

# 核技术利用建设项目

## 新增数字减影血管造影装置（DSA）项目

### 环境影响报告表

（公示本）

高县中医医院

二〇二二年二月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

## 新增数字减影血管造影装置(DSA)项目

### 环境影响报告表

建设单位：高县中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省宜宾市高县庆符镇文庙街 368 号

邮政编码：6\*\*\*

联系人：易\*\*

电子邮件：2\*\*\*\*\*@qq.com 联系电话：18\*\*\*\*\*

# 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	9
表 3 非密封放射性物质.....	9
表 4 射线装置.....	9
表 5 废弃物.....	11
表 6 评价依据.....	12
表 7 保护目标与评价标准.....	14
表 8 环境质量和辐射现状.....	17
表 9 项目工程分析与源项.....	20
表 10 辐射安全与防护.....	25
表 11 环境影响分析.....	32
表 12 辐射安全管理.....	49
表 13 结论与建议.....	56

**附图：**

- 附图 1 本项目地理位置图；
- 附图 2 医院新院区平面布置图及外环境关系图；
- 附图 3 门诊住院综合楼一层平面布局图；
- 附图 4 医院新院区门诊住院综合楼负一层平面布局图；
- 附图 5 医院新院区门诊住院综合楼二层平面布局图；
- 附图 6 本项目所在放射科平面布局图；
- 附图 7 本项目平面布局图；
- 附图 8 本项目两区划分示意图；
- 附图 9 本项目人流、物流路径图。

**附件：**

- 附件 1 环评委托书；
- 附件 2 无辐射安全事故发生的情况说明；
- 附件 3 高县中医医院整体迁建建设项目环评批复；
- 附件 4 规划用地许可证；
- 附件 5 辐射安全许可证正副本；
- 附件 6 辐射安全领导小组文件；
- 附件 7 本项目所在位置辐射环境现状监测报告；
- 附件 8 2021 年度辐射工作场所年度监测说明；
- 附件 9 连续四个季度辐射工作人员个人剂量监测统计表；
- 附件 10 医院现有辐射工作人员辐射安全与防护考核统计表。

表 1 项目基本情况

建设项目名称	新增数字减影血管造影装置(DSA)项目				
建设单位	高县中医医院				
法人代表	****	联系人	易**	联系电话	18*****
注册地址	宜宾市高县庆符镇文庙街 368 号				
项目建设地点	宜宾市高县庆符镇文庙街 368 号高县中医医院门诊住院综合大楼 一层				
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	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 m <sup>2</sup>	124
应用 类 型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	无			
<p><b>一、项目概述</b></p> <p><b>(一) 医院概况及项目由来</b></p> <p>高县中医医院（统一社会信用代码：125***，后文简称“医院”）始建于 1961 年，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复、急救为一体的国家二级甲等中医医院。医院现有老院区和新院区两个院区，医院老院区原有编制床位 400 张，新院区目前开放床位 300 张。医院开设有内科、外科、儿科、口腔科、眼科、耳鼻咽喉科、放射科、妇产科、骨伤科、针灸科、肛肠科、康复科、神内科、神经外科（脑病科）、</p>					

微创外科、微创泌尿科、微创妇科、急诊科、麻醉科（手术室）等多个医技科室；医院拥有西门子 16 排螺旋 CT、狼牌腹腔镜、移动式手术 X 射线机（C 臂）、进口膝关节镜、彩色超声、DR、肺功能仪、中医康复治疗设备等 200 余台（套）。

为不断提高临床诊疗水平，让高县及周边区县的广大患者享受到更高水平的医疗卫生服务，医院决定在新院区门诊住院综合大楼一层放射科预留 DSA 检查室内安装使用 1 台数字减影血管造影装置（digital subtraction angiography，简称 DSA），属于 II 类射线装置。医院新院区含门诊住院综合大楼在内的建设项目于 2018 年 4 月 12 日取得了原宜宾市环境保护局“关于对高县中医医院整体迁建建设项目环境影响报告书的批复（宜环审批【2018】3 号）”，目前医院新院区门诊住院综合大楼已经建成投用。

## （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》（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 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 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调整建设项目环境影响评价文件分级审批权限的公告》（2019 年第 2 号），本项目应报宜宾市生态环境局审查批准。因此，高县中医医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制本项目的的环境影响报告表（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。

## （三）本项目建设内容及规模

本次评价内容及规模为：医院拟在新院区门诊住院综合大楼（地下局部 1 层、地

上 8 层) 一层放射科预留 DSA 检查室内安装使用 1 台 DSA, 型号待定, 属于 II 类射线装置。放射科内 DSA 检查室净空尺寸为 7.0m(长)×5.80m(宽)×4.5m(高), 本项目 DSA 最大管电压为 125kV, 最大管电流为 1000mA, 年最大曝光时间约 51.6h(其中透视 49.4h, 拍片 2.2h), 主要用于介入治疗、血管造影等。

本项目放射科内 DSA 检查室四周墙体为 370mm 实心黏土砖墙+1mm 铅当量硫酸钡砂浆; 屋顶为 120mm 钢筋混凝土+3mmPb 铅板; 地面为 180mm 钢筋混凝土+1mm 铅当量硫酸钡砂浆; 观察窗 1 扇, 为 4mm 铅当量; 防护门 3 扇, 均为 4mm 铅当量。

表 1-1 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	放射科内 DSA 检查室净空面积为 40.6m <sup>2</sup> , 机房室内净空尺寸为 7.0m(长)×5.8m(宽)×4.5m(高)。放射科内 DSA 检查室四周墙体为 370mm 实心黏土砖墙+1mm 铅当量硫酸钡砂浆; 屋顶为 120mm 钢筋混凝土+3mmPb 铅板; 地面为 180mm 钢筋混凝土+1mm 铅当量硫酸钡砂浆; 观察窗 1 扇, 为 4mm 铅当量; 防护门 3 扇, 均为 4mm 铅当量。	噪声、废水、废气、固体废物	噪声、医疗废物	已建
	在放射科 DSA 检查室内使用 1 台 DSA 最大管电压为 125kV, 最大管电流为 1000mA, 型号待定, 年最大曝光时间约 51.6h, 其中透视 49.4h, 拍片 2.2h。		X 射线、臭氧	新建
辅助用房	DSA 控制室、设备间、病人缓冲区、污物处理间、更衣室、无菌耗材间等	—	生活垃圾、生活污水	新建
公用工程	过道	—	—	依托
	市政水网、市政电网、配电系统			
办公及生活设施	医生办公室、会议室	—	生活垃圾、生活污水	依托
环保工程	污物通道、污水处理站、专用排风管道等	—	废水、固体废物、废气	依托

注: 混凝土密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>, 砖的密度为 1.65g/cm<sup>3</sup>。

#### (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	60L	外购	碘海醇
能源	煤(T)	—	—	—
	电(kW·h)	2500 度	市政电网	—
	气(m <sup>3</sup> )	—	—	—

水量	地表水	***m <sup>3</sup>	市政水网	—
	地下水	—	—	—

本项目拟使用造影剂为碘海醇注射液，规格为 100mL/瓶，平均每台介入手术使用 2 瓶，每年约 300 台手术，年使用量约为 60L。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

本项目使用的数字减影血管造影机位于门诊住院综合大楼一层放射科 DSA 检查室内。根据医院提供资料，在实际运营过程中，本项目 DSA 主要由急诊科、神经外科（脑病科）和放射科手术医生实施介入手术和拍片检查，医院年最大手术台数为 300 台，年最大曝光时间为约 51.6h。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	DSA 检查室
<b>设备使用情况</b>					
曝光方向	所在科室	常用拍片工况		常用透视工况	
		管电压	管电流	管电压	管电流
由下向上	放射科	60~100kV	100~500mA	70~90kV	10~20mA
<b>设备曝光时间</b>					
使用科室	单台手术最长曝光时间		年手术台数 (台)	年最大出束时间	
	拍片 (s)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)
急诊科 (1 名手术医生)	20	8	110	0.6	14.7
神经外科 (脑病科) (1 名手术医生)	25	10	100	0.7	16.7
放射科 (1 名手术医生)	35	12	90	0.9	18
合计			300	51.6	

#### (六) 工作人员配置情况

劳动定员：本项目 DSA 拟配置 6 名辐射工作人员，其中手术医生 3 名，技师 1 名，护士 2 名。技师为医院放射科原有辐射工作人员，其他辐射工作人员为新增。今后，医院可根据开展项目的实际情况做适当增加。

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

#### (七) 依托环保设施情况

1、废水：施工期废水依托医院新院区已建的污水管道和污水处理站处理后排入市政污水管网；运营期医疗废水及生活污水依托现有污水处理站进行处理后经污水管网排入高县第二生活污水处理厂处理达标后排放。

2、固体废物：施工期产生的固体废物主要为生活垃圾和设备包装。生活垃圾依托市政垃圾收运系统收集处理；设备安装期间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。运营期产生的医疗废物与医院其他医疗废物一起交由有资质的单位收运处置；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令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 月 1 日施行）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、外环境关系及总平面布局合理性分析

### （一）项目选址合理性

高县中医医院新院区位于宜宾市高县庆符镇文庙街 368 号，本项目所在医院门诊住院综合大楼用地包含在高县中医医院医院用地范围中，用地取得了高县自然资源和规划局核发的《建设用地规划许可证》（地字第 511525202\*\*\*40 号）(2012)第 1075 号），见附件 4，土地用途为医疗卫生。医院于 2018 年 4 月 12 日取得了原宜宾市环境保护局“关于对高县中医医院整体迁建建设项目环境影响报告书的批复（宜环审批【2018】3 号），医院目前正在建设中。本项目仅为医院配套建设项目，不新增用地，且建设的放射科内 DSA 检查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。

### （二）医院外环境合理性

高县中医医院新院区位于四川省宜宾市高县庆符镇文庙街368号。根据医院设计图纸，结合现场勘探实际情况，在新院区门诊住院综合楼北侧为空地（拟建康养中心）；西侧空地（拟建康复大楼和保障系统大楼）外为拟建春草路；南侧为停车场外为庆山

路；东侧空地(拟建儿科大楼和行政办公大楼)外为宜庆路。

医院四周交通方便，有利于新院区与外界的联系，本项目选址所在地基础配套设施完善，供排水等城市管网完善，电力、电缆等埋设齐全，为项目建设提供了良好条件。按照国家相关规定和国内外通用范例，可在城市内修建。因此，本评价认为其选址是合理的。本项目地理位置图见附图 1，医院外环境关系见附图 2。

### (三) 总平面布局合理性分析

本项目所在新院区门诊住院综合楼为已建地下1层，地上层8层（高约35.6m）建筑，在本项目DSA检查室实体屏蔽体50m范围内，东南侧约32~50m为拟建内科、儿科大楼（五层）；东侧约27~50m为拟建行政办公楼（六层），新院区平面布局及外环境关系见附图2。

在门诊住院综合大楼一层内，门诊部大厅位于中间，与本项目最近距离为12m；西南侧为急诊部，与本项目最近距离为41m；西北侧为门诊部，与本项目最近距离约37m；东北侧为中药房，与本项目最近距离为3.2m；东南侧为放射科，本项目位于放射科内。门诊住院综合大楼一层平面布局见附图3。

在放射科内，控制廊（操作间）将放射科分为南北两个部分，南侧自西向东依次为DR室、胃肠机室、乳腺室、CT室；北侧自西向东依次为MRI室及DSA检查室及配套用房。在DSA检查室西北侧自西向东依次为设备间、病人缓冲区、污物处理间；东侧自北向南为男卫生间、放射科卫生间；南侧为更衣室；西侧自西向东依次为DSA控制室、MRI控制室、MRI扫描间等。放射科平面布局见附图6。

医院将DSA检查室设置在放射科内，可以实现新院区医用射线装置集中布置，不但方便患者的治疗，还有利于医院对新院区全院医用射线装置集中管理，因此，本项目总平面布局是合理的。

## 四、原有核技术利用情况

### (一) 医院原有项目辐射安全许可证情况

医院已取得宜宾市生态环境局核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[14860]）（见附件 5），许可的种类和范围为：使用III类射线装置；发证日期：2019年2月21日，有效期至2023年3月29日，在有效期内。具体情况见表 1-4。

表 1-4 医院已获许可使用的医用射线装置

序	工作场所	装置名称	型号	类别	数量	备
---	------	------	----	----	----	---

号					(台)	注
1	庆符镇文庙街 137 号	医用 X 射线 CT 机	SOMATOM	III类	1	已上 证
2	文江镇大同街 98 号	医用 X 射线摄影系统	新东方***M 型	III类	1	
3	庆符镇文庙街 137 号	医用 X 射线摄影系统	新东方***EC 型	III类	1	
4	庆符镇文庙街 137 号	高频移动式手术 X 射线机	PLX112B	III类	1	
5	庆符镇文庙街 368 号	X 射线计算机体层摄影设备	NeuViz16Classic	III类	1	
6	庆符镇文庙街 368 号	移动式平板 C 形臂 X 射线机	PLX118WF-D	III类	1	
	庆符镇文庙街 368 号	透视摄影 X 射线机	新东方***UA 型	III类	1	

医院在用 III 类医用射线装置共计 7 台，经调查，医院 2021 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，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 36 名，其中现有 6 名辐射工作人员已经取得了辐射安全与防护培训合格证，2 名辐射工作人员经过自学通过了生态环境主管组织的考核，取得了成绩合格报告单，其余使用涉 III 类射线装置的辐射工作人员均通过了医院自主培训及考核。本项目辐射工作人员中技师为原有辐射工作人员，取得了成绩合格报告单（附件 10）。

### (三) 年度评估报告

医院在 2021 年在全国核技术利用辐射安全申报系统（rr.mee.gov.cn）中提交了“2021 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 2021 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，医院自取得取得辐射安全许可证以来，未发生过辐射安全事故，具有出具了无事故情况说明（附件 2）。

### (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。

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	数字减影血管造影机	II类	1	待定	125	***	介入治疗	放射科内 DSA 检查室	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 ( $\mu$ 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/m<sup>3</sup>，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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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）；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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》，</p>
-------------	---

	生态环境部公告，公告 2019 年第 57 号。
技术标准	<p>(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);</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(6) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017);</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(8) 《放射工作人员健康要求》(GBZ 98-2017);</p> <p>(9) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)。</p>
其他	<p>(1)《辐射防护手册》(第一分册—辐射源与屏蔽,原子能出版社,1987);</p> <p>(2) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料;</p> <p>(3)《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》(2012年3月);</p> <p>(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);</p> <p>(5)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号);</p> <p>(6) 环评委托书;</p> <p>(7) 高县中医医院整体迁建建设项目环境影响报告书的批复(宜环审批【2018】3号)。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围						
<p>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：以放射科内 DSA 检查室建筑实体为边界，周围 50m 范围区域作为评价范围。</p>						
保护目标						
<p>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。</p>						
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	距辐射源距离(m)	人流量/天	照射类型	剂量约束值 (mSv/年)
放射科内 DSA 检查室	DSA 检查室内的医生	-	0.5	3	职业照射	5.0
	DSA 检查室内的护士	-	1	2	职业照射	5.0
	DSA 控制室内的工作人员	西侧	3.7	8	职业照射	5.0
	病人缓冲区内的患者、陪护人员	北侧	3.2	约 10	职业照射	5.0
	设备间、污物处理间内的工作人员	北侧	3.2	约 5	职业照射	5.0
	男卫生间、放射科卫生间内的公众人员	东侧	3.8	约 100	公众照射	0.1
	更换铅防护衣区域内的医护人员、技师	南侧	3.8	约 8	职业照射	5.0
本项目周围	门诊住院综合楼二层口腔科诊室内的医生、患者及其他工作人员	正上方	4.5	约 50	公众照射	0.1
	门诊住院综合楼负一层生活水泵房内的工作人员	正下方	5.0	约 4	公众照射	0.1
	门诊住院综合楼二层其他区域内的医护人员、患者、其他工作人员	上方	5.0~50	约 300	公众照射	0.1
	门诊住院综合楼一层其他区域内的医护人员、患者、其他工作人员	周围	3.2~50	约 400	公众照射	0.1
	门诊住院综合楼三至八层医护人员、患者、其他工作人员	上方	9~50	约 800	公众照射	0.1
	门诊住院综合大楼周围评价范围内的其他医护人员、患者、其他工作	周围	3.7~50	约***	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。

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，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 2.5 $\mu$ Sv/h。

#### 五、臭氧排放标准

根据《环境空气质量标准》（GB 3905-2012）的相关规定，本项目臭氧应执行二类环境空气功能区的二级标准，即小时平均浓度 200 $\mu$ g/m<sup>3</sup>。

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

高县中医医院新院区位于四川省宜宾市高县庆符镇文庙街368号，新院区门诊住院综合楼为已建地下1层、地上层8层（高约35.6m）建筑，在本项目DSA检查室实体屏蔽体50m范围内，东南侧约32~50m为拟建内科、儿科大楼（五层）；东侧约27~50m为拟建行政办公楼（六层），新院区平面布局及外环境关系见附图2。在门诊住院综合大楼一层内，门诊部大厅位于大楼中间，与本项目最近距离为12m；西南侧为急诊部距离本项目约41m；西北侧为门诊部距离本项目约37m；东北侧为中药房距离本项目约3.2m；本项目位于门诊住院综合大楼一层东南侧放射科内。新院区门诊住院综合大楼一层平面布局见附图3。在DSA检查室西北侧自西向东依次为设备间、病人缓冲区、污物处理间；东侧自北向南为男卫生间、放射科卫生间；南侧为更衣室；西侧紧邻DSA控制室，放射科平面布置见附图6。

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，拟建场所现状见图8-1。



图8-1 拟建区域现状图

## 二、本项目主要环境影响

本项目机房为医院预留，本项目工程量较小，施工期较短，施工期的环境影响可以忽略不计。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 2022 年 2 月 11 日按照委托单位要求对高县中医医院新增数字减影血管造影装置(DSA)项目拟建场所周围，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	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》	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	技术指标	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	1nGy/h~1.2mGy/h 20keV~3.0MeV	检定/校准单位: 上海市计量测试技术研究院 华东国家计量测试中心 检定/校准有效期: 2022.01.07~2023.01.06	符合仪器使用条件

## 三、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。

宜宾市蓝瑞鑫卫生检测科技有限公司质量管理体系：

### (一) 计量认证

从事监测的单位，四川省永坤环境监测有限公司于 2018 年 7 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：182312050067，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。

## 四、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-3 拟建项目周围环境 X-γ辐射剂量率 单位：nGy/h

点位	监测位置(距屏蔽体 30cm 处)	测量值	标准差	备注
1	拟建 DSA 室内	98	1.7	室内
2	预留 DSA 操作室	98	2.5	
3	预留病人缓冲区	91	1.7	
4	预留污物处理间	93	1.2	
5	男卫生间	96	1.2	
6	预留 DSA 检查室南侧通道	90	1.4	
7	预留更衣室	92	2.2	
8	口腔门诊室	88	3.4	
9	消防水泵房	91	2.0	
10	拟建行政办公楼旁边	90	2.4	室外
11	拟建内科、儿科大楼旁	99	3.5	
12	临时发热病房	96	1.7	
13	临时食堂	91	1.7	

由监测报告得知，项目所在区域的 X-γ辐射空气吸收剂量率背景值为 88~99nGy/h。本项目拟建区域内空气吸收剂量率水平与与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量公报》（2021 年 6 月）中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5~121.3nGy/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

本项目在新院区门诊住院综合大楼内进行建设，医院取得了原宜宾市环境保护局“关于高县中医医院整体迁建建设项目环境影响报告书的批复（宜环审批【2018】3号）”。目前，该院门诊住院综合大楼已经建成投用，放射科内 DSA 检查室为医院预留用房，DSA 设备暂未安装。本项目机房还需要进行简单装修、管线布置、设备安装等内容，在项目施工过程中，会产生一定的扬尘、噪声、固体废物、以及施工人员产生的生活垃圾和生活废水。

施工期工艺流程及产污环节见图9-1。

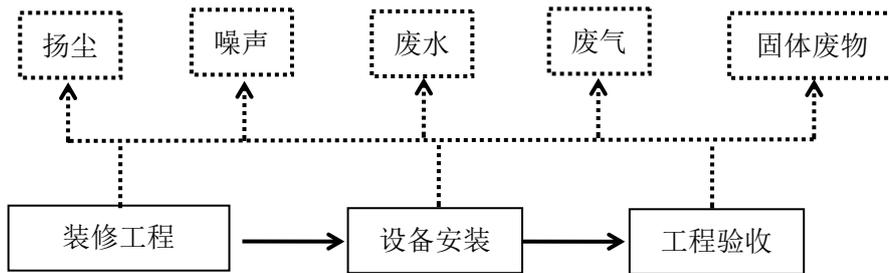


图 9-1 施工期工艺流程及产物环节图

#### 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的影响较小。

##### ③废水

本项目建设施工废水经沉淀后循环使用；生活污水经医院已建的污水处理站处理，施工人员生活污水经预处理后，再通过市政管网进入高县第二生活污水处理厂进

一步处理后，进行达标排放。

#### ④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。

#### ⑤固体废物

施工过程中固体废物主要为废弃材料、装修垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的建筑材料、装修垃圾等，可与大楼施工垃圾一起分类收集，统一处理；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。

### 3、设备安装调试期间的环境影响分析

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。

## 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。两次数字相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

### 2、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:

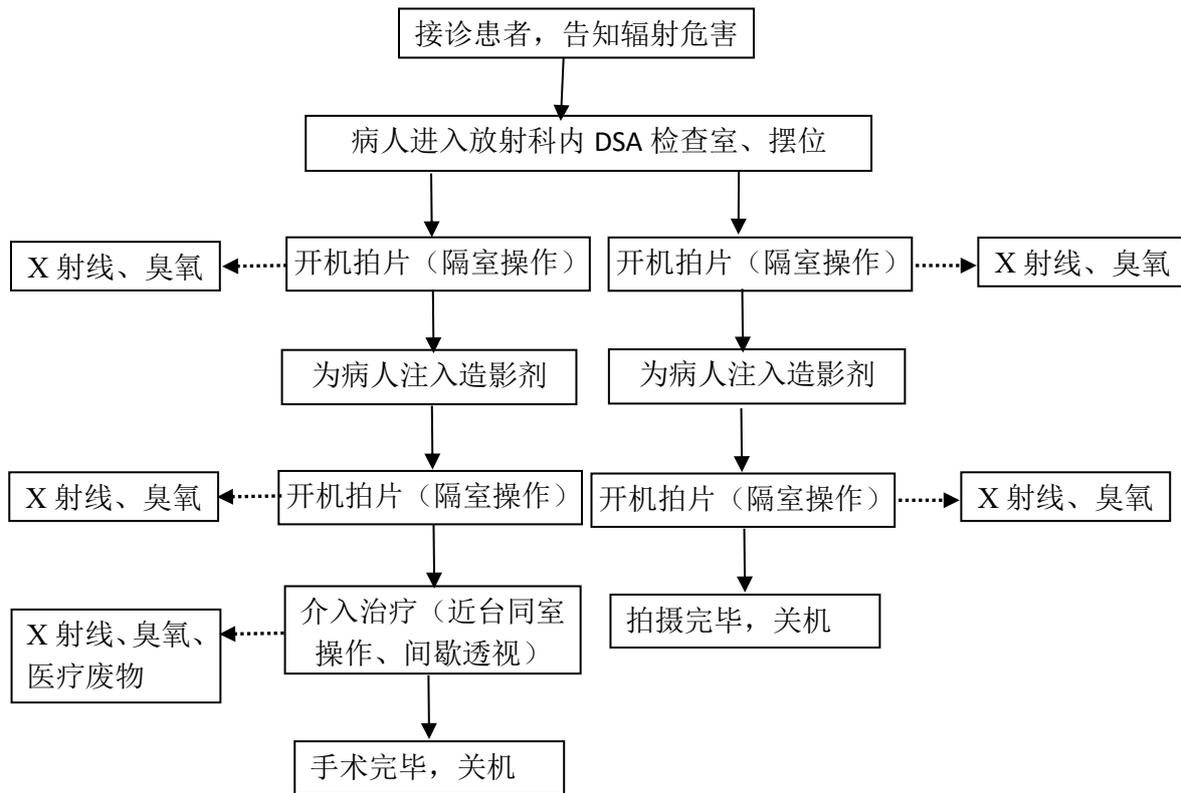


图 9-2 DSA 治疗流程及产污环节示意图

### (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 DSA 控制室,关好防护门。医师、操作人员通过 DSA 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,配备个人防护用品(如铅防护衣、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，病人离开放射科内 DSA 检查室。

### 3、产污环节

本项目使用 1 台 DSA，属于 II 类射线装置。产污环节为：在注入造影剂之前拍片产生的 X 射线和臭氧，注入造影剂之后产生的 X 射线和臭氧，介入治疗过程中间歇透视产生的 X 射线和臭氧。在手术时，产生医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套等医疗废物。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

### 4、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更衣间、DSA 控制室后，进出放射科内 DSA 检查室，医生用房独立成区。

患者路径：患者在陪护人员陪同下从病人缓冲区进出 DSA 检查室，病人、医生流互不交叉。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物在污物处理间打包后运出，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、污物路径示意图见附件 9。

### 5、主要污染源物：

#### （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，建设单位拟在门诊住院综合大楼一层 DSA 检查室单独设排风系统，通过排风管道进入排风井，高于楼顶排放，经自然分解和稀释后对环境的影响较小。

#### （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，每年放射科内 DSA 检查室预计手术量为 300 台，则每年固体废物产生量约为 600kg。项目产生的医疗废物经打包后与医院医疗废物一起交由有资质的单位收运处置；

③本项目拟新增辐射工作人员 5 名，技师为医院原有，每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年新增办公垃圾和生活垃圾产生量约 0.625t，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**

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医疗废水。项目辐射工作人员和患者产生的生活废水和医疗废水，依托新院区现有的污水处理站，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，外排市政污水管网进入高县第二生活污水处理厂处理达标后排放。

#### **(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；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

新院区门诊住院综合楼为已建地下1层、地上层8层（高约35.6m）建筑，在本项目 DSA检查室实体屏蔽体50m范围内，东南侧约32~50m为拟建内科、儿科大楼（5层）；东侧约27~50m为拟建行政办公楼（6层），医院平面布局及外环境关系见附图2。在门诊住院综合大楼一层内，门诊部大厅位于大楼中间，与本项目最近距离为12m；西南侧为急诊部距离本项目约41m；西北侧为门诊部距离本项目约37m；东北侧为中药房距离本项目约3.2m；本项目位于门诊住院综合大楼一层东南侧放射科内。门诊住院综合大楼一层平面布局见附图3。在DSA检查室西北侧自西向东依次为设备间、病人缓冲区、污物处理间；东侧自北向南为男卫生间、放射科卫生间；南侧为更衣室；西侧紧邻DSA控制室，新院区放射科平面布局见附图6。

医院将DSA检查室设置在放射科内，可以实现新院区医用射线装置集中布置，不但方便患者的治疗，还有利于医院对全院医用射线装置集中管理，因此，本项目总平面布局是合理的。

### 2、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，将本项目放射科内 DSA 检查室划为控

制区，而相邻的 DSA 控制室、设备间、病人缓冲区、污物处理间、更衣区等划为监督区。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。

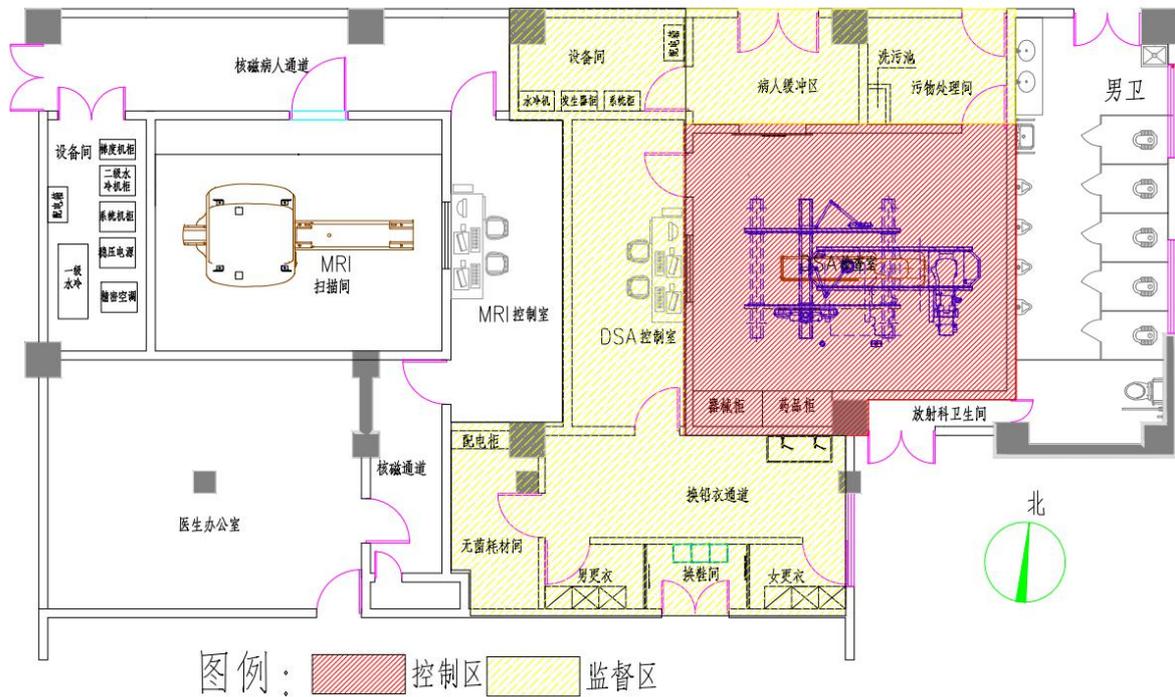


图 10-1 本项目两区划分示意图

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

设备名称及位置	控制区	监督区
DSA（放射科 DSA 检查室）	DSA 检查室	DSA 控制室、设备间、病人缓冲区、污物处理间、更衣区等

备注：控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

建设单位应严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，结合医院实际情况，加强控制区和监督区的监管。

## 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可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝滤过板。

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

医院对新院区放射科内 DSA 检查室进行了辐射防护施工，对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，根据射线装置额定管电压与不同防护材料相当于多少铅当量的关系，本项目机房实体屏蔽与标准进行对照，具体见表 10-3。

表 10-2 放射科内 DSA 检查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
四周墙体	370mm 实心黏土砖墙+1mm 铅当量硫酸钡砂浆	3mmPb+1mmPb	4mmPb
屏蔽门	4mmPb 含铅防护门	4mmPb	4mmPb
观察窗	4mmPb 含铅玻璃	4mmPb	4mmPb
屋顶	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板	1.0mmPb+3mmPb	4mmPb
地面	180mm 钢筋混凝土+1mm 铅当量硫酸钡砂浆	2.5mmPb+1mmPb	3.5mmPb

表 10-3 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	地面
		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
放射科内 DSA 检查室	机房净空面积 40.6m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 5.8m	370mm 实心黏土砖墙+1mm 铅当量硫酸钡砂浆 (约合 4mmPb)	4mm 铅当量含铅防护门	4mm 铅当量含铅玻璃	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板 (约合 4mmPb)	180mm 钢筋混凝土+1mm 铅当量硫酸钡砂浆 (约合 3.5mmPb)
放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积 20m <sup>2</sup> , 机房内最小单边长度 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	非有用线束 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	满足要求

注：表中楼板使用材料为混凝土（密度为 2.35g/cm<sup>3</sup>），砖的密度为 1.65g/cm<sup>3</sup>。

### 3、安全措施

①门灯连锁：放射科内 DSA 检查室门外顶部拟设置工作状态指示灯箱。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、介入手术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 DSA 检查室与 DSA 控制室之间拟安装对讲装置，DSA 控制室的工作人员通过对讲机与放射科 DSA 检查室内的手术人员联系。

⑤警告标志：放射科内 DSA 检查室的防护门外的醒目位置，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

放射科内 DSA 检查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 DSA 控制室与机房之间的墙体、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、铅防护衣、铅防护眼镜、介入防护手套等），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。本项目拟配铅橡胶颈套、铅防护衣、铅防护眼镜等防护用品厚度均为 0.5mm 铅当量。

### 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）机房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《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400号）对II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10-4：

表 10-4 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	放射科内 DSA 检查室场所设施	操作位局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	/
		观察窗屏蔽	设计中位于 DSA 控制室与 DSA 检查室之间	设计中已有
		机房防护门	设计中已有 3 扇铅门	设计中已有
		通风设施	设计专用排风机（通风量 400m <sup>3</sup> /h）	设计中已有
		紧急停机按钮	设备自带	增加中文标识
		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
2	监测设备	便携式辐射剂量监测仪	/	需配备
		个人剂量报警仪	/	需配备 3 台
		个人剂量计	/	需增加 5 套（已有 1 套）
3	防护器材	医护人员个人防护	/	配备铅防护衣 2 套、铅橡胶帽子 2 套、铅橡胶颈套 2 套、铅橡胶围裙 2 套、铅防护眼镜 2 副、介入防护手套 2 双
4		患者防护	/	需配备铅防护衣 1 套、铅橡胶帽子 1 套、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 1 套、铅橡胶围裙 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下表 10-5。

表 10-5 辐射防护设施（措施）及投资估算一览表

项目		设施	金额（万元）
放射科内 DSA 检查室	辐射屏蔽措施	铅防护门 3 扇（均为 4mm 铅当量）	***
		铅玻璃观察窗 1 扇（4mm 铅当量）	***
		370mm 实心黏土砖墙+1mm 铅当量硫酸钡砂浆	***
		屋顶为 120mm 钢筋混凝土+3mmPb 铅板	***
		地面为 180mm 钢筋混凝土+1mm 铅当量硫酸钡砂浆	***

安全装置	工作状态指示灯箱 2 个	***
	电离辐射警告标志 3 个	
	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 1 副 (0.5mmPb)	机器自带
	床侧防护帘/床侧防护屏 1 副 (0.5mmPb)	
	门灯联锁装置 1 套	***
	紧急止动装置 1 套	
	对讲装置 1 台	
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	***
	配备铅防护衣 2 套、铅橡胶帽子 2 套、铅橡胶颈套 2 套、 铅橡胶围裙 2 套、铅防护眼镜 2 副、介入防护手套 2 双	***
	需配备铅防护衣 1 套、铅橡胶帽子 1 套、铅橡胶性腺防护 围裙 (方形) 或方巾、铅橡胶颈套 1 套、铅橡胶围裙 1 套	
合计		***

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

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。生活污水和少量医疗废水先进入医院污水处理站预处理达标后，再外排市政污水管网进入高县第二生活污水处理厂处理达标后排放。

### 2、废气

因DSA每次曝光时间短，臭氧产生量很少。建设单位拟在门诊住院综合大楼一层放射科内设有排风系统，排风量不低于400m<sup>3</sup>/h，通过排风管道进入排风井，高于楼顶排放。经自然分解和稀释，能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m<sup>3</sup>）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；医疗废弃物由有资质的单位统一回收处理：

①本项目新增辐射工作人员，辐射工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾按照当地

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交由有资质的单位收运处理。

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

本项目在高县中医医院新院区门诊住院综合大楼内进行建设，门诊住院综合大楼取得了由原宜宾市环境保护局出具的“关于高县中医医院整体搬迁工程环境影响报告表的审查批复（宜环审批【2018】3号）”，本项目设备机房为医院预留，施工期主要为DSA检查室简单装修，因施工期较短施工量较小，对周围环境影响较小。

机房建设要求：机房的铅门与墙体重叠部分应不小于门与墙体缝隙宽度的10倍；穿过机房墙体的各种管道、电缆不得影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果，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

本环评要求设备安装、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新院区放射科DSA检查室内进行，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

医院拟在新院区门诊住院综合楼一层放射科内预留的1间DSA检查室内使用1台DSA，进行介入手术治疗的工作负荷约300人次/年，单次手术累计出束时间为5~10min，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DSA控制室铅玻璃

观察窗机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位于 DSA 控制室内，经机房各屏蔽体屏蔽后，对机房外（包括机房楼上）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，医生需进入放射科内 DSA 检查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

根据高县中医医院提供的资料，新院区门诊住院综合大楼放射科内 DSA 检查室净空面积约 40.6m<sup>2</sup>，四周墙体均采用 370mm 实心黏土砖墙+1mm 铅当量硫酸钡砂浆；屋顶为 120mm 钢筋混凝土+3mmPb 铅板；地面为 180mm 钢筋混凝土+1mm 铅当量硫酸钡砂浆；观察窗（1 扇）为 4mm 铅当量的含铅玻璃，防护铅门（3 扇）均为 4mm 铅当量。

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。在透视时，本项目评价 DSA 过滤板采用 2.0mmAl，管电压按 90kV 进行保守考虑，根据《辐射防护手册》（第一分册）图 4.4c，查得  $v_{r0} = 0.9R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，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 157.14mGy·min<sup>-1</sup>；拍片时，管电压按 100kV 进行保守考虑，常用最大管电压查得  $v_{r0} = 1.0R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，按照最大常用管电流换算后，距靶 1m 处的剂量率为 2619mGy·min<sup>-1</sup>。

本项目 DSA 投用后，手术过程中 DSA 检查室四周、DSA 检查室上下的保护目标，均受到漏射线和散射射线的影响，楼顶同时受到散射和主射辐射的影响。DSA 检查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 DSA 检查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:

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

式中： $B$ —给定铅厚度的屏蔽透射因子；

$\beta$ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

$\alpha$ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

$\gamma$ —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 铅对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压90kV（透视）						
材料	$\alpha$		$\beta$		$\gamma$	
铅	3.067		18.83		0.7726	
管电压 100kV（拍片）						
材料	$\alpha$		$\beta$		$\gamma$	
	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，DSA 检查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 DSA 检查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
四周墙体	370mm 实心黏土砖墙 +1mm 铅当量硫酸钡砂浆	4mmPb	3.7E-07	3.4E-06	5.1E-06
顶部	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板	4mmPb	3.7E-07	3.4E-06	5.1E-06
地面	180mm 钢筋混凝土+1mm 铅当量硫酸钡砂浆	3.5mmPb	1.7E-06	1.2E-05	1.8E-05
防护门	4mmPb 含铅防护门	4mmPb	3.7E-07	3.4E-06	5.1E-06
防护窗	4mmPb 含铅玻璃	4mmPb	3.7E-07	3.4E-06	5.1E-06
手术医生、 护士位	0.5mmPb 铅防护衣+0.5mm 铅帘	1mmPb	4.1E-03	7.4E-03	1.0E-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：

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

式中：

$D_r$ —预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

$D_l$ —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，2500.2min（其中透视 2400min，拍片 100.2min）；

$\mu$ —利用因子；

$\eta$ —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:

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 ( $\mu$ )	占用因子 ( $\eta$ )	照射时间 (min)	预测点年有效剂量 (mGy/a)	辐射剂量率 ( $\mu$ Gy/h)
二层口腔诊室 (正上方)	透视	4.5	180mm 混凝土+3mm 铅板 (约合 4mm 铅当量)	3.7E-07	1	1	2400	6.9E-03	1.4E-01
	拍片			3.4E-06	1	1	100.2	4.4E-02	8.9E-01

## (2) 病人体表散射辐射剂量估算

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

式中：

$H_s$ —预测点处的散射剂量率， $\mu$ Gy/h；

$H_0$ —靶 1m 处的剂量率， $\mu$ Gy/h；

$\alpha$ —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， $2.2 \times 10^{-3}$ ；

$s$ —散射面积， $\text{cm}^2$ ，取  $100\text{cm}^2$ ；

$d_0$ —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：

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

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，职业人员和公众人员均保守取1。

各与测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 （mm Pb）	照射 模式	减弱 因子	散射辐射 剂量率 （ $\mu\text{Gy/h}$ ）	照射时 间（h）	漏射年辐 射剂量 （mGy/a）
DSA 检 查室内 医生	0.5	0.5mmPb 铅 防护衣 +0.5mmPb 铅 帘	1	透视	4.10E-03	8.50E+01	14.7	1.25
							16.7	1.42
							18	1.53
DSA 检 查室内 护士	1.0	0.5mmPb 铅 防护衣 +0.5mmPb 铅 帘	1	透视	4.10E-03	2.13E+01	24.7	5.26E-01
							24.7	5.26E-01
DSA 控 制室	4.0	4mm 铅当量 铅玻璃窗	4	透视	3.70E-07	1.20E-04	49.3	5.93E-06
				拍片	5.10E-06	2.75E-02	2.17	6.05E-05
病人缓 冲间	3.5	4mmPb 含铅 防护门	4	透视	3.70E-07	1.57E-04	49.3	7.76E-06
				拍片	5.10E-06	3.60E-02	2.17	7.92E-05
污物处 理间	3.5	370mm 实心 黏土砖墙 +1mm 铅当量 硫酸钡砂浆	4	透视	3.70E-07	1.57E-04	49.3	7.76E-06
				拍片	5.10E-06	3.60E-02	2.17	7.92E-05
男卫生 间	4.1	370mm 实心 黏土砖墙 +1mm 铅当量 硫酸钡砂浆	4	透视	3.70E-07	1.14E-04	49.3	5.63E-06
				拍片	5.10E-06	2.62E-02	2.17	5.76E-05
放射科 卫生间 通道	3.3	370mm 实心 黏土砖墙 +1mm 铅当量 硫酸钡砂浆	4	透视	3.70E-07	1.76E-04	49.3	8.69E-06
				拍片	5.10E-06	4.05E-02	2.17	8.91E-05
更衣间	4.1	370mm 实心	4	透视	3.70E-07	2.44E-03	49.3	1.21E-04

		黏土砖墙 +1mm 铅当量 硫酸钡砂浆		拍片	5.10E-06	2.62E-02	2.17	5.76E-05
二层口腔诊室 (正上方)	4.5	120mm 钢筋 混凝土+3mm 铅板	4	透视	3.70E-07	2.02E-03	49.3	9.98E-05
				拍片	5.10E-06	2.18E-02	2.17	4.80E-05
生活水泵房(正 下方)	5.0	180mm 钢筋 混凝土+1mm 铅当量硫酸 钡砂浆	3.5	透视	1.70E-06	3.53E-06	49.3	1.74E-07
				拍片	1.80E-05	6.22E-02	2.17	1.37E-04

### (3) 泄露辐射剂量估算

泄露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，各预测点的泄露辐射剂量率可用下（式 5）进行计算。

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

式中：

$H$ —预测点处的泄露辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$f$ —泄露射线比率，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。

各预测点泄露辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-5。

表 11-5 各关注点的泄露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 （mmP b）	照射 模式	减弱 因子	漏射辐射 剂量率 （ $\mu\text{Gy/h}$ ）	照射时间 （h）	漏射年辐 射剂量 （mGy/a）
DSA 检查 室内医生	0.5	0.5mmPb 铅 防护衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.10E-03	1.55E+02	14.7	2.28
							16.7	2.59
							18	2.79
DSA 检查 室内护士	1.0	0.5mmPb 铅 防护衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.10E-03	3.87E+01	24.7	9.56E-01
							24.7	9.56E-01
DSA 控制 室	4.0	4mm 铅当量 铅玻璃窗	4	透视	3.70E-07	2.18E-04	49.4	1.08E-05
				拍片	3.4E-06	3.34E-02	2.2	7.35E-05

病人缓冲间	3.5	4mmPb 含铅防护门	4	透视	3.70E-07	2.85E-04	49.4	1.41E-05
				拍片	3.4E-06	4.36E-02	2.2	9.59E-05
污物处理间	3.5	370mm 实心黏土砖墙+1mm 铅当量硫酸钡砂浆	4	透视	3.70E-07	2.85E-04	49.4	1.41E-05
				拍片	3.4E-06	4.36E-02	2.2	9.59E-05
男卫生间	4.1	370mm 实心黏土砖墙+1mm 铅当量硫酸钡砂浆	4	透视	3.70E-07	2.08E-04	49.4	1.03E-05
				拍片	3.4E-06	3.18E-02	2.2	7.00E-05
放射科卫生间通道	3.3	370mm 实心黏土砖墙+1mm 铅当量硫酸钡砂浆	4	透视	3.70E-07	3.20E-04	49.4	1.58E-05
				拍片	3.4E-06	4.91E-02	2.2	1.08E-04
更衣间	4.1	370mm 实心黏土砖墙+1mm 铅当量硫酸钡砂浆	4	透视	3.70E-07	2.08E-04	49.4	1.03E-05
				拍片	3.4E-06	3.18E-02	2.2	7.00E-05
二层口腔诊室(正上方)	4.5	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板	4	透视	3.70E-07	1.72E-04	49.4	8.50E-06
				拍片	3.4E-06	2.64E-02	2.2	5.81E-05
生活水泵房(正下方)	5.0	180mm 钢筋混凝土+1mm 铅当量硫酸钡砂浆	3.5	透视	1.70E-06	6.41E-04	49.4	3.17E-05
				拍片	1.2E-05	7.54E-02	2.2	1.66E-04

#### (4) 小结

本项目所致保护目标最大年有效剂量理论预测结果见表 11-6。

表 11-6 本项目各预测点保护目标理论预测最大受照剂量

保护目标相对位置	关注点位描述	照射类型	年辐射剂量 (mSv/a)			年总辐射剂量 (mSv/a)	备注
			主射	散射	漏射		
DSA 检查室内	DSA 检查室内医生	透视	/	1.25	2.28	3.53	职业
				1.42	2.59	4.01	
				1.53	2.79	4.32	
DSA 检查	透视	/	5.26E-01	9.56E-01	1.48	职业	

	室内护士			5.26E-01	9.56E-01	1.48	
DSA 检查室周围	DSA 控制室	透视	/	5.93E-06	1.08E-05	1.51E-04	职业
		拍片	/	6.05E-05	7.35E-05		
	病人缓冲间	透视	/	7.76E-06	1.41E-05	1.97E-04	公众
		拍片	/	7.92E-05	9.59E-05		
	污物处理间	透视	/	7.76E-06	1.41E-05	1.97E-04	公众
		拍片	/	7.92E-05	9.59E-05		
	男卫生间	透视	/	5.63E-06	1.03E-05	1.44E-04	公众
		拍片	/	5.76E-05	7.00E-05		
	放射科卫生间通道	透视	/	8.69E-06	1.58E-05	2.22E-04	公众
		拍片	/	8.91E-05	1.08E-04		
	更衣间	透视	/	1.21E-04	1.03E-05	2.59E-04	公众
		拍片	/	5.76E-05	7.00E-05		
正上方	二层口腔诊室(正上方)	透视	6.9E-03	9.98E-05	8.50E-06	5.11E-02	公众
		拍片	4.4E-02	4.80E-05	5.81E-05		
正下方	生活水泵房(正下方)	透视	/	1.74E-07	3.17E-05	3.35E-04	公众
		拍片	/	1.37E-04	1.66E-04		

由上表可知，本项目周围公众所受年剂量最高为  $5.11 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，小于本次评价确定的  $0.1 \text{mSv/a}$  的约束值要求；根据手术医生的配置情况，本项目手术医生所受年剂量最大为  $4.32 \text{mSv/a}$ ，护士所受年剂量最大为  $1.48 \text{mSv/a}$ ，技师所受年剂量最大为  $1.51 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。

#### (5) 保护目标受照剂量综合分析

因本项目DSA检查室位于放射科内，机房周围的辐射工作人员将同时受到放射科其他III类射线装置引起的剂量叠加。医院新院区III类射线装置按照年最大曝光50h，不考虑现有墙体对射线的屏蔽作用，距离DSA检查室最近的射线装置机房屏蔽体外30cm处辐射剂量率按照 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 进行考虑。

根据辐射剂量率与距离的平方成反比的规律，通过计算可以得到III类射线装置所致年最大贡献剂量率和年最大贡献剂量。偏保守估算，理论预测值与III类射线装置引起的贡献剂量值叠加，作为年最大辐射照射评价值，则各关注点外贡献剂量率见表11-5。

表 11-7 DSA 检查室外保护目标受到 III 类射线装置剂量叠加后年有效剂量

III类射线装置贡献剂量估算						DSA贡献剂量 理论预测年最	年最大辐 射剂量照	照射 类型
预测点	最近的射	最大贡献	年最大曝	居留	年最大贡			

	线装置机房屏蔽体外距离(m)	剂量率(uSv/h)	光时间(h)	因子	献剂量(mSv/a)	大贡献剂量(mSv/a)	射评价值(mSv/a)	
手术室内医生	10.2	2.16E-03	50	1	1.08E-04	4.32	4.32	职业照射
手术室内的护士	10.2	2.16E-03	50	1	1.08E-04	1.48	1.48	职业照射
DSA 控制室	7.8	3.70E-03	50	1	1.85E-04	1.51E-04	3.36E-04	职业照射
病人缓冲间	14.4	1.09E-03	50	1	5.43E-05	1.97E-04	2.51E-04	职业照射
污物处理间	14.4	1.09E-03	50	1	5.43E-05	1.97E-04	2.51E-04	公众照射
男卫生间	10.1	2.21E-03	50	1	1.10E-04	1.44E-04	2.54E-04	公众照射
放射科卫生间通道	7.6	3.90E-03	50	1	1.95E-04	2.22E-04	4.17E-04	公众照射
更衣间	3.6	1.74E-02	50	1	8.68E-04	2.59E-04	1.13E-03	公众照射
二层口腔诊室(正上方)	4.5	1.11E-02	50	1	5.56E-04	5.11E-02	5.17E-02	公众照射
生活水泵房(正下方)	5.0	9.00E-03	50	1	4.50E-04	3.35E-04	7.85E-04	公众照射

由表 11-5 可知，手术医生每年最大有效剂量为 4.32mSv/a，护士最大年受照射剂量为 1.48mSv/a，控制室内技师最大年受照射剂量为  $3.36 \times 10^{-4}$ mSv/a，公众受照射剂量最大为  $5.17 \times 10^{-2}$ mSv/a，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的职业人员 20mSv/a 和公众 1mSv/a 剂量限值，也均低于职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a 的管理约束值。

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 DSA 检查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，对检查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下受到照射，在过程手术中，手术医生腕部距离射线注射方向最近，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， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$C_{KS}$ —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

$t$ —人员累计受照时间，49.4h；

$\dot{H}^{*(10)}$ —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 157.14mGy/min，医生操作时腕部距主射束的距离取 0.3m，且不考虑任何防护，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  $1.05 \times 10^5 \mu\text{Gy/h}$ 。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 6）计算出辐射场的空气比释动能为  $6.09 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ 。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  $C_{KS} = 1.134 \text{mGy/mGy}$ 。皮肤组织权重因子按照 0.01 考虑，人员累计受照时间为 49.4h，则手术医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为 34.1mSv/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限值,即不超过125mSv的要求。

医院应严格落实辐射安全防护的各项规章制度,所有手术过程中检查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。

### 3、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。

### 4、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检查室内空气中氧受X射线电离而产生的臭氧。放射科内DSA检查室拟设排风系统,排风量不低于400m<sup>3</sup>/h,产生的O<sub>3</sub>通过排风管道引出,进入排风井后在楼顶排放,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。处理措施：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进入高县第二生活污水处理厂处理达标后排放，能够满足相关要求。

### 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 600kg。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。

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 0.625t/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空调和新风系统噪声，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；由于安全联锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房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 11-6 中。

表 11-6 项目的环境风险物质、因子、潜在危害及事故等级表

事故等级	事故类型
特别重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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	III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 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	IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和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 11-7）：

表 11-7 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10

1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

#### 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，介入手术人员或公众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；由于安全连锁系统失效，手术过程中，人员误入或滞留在机房内而造成非主射方向的误照射。

②设备维护人员在维护 DSA 的 X 线机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。

###### (2) 剂量估算

①介入手术人员或误入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，公众进入机房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 11-8 事故状态下非主射方向不同停留时间和距离人员受照剂量表

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	2	$2.04 \times 10^{-1}$	$6.29 \times 10^{-1}$	$8.33 \times 10^{-1}$
	5	$5.11 \times 10^{-1}$	1.57	2.08
1	2	$5.11 \times 10^{-2}$	$1.57 \times 10^{-1}$	$2.08 \times 10^{-1}$
	5	$1.28 \times 10^{-1}$	$3.93 \times 10^{-1}$	$5.21 \times 10^{-1}$
	10	$2.55 \times 10^{-1}$	$7.86 \times 10^{-1}$	1.04
	15	$3.83 \times 10^{-1}$	1.18	1.56
1.5	2	$2.27 \times 10^{-2}$	$6.98 \times 10^{-2}$	$9.25 \times 10^{-2}$
	5	$5.67 \times 10^{-2}$	$1.75 \times 10^{-1}$	$2.31 \times 10^{-1}$

	10	$1.13 \times 10^{-1}$	$3.49 \times 10^{-1}$	$4.63 \times 10^{-1}$
	15	$1.70 \times 10^{-1}$	$5.24 \times 10^{-1}$	$6.94 \times 10^{-1}$
2	2	$1.28 \times 10^{-2}$	$3.93 \times 10^{-2}$	$5.21 \times 10^{-2}$
	5	$3.19 \times 10^{-2}$	$9.82 \times 10^{-2}$	$1.30 \times 10^{-1}$
	10	$6.38 \times 10^{-2}$	$1.96 \times 10^{-1}$	$2.60 \times 10^{-1}$
	15	$9.58 \times 10^{-2}$	$2.95 \times 10^{-1}$	$3.90 \times 10^{-1}$

②事故状态下，维修人员处于主射方向不同时间和距离所受剂量预测结果如下表所示：

表 11-9 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

距离	时间 (s)	剂量 (mGy)	距离	时间 (s)	剂量 (mGy)	距离	时间 (s)	剂量 (mGy)
0.5	1	5.24	1.0	1	1.31	2.0	1	$3.27 \times 10^{-1}$
0.5	2	10.5	1.0	2	2.62	2.0	2	$6.55 \times 10^{-1}$
<b>0.5</b>	<b>4</b>	<b>21.0</b>	1.0	4	5.24	2.0	4	1.31
0.5	30	157	1.0	<b>16</b>	<b>21.0</b>	2.0	30	9.82
0.5	60	314	1.0	60	78.6	2.0	<b>61</b>	<b>20.0</b>
0.5	90	471	1.0	90	118	2.0	90	29.5

### (3) 事故后果

根据表 11-8 可知，介入手术人员或者公众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 2.08mGy/次，高于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）规定的公众人员 1mSv/a 的剂量限值。因此，介入手术人员或误入人员单次滞留在机房内而造成非主射方向的误照射，构成一般辐射事故。

根据表 11-9 可知，维修人员在不同位置随着时间的推移，最大可能受照剂量为 471mGy/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。根据表 11-7 可知，引起人员急性重度放射病、局部器官残疾的概率低于 1%，此外，根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）表 1 所述：“骨髓型急性重度放射病的受照剂量范围参考值范围为 4.0~6.0Gy”。因此，本项目不会导致人员发生急性重度放射病、局部器官残疾。

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

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 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，其级别最高为一般辐射事故。

(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

高县中医医院已经成立了辐射安全与环境保护管理领导机构，于 2021 年 5 月调整已成立了放射安全防护管理领导小组（高中医[2021]121 号）（见附件 6），根据文件可知，医院放射（辐射）防护管理领导小组由院长和党委书记担任组长。

#### 1、领导小组文件已包含内容：

##### （1）小组组成成员

组 长：单\*\*\*（党委书记）

管\*\*\*（院长）

副组长：邹\*\*\*（副院长）、周\*\*\*（副院长）

成 员：易\*\*、王\*\*\*、解\*\*\*、杨\*\*\*、李\*\*\*、严\*\*\*

领导小组下设办公室在设备科，由易\*\*负责处理相关事宜（其中解安军负责辐射防护工作）。

##### （2）领导小组职责

①放射防护管理领导小组在单位负责人的领导下，具体负责本单位的放射安全防护管理工作；

②负责本单位的放射防护工作的监督与检查，各项防护措施的落实情况；

③组织本单位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组织放射防护知识的宣传，对相关人员开展防护知识教育；

⑤负责组织本单位放射人员开展一年一次的体检；

⑥记录本单位发生的放射事件并及时报告卫生行政部门。

##### （2）需要完善的相关内容

根据医院放射（辐射）防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进一步细化放射安全防护管理小组职责和机构成员职能分工；

②补充领导小组相关联系人电话，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；

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本项目共涉及辐射工作人员6名，其中技师为新院区原有辐射工作人员，其余均为医院新增加辐射工作人员。

②医院现有辐射工作人员 36 名，其中现有 8 名辐射工作人员已经通过了生态环境主管部门组织的学习和考核。其中，本项目 2 名辐射工作人员通过了生态环境主管组织的考核。其他涉及 III 类射线装置的辐射工作人员均通过了医院自主举行的培训和考核。

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。

## 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、已建立主要规章制度

医院已制定了一系列辐射安全规章制度，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	已制定，需将“辐射工作场所安全管理要求”上墙
2	辐射工作人员个人剂量管理制度	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	需制定，需悬挂于辐射工作场所墙上
4	辐射工作人员岗位职责	应增加“辐射工作人员应参加辐射安全专业知识的学习、持证上岗”，需悬挂于辐射工作场所墙上
5	监测仪表使用与校验管理制度	应增加“监测仪表定期送检定或者比对”的相关内容
6	射线装置台账管理制度	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

8	质量保证大纲和质量控制检测计划	需完善	应明确“受检者非照射部位所采取的辐射防护措施”
9	辐射安全防护设施维护维修制度	需完善	应明确维修后验收使用审批流程
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，需进行再进行学习和考核”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	监测方案应包含既有辐射工作场所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	预案中应明确“应急物资的准备和应急责任人员、环保主管部门应急电话及射线装置发生事故时的辐射事故处理”的内容，“辐射安全事故应急响应程序”需悬挂于辐射工作场所墙上

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》已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	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	医院需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	按照要求设立后满足要求
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	医院需尽快组织辐射工作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	人员通过考核后，满足要求
3	射线装置使用场所有防止误操作、防	医院需配置电离辐射警告标志和工	配置后满足

	止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	作状态指示灯等	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。	医院需配备便携式 X-γ辐射监测仪、个人剂量报警仪、铅防护衣、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	医院需按照要求制定各项规章制度	制定后满足要求
6	有完善的辐射事故应急措施	有完善的辐射事故应急措施	完善后满足要求
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	医院需制定《放射治疗质量保证大纲和质量控制计划》,设有医用物理人员负责质量保证与质量控制工作。《质量保证大纲和质量控制检测计划》中应包含“受检者非照射部位所采取的辐射防护措施”内容	制定后满足要求

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。

据调查,高县中医医院委托了四川蓝瑞鑫卫生检测科技有限公司开展了 2021 年度辐射环境现状监测。根据医院提供 2021 年度辐射工作场所环境监测情况说明(附件 8),医院现有射线装置辐射工作场所屏蔽体外 30cm 处的辐射剂量率,均满足相 GBZ130-2020 的要求;医院在全国核技术利用辐射安全申报系统中,上传了包含监测报告的 2021 年度年度评估报告。

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- $\gamma$ 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- $\gamma$ 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，操作位，DSA 控制室铅门、病人缓冲区、污物处理间、男卫生间、更衣室、口腔诊室、生活水泵房等

(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。

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。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。

据调查，医院 2021 委托了四川蓝瑞鑫卫生检测科技有限公司开展个人剂量计的检测，医院提供了 2021 年连续四个季度个人剂量检测报告统计表（附件 9），且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。

## 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：新增数字减影血管造影装置(DSA)项目

建设单位：高县中医医院

建设性质：新建

建设地点：四川省宜宾市高县庆符镇文庙街 368 号高县中医医院门诊住院综合大楼

本次具体建设内容及规模为：医院拟在新院区门诊住院综合大楼（地下局部 1 层、地上 8 层）一层放射科预留 DSA 检查室内安装使用 1 台 DSA，型号待定，属于 II 类射线装置。放射科内 DSA 检查室净空尺寸为 7.0m(长)×5.80m（宽）×4.5m（高），本项目 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，年最大曝光时间约 51.6h（其中透视 49.4h，拍片 2.2h），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

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 月 1 日施行）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

本项目位于高县中医医院院新院区门诊住院综合大楼内，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

根据四川省永坤环境监测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，手术医生每年最大附加有效剂量为 4.32mSv/a，护士最大年附加受照射剂量为 1.48mSv/a，控制室内技师最大年附加受照射剂量为  $3.36 \times 10^{-4}$ mSv/a，公众附加受照射剂量最大为  $5.17 \times 10^{-2}$ 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，对机房外公众影响更小。因此，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，本评价认为项目在高县中医医院新院区门诊住院综合大楼一层放射科内建设，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（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 3 扇（均为 4mm 铅当量）
	铅玻璃观察窗 1 扇（4mm 铅当量）
	370mm 实心黏土砖墙+1mm 铅当量硫酸钡砂浆
	屋顶为 120mm 钢筋混凝土+3mmPb 铅板
	地面为 180mm 钢筋混凝土+1mm 铅当量硫酸钡砂浆
安全装置	工作状态指示灯箱 2 个
	电离辐射警告标志 3 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）
	门灯连锁装置 1 套
	紧急制动装置 1 套
	对讲装置 1 台
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
	配备铅防护服 2 套、铅橡胶帽子 2 套、铅橡胶颈套 2 套、铅橡胶围裙 2 套、铅防护眼镜 2 副、介入防护手套 2 双

需配备铅防护衣 1 套、铅橡胶帽子 1 套、铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 1 套、铅橡胶围裙 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》（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》（国务院令 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。