邻房间	直线加速器机房距离手术室屏蔽体最近处	
11	西墙外表面 30cm (配电室)	相邻房间及公共区域	西南墙过道距离机房屏蔽体外 30cm 处	
12	北墙外表面 30cm (核医学科大厅)		西北墙过道距离机房屏蔽体外 30cm 处	
13	上层(距地面 1m) (肠内营养配置室)	控制室区正上方	机房正上方距离机房屏蔽体外最近处	

14	东墙外表面 30cm (空房间)	监督区机房相邻房间	空房间距离机房屏蔽体 最近处
15	迷道内墙	控制区域内迷道	迷道内墙距离射线装置 最近处
16	银华小区 28 栋	敏感点	敏感点距离机房屏蔽体 最近处
17	新美春天百货商场		
18	英祥新美家具小区 21 栋		

由表 6-4 可知，本项目后装治疗机监测布点涵盖了环评要求的监测范围，且各监测点位能够体现出敏感点的代表性，故本次监测布点合理。

## 表七 验收监测

### 7.1 监测工况

本项目 DSA 机房 2 的各项辐射防护措施均已按环评要求落实到位，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。本项目在檀木林院本部南侧放射科 DSA 机房 2 内使用 1 台 DSA 型号为 Azurion 7 M20，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下向上，属于 II 类射线装置，单台手术最长出束时间为 10min，年累计最大曝光时间约 117.5h（其中透视 112.5h，拍片 5h）；

本项目后装治疗机房的各项辐射防护措施均已按环评要求落实到位，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。本项目在汇东医院综合楼一层西南侧后装机机房内使用 1 台后装治疗机型号为 KL-HDR-C，预计年使用 2 枚  $^{192}\text{Ir}$  放射源，放射源活度  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ /枚，属于 III 类放射源，后装机年治疗人数约为 200 人次，平均每位患者的治疗照射时间为 30min，年出源时间约 100h；

我院为验证 DSA 和后装治疗机在手术过程中的屏蔽效果，邀请了第三方具有资质的辐射环境监测单位，对辐射工作场所进行了监测，监测条件为常用最大管电压和最大管电流，监测工况见表 7-1：

表 7-1 本项目监测工况一览表

装置名称	规格型号	使用场所		类别	监测参数	
数字减影血管造影机 (DSA)	UNIQ FD20	DSA 手术室		II类	拍片：85kV、100mA、0.2s	
					透视：83kV、11.5mA、6s	
装置名称	规格型号	放射源类别	使用场所	放射源种类	放射源出厂活度	放射源当前监测活度
后装治疗机	KL-HDR-C	III类	后装机房	$^{192}\text{Ir}$	0.37TBq	7.51Ci

## 7.2 验收监测结果:

### 7.2.1 本项目 DSA 验收监测结果

监测单位技术人员对本项目 1 台型号为 Azurion 7 M20 型 DSA 在常用最大工况下进行验收监测，验收监测报告（见附件 3），监测数据见下表 7-2:

表 7-2 X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果 单位:  $\mu\text{Gy/h}$

序号	监测点位	未出束时	出束时	备注
		测量值±标准差	测量值±标准差	
1	机房门外表面 30cm（下缝）	0.050±0.003	0.072±0.008	拍片模式；室外
2	机房门外表面 30cm（左缝）	0.050±0.003	0.072±0.008	
3	机房门外表面 30cm（右缝）	0.050±0.003	0.067±0.008	
4	观察窗①外表面 30cm（左缝）	0.049±0.002	0.069±0.008	
5	观察窗①外表面 30cm（右缝）	0.049±0.002	0.070±0.006	
6	控制室门外表面 30cm（下缝）	0.049±0.003	0.065±0.008	
7	控制室门外表面 30cm（左缝）	0.049±0.003	0.067±0.007	
8	控制室门外表面 30cm（右缝）	0.049±0.003	0.069±0.008	
9	工作人员操作位	0.049±0.003	0.067±0.006	
10	东南墙外表面 30cm （污物通道）	0.050±0.003	0.068±0.006	
11	西南墙外表面 30cm （过道）	0.049±0.003	0.069±0.007	
12	西北墙外表面 30cm （过道）	0.052±0.002	0.067±0.007	
13	东北墙外表面 30cm （控制室）	0.050±0.002	0.070±0.010	
14	上层（距地面 1m） （平台）	0.049±0.002	0.068±0.009	
15	观察窗②外表面 30cm（左缝）	0.051±0.002	0.068±0.008	
16	观察窗②外表面 30cm（右缝）	0.051±0.002	0.066±0.008	
17	污物通道门外表面 30cm （下缝）	0.050±0.003	0.069±0.005	
18	污物通道门外表面 30cm （左缝）	0.050±0.003	0.070±0.008	
19	污物通道门外表面 30cm （右缝）	0.050±0.003	0.069±0.007	
20	东南墙外表面 30cm （空调机房）	0.050±0.003	0.094±0.019	

21	东南墙外表面 30cm (清洗间)	0.049±0.003	0.068±0.009	
22	解放桥立交桥	0.049±0.003	0.065±0.008	
23	手术室内第一术者位	0.049±0.002	6.4±0.164	透视模式；室内；位于铅防护帘后，仪器用铅衣包裹
24	手术室内第二术者位	0.050±0.003	2.8±0.157	

注：测量值已扣除宇宙射线响应值。

由表 7-2 可知，本次 DSA 验收监测中，我院新增数字减影血管造影装置（DSA）射线装置在正常运行时，手术室周围的 X-γ 辐射空气吸收剂量率监测值为 0.065~0.094μGy/h，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的医用射线装置使用场所在距离手术室屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率不大于 2.5μSv/h 的规定。

根据本项目环境影响报告表结合我院实际情况，射线装置按年累计最大曝光时间约 117.5h（其中透视 112.5h，拍片 5h）进行计算，对于职业人员居留因子取 1，公众人员居留因子取 1/4，则本项目运行时，所致职业人员年有效剂量最大值为 0.752mSv，公众（其他人员）年有效剂量最大值为 0.003mSv，均满足《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，且满足职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a 的管理约束值。

### 7.2.2 本项目后装治疗机验收监测结果

监测单位技术人员对本项目 1 台型号为 KL-HDR-C 型后装治疗机进行验收监测，验收监测报告（见附件 4），监测数据见下表 7-3：

表 7-3 X-γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	监测点位	监测结果 (μSv/h)	居留因子 T	周剂量 (μSv/周)	年剂量 (mSv/a)	剂量率限值 (μSv/h)	周剂量限值 (μSv/周)	年剂量约束值 (mSv/a)
1	机房门外表面 30cm (上缝)	0.018	1/8	3.75×10 <sup>-2</sup>	1.88×10 <sup>-3</sup>	10	5	0.1

2	机房门外表面 30cm (下缝)	0.018	1/8	$3.75 \times 10^{-2}$	$1.88 \times 10^{-3}$	10	5	0.1
3	机房门外表面 30cm (左缝)	0.018	1/8	$3.75 \times 10^{-2}$	$1.88 \times 10^{-3}$	10	5	0.1
4	机房门外表面 30cm (右缝)	0.018	1/8	$3.75 \times 10^{-2}$	$1.88 \times 10^{-3}$	10	5	0.1
5	机房门外表面 30cm (中)	0.018	1/8	$3.75 \times 10^{-2}$	$1.88 \times 10^{-3}$	10	5	0.1
6	工作人员操作位	0.018	1	0.30	$1.50 \times 10^{-2}$	2.5	100	5
7	候诊区	0.018	1/20	$6.67 \times 10^{-3}$	$3.33 \times 10^{-4}$	10	5	0.1
8	电缆孔外 30cm	0.018	1/20	$1.50 \times 10^{-2}$	$7.50 \times 10^{-4}$	2.5	100	5
9	东南墙外表面 30cm (控制室)	0.019	1	0.32	$1.58 \times 10^{-2}$	2.5	100	5
10	南墙外表面 30cm (直线加速器机房)	0.019	1/4	$7.92 \times 10^{-2}$	$3.96 \times 10^{-3}$	10	5	0.1
11	西墙外表面 30cm (配电室)	0.019	1/20	$1.58 \times 10^{-2}$	$7.92 \times 10^{-4}$	10	5	0.1
12	北墙外表面 30cm (核医学科大厅)	0.018	1/20	$1.50 \times 10^{-2}$	$7.50 \times 10^{-4}$	10	5	0.1
13	上层(距地面 1m) (肠内营养配置室)	0.018	1	0.30	$1.50 \times 10^{-2}$	10	5	0.1
14	东墙外表面 30cm (空房间)	0.018	1/20	$1.50 \times 10^{-2}$	$7.50 \times 10^{-4}$	10	5	0.1
15	迷道内墙	3.2	/	/	/	/	/	/
16	银华小区 28 栋	0.008	/	/	/	/	/	/
17	新美春天百货商场	0.008	/	/	/	/	/	/
18	英祥新美家具小区 21 栋	0.008	/	/	/	/	/	/

注：以上监测结果已扣除本底值（本底值为  $0.134 \mu\text{Sv/h}$ ）。

由表 7-3 可知，本次后装治疗机验收监测中，我院自贡市第四人民医院后装治疗机房外的 X- $\gamma$ 辐射周围剂量当量率为 0.008 $\mu$ Sv/h~0.019 $\mu$ Sv/h，符合标准《放射治疗辐射安全与防护要求》HJ 1198-2021 的要求。

根据本项目环境影响报告表结合我院实际情况，后装治疗机按年出源时间约 100h 进行计算，对于职业人员居留因子取 1，公众人员居留因子取 1/4，则本项目运行时，所致职业人员年有效剂量最大值为  $1.9 \times 10^{-3}$ mSv，公众（其他人员）年有效剂量最大值为  $4.5 \times 10^{-4}$ mSv，均满足《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，且满足职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a 的管理约束值。

## 表八 验收监测结论与建议

### 8.1 验收监测结论

项目验收内容为：我院已将檀木林院本部南侧放射科原 MR 室（已建，为单层房屋、无地下层，高约 3m）改建成 DSA 机房 2、控制室及其配套用房，并在 DSA 机房 2 内新增使用 1 台型号为 Azurion 7 M20 的 DSA，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下向上，属于 II 类射线装置，年诊疗病例预计 1000 例，单台手术最长出束时间为 10min，年累计最大曝光时间约 117.5h（其中透视 112.5h，拍片 5h），主要用于介入治疗、血管造影等。

我院已将汇东医院综合楼（已建，地上七层、无地下室，27m）一层西南侧未投入使用的原直线加速器机房 1 改建成后装机机房，并在机房内使用 1 台  $^{192}\text{Ir}$  后装机（初始装源活度为  $3.7\times 10^{11}\text{Bq/枚}$ ），属 III 类放射源，后装机年治疗人数约为 200 人次，平均每位患者的治疗照射时间为 30min，年出源时间约 100h。

#### 1、檀木林院本部 DSA 机房 2 墙体屏蔽方案：

原 MR 室改造前：四周墙体均为 240mm 厚实心砖墙，屋顶为 100mm 厚现浇钢筋混凝土楼板，原有一扇平开门。

改造后：建设单位考虑到尽可能减少工程量及控制土建污染影响，利用原 MR 室的墙体及楼板作为屏蔽体，并将机房南部设计为污物通道并增加 1 扇铅防护门，并在此新增设备间；在北部病人缓冲间增加 1 扇电动平开铅门；在东部新增控制室一间、观察窗一扇，新增医护人员进出电动铅防护门一扇。原 MR 室改造为 DSA 机房 2 后，其净空面积约 41.21m<sup>2</sup>（净空尺寸约为 6.42m（长）×6.42m（宽）×3m（高）），配套功能用房为：控制室、医护缓冲区、男女更衣室、换鞋区、设备间、病患缓冲区。

本项目 DSA 机房 2 四周墙体均采用 240mm 厚实心砖墙（原有）+内层 20mm 厚硫酸钡砂浆（新增），屋顶为 100mm 厚钢筋混凝土楼板（原有）+外层 40mm 厚硫酸钡砂浆（顶楼为不可上人屋面），地面为实土层，新增的 2 扇铅玻璃观察窗及 3 扇防护铅门均厚 3mmPb。砖墙密度约 1.8t/m<sup>3</sup>，铅玻璃密度约 3.1g/cm<sup>3</sup>，硫酸钡密度约 4.50g/cm<sup>3</sup>。

## 2、汇东医院后装机机房墙体屏蔽方案：

本项目已将直线加速器机房 1 改为后装机机房（净空尺寸：长 7.6m×宽 7.14m×高 4m，面积 54.26m<sup>2</sup>）。机房空间结构及平面布局均不发生改变，四周墙体、迷路和顶部均为钢筋混凝土结构，其南部设有“L”型迷路，迷路内墙厚为 850mm、外墙厚为 1500mm，西部、东部主屏蔽墙均厚 2300mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，顶部主屏蔽墙厚 2600mm、宽 3960mm，次屏蔽墙厚 1300mm，北部屏蔽墙厚 1300mm，防护门为 8mm 铅当量单扇电动感应门。后装机房东部依次设有控制室、库房、医生办公室、受试者接待室。钢筋混凝土密度约 2500kg/m<sup>3</sup>。

通过现场验收检查，本项目实际建设内容、建设地点、使用的射线装置工作方式、使用的地点以及生产工艺流程、污染物产生的种类、采取的污染治理措施均与环评及批复中一致。

根据现场监测结果，本项目所采取的辐射屏蔽措施均切实有效，目前使用的射线装置在正常工况情况下对周围环境的影响符合环评批复文件要求。满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的医用射线装置使用场所在距离手术室屏蔽体外表面 30cm 外，周围辐射剂量率不大于 2.5μSv/h 的规定；满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198—2021）的有关规定，治疗机房墙和入口门外、机房顶部关注点周围剂量当量率参考控制水平不大于 6.1.4 中 a）、b）、c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平。对职业人员和公众的辐射照射满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）与管理限值的要求，本次验收监测数据合格。

本项目符合《自贡市第四人民医院新增数字减影血管造影装置（DSA）及后装机应用项目环境影响报告表》和环评批复的要求，完成了辐射防护及环保设施的建设，制定了相应的辐射安全管理制度及事故应急预案，满足自主验收的条件。

### 8.2 建议

①自觉参加生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）中辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能上岗；

②定期对射线装置机房的各项辐射防护设施进行检查，确保其正常运行；

③落实辐射环境监测制度，定期进行自我监测，并保存监测记录；

④每年 1 月 31 日前按照要求向四川省生态环境厅和自贡市生态环境局上报上一年度评估报告。

### 建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）： 自贡市第四人民医院

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称	新增数字减影血管造影装置（DSA）及后装机应用项目				项目代码	/			建设地点	我院檀木林院本部南侧放射科一层；我院汇东医院西北侧综合楼一层西南侧			
	行业类别（分类管理名录）	172-核技术利用建设项目				建设性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造			项目中心经度/纬度	/			
	设计生产能力	/				实际生产能力	/			环评单位	四川省中栎环保科技有限公司			
	环评文件审批机关	自贡市生态环境局				审批文号	自环审批（2022）9号			环评文件类型	报告表			
	开工日期	2022年3月10日				竣工日期	2022年5月			辐射安全许可证申领时间	2022年6月14日			
	环保设施设计单位	四川溢源装饰工程有限公司、四川远建建筑工程设计有限公司				环保设施施工单位	四川蜀明诺建筑工程有限公司、自贡市沿滩建筑安装有限公司			本工程辐射安全许可证编号	川环辐证[00179]			
	验收单位	自贡市第四人民医院				环保设施监测单位	四川世阳卫生技术服务有限公司			验收监测时工况	拍片：85kV、100mA、0.2s；透视：83kV、11.5mA、6s；放射源活度：7.51Ci			
	投资总概算（万元）	1139				环保投资总概算（万元）	38.3			所占比例（%）	3.36%			
	实际总投资（万元）	1200				实际环保投资（万元）	45			所占比例（%）	3.75%			
	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	DSA：117.5h（拍片5h、透视112.5h） 后装机：年出源时间约100h				
运营单位	自贡市第四人民医院				运营单位社会统一信用代码 （或组织机构代码）			2510200450903442E	验收时间	2022年8月3日				
污染物排放达标与总量控制（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——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升