

核技术利用建设项目

邻水县人民医院新增一台 DSA 项目 环境影响报告表

(公示本)

邻水县人民医院

二〇二四年五月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

邻水县人民医院新增一台 DSA 项目 环境影响报告表

建设单位：邻水县人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：邻水县鼎屏镇人民路北段 487 号

邮政编码：615100

联系人：***

电子邮件：/

联系电话：***

目 录

表 1	项目基本情况	- 1 -
表 2	放射源	- 12 -
表 3	非密封放射性物质	- 12 -
表 4	射线装置	- 12 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	- 14 -
表 6	评价依据	- 15 -
表 7	保护目标与评价标准	- 17 -
表 8	环境质量和辐射现状	- 20 -
表 9	项目工程分析与源项	- 24 -
表 10	辐射安全与防护	- 30 -
表 11	环境影响分析	- 41 -
表 12	辐射安全管理	- 62 -
表 13	结论与建议	- 69 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		邻水县人民医院新增一台 DSA 项目			
建设单位		邻水县人民医院			
法人代表		***	联系人	***	联系电话
注册地址		邻水县鼎屏镇人民路北段 487 号			
项目建设地点		邻水县鼎屏镇人民路北段 487 号邻水县人民医院门诊医技综合楼 2 楼			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）		1100	项目环保投资（万元）	40	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			

一、项目概述

（一）医院概况及项目由来

邻水县人民医院位于邻水县鼎屏镇人民路北段 487 号，始建于 1938 年，是一所集医疗、教学、科研、预防保健、急救于一体的国家三级乙等综合医院、爱婴医院；是广安市 120 急救中心定点医院，是广安市、县医保、新农合定点医院，是广安市多家商业保险机构定点医院，是四川省人民医院集团医院和远程会诊、教学网络医院，是中国人民解放军陆军军医大学（原第三军医大学）新桥医院、重庆医科大学附属一院、二院和儿童医院指导医院，是达州职业技术学院、广安职业技术学院、南充卫校教学

实习医院。

医院共设 14 个行政职能科室、12 个住院病区、22 个临床科室，8 个医技科室；注册 52 个诊疗科目，医学影像科是已验收省乙级医学重点专科，消化内科和普外科是在建省级重点专科，骨科、妇产科、儿科、呼吸内科是省扶贫重点建设专科，普外科和骨科是市级重点专科，妇产科、眼耳鼻喉科是待验收的市级重点专科。医院拥有磁共振成像仪、64 排 128 层螺旋 CT、直接数字成像仪（DR）、数字减影血管造影仪、彩色多普勒、全自动生化分析仪、电视腹腔镜等高、精、尖设备 1550 余台件。医院安装有 HIS、LIS、PACS 等医疗服务信息系统，是四川省数字化建设二星医院。

医院共有射线装置 12 台，11 台为Ⅲ类医用射线装置，1 台Ⅱ类射线装置 DSA。邻水县人民医院现持有四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00703]），许可的种类和范围：使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置。发证日期：2023 年 9 月 21 日，有效期至 2025 年 12 月 9 日，在有效期内。

医院现为满足放射诊疗工作需要新增一台 DSA，医院原有一台 DSA，年手术台数约为 1460 台。医院为缓解原有 DSA 介入手术室使用压力及满足后期可能增多的放射诊疗需求，开展此次项目。医院将门诊医技综合楼 2 楼原有房间改建为介入手术室，改建完成后医院两台 DSA 开展手术，年手术台数可达 1660 台，本次保守考虑以 1660 台手术均在新增 DSA 介入手术室开展进行计算。根据《关于发布《射线装置分类》的公告》，数字减影血管造影装置（DSA）属于Ⅱ类射线装置。

（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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 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），本项目应报广安市生态环境局审查批准。因此，邻水县人民医院委托四川鸿环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）。

四川鸿环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。

在本项目环境影响报告表编制完成后，建设单位在公示平台对报告表进行了全文公示。公示网址为：

公示网站截图如下：

公示后，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

（三）本项目建设内容及规模

本次评价内容及规模为：医院拟将门诊医技综合楼（13F，已建成，楼高 49.8m）2 楼照片室、透视室、控制室、过道改建为 DSA 介入手术室及其他配套用房，面积约 144m²。医院拟新购 1 台 DSA（型号待定）在介入手术室内使用，拟使用 DSA 最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA，属于Ⅱ类射线装置，DSA 年曝光时间累计约 400.94h（透视 395h，拍片 5.94h），出束方向由下向上，主要用于介入治疗、血管造影等。

改建方案：将透视室、控制室、过道中间墙体拆除改建为介入手术室，利用楼层原有楼板（200mm 混凝土）及地面（200mm 混凝土）。拟将原有照片室改造为 DSA 控制室，原有介入手术室更衣区扩大，与本次介入手术室相连，两间介入手术室共用更衣区。施工过程主要包括原有房间窗户、门、部分墙体的拆除及装修，重新建造新的机房防护墙及加涂硫酸钡砂浆，原有墙体加铅防护板及屋顶地面加涂硫酸钡砂浆，安装防护门和观察窗等。

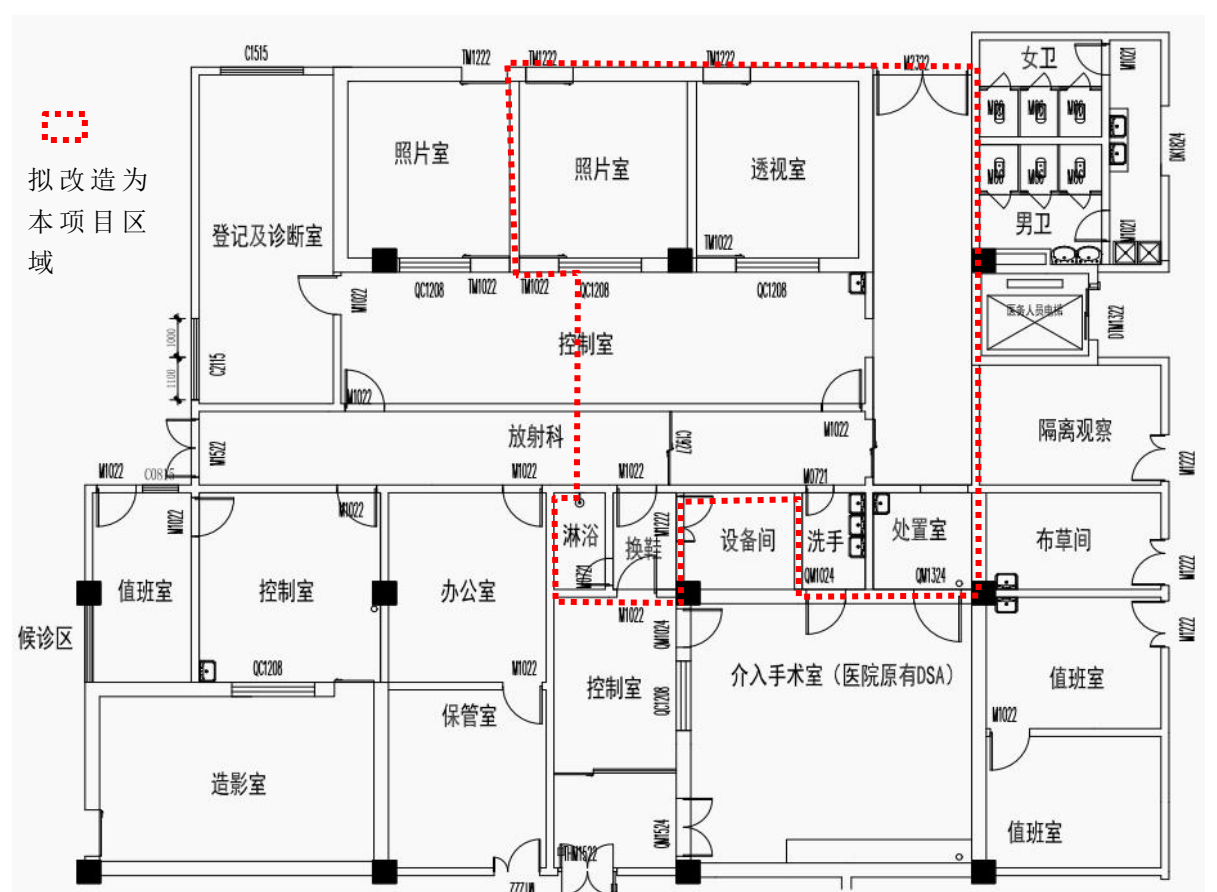


图 1-1 拟改造为本次项目区域平面布局图

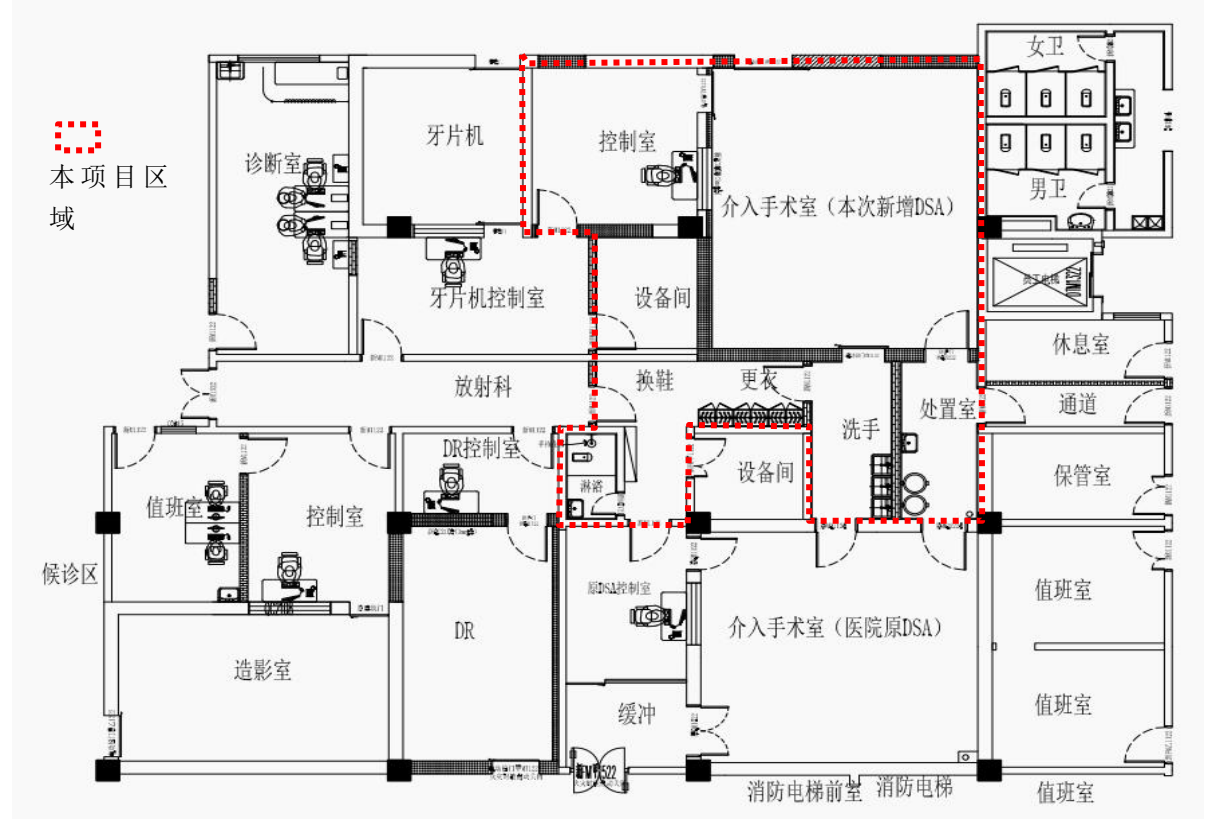


图 1-2 改造后本次项目区域平面布局图

医院拟在门诊医技综合楼2楼改造建设介入手术室，介入手术室净空尺寸为8.16m（长）×6.72m（宽）×3.8m（高），面积54.8m²。介入手术室北侧墙体为240mm实心砖+3mm铅板，其余东西南三侧墙体为370mm实心砖+10mm硫酸钡水泥砂浆，屋顶及地面为200mm现浇混凝土楼板+10mm硫酸钡水泥砂浆；防护门（4扇）和观察窗（1扇）均为3mm铅当量。介入手术室的电缆线穿孔采用非直通布线，通排风口采用3mm铅橡胶罩，避免漏射产生；另外，为防止辐射泄漏，防护移门与墙的重叠宽度应至少为空隙的10倍，门的底部与地面之间的重叠宽度至少为空隙的10倍。平开防护门底部采用防护胶条处理，密封地面缝隙。

表1-1 介入手术室改造前与改造后的尺寸和屏蔽设计一览表

名称		原房间	改造后介入手术室
尺寸	长	/	8.16m
	宽	/	6.72m
	高	/	3.8m
屏蔽设计	东侧墙体	/	拆除原墙，370mm实心砖墙+内抹10mm硫酸钡水泥砂浆
	南侧墙体	/	拆除原墙，370mm实心砖墙+内抹10mm硫酸钡水泥砂浆
	西侧墙体	/	拆除原墙，370mm实心砖墙+内抹10mm硫酸钡水泥砂浆
	北侧墙体	240mm实心砖墙	利用原240mm实心砖墙+新增3mmPb防护板
	顶部	200mm混凝土	利用原顶面200mm混凝土+新增10mm硫酸钡水泥砂浆
	地面	200mm混凝土	利用原地面200mm混凝土+新增10mm硫酸钡水泥砂浆
	防护门	/	3mm铅当量防护门
	防护窗	/	3mm铅当量防护窗

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	介入手术室净空尺寸为 8.16m（长）×6.72m（宽）×3.8m（高），介入手术室北侧墙体为 240mm 实心砖+3mm 铅板，其余东西南三侧墙体为 370mm 实心砖+10mm 硫酸钡水泥砂浆；屋顶及地面为 200mm 现浇混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥砂浆；防护门（4 扇）和观察窗（1 扇）均为 3mm 铅当量。	噪声、废水、废气、固体废物	噪声、医疗废物	新建

	拟新增1台 DSA（待定）在介入手术室内使用。拟新增 DSA 最大管电压为125kV、最大管电流为1000mA，属于 II类射线装置，年最大曝光时间为400.94h（透视395h，拍片5.94h），主要用于介入治疗、血管造影等		X 射线、 臭氧	
辅助用房	控制室、更衣区、设备间		生活垃 圾、生活 污水	新建
办公及生 活设施	医护办公室			依托
公用工程	市政水网、市政电网、配电系统	—	—	依托
环保工程	废水： 处理依托医院的污水管道和污水处理站（处理规模 900m ³ /d，处理工艺“预处理+水解酸化+好氧+消毒”）；医疗废水及生活污水依托污水管道和医院污水处理站进行处理后排入邻水县第二污水处理厂处理，处理达标后排入小西河。	—	废水、固 体废物、 废气	依托
	固废： 依托医院医废暂存间及收集系统进行处理，办公、生活垃圾依托医院收集系统进行处理。 医疗废物经分类收集打包好后暂存于污物暂存间，后转运至医院医废间，医疗废物日产日清，交由资质单位处理；办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，日产日清，交由环卫部门清运处理。			
	废气： 项目产生的臭氧通过排风管道引至门诊医技综合楼楼顶外排，排风量不小于 833m ³ /h，通排风口采用 3mm 铅橡胶罩。	—	—	新建

（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 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂	332L	外购	碘海醇
能源	电(kW·h)	2600 度	市政电网	—
水量	地表水	400m ³	市政水网	—

本项目拟使用造影剂为碘海醇注射液，规格为 100mL/瓶，每台介入手术使用 2 瓶，每年约 1660 台手术，年使用量约为 332L。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 位于医院门诊医技综合楼 2 楼内，工作人员、辐射安全等由手术室管理。根据医院提供资料，在实际运营过程中，本项目 DSA 主要由心血管内科、神经科、放射科手术医生实施介入手术和拍片检查，年最大手术为 1660 台，按照每台手术透视 12~15min，拍片 10~15s 计算，DSA 年曝光时间累计约 400.94h（透视 395h，

拍片 5.94h)，曝光方向由下而上。主要用于介入治疗、血管造影等。本项目设备参数及技术参数见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置情况清单表

设备名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所
数字减影血管造影机	待定	1 台	125kV	1000mA	介入手术室
设备使用情况					
曝光方向	管理	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	手术室	60~100kV	100 ~300mA	70~90kV	10~20mA
使用科室	单台手术最长曝光时间		年手术台数	年最大出束时间	
	拍片 (s)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)
心血管内科	15	15	960	4.00	240
神经科	10	15	300	0.83	75
放射科	10	12	400	1.11	80
合计	1660			5.94	395

(六) 工作人员配置情况

劳动定员：本设备新增后，共涉及辐射工作人员 15 名，其中 5 名主刀医生（分为 5 组），3 名助手医生（分为 3 组），6 名护士（分为 6 组），1 名技师（分为 1 组），人员定岗定责，调配 10 名人员全部为介入手术室工作人员，调配后仍从事现有工作。

手术时介入手术室内 1 名主刀医生、1 名助手医生、1 名护士，控制室内 1 名技师。技师负责在控制室操作 DSA，护士负责介入手术前准备、手术后清洁工作及术中配合跟台手术（根据各手术情况需要），科室医生负责操作 DSA 介入手术。项目投运后，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 300 天，每天工作 8h，实行白班单班制。

表 1-4 本项目人员分组情况表

科室	主刀医生	助手医生	护士	技师	备注
心血管内科	3（原有）	1（原有） +2（新增）	3（原有） +3（新增）	1（原有）	每台手术配 1 名主刀医生、1 名助手医生、1 名护士和 1 个技师
神经科	1（原有）				
放射科	1（原有）				

(七) 依托环保设施情况

1、废水：施工期：施工人员生活污水经医院污水处理站处理后，再经市政污水管网进入污水处理厂。运营期：项目建成投运后，医疗废水及生活污水依托污水管道和

污水处理站进行处理后排入邻水县第二污水处理厂处理，处理达标后排入小西河。

医院建设有一座处理规模为 900m³/d、处理工艺为“预处理+水解酸化+好氧+消毒”的污水处理站，污水处理站处理能力大于院区医疗废水及生活污水产生量，且本项目产水量较少每天约为 1.06m³/d，因此本项目可依托院区废水处理工程。

2、固体废物：施工期产生的固体废物包括包装材料等垃圾，施工垃圾统一收集处理；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；施工期无医疗废物产生。运营期产生的医疗废物经分类收集打包好后暂存于污物暂存间，后转运至医院医废间暂存，医疗废物日产日清，交由资质单位处理；办公、生活垃圾经袋装收集后暂存于生活垃圾暂存间，日产日清，交由环卫部门清运处理。

医院设置医疗废物暂存间用于医疗废弃物的暂存，本项目每台手术产生医废约 2kg，每日以5台手术计产生约10kg，每年1660台手术产生约3.32t，医废产生量较小，医疗废物日产日清，可满足暂存要求。

二、本项目产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，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 1 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、本项目规划符合性分析

（一）项目用地规划符合性分析

本项目所在医院位于邻水县鼎屏镇人民路北段 487 号，占地面积约为 37632m²，土地用途为医卫慈善用地，不动产权证号为川（2018）邻水县不动产权第 0004804 号。因此项目符合当地规划。

四、本项目选址、外环境关系及总平面布局合理性分析

（一）项目外环境关系

本项目所在医院位于邻水县鼎屏镇人民路北段 487 号，根据现场勘察，项目所在医院北侧隔小溪河为童家湾，南侧隔双河沟为空地，西侧隔路为散户居民，东侧隔小溪河为邻水县乘风外国语实验中学，西南侧为城北镇初级中学。

本项目位于医院门诊医技综合楼（13F，已建成，楼高49.8m）2楼内，项目介入手术室正上方为冰库、试剂耗材库、卫生间，正下方为配电用房、办公室，西南侧紧邻

控制室、设备间，东南侧紧邻医护更衣区，东北侧紧邻卫生间、员工电梯，西北侧紧邻过道。

本项目介入手术室实体屏蔽体50m范围内均在医院内部，主要为医院门诊医技综合楼区域，北侧约0-16m为医院门诊医技综合楼内部区域，约16-33m为医院内部道路、医院绿地，约33-50m为医院内部住院楼；南侧约0-45m为门诊医技综合楼内部，45-50m为医院内部道路，南侧家属楼；西侧约0-8m为医院门诊医技综合楼内部区域，约8-25m为医院内部道路，25-50m范围为家属楼；东侧约0-40m为医院门诊医技综合楼内部区域，约40-47m为医院内部道路，约47-50m为办公楼。

（二）选址合理性及总平面布局合理性分析

项目所在医院地址后期规划为城市区，基础设施配套完善，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。按照国家相关规定和国内外通用范例，可在城市内修建。此外，本项目仅为医院配套建设项目，不新增用地，且新建的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。

医院将介入手术室设置于门诊医技综合楼2楼专门手术区域，避开门诊等人员集中区域，且专门手术区域单独管理，有专门医护进入门禁，可减少对其余公众人员影响。此次介入手术室医护更衣与医院原有介入手术室共用更衣区，便于医院内部管理。平面布局中介入手术室辅助用房均紧邻介入手术室，医护、病人、污物各设置单独门进出，互不干扰。

因此，本项目选址及总平面布局是合理的。

五、原有核技术利用情况

医院此前开展过核技术利用项目，申领过辐射安全许可证。

（一）医院原有项目许可证情况

1、辐射安全许可证情况

邻水县人民医院现持有四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00703]），许可的种类和范围：使用II、III类射线装置。发证日期：2023年9月21日，有效期至2025年12月9日。具体情况见表1-5。

表 1-5 医院已获许可使用的医用射线装置						
编号	名称	型号	类别	数量	保管部门	目前状况

1	X 射线计算机断层摄影设备	Brilliance CT 64 Slice	III	1	CT 室	正常使用
2	X 射线机计算机体层摄影设备	Apsaras16	III	1	CT 室	正常使用
3	乳腺 X 射线摄影系统	iMM-Nuance	III	1	放射科	正常使用
4	X 射线摄影系统 (DR)	新东方 1000	III	1	放射科	正常使用
5	医用血管造影 X 射线机	Optima CL323i	II	1	放射科	正常使用
6	数字化 X 射线透视摄影系统 (DR)	DRF1000	III	1	放射科	正常使用
7	口腔数字化 X 射线机	point 800s HD 3D PLUS	III	1	放射科	正常使用
8	移动式摄影 X 射线机 (移动 DR)	M40-1A	III	1	放射科	正常使用
9	医用 X 射线摄影系统 (胸部 DR)	新东方 1000CE	III	1	放射科	正常使用
10	移动式 C 形臂 X 射线机	Brivo OEC 715	III	1	手术室	正常使用
11	移动式 X 射线机	D-Vision 9000	III	1	手术室	正常使用
12	X 射线计算机体层摄影设备	Optima CT620	III	1	CT 室	正常使用

由上表可知，医院共有射线装置 12 台，11 台为Ⅲ类医用射线装置，1 台Ⅱ类射线装置 DSA。

2、辐射环境年度监测

医院 2023 年委托了四川鸿源环境检测技术有限公司对医院射线装置工作场所进行了年度监测，根据出具的川鸿源放检字[2023]第 101 号报告，医院各射线装置工作场所电离辐射符合国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 限值要求。

3、个人剂量

医院委托了四川泰安生科技咨询有限公司对医院辐射工作人员个人剂量进行监测，提供了 2023 年一至四季度连续四个季度的个人剂量检测报告，根据检测报告，无单季度个人剂量超过 1.25mSv，辐射工作人员年剂量值均未超过 5mSv 的情况，符合管理要求。

(二) 辐射工作人员培训情况

医院现共有辐射工作人员 80 名，其中 35 名通过国家组织的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行培训考核合格；28 名通过医院组织的辐射安全与防护相关培训，培训合格；其余 17 名人员陆续组织培训中，确保其通过考核后上岗。

医院应严格按照《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》和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》的要求，组织医院未考核的辐射工作人员进行学习，并通过考核；已取得辐射安全与防护考核证明文件的，文件到期前，需进行再次考核，辐射安全与防护培训考核合格文件和自主考核成绩记录有效期均为五年。

（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“2023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2023年度的辐射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。由医院反馈得知，医院自取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故，出具了无事故情况说明。

（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。医院应在本项目实施后补充完善相应辐射内容，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。

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	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 (μ A)	中子强 度 (n/s)	用途	工作 场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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》，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》，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》；环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订； (11) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，原环境保护部、国家卫生计生委公告 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； （16）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 公告 2021 年第 9 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）《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）； （8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （9）《放射工作人员健康要求》（GBZ 98-2017）； （10）《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）。
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）《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）； （3）《辐射安全与防护监督检查技术程序》（生态环境部）； （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； （7）院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料。

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：以介入手术室建筑实体为边界，周围 50m 范围区域作为评价范围。

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/天	照射类型	剂量约束值(mSv/年)
介入手术室内	介入手术室内的主刀医生	/	0.5	5	职业照射	5.0
	介入手术室内的助手医生	/	0.8	3	职业照射	5.0
	介入手术室内的护士	/	1.0	6	职业照射	5.0
介入手术室周围	控制室内的工作人员	南	3.6	1	职业照射	5.0
	设备间的人员	南	3.6	1	职业照射	5.0
	医护更衣区、处置室的人员	东	4.4	约 20	职业照射	5.0
	过道的人员	西	4.5	流动人群	公众照射	0.1
	卫生间的人员	北	3.7	流动人群	公众照射	0.1
	三楼冰库、试剂耗材库、卫生间的人员	正上方	3.8	流动人群	公众照射	0.1
	一楼配电用房的人员	正下方	3.8	1	公众照射	0.1
	一楼办公室的人员	正下方	3.8	约 10	公众照射	0.1
医院内部区域	东侧办公楼	东	47	流动人群	公众照射	0.1
	南侧家属楼	南	50	约 500	公众照射	0.1
	西侧家属楼	西	25	约 500	公众照射	0.1
	北侧住院楼	北	33	流动人群	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》（GB15023-2011）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：医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB 39707-2020）。

三、电离辐射剂量限值 and 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。眼晶状体的年当量剂量不超过 150mSv。

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。取眼晶状体年当量剂量的 1/4（即 37.5mSv/a）作为职业人员眼晶状体年当量剂量约束值。

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

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，本项目医用射线装

置使用场所在距离机房屏蔽体外表面30cm外，周围辐射剂量率应满足：控制目标值不大于2.5μSv/h。

五、臭氧排放标准

根据《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019/XG1-2022）室内臭氧符合最高允许浓度0.30mg/m³的要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

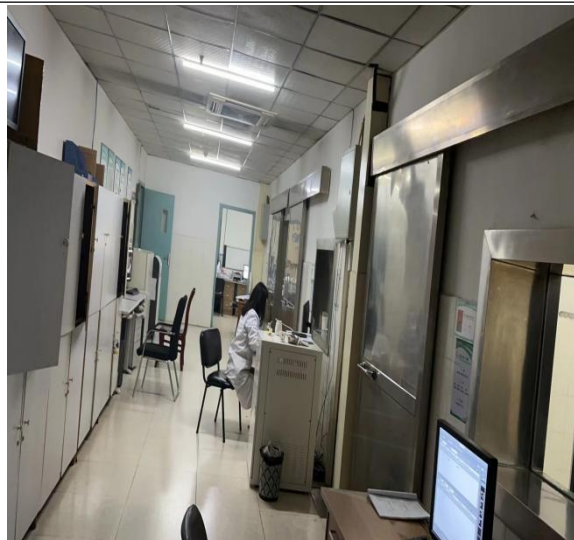
一、项目地理和场所位置

本项目所在医院位于邻水县鼎屏镇人民路北段 487 号，根据现场勘察，项目所在医院北侧隔小溪河为童家湾，南侧隔双河沟为空地，西侧隔路为散户居民，东侧隔小溪河为邻水县乘风外国语实验中学，西南侧为城北镇初级中学。

本项目位于医院门诊医技综合楼（13F，已建成，楼高49.8m）2楼内，项目介入手术室正上方为冰库、试剂耗材库、卫生间，正下方为配电用房、办公室，西南侧紧邻控制室、设备间，东南侧紧邻医护更衣区，东北侧紧邻卫生间、员工电梯，西北侧紧邻过道。

本项目介入手术室实体屏蔽体50m范围内均在医院内部，主要为医院门诊医技综合楼区域，北侧约0-16m为医院门诊医技综合楼内部区域，约16-33m为医院内部道路、医院绿地，约33-50m为医院内部住院楼；南侧约0-45m为门诊医技综合楼内部，45-50m为医院内部道路，南侧家属楼；西侧约0-8m为医院门诊医技综合楼内部区域，约8-25m为医院内部道路，25-50m范围为家属楼；东侧约0-40m为医院门诊医技综合楼内部区域，约40-47m为医院内部道路，约47-50m为办公楼。

在接受环境影响评价委托后，我公司技术人员对本项目拟建场所进行了踏勘，拟建场所现状见下图。



拟改造为介入手术室区域现状照片



拟改造为介入手术室区域现状照片



拟改造为介入手术室区域现状照片



拟改造为介入手术室区域现状照片

二、本项目主要环境影响

本项目在门诊医技综合楼 2 楼改造建设介入手术室，施工期为原房间拆除、防护装修施工、设备安装，本项目工程量较小，施工期较短，施工期的环境影响较小。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

（一）监测方法

受邻水县人民医院的委托，四川鸿源环境检测技术咨询有限公司于 2024 年 3 月 19 日按照要求对邻水县人民医院拟建介入手术室场所周围，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	仪器名称	仪器参数	校准证书编号	校准有效期	校准单位
环境 X- γ 辐射剂量率	环境监测 X- γ 辐射剂量率仪 (型号: 探测器 6150AD-b/H+主机)	1) 检测下限: 1nSv/h 2) 测量范围: 0~99 μ Sv/h 3) 校准系数: $C_F=1.05$ 4) 相对误差: -8.4%~	校准字第 202305004 944 号	2023-5-19 至 2024-5-18	中国测试技术研究院

	6150AD5/H) (编号: HY240)	-3.8% 5) 不确定度: $U_{rel}=7\%$, ($k=2$)			
温度 湿度	温湿度计 (型号: TES1360A) (编号: HY543) 温度监测部分	1) 测量范围: $10^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 2) 不确定度: $U=0.5^{\circ}\text{C}$, ($k=2$)	第 202308003 097 号	2023-8-10 至 2024-8-9	中计计 量检测 有限公 司
监测 环境	日期	天气	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)
	2024.3.19	阴	16	64%	1.94~2.01

(二) 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。

四川鸿源环境检测技术咨询有限公司质量管理体系:

1、计量认证

从事监测的单位, 四川鸿源环境检测技术咨询有限公司于 2022 年 7 月取得了四川省市场监督管理局颁发的计量认证证书, 证书编号为: 222303051294, 有效期至 2028 年 7 月 7 日。

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。

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。

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。

(三) 环境现状监测与评价

1、监测布点

为了解拟建地环境辐射剂量本底值，在介入手术室周围及敏感目标对辐射环境进行了现状布点监测，共布设12个监测点位，监测一天。

2、监测结果

表 8-3 拟建项目周围环境 X-γ辐射剂量率

测点编号	点位描述	监测值 (μSv/h)	标准差	γ辐射剂量率 (μGy/h)	标准差	备注
1	拟改造为 DSA 区域（二楼控制室）	0.116	0.003	0.101	0.003	室内
2	拟改造为 DSA 区域（二楼透视室）	0.123	0.003	0.107	0.003	
3	拟改造为 DSA 区域（二楼过道）	0.121	0.005	0.106	0.005	
4	正上方三楼冰库	0.125	0.005	0.109	0.005	
5	正上方三楼试剂耗材库	0.113	0.006	0.099	0.005	
6	正上方三楼卫生间	0.116	0.004	0.101	0.004	
7	正下方一楼配电用房	0.111	0.006	0.097	0.005	
8	正下方一楼办公室	0.113	0.005	0.099	0.004	
9	东侧办公楼	0.115	0.005	0.100	0.005	室外
10	南侧家属楼	0.120	0.007	0.105	0.006	
11	西侧家属楼	0.112	0.007	0.098	0.006	
12	北侧住院楼	0.128	0.007	0.112	0.006	

注：γ辐射剂量率 $\dot{D}_\gamma = K_1 \times K_2 \times R_\gamma - K_3 \times \dot{D}_c$ ，未扣除宇宙射线响应值。

（ $K_1=1.05$ ； $K_2=1$ ； R_γ 为仪器测量读数值均值 Sv/h；

Sv 与 Gy 的转换系数：1.20Sv/Gy（监测仪器校准源为 ^{137}Cs ）

K_1 ：仪器校准因子（1.05）。

K_2 ：仪器检验源校准因子（无检验源，该值取 1）。

K_3 ：建筑物对宇宙射线的屏蔽因子。

$\dot{D}_c$ ：测点处宇宙射线响应值。

由监测报告得知，项目所在区域环境γ辐射空气吸收剂量率为 97~112nGy/h 之间，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站环境γ辐射空气吸收剂量监测结果（61.9nGy/h~151.8 nGy/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

1、施工期间的环境影响分析

本项目在邻水县人民医院门诊医技综合楼2楼内建设，本项目施工期主要为墙体拆除新建、主体建筑的防护工程及其表面装修和DSA及附属设施安装。

在施工过程中，主要为墙体拆除，新建墙体及对新建墙体进行防护施工及装修、管线布置、设备安装等内容。本项目在施工期间，主要环境影响为扬尘、废气、噪声、废水、固体废物。因施工期较短施工量较小，对周围环境影响较小。

施工期工艺流程及产污环节见图9-1。

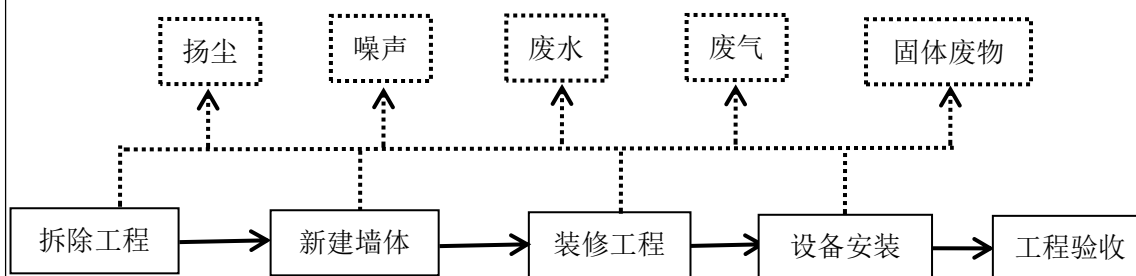


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节图

2、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，主要是在拆除、装修过程中产生的扬尘，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废气

施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时喷涂等工序产生的废气和装修材料中释放的废气，影响装修人员的身体健康，该废气的排放属无组织排放。因此在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气。因施工量小，装修周期较短，施工期对环境的影响较小。

③噪声

施工期噪声包括装修过程中产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，项目通过合理安排施工时间、禁止夜间施工、建筑隔声、选用低噪设备等措施后，在施工时

严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011) 的标准规定, 施工噪声对周围环境的影响较小。

④废水

本项目建设施工废水经沉淀后循环使用; 施工人员生活污水经医院污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466- 2005) 表 2 中预处理标准后, 外排入邻水县第二污水处理厂处理, 处理达标后排入小西河。

⑤固体废物

施工过程中固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾、包装垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。建筑垃圾由施工单位经收集后运送至指定的建筑垃圾堆放点暂存; 装修期间和设备安装期间产生的包装垃圾经过分类收集, 能回收利用部分回收处理, 不能回收部分, 作为建筑垃圾进行处理; 生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

3、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。本项目 DSA 调试阶段, 会产生 X 射线, 造成一定的电离辐射影响; 产生少量的臭氧。由于设备的安装和调试均在介入手术室内进行, 调试过程中产生的 X 射线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。

二、运营期污染源项分析

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、诊断及治疗流程简述

DSA 在进行曝光时分为拍片和透视两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 9-2：

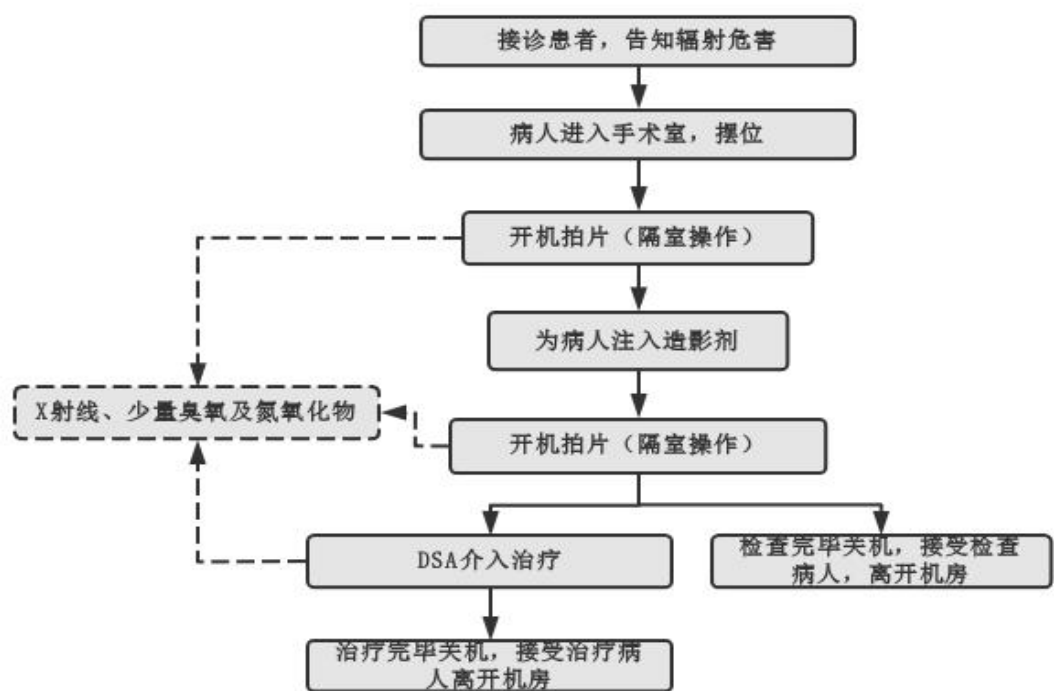


图 9-2 DSA 治疗流程及产污环节示意图

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，医生及护士密切配合，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：

（1）DSA 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。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。

(2) 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。受检者在进入介入手术室前穿戴个人防护用品（如铅橡胶性腺防护围裙或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等），医护人员在进入介入手术室前穿戴个人防护用品（如铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等），手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘，介入手术人员位于屏蔽铅帘和移动式防护帘后方。介入治疗中，手术医生根据操作需求，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，完成介入手术操作。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，病人离开介入手术室。

在 DSA 拍片检查和介入治疗过程中技师位于控制室内，主要完成以下工作，在手术医生的指导下，做好图像的采集，后处理，透视图像的处理等工作，为手术医生提供优质的操作界面。负责手术病人的登记、归档及电脑存挡的工作。操作中发现机器异常，应停止使用并及时报告及通知维修，做好故障记录及维修记录。

3、产污环节

本项目拟在介入手术室内使用 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、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员经过放射科医护换鞋区、更衣间更衣、洗手后，进入介入手术室开展介入治疗手术；手术结束后，按照原路径返回。

患者路径：患者在陪护人员陪同下，从候诊区、走廊进入介入手术室；手术结束

后，按照原路径返回。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物经打包后从污物门运输出介入手术室，经处置室、通道运出，再运到医院医疗废物暂存站，最终交由有资质的单位回收处理。

本项目医生、患者、污物路径示意图见图 4。

5、主要污染源项描述

（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。

（2）废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，项目产生的臭氧从介入手术室排风管道排出，排风量不小于 $833\text{m}^3/\text{h}$ 。

（3）废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和少量医疗废水。本项目涉及新增工作人员 5 名，患者以每天 6 人计，用水量按 $120\text{L}/\text{人}\cdot\text{天}$ 计，废水排放系数为 0.8，则每天产生生活污水 $1.06\text{m}^3/\text{d}$ ($318\text{m}^3/\text{a}$)。

项目辐射工作人员和患者产生的生活废水和医疗废水，依托医院的污水处理站（处理规模 $900\text{m}^3/\text{d}$ ，处理工艺“预处理+水解酸化+好氧+消毒”），项目产生的废水经过污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后，外排入邻水县第二污水处理厂处理，处理达标后排入小西河。

（4）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和排风机，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。

（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，每年介入手术室最大手术台数为 1660 台，则每年固体废物产生量约为 3.32t 。这些医疗废物应严格按国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医疗废物暂存间，统一收集后交由有资质的单位处置。本项目废水处理依托医院污水处理站，医院污水处理站污泥经消毒后与其他医

疗废物一同委托有资质单位处置。

③本项目拟配置 15 名辐射工作人员，其中 10 名为原有人员，调配后从事原有工作。新增 5 名工作人员约产生生活垃圾 2.5kg/d，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。

因此，本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、泄漏风险

造影剂（碘海醇）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；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，最后由泌尿系统排出体外。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，不存在泄漏风险。

表 10 辐射安全与防护

一、辐射工作场所两区划分

1、辐射工作场所两区划分

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

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和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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

结合项目诊疗、辐射防护和环境情况特点，将本项目介入手术室划为控制区，而相邻的控制室、设备间、更衣区、患者进出门外 1 米区域划为监督区。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。

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或铜滤过板，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选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝、铜滤过板。

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：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 DSA 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

根据医院提供的技术方案，介入手术室内拟使用DSA最大管电压为125kV、最大管电流为1000mA。

混凝土的铅当量根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C医用诊断X射线防护中不同屏蔽物质的铅当量公式C.1、C.2以及附录表C.2。

屏蔽减弱因子B：

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

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。

铅当量厚度 X:

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

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——铅厚度（mm）；

α ——铅对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数；

β ——铅对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压X射线衰减的有关的拟合参数。

虽然根据机器特性，针对DSA主要考虑散射线和泄漏射线影响，但保守估计，在折合铅当量时，本项目机房墙体防护铅当量均采用最大管电压125kV进行考虑。

表10-2 屏蔽材料对X射线的辐射衰减拟合参数

管电压 125kV（主射）			
材料	α	β	γ
铅	2.219	7.923	0.5386
混凝土	0.03502	0.07113	0.6974
管电压 125kV（散射）			
材料	α	β	γ
铅	2.233	7.888	0.7295
混凝土	0.03510	0.06600	0.7832

本项目机房墙体防护铅当量均采用125kV，本项目介入手术室实体屏蔽与标准进行对照，折算结果见表10-3。

表 10-3 介入手术室的实体防护设施铅当量折合对照表

位置	实体结构	折合铅当量	约合铅当量
东西南三侧墙体	370mm 实心砖+10mm 硫酸钡水泥砂浆	3.37mmPb+0.77mmPb	4.14mmPb
北侧墙体	240mm 实心砖+3mm 铅板	2.12mmPb+3mmPb	5.12mmPb
屏蔽门	3mmPb	3mmPb	3mmPb
观察窗	3mmPb	3mmPb	3mmPb
屋顶	200mm 现浇混凝土楼板+10mm 硫酸钡	2.64mmPb+0.77mmPb	3.41mmPb

	水泥砂浆		
地板	200mm 现浇混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥砂浆	2.74mmPb+0.77mmPb	3.51mmPb

注：①粘土实心砖的密度是 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ ，混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅密度为 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$

②根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅当量，当管电压（有用线束）为 125kV 时，拟合得到 125kV 管电压下（有用线束）混凝土厚度对应铅当量的拟合函数计算 200mm 现浇混凝土楼板约折合为 2.64mm 铅当量，当管电压（非有用线束）为 125kV 时，200mm 现浇混凝土楼板约折合为 2.74mm 铅当量。

③由于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 无 125kV 时砖非有用线束方向的等效铅当量的数据，故根据《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P62 表 3.3 不同屏蔽材料在不同管电压的 X 射线下对应的铅当量数据，得到 150kV 管电压下砖厚度对应铅当量的拟合函数，采用密度为 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ （无相应密度为 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ 实心砖数据，故保守采用黄砖 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 进行计算）计算得到 370mm 实心砖约折合为 3.37mmPb，240mm 砖约折合为 2.12mm 铅当量。

④鉴于实际施工时硫酸钡砂浆若达到标准钡水泥密度（ $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ ）将容易在时间长久以后产生墙体开裂情况，针对本项目硫酸钡砂浆拟按照 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ 进行折算。根据《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P63 表 3.4 不同屏蔽材料在不同管电压的 X 射线下对应的铅当量数据，得到 150kV 管电压（无 125kV 管电压下数据）下钡水泥厚度对应铅当量的拟合函数，从而可知钡水泥（密度约为 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ ）在不同电压下对应铅当量，10mm 硫酸钡砂浆约折合为 0.77mmPb。

表 10-4 机房的实体防护设施对照表

机房	机房规格	四周墙体	屏蔽门	观察窗	楼顶	地板
		结构及厚度	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	机房净空面积 54.8m ² ，机房内最小单边长度 6.72m	240mm 实心砖 +3mm 铅板（5.12mmPb）；370mm 实心砖 +10mm 硫酸钡水泥砂浆（4.14mmPb）	3mmPb	3mmPb	200mm 现浇混凝土楼板 +10mm 硫酸钡水泥砂浆（3.41mmPb）	200mm 现浇混凝土楼板 +10mm 硫酸钡水泥砂浆（3.51mmPb）
放射诊	最小有效使用	非有用线束	非有用线	非有用线	有用线束 2mm	非有用线束

断放射 防护要 求	面积20m ² , 机房 内最小单边长 度3.5m	2mm 铅当量	束 2mm 铅 当量	束 2mm 铅 当量	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	满足要求

3、安全措施

①门灯连锁：介入手术室门外顶部拟设置工作状态指示灯，防护门关闭时，指示灯为红色，以警示人员注意安全；当防护门打开时，指示灯灭。

②紧急止动装置：控制台上、DSA床旁拟设置紧急止动按钮（各按钮分别与X线系统连接）。DSA系统的X线系统出束过程中，一旦出现异常，按动任一个紧急止动按钮，均可停止X线系统出束。

③操作警示装置：DSA系统的X线系统出束时，控制台上的指示灯变色，同时蜂鸣器发出声音。

④对讲装置：在介入手术室与操作间之间拟安装对讲装置，操作间的工作人员通过对讲机与放射科介入手术室内的手术人员联系。

⑤警告标志：拟在介入手术室的防护门外的醒目位置，分别设置明显的电离辐射警告标志。

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，且在机房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，医院的 DSA 主要用于介入手术、血管造影等。

③屏蔽防护

隔室操作：辐射工作人员采取隔室操作方式，通过操作间与机房之间的墙体、铅门和铅玻璃窗屏蔽 X 射线，以减弱或消除射线对人体的危害。

个人防护用品和辅助防护设施：辐射工作人员配备个人防护用品（铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜、介入防护手套等），其中，铅橡胶颈套用于减小甲状腺受照剂量、铅橡胶围裙用于减小人体躯干受照剂量、铅防护眼镜用于减小眼晶体受照剂量、介入防护手套用于减小手部皮肤受照剂量。除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb。

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

辐射工作人员必须在从事辐射工作时间内正确佩戴个人剂量计。（介入辐射应佩戴双剂量计，一个佩戴在铅围裙内左胸前，另一个佩戴在铅围裙外衣领处。）个人剂量计专人专用，不得混用。个人剂量计不佩戴时，由本人保管。禁止放在有人工射线源照射、日晒和紫外照射的地方，同时避免受潮、有机溶剂浸泡和靠近热源。个人剂量计的检测周期最长不超过 3 个月。

（2） 受检者或患者的安全防护

医院应配有铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、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） 机房周边公众的安全防护

机房周围公众主要依托辐射工作场所的屏蔽墙体、防护门窗和楼板屏蔽射线。同时，辐射工作场所严格实行辐射防护“两区”管理，在机房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。

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，根据建设单位拟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 医用辐射安全防护设施对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	现有情况	应增加的措施
1	场所设施	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	/
		观察窗屏蔽	/	1 扇
		机房防护门	/	3 扇
		通风设施	/	通排风系统（排风量不小于 833m³/h）
		紧急停机按钮	设备自带	设计中已有
		介入手术室电动防护移门设置防夹装置，平开门设置闭门装置	/	介入手术室电动防护移门设置防夹装置，平开门设置闭门装置
		门灯连锁	/	医护进出门、污物进出门、患者进出门需各配备 1 台
		对讲系统	/	需配备 1 台
		入口处电离辐射警告标志	/	医护进出门、污物进出门、患者进出门需各配备 1 套
		入口处机器工作状态指示灯箱	/	医护进出门、污物进出门、患者进出门需各配备 1 台
2	监测设备	便携式辐射剂量监测仪	/	需配备 1 台
		个人剂量报警仪	/	需配备 3 台
		个人剂量计	原有人员已配备 10 套	新增配备 5 套
3	防护器材	医护人员个人防护	/	配备 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅防护眼镜，0.025mmPb 介入防护手套共 2 套
4		患者防护	/	患者配不小于 0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子（儿童、成人尺寸各 1 套，共两套）

四、投资估算

本核技术应用项目总投资 1100 万元，其中环保投资 40 万元，占总投资约 3.64%，具体环保设施及投资见下表 10-6。

表 10-6 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目	设施	数量	金额（万元）	备注
----	----	----	--------	----

介入手术室	辐射屏蔽措施	铅防护门 4 扇（3mm 铅当量）	4	4	/
		铅玻璃观察窗 1 扇（3mm 铅当量）	1	1	/
		介入手术室北面墙体为 240mm 实心砖+3mm 铅板，其余三侧墙体均为 370mm 实心砖+10mm 硫酸钡水泥砂浆	/	12	新建，240mm 实心砖现有
		屋顶、地板为 200mm 现浇混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥砂浆	/	4	200mm 现浇混凝土楼板（依托原有）+10mm 硫酸钡水泥砂浆（本次新增）
	安全装置	工作状态指示灯箱：患者进出门、医护进出门、污物进出门各一个，共计 4 个	4	0.5	/
		电离辐射警告标志：患者进出门、医护进出门、污物进出门各一个，共计 4 个	4		/
		铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 副（0.5mmPb）	1	/	机器自带
		床侧防护帘/床侧防护屏 1 副（0.5mmPb）	1		机器自带
		门灯联锁装置：患者、医护人员进出门、污物进出门各设置 1 个，共计 4 个	4	0.4	/
		介入手术室电动防护移门设置防夹装置，平开门设置闭门装置	3	0.3	/
		紧急制动装置 1 套（操作台及床体上各 1 个）	1	1	/
		对讲装置 1 台	1		/
	监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 15 套	15	0.3	原有 10 名人员已配备
		个人剂量报警仪 3 台	3	2	/
		便携式辐射剂量监测仪 1 台	1	1.5	/
		辐射工作人员防护用品（配备 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅防护眼镜，0.025mmPb 介入防护手套）	2 套	4	/
		患者防护用品（配备不小于 0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子）	2 套		新增配备成人、儿童各一套
	通风装置	通排风系统，排风量 833m ³ /h	1 套	8	/
	医废	医废收集装置、医废处置协议	1	1	/

	处理				
合计			40	/	

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。

污染物的治理

1、废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活废水和少量医疗废水。生活污水和少量医疗废水先进入医院污水处理站（处理规模 900m³/d，处理工艺“预处理+水解酸化+好氧+消毒”）处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中预处理标准后，再外排市政污水管网排入邻水县第二污水处理厂处理，处理达标后排入小西河。

2、废气

因 DSA 每次曝光时间短，臭氧产生量很少，且臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，因此 DSA 运行过程中产生的少量臭氧对周围环境空气影响较小。臭氧通过门诊医技综合楼 2 楼介入手术室排风管道引至楼顶外排室外，排风量不小于 833m³/h，能满足《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》

（GBZ2.1-2019/XG1-2022）室内臭氧符合最高允许浓度 0.30mg/m³ 的要求。

3、噪声

本项目所有设备选用低噪声设备，噪声主要为空调、风机噪声，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。

4、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，每年介入手术室最大手术台数为 1660 台，则每年固体废物产生量约为 3.32t。这些医疗废物应严格按国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医疗废物暂存间，统一收集后交由有资质的单位处置；本项目废水处理依托医院污水处理站，医院污水处理站污泥经消毒后与其他医疗

废物一同委托有资质单位处置。

③本项目拟配置 15 名辐射工作人员，10 名为原有调配，5 名新增，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。

因此，本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。

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

本项目在邻水县人民医院门诊医技综合楼2楼内建设,主要施工期工序为对原有墙体进行拆除、新建墙体及进行防护施工、装修、管线布置、设备安装等内容。本项目在施工期间,主要环境影响为扬尘、废气、噪声、废水、固体废物。因施工期较短施工量较小,对周围环境影响较小。

①扬尘

施工过程中产生的扬尘,主要是在对四周墙体进行拆除、重建、防护施工及装修过程中产生的扬尘,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废气

施工期的废气主要产生在装修过程中,在装修时喷涂等工序产生的废气和装修材料中释放的废气,影响装修人员的身体健康,该废气的排放属无组织排放。因此在装修期间,应加强室内的通风换气,装修结束后,也应每天进行通风换气。因施工量小,装修周期较短,施工期对环境的影响较小。

③噪声

施工期噪声包括装修过程中产生的噪声,由于施工范围小,施工期较短,项目通过合理安排施工时间、禁止夜间施工、建筑隔声、选用低噪设备等措施后,在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)的标准规定,施工噪声对周围环境的影响较小。

④废水

本项目建设施工废水经沉淀后循环使用;施工人员生活污水经医院污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)表2中预处理标准后,外排入邻水县第二污水处理厂处理,处理达标后排入小西河。

⑤固体废物

施工过程中固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾、包装垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。建筑垃圾由施工单位经收集后运送至指定的建筑垃圾堆放点暂存;装

修期间和设备安装期间的产生的包装垃圾经过分类收集，能回收利用部分回收处理，不能回收部分，作为建筑垃圾进行处理；生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

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，并采用铅皮包裹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，主射线束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

本项目设备安装、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。本项目 DSA 调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的电离辐射影响；产生少量的臭氧。由于设备的安装和调试均在介入手术室内进行，调试过程中产生的 X 射线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

医院拟在医院门诊医技综合楼2楼介入手术室内使用1台最大管电压为125kV、最大管电流为1000mA的DSA。拟在介入手术室进行介入手术治疗约为1660台，单次手术累计出束时间为12~20min，年曝光时间累计约为400.94h（透视395h，拍片5.94h），主要用于血管造影，介入手术等。

根据原环境保护部和原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，医生通过控制室铅玻璃观察手术室内病人情况，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内进行治疗，在介入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防护衣、戴铅防护眼镜等在机房内铅帘后对病人进行直接的手术操作。第二种情况是本次评价的重点。

本环评采用理论预测方法对本项目数字减影血管造影装置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

根据邻水县人民医院提供的资料，DSA 介入手术室北面墙体为 240mm 实心砖+3mm 铅板，其余三侧墙体均为 370mm 实心砖+10mm 硫酸钡水泥砂浆；屋顶及地面为 200mm 现浇混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥砂浆，正下方是配电用房、办公室，正上方为冰库、试剂耗材库；观察窗（1 扇）为 3mm 铅当量的铅玻璃，防护铅门（4 扇）均为 3mm 铅当量。

本项目拟使用 DSA 最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA。拍片时 DSA 的常用管电压 60~100kV，常用管电流为 100~300mA；在 DSA 透视时常用管电压为 70~90kV，常用管电流为 10~20mA。

本项目 DSA 过滤板采用 0.5mmCu 计。在透视时管电压按 90kV 进行考虑，根据《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，查得 $v_{r0}=0.15R\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$ ，透视工况下按照最大管电流 20mA 换算后，距靶 1m 处的剂量率为 $26.19mGy\cdot min^{-1}$ 。在拍片时，管电压按 100kV 进行考虑，根据《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，查得 $v_{r0}=0.2R\cdot mA^{-1}\cdot min^{-1}$ ，按照最大常用管电流 300mA 换算后，距靶 1m 处的剂量率为 $523.8mGy\cdot min^{-1}$ 。

本项目 DSA 投用后，手术过程中手术室四周、手术室下方的保护目标，均受到漏射射线和散射射线的影响，手术室上方受到主射辐射的影响。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有效剂量。

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，屏蔽透射因子 B:

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

式中：B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；

β —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

α —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—铅厚度。

表 11-1 100kV 铅对 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

注：表 11-1 中数据来自 GBZ130-2020 中表 C.2。

根据上表参数代入公式计算，介入手术室不同屏蔽体材料及厚度对应的屏蔽透射因子见表 11-2。

表 11-2 介入手术室设计屏蔽参数及防护措施铅当量一览表

屏蔽方位	屏蔽材料与厚度	等效铅当量	屏蔽透射因子（透视）	屏蔽透射因子（拍片）	
				主束	散射
东西南三侧墙体	370mm 实心砖+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4.14mmPb	2.40E-07	2.39E-06	3.62E-06
北侧墙体	240mm 实心砖+3mm 铅板	5.12mmPb	1.19E-08	2.06E-07	3.10E-07
顶部	200mm 现浇混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥砂浆	3.41mmPb	2.26E-06	1.48E-05	2.26E-05
地板	200mm 现浇混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥砂浆	3.51mmPb	1.66E-06	1.15E-05	1.76E-05
防护门	3mm 铅当量防护门	3mmPb	7.93E-06	4.14E-05	6.31E-05
防护窗	3mm 铅当量玻璃	3mmPb	7.93E-06	4.14E-05	6.31E-05
主刀医生、助手医生	0.5mmPb 铅防护衣+0.5mm 铅帘	1mmPb	4.08E-03	/	/
护士位	0.5mmPb 铅防护衣	0.5mmPb	2.52E-02	/	/

(1) 主射线束方向保护目标的影响

①计算模式

主射束的屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

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

式中：

D_r —预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

D_I —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，24056.67min（其中透视 23700min，拍片 356.67min）；

μ —利用因子；

η —对防护区的占用因子，各预测点位的占用因子均取 1；

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

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 11-3：

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%。

表 11-3 DSA 主射方向预测点年有效剂量估算

预测点		与源直线距离 (m)	屏蔽材料与厚度 (mm)	屏蔽透射因子 (f)	利用因子 (μ)	占用因子 (η)	照射时间 (min)	预测点年有效剂量 (mGy/a)	预测点年有效剂量 (mGy/a)
正上方 三楼冰 库、试 剂耗材 库、卫 生间	透 视	3.8	200mm 现浇 混凝土楼板 +10mm 硫 酸钡水泥砂 浆（约合 3.41mmPb）	2.26E-06	1/4	1	23700	2.43E-02	0.007
	拍 片			1.48E-05	1/4	1	356.67	4.79E-02	

(2) 病人体表散射辐射剂量估算

$$H_s = \frac{H_0 \cdot s \cdot B \cdot (\alpha / 400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 } 3)$$

式中：

H_s —预测点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α —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， 1.3×10^{-3} ；

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：

$$E = H \bullet t \bullet T \bullet 10^{-3} \quad (\text{式4})$$

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。

各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-4。

表 11-4 各关注点散射辐射剂量率计算参数及结果

关注点位描述	病人（散射点）到关注点距离（m）	屏蔽材料与厚度（mm）	折合铅当量（mmPb）	照射模式	减弱因子	散射辐射剂量率（ $\mu\text{Gy/h}$ ）
介入手术室内主刀医生	0.5	0.5mmPb 铅防护服+0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	8.33
介入手术室内助手医生	0.8	0.5mmPb 铅防护服+0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	3.26
介入手术室内护士	1.0	0.5mmPb 铅防护服	0.5	透视	2.52E-02	12.87
操作位	3.6	3mmPb 铅玻璃窗	3	透视	7.93E-06	3.12E-04
				拍片	6.31E-05	4.97E-02

南侧墙体外 30cm 处（控制 室）	3.6	370mm 实心砖 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	9.46E-06
				拍片	3.62E-06	2.85E-03
南侧墙体外 30cm 处（设备 间）	3.6	370mm 实心砖 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	9.46E-06
				拍片	3.62E-06	2.85E-03
东侧墙体外 30cm 处（更衣 区、处置室）	4.4	370mm 实心砖 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	6.33E-06
				拍片	3.62E-06	1.91E-03
西侧墙体外 30cm 处（过道）	4.5	370mm 实心砖 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	6.05E-06
				拍片	3.62E-06	1.83E-03
北侧墙体外 30cm 处（卫生 间）	3.7	240mm 实心砖 +3mm 铅板	5.12	透视	1.19E-08	4.44E-07
				拍片	3.10E-07	2.31E-04
一楼配电用房 （正下方）	3.8	200mm 现浇混 凝土楼板 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	3.51	透视	1.66E-06	5.87E-05
				拍片	1.76E-05	1.24E-02
一楼办公室 （正下方）	3.8	200mm 现浇混 凝土楼板 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	3.51	透视	1.66E-06	5.87E-05
				拍片	1.76E-05	1.24E-02
东侧办公楼	47	370mm 实心砖 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	5.55E-08
				拍片	3.62E-06	1.67E-05
南侧家属楼	50	370mm 实心砖 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	4.90E-08
				拍片	3.62E-06	1.48E-05
西侧家属楼	25	370mm 实心砖 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	1.96E-07
				拍片	3.62E-06	5.92E-05
北侧住院楼	33	240mm 实心砖 +3mm 铅板	5.12	透视	1.19E-08	5.58E-09
				拍片	3.10E-07	2.91E-06

（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 5）进行计算。

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

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。

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 各关注点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

关注点位描述	靶点到关注点距离 (m)	屏蔽材料与厚度 (mm)	折合铅当量 (mmPb)	照射模式	减弱因子	漏射辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
介入手术室内主刀医生	0.5	0.5mmPb 铅防护服+0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	25.65
介入手术室内助手医生	0.8	0.5mmPb 铅防护服+0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	10.02
介入手术室内护士	1.0	0.5mmPb 铅防护服	0.5	透视	2.52E-02	39.60
操作位	3.6	3mmPb 铅玻璃窗	3	透视	7.93E-06	9.62E-04
				拍片	4.14E-05	1.00E-01
南侧墙体外 30cm 处 (控制室)	3.6	370mm 实心砖+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	2.91E-05
				拍片	2.39E-06	5.80E-03
南侧墙体外 30cm 处 (设备间)	3.6	370mm 实心砖+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	2.91E-05
				拍片	2.39E-06	5.80E-03
东侧墙体外 30cm 处 (更衣区、处置室)	4.4	370mm 实心砖+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	1.95E-05
				拍片	2.39E-06	3.88E-03
西侧墙体外 30cm 处 (过道)	4.5	370mm 实心砖+10mm 硫酸钡水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	1.86E-05
				拍片	2.39E-06	3.71E-03
北侧墙体外 30cm 处 (卫生间)	3.7	240mm 实心砖+3mm 铅板	5.12	透视	1.19E-08	1.37E-06
				拍片	2.06E-07	4.73E-04
一楼配电用房	3.8	200mm 现浇混	3.51	透视	1.66E-06	1.81E-04

(正下方)		凝土楼板 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆		拍片	1.15E-05	2.50E-02
一楼办公室 (正下方)	3.8	200mm 现浇混 凝土楼板 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	3.51	透视	1.66E-06	1.81E-04
				拍片	1.15E-05	2.50E-02
东侧办公楼	47	370mm 实心砖 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	1.71E-07
				拍片	2.39E-06	3.40E-05
南侧家属楼	50	370mm 实心砖 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	1.51E-07
				拍片	2.39E-06	3.00E-05
西侧家属楼	25	370mm 实心砖 +10mm 硫酸钡 水泥砂浆	4.14	透视	2.40E-07	6.03E-07
				拍片	2.39E-06	1.20E-04
北侧住院楼	33	240mm 实心砖 +3mm 铅板	5.12	透视	1.19E-08	1.72E-08
				拍片	2.06E-07	5.95E-06

(4) 关注点辐射剂量率综合分析

本项目所致保护目标最大辐射剂量率理论预测结果见表 11-6。

表 11-6 本项目各预测点保护目标最大辐射剂量率表

保护目 标相对 位置	关注点位描 述	照射 类型	辐射剂量率 (μSv/h)			综合辐射剂量 (μSv/h)
			主射	散射	漏射	
DSA 周 围	主刀医生	透视	/	8.33	25.65	33.98
	助手医生	透视	/	3.26	10.02	13.27
	护士	透视	/	12.87	39.60	52.47
介入手 术室周 围	操作位	透视	/	3.12E-04	9.62E-04	1.27E-03
		拍片	/	4.97E-02	1.00E-01	1.50E-01
	南侧墙体外 30cm 处(控制 室)	透视	/	9.46E-06	2.91E-05	3.86E-05
		拍片	/	2.85E-03	5.80E-03	8.65E-03
	南侧墙体外 30cm 处(设备 间)	透视	/	9.46E-06	2.91E-05	3.86E-05
		拍片	/	2.85E-03	5.80E-03	8.65E-03
	东侧墙体外 30cm 处(更衣 区、处置室)	透视	/	6.33E-06	1.95E-05	2.58E-05
		拍片	/	1.91E-03	3.88E-03	5.79E-03
	西侧墙体外	透视	/	6.05E-06	1.86E-05	2.47E-05

	30cm 处（过道）	拍片	/	1.83E-03	3.71E-03	5.54E-03
	北侧墙体外 30cm 处（卫生间）	透视	/	4.44E-07	1.37E-06	1.81E-06
		拍片	/	2.31E-04	4.73E-04	7.04E-04
正下方	一楼配电用房	透视	/	5.87E-05	1.81E-04	2.39E-04
		拍片	/	1.24E-02	2.50E-02	3.75E-02
	一楼办公室	透视	/	5.87E-05	1.81E-04	2.39E-04
		拍片	/	1.24E-02	2.50E-02	3.75E-02
东	东侧办公楼	透视	/	5.55E-08	1.71E-07	2.26E-07
		拍片	/	1.67E-05	3.40E-05	5.07E-05
南	南侧家属楼	透视	/	4.90E-08	1.51E-07	2.00E-07
		拍片	/	1.48E-05	3.00E-05	4.48E-05
西	西侧家属楼	透视	/	1.96E-07	6.03E-07	8.00E-07
		拍片	/	5.92E-05	1.20E-04	1.79E-04
北	北侧住院楼	透视	/	5.58E-09	1.72E-08	2.28E-08
		拍片	/	2.91E-06	5.95E-06	8.85E-06

由表 11-6 可知，本项目 DSA 介入手术室周围最大辐射剂量率为 0.15 μ Sv/h（操作位处），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 μ Sv/h 的规定。

（5）关注点年辐射剂量综合分析

根据医院提供资料，DSA 年治疗病人最多约 1660 人，年最大曝光时间为 400.94h（透视 395h，拍片 5.94h）。每台手术配 1 名主刀医生、1 名助手医生、1 名护士和 1 个技师，技师操作受照时间为年最大曝光时间为 400.94h（透视 395h，拍片 5.94h），本项目共配置 5 名医生（分为 5 组）、3 名助手医生（分为 3 组）、6 名护士（分为 6 组）和 1 名技师。本项目投运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。医生、护士受照时间见表 11-7。

表 11-7 医生、护士、技师手术操作透视受照时间

使用科室	年接诊病人	单台手术最长透视曝光时间（min）	人数（名）			单组透视受照时间（h）			
			主刀医生	助手医生	护士	主刀医生	助手医生	护士	技师
心血管内科	960	15	3	3	6	80	单名助手医生受照时间 131.67	单名护士受照时间 65.83	技师受照时间 400.94
神经科	300	15	1			75			

放射科	400	12	1			80			
合计	1660	/	5	3	6	/	131.67	65.83	400.94
注：主刀医生受照时间保守以心血管内科 1.2 倍计为 96h；助手医生受照时间保守以其 1.2 倍计为 158h 算；护士受照时间保守以其 1.2 倍计为 79h 算。									
本项目所致保护目标最大年有效剂量理论预测结果见表 11-8。									
表 11-8 本项目各预测关注点理论预测最大受照剂量统计表									
保护目标相对位置	关注点位描述	照射类型	综合剂量率(μSv/h)	年最大受照时间(h)	居留因子	透视/拍片总辐射剂量(mSv/a)	年总辐射剂量(mSv/a)	备注	
介入手术室内	介入手术室内主刀医生	透视	33.98	96	1	3.26	3.26	职业	
	介入手术室内助手医生	透视	13.27	158	1	2.10	2.10	职业	
	介入手术室内护士	透视	52.47	79	1	4.15	4.15	职业	
介入手术室周围	操作位	透视	1.27E-03	395	1	5.03E-04	1.39E-03	职业	
		拍片	1.50E-01	5.94	1	8.92E-04			
	南侧墙体外 30cm 处(控制室)	透视	3.86E-05	395	1	1.52E-05	6.66E-05	职业	
		拍片	8.65E-03	5.94	1	5.14E-05			
	南侧墙体外 30cm 处(设备间)	透视	3.86E-05	395	1/4	3.81E-06	1.67E-05	职业	
		拍片	8.65E-03	5.94	1/4	1.28E-05			
	东侧墙体外 30cm 处(更衣区、处置室)	透视	2.58E-05	395	1/4	2.55E-06	1.11E-05	职业	
		拍片	5.79E-03	5.94	1/4	8.60E-06			
	西侧墙体外 30cm 处(过道)	透视	2.47E-05	395	1/4	2.44E-06	1.07E-05	公众	
		拍片	5.54E-03	5.94	1/4	8.22E-06			
	北侧墙体外 30cm 处(卫生间)	透视	1.81E-06	395	1/16	4.47E-08	3.06E-07	公众	
		拍片	7.04E-04	5.94	1/16	2.61E-07			
正下方	正下方一楼配电用房	透视	2.39E-04	395	1/16	5.91E-06	1.98E-05	公众	
		拍片	3.75E-02	5.94	1/16	1.39E-05			

	正下方一楼 办公室	透视	2.39E-04	395	1	9.45E-05	3.17E-04
		拍片	3.75E-02	5.94	1	2.23E-04	
东	东侧办公楼	透视	2.26E-07	395	1	8.94E-08	3.91E-07
		拍片	5.07E-05	5.94	1	3.01E-07	
南	南侧家属楼	透视	2.00E-07	395	1	7.90E-08	3.45E-07
		拍片	4.48E-05	5.94	1	2.66E-07	
西	西侧家属楼	透视	8.00E-07	395	1	3.16E-07	1.38E-06
		拍片	1.79E-04	5.94	1	1.07E-06	
北	北侧住院楼	透视	2.28E-08	395	1	8.99E-09	6.16E-08
		拍片	8.85E-06	5.94	1	5.26E-08	
正上方	冰库、试剂 耗材库、卫 生间 (正上方)	透视	/	/	/	/	0.007
		拍片	/	/	/	/	

注：正上方年剂量叠加主射方向剂量 **0.007mSv/a**。

由上表可知，本项目介入手术室周围公众所受年剂量最高为 0.007mSv/a，小于本次评价确定的公众 0.1mSv/a 的剂量约束值要求；根据手术医生的配置情况，单名主刀医生所受年剂量最大为 3.26mSv/a；单名助手医生所受年剂量最大为 2.10mSv/a；单名护士所受年剂量最大为 4.15mSv/a；技师所受年剂量最大为 1.39E-03mSv/a，满足本次评价确定的职业人员 5mSv/a 的剂量约束值要求。

医院应合理安排手术医生的手术量，每个季度对介入科辐射工作人员个人剂量进行严格监督，杜绝出现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，若发现单季度超过 1.25mSv 的情况，医院应立即采取有效的管控措施。

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，项目运行产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，DSA 检查时周围环境保护目标受照剂量低于预测剂量，对造影室周围公众影响更小。

2、医生腕部皮肤受照剂量

手术医生和护士在手术室内进行介入手术时，会穿铅防护衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，但是仍有部分皮肤暴露在射线受到照射，

在过程手术中，手术医生腕部距离射线照射方向最近，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）中的公式估算手术室或介入室人员年皮肤吸收剂量：

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

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}^{*(10)}}{C_{KH}^*} \quad (\text{式 7})$$

式中：

D_s —皮肤吸收剂量，mGy/h；

$\dot{k}$ —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计量的转化系数（Gy/Gy）；

t —人员累计受照时间，96h；

$\dot{H}^{*(10)}$ —X 辐射场周围剂量当量率，μSv/h；

C_{KH}^* —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

根据科室介入手术工作量，每名医生累计受照时间最长为 96h，由于手术过程中手术医师随时在活动，其腕部不会一直处于受照射位置不动，因此保守考虑，分以下两种情况预测：①预计在透视时有 1/5 时间手术医师在受照位置进行插入导管等操作，此时医师腕部受铅防护手套（0.025mmPb）保护；②预计在剩余透视时的 4/5 时间内手术医师在手术床侧的其他位置，此时腕部未处于受照位置，腕部受到铅防护手套（0.025mmPb）和铅悬挂防护屏（0.5mmPb）的保护。

①按照常用最大电流换算后，距靶 1m 处的剂量率为 26.19mGy/min，医生操作时腕部距非主射束的距离取 0.5m，且考虑 0.025mmPb 铅防护手套屏蔽防护，手术时腕部位置处的空气吸收剂量通过计算可得到辐射剂量当量为 $5.21 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ 。本项目 DSA 可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式（AP，即垂直于人体长轴/Z 轴，从人体正面的入射）。从表 A.9 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 $C_{KH}^* = 1.72 \text{Sv/Gy}$ ，由（公式 7）计算出辐射场的空气比释动能率为

$3.03 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ 。从表 A.4 可查出空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{KS}=1.134\text{mGy/mGy}$ 。医生手术位腕部皮肤约 1/5 的时间处于受照位置，则核算出手术医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为 66mSv/a 。

②按照常用最大电流换算后，距靶 1m 处的剂量率为 26.19mGy/min ，医生操作时腕部距非主射束的距离取 0.5m，且考虑 0.025mmPb 铅防护手套和 0.5mmPb 铅悬挂防护屏的屏蔽防护，手术时腕部位置处的空气吸收剂量通过计算可得到辐射剂量当量为 $1.89 \times 10^2 \mu\text{Gy/h}$ 。本项目 DSA 可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式（AP，即垂直于人体长轴/Z 轴，从人体正面的入射）。从表 A.9 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 $C_{KH}=1.72\text{Sv/Gy}$ ，由（公式 7）计算出辐射场的空气比释动能率为 $1.10 \times 10^2 \mu\text{Gy/h}$ 。从表 A.4 可查出空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 $C_{KS}=1.134\text{mGy/mGy}$ 。医生手术位腕部皮肤约 4/5 的时间处于受照位置，则核算出手术医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为 9.57mSv/a 。

合计手术医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为 75.57mSv/a 。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/足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv ，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值，即不超过 125mSv 的要求。

3、医生眼晶体受照剂量估算

手术医生和护士在手术室内进行介入手术时，会穿铅防护衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）中的公式估算手术室或介入室人员年眼晶状体吸收剂量：

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

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}^{*(10)}}{C_{KH}} \quad (\text{式 9})$$

式中：

D_L —眼晶体吸收剂量，mGy/h；

C_{KL} —空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数（其值参见附录 A 中表

A.4) , (Gy/Gy) ;

t —人员累计受照时间, 96h;

$\dot{k}$ —X 辐射场的空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

$\dot{H}^{*(10)}$ —X 辐射场周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

C_{KH}^* —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 (Sv/Gy) 。

按照常用最大电流换算后, 距靶 1m 处的剂量率为 26.19mGy/min, 医生操作时眼晶状体距非主射束的距离取 0.6m, 且考虑 0.5mmPb 铅防护眼镜屏蔽防护, 手术时眼晶状体位置处的空气吸收剂量通过计算可得到辐射剂量当量为 146 $\mu\text{Gy/h}$ 。本项目 DSA 可近似地视为垂直入射, 而且是 AP 入射方式 (AP, 即垂直于人体长轴/Z 轴, 从人体正面的入射)。从表 A.7 可查得 X 辐射场空气比释动能到周围剂量当量的转化系数 $C_{KH}^*=1.72\text{Sv/Gy}$, 由 (公式 9) 计算出辐射场的空气比释动能率为 84.7 $\mu\text{Gy/h}$ 。从表 A.4 可查出空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $C_{KL}=1.55\text{mGy/mGy}$ 。根据科室介入手术工作量, 每名医生累计受照时间最长为 96h, 则核算出手术医生手眼晶状体受照当量剂量为 12.61mSv/a, 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, 眼晶状体的年当量剂量不超过 150mSv, 也满足本项目对于放射工作人员眼晶状体当量剂量通常管理限值, 即不超过 37.5mSv 的要求。

医院应严格落实辐射安全防护的各项规章制度, 所有手术过程中造影室内的医护人员均应按辐射工作人员进行管理, 手术室医护人员穿戴好防护用品并严格遵守操作规程。对病人病灶进行照射时, 应将病人病灶以外部位用铅橡胶布进行遮盖或穿着铅服, 以避免病人受到不必要的照射。

4、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。

5、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保护主管部门的要求，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 DSA 介入手术室内空气受 X 射线电离而产生的臭氧。项目产生的臭氧通过介入手术室排风管道（排风量不小于 833m³/h）引出后在楼顶排放，经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

三、废水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水和少量医疗废水。生活污水和少量医疗废水先经医院现有污水处理站处理，在医院污水处理站预处理达到《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后，外排市政污水管网后排入邻水县第二污水处理厂处理，处理达标后排入小西河，能够满足相关要求。

四、声环境影响分析

本项目噪声源主要为空调及风机噪声，所有设备选用低噪声设备，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。

五、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 3.32t。这些医疗废物应严格按国家《医疗废物管理条例》的要求分类暂存于医疗废物暂存间，统一收集后交由有资质的单位处置。本项目废水处理依托医院污水处理站，医院污水处理站污泥经消毒后与其他医疗废物一同委托有资质单位处置。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院拟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。

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；②由于安全联锁系统失效，手术过程中，公众人员误入或滞留在手术室内而造成非主射方向的误照射。

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 11-11 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

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

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系（表 11-12）：

表 11-12 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~ 10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	/
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	/
脑型急性放射病	轻度	50Gy~ 100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

四、最大可能性事故分析

1、介入手术过程中，发生介入手术人员超剂量照射

（1）事故假设

①射线装置在运行时，辐射工作人员位于非主射方向，未采取任何防护的情况下与射线束最近距离 0.5m 进行介入手术操作；由于安全联锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在手术室内而造成非主射方向的误照射。

②射线装置在运行时，公众未采取任何防护的情况下，误入射线装置手术室，位于射线装置非主射方向，与射线束最近距离 1.5m。

(2) 剂量估算

①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受到非主射方向的照射的事故后果计算结果如下表所示：

表 11-13 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离职业人员受照剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间 (min)	散射所致剂量 (mGy)	漏射所致剂量 (mGy)	总剂量 (mGy)
0.5	1	0.034	0.105	0.139
	5	0.170	0.524	0.694
	10	0.340	1.048	1.388
	15	0.511	1.571	2.082
1	1	0.009	0.026	0.035
	5	0.043	0.131	0.174
	10	0.085	0.262	0.347
	15	0.128	0.393	0.521

根据表 11-13 可知，随着不同位置 and 时间的推移，介入手术人员非主射方向上最大可能受照剂量为 2.082mGy/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，因此，介入手术人员位于非主射方向未穿防护服的情况下实施介入手术，不构成辐射事故。

②公众误入射线装置机房，未采取任何防护的情况下，受到非主射方向的照射的事故后果计算结果如下表所示：

表 11-14 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离公众受照剂量表

误入公众与射线装置的距离 (m)	时间 (s)	散射所致剂量 (mGy)	漏射所致剂量 (mGy)	总剂量 (mGy)
1.5	10	6.31E-04	1.94E-03	2.57E-03
	30	1.89E-03	5.82E-03	7.71E-03
	60	3.78E-03	1.16E-02	1.54E-02
2	10	3.55E-04	1.09E-03	1.45E-03
	30	1.06E-03	3.27E-03	4.34E-03
	60	2.13E-03	6.55E-03	8.68E-03

根据表 11-14 可知，随着不同位置 and 时间的推移，公众人员误入介入手术室，在距离射线装置 1.5m 受照 60s，非主射方向最大可能受照射剂量为 1.54E-02mGy/次，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 的剂量限值，因此，误入人员单次滞留在介入手术室内造成非主射方向的误射，不

构成辐射事故。

综上所述，若本项目发生误照射，职业人员及公众受照剂量小不构成辐射事故。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，杜绝误照射事故发生。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

DSA 属于II类射线装置，为中危险射线装置，事故时可使受照人员产生较严重的辐射照射损伤，但由于 DSA 的特殊性，事故时使受照人员受大剂量照射甚至导致死亡的几率很小。DSA 开机时，医生与病人同处一室，且距 X 射线机的管头组装体约 0.5~1m 左右，距病人很近，介入射线装置主要事故是因曝光时间较长，防护条件欠佳对医生和病人引起的超剂量照射。

(1) 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，将病人撤出机房，关闭机房门，及时向医院主管领导和当地生态环境主管部门报告。

(2) 对于上述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建立健全全院辐射安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。
- ②加强人员的辐射安全专业知识的学习，考试（核）合格、持证上岗。
- ③完善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修订完善全院重大事故应急处理预案、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定期对辐射安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，发现安

全隐患立即整改。

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率，从而保证项目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

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

邻水县人民医院已经成立辐射安全管理领导小组，根据文件可知，医院辐射（放射）安全与防护管理委员会由院长担任组长。

（1）小组组成成员

组 长：***

副组长：***

成 员：****

领导小组下设办公室，负责日常辐射安全与防护工作。

（2）各级职责

领导小组职责：

- 1、负责对全院放射防护工作的监督与检查。并经常检查各种制度、防护措施落实情况。
- 2、组织有关人员学习、实施放射防护法规。
- 3、组织放射防护知识的宣传，并对有关人员进行防护知识的教育。
- 4、会同上级有关部门按有关规定调查和处理放射事故，并对有关人员提出处理意见。
- 5、负责本院放射人员的健康体检。

（3）需要完善的相关内容

根据医院辐射（放射）安全与防护管理委员会机构文件，医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

- ①补充明确发生辐射安全事故后，应按照程序及时向生态环境主管部门、当地派出所和卫生行政主管部门报告；
- ②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；
- ③组织本单位辐射（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；
- ④定期维护检查辐射工作场所安全设施设备，确保实时有效；

⑤负责组织本单位辐射（放射）人员开展一年一次的体检。

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 15 名辐射工作人员，其中 5 名主刀医生，3 名助手医生、6 名护士，1 名技师，其中 10 名为医院原有人员，均已通过辐射安全考核合格，后期新增人员确保通过培训后上岗。

②医院现共有辐射工作人员 80 名，其中 35 名通过国家组织的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行培训考核合格；28 名通过医院组织的辐射安全与防护相关培训，培训合格；其余 17 名人员陆续组织培训中，确保其通过考核后上岗。

医院已取得辐射安全培训合格证的，合格证到期前，需进行再次考核，辐射安全与防护培训成绩报告单和自主考核成绩记录有效期均为五年。本次涉及新增辐射工作人员应考核合格后上岗。

三、辐射安全档案资料管理和规章管理制度

1、档案管理分类

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”，存放在设备科办公室。

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”、《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》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 12-1：

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	制度名称	备注	
1	辐射安全管理规定	需完善	增加本项目新增的射线装置
2	辐射工作人员个人剂量管理制度	需完善	应增加“个人剂量档案终生保存”，明确介入工作人员个人剂量计佩戴位置
3	辐射工作设备操作规程	需完善	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

4	辐射工作人员岗位职责	需完善	应明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责
5	监测仪表使用与校验管理制度	需完善	增加本项目新增的射线装置
6	射线装置台账管理制度	需完善	应增加“新增射线装置和报废射线装置的台账模板”
7	分区管理制度	需完善	增加此次设备控制区和监督区分区管理制度
8	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
9	辐射安全防护设施维护维修制度	需完善	增加本项目新增的射线装置
10	辐射工作人员培训制度	需完善	应明确“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。考核合格证明超过 5 年的辐射工作人员，需进行再学习和考核”的相关内容
11	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需完善	增加本项目新增场所的监测因子、监测内容、监测频次及布点方案，参考本章辐射监测方案
12	辐射事故预防措施及应急处理预案	需完善	预案中完善上报程序及联系方式

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）》（川环函[2016]1400 号）的要求，《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。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。

医院应根据规章制度内容认真组织实施，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，使之更能符合实际需要。

四、辐射安全许可证发放条件对照分析

结合《辐射安全许可证发放条件》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原环保部第 31 号令，2021 年修订），将本项目采取的辐射安全防护措施列于表 12-2。

表 12-2 《辐射安全许可证》发放条件与本项目评价结果

序号	原环保部第 3 号令要求	项目实际情况	评价结果
1	设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作	医院已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作	满足要求

2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	此次的 16 名辐射工作人员均已通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，后期如有新增人员通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核后上岗	满足要求
3	射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	医院需配置电离辐射警告标志和工作状态指示灯等	配置后满足要求
4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射测量仪器等。	医院需配备个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式 X-γ 辐射监测仪、铅橡胶帽子、铅橡胶围裙等	配备后满足要求
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案	医院需按照要求完善各项规章制度	完善后满足要求
6	有完善的辐射事故应急措施	医院已制定有应急响应程序，需补充本项目辐射事故应急措施	补充后满足要求
7	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	/	/
8	使用射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有 1 名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作	医院已制定《放射诊疗质量控制制度》，需配备 1 名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	配置后满足要求

建设单位完成上述内容后，具备《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于使用Ⅱ类射线装置的许可条件。**建设单位在具备《辐射安全许可证》申领条件后，及时到四川省生态环境厅申请办理相关业务。**

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。

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	监测类别及周期	监测点位
DSA	X- γ 空气吸收剂量率	验收监测 1 次	铅窗，操作位，防护门及门缝、管线穿墙孔洞、机房四周、正上方、正下方等。
		委托有资质的单位进行监测，频率为 1 次/年	对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，每年 1 次； 对产生辐射的仪器设备进行防护监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年 1 次。
		自行开展辐射监测，建议监测周期为 1 次/月	制定定期监测制度，监测数据存档。

(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/校准；

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。

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佩戴个人剂量计（介入手术室内辐射工作人员佩戴双剂量计，铅衣内外各1个），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。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，启动辐射事故应急处置程序。个人剂量检测报告及有关调查报告均应存档备查。

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，辐射事故现场应急处理程序，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，培训演练，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增加环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容。

②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。

③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，将病人撤出机房，关闭机房门，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：邻水县人民医院新增一台 DSA 项目

建设单位：邻水县人民医院

建设性质：新建

建设地点：邻水县鼎屏镇人民路北段 487 号邻水县人民医院门诊医技综合楼 2 楼

本次具体建设内容及规模为：医院拟在门诊医技综合楼 2 楼设 1 间介入手术室及其他配套用房，拟新增 1 台 DSA（待定）在介入手术室内使用。介入手术室内使用的 DSA 最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA，属于Ⅱ类射线装置，年最大曝光时间为 400.94h（透视 395h，拍片 5.94h），主要用于介入治疗、血管造影等。

二、本项目产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，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 1 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

本项目位于邻水县人民医院门诊医技综合楼 2 楼内，项目运营对环境基本无影响，本评价认为其选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川鸿源环境检测技术咨询有限公司的监测报告，项目所在地的 X-γ辐射空气吸收剂量率背景值属于四川省正常天然本底涨落范围。

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，本项目手术主刀医生最大年受照射剂量为 3.26mSv/a，助手医生最大年受照射剂量为 2.10mSv/a，单名护士最大年受照射剂量为 4.15mSv/a，控制位

技师最大年受照射剂量为 $1.39\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，本项目周围公众年最大受照射剂量为 0.007mSv/a ，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，也均低于职业人员 5mSv/a ，公众 0.1mSv/a 的管理约束值。

本项目 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，对机房外保护目标影响更小。

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，本评价认为在邻水县人民医院门诊医技综合楼 2 楼建设本项目，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、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。
- 5、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。
- 6、建设单位必须在全国核技术利用辐射安全申报系统中实施申报登记。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
介入手术室	辐射屏蔽措施	铅防护门 4 扇（均为 3mm 铅当量）
		铅玻璃观察窗 1 扇（3mm 铅当量）
		介入手术室北侧墙体为 240mm 实心砖+3mm 铅板，其余东西南三侧墙体为 370mm 实心砖+10mm 硫酸钡水泥砂浆
		屋顶及地板为 200mm 现浇混凝土楼板+10mm 硫酸钡水泥砂浆

	安全装置	工作状态指示灯箱 1 套（在患者进出机房门、医护人员进出机房门、污物进出门上方各设一个，共计 4 个）
		电离辐射警告标志 1 套（在患者进出机房门、医护人员进出机房门、污物进出门上方各设一个，共计 4 个）
		介入手术室电动防护移门设置防夹装置，平开门设置闭门装置
		铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 1 副（0.5mmPb）
		床侧防护帘/床侧防护屏 1 副（0.5mmPb）
		门灯联锁 1 套（患者、医护人员、污物进出门各设置 1 个，共计 4 个）
		紧急止动装置 1 套（操作台及床体上各 1 个）
	监测仪器和个人防护用品	对讲装置 1 台
		个人剂量计 15 套
		个人剂量报警仪 3 台
		便携式辐射剂量监测仪 1 台
		辐射工作人员防护用品 2 套（配备 0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅防护眼镜，0.025mmPb 介入防护手套）
	其他	患者防护用品 2 套，成人、儿童各一套（配备不小于 0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子）
		通排风系统，排风量不小于 833m ³ /h

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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 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》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十七条规定：

（1）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；

（2）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。

（3）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。

（4）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)建设单位可登录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。