

核技术利用建设项目

中国五冶集团有限公司医院

新建介入手术室项目

环境影响报告表

（公示本）

中国五冶集团有限公司医院

二〇二三年五月

生态环境部监制

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	- 11 -
表 3	非密封放射性物质	- 12 -
表 4	射线装置	- 13 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	- 14 -
表 6	评价依据	- 15 -
表 7	保护目标与评价标准	- 17 -
表 8	环境质量和辐射现状	- 19 -
表 9	项目工程分析与源项	- 23 -
表 10	辐射安全与防护	- 29 -
表 11	环境影响分析	- 40 -
表 12	辐射安全管理	- 55 -
表 13	结论与建议	- 64 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中国五冶集团有限公司医院新建介入手术室项目			
建设单位		中国五冶集团有限公司医院			
法人代表	**	联系人	**	联系电话	**
注册地址		成都市金牛区一环路北三段 53 号			
项目建设地点		中国五冶集团有限公司医院院内北侧			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）		**	项目环保投资（万元）	**	投资比例
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	无			

项目概述

一、建设单位情况

中国五冶集团有限公司医院（以下简称五冶医院，社会信用统一代码：**）系国家二级甲等公立医院、爱婴医院、省市医疗保险定点医院、成都市“120”网络医院、四川省人民医院集团医院、四川大学华西医院区域联盟网络医院、金牛区唯一一家定点医疗康复机构。

医院始建于 1951 年，地处成都市中心城区一环路北三段 53 号（下设东区分部位于成都市成华区双华路 3 号附 23 号），共占地 13.5 亩，医疗服务用房面积达 19128 平方米，编制床位

380 张，学科门类齐全，开设有一级诊疗科目 22 个，二级诊疗科目 60 个，18 个临床病区（呼吸内科、消化内科、心血管内科、神经内科、肾脏内科、内分泌内科、肝胆胰外科、胸外科、泌尿外科、肛肠外科、神经外科、眼耳鼻喉科、妇科产科、创伤骨科、康复医学科一、康复医学科二、康复治疗部、骨科、重症医学科、儿科），5 个医技科室和 15 大职能部门。全院现有职工总人数 550 余人。

医院配备有 1.5T 超导核磁共振仪、进口 62 排多层螺旋 CT 机、西门子全自动流水线、西门子全自动化学发光分析仪、罗氏全自动生化分析仪、DR 系统、GE 及飞利浦高端多普勒超声诊断仪、GE 胎儿超声诊断仪、高清奥林巴斯电子消化道内窥镜、日本富士电子胃肠镜、德国史托斯腹腔镜、奥林巴斯宫腔镜、汽化电切镜、德国艾克松耳鼻喉动态内窥镜及嗓音分析、支撑喉镜、电子阴道镜、体外冲击波碎石机、气压弹道碎石机、血液透析机、呼吸机、SET 悬吊系统、多功能生物反馈牵引仪、骨密度测定仪、骨质疏松治疗仪、微电流治疗仪以及抢救设施齐全的“120”急救车等先进设备。

医院大力倡导和全力推行“以人为本、忠信为事、以客为尊、发展为重”的核心价值观，以“办一家有爱有责任的医院，做一个有爱有责任的医者”为办院方针，把解决群众“看病难、看病贵”的问题作为深化医院改革和发展的一项重要任务，创建质量好、服务好、医德好、群众满意的“三好一满意”医院。

（一）任务由来

医院为进一步提高医疗服务能力，提高医疗机构的放射诊断技术能力和服务水平，更好的惠及人民群众，满足患者的诊疗需要，五冶医院拟将院内北侧闲置锅炉房改建为 1 间介入手术室及其配套用房，并拟在介入手术室内新增使用 1 台数字减影血管造影机（digital subtraction angiography，简称 DSA），属于 II 类射线装置，主要用于血管造影、介入治疗等。

（二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 449 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令第 18 号）的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行），本项目属于“第五十五项—172 条核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。根据四川省生态环境厅发布的《关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》（2023 年第 7 号），

本项目应报成都市生态环境局审查批准。因此，五冶医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制本项目的环境影响报告表（委托书见附件1）。

四川省中栎环保科技有限公司接受本项目编制工作的委托后，在进行现场踏勘、实地调查了解项目所在地周围环境和充分研读相关法律法规、规章制度、技术资料后，在项目区域环境质量现状评价的基础上，对项目的环境影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，对项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

（三）本项目建设内容

1、工程概况

项目名称：中国五冶集团有限公司医院新建介入手术室项目

建设单位：中国五冶集团有限公司医院

建设性质：新建

建设地点：中国五冶集团有限公司医院院内北侧

2、工程建设内容及规模

本项目位于院内北侧原锅炉房（一层独栋建筑，高约 7m，无地下室），因医院已更换新的热水供应系统，锅炉房为闲置状态，因此医院拟拆除锅炉房设备将锅炉房改建为 1 间介入手术室及其配套用房，并在介入手术室内新增使用 1 台 DSA，型号待定，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 500 例（其中心血管介入手术 300 例，外周介入手术 200 例），年累计最大出束时间约 127.08h（其中透视 125h，拍片 2.08h），主要用于血管造影、介入治疗等。

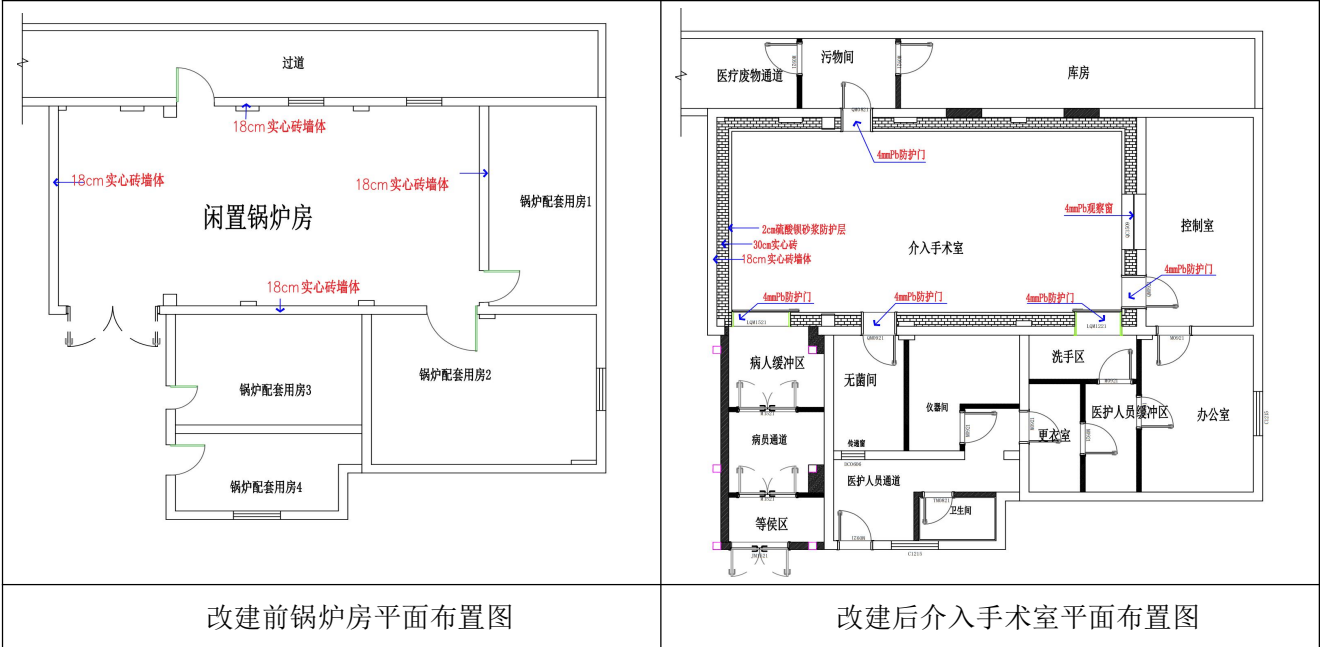
改建方案如下：

表 1-1 本项目医院改建方案

改建前用房	改建后用房	改建方案
锅炉房	介入手术室	内侧新建墙体及硫酸钡砂浆防护层；新建污物间、病人缓冲区、无菌间、洗手区、控制室与介入手术室之间的防护门；新建控制室与介入手术室间的观察窗
锅炉配套用房 1	控制室	新建控制室与介入手术室之间的防护门与观察窗
锅炉配套用房 2	洗手区、更衣室、医护人员缓冲区、办公室	新建各房间的墙体并预留门洞
锅炉配套用房 3、4	无菌间、仪器间、医护人员通道、卫生间	拆除锅炉配套用房 3、4 间部分墙体；新建无菌间与仪器间、医护人员通道与卫生间之间的墙体并预留门洞

过道	医疗废物通道、污物间、 库房	新建医疗废物通道与污物间、污物间与库房之间的墙体并预留门洞
-	病人缓冲间、病员通道、 等候区	新建各房间的墙体并预留门洞

改建前后布置对比图如下：



由于锅炉房建设久远，墙体已经老化，本次改建在原有 180mm 实心砖墙墙的基础上新建墙体，用热镀锌矩管骨架搭建介入手术室顶部，改建后介入手术室机房净空尺寸为 9.96m（长）×4.91m（宽）×4.20m（高），净空面积约 48.9m²，介入手术室四周墙体为 180mm 实心砖（原有）+300mm 实心砖（新增）+20mm 硫酸钡砂浆（新增），顶部为 120mm 混凝土（原有）+3mm 铅当量防辐射钡板（新增）；地面 100mm 混凝土（原有）；观察窗 1 扇（新增），为 4mm 铅当量的铅玻璃；防护门 5 扇（新增），均为内衬 4mm 铅当量铅板的铅钢防护门。

介入手术室屏蔽体改建前后变化情况对比见表 1-2：

表 1-2 介入手术室屏蔽体改建前后变化情况

场所	屏蔽体	改建前	改建后	变化情况
介入手术室	四周墙体	180mm	180mm 实心砖+300mm 实心砖+20mm 硫酸钡砂浆	新建 300mm 实心砖，在墙体内侧增加 20mm 硫酸钡水泥砂浆
	顶部	120mm 混凝土	120mm 混凝土+3mm 铅当量防辐射钡板	锅炉房层高约 7m，顶部为 120mm 混凝土，用热镀锌矩管骨架搭建介入手术室顶部（高约 4.2m），增加 3mm 铅当量防辐射钡板

	底部地面	100mm 混凝土	100mm 混凝土	无变化
	观察窗	—	4mm 铅当量	新增 1 扇
	防护门	—	4mm 铅当量	新增 5 扇

表 1-2 建设项目组成及主要的环境问题表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题		备注
		施工期	营运期	
主体工程	介入手术室净空面积约为 48.9m ² （净空尺寸为 7.10m（长）× 6.68m（宽）× 4.20m（高））。介入手术室四周墙体为 180mm 实心砖（原有）+300mm 实心砖（新增）+20mm 硫酸钡砂浆（新增），顶部为 120mm 混凝土（原有）+3mm 铅当量防辐射钡板（新增）；地面 100mm 混凝土（原有）；观察窗 1 扇（新增），为 4mm 铅当量的铅玻璃；防护门 5 扇（新增），均为内衬 4mm 铅当量铅板的铅钢防护门。 设备： 拟在新建介入手术室内新增使用 1 台 DSA，型号待定，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，年累计最大出束时间约累计最大出束时间约 143.07h（其中透视 140.5h，拍片 2.57h）	扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物	X 射线 臭氧 噪声 医疗废物	已建成
辅助工程	控制室、办公室、洗手区、缓冲区、更衣室、无菌间、仪器间、库房等			
公用工程	污水处理站、市政水网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统等	—	生活垃圾、生活污水	依托
办公及生活设施	办公室、卫生间等	—		依托
环保工程	废气处理： 介入手术室内采用机械排风，排风扇位于介入手术室顶部（排风扇数量：3 个，单个风量：200m ³ /h），通过排风管道从介入手术室内引出，从医疗废物通道、污物间、库房上方排向室外（距地面约 6m）	施工扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物		新建
	废水处理： 项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（处理能力 260m ³ /d），采用“二级生化处理+次氯酸钠消毒工艺”处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，再通过市政污水管网进入三瓦窑污水处理厂处理，处理达标后排入府河	—	废水、废气、固体废物	依托
	固废处理： 医疗废物依托医院已建的医疗废物暂存间及收集系统进行收集，统一交由有相应资质的单位收运处置；办公、生活垃圾依托医院设置的垃圾桶经统一收集	—		依托

（四）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 1-3。

表 1-3 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	100L	外购	碘克沙醇
能源	煤	—	—	—
	电(kW·h)	1000	市政电网	—
	气(Nm ³)	—	—	—
水资源	用水量	100m ³ /a	市政水网	—

本项目使用的造影剂为碘克沙醇注射液，是为增强影像观察效果而注入（或服用）到人体组织或器官的化学制品，具有粘稠度低、渗透压小、物化性质稳定和容易排泄等特点。碘克沙醇：分子式 C₃₅H₄₄I₆N₆O₁₅，分子量 1550.20，浓度为 320mg I/ml，渗透压为 290mosm/kg·H₂O（37℃），粘度为 11.4mPa·s（37℃），pH 值为 6.8-7.6。本品为无色或淡黄色的澄明液体。活性成分为碘克沙醇，辅料为氯化钙、氯化钠、氨丁三醇、依地酸钙钠，包装为中性硼硅玻璃输液瓶。规格为 100ml/瓶，平均每台介入手术使用 2 瓶，每年约 500 台手术，年使用量约为 100L。由医院统一采购，常温储存，使用后的废包装物按医疗废物处置。

（五）本项目主要设备配置及技术参数

本项目使用的 DSA 射线机位于医院北侧改建的介入手术室，由放射科进行日常管理。根据医院提供资料，本项目 DSA 主要用于介入治疗、血管造影，医院年最大手术台数约 500 台，年最大出束时间为约 116.81h。本项目设备参数及技术参数见表 1-4。

表 1-4 本项目射线装置相关参数

设备名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所
DSA	待定	1 台	125kV	1000mA	介入手术室内
设备使用情况					
出束方向	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	放射科	60~100kV	100~500mA	70~90kV	6~20mA
设备出束时间					
手术类型	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 (s)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)
心血管介入	15	15	300	1.25	75
外周介入	10	12	200	0.56	40
合计			500	1.81	115
				116.81	

（六）工作人员配置情况

本项目投运后，拟配置6名辐射工作人员，包括医生3名(其中负责心血管介入手术的医生2名，负责外周介入手术的医生1名)、护士2名，技师1名。每次手术时，介入手术室内1名医生1

名护士。本项目辐射工作人员均为医院新增辐射工作人员，技师不从事其他III类射线装置操作工作。今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

工作制度：医院实行每年工作250天，每天8小时的工作制度，实行白班单班制。

（七）依托环保设施情况

1、废水：施工期废水、运营期医疗废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（处理能力260m³/d），采用“二级生化处理+次氯酸钠消毒工艺”处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表2中预处理标准后，再通过市政污水管网进入三瓦窑污水处理厂处理，处理达标后排入府河。

2、固体废物：施工期产生的固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾、设备安装过程中产生的包装垃圾以及施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的装修垃圾，收集统一处理，运往政府指定地点堆存；施工人员产生的生活垃圾统一收集后由环卫部门定期清运。运营期产生的医疗废物经打包后与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置（目前医院已签订的医疗废物处置协议见附件6）；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号，2020年1月1日施行）、《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2019年本）>的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第49号，2021年12月30日实施）的相关规定，本项目使用数字减影血管造影机（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第5款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目外环境关系、选址合理性及实践正当性分析

（一）外环境关系分析

本项目介入手术室是位于医院院内北侧的锅炉房改建而成。根据医院平面布置图及现场调查，以介入手术室四周，墙体为边界：东北侧紧邻医疗废物通道、库房，约15~25m为北站东一路4号院，约26~50m为成都海境蓝天酒店；东南侧紧邻控制室、办公室，约17~50m省建科院工程测试所；西南侧紧邻患者缓冲间、无菌间、仪器间、洗手区，约7.5~11m从西北到东南依次为病员通道、等候区、医护人员通道、卫生间，更衣室、医护人员缓冲区，约12~32m为

医院食堂，约 32~45m 为药品库房，约 45~50m 为妇产科、行政中心；西北侧约 6~9m 为配电房，约 12~27m 为消毒供应中心，约 27~50m 为综合楼、社区中药房；西侧 25~50m 为北楼、西楼、档案室。介入手术室为一层独栋建筑，无地下室。介入手术室平面布置图见附图 4。

（二）项目选址合理性分析

根据医院提供的国有土地使用证（川国用 2002 字第 02770 号），五冶医院本部用地用途为医疗卫生用地。医院取得了“关于中国五冶集团有限公司医院改扩建工程环境影响报告书审查批复”（成环建评[2013]286 号）并于 2019 年完成验收工作，批复及验收意见见附件 3、4。

五冶医院（本部）位于成都市金牛区一环路北三段 53 号，医院东北侧-东南侧均为商混居住楼，西北侧分别为北站东一路、荷花池国际商贸城，西南侧为一环路北三段、中国地质调查局（成都地质调查中心），交通便捷，有利于医院和外界的联系。项目选址城市基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。

本项目位于院内北侧原锅炉房，因医院已更换新的热水供应系统，锅炉房为闲置状态，因此医院拟拆除锅炉房设备将锅炉房改建为介入手术室，改建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。该区域相对独立，介入手术室和配套用房集中布置，避开了人流量较大的门诊区，人流较少，降低了公众受到照射的可能性。

综上所述，院区选址合理性已在相关环评报告中进行了论述，本项目为医疗设备建设项目，与院区规划相容，且介入手术室为专门的辐射工作场所，建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护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。

（三）与周边环境的兼容性分析

根据“关于中国五冶集团有限公司医院改扩建工程环境影响报告书审查批复”（成环建评[2013]286 号）：五冶医院产生的酸性污水、含氰污水、含汞污水、含铬污水等特殊性质污水分类收集，足量后在各科室单独预处理，再排入医院污水处理系统；办公生活污水（医技污水、消毒室污水）、地面消毒清洗用水（医疗垃圾收集间、一般固废收集间）经污水预处理池处理，与经隔油池隔油处理后的食堂废水一同进入改造后的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）要求后，排入市政污水管网，经成都市三瓦密污水处理厂处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标后，排入府河。

介入手术时产生的药棉、纱布、手套和废造影剂瓶。造影剂具有一定毒性，不能被人体吸收也不能被人体分解，参考《关于在医疗机构推进生活垃圾分类管理的通知》（国卫办医发〔2017〕

30 号) 残留有一定造影剂的输液瓶属于《医疗废物分类目录》中的药物性废物(医疗废物), 各类废物采用专门的收集容器集中收集后, 先转移至污物暂存间暂存, 定期按照医疗废物执行转移联单制度, 委托当地有资质单位定期处置。

本项目产噪设备不多(主要为排气扇), 声级较小, 噪声影响不大, 不会改变区域声环境功能区规划。且风机等设备均位于设备房内, 噪声源通过使用合理布局、使用低噪声设备、安装减震垫、建筑物隔声等措施降噪, 对周围环境影响较小。

因此本项目的建设不会对周边产生新的环境污染, 项目与周边环境相容, 符合环境保护要求。

(四) 实践正当性分析

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

四、原有核技术利用情况

(一) 医院原有项目辐射安全许可情况

(1) 五冶医院现持有成都市生态环境局核发的《辐射安全许可证》(川环辐证[25615]), 许可的种类和范围: 使用Ⅲ类射线装置。发证日期: 2022 年 8 月 25 日, 有效期至 2026 年 12 月 9 日。

(2) 医院现有核技术利用项目的许可情况见表 1-6。

表 1-6 医院已获许可使用射线装置

序号	设备名称	规格型号	类别	数量	使用场所	备注
1	牙片机	RAY68	Ⅲ	1	口腔 DR 检查室	上证在用
2	口腔颌面体层摄影设备	CS9300Cslect	Ⅲ	1	口腔 CT 检查室	
3	移动 C 型臂 X 线机	Brivo OEC715	Ⅲ	1	2 号手术室	
4	X 射线骨密度监测仪	Lunar iDXA	Ⅲ	1	骨密度检查室	
5	数字化医用 X 射线摄影系统	DRX Innovation-擎天	Ⅲ	1	DR 检查室	
6	CT 机	OptimaCT540	Ⅲ	1	CT 室 2	
7	X 射线体层摄影设备	OptimaCT620	Ⅲ	1	CT 室 1	

医院在用 III 类医用射线装置 7 台，经调查，医院 2022 年对全院所有射线装置工作场所均进行了年度监测，所有射线装置运行正常。医院自开展辐射项目以来未发生辐射安全事故。

（二）辐射工作人员培训情况

医院现有辐射工作人员30人，本项目新增6名辐射工作人员，医院承诺尽快安排相关辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，并取得辐射安全培训合格证，持证上岗。

（三）年度评估报告

医院在全国核技术利用辐射安全申报系统（rr.mee.gov.cn）中提交了“2022年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告”，医院对2022年度的辐射工作场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了评估说明。

（四）辐射管理规章制度执行情况

根据相关文件的规定，结合医院实际情况，制定有相对完善的管理制度，包括《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》等。医院辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，在落实各项辐射安全规章制度后，可满足原有射线装置防护实际需要。对医院现有场所而言，医院也已具备辐射安全管理的综合能力。医院应本次项目内容补充完善，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改。

根据医院提供的最新连续四个季度个人剂量监测报告，经统计计算，未发现单季度个人有效剂量超过季度限值1.25mSv的情况，也未发现个人年剂量值超过5mSv的情况；由辐射工作场所年度监测报告得知，屏蔽体外30cm处，没有超过2.5μSv/h的情况；由医院反馈得知，医院自取得取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故。

（五）小结

综上所述，医院按照上述要求落实到位后，不存在原有辐射环境问题。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

表 4 射线装置

(一) 加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	Ⅱ类	1 台	待定	125	1000	血管造影、介入治疗	介入手术室	拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素 名称	活 度	月排 放量	年排放 总量	排放口 浓度	暂存情况	最终去向
臭氧	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量为 kg。

2. 含有放射性的废物要注明其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订； (5) 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令第682号，2017年10月1日实施； (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (7) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省十二届人大常委会第二十四次会议第二次全体会议审议通过，2016 年 6 月 1 日起实施； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院第 449 号令，2019 年 3 月修订； (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部第 18 号令，2011 年 5 月起实施； (10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》；原环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订； (11) 《射线装置分类》，原环境保护部公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月起实施； (12) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162 号，2015 年 12 月实施； (13) 《关于建设放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日； (14) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日； (15) 《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，公告 2019 年第 57 号。
------	--

技术标准	(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容与格式》(HJ10.1—2016); (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021); (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021); (5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020); (6) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017); (7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019); (8) 《放射工作人员健康要求》(GBZ 98—2017)。
其他	(1) 《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽, 原子能出版社, 1987); (2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料; (3) 《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》(生态环境部(国家核安全局)); (4) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400号); (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); (6) 环评委托书。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关要求，结合项目特点和现场监测的实际情况，确定辐射环境影响评价的范围：以介入手术室实体屏蔽体边界外 50m 范围。

保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院辐射工作人员和周围停留的公众，由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

项目位置	保护目标	相对方位	距辐射源最近距离 (m)	人流量 (人次/天)	照射类型	剂量约束值 (mSv/年)
介入手术室内	心血管介入手术医生	-	0.5	约 2	职业照射	5.0
	外周介入手术医生	-	0.5	约 1	职业照射	5.0
	护士	-	1.0	约 2	职业照射	5.0
本项目周围	控制室内的技师	东南侧	5.0	约 1	职业照射	5.0
	办公室的人员		8.0	约 6	公众照射	0.1
	省建科院工程测试所的人员		17.0	约 100	公众照射	0.1
	医疗废物通道、污物间、库房的人员	东北侧	4.5	约 2	公众照射	0.1
	北站东一路 4 号院的人员		15	约 100	公众照射	0.1
	成都海境蓝天酒店的人员		26	约 600	公众照射	0.1
	患者缓冲间、无菌间、仪器间、洗手区的人员	西南侧	6.0	约 6	公众照射	0.1
	病员通道、等候区、医护人员通道、卫生间更衣室、医护人员缓冲区的人员		7.5	约 200	公众照射	0.1
	医院食堂、药品库房、妇产科、行政中心的人员		12.0	约 300	公众照射	0.1
	消毒供应中心、综合楼、社区中药房、北楼、西楼、档案室的人员	西北侧	12.0	约 500	公众照射	0.1
	介入手术室正上方	正上方	5.4	/	公众照射	0.1

评价标准

一、环境质量标准

- (1) 大气：《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。
- (2) 地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。
- (3) 声环境：《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

二、污染物排放标准

- (1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。
- (2) 医疗废水排放执行《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。
- (3) 噪声：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。
- (4) 固废：《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）、医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020）。

三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

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

职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均）20mSv。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

本项目评价取上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（即 5mSv/a）作为职业人员年剂量约束值；取四肢（手和足）或皮肤年当量剂量的 1/4（即 125mSv/a）作为职业人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值。

公众照射：第 B1.2.1 条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。

本项目评价取上述标准中规定的公众年有效剂量限值的 1/10（即 0.1mSv/a）作为公众的年剂量约束值。

四、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

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

表 8 环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

五冶医院本部位于成都市金牛区一环路北三段 53 号，医院四周外环境关系如下：医院东北侧-东南侧均为商混居住楼，西北侧分别为北站东一路、荷花池国际商贸城，西南侧为一环路北三段、中国地质调查局（成都地质调查中心）。医院外环境比较单一，主要为城居环境。

改建介入手术室位于医院院内北侧。根据医院平面布置图及现场调查，以介入手术室四周墙体为边界：东北侧紧邻医疗废物通道、库房，约 15~25m 为北站东一路 4 号院，约 26m~50m 为成都海境蓝天酒店；东南侧紧邻控制室、办公室，约 17~50m 省建科院工程测试所；西南侧紧邻患者缓冲间、无菌间、仪器间、洗手区，约 7.5~11m 从西北到东南依次为病员通道、等候区、医护人员通道、卫生间，更衣室、医护人员缓冲区，约 12~32m 为医院食堂，约 32~45m 为药品库房，约 45~50m 为妇产科、行政中心；西北侧约 6~9m 为配电房，约 12~27m 为消毒供应中心，约 27~50m 为综合楼、社区中药房；西侧 25~50m 为北楼、西楼、档案室。介入手术室为一层独栋建筑，无地下室。介入手术室平面布置图见附图 4。

本项目现状见图 8-1。

	
项目改建场所现状	北站东一路4号院（介入手术室东北侧）
	

医院食堂（介入手术室西南侧）	省建科院工程测试所（介入手术室东南侧）
----------------	---------------------

图8-1 拟建场所周围现状图

二、本项目主要环境影响

本项目在投入运营后，主要对环境造成影响的是 DSA 在曝光过程中，产生的 X 射线。

三、本项目所在地 X-γ辐射空气吸收剂量现状监测

受四川省中栎环保科技有限公司的委托，四川省永坤环境监测有限公司于 2023 年 4 月 19 日对五冶医院介入手术室改建项目改建场所周围，进行了辐射环境现状布点监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	方法来源
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

监测使用仪器及环境条件见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
环境 X-γ 辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪 编号： YKJC/YQ-40	测量范围： 1nGy/h~1.2mGy/h 20keV~3.0MeV	检定/校准单位： 中国测试技术研究院 证书编号： 202210005087 检定/校准有效期： 2022.10.24~2023.10.23 校准因子：1.06（使用 137Cs 校准源）	天气：晴 温度： 21~21.5℃ 湿度： 56~57%

四、质量保证

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均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的检定合格证书，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。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（一）资质认证

从事监测的单位，四川省永坤环境监测有限公司于 2018 年 1 月取得了原四川省质量技术监督局颁发的计量认证证书，证书编号为：182312080067，有效期至 2024 年 1 月 28 日。

（二）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。

（三）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。

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

五、监测布点原则及监测点布置

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 DSA 曝光时高压射线管发出的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X- γ 辐射剂量率。根据现场实际情况结合医院提供的设计图纸，X- γ 辐射剂量率监测点位主要包括介入手术室拟建位置、介入手术室四周评价范围内的敏感点。根据电离辐射水平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：



图8-2 本项目介入手术室周围现状监测布点示意图

六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-3 环境 X- γ 辐射剂量率监测结果 单位：nGy/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
1	改建后介入手术室	92	1.7	室内
2	改建后控制室	91	2.0	室内
3	改建后病人缓冲间	90	1.7	室内
4	改建后无菌间、仪器间	90	1.2	室内
5	改建后洗手区	92	2.0	室内
6	改建后污物间	88	2.0	室内
7	改建后库房	90	1.7	室内
8	医院食堂	92	1.2	室外
9	消毒供应中心	91	1.2	室外
10	北站东一路 4 号院	93	1.4	室外
11	省建科院工程测试所	92	1.6	室外

根据现场监测报告，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 88~93nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2021 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境电离辐射水平（67~120.2nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期污染源项分析

医院拟将医院院内北侧闲置的锅炉房及其配套用房为改建介入手术室及其配套用房。由于本项目介入手术室为改建，需要进行部分旧的墙体拆除、新的墙体修建、防护工程等，故施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、施工废水以及施工人员的生活垃圾和生活污水，其工艺流程及污染物产生环节如下图 9-1 所示。

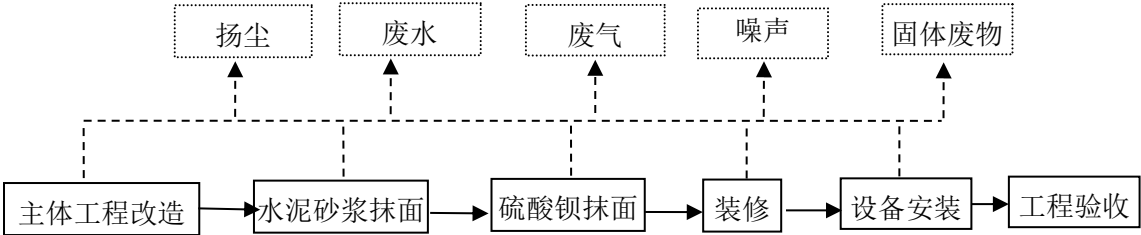


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

1、施工期主要污染源处理措施

①扬尘

施工过程中产生的扬尘，属于无组织排放，主要通过封闭施工管理和采取及时洒水等措施来进行控制。

②噪声

施工期噪声包括主体施工、装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理安排施工时间，建筑隔声选用低噪设备等措施后，施工噪声对周围环境影响较小。

③废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水沉淀处理后回用，生活污水产量较小，依托医院污水处理设施处理。

④固体废物

施工工程中固体废物主要为建筑垃圾、装修和设备安装中产生的固体废物以及施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的建筑垃圾、装修垃圾等，收集统一处理，运往政府指定地点堆存；施工人员产生的生活垃圾应统一收集后送城市环卫部门处

理。

⑤设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时建设单位须加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在介入手术室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

二、运营期污染源项分析

1、设备组成及工作原理

（1）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。

（2）工作原理

数字减影血管造影技术是常规血造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理为：将受检部位没有注入透明的造影剂和注入透明的造影剂（含有有机化合物，在 X 射线照射下会显影）后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方块，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经过对数字幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别储存起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比增强和数/模转换为普通的模拟信号，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有异常通道和血液动力学的改变，因此进行介入手术时更为安全。

2、诊断及治疗流程简述

本项目放射介入诊疗流程如下所示：

- （1）病人经医生诊断、确定需要介入治疗的病人进行手术前洁净准备。
- （2）医生向病人告知可能受到的辐射危害。

(3) 设置参数，病人进入介入手术室、摆位。

(4) 根据不同的治疗方案，医师及护师密切配合，完成介入手术或检查。DSA 在进行曝光时分为拍片和透视两种情况：

①DSA 拍片检查

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。

②DSA 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、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等）。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，医生、病人离开介入手术室。

(5) 治疗完毕关机。

本项目 DSA 工作流程及产污图见图 9-2:

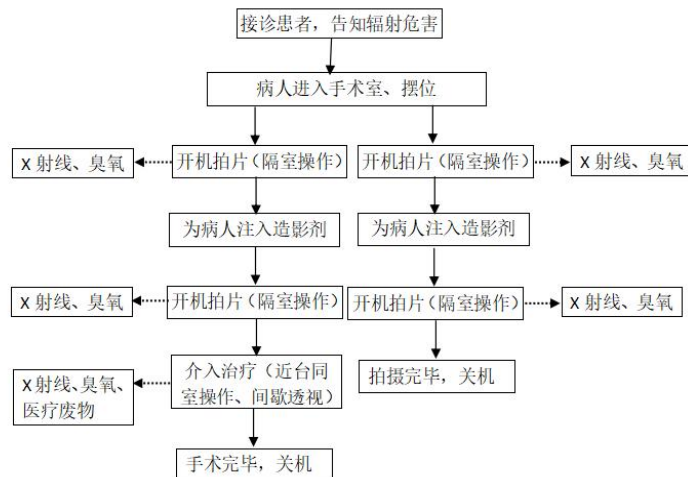


图 9-2 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

3、产污环节

本项目使用 1 台 DSA 用于介入治疗，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、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医生护士经过医护人员通道后，进入更衣室，再通过医护人员缓冲间、洗手区后进入介入手术室；技师从医护人员通道换鞋后，进入更衣室、医护人员缓冲区、办公室进入控制室。

患者路径：患者从等候区进入患者通道，再经过患者缓冲间进出介入手术室。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物在污物间打包后通过医疗废物通道运转至医院统一的医疗废物暂存间，最终交由有相应资质的单位回收处理。

本项目人流、污物路径示意图 9-3。

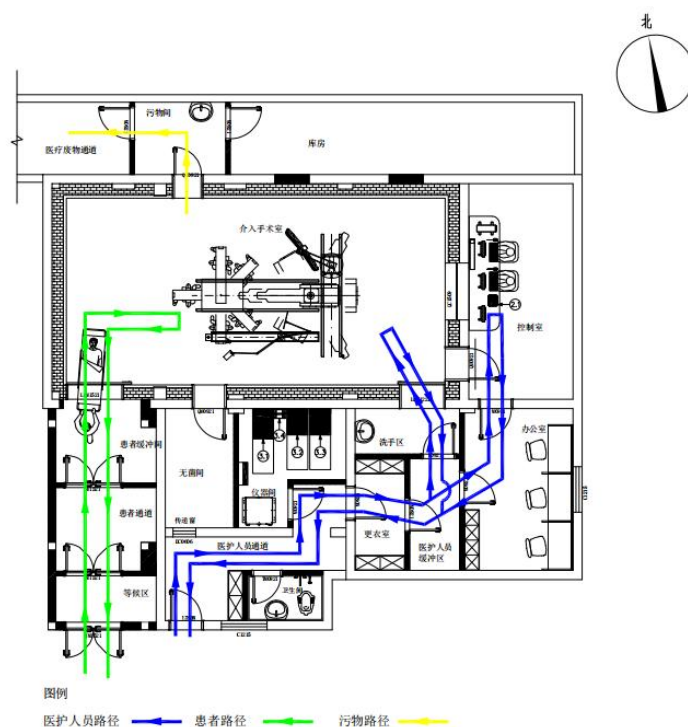


图9-3 本项目人流、物流路径示意图

5、污染源项描述：

(1) 电离辐射

DSA 在开机状态下产生的 X 射线，不开机状态下不产生 X 射线。本项目数字减影血管造影机（DSA）的相关参数具体如下表所示：

工作场所	介入手术室
设备名称	数字减影血管造影机（DSA）
射线装置分类	II 类射线装置
额定参数	125kV，1000mA
运行参数	拍片：60~100kV，100~500mA 透视：70~90kV，6~20mA

(2) 废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，介入手术室采用机械排风，排风扇位于介入手术室顶部（排风扇数量：3 个，单个风量 200m³/h），通过排风管道从介入手术室内引出从医疗废物通道、库房上方的排入室外（距地面约 6m），经空气稀释后，对周围环境影响较小。

(3) 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，每年介入手术室预计手术量为 500 台，则每年固体废物产生量约为 1000kg。项目产生的医疗废物经打包后与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目拟配置 6 名辐射工作人员，其中 3 名医生，2 名护士，1 名技师。每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 0.75t。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，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。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) 废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。工作人员生活用水按每人每天 100L 计，医疗废水按 100L/台手术，排污系数取 0.85，则生活污水产生量为 0.51m³/d，127.5m³/a；医疗废水产生量约 0.17m³/d，42.5m³/a。则本项目废水

总产生量约 0.68m³/d ， 170m³/a。

项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（处理能力 260m³/d），采用“二级生化处理+次氯酸钠消毒工艺”处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，再通过市政污水管网进入三瓦窑污水处理厂处理，处理达标后排入府河。

（5）噪声

本项目所有设备选用低噪声设备，噪声主要为空调噪声，最大源强不超过 65dB（A），且均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

（6）造影剂的存储、泄露风险

造影剂（碘克沙醇）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，钥匙交专人保管；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。

表 10 辐射安全与防护

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

改建介入手术室位于医院院内北侧。根据医院平面布置图及现场调查，以介入手术室四周，墙体为边界：东北侧紧邻医疗废物通道、库房，约 15~25m 为北站东一路 4 号院，约 26~50m 为成都海境蓝天酒店；东南侧紧邻控制室、办公室，约 17~50m 省建科院工程测试所；西南侧紧邻患者缓冲间、无菌间、仪器间、洗手区，约 7.5~11m 从西北到东南依次为病员通道、等候区、医护人员通道、卫生间，更衣室、医护人员缓冲区，约 12~32m 为医院食堂，约 32~45m 为药品库房，约 45~50m 为妇产科、行政中心；西北侧约 6~9m 为配电房，约 12~27m 为消毒供应中心，约 27~50m 为综合楼、社区中药房；西侧 25~50m 为北楼、西楼、档案室。介入手术室为一层独栋建筑，无地下室。介入手术室平面布置图见附图 4。

本项目介入手术室及其配套用房的布局设置充分考虑了医生和病人需求，病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不交叉影响（路径图见附图 7）；介入手术室所在区域相对独立，最大限度避开了人流量较大的门诊区，且介入手术室为专门的辐射工作场所，建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，所以总平面布置是合理的。

2、辐射工作场所两区划分

（1）分区原则

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，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

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：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。

（2）控制区与监督区的划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行

辐射防护分区划分。拟将介入手术室划分为控制区；将患控制室、患者缓冲间、患者通道、等候区、无菌间、医护人员通道、仪器间、卫生间、洗手区、更衣室、医护人员缓冲间、办公室、污物间、库房划分为监督区，项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图上进行了标识。

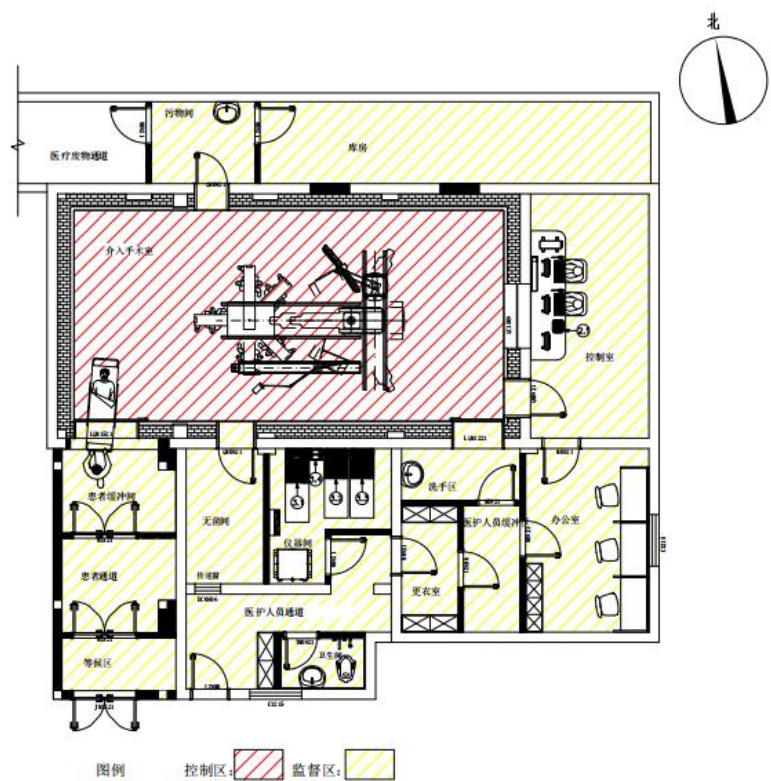


图 10-1 介入手术室两区划分示意图

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

场所	控制区	监督区
介入手术室	介入手术室	控制室、患者缓冲间、患者通道、等候区、无菌间、医护人员通道、仪器间、卫生间、洗手区、更衣室、医护人员缓冲间、办公室、污物间、库房

(3) 控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志，见图 10-2；

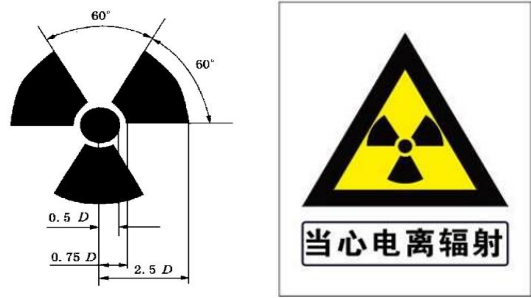


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门禁）限制进出控制区；

④在卫生通过区域配备个人防护用品、工作服、污染监测仪和被污染防护衣具的贮存柜等；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

（4）监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区为边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

二、辐射安全与防护措施

在利用 X 射线进行放射检查和介入治疗的同时，在无任何屏蔽设施的情况下，会对辐射源的周围环境及人员造成不应有的危害。为了减少这种辐射危害，以及避免辐射事故的发生，医院针对 DSA 的特点，采取了相应的辐射安全防护措施。

1、DSA 的固有安全性

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

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

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

⑦正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和介入手术床体旁上均设置“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、屏蔽防护措施

本项目介入手术室为改建场所，改建前为锅炉房，因建设时间久远，墙体老化，无法估算其防护能力，因此本次屏蔽防护，仅考虑新建的墙体；改建介入手术室下方无地下室，因此对地面不进行防护折算。根据医院提供防护设计资料，对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C查询，介入手术室实体防护设施铅当量折合估算见表10-2。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，本项目介入手术室与标准屏蔽措施对照，具体见表10-3。

表 10-2 介入手术室的实体防护折合铅当量计算表

介入手术室	实体结构	折合铅当量	总计
四周墙体	300mm 实心砖（新增）+20mm 硫酸钡砂浆（新增）	$\geq 3\text{mmPb}+1\text{mmPb}$	4mmPb
屏蔽门	4mm 铅当量铅门（新增）	4mmPb	4mmPb
观察窗	4mm 铅当量含铅玻璃（新增）	4mmPb	4mmPb
屋顶	120mm 混凝土（原有）+3mmPb 防辐射钢板（新增）	$\geq 1\text{mmPb}+3\text{mmPb}$	4mmPb

注：①根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，常用屏蔽物质的密度：混凝土密度 2.35g/cm^3 ，砖密度 1.65g/cm^3 ，则医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量如下：当管电压（有用线束）为 125kV 时，查表计算 298mm 实心砖相当于 3mm 铅当量，则 300mm 实心砖 $\geq 3\text{mmPb}$ ；当管电压 125kV（有用线束），查表计算 87mm 混凝土相当于 1mm，则 120mm

混凝土 $\geq 1\text{mmPb}$ ；当管电压 125kV（90° 非有用线束），查表计算 80mm 混凝土相当于 1mm，则 100mm 混凝土 $\geq 1\text{mmPb}$ 。

②根据《辐射防护手册（第三分册）辐射安全》，查表 3.4，管电压 150kV（无 125kV 数据），密度为 2.7g/cm^3 的钡水泥，厚度为 17mm 折合为 1mm 铅当量，厚度为 20mm $\geq 1\text{mm}$ 铅当量。

③由于本次介入手术室是由锅炉房改建改建而成，但锅炉房修建时间久远，砖墙已经老化，本次实体防护折算不考虑原有 180mm 实心砖。

表 10-3 介入手术室的实体防护设施对照表

介入手术室	介入手术室规格	四周墙体	屏蔽门	观察窗	屋顶
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
介入手术室	48.9m ² （最小单边长度 4.91m）	180mm 实心砖（原有） +300mm 实心砖（新建） +20mm 硫酸钡砂浆（新建）（约合 4mmPb）	内衬 4mm 铅板的铅钢防护门（新建）	4mm 铅当量含铅玻璃（新建）	120mm 混凝（原有） +3mmPb 防辐射钡板（新建）（约合 4mmPb）
放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积 20m ² ，最小单边长度 3.5m	非有用线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量	非有用线束 2mm 铅当量	有用线束 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

3、安全措施

（1）警示标识：介入手术室患者进出防护门、医护人员进出防护门、污物间防护门、无菌间防护门、控制室防护门外要求设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在介入手术室患者通道应设置电离辐射危害告知等提示信息。

（2）观察及对讲装置：介入手术室与控制室操作台之间安装铅玻璃观察窗，便于医护人员观察患者和受检者状态及防护门开闭情况；介入手术室与介入控制室之间设置对讲装置，便于医护人员与患者交流。

（3）闭门、防夹装置：本项目介入手术室设置 5 个防护门，患者进出防护门、医护人员进出门设计为电动推拉式门，控制室防护门、污物间防护门、无菌间防护门设计为手动平开式门。电动推拉式防护门设置防夹装置，平开式防护门设计安装自动闭门装置。

(4) 联锁装置：本项目介入手术室患者进出防护门、医护人员进出防护门、污物间应设置有门灯联锁系统，防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。

(5) 急停按钮：本项目设备在床体和操作台各1个急停按钮，在机器故障时可按下，避免意外照射。

4、人员的安全与防护

人员主要指本项目辐射工作人员、受检者或患者、本次评价范围内公众。

(1) 辐射工作人员

为减少辐射工作人员的照射剂量，采取防护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

介入手术室严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在介入手术室人员通道门的醒目位置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，医院的 DSA 主要用于介入手术、血管造影等。

③屏蔽防护

(1) 隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过控制室与介入手术室之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽 X 射线，以减弱或消除射线对人体的危害。

(2) 防护用品：对于介入诊疗操作时工作人员和受检者需配备的个人防护用品须满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求：

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
介入放射学操作	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
	铅橡胶围裙、铅	铅悬挂防护屏/	铅橡胶性腺防护	—

	橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套选配：铅橡胶帽子	铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏选配：移动铅防护屏风	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。

备注：除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于0.25mmPb；介入防护手套铅当量不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量不小于2mmPb，放射工作人员需要光学铅眼镜的另行单独配置。儿童防护用品和辅助防护设施的铅当量不小于0.5mmPb。防护用品采用悬挂或平铺方式存放，不折叠。

介入手术室内配备铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风（选配）等防护用品，本项目介入手术室防护用品配备如表10-4所示。

表 10-4 介入手术室防护用品配备一览表

序号	场所	防护名称	数量	铅当量	医院拟配备情况
1	介入手术室	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	1	$\geq 0.5\text{mmPb}$	设备采购时自带辅助防护设施，含铅防护吊帘和床侧防护帘，铅当量均为0.5mmPb
2		床侧防护帘/床侧防护屏	1	$\geq 0.5\text{mmPb}$	
3		移动铅防护屏	1	$\geq 2\text{mmPb}$	暂不配备

辐射工作人员应配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅橡胶帽子（选配）、铅橡胶防护衣等防护用品，本项目介入手术室拟配备个人防护用品如表10-5所示。

表 10-5 介入手术室个人防护用品配备一览表

序号	场所	防护名称		数量/件	铅当量（mmPb）
1	介入手术室	患者	铅橡胶围裙	1	0.5
2			铅橡胶颈套	1	0.5
3			铅橡胶帽子（选配）	1	0.5
4		工作人员	铅橡胶颈套	3	0.5
5			铅防护眼镜	3	0.5
6			介入防护手套	3	0.025

7			铅橡胶帽子（选配）	3	0.5
8			铅衣	3	0.5

本项目受检者个人防护用品配备铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅橡胶围裙。工作人员辅助防护设施配备铅防护帘和床侧防护帘，个人防护用品配备铅橡胶颈套、介入防护手套、、铅橡胶帽子、铅衣、铅防护眼镜。防护用品数量及铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关规定。

④个人剂量监测

辐射工作人员均应配备有个人剂量计，并要求上班期间必须佩带。医院拟为DSA 项目医师位、护士位各配备1个个人剂量报警仪，共计3个个人剂量报警仪。辐射工作人员应配备足量的个人剂量计，手术医师建议佩戴3个（腕部剂量计、颈部剂量计、腰部剂量计），要求起码佩戴2个（颈部剂量计、腰部剂量计）；手术室内护士要求佩戴2个剂量计（腰部剂量计和颈部剂量计）；控制室内技师要求佩戴1个剂量计（胸部剂量计），并定期送检。

医院定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检测，检测结果存入个人剂量档案。

（2）受检者或患者的安全防护

医院应配有三角巾、铅橡胶颈套，用于患者非照射部位进行防护，以避免病人受到不必要的照射。另外，在不影响工作质量的前提下，保持与射线装置尽可能大的距离。

（3）介入手术室周边公众的安全防护

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

5、与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求符合性分析

本项目 DSA 涉及医用射线装置的个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析见下表：

表 10-4 项目涉及个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析表

放射检查类型	分项		《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求	本项目拟采取措施	符合性分析
介入放射学操作	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	医院配备铅衣3套、铅橡胶颈套3套、铅防护眼镜3副、介入防护手套3双	符合
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	医院配备铅悬挂防护屏和床侧防护帘1套	符合
	患者和受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	医院配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾1套、铅橡胶颈套1套	符合

三、工作场所辐射安全防护设施

根据《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）对Ⅱ医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-5：

表 10-5 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
场所设施	观察窗屏蔽	1 扇铅窗，为 4mm 铅当量	/
	介入手术室防护门	5 扇防护铅门，均为 4mm 铅当量	/
	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	设计中已有
	通风设施	排风系统	设计中已有
	紧急停机按钮	设备自带	设计中已有
	门灯连锁	/	需配备
	对讲系统	/	需配备
	入口处电离辐射警告标志	/	需配备
	入口处机器工作状态指示灯箱	/	需配备
	闭门装置（平开门）	/	需配备
	防夹装置（推拉门）		需配备
监测设备	便携式辐射监测仪	/	需配备 1 台
	个人剂量计	/	新增 6 套
	个人剂量报警仪	/	需配备 3 台

防护器材	医护人员个人防护	/	需配备铅衣 3 套、铅橡胶颈套 3 套、铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 双
	患者防护	/	需配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套

四、投资估算

本核技术应用项目总投资**万元，其中环保投资**万元，占总投资约**%。具体环保设施及投资见表 10-6。

表 10-6 环保设施及投资一览表

项目		环保设施	数量	投资（万元）
介入手术室	场所实体设施	四周、屋顶、地面屏蔽体	1 间	**
		手术室防护门	5 扇	**
		观察窗屏蔽	1 扇	**
	安全装置	电离辐射警告标志	4 个	**
		闭门装置（平开门）	3 套	
		防夹装置（推拉门）	2 套	
		有中文标识的紧急停机按钮（操作台和介入手术床旁）	1 套	
		工作状态指示灯箱及门灯连锁装置	3 套	
		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
		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	6 套	**
		个人剂量报警仪	3 台	**
		便携式辐射监测仪	1 台	
		铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	3 套（医护人员使用）	**
		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）	**
	其他	通风设施：排风扇	新增	**
合计				45.0

在今后实践中，医院应根据国家发布的法规内容，结合自身实际情况对环保设施做相应补充，使之更能满足实际需要和法规要求。

三废的治理

1、废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。工作人员生活

用水按每人每天 100L 计，医疗废水按 100L/台手术，排污系数取 0.85，则生活污水产生量为 $0.51\text{m}^3/\text{d}$ ， $127.5\text{m}^3/\text{a}$ ；医疗废水产生量约 $0.17\text{m}^3/\text{d}$ ， $42.5\text{m}^3/\text{a}$ 。则本项目废水总产生量约 $0.68\text{m}^3/\text{d}$ ， $170\text{m}^3/\text{a}$ 。

项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（处理能力 $260\text{m}^3/\text{d}$ ），采用“二级生化处理+次氯酸钠消毒工艺”处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，再通过市政污水管网进入三瓦窑污水处理厂处理，处理达标后排入府河。

2、废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，介入手术室采用机械排风，排风扇位于介入手术室顶部（排风扇数量：3 个，单个风量 $200\text{m}^3/\text{h}$ ），通过排风管道从介入手术室内引出从医疗废物通道、库房上方排入室外（距地面约 6m），经空气稀释后，对周围环境影响较小。经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095—2012）室外臭氧小时平均浓度符合二级标准（ $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ ）的要求。

3、固体废物

固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾和介入手术时产生的医疗废弃物，如医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套、废造影剂等。生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运；医疗废物由有相应资质的单位统一回收处理：①本项目拟配置 6 名辐射工作人员，其中 3 名医生，2 名护士，1 名技师。每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg ，则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 0.75t 。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，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。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。

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，经专用容器统一收集打包后与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

一、施工期的环境影响分析

介入手术室为原有锅炉房改建而成，施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、施工废水以及施工人员的生活垃圾和生活污水。对于施工期将产生的扬尘、噪声、固体废物、施工污水以及施工人员的生活垃圾和生活污水，针对本项目，医院拟采取以下措施：

扬尘的防治措施：项目通过施工现场封闭施工和采取洒水等措施来进行控制；

废水防治措施：项目废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水沉淀处理后回用，生活污水产量较小，依托医院污水处理设施处理；

废气防治措施：项目施工现场封闭施工，施工现场及时清理，通风换气等措施；

噪声防治措施：选用低噪声设备，合理安排施工时间；

固废防治措施：建筑垃圾由施工单位集中收集到指定地点进行处理，生活垃圾依托环卫部门统一清运。

介入手术室施工质量的要求：

①铅门与墙体重叠部分不小于门与墙体缝隙宽度的10倍；②穿过介入手术室的电缆沟及通风管道均采用“U”型或者“S”型穿墙，以避免电缆沟及通排风管道布设方式影响到屏蔽墙体的屏蔽效果，不得正对工作人员经常停留的地点。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在介入手术室内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物，作为一般固体废物进行处置，不随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

医院在介入手术室内使用 1 台 DSA，进行介入手术治疗的工作负荷约 500 人次/年，DSA 主要用于血管造影，介入手术等。

根据原环境保护部和国家卫生计生委联合发布公告 2017 年第 66 号《射线装置分类办法》，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。本机为数字成像设备，不使用显、定影液，其主要环境影响因素为工作时产生的 X 射线，出束方向向上。

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，医生通过铅玻璃观察窗介入手术室内病人情况，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，经介入手术室各屏蔽体屏蔽后，对介入手术室外（包括介入手术室楼上）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，医生需进入介入手术室，进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时手术医生身着铅衣、戴铅防护眼镜等在介入手术室内对病人进行直接的手术操作。

本次分析采用理论预测方法对本项目 DSA 系统在正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响分析。

1、本项目关注点的辐射环境影响分析

根据医院实际诊疗情况，拍片时，DSA 的常用电压 60~100kV，常用电流为 100~500mA；透视时，DSA 常用管电压为 70~90kV，常用管电流为 6~20mA。

本项目取 0.5mmCu 过滤条件，通过查《辐射防护手册（第一分册）辐射源与屏蔽》图 4.4，对于管电压为 90kV，0.5mmCu 作为过滤板的条件下，当管电压为 90kV 时（透视最大工况），查得 $v_{r0} = 0.15R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ；当管电压为 100kV 时（拍片最大工况），查得 $v_{r0} = 0.21R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ 。经计算后，在透视时管电压为 90kV、管电流为 20mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_0 为 $26.19mGy \cdot min^{-1}$ ；在拍片管电压为 100kV、管电流为 500mA 时，距靶 1m 处的剂量率 H_1 为 $916.65mGy \cdot min^{-1}$ 。见下表：

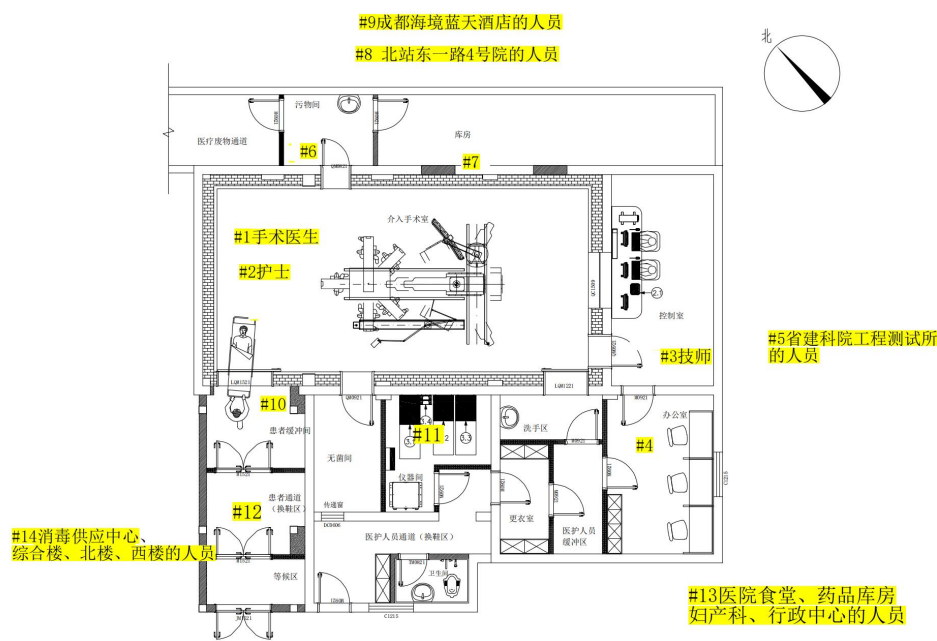
表 11-1 本项目 DSA 常用工况及源强取值

工作模式	常用管电压	常用管电流	最大使用工况	v_{r0}	H_0
透视	70~90kV	6~20mA	90kV、20mA	$0.15R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$	$26.19mGy \cdot min^{-1}$
拍片	60~100kV	100~500mA	100kV、500mA	$0.21R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$	$916.65mGy \cdot min^{-1}$

本项目 DSA 投用后，手术过程中介入手术室四周的保护目标，均受到漏射射线和

散射射线的影响，介入手术室正上方受主射辐射的影响，介入手术室内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离介入手术室最近关注点可以代表最大可能辐射影响。

本项目共布设 16 个预测点位，预测点位见图 11-1。



附图4 介入手术室平面布置图

图 11-1 本项目预测关注点位示意图

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式C.1以及附录表C.2可知。
屏蔽减弱因子B：

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

- 式中：
- B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子；
 - β—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
 - α—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
 - γ—给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数；
 - X—屏蔽材料厚度。

散射线的减弱因子将根据实际情况，采用常用工况下散射线拟合参数进行计算；泄漏射线因和主射线能量一样，故采用常用工况下主射线拟合参数计算其减弱因子。

表 11-2 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压90kV（透视）						
材料	α		β		γ	
铅	3.067		18.83		0.7726	
管电压 100kV（拍片）						
材料	α		β		γ	
	主束	散射	主束	散射	主束	散射
铅	2.500	2.507	15.28	15.33	0.7557	0.9124

根据计算，介入手术室不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-3。

表 11-3 介入手术室设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

（1）主射线束方向影响分析

①计算模式

本项目主射方向屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \dots\dots\dots \text{（式 2）}$$

式中：

D_r —预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

D_1 —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，mGy/min；

T —每年工作时间，7008.6min（包括透视 6900min 和拍片 108.6min）；

μ —利用因子，主射方向取 1；

η —对防护区的占用因子，本项目介入手术室上方人员不可到达，保守取 1/16；

f —屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子；

r —预测点距 X 射线源的距离，m。

②预测结果分析

根据 NCRP147 报告，患者和接收器对初始线束的减弱倍数为 10 到 100 倍，考虑最不利影响，患者和接收器对初始线束的减弱倍数取 10 倍，则主射方向照射量率取主射线束的 10%。

将相关参数带入（式 2）中，进行各关注点年有效剂量预测，预测点年剂量估算结果见表 11-4：

表 11-4 介入手术室主射方向预测点年有效剂量估算

（2）病人体表散射辐射剂量估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (式3)$$

式中：

H_s ——预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

a ——患者对 X 射线的散射比；根据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1 查表取得当 400cm^2 散射面积时， $a=1.3 \times 10^{-3}$ ；故当 1cm^2 散射面积时， $a=3.25 \times 10^{-6}$ （ 90° 散射）；

s ——散射面积， cm^2 ，取 100cm^2 ；

d_0 ——源与病人的距离，m，取 1m；

d_s ——病人与预测点的距离，m；

B ——减弱因子。

个人年最大有效剂量估算公式如下：

$$E = H \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (式4)$$

式中：

E ——辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

H ——辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——年工作时间，h；

T ——居留因子，职业人员保守取 1，公众保守取 1/4。

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-4。

表 11-4 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

(3) 泄漏辐射剂量估算

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 1‰计算，利用点源辐射进行计算，各预测点的泄漏辐射剂量率可用下(式 4)进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (式5)$$

式中：

H ——预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f ——泄漏射线比率，1‰；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

R—靶点距关注点的距离, m;

B——减弱因子, 前文表 11-3 计算取得。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。

表 11-5 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

(4) 关注点辐射剂量率综合分析

表 11-6 本项目各预测点保护目标最大辐射剂量率表

由表 11-6 可知, 本项目介入手术室周围最大辐射剂量率为 $1.37 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$, 低于《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中规定的屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的规定。

(5) 关注点年辐射剂量分析

表 11-7 本项目各预测点理论预测最大受照剂量统计表

注: ①本项目 DSA 年最大出束时间为 116.81h (拍片 1.81h, 透视 115h)。医生位于介入手术室内手术位进行介入手术时, 只存在透视工况。②根据不同病人手术情况的需要, 护士进入手术室内, 在术中配合跟台手术, 在距离主射线束最近为 1.0m 的位置, 保守按照 DSA 的年透视总时间 115h 计算年有效剂量。

本项目拟配置 3 名手术医生 (其中 2 名心血管介入手术医生, 1 名外周介入手术医生), 2 名护士, 1 名技师; 根据实际情况医护人员工作时间很难人均分配, 本次预测取辐射工作人员工作时间不超过人均受照时间的 1.2 倍, 保守考虑各科室每名医生及护士技师的年剂量核算见下表 11-8。

表 11-8 本项目每名职业人员年剂量核算表

职务/人数	科室年辐射剂量 (mSv/a)	科室年最大 受照时间(h)	理论人均受照 时间 (h)	保守考虑人均受照 时间 (h)	每名职业人员最大 年剂量(mSv/a)
心血管介入 手术医生/2 名	2.55	75	37.5	45	1.53
外周介入手 术医生/1 名	1.36	40	/	/	1.36
护士/2 名	9.76×10^{-1}	115	57.5	69	0.59
技师/1 名	2.37×10^{-5}	116.81	/	/	2.37×10^{-5}

由表 11-7、11-8 可知, 在介入手术室内心血管介入手术医生最大有效剂量 1.53mSv/a , 外周介入手术医生最大有效剂量为 1.36mSv/a , 护士最大有效剂量为 0.59mSv/a , 在控制室内技师最大有效剂量为 $2.37 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$, 均低于本次评价确定的

职业人员 5mSv/a 的管理约束值，也均低于《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 剂量限值；手术室周围的公众最大有效剂量为 1.43×10^{-4} mSv/a，低于本次评价确定的公众 0.1mSv/a 的管理约束值，也低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的公众 1mSv/a 剂量限值。

建议：医院应合理安排手术医生的人均手术量，控制各科室手术医生的手术台数，每个季度对辐射工作人员个人剂量进行严格监督，辐射工作人员个人剂量单季度超过 1.25mSv、年超过 5mSv 事件的发生，若发现辐射工作人员有单季度超过 1.25mSv 的情况，医院应立即采取有效的管控措施，暂停该辐射工作人员继续从事的放射诊疗作业，同时进行原因调查，调整岗位安排等。

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离介入手术室最近的关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。在 DSA 运行后，实际工作中，常用管电压和管电流远低于预测工况，且项目运行产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，介入手术室周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对介入手术室周围公众影响更小。

（6）医生腕部皮肤受照剂量

手术医生和护士在介入手术室内进行介入手术时，会穿联体铅衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，但是仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，手术医生腕部距离辐射源（非主射束方向）最近，因 X 射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以手术医生腕部剂量估算结果进行核算医护人员皮肤照射年剂量，根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）中的公式估算介入手术室或介入手术室人员年皮肤吸收剂量：

$$D_s = C_{ks} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 6）}$$

$$H_s = D_s \cdot W_R \dots\dots\dots \text{（式 7）}$$

式中： D_s —皮肤吸收剂量，mGy；

$\dot{k}$ —X 辐射场的空气比释动能率，μGy/h；

C_{ks} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

t—人员累积受照时间，h；

H_S —关注点的当量剂量，mSv；

W_R —辐射权重因数，X 射线取 1。

根据前述分析，手术时腕部位置处的空气比释动能率为 189.3 μ Gy/h。从表 A.4/A.5 中查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的最大转换系数 $C_{KS}=1.156$ mGy/mGy。根据式 7，X 射线的辐射权重因子为 1，则医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为 9.85mSv/a（保守按照 45h 计算），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv 的要求，也满足本项目对于放射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 125mSv/a 的要求。

（7）医生眼晶状体受照剂量

根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算》（GBZ/T301-2017），有辐射场空气比释动能率信息时，眼晶状体吸收剂量可用下式进行估算：

$$D_L = C_{KL} \cdot \dot{k} \cdot 10^{-3} \cdot t \dots\dots\dots \text{（式 8）}$$

$$H_L = D_L \cdot W_R \dots\dots\dots \text{（式 9）}$$

式中： D_L —眼晶状体吸收剂量，mGy；

$\dot{k}$ —X、 γ 辐射场的空气比释动能率， μ Gy/h；

C_{KL} —空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

t—人员累积受照时间，h；

H_L —关注点的当量剂量，mSv；

W_L —辐射权重因数，X 射线取 1。

根据前述分析，手术时眼晶体的空气比释动能率为 13.25 μ Sv/h。从附录 A 表 A.4 中查得空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的最大转换系数 $C_{KL}=1.55$ mGy/mGy。根据式 9，X 射线的辐射权重因子为 1，则手术医生手术位眼晶状体受照当量剂量为 0.89mSv/a（保守按照 45h 计算），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，眼晶体的年当量剂量不超过 150mSv，也满足本项目对于辐射工作人员眼晶体当量剂量通常管理限值，即不超过 37.5mSv/a 的要求。

综上所述，本项目公众、职业、皮肤、眼晶状体剂量均满足要求。

(8) 介入治疗对医生和患者的辐射防护要求

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

介入治疗医生自身的辐射防护要求：①加强教育和培训工作，提高辐射安全文化素养，全面掌握辐射防护法规和技术知识；②结合诊疗项目实际情况，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；③在介入手术期间，必须穿戴个人防护用品，并佩戴个人剂量报警仪；④定期维护 DSA 系统设备，制定和执行介入治疗的质量保证计划。

患者的辐射防护要求：①严格执行 GB18871-2002 中规定的介入诊疗指导水平，保证患者的入射体表剂量率不超过 100mGy/min；②选择最优化的检查参数，为保证影像质量可采用高电压、低电流、限制透视检查时间等措施；③采用剂量控制与分散措施，通过调整扫描架角度，移动扫描床等办法，分散患者的皮肤剂量，避免单一皮肤区域接受全部剂量；④作好患者非照射部位的保护工作。

(9) 射线装置报废

射线装置在报废前，应采取去功能化的措施（如拆除电源和拆解加高压射线管），确保装置无法再次组装通电使用，并按照国有资产和生态环境主管部门的要求，履行相关报废手续。

二、大气环境影响分析

本项目在运行过程中，主要大气污染因子为介入手术室内空气受 X 射线电离而产生的臭氧。DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，介入手术室采用机械排风，排风扇位于介入手术室顶部（排风扇数量：3 个，单个风量 200m³/h），通过排风管道从介入手术室内引出从医疗废物通道、库房上方朝上排向室外（距地面约 6m），经空气稀释后，对周围环境影响较小。

三、废水环境影响分析

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。工作人员生活用

水按每人每天 100L 计，医疗废水按 100L/台手术，排污系数取 0.85，则生活污水产生量为 0.51m³/d，127.5m³/a；医疗废水产生量约 0.17m³/d，42.5m³/a。则本项目废水总产生量约 0.68m³/d，170m³/a。

项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站（处理能力 260m³/d），采用“二级生化处理+次氯酸钠消毒工艺”处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，再通过市政污水管网进入三瓦窑污水处理厂处理，处理达标后排入府河。

四、固体废物影响分析

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 1000kg。这些医疗废物严格按国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医疗废物暂存间，统一收集后交由有相应资质的单位处置。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，办公垃圾和生活垃圾产生量约 0.75t/a，医院按照当地管理部门要求，由市政环卫部门收集清运处置。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。

五、声环境影响分析

本项目噪声源主要为风机噪声，所有设备选用低噪声设备，最大源强不超过 65dB（A），均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

本项目使用的 DSA 属于 II 类射线装置，属中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤，大剂量照射甚至可导致死亡。DSA 不运行时不可能发生放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有当机器运行期间才会产生 X 射线等危害因素，而且最大可能的事故情景主要有两种：

①装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；手术过程中，人员误入或滞留在介入手术室内而造成非主射方向的误照射；

②医用射线装置在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员受到主射方向的误照射。

三、源项分析及事故等级分析

本项目医用 X 射线装置主要的环境风险因子为工作时产生的 X 射线。按照中华人民共和国国务院 449 号令第四十条关于事故的分级原则现将项目的风险物质、风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于表 11-11 中。

表 11-10 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

项目名称	环境风险因子	潜在危害	事故等级
DSA	X 射线	X 射线装置失控导致人员受超年剂量限值的照射	一般辐射事故
		X 射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾	较大辐射事故
		X 射线装置失控导致 2 人以上（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾	重大辐射事故
		X 射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

四、辐射事故分析

（1）事故分析

本项目涉及 II 类射线装置，运营期间存在的风险和潜在危害及事故隐患如下：

表 11-11 项目环境风险和可能发生的事故情景

设备名称	类型	风险因子	可能发生的辐射事故
DSA	II 类射线装置	X 射线	①介入手术操作过程中，介入手术人员未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行透视手术操作。②在装置运行时，公众误入介入手术室或者未撤离介入手术室，造成不必要的照射。③在对设备进行检修或维护等工作时，检修、维修人员操作有误，造成人员照射。

DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数情况如下表所示：

表 11-12 DSA 设备运行期间可能发生事故类型及相关参数

序号	事故情景	受照人员	设备参数	距靶1m处 剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	射束方向
1	手术期间误照射	手术医生	90kV/20mA（按透视运行参数）	1.57×10^6	散射、漏射
2	公众误入介入手术室或未撤离	误入人员	90kV/20mA（按透视运行参数）	1.57×10^6	散射、漏射
3	维修期间误照射	维修人员	90kV/20mA（按透视运行参数）	1.57×10^6	主射

(2) 剂量估算

①手术期间可能发生的辐射事故情景

介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行透视手术操作，受到非主射方向的照射。

则在不同距离，不同曝光时间（最大按 15min 手术时间计算），介入手术操作人员所受辐射剂量估算详见表 11-14。

表 11-13 介入手术过程中误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置 的距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量(mSv/ 次)	漏射所致剂量(mSv/ 次)	总剂量 (mSv/次)
0.5	1.0	3.41×10^{-2}	1.05×10^{-1}	1.39×10^{-1}
	5	1.70×10^{-1}	5.24×10^{-1}	6.95×10^{-1}
	10	3.41×10^{-1}	1.05	1.39
	15	5.11×10^{-1}	1.57	2.08
1	1.0	8.53×10^{-3}	2.62×10^{-3}	3.47×10^{-2}
	5	4.26×10^{-2}	1.31×10^{-1}	1.74×10^{-1}
	10	8.52×10^{-2}	2.62×10^{-1}	3.47×10^{-1}
	15	1.28×10^{-1}	3.93×10^{-1}	5.21×10^{-1}

②公众误入机房或未撤离机房的辐射事故情景

在装置运行时，公众误入介入手术室或未撤离介入手术室的情况下进行照射操作，对人员造成不必要的照射。

则在不同距离，不同曝光时间（本项目手术床旁及操作室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下按钮就可以停机，人员反应时间取 15s），人员误入所受辐射剂量估算详见表 11-14。

表 11-14 误入介入手术室误照射不同距离、时间人员受照剂量表

关注点与射线装置 的距离 (m)	时间 (s)	散射所致剂量(mSv/ 次)	漏射所致剂量(mSv/ 次)	总剂量 (mSv/次)
1	5	7.09×10^{-4}	2.18×10^{-3}	2.89×10^{-3}

2	10	1.42×10^{-3}	4.36×10^{-3}	5.78×10^{-3}
	15	2.13×10^{-3}	6.54×10^{-3}	8.67×10^{-3}
	5	1.77×10^{-4}	5.46×10^{-4}	7.23×10^{-4}
	10	3.54×10^{-4}	1.09×10^{-3}	1.45×10^{-3}
	15	5.31×10^{-4}	1.64×10^{-3}	2.17×10^{-3}

③维修期间误照射的辐射事故情景

在对设备进行检修或维护等工作时，检修、维修人员操作有误，造成主射方向事故照射。

则在不同距离，不同曝光时间（本项目手术床旁及控制室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下按钮就可以停机，人员反应时间取 15s），人员误入所受辐射剂量估算详见表 11-15。

表 11-15 事故状态下主射方向不同停留时间和距离维修人员受照剂量表

剂量(mSv/次) 时间 (s)	距离 m	0.5	1.0	2.0
1		1.74	4.35×10^{-1}	1.09×10^{-1}
5		8.70	2.17	5.43×10^{-1}
10		17.40	4.35	1.09
15		26.10	6.52	1.63
30		34.80	8.70	2.17

（3）事故后果

①根据表 11-13 可知，本项目介入手术人员在不同位置随着时间的推移，非主射方向上最大可能受照剂量为 2.08mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，不构成辐射事故。

②根据表 11-14 可知，公众误入介入手术室或未撤离介入手术室，在不同位置随着时间推移，非主射方向上最大可能受照剂量为 8.67×10^{-3} mSv/次，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 1mSv/a 的剂量限值，不构成辐射事故。

③根据表 11-15 可知，检修人员在不同位置随着时间的推移，在距离 0.5m，当照射时间 15s 时，在主射方向受照剂量为 26.10mSv/次，高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的职业人员 20mSv/a 的剂量限值，构成一般辐射事故，时间越长，受照剂量越大。

综上所述，若本项目发生辐射事故，最大可能为一般辐射事故。本项目射线装置一旦发生辐射事故，应立即切断电源，停止射线装置出束。建设单位在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，杜绝此类事故发生。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

(1) 装置在运行时，介入手术人员在未采取任何防护的情况下位于非主射方向进行介入手术操作；手术过程中，人员误入或滞留在治疗介入手术室内而造成非主射方向的误照射。

应对措施：介入手术人员佩戴剂量报警仪进行手术；安装两套独立的剂量监测系统，每套皆可单独终止照射；当有人员误入或滞留时，人员可立即按动设备自带紧急停机按钮逃出介入手术室。本项目控制台上亦配置有紧急停机按钮，在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

(2) DSA 设备维护人员在维护 DSA 射线管或测量探测器时，射线管处于出束状态，维修人员处于主射方向。

应对措施：检修人员必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪；当有人员误入或滞留时，人员可立即按动设备自带紧急停机按钮逃出介入手术室。本项目控制台上亦配置有紧急停机按钮，在紧急情况下可按动这类紧急按钮。

(3) 为了防止事故的发生，医院在辐射防护设施方面应做好以下工作：

- ①购置工作性能和防护条件均较好的介入诊疗设备；
- ②实施介入诊疗的质量保证；
- ③做好医生的个人防护；
- ④做好病人非投照部位的防护工作；

⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出介入手术室，关闭介入手术室门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

(4) 管理应对措施

医院在管理中必须认真执行安全操作规程和各项规章制度，强化安全管理，避免各辐射工作场所出现人员滞留事故发生；定期检查各辐射工作场所的门机联锁等辐射安全环保设施是否有效，同时应当加强控制区和监督区的管理，避免人员误入事故的发生。

当事故发生时应当立即启动事故应急程序，对于可能发生的各种事故，医院方面除在硬件上配齐、完善各种防范措施外，在软件设施上也注意了建设、补充和完善，使之在安全工作中发挥约束和规范作用，其主要内容有：

①建立安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。

②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。

③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。

④制定医院重大事故处理预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出介入手术室，关闭介入手术室门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免辐射事故的发生，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理

一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

医院已成立辐射安全领导小组，并根据实际情况及时做出了关于调整五冶医院辐射安全与防护管理领导小组的通知（五冶院医教[2023]50 号）（见附件 9）。

（1）文件已包含内容：

①人员组成

组长：业务副院长

副组长：医教部部长、放射科业务主任

成 员：院感办公室主任、后倾保障部主任、采购与设备管理部主任、办公室主任、医教部副部长、放射科副主任

领导小组下设办公室，办公室设在医教部，负责辐射安全与防护工作的具体组织、协调、督查与指导。

②辐射安全领导小组职责

1、监督本单位贯彻执行国家及上级部门辐射安全与防护方针、政策、法律、法规、标准、规定。

2、负责射线装置改、扩建时的辐射安全许可证、放射诊疗许可证的办理工作。

3、对辐射安全与防护工作进行监督检查、指导。

4、组织制定辐射事故应急处理预案以及发生辐射事件时组织应急救援，并向相关部门汇报等。

5、负责安排射线装置质量监测、工作场所环境监测、工作人员计量监测等各项监测工作医技相关工作人员的辐射安全培训、健康体检。

6、负责对射线装置的辐射安全与防护状况进行年度评估。

7、其他辐射相关工作内容。

（2）需要完善的相关内容

根据医院辐射安全与环境保护管理领导小组机构文件，医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

①补充辐射安全管理小组职责和机构成员职能分工；

- ②补充领导小组日常办公地点、相关联系人电话；
- ③定期修订、检查辐射安全管理领导小组机构成员名单，确保领导小组的实效性；
- ④发生放射事故事件和和个人剂量异常事件后，积极组织开展事故原因调查，并按照程序向生态环境主管部门报告；
- ⑤定期维护检查辐射工作场所安全设施设备，确保实时有效。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

1、辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①本项目拟配置 6 名辐射工作人员，其中 3 名医生，2 名护士，1 名技师，均为医院新增辐射工作人员。今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

工作制度：医院实行每年工作 250 天，每天 8 小时的工作制度，实行白班单班制。

②医院现有辐射工作人员30人，本次新增Ⅱ类射线装置辐射工作人员6名，对未取得Ⅱ类射线装置辐射工作人员医院承诺尽快安排相关辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，并取得辐射安全培训合格证，持证上岗。

③射线装置操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

④医院应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还需从以下几个方面加强

①建设单位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。

三、辐射安全档案资料管理和规章制度

1、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目建设单位拟新增 DSA，涉及使用 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”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)等，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。

表 12-1 建设单位辐射安全与防护管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	拟办理辐射安全许可证增项	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
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目辐射工作人员，医院应安排其参加辐射安全与防护相关学习和考核，确保持证上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	医院已成立“辐射安全防护领导小组”，有专人负责辐射安全管理工作	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
4	需配备必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备案	医院按照表 10-5 进行辐射防护设施的配备，制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》等制度并严格执行监测计划	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
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案	根据本项目实际情况补充完善《辐射事故应急预案》	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
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	需对现有辐射安全和防护管理规章制度等进行完善	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
7	个人剂量监测、职业健康检查及档案管理	医院应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	拟在介入手术室辐射工作人员进出口、患者进出口等醒目位置粘贴电离辐射警告标志	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

9	监测	建设单位须制定监测方案，开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测，辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告，该监测报告应作为《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	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
10	年度评估	建设单位已将 2022 年度安全和防护状况评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	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

2、辐射安全管理规章制度及落实情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第 20 号）“第十六条”、《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））及《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》（川环办发[2016]1400 号）的相关要求中的相关规定，将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明，具体见表 12-2：

表 12-2 辐射安全管理规章制度汇总对照表

	《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》		医院制定情况	备注
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	/	已制定	将本项目拟新增的射线装置纳入管理
2	辐射安全管理规定	根据医院具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	需完善	需补充本项目管理规定
3	设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施	需完善	需补充本项目操作规程
4	辐射防护设施设备维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中应采取的具体防护措施，确保射线装置保持良好的工作状态	需完善	本冲本项目维修维护制度
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责	需完善	辐射工作人员应包含本次新增或调配人员
6	放射源与射线装置台账管理制度	应记载放射性同位素与射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，	需完善	增加本项目拟新增的射线装置

		确定台账的管理人员和职责，建立台账的交接制度		
7	辐射工作场所 辐射环境监测 方案	/	需完善	增加本项目拟新增的射线装置工作场所
8	监测仪表使用 与核验管理制度	/	需完善	/
9	辐射工作人员 辐射安全与防护 培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员需通过考核后方可上岗	需完善	根据最新的辐射工作人员培训要求进行完善
10	辐射工作人员 个人剂量管理制度	在操作射线装置时，辐射工作人员须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	需完善	辐射工作人员应包含本次新增人员
11	辐射事故应急预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故，应制定较为完善的事故应急预案或应急措施，包括：“应急物资的准备和应急责任人员、生态环境主管部门应急电话及发生事故时的辐射事故处理措施”的内容	需完善	将本次新增设备纳入其中
12	质量保证大纲 和质量控制检测 计划	/	需完善	将本次新增设备纳入其中

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

医院应按照《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函 [2016]1400 号）的要求，将《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

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

四、档案管理

医院对相关资料进行了分类归档放置，包括以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、

“辐射应急资料”、“废物处置记录”，存放在医务科办公室。

五、辐射监测

1、工作场所监测

年度监测：医院每年应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《放射性同位素与射线装置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。

据调查，医院委托了四川中环康源卫生技术服务有限公司开展了2022年度辐射工作场所环境现状监测。根据医院提供的2022年度辐射工作场所环境监测情况说明（附件7），医院现有辐射工作场所屏蔽体外30cm处，均无超过2.5μSv/h的情况，满足相关法律法规的要求。

自主验收监测：医院在取得《辐射安全许可证》后三个月内，应委托有资质的单位开展1次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

2、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12-3）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 12-3 工作场所监测计划建议

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位
DSA	X-γ空气吸收剂量率	验收监测1次；委托有资质的单位进行监测，频率为1次/年；自行开展辐射监测	铅窗、控制室、患者缓冲间、洗手区、污物间、无菌间等配套房间、介入手术室四周屏蔽墙外、防护门缝等介入手术室四周环境敏感点

（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落实监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测单位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；或委托有资质的单位对监测仪器进行检定/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完善辐射工作场所环境监测管理制度。

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、个人剂量检测

个人剂量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，监测周期为1次/季。

（1）当单个季度个人剂量超过1.25mSv时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人累计剂量检测数值超过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，经本人签字确认后通过年度评估报告上报发证机关；当单次个人累积剂量检测数值超过20mSv，应立即开展调查并报告辐射安全许可证发证机关，启动辐射事故处置程序。个人剂量检测报告及有关调查报告均应存档备查。

（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提交给发证机关。

（3）根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），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。

（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、职业健康体检、个人剂量检测结果等材料。医院应将辐射工作人员的个人剂量档案终身保存。

（5）医院须严格按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求配发个人剂量计，要求辐射工作人员正确配戴个人剂量计，每季度由专人负责回收后交由有资质的检测单位进行检测，按照要求建立个人剂量档案，并将个人剂量档案终生保存。

据调查，医院2022年度委托了四川泰安生科技咨询有限公司进行个人剂量计的检测，提供了最新连续四个季度个人剂量监测报告，经统计计算，未发现单季度个人有效剂量超过季度限值1.25mSv的情况，也未发现个人年剂量值超过5mSv的情况，

符合管理要求。

五、年度监测报告情况

医院应于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置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。医院应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400 号）规定的格式编写《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 <http://rr.mee.gov.cn/>)中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

六、辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对辐射事故和突发事件，医院制订了辐射事故应急预案。

（1）医院现有辐射事故应急预案内容

医院现有辐射事故应急预案内容包括：应急机构人员组成，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

（2）本项目辐射事故应急预案可行性分析

医院现有辐射事故应急预案内容包括了应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话等，仍需补充完善以下内容：

- ①增加应急人员的培训，应急和救助的装备、资金、物资准备和应急演练。
- ②增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。
- ③增加应急机构和职责分工，辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话。
- ④增加发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地市级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健等部门报告。
- ⑤辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府环境保护主管部门备案。

⑥在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

2、应急措施

若本项目发生了辐射事故，项目单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

（1）发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出介入手术室，关闭介入手术室门，同时向医院主管领导报告。

（2）医院根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

（3）事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（4）最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：中国五冶集团有限公司医院新建介入手术室项目

建设单位：中国五冶集团有限公司医院

建设性质：新建

建设地点：中国五冶集团有限公司医院本部院内北侧

本次评价内容及规模为：本项目位于院内北侧原锅炉房（一层独栋建筑，高约 7m，无地下室），因医院已更换新的热水供应系统，锅炉房为闲置状态，因此医院拟拆除锅炉房设备将锅炉房改建为 1 间介入手术室及其配套用房，并在介入手术室内新增使用 1 台 DSA，型号待定，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 500 例（其中心血管介入手术 300 例，外周介入手术 200 例），年累计最大出束时间约 127.08h（其中透视 125h，拍片 2.08h），主要用于血管造影、介入治疗等。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号，2020 年 1 月 1 日施行）、《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 49 号，2021 年 12 月 30 日实施）的相关规定，本项目使用数字减影血管造影装置（DSA）为医院医疗基础建设内容，属该指导目录中第三十七项“卫生健康”中第 5 款“医疗卫生服务设施建设”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、本项目选址合理性分析

根据医院提供的国有土地使用证（川国用 2002 字第 02770 号），五冶医院本部用地用途为医疗卫生用地。医院取得了“关于中国五冶集团有限公司医院改扩建工程环境影响报告书审查批复”（成环建评[2013]286 号）并于 2019 年完成验收工作。

本项目仅为医院配套建设项目，不新增用地，且介入手术室为专门的辐射工作场所，建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护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。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川省永坤环境监测有限公司的监测报告，本项目所在区域 X- γ 辐射剂量率为 88~93nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2021 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境电离辐射水平（67~120.2nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

（一）施工期环境影响分析

医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各项环保措施，采取有效措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

（二）营运期环境影响分析

本项目投入运营后，在介入手术室内心血管介入手术医生最大有效剂量为 1.53mSv/a，外周介入手术医生最大有效剂量为 1.36mSv/a，护士最大有效剂量为 0.59mSv/a，在控制室内技师最大有效剂量为 2.37×10^{-5} mSv/a，手术室周围的公众最大有效剂量为 1.43×10^{-4} mSv/a，DSA 投入运营后，本项目产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，对介入手术室外公众影响更小。

综上所述，本项目工作人员所受的年剂量低于本次评价中所确定的 5.0mSv 的年剂量约束值，公众所受的年剂量低于本次评价中所确定的 0.1mSv 的年剂量约束值。从上述结果可以看出，本项目辐射工作场所的墙体、防护门窗满足辐射防护的要求。

六、事故风险与防范

医院制定的辐射事故应急预案和安全规章制度经补充和完善后可行，应认真贯彻落实，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

七、环保设施与保护目标

医院落实本报告表提出的环保措施后，可使本次环评中确定的所有保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、医院辐射安全管理的综合能力

经过医院的不断完善，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，考试（核）合格，持证上岗，有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。

九、项目环保可行性结论

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后，本评价认为项目在五冶医院本部院内东侧建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

3、医院应严格执行辐射工作人员学习考核制度，组织辐射工作人员、相关管理人员到生态环境部网上免费学习考核平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）中进行辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能继续上岗。

4、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收。

5、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前在核安全申报系统中进行报送，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育学习考核情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；⑦存在的安全隐患及其整改情况；⑧其他有关法律、法规规定的落实情况。

6、按照《四川省辐射污染防治条例》，射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化处理。

7、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。申领、延续、更换《辐射安全许可证》、新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

二、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应组织专家完成自主环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见下表13-1：

表 13-1 项目环保竣工验收检查一览表

项目	设施
辐射屏蔽措施	铅防护门 5 扇（均为 4mm 铅当量）
	铅玻璃观察窗 1 扇（4mm 铅当量）
	屋顶：120mm 混凝土（原有）+3mm 防辐射钢板（新增）
	四周墙体：180mm 实心砖（原有）+300mm 实心砖（新增）+20mm 硫酸钡砂浆（新增）
安全装置	门灯连锁装置及工作状态指示灯箱 3 套
	电离辐射警告标志 4 个
	铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 副（0.5mmPb）
	床侧防护帘/床侧防护屏 1 副（0.5mmPb）
	对讲系统 1 台
	紧急制动装置 1 套（操作台和介入手术床旁）
	闭门装置/（平开门）3 套、防夹装置（推拉门）2 套
监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 6 套
	个人剂量报警仪 3 台
	便携式辐射剂量监测仪 1 台
	医护：铅橡胶围裙 3 套、铅橡胶颈套 3 套、铅防护眼镜 3 副、介入防护手套 3 双
	患者：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套
其他	排风设施 1 套

验收时依据《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》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表验收。

1、根据《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十七条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照中华人民共和国国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

（2）建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

2、根据环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4

号)规定:

(1)建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范(<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhbz/bzwb/other>)。

(2)项目竣工后,建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况,编制验收监测(调查)报告。

(3)本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后,方可投入使用,未经验收或者验收不合格的,不得投入生产或者使用。

(4)除按照国家需要保密的情形外,建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式,向社会公开下列信息:①对项目配套建设的环境保护设施进行调试前,公开和项目竣工时间和调试的起止日期;②验收报告编制完成后5个工作日内,公开验收报告,公示的期限不得少于20个工作日。

(5)建设单位公开上述信息的同时,应当在建设项目环境影响评价信息平台(<http://114.251.10.205/#/pub-message>)中备案,且向项目所在地生态环境主管部门报送相关信息,并接受监督检查。