

# 核技术利用建设项目

## 自贡市第三人民医院 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）

自贡市第三人民医院

二〇二五年四月

生态环境部监制



# 核技术利用建设项目

## 自贡市第三人民医院 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：自贡市第三人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：四川省自贡市贡井区筱溪街胜利巷 156 号

邮政编码：643000

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.....	- 11 -
表 3	非密封放射性物质.....	- 12 -
表 4	射线装置.....	- 13 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	- 14 -
表 6	评价依据.....	- 15 -
表 7	保护目标与评价标准.....	- 17 -
表 8	环境质量和辐射现状.....	- 19 -
表 9	项目工程分析与源项.....	- 24 -
表 10	辐射安全与防护.....	- 33 -
表 11	环境影响分析.....	- 43 -
表 12	辐射安全管理.....	- 63 -
表 13	结论与建议.....	- 73 -



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		自贡市第三人民医院			
法人代表	**	联系人	****	联系电话	*****
注册地址		四川省自贡市贡井区筱溪街胜利巷 156 号			
项目建设地点		自贡市第三人民医院三号楼一层西北侧处			
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 type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m <sup>2</sup> ）	约 209
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>项目概述</b></p> <p><b>一、建设单位情况</b></p> <p>自贡市第三人民医院（统一社会信用代码：12510200450903426Q）始建于 1950 年，位于四川省自贡市贡井区筱溪街胜利巷 156 号，是国家三级甲等综合性医院、国家城市医疗集团建设试点牵头医院、建立健全现代医院管理制度省级试点医院。分级诊疗和医共体建设工作入选国家卫生健康委典型案例，为四川省医院协会城市医疗集团分会会长单位。2024 年建成四川省三星级智慧医院并通过互联互通四乙评审。2023 年，四川省医疗服务与质量报告中神经内科专业位列全省第六，创新“链式双绕”救治模式入围国家公立医院高质量发展典型案例。消化内</p>				

科、肾病内科、心血管内科在全省重点专科科技影响力排名名列前茅。医院以“强专科、优综合”为思路，全力打造川南渝西医疗卫生技术高地。

医院总占地面积 100 亩，总建筑面积 104458 平方米，编制床位 1200 张，开放床位 1056 张。设有 23 个职能科室、38 个临床医技科室。医院坚持高质量党建引领高质量发展，实施“责任、品牌、实效”三链共促，打造“匠心三医”党建文化品牌显实效。医院配备完善的医疗设备，包括 CT、核磁共振、数字减影血管造影系统（DSA）、数字化乳腺 X 线摄影机、数字放射成像系统（DR）、移动式 C 臂 X 光机、彩色多普勒超声诊断仪、超声内镜、胶囊内镜、小肠镜以及各类内窥镜。医学检验中心建设达到省内领先水平。

### （一）任务由来

医院为进一步提高医疗服务能力，提高医疗机构的放射诊断技术能力和服务水平，更好的惠及人民群众，满足患者的诊疗需要，拟在三号楼一层西北侧改建1间 DSA 室2及其配套用房，并拟在 DSA 室2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，主要用于血管造影、介入治疗等。

### （二）编制目的

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 449 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（国家环保部令 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发布的《关于优化调整建设项目环境影响评价文件审批权限的公告》（2023年第7号），本项目应报宜宾市生态环境局审查批准。因此，自贡市第三人民医院委托四川同佳检测有限责任公司编制本项目的的环境影响报告表（委托书见附件1）。

四川同佳检测有限责任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，对环境的影响进行了预测，并按相应标准进行评价。同时，对项目对环境可能造成的影响、项目单位从事相应辐射活动的的能力、拟采取的辐射安全和防护措施及相关管理制度等进行了评价分析，在此基础上提出合理可行的对策和建议，编制完成本报告表。

### （三）本项目建设内容

## 1、工程概况

项目名称：新增数字减影血管造影装置（DSA）项目

建设单位：自贡市第三人民医院

建设性质：改建

建设地点：四川省自贡市贡井区筱溪街胜利巷 156 号自贡市第三人民医院三号楼一层西北侧处

## 2、工程建设内容及规模

医院拟在三号楼一层西北侧处，改建 1 间 DSA 室 2 及其配套用房：控制室、男女更衣间、缓冲间、设备室、医废暂存间、卫生间、换鞋区、病人缓冲区、工作人员通道、病人通道、刷手池，总面积约 209m<sup>2</sup>；并拟在 DSA 室 2 内新增使用 1 台数字减影血管造影装置，型号为待定，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下向上，属于 II 类射线装置。本项目 DSA 主要由各科室医生实施介入手术和拍片检查，年诊疗病例预计 200 例，年累计最大出束时间约 779.5h（其中透视 766.7h、拍片 12.8h）。

本项目 DSA 室 2 净空面积约为 48.48m<sup>2</sup>（L×B= 6.60m×7.40m），DSA 室 2 四周墙体均采用 370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆，屋顶采用 120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板+1mmPb 硫酸钡板，地面采用 120mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥砂浆，设有 1 扇铅玻璃观察窗，屏蔽效能均为 3mmPb；设有 4 扇防护铅门，屏蔽效能均为 3mmPb。DSA 室 2 的电缆线穿孔和通排风口等拟采用 3mm 铅橡胶套进行封堵，避免漏射产生；另外，为防止辐射泄漏，平开防护门门扇底部采用防护铅胶条处理，密封地面缝隙，DSA 室 2 大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。

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	运营期	
主体工程	拟在三号楼一层西北侧处，改建 1 间 DSA 室 2 及其配套用房，其中 DSA 室 2 净空面积约 48.48m <sup>2</sup> ，四周墙体均采用 370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆，屋顶采用 120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板+1mmPb 硫酸钡板，地面采用 120mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥砂浆，设有 1 扇铅玻璃观察窗，屏蔽效能均为 3mmPb；设有 4 扇防护铅门，屏蔽效能均为 3mmPb。 <b>设备：</b> 拟在 DSA 室 2 内新增使用 1 台数字减影血管造影装置，型号为待定，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下向上，属于 II 类射线装置，年诊疗病例预计 2300 例，年累计最大出束时间约 779.5h（其中透视 766.7h、拍片 12.8h）。	噪声、扬尘、施工废水、生活污水、固体废物	X 射线、臭氧、噪声、医疗废物	新建

辅助工程	控制室、男女更衣间、缓冲间、设备室、医废暂存间、卫生间、换鞋区、病人缓冲区、工作人员通道、病人通道、刷手池		生活垃	
公用工程	污市政水网、市政电网、配电系统、通风系统、通讯系统等	—	圾、生活	依托
办公及生活设施	办公室、卫生间等	—	污水	依托
环保工程	<b>废气处理:</b> DSA 曝光过程中臭氧产生量很小, DSA 室 2 采用风机机械排风, 排风口均置于 DSA 室 2 吊顶上方西北侧位置, 设计排风量为 300m <sup>3</sup> /h, 产生的臭氧通过排风管道从 DSA 室 2 内引出, 风管沿三号楼外墙引至屋顶上方排放(排气筒位置拟设置在三号楼外墙上, 排气筒距离地面约 5m)	—	施工扬尘、施工噪声、施工废水、固体废物	新建
	<b>废水处理:</b> 项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站, 处理达《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466-2005)表 2 中预处理标准后, 再通过市政污水管网进入贡井污水处理厂处理, 处理达标后排放	—	废水、废气、固体废物	依托
	<b>固废处理:</b> DSA 室 2 旁设置有污物暂存间, 手术过程中产生的医疗废物经分类收集打包好后先暂存于污物暂存间内。本项目污物暂存间内的医疗废物日产日清, 由工作人员统一转运至医院总医废暂存间内暂存, 最后统一交由有相应资质的单位收运处置; 办公、生活垃圾依托医院设置的垃圾桶经统一收集	—		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 1-3。

表 1-3 主要原辅材料及能耗情况表

项目	名称	年耗量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	造影剂*	460L	外购	碘克沙醇
	煤	—	—	—
	电(kW·h)	30000kW·h/a	市政电网	—
	气(Nm <sup>3</sup> )	—	—	—
水资源	用水量	1000m <sup>3</sup> /a	市政水网	—

注: \*造影剂主要成分为碘克沙醇, 是为增强影像观察效果而注入(或服用)到人体组织或器官的化学制品, 具有粘稠度低、渗透压小、物化性质稳定和容易排泄等特点。

本项目使用的造影剂为碘克沙醇注射液, 碘克沙醇注射液: 分子式 C<sub>35</sub>H<sub>44</sub>I<sub>6</sub>N<sub>6</sub>O<sub>15</sub>, 分子量 1550.20, 浓度为 320mg I/ml, 渗透压为 290mosm/kg·H<sub>2</sub>O (37℃), 粘度为 11.4mPa·s (37℃), pH 值为 6.8-7.6。本品为无色或淡黄色的澄明液体。活性成分为碘克沙醇, 辅料为氯化钙、氯化钠、氨丁三醇、依地酸钙钠, 包装为中性硼硅玻璃输液瓶。规格为 100ml/瓶, 平均每台介入手术使用 2 瓶, 每年约 2300 台手术, 年使用量约为 460L。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 DSA 射线装置位于自贡市第三人民医院三号楼一层西北侧拟改建 DSA 室 2 内，由放射科进行日常管理。根据医院提供资料，在实际运营过程中，本项目 DSA 主要由各科室施介入手术和拍片检查，医院全年最大手术台数为 2300 台，则年最大曝光时间约为 779.5h（其中透视 766.7、拍片 12.8）。本项目设备参数及技术参数见表 1-4。

表 1-4 本项目单台射线装置相关参数

设备名称	型号	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所
DSA	待定	1 台	≤125kV	≤1000mA	DSA 室 2
设备使用情况					
出束方向	所在科室	常用拍片工况		常用透视工况	
		管电压	管电流	管电压	管电流
由下向上	放射科	60~100kV	100~500mA	70~90kV	6~20mA
设备出束情况					
使用科室	单台手术累计最长出束时间		年手术台数 (台)	年最长出束时间	
	拍片 (s)	透视 (min)		拍片 (h)	透视 (h)
内一科	20	20	2300	12.8	766.7
年合计			230	779.5	

### (六) 工作人员配置情况

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

2、劳动定员：本项目拟配置43名辐射工作人员，其中手术医生29名、护士12名，技师2名；4名医生1名护士均为医院新增 II 类射线装置使用活动的辐射工作人员，其余人员均为原辐射工作人员，项目开展后，技师不再从事其他射线装置操作工作；手术时，DSA室2内1名主刀医生，1名助手医生。今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

表 1-5 医院辐射工作人员分配情况表

使用设备/所在位置	使用科室	人员配置情况				单台手术医护人员配置
		主刀医生	助手医生	护士	技师	
DSA 室 2	介入室	0	0	5	2	每台手术 DSA 室 2 内配置主刀医生 1 人、助手医生 1 人，护士 1 人
	心内科	2	3	0	0	
	神经内科	2	2	0	0	
	肿瘤科	1	2	3	0	
	神经外科	2	2	0	0	
	肾病内科	2	2	0	0	
	普外科	2	2	0	0	
	消化内科	1	2	4	0	

	肝胆外科	1	1	0	0
合计		13	16	12	2

### （七）依托环保设施情况

#### 1、废水：

（1）施工期废水为生活污水依托医院现有化粪池处理后通过市政污水管网至贡井污水处理厂处理达标后排放。

（2）运营期生活废水依托医院现有化粪池处理后通过市政污水管网至贡井污水处理厂处理达标后排放。医疗废水依托医院现有污水处理站（设计处理能力 300m<sup>3</sup>/a）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，通过市政污水管网处理达标后排放。

#### 2、固体废物：

（1）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。

（2）运营期产生的医疗废物暂存于危废暂存间，交由相应资质的单位收运处置，医院目前已与北控城市环境资源开发(自贡)有限公司签订了医疗废物处置协议，有效期至 2025 年 8 月 2 日，在有效期内。生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运。

综上，项目的污水处理设施和医疗废物处理措施能满足环境保护要求。

## 二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号，2024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、本项目外环境及选址合理性分析

### （一）外环境合理性分析

#### 1、本项目外环境

本项目改建 DSA 室 2 位于医院三号楼一层西北侧，以 DSA 室 2 四周墙体为边界：**西侧**紧邻洗手池、处置间，约 13.7m 为门诊医技综合楼；**东侧**紧邻控制室、男卫、男更衣室、洗晾拖鞋间、换鞋区、工作人员通道、女卫、女更衣室、值班室 1、值班室 2，约 50m 为院内过道；

东侧紧邻缓冲间、医废暂存间、设备室，约 26.7m 为门诊医技综合楼；东侧紧邻过道、DSA 室 1、控制室、无菌包间、器械室、医生办公室/示教室等，约 15m 为停车场；上层为分娩室 2，正下方为土层。DSA 室 2 平面布置图见附图 3，医院总平面布局及外环境图见附图 2。

## （二）项目选址合理性分析

本项目仅为医院配套建设项目，不新增用地，且 DSA 室 2 为专门的辐射工作场所，建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

## （三）布局合理性分析

（1）改建的 DSA 室 2，配套设置有配套用房控制室、男女更衣间、缓冲间、设备室、医废暂存间、卫生间、换鞋区、病人缓冲区、工作人员通道、病人通道、刷手池，所在区域配套设施完善，充分考虑了手术医生和病人的需求。

（2）DSA 室 2 有效使用面积最少达到 48.4m<sup>2</sup>，对于开展手术而言空间十分宽敞。

（3）本项目人员与污物流出路线不交叉。医护和患者进出门处均设有门禁装置，患者通过缓冲区、病人通道进入 DSA 室 2；医护人员经过换鞋区、更衣室、控制室进入 DSA 室 2；手术结束后清洁人员将打包好的污物运送至一旁的医废暂存间内暂存。本项目整体实现了人流和医疗废物的路线分流，人流和物流时间严格错开控制室门设置在 DSA 室 2 内，极大程度的保证了该区域的清洁以及减少人员误入控制室的可能性。

（4）本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置既方便就诊、满足科室诊疗需要，也能够降低人员受到意外照射的可能性，所以平面布置是合理的。

## （四）与周边环境的兼容性分析

本项目运营期产生的生活污水经医院的污水处理站处理后排入市政污水管网，通过市政污水管网处理达标后排放。

介入手术时产生的药棉、纱布、手套和废造影剂瓶（造影剂为碘克沙醇：分子式 C<sub>35</sub>H<sub>44</sub>I<sub>6</sub>N<sub>6</sub>O<sub>15</sub>，浓度为 320mgI/ml，容器为输液瓶）。造影剂具有一定毒性，不能被人体吸收也不能被人体分解，参考《关于在医疗机构推进生活垃圾分类管理的通知》（国卫办医发〔2017〕30 号）残留有一定造影剂的输液瓶属于《医疗废物分类目录》中的药物性废物（医疗废物），各类废物采用专门的收集容器集中收集后，先转移至一旁的医废暂存间暂存，定期按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地有资质单位定期处置。

本项目产噪设备不多（主要为通排风系统），声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境质量。

本项目建设于三号楼一层西北侧，建成后 50m 评价范围内保护目标均位于医院内部，50m 评价范围内无居民住宅，本项目运行阶段产生的电离辐射经机房墙体有效屏蔽后对周围环境影响较小，与周围环境相容。

### （五）实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，是其它项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，因此，该项目的实践是必要的。

建设单位在开展诊疗过程中，对射线装置使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该核技术应用的实践具有正当性。

## 四、原有核技术利用情况

### （一）医院原有项目辐射安全许可情况

（1）目前，自贡市第三人民医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00479]），许可的种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。发证日期：2024 年 11 月 25 日，有效期至 2025 年 11 月 08 日。

（2）自贡市第三人民医院现有核技术利用项目的许可情况见下表。该医院现有核技术利用项目环保措施和设施均运行正常；经现场踏勘，未发现有环境遗留问题。

表 1-5 自贡市第三人民医院已获许可使用射线装置

序号	装置名称	规格型号	类别	活动种类	工作场所	备注
1	Ingenuity CT	Ingenuity CT	III	使用	CT 检查室	已有
2	40 排螺旋 CT	uCT530	III	使用	CT 综合检查室	已有
3	Digital Diagnost 3	Digital Diagnost 3	III	使用	DR 检查室（健康管理中心）	已有
4	Digital Diagnost 3	Digital Diagnost 3	III	使用	DR 摄片室（二）	已有
5	数字化 X 射线摄影机	SONTU12022407	III	使用	DR 摄片室（一）	已有
6	双层螺旋 CT 机	Hispeed Dual	III	使用	发热门诊 CT 室	已有

7	双能 X 射线骨密度骨龄测定仪	SGY-II	III	使用	骨密度检查室一	已有
8	血管造影 X 射线系统	Allura Xper FD20	II	使用	介入检查治疗室	已有
9	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	X-TREND	III	使用	口腔 CT 室	已有
10	PP1	PP1	III	使用	口腔全景拍片室	已有
11	移动式 C 臂影像系统	Ziehm8000	III	使用	手术间（五）	已有
12	数字化乳腺 X 射线机	DM166D	III	使用	数字乳腺 X 射线检查室	已有
13	X 射线骨密度仪	DPX Bravo	III	使用	特殊检查室（骨密度检查室）	已有
14	微焦点牙科 X 射线机	MSD-III	III	使用	牙片室	已有
15	移动式数字化医用 X 射线摄影系统	uDR 380i	III	使用	移动 DR	已有
16	X 射线计算机体层摄影系统	Apsaras 16	III	使用	移动方舱 CT	已有

表 1-6 自贡市第三人民医院已获许可使用非密封放射性物质

序号	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量（贝可）	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）
1	粒子植入治疗中心	丙级	I <sup>125</sup> （粒子源）	固态	使用	放射性药物治疗	1.3E+10	1.3E+7	5.9E+11

医院已经做到定期检查《辐射安全许可证》及全国核技术利用辐射安全申报系统中台账，确保了在用种类、台账数量与实际使用射线装置一致。当有射线装置报废时，应对待报废射线装置去功能化，及时在全国核技术利用辐射安全申报系统中更新。

### （二）原有辐射工作场所监测

自贡市第三人民医院委托了四川世阳卫生技术服务有限公司于对全院射线装置使用场所开展了2024年度辐射环境现状监测，根据2024年度监测报告数据结论可知：医院现有辐射工作场所屏蔽体外30cm处，均无超过2.5μSv/h的情况，满足相关法律法规的要求。

### （三）职业健康体检及个人剂量检测情况

建设单位本年度登记在册的辐射工作人员共136名，建设单位对于所有入职、在职和离职人员均组织了岗前、在岗和离岗职业健康体检并建档管理；建设单位为每名辐射工作人员配备有

个人剂量计并且编号定人佩戴，定期交由有资质的检测部门进行检测，建立有个人剂量档案；目前在岗的辐射工作人员的职业健康体检及个人剂量检测结果均合格。

#### **（四）辐射工作人员培训情况**

医院现有辐射工作人员 136 人，根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），医院仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员均已参加辐射安全防护知识考核，成绩均为合格；从事Ⅱ类射线装置使用活动的辐射工作人员，部分参加辐射安全与防护的学习和考核，医院承诺将尽快安排在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核。

#### **（五）年度评估报告**

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告”。建设单位已编制《2024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》并上交发证机关（已按时登录全国核技术利用辐射安全申报系统 <http://rr.mee.gov.cn> 在单位信息维护界面完成了年度报告上传工作）。

#### **（六）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。

#### **（七）小结**

综上所述，医院不存在原有辐射环境问题。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器，包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II类	1台	待定	125	1000	诊断治疗	DSA室2内	拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/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》，中华人民共和国国务院令第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》，中华人民共和国国务院第 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》；原环境保护部令第 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) 《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。</p>
<p>技术标准</p>	<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γ辐射剂量率测量技术规范》（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及监护规范》（GBZ98-2020）；</p> <p>(9) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）。</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) 《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））；</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) 《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>(8) 《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>(9) 《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>

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 DSA 室 2 实体屏蔽体边界外 50m 范围。

保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是本项目辐射工作人员和周围停留的公众，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

项目位置	保护目标	相对方位	距辐射源最近距离 (m)	人流量 (人次/天)	照射类型	剂量约束值 (mSv/a)
DSA 室 2 内	手术室内主刀医生	-	0.5	约 1	职业照射	5.0
	手术室内助手医生	-	0.8	约 2	职业照射	5.0
DSA 室 2 周围	配套用房区域护士	西侧	3.4	约 12 人	职业照射	5.0
	控制室内的技师		3.4	约 2	职业照射	5.0
	男女更衣室、换鞋、男女卫生间、设备室的工作人员		3.8	约 10	公众照射	0.1
	三号楼的人员		7.8	约 200	公众照射	0.1
	缓冲间、医废暂存间、设备间的人员	北侧	42.0	约 10	公众照射	0.1
	院内道路的公众		3.4	约 300	公众照射	0.1
	门诊医技综合楼的公众					
	刷牙池、处置间的人员	西侧	15.0	约 10	公众照射	0.1
	院内道路的公众		42.0	约 100	公众照射	0.1
	门诊医技综合楼的公众		28.0	约 300	公众照射	0.1
	停车场的公众	南侧	4.6	约 300	公众照射	0.1
	院内道路的公众	东侧	16.0	约 300	公众照射	0.1
	DSA 室 2 上方分娩室 2 病人及医护人员	正上方	4.5	约 5	公众照射	0.1

评价标准

一、环境质量标准

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

## 二、污染物排放标准

(1) 废气：《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。

(2) 医疗废水排放执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理排放标准。

(3) 噪声：①施工期：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准；②运营期：《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

(4) 固废：《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）、医疗废物执行《医疗废物处理处置污染控制标准》（GB39707-2020）。

## 三、电离辐射剂量限值和剂量约束值

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

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

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

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

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

## 四、辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）有关规定，在距离本项目 DSA 机房屏蔽体外表面 30cm 处，周围控制目标辐射剂量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

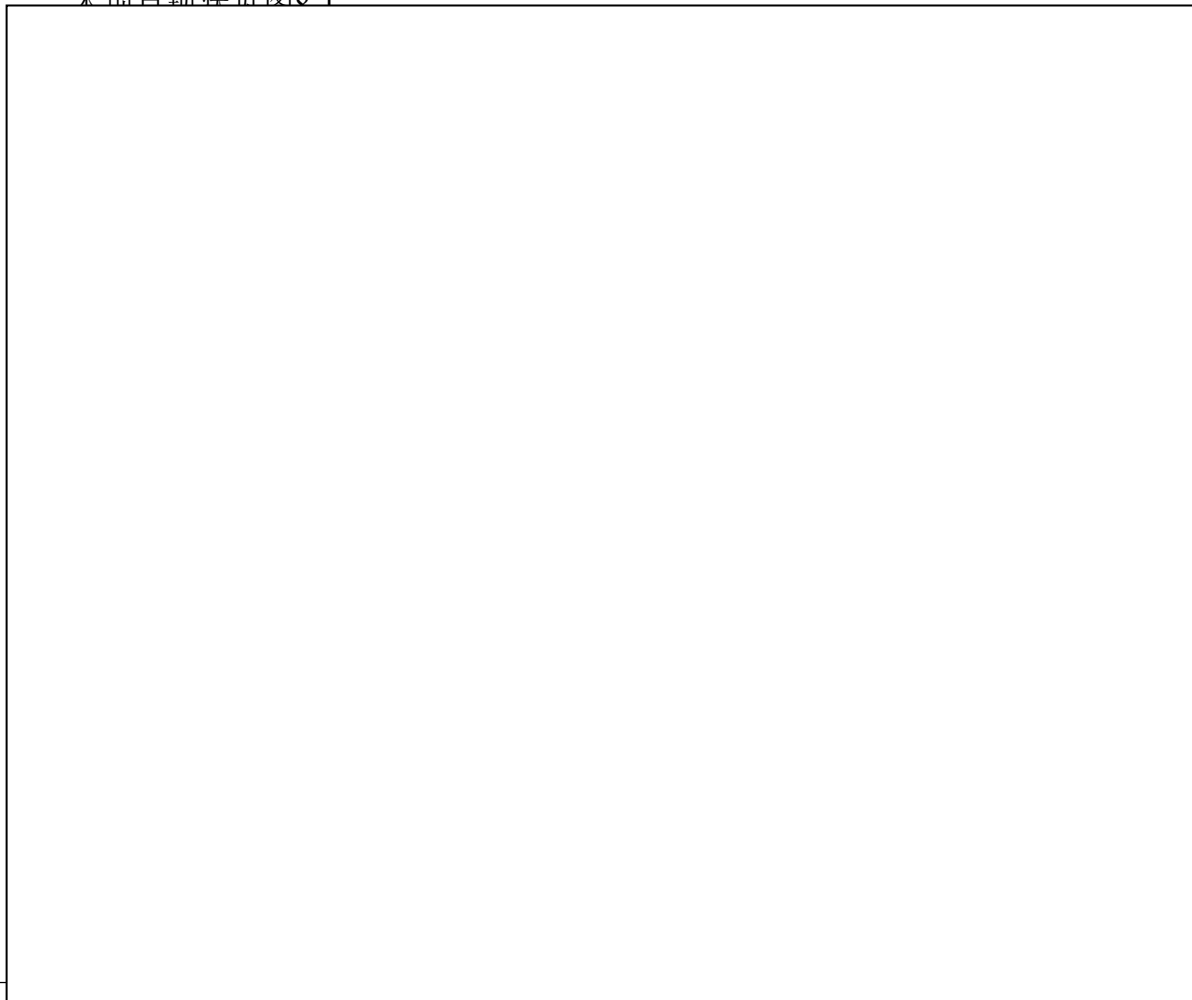
表 8 环境质量和辐射现状

### 一、项目地理和场所位置

自贡市第三人民医院位于屏山县屏山镇安顺街 2 号，医院四周外环境关系如下：医院北侧紧邻民生西路；南侧紧邻金沙江大道西段；西侧紧邻安顺街；东侧紧邻天一小区；医院外周边主要为住宅区、街边商铺，根据现场踏勘，本项目外环境关系如下：

本项目改建 DSA 室 2 位于医院三号楼一层西北侧，以 DSA 室 2 四周墙体为边界：**西侧**紧邻洗手池、处置间，约 13.7m 为门诊医技综合楼；**东侧**紧邻控制室、男卫、男更衣室、洗晾拖鞋间、换鞋区、工作人员通道、女卫、女更衣室、值班室 1、值班室 2，约 50m 为院内过道；**东侧**紧邻缓冲间、医废暂存间、设备室，约 26.7m 为门诊医技综合楼；**东侧**紧邻过道、DSA 室 1、控制室、无菌包间、器械室、医生办公室/示教室等，约 15m 为停车场；上层为分娩室 2，正下方为土层。DSA 室 2 平面布置图见附图 3，医院总平面布局及外环境图见附图 2。

本项目现状见图 1



## 二、本项目主要环境影响

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

## 三、本项目所在地 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量现状监测

受自贡市第三人民医院的委托，四川同佳检测有限责任公司于 2025 年 3 月 7 日对“自贡市第三人民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

项目	检测方法	检出限	备注
X- $\gamma$ 辐射 剂量率	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）	10nGy/h	/
	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）		

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

检测项目	检测设备			校准情况	使用环境	
	名称及编号	技术指标				
X-γ 辐射 剂量 率	名称: 环境监测用 X- γ 辐射空气比释 动能率仪 型号:NT6101 编号: TJHJ2021-49	①能量响应: 48KeV~3MeV		校准单位:上海市计 量测试技术研究院 校准字号: 2024H21-20-55498 30001 校准日期: 2024 年 10 月 17 日 有效期至: 2025 年 10 月 16 日	天气:阴 温度:20.5℃ 湿度:59%	
		②测量范围: 10nGy/h~200 μ Gy/h				
		③能量响应:				
		能量响应				
		空气比释 动能率 (mGy/h)	X 管电 压(kV)			校准 因子 (Cf)
		0.06	60			1.26
			80			0.81
			100			0.76
			150			1.33
			200			1.14
④剂量响应:						
剂量响应(使用 <sup>137</sup> CS 辐射源)						
空气比释动能 率 (mGy/h)	校准因子 (C <sub>f</sub> )					
0.13	0.90					
0.06	0.99					
0.01	1.02					
0.002	1.04					

#### 四、质量保证

该公司通过了资质认定，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。

四川世阳卫生技术服务有限公司质量管理体系：

##### (一) 资质认证

从事监测的单位四川同佳检测有限责任公司通过了四川省市场监督管理局的计量认证（计量认证号：222312051472），有效期至 2028 年 11 月 21 日。

##### (二) 仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

### (三) 记录与报告

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

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

## 五、监测点位布设及代表性分析

本项目在正常运行时，对环境影响的污染因子，主要为 DSA 曝光时高压射线管发出的 X 射线，由此确定本项目现状监测因子为 X- $\gamma$ 辐射剂量率。根据现场实际情况结合医院提供的设计图纸，X- $\gamma$ 辐射剂量率监测点位主要包括 DSA 室 2 拟建区域及四周评价范围内的敏感点。本项目的监测布点情况如下表 8-3 所示，监测布点示意图见下图 8-2。

表 8-3 本项目监测布点一览表

点位	监测位置	备注
1	DSA 手术室拟建位置	室外
2	北侧住院医技综合楼东面楼外	室外
3	西侧住院医技综合旁	室外
4	南侧停车场	室外
5	东侧院内过道	室外

监测布点代表性说明：

①本项目拟新建辐射工作场所位于医院住院楼西南侧空地，因此在本底监测布点时以该区域为整体进行布点，在该区域及四周 50m 评价范围内进行布点监测，来反应本项目所在地及评价范围内环境保护目标的本地辐射水平。

②本次监测在 DSA 室 2 拟改建区域地面上布设一个点位（对应 1 号点位），可以反应新建 DSA 室 2 区域的本底辐射水平。

③本次拟新建 DSA 室 2 及配套用房为单层独立建筑，且下方无建筑，因为未布设手术室正上方、下方的监测点。

④本次监测在项目 50m 评价范围内的保护目标建筑物旁各布设一个点位（分别对应 2、3、4、5、6、7、8、9），可以反应项目 50m 范围院内保护目标及院外道路处的本底辐射水平。

根据本项目及周围辐射工作场所布置情况，在DSA室2拟建区域和周围布设监测点位较全面的反映项目拟建地辐射环境质量状况，主要监测因子为X- $\gamma$ 辐射剂量率，其监测点位布设合理，项目监测过程现有射线装置正常运行。

## 六、环境现状监测与评价

具体监测结果如下：

表 8-4 环境 X- $\gamma$ 辐射剂量率监测结果 单位：nGy/h

点位	监测位置	测量值	标准差	备注
1	DSA 手术室拟建位置	75	2	室外
2	北侧住院医技综合楼东面楼外	77	2	室外
3	西侧住院医技综合旁	88	2	室外
4	南侧停车场	79	2	室外
5	东侧院内过道	89	3	室外

根据现场监测报告，本项目所在区域的 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率背景值为 75~89nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2023 年全国辐射环境质量报告》中四川省环境电离辐射水平（61.9~151.8nGy/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

本项目在广元市第二人民医院门诊楼内建设。本项目改建 DSA 室 2 三号楼内一层建设。本项目施工期主要是对已有建筑物进行建设、装饰施工、设备安装、管线敷设和其他辐射防护设施安装，最后进行竣工验收。目前，拟建 DSA 室 2 及配套用房未开工建设，DSA 设备未购买安装，故在之后建设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。

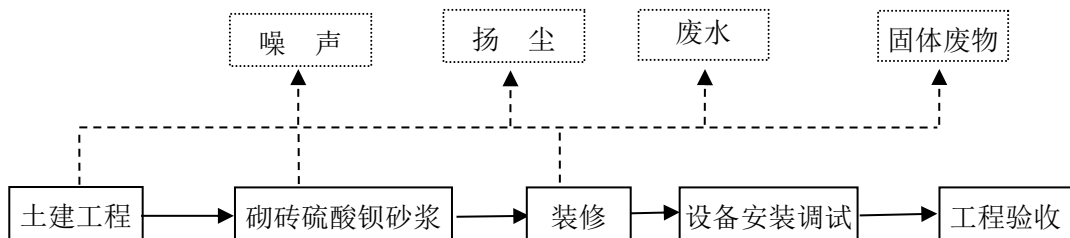


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

### 1、施工期主要污染源处理措施

#### (1) 扬尘

##### 1) 施工期现场大气污染源分析

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

##### 2) 施工场地扬尘防治措施

①施工前须制定控制工地扬尘方案，施工期间接受城管部门的监督检查，采取有效防尘措施。

②施工工艺要求：施工场地在非雨天时适时洒水，最大程度地减少粉尘污染。

③风速四级以上易产生扬尘时，建议施工单位应暂停土方开挖，采取覆盖堆料、湿润等措施，有效减少扬尘污染。

④及时清运施工废弃物，暂时不能清运的应采取覆盖等措施，工程完毕后及时清理施工场地。

⑤在施工现场周围的彩钢板围墙上方设置喷淋防尘降尘设施。

⑥严格落实大气污染防治措施。施工期，通过加强施工管理，减少施工扬尘对周围环境影响；装修阶段采用绿色环保装修材料，防治装修废气影响。

## **(2) 噪声**

### **1) 施工期噪声源强分析**

本项目施工噪声源主要有材料加工机械、运输车辆等，噪声级可达 80~100dB(A)，其中土建施工期间噪声级可达 100dB(A)。由于施工期场地在医院内部，噪声源位置固定，施工范围小，施工期相对较短，因此在施工期采用彩钢板围墙进行隔音。

#### **①施工准备期**

施工准备期内的施工作业主要是进行原墙体拆卸、搭建彩钢板围墙，施工噪声源主要有装载机、运输车辆等，噪声可达 80dB(A)。

#### **②土建施工期**

土建施工期内的施工作业主要是构筑基础等土建工作，施工噪声源主要有各种材料加工机械、运输车辆等，噪声可达 100dB(A)。

### **2) 施工现场采取的噪声污染防治措施**

①选用低噪声的机械设备和工法，按操作规范操作机械设备，尽量减少碰撞噪声，在施工现场装卸建筑材料的，应当采取减轻噪声的作业方式，对工人进行环保方面的教育。尽量少用哨子、钟、笛等指挥作业。在装卸进程中，禁止野蛮作业。

②施工场界搭建高 2m 的彩钢板围墙，降低施工噪声影响。

③在施工招投标时，将施工噪声控制列入承包内容，在合同中予以明确，并确保各项控制措施的落实。

④施工单位按照环境噪声污染防治管理法律、法规的规定防止施工噪声污染，噪声排放不得超过国家、省、市建筑施工场界环境噪声排放标准。

⑤现场加工、绑扎钢筋，场内周转建筑材料，场内切割、加工建筑材料，安装、拆除脚手架、模板等工序应尽量安排在白天，并应采取降噪措施，以免对医院内部公众以及患者造成影响。

⑥严格落实噪声污染防治措施。施工期，通过合理布局，合理安排施工时间，优化运输路线，文明施工及选用低噪声设备等措施，减轻施工噪声对周围环境的影响。

## **(3) 废水**

本项目建设施工废水为生活污水依托医院现有化粪池处理后通过市政污水管网

至贡井污水处理厂处理达标后排放。

#### **(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。

### **2、辐射防护施工要求**

①防护门：参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》

(GBZ/T201.1-2007) 4.8.8：防护门结构应考虑因自身重量而发生形变，频繁开关门的振动连接松动、屏蔽体老化龟裂等原因，其宽于门洞的部分需大于“门—墙”间隙的10倍，并预留防护门下沉沟槽。门的框架安装固定完结，需对其施行掩口处。

②电缆：穿过DSA室2墙体的电缆需采用地埋式穿墙，以避免电缆沟布设方式影响到手术室墙体的屏蔽效果，在电缆、风管穿墙出入口处以及消防泄压口位置采用与机房设计相同铅当量的铅橡胶进行补偿防护。

③铅窗：观察窗需采用高性能防辐射铅玻璃+相应铅当量窗框，窗框四周需安装防护铅板并作相应的外装饰面。安装防护窗前，应先核对窗洞口尺寸，窗框距洞口间隙需在5mm左右，窗框安装完毕，需对其进行掩口处理。

**环评要求：在DSA室2装修时，应注意施工方式，保证各屏蔽体有效衔接，各屏蔽体之间应有足够的超边量，避免各屏蔽体之间有漏缝产生。**

### **3、安装调试期环境影响**

本项目射线装置在安装调试阶段会产生 X 射线，造成一定辐射影响。在设备安装调试完后，现场会有少量的废包装材料产生。

本项目拟购射线装置的运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行，安装和调

试均在辐射防护设施建设完成后进行。

在设备安装调试阶段，医院应配合设备厂家加强安装调试现场的辐射安全管理，在此过程中保证各类辐射安全防护设施正常运行。在设备调试期间关闭防护门，在防护门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对周边的辐射影响是可接受的。设备安装完成后，医院方及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

## 二、运营期污染源项分析

### 1、设备组成及工作原理

#### (1) 设备组成

DSA 主要由平板探测器、球管、C-arm 支持系统、介入床、高压注射器、工作台及工作站系统组成。

#### (2) 工作原理

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

### 2、诊断及治疗流程简述

本项目放射介入诊疗流程如下所示：

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

(3) 设置参数，病人进入 DSA 室 2、摆位。

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

### 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，然后进入操作间，关好防护门。医师、操作人员通过操作间的计算机系统控制 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 0.5~0.8m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等）。同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。医生、护士佩戴防护用品。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术完后关机，医生、病人离开 DSA 室 2。

(5) 治疗完毕关机：手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片，急症病人应尽快将胶片交给病人；对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师应在 24 小时内将诊断报告写出由病人家属取回交病房病历保管。

本项目 DSA 工作流程及产污图见图 9-2：

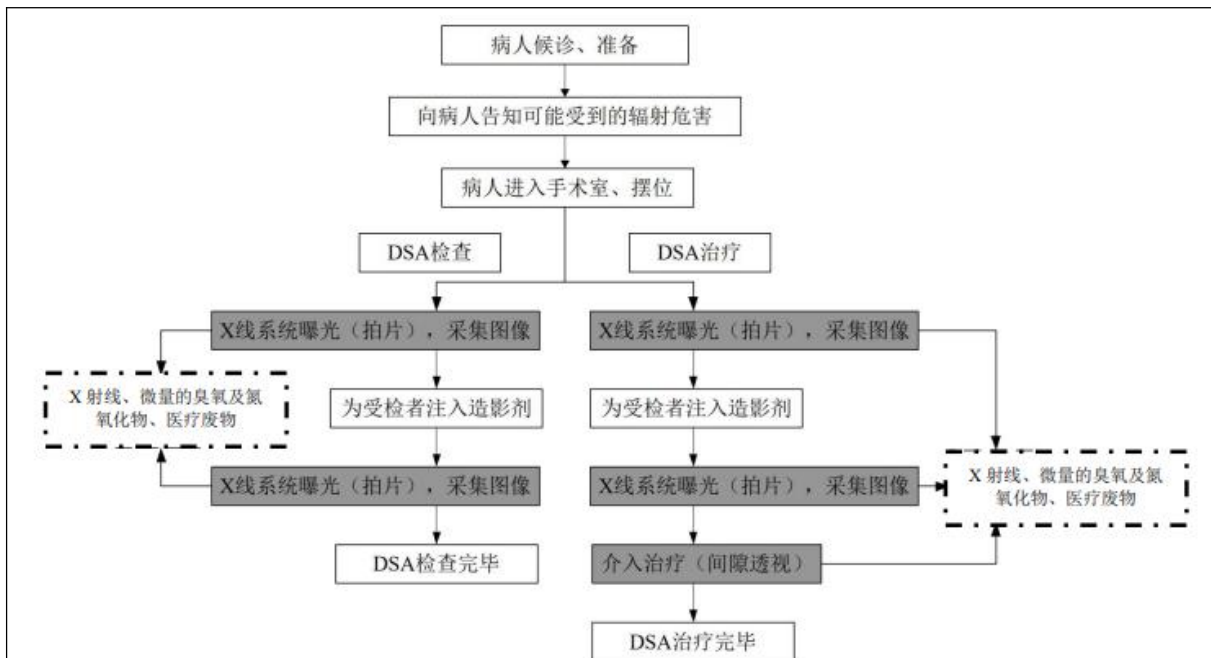


图 9-2 DSA 介入治疗流程及产污环节示意图

### 3、产污环节

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

### 4、本项目医护人员、患者、污物路径分析

医护人员路径：本项目医护人员经过换鞋区、卫生间、更衣室进入控制室，经控制室进入手术室，技师同医护一样换鞋更衣后需经 DSA 室 2 内穿过再进入控制室。

患者路径：患者在陪护人员陪同下经过病人缓冲区、病人通道进出 DSA 室 2。

污物路径：手术过程中产生的医疗废物经过打包后暂存在医废暂存间，最终交由有相应资质的单位回收处理。

本项目人流、污物路径示意图 9-3。

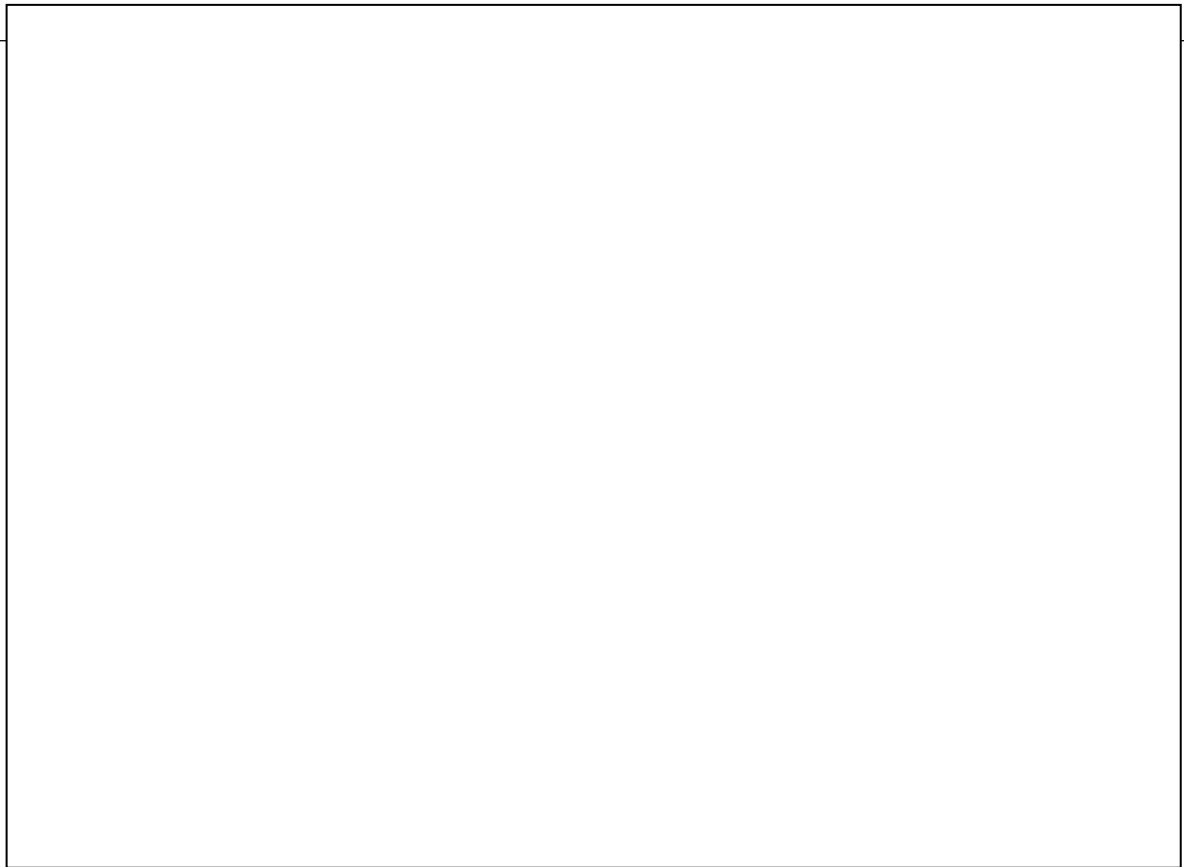


图 9-3 本项目人流、物流路径示意图

## 5、污染源项描述：

### (1) 电离辐射

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

表 9-1 本项目 DSA 相关参数表

工作场所	DSA 室 2
设备名称	数字减影血管造影装置（DSA）
型号	Azurion 5M20
射线装置分类	II 类射线装置
额定参数	125kV，1000mA
运行参数	拍片：电压≤100kV，电流≤500mA 透视：电压≤90kV，电流≤20mA

### (2) 废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，DSA 室 2 采用风机机械排风，排风口均置于手术室吊顶上方西侧位置，设计排风量为 300m<sup>3</sup>/h，产生的臭氧通过排风管道从 DSA 室 2 内引出，为防止 X 射线泄露，排风管道口拟设置 3mmPb 铅板进行防护，最终排风管沿手术室外墙引至屋顶上方排放（排气筒位置拟设置在三号楼外墙位置，排气筒

距离地面约 5m)，经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

### （3）固体废物

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 2kg 的医疗废物，每年 DSA 室 2 预计手术量为 2300 台，则每年固体废物产生量约为 4600kg。项目产生的医疗废物经打包后在医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

③本项目拟配置 43 名辐射工作人员，其中 29 名医生，12 名护士，2 名技师。每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 4.3t。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

### （4）废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。工作人员生活用水按每人每天 100L 计，医疗废水按 100L/台手术，排污系数取 0.85，则生活污水产生量为 0.85m<sup>3</sup>/d，212.5m<sup>3</sup>/a；医疗废水产生量约 0.07m<sup>3</sup>/d，17.0m<sup>3</sup>/a。则本项目废水总产生量约 0.92m<sup>3</sup>/d，229.5m<sup>3</sup>/a。

项目产生的废水依托医院已建的污水管道和污水处理站，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，再通过市政污水管网处理达标后排放。

### （5）噪声

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

### （6）造影剂的存储、泄露风险

造影剂（碘克沙醇）是介入放射学操作中最常使用的药物之一，医院将外购造影剂采用不锈钢药品柜作为普通药品单独密封保存，钥匙交专人保管；未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物处理；在进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车进行运送。在使用造影剂前由药剂师进行剂量核算后护士取药，医生用高压注射器按照血液

流速注入病人血管内，在 X 射线的照射下达到血管造影的目的，最后由泌尿系统排除体外。医院未使用完和过期的造影剂作为医疗废物进行处理。造影剂不属于重金属和其他持久性有机物，不存在泄露风险。

表 10 辐射安全与防护

## 一、总平布置及两区划分

### 1、总平面布局合理性分析

本项目改建 DSA 室 2 位于医院三号楼一层西北侧，以 DSA 室 2 四周墙体为边界：西侧紧邻洗手池、处置间，约 13.7m 为门诊医技综合楼；东侧紧邻控制室、男卫、男更衣室、洗晾拖鞋间、换鞋区、工作人员通道、女卫、女更衣室、值班室 1、值班室 2，约 50m 为院内过道；东侧紧邻缓冲间、医废暂存间、设备室，约 26.7m 为门诊医技综合楼；东侧紧邻过道、DSA 室 1、控制室、无菌包间、器械室、医生办公室/示教室等，约 15m 为停车场；上层为分娩室 2，正下方为土层。

本项目 DSA 室 2 及其配套用房的布局设置充分考虑了医生和病人需求，病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不影响；DSA 室 2 位于医院三号楼一层西北侧，紧邻院内通道，一旦发生事故，周围公众便能很快得到疏散；本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施，所以总平面布置是合理的。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置既方便就诊、满足科室诊疗需要，也能够降低人员受到意外照射的可能性，所以平面布置是合理的。

### 2、辐射工作场所两区划分

#### (1) 分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

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

监督区：通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

#### (2) 控制区与监督区的划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。拟将 DSA 室 2 划分为控制区；将该区域内控制室、男女更衣室、医生洗漱区、换鞋区、缓冲区、危废暂存间、缓冲间、设备室划分为监督区，项目控制区

和监督区划分情况见表 10-1，并在附图上进行了标识。

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

场所	控制区	监督区
DSA 室 2	DSA 室 2	控制室、男女更衣间、缓冲间、设备室、医废暂存间、卫生间、换鞋区、工作人员通道、刷手池

### (3) 控制区防护手段与安全措施

①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志，见图 10-2；

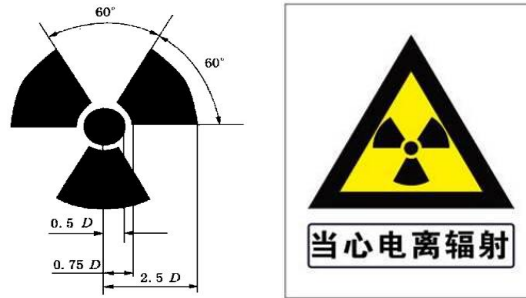


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

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

④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

### (4) 监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区为边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

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

## 三、辐射安全与防护措施

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

### 1、DSA 的固有安全性

本项目配备的 DSA 已采取如下技术措施：

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

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

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

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结（last image hold, LiH）。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤配备相应的表征剂量的指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，例如剂量面积乘积（DAP）仪等。

⑥配备辅助防护设施：配备床下铅帘（0.5mmPb）和悬吊铅帘(0.5mmPb)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

根据医院提供的资料及设计方案，医院拟新建DSA室2并进行辐射防护施工。手术室内拟使用的DSA最大管电压均为125kV，最大管电流均为1000mA，对照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C查询，DSA室2实体防护设施铅当量折合估算见表10-2，其中混凝土、实心砖墙和硫酸钡水泥砂浆铅当量折合方法介绍说明如下：

①本项目 DSA 室 2 防护施工拟使用密度为  $3.2\text{g}/\text{cm}^3$  的硫酸钡。根据《辐射防护手册（第三分册）辐射安全》，查表 3.3，不同屏蔽材料的近似铅当量厚度(无 125kV 的数据，采用 150kV 的数据)，密度为  $3.2\text{g}/\text{cm}^3$  的钡水泥，在 150kV 下，15mm 厚钡水泥折合 1mm 铅当量，33mm 厚钡水泥折合 2mm 铅当量，根据差值法计算，本项目 30mm 厚钡水泥约折合 1.83mm 铅当量，同理，45mm 硫酸钡板约折合 2.75mm 铅当量。

②根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C，常用屏蔽物质的密度：混凝土密度  $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，砖密度  $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ ，则医用诊断 X 射线防护中不同屏蔽物质的铅

当量如下：当管电压（有用线束）125kV 时，采用 OriginLab 拟合得到 125kV 管电压下（有用线束）120mm 混凝土（屋顶）约折合 1.44mm 铅当量；当管电压（90° 非有用线束）为 125kV 时，采用拟合函数计算得到 370mm 实心砖相当于 3.33mm 铅当量。

表 10-2 DSA 室 2 的实体防护折合铅当量计算表

位置	实体结构	折合计算	折合铅当量
四周墙体	370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆	3.33mmPb+2.75mmPb	6.08mmPb
屏蔽门	4 扇 3mm 铅当量铅门	3mmPb	3mmPb
观察窗	1 扇 3mm 铅当量铅玻璃	3mmPb	3mmPb
屋顶	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板+1mmPb 硫酸钡板	1.44mmPb+4mmPb	5.44mmPb

注：由于本项目 DSA 室 2 正下方无建筑，所以地面的防护不予考虑。

参照 GBZ130-2020，根据设备特性，针对 DSA 主要考虑散射线和泄露射线影响，但保守估计，在折合铅当量时，仍按照主射线辐射衰减拟合参数（125kV）进行铅当量折算。在环境影响分析部分，散射线的屏蔽透射因子将根据实际情况，采用实际工况下散射线拟合参数进行计算；泄露射线因和主射线能量一样，故采用实际工况下主射线拟合参数计算其漏射的屏蔽透射因子。本项目 DSA 室 2 与标准屏蔽措施对照，具体见表 10-3。

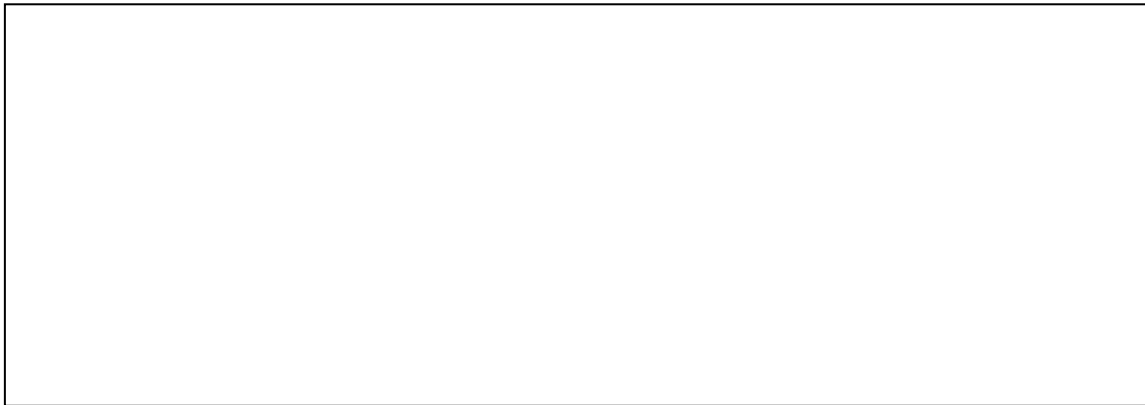
表 10-3 DSA 室 2 的实体防护设施对照表

DSA 室 2	DSA 室 2 规格	四周墙体	屏蔽门	观察窗	屋顶
		结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度	结构及厚度
DSA 室 2	48.48m <sup>2</sup> (最小单边长度 11.5m)	370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆 (约合 6.08mmPb)	3mm 铅当量铅门	3mm 铅当量厚铅玻璃	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板+1mmPb 硫酸钡板 (约合 5.44mmPb)
放射诊断放射防护要求	最小有效使用面积 20m <sup>2</sup> , 最小单边长度 3.5m	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	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

### 3、手术室穿墙防护

本项目 DSA 室 2 内的各种电缆管线布设均由设备厂家提供设计图纸，根据建设单位提供的设备厂家设计资料，DSA 室 2 内的电缆采用“U”型路径设计，以地沟形式在地坪以下布设，电源电缆与控制电缆采用屏蔽隔板分开铺设，治疗床下方的电缆沟采用：宽 200mm×深 100mm，地沟盖板均采用活动不锈钢板覆盖，通过多次折返的电缆沟设计和下沉地面穿越屏蔽墙的设计，增加了射线的散射和衰减次数，从而保证墙体的屏

蔽效果。本项目 DSA 室 2 西侧墙体处设置有消防泄压口和排风管出墙，分别拟在泄压口和风管与墙体交接位置处设置 3mm 铅板进行防护补偿。本项目 DSA 室 2 电缆沟剖面及风管穿墙消防泄压口防护示意图见图 10-3。



(1) 警示标识：DSA 室 2 防护门外均要求设置电离辐射警告标志，提醒周围人员尽量远离该区域，同时在 DSA 室 2 缓冲区应设置放射防护注意事项告知栏。

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

(3) 闭门、防夹装置：本项目 DSA 室 2 设置 4 个防护门，患者进出防护门、医护人员进出防护门均设计为电动推拉式门，污物间防护门、耗材间防护门、控制室防护门均设计为手动平开式门。电动推拉式防护门设置有红外线防夹人设备（防止电动门在运行过程中发生挤伤人员）；平开式单扇防护门设计安装有闭门装置。

(4) 门灯连锁装置：本项目 DSA 室 2 患者、医护、控制室技师、污物进出防护门均应设置有门灯连锁系统（4 套），防护门外上方设置醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，在防护门关闭时，指示灯亮，警示无关人员远离该区域。

(5) 门机连锁装置：本项目 DSA 室 2 患者、医护进出门均设置为电动推拉门（2 扇），拟设有门机连锁装置，当电动门未关好时，设备不能出束；设备工作期间该屏蔽门不能打开。

(6) 紧急止动按钮：本项目拟在治疗床侧和操作台面上方各设置 1 个紧急止动按钮（带中文标识）。DSA 系统的 X 线系统出束过程中，一旦出现异常，按下任何一个紧急止动按钮，均可停止 X 线系统出束。

(7) 电动推拉式铅防护门固有安全：采用遥控器遥控操作开、关门或脚踏式控制开关；停电后可手动开、关门；具有电气、机械、红外线三种保护装置，以确保使用安全可靠，红外线保护装置可防止电动门在运行过程中发生挤伤人员；自带有变频装置，通过电动门运行中速度快慢变换，确保使用更安全，同时使之运行平衡、噪音小。

## 5、人员的安全与防护

### (1) 介入过程屏蔽防护措施

①介入手术过程职业人员进入机房进行透视时，应佩戴好个人防护用具包括：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、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；医院拟为本项目每间DSA室2配置铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等2套，其介入防护手套不小于0.025mmPb，其余防护铅当量不低于0.5mmPb。

②手术医生在进行透视时，应使用床侧防护帘/床侧防护屏及铅悬挂防护屏/铅防护吊帘进行局部遮挡。本项目 DSA 由厂家配置床体旁的铅防护屏风，具有 0.5mmPb。

③对病人进行透视时或拍片过程，应采用适当防护设施对病人非病灶部位进行遮挡。本项目每间 DSA 室 2 拟为病人配置铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 1 套，其防护铅当量不低于 0.5mmPb。

### (2) 源项控制

射线装置装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

### (3) 对医生及患者的污染防治措施

在介入诊疗中，手术医生必须认真做好自身的防护工作。具体要求如下：

- ①进一步提高安全文化素养，全面掌握辐射防护法规与技术知识；
- ②结合诊疗项目实际，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施；
- ③介入手术中，佩带好个人防护用具；
- ④必须开展介入诊疗手术医生的个人剂量监测；
- ⑤发现问题及时整改。

同时，医院在实施介入治疗时还须采取以下防护措施：

①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；

②距离防护：操作人员采取隔室操作方式，控制室与机房之间以墙体隔开，通过观察窗观察病人情况，通过对讲机与手术医生交流。DSA室2严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在DSA室2人员通道门的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯箱。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射；

③缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；

④在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

此外，在介入诊疗中必须做好患者的防护工作：

①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；

②将X线球管尽量远离患者，而将影像增强器尽量靠近患者；

③作好患者非病灶部位的保护工作；

④定期维护介入设备；制定和执行介入诊疗中的质量保证计划。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》；（原环境保护部令第31号，2021年1月4日修订）“第十六条”和《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）中的相关规定，医院必须制订《射线装置操作规程》，并严格按照该规程操作。在该规程中明确规定：医生必须佩戴个人剂量计、铅防护用品，在介入诊疗中必须认真做好自身的防护工作，同时介入诊疗中必须做好患者的防护工作。

#### **（4） DSA 室 2 周边公众的安全防护**

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

#### **6、与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求符合性分析**

本项目 DSA 涉及医用射线装置的个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析见下表 10-5：

**表 10-5 项目涉及个人防护用品和辅助防护设施配置符合性分析表**

放射检查类型	分项		《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020) 要求	本项目已采取措施	符合性分析
介入放射学操作	工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、介入防护手套	医院拟配备铅橡胶围裙 2 套、铅橡胶颈套 2 套、铅防护眼镜 2 副均为 0.5mmPb；介入防护手套 2 双，为 0.025mmPb	符合
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	设备采购时自带辅助防护设施，含铅防护吊帘和床侧防护帘，铅当量均为 0.5mmPb	符合
	患者和受检者	个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	医院拟配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套均为 0.5mmPb	符合

### 三、工作场所辐射安全防护设施

根据《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）对 II 医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-6：

表 10-6 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
场所设施	观察窗屏蔽	1 扇 3mmPb 当量的观察窗	设计中已有
	机房防护门	4 扇 3mmPb 当量铅防护门	设计中已有
	装置操作位应有铅防护吊屏、床下铅围裙等局部屏蔽防护设施	设备自带铅帘	设计中已有
	中文标识的紧急停机按钮	设备自带	设计中已有
	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及门灯连锁	/	需配备
	门机连锁装置	/	需配备
监测设备	便携式辐射监测仪	/	新增 1 台
	个人剂量计	/	利旧 38 套，拟新增 5 套
	个人剂量报警仪	/	需配备 2 台
防护器材	医护人员个人防护	/	需配备铅橡胶围裙 2 套、铅橡胶颈套 2 套、铅防护眼镜 2 副、介入防护手套 2 双

	患者防护	/	需配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套
	通风设施	设计专用通排风系统	设计中已有

#### 四、投资估算

本核技术应用项目总投资 1000 万元，其中环保投资 39 万元，占总投资约 3.9%。具体环保设施及投资见表 10-6。

表 10-6 环保设施及投资一览表

项目		环保设施	数量	投资 (万元)
介入 手术 室	场所 实体 设施	墙体防护施工	1 间	15.0
		手术室防护门	4 扇	10.0
		观察窗屏蔽	1 扇	1.0
	安全 装置	有中文标识的电离辐射警告标志	4 个	4.0
		闭门装置（平开门）	3 套	
		防夹装置（推拉门）	2 套	
		有中文标识的紧急停机按钮（操作台和介入手术床旁）	2 个	
		工作状态指示灯箱及门灯连锁装置	4 套	
		门机连锁装置	4 套	
		对讲系统	1 套	
		铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 副（0.5mmPb）	1 套	机器自 带
	床侧防护帘/床侧防护屏 1 副（0.5mmPb）	1 套		
	监测 仪器 及个 人防 护用 品	个人剂量计	43 套（新 增 5 套， 利旧 38 套）	2.0
		个人剂量报警仪	2 台	2.0
		便携式辐射监测仪	1 台	
		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套	2 套（医 护人 员使 用）	2.0
		铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套	1 套（患 者使 用）	1.0
其他	通风设施：新风系统、排风系统	新增	2.0	
合计				39.0

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

#### 三废的治理

##### 1、废水

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水，生活

废水依托医院现有化粪池处理后通过市政污水管网至贡井污水处理厂处理达标后排放。医疗废水依托医院现有污水处理站（设计处理能力 300m<sup>3</sup>/a）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，通过市政污水管网处理达标后排放。

## 2、废气

DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，DSA 室 2 采用风机机械排风，排风口均置于手术室吊顶上方西侧位置，设计排风量为 300m<sup>3</sup>/h，产生的臭氧通过排风管道从 DSA 室 2 内引出，为防止 X 射线泄露，排风管道口拟设置 3mmPb 铅板进行防护，最终排风管沿手术室外墙引至屋顶上方排放，经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

## 3、固体废物

固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾和介入手术时产生的医疗废弃物，如医疗包装物和容器和药棉、纱布、手套、废造影剂等。生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运；医疗废物由有相应资质的单位统一回收处理：①本项目拟配置 43 名辐射工作人员，其中 29 名医生，12 名护士，2 名技师。每人每天产生办公垃圾和生活垃圾约 0.5kg，则每年办公垃圾和生活垃圾产生量约 4.3t。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，进行统一收集后由环卫部门统一定期清运。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，经专用容器统一收集打包后与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间暂存，统一交由有相应资质的单位收运处置。

表 11 环境影响分析

## 建设阶段对环境的影响

### 一、施工期的环境影响分析

拟建 DSA 室 2 在施工、装修装饰过程中施工期将会产生一定扬尘、噪声、固体废物、施工废水以及施工人员的生活垃圾和生活污水。对于施工期将产生的扬尘、噪声、固体废物、施工污水以及施工人员的生活垃圾和生活污水，针对本项目，医院拟采取以下措施：

扬尘的防治措施：项目通过施工现场封闭施工和采取洒水等措施来进行控制；

废水防治措施：项目生活污水经医院污水处理设施处理；

废气防治措施：项目施工现场封闭施工，施工现场及时清理，通风换气等措施；

噪声防治措施：选用低噪声设备，合理安排施工时间；

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

#### **DSA 室 2 防辐射泄露施工要求：**

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 DSA 室 2 的电缆沟采用“U”型穿墙，在电缆、风管穿墙出入口处采用与机房设计相同铅当量的铅橡胶进行补偿防护，以避免电缆沟及通排风管道布设方式影响到屏蔽墙体的屏蔽效果，不得正对工作人员经常停留的地点。

### 二、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目射线装置在安装调试阶段会产生X射线，造成一定辐射影响。在设备安装调试完后，现场会有少量的废包装材料产生。

本项目拟购射线装置的运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行，安装和调试均在辐射防护设施建设完成后进行。

在设备安装调试阶段，医院应配合设备厂家加强安装调试现场的辐射安全管理，在此过程中保证各类辐射安全防护设施正常运行。在设备调试期间关闭防护门，在防护门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对周边的辐

射影响是可接受的。设备安装完成后，医院方及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

## 运行阶段对环境的影响

### 一、辐射环境影响分析

医院在 DSA 室 2 内使用 1 台 DSA，进行介入手术治疗的工作负荷约 2300 人次/年，DSA 主要用于血管造影，介入手术等。

根据原环境保护部和国家卫生计生委联合发布公告 2017 年第 66 号《射线装置分类办法》，DSA 属于 II 类射线装置，工作时不产生放射性废气、废水和固体废物。本机为数字成像设备，不使用显、定影液，其主要环境影响因素为工作时产生的 X 射线，出束方向由下向上。

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，医生通过开放式操作间铅玻璃观察窗 DSA 室 2 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 DSA 室 2 各屏蔽体屏蔽后，对 DSA 室 2 外（包括 DSA 室 2 楼上、楼下）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 DSA 室 2，进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时手术医生身着铅衣、戴铅防护眼镜等在 DSA 室 2 内对病人进行直接的手术操作。

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

#### 1、本项目关注点辐射环境影响分析

根据医院实际诊疗情况，拍片时，DSA 的常用电压 60~100kV，常用电流为 100~500mA；透视时，DSA 常用管电压为 70~90kV，常用管电流为 6~20mA。根据医院提供的资料，本项目 DSA 过滤材质为铜片，一般为 0.5~3.5mm 几种常用配置厚度可供选择，本项目保守考虑，按照过滤材料为 0.5mm 铜滤片进行计量估算，通过查《辐射防护手册（第一分册）辐射源与屏蔽》图 4.4，对于管电压为 90kV，0.5mmCu 作为过滤板的条件下，当管电压为 90kV 时（透视最大工况），查得  $v_{r0} = 0.15R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ ；当管电压为 100kV 时（拍片最大工况），

查得 $v_{r0}=0.21R \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}$ 。经计算后，在透视时管电压为90kV、管电流为20mA时，距靶1m处的剂量率 $H_0$ 为26.19mGy·min<sup>-1</sup>；在拍片管电压为100kV、管电流为500mA时，距靶1m处的剂量率 $H_1$ 为916.65mGy·min<sup>-1</sup>。见下表：

表 11-1 本项目 DSA 常用工况及源强取值

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

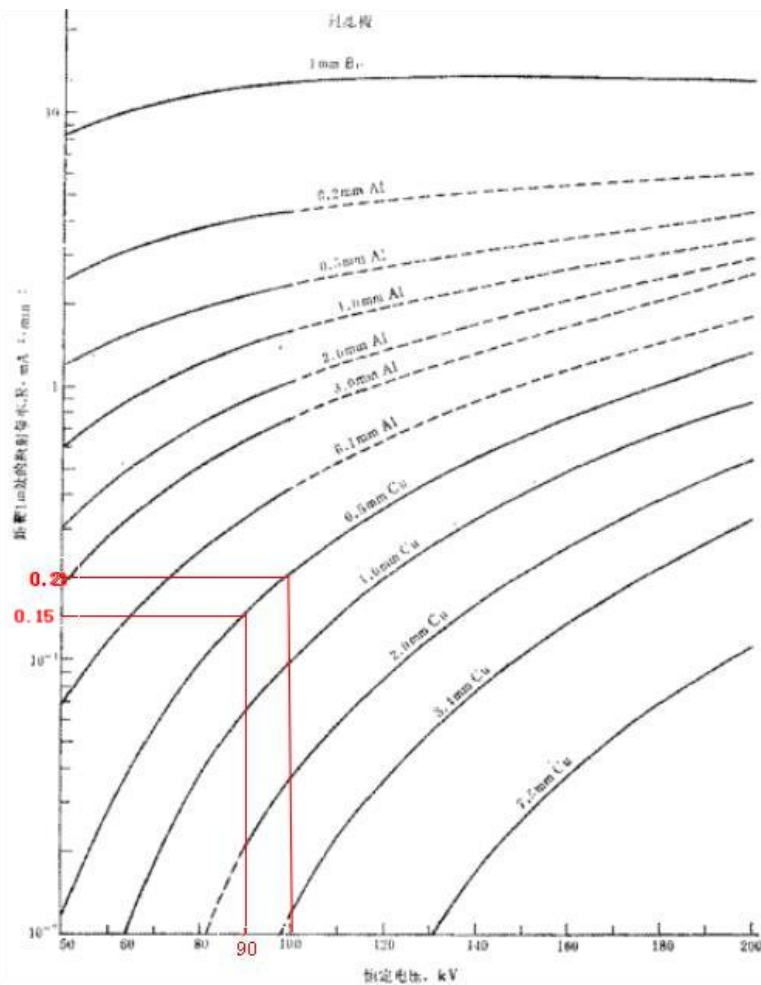


图 11-1 项目 DSA 距靶 1m 处的照射量率查询结果

本项目 DSA 投用后，手术过程中 DSA 室 2 四周的保护目标，均受到漏射射线和散射射线的影响，DSA 室 2 正上方受主射辐射的影响，DSA 室 2 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 室 2 最近关注点可以代表最大可能辐射影响。

本项目共布设 16 个预测点位，预测点位见下表 11-2，预测点位图见图 11-2。

表 11-2 本项目预测点位、方位及距离

序号	关注点位	方位	距离
1	手术室内主刀医生	DSA室2内	0.5m
2	手术室内助手医生	DSA室2内	0.8m
3	配套用房区域护士	DSA室2东北侧观察窗外30cm处	3.4m
4	控制室内的技师	DSA室2东北侧防护门外30cm处	3.8m
5	男女更衣室、换鞋、男女卫生间、设备室的工作人员	DSA室2西北侧墙外	4.6m
6	三号楼的人员	DSA室2西北侧防护门外30cm处	4.6m
7	缓冲间、医废暂存间、设备间的人员	DSA室2东北侧墙外	5.2m
8	院内道路的公众	DSA室2东南侧防护门外30cm处	4.6m
9	门诊医技综合楼的公众	DSA室2东北侧	7.8m
10	洗手池、处置间的人员	DSA室2北侧	42.0m
11	院内道路的公众	DSA室2西南侧	3.4m
12	门诊医技综合楼的公众	DSA室2西南侧	15.0m
13	停车场的公众	DSA室2西南侧	42.0m
14	院内道路的公众	DSA室2西侧	28.0m
15	DSA室2上方分娩室2病人及医护人员	DSA室2西北侧	16.0m

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式C.1以及附录表C.2可知。

屏蔽减弱因子B:

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

式中:

- B—给定屏蔽材料厚度的屏蔽减弱因子;
- $\beta$ —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;
- $\alpha$ —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;
- $\gamma$ —给定屏蔽材料对不同管电压X射线辐射衰减的有关的拟合参数;
- X—屏蔽材料厚度。

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

表 11-3 屏蔽材料对 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压90kV（透视）			
材料	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
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

根据计算，DSA室2不同防护措施对应的屏蔽减弱因子见表11-4。

表 11-4 DSA 室 2 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	等效约合铅当量	屏蔽减弱因子(透视)	屏蔽减弱因子(拍片)	
				主束	散射
四周墙体	370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆	6.08mmPb	7.26E-08	9.00E-07	1.36E-06
屏蔽门	4 扇 3mm 铅当量铅门	3mmPb	7.93E-06	4.14E-05	6.31E-05
观察窗	1 扇 3mm 铅当量铅玻璃	3mmPb	7.93E-06	4.14E-05	6.31E-05
屋顶	120mm 钢筋混凝土+3mm 铅板+1mmPb 硫酸钡板	5.44mmPb	2.06E-07	2.11E-06	3.19E-06
主刀医生位	0.5mmPb铅衣+0.5mmPb铅帘	1mmPb	4.08E-03	/	/
助手医生位	0.5mmPb铅衣	0.5mmPb	2.52E-02	/	/
腕部	0.025mmPb 铅手套	0.025mmPb	6.26E-01	/	/
	0.025mmPb 铅手套+0.5mmPb 铅帘	0.525mmPb	2.27E-01	/	/

注：①根据医院实际情况，本项目DSA使用科室只有内一科，医院不开展较为复杂的介入手术，配备的护士职责主要为负责介入手术术前准备和术后的清洁工作，在介入手术操作时，手术室内只需要1名主刀医生和1名助手医生，因此保守取助手医生位的屏蔽防护只有0.5mmPb铅衣。

②由于本项目DSA室2正下方无建筑，所以地面的防护不予考虑。

### (1) 主射线束方向影响分析

#### ①计算模式

本项目主射方向屏蔽防护采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式如下：

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

式中：

$D_r$ —预测点处辐射空气吸收剂量，mGy/a；

$D_1$ —X 射线在 1m 处的辐射空气吸收剂量率，mGy/min；

T—每年工作时间，4066.8min（包括透视 4000.2min 和拍片 66.6min）；

$\mu$ —利用因子，主射方向取 1；

$\eta$ —对防护区的占用因子；

f—屏蔽材料对初级 X 射线束的减弱因子；

r—预测点距 X 射线源的距离，m。

②预测结果分析

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

将相关参数带入（式 2）中，进行各关注点年有效剂量预测，预测点年剂量估算结果见表 11-5：

表 11-5 DSA 室 2 主射方向预测点年有效剂量估算

预测点 保护目标	与出束 口直线 距离 (m)	屏蔽材料与 厚度及等效 铅当量 (mm)	照射 类型	屏蔽减弱 因子 (f)	衰减 倍数	利用 因子 (μ)	占用 因子 (η)	预测点辐 射剂量率 (μGy/h)	预测点年 有效剂量 (mGy/a)
DSA 室 2 上 方分娩室 2	4.5	120mm 钢筋 混凝土+3mm 铅板+1mmPb 硫酸钡板	透视	2.06E-07	10	1	1/8	2.00E-04	1.33E-05
			拍片	2.11E-06	10			7.16E-02	7.95E-05

(2) 病人体表散射辐射剂量估算

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

式中：

$H_s$ ——预测点处的散射剂量率，μGy/h；

$H_0$ ——距靶 1m 处的剂量率，μGy/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 查表取得当 400cm<sup>2</sup> 散射面积时， $\alpha=1.3 \times 10^{-3}$ ；故当 1cm<sup>2</sup> 散射面积时， $\alpha=3.25 \times 10^{-6}$ （90° 散射）；

$s$ ——散射面积，cm<sup>2</sup>，取 100cm<sup>2</sup>；

$d_0$ ——源与病人的距离，m，取 1m；

$d_s$ ——病人与预测点的距离，m；

$B$ ——减弱因子。

个人年最大有效剂量估算公式如下：

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

式中：

$E$ ——辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

$H$ —辐射剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$t$ —年工作时间,  $\text{h}$ ;

$T$ —居留因子, 职业人员保守取 1, 公众保守取 1/4。

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-6。

表 11-6 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

关注点保护目标	靶点距关注点的距离 (m)	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量 (mmPb)	照射类型	屏蔽减弱因子	散射辐射剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )
手术室内主刀医生	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	8.33
手术室内助手医生	0.8	0.5mmPb 铅衣	0.5	透视	2.52E-02	20.09
配套用房区域护士	3.4	3mm 铅当量铅玻璃窗	3	透视	7.93E-06	3.50E-04
				拍片	6.31E-05	9.76E-02
控制室内的技师	3.8	3mm 铅当量铅门	3	透视	7.93E-06	2.80E-04
				拍片	6.31E-05	7.81E-02
男女更衣室、换鞋、 男女卫生间、设备室 的工作人员	4.6	370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	1.75E-06
				拍片	1.36E-06	1.15E-03
三号楼的人员	4.6	3mm 铅当量铅门	3	透视	7.93E-06	1.91E-04
				拍片	6.31E-05	5.33E-02
缓冲间、医废暂存 间、设备间的人员	5.2	370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	1.37E-06
				拍片	1.36E-06	8.99E-04
院内道路的公众	4.6	3mm 铅当量铅门	3	透视	7.93E-06	1.91E-04
				拍片	6.31E-05	5.33E-02
门诊医技综合楼的 公众	7.8	370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	6.09E-07
				拍片	1.36E-06	4.00E-04
洗手池、处置间的 人员	42.0	370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	2.10E-08
				拍片	1.36E-06	1.38E-05
院内道路的公众	3.4	370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	3.20E-06
				拍片	1.36E-06	2.10E-03
门诊医技综合楼的 公众	15.0	370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	1.65E-07
				拍片	1.36E-06	1.08E-04
停车场的公众	42.0	370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	2.10E-08
				拍片	1.36E-06	1.38E-05
院内道路的公众	28.0	370mm 实心砖墙+45mm 硫酸钡水泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	4.73E-08
				拍片	1.36E-06	3.10E-05
DSA 室 2 上方分娩 室 2 病人及医护人员	16.0	120mm 钢筋混凝土 +3mm 铅板+1mmPb 硫 酸钡板	5.44	透视	7.26E-08	1.45E-07
				拍片	1.36E-06	9.50E-05

### (3) 泄漏辐射剂量估算

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

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

式中：

H—预测点处的泄漏辐射剂量率，μGy/h；

f—泄漏射线比率，1‰；

H<sub>0</sub>—距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/h；

R—靶点距关注点的距离，m；

B——减弱因子，前文表 11-3 计算取得。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-7。

表 11-7 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

关注点保护目标	靶点距关注点的距离 (m)	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量 (mmPb)	照射类型	屏蔽减弱因子	漏射辐射剂量率 (μGy/h)
手术室内主刀医生	0.5	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅帘	1	透视	4.08E-03	25.62
手术室内助手医生	0.8	0.5mmPb 铅衣	0.5	透视	2.52E-02	61.82
配套用房区域护士	3.4	3mm 铅当量铅玻璃窗	3	透视	7.93E-06	1.08E-03
				拍片	4.14E-05	1.97E-01
控制室内的技师	3.8	3mm 铅当量铅门	3	透视	7.93E-06	8.62E-04
				拍片	4.14E-05	1.58E-01
男女更衣室、换鞋、 男女卫生间、设备室 的工作人员	4.6	370mm 实心砖墙 +45mm 硫酸钡水 泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	5.39E-06
				拍片	9.00E-07	2.34E-03
三号楼的人员	4.6	3mm 铅当量铅门	3	透视	7.93E-06	5.88E-04
				拍片	4.14E-05	1.08E-01
缓冲间、医废暂存间、 设备间的人员	5.2	370mm 实心砖墙 +45mm 硫酸钡水 泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	4.22E-06
				拍片	9.00E-07	1.83E-03
院内道路的公众	4.6	3mm 铅当量铅门	3	透视	7.93E-06	5.88E-04
				拍片	4.14E-05	1.08E-01
门诊医技综合楼的公 众	7.8	370mm 实心砖墙 +45mm 硫酸钡水 泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	1.87E-06
				拍片	9.00E-07	8.14E-04

刷手池、处置间的人员	42.0	370mm 实心砖墙 +45mm 硫酸钡水 泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	6.46E-08
				拍片	9.00E-07	2.81E-05
院内道路的公众	3.4	370mm 实心砖墙 +45mm 硫酸钡水 泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	9.86E-06
				拍片	9.00E-07	4.28E-03
门诊医技综合楼的公众	15.0	370mm 实心砖墙 +45mm 硫酸钡水 泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	5.07E-07
				拍片	9.00E-07	2.20E-04
停车场的公众	42.0	370mm 实心砖墙 +45mm 硫酸钡水 泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	6.46E-08
				拍片	9.00E-07	2.81E-05
院内道路的公众	28.0	370mm 实心砖墙 +45mm 硫酸钡水 泥砂浆	6.08	透视	7.26E-08	1.45E-07
				拍片	9.00E-07	6.31E-05
DSA 室 2 上方分娩室 2 病人及医护人员	16.0	120mm 钢筋混凝土 +3mm 铅板 +1mmPb 硫酸钡板	5.44	透视	7.26E-08	4.45E-07
				拍片	9.00E-07	1.93E-04

#### (4) 关注点辐射剂量率综合分析

表11-8 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	关注点位保护目标	照射 类型	辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )				备注
			主射	散射	漏射	综合剂量率	
DSA 室 2 内	手术室内主刀医生	透视	/	8.33	25.62	3.39E+01	职业
	手术室内助手医生	透视	/	20.09	61.82	8.19E+01	职业
DSA 室 2 周围	配套用房区域护士	透视	/	3.50E-04	1.08E-03	1.43E-03	职业
		拍片	/	9.76E-02	1.97E-01	<b>2.95E-01</b>	
	控制室内的技师	透视	/	2.80E-04	8.62E-04	1.14E-03	公众
		拍片	/	7.81E-02	1.58E-01	2.36E-01	
	男女更衣室、换鞋、男女卫生 间、设备室的工作人员	透视	/	1.75E-06	5.39E-06	7.14E-06	公众
		拍片	/	1.15E-03	2.34E-03	3.49E-03	
	三号楼的人员	透视	/	1.91E-04	5.88E-04	7.80E-04	公众
		拍片	/	5.33E-02	1.08E-01	1.61E-01	
	缓冲间、医废暂存间、设备间 的人员	透视	/	1.37E-06	4.22E-06	5.59E-06	公众
		拍片	/	8.99E-04	1.83E-03	2.73E-03	
院内道路的公众	透视	/	1.91E-04	5.88E-04	7.80E-04	公众	
	拍片	/	5.33E-02	1.08E-01	1.61E-01		

门诊医技综合楼的公众	透视	/	6.09E-07	1.87E-06	2.48E-06	公众
	拍片	/	4.00E-04	8.14E-04	1.21E-03	
洗手池、处置间的人员	透视	/	2.10E-08	6.46E-08	8.56E-08	公众
	拍片	/	1.38E-05	2.81E-05	4.18E-05	
院内道路的公众	透视	/	3.20E-06	9.86E-06	1.31E-05	公众
	拍片	/	2.10E-03	4.28E-03	6.38E-03	
门诊医技综合楼的公众	透视	/	1.65E-07	5.07E-07	6.71E-07	公众
	拍片	/	1.08E-04	2.20E-04	3.28E-04	
停车场的公众	透视	/	2.10E-08	6.46E-08	8.56E-08	公众
	拍片	/	1.38E-05	2.81E-05	4.18E-05	
院内道路的公众	透视	/	4.73E-08	1.45E-07	1.93E-07	公众
	拍片	/	3.10E-05	6.31E-05	9.41E-05	
DSA 室 2 上方分娩室 2 病人及医护人员	透视	/	1.45E-07	4.45E-07	5.90E-07	公众
	拍片	/	9.50E-05	1.93E-04	2.88E-04	

由表 11-8 计算结果可知：本项目 DAS 手术室周围最大辐射剂量率为 2.95E-01 $\mu$ Sv/h，低于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的规定。

### (5) 关注点年辐射剂量分析

表 11-9 本项目各预测点理论预测最大受照剂量统计表

保护目标相对位置	关注点位保护目标	照射类型	综合剂量率 ( $\mu$ Sv/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
DSA 室 2 内	1#DSA 室 2 内主刀医生	透视	3.39E+01	66.67	1	2.26	2.26	职业
	DSA 室 2 内助手医生	透视	1.33E+01	66.67	1	5.46	5.46	职业
DSA 室 2 周围	配套用房区域护士	透视	5.24E+01	66.67	1	9.51E-05	4.22E-04	职业
		拍片		1.11	1	3.27E-04		
	控制室内的技师	透视	9.35E-04	66.67	1	7.62E-05	<b>3.38E-04</b>	公众
		拍片	1.93E-01	1.11	1	2.62E-04		
	男女更衣室、换鞋、男女卫生间、设备室的工作人员	透视	1.03E-03	66.67	1	4.76E-07	4.35E-06	公众
		拍片	2.13E-01	1.11	1	3.87E-06		
	三号楼的人员	透视	1.03E-03	66.67	1/4	1.30E-05	5.76E-05	公众
		拍片	2.13E-01	1.11	1/4	4.47E-05		
	缓冲间、医废暂存间、设备间的人员	透视	1.14E-03	66.67	1/4	9.31E-08	8.51E-07	公众
		拍片	2.36E-01	1.11	1/4	7.57E-07		
	院内道路的公众	透视	4.58E-04	66.67	1/4	1.30E-05	5.76E-05	公众
		拍片	9.46E-02	1.11	1/4	4.47E-05		
门诊医技综合楼的公众	透视	3.57E-04	66.67	1/4	4.14E-08	3.78E-07	公众	

刷手池、处置间的人员	拍片	7.36E-02	1.11	1/4	3.37E-07	1.30E-08	公众
	透视	7.16E-04	66.67	1/4	1.43E-09		
	拍片	1.48E-01	1.11	1/4	1.16E-08		
院内道路的公众	透视	4.58E-04	66.67	1/16	5.44E-08	4.97E-07	公众
	拍片	9.46E-02	1.11	1/16	4.43E-07		
门诊医技综合楼的公众	透视	1.03E-03	66.67	1/4	1.12E-08	1.02E-07	公众
	拍片	2.13E-01	1.11	1/4	9.10E-08		
停车场的公众	透视	1.15E-04	66.67	1/4	1.43E-09	1.30E-08	公众
	拍片	2.36E-02	1.11	1/4	1.16E-08		
院内道路的公众	透视	1.83E-05	66.67	1/16	8.03E-10	7.33E-09	公众
	拍片	3.78E-03	1.11	1/16	6.53E-09		
DSA 室 2 上方分娩室 2 病人及医护人员	透视	2.45E-04	66.67	1/4	9.83E-09	8.98E-08	公众
	拍片	5.06E-02	1.11	1/4	8.00E-08		

注：①本项目 DSA 年总最大出束时间为 779.5h（拍片 12.8，透视 766.7）。手术医生位于 DSA 室 2 内开展介入手术时，只存在透视工况，以 DSA 年透视时间计算。

②根据医院实际情况，本项目 DSA 使用科室只有内一科，医院不开展较为复杂的介入手术，配备的护士职责主要为负责介入手术术前准备和术后的清洁工作，在介入手术操作时，手术室内只需要 1 名主刀医生和 1 名助手医生，护士不参与跟台手术，因此，手术室外护士年受照时间保守同技师一样取 DSA 的年总曝光时间计算。

本项目拟配置 3 名手术医生（均为内一科，其中 1 名主刀医生，2 名助手医生），5 名护士，1 名技师；每次手术时，手术室内 1 名主刀医生，1 名助手医生，护士不参与跟台手术。根据实际情况医护人员工作时间很难人均分配，本次预测取辐射工作人员工作时间不超过人均受照时间的 1.2 倍保守考虑。

表11-10 本项目每名职业人员年剂量核算表

科室	职务/人数	科室年辐射剂量 (mSv/a)	科室年最大受照时间 (h)	人数/名	理论人均受照时间 (h)	保守考虑人均受照时间 (h)	每名职业人员最大年剂量 (mSv/a)
内一科	主刀医生	2.26	66.67	1	\	\	2.26
	助手医生	5.46	66.67	2	33.34	40.00	3.28
放射科	护士	4.22E-04	779.5	5	13.56	16.27	1.01E-04
	技师	4.22E-04	779.5	1	\	\	4.22E-04

由表 11-9、11-10 可知，在 DSA 室 2 内主刀医生最大有效剂量为 2.26mSv/a，DSA 室 2 内助手医生最大有效剂量为 3.28mSv/a，在控制室内技师最大有效剂量为 4.22E-04mSv/a，护士最大有效剂量为 1.01E-04mSv/a，手术室周围的公众最大有效剂量为 3.38E-04mSv/a；均低于本次评价确定的职业人员 5mSv/a、公众 0.1mSv/a 的剂量约束值，也均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的职业人员 20mSv/a、公众 1mSv/a 的剂量限值。

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

根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离DSA室2最近的关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。在DSA运行后，实际工作中，常用管电压和管电流远低于预测工况，且项目运行产生的X射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，DSA室2周围环境保护目标受照剂量远低于预测剂量，对DSA室2周围公众影响更小。

### (6) 医生腕部皮肤受照剂量

医生介入手术操作时，会穿连体铅衣、戴介入防护手套、铅防护眼镜、铅橡胶颈套等防护用品，通常站立于介入治疗病床侧面，面对病患，受到散射和漏射线束照射，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。

本项目采用理论预测分析介入手术医生腕部所受到的皮肤剂量，减弱因子参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1 以及附录表 C.2，则手术时医生腕部所受的最大辐射剂量见下表：

表11-13 本项目手术医生腕部最大辐射剂量率表

关注点部位	射线源距关注点的距离 (m)	屏蔽材料及厚度	屏蔽材料折合铅当量 (mmPb)	减弱因子	散射辐射剂量率 (μGy/h)	漏射辐射剂量率 (μGy/h)	综合剂量率 (μGy/h)
手术医生腕部	0.5	0.025mmPb 铅手套	0.025	6.26E-01	1.28E+03	3.93E+03	5.21E+03
		0.025mmPb 铅手套 +0.5mmPb 铅悬挂防护屏	0.525mmPb	2.27E-02	4.63E+01	1.43E+02	1.89E+02

#### 腕部皮肤受照剂量：

手术医生在 DSA 机房内进行介入手术时，主刀手术医生腕部距离辐射源（非主射束方向）最近，因 X 射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以主刀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 DSA 机房内人员年皮肤吸收剂量：

$$D_s = C_{ks} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{ (式 11-7)}$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}^*_{(10)}}{C_{KH}} \dots\dots\dots \text{ (式 11-8)}$$

式中：  $D_s$ —皮肤吸收剂量， mGy；

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

$C_{ks}$ —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；

$t$ —人员累积受照时间， h；

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

$C_{KH}$ —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

**理论计算：**主刀手术医生受照时间最长为 766.7，根据上述分析有如下两种情况：①手术医生在透视时预计有 1/5 时间在受照位置进行插入导管等操作，此时受照时间为 13.33h（766.7×1/5），根据表 11-12 分析，腕部位置处的剂量当量率为 5.21E+03 $\mu\text{Gy/h}$ ；②手术医生在透视时预计有 4/5 时间在非受照位置进行手术操作时，此时受照时间为 53.34h（766.7×4/5），根据表 11-12 分析，腕部位置处的剂量当量率为 1.89E+02 $\mu\text{Gy/h}$ 。

本项目 DSA 可近似地视为垂直入射，而且是 AP 入射方式。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 11-8）计算出手术医师在上述两种受照情况下辐射场的空气比释动能分别为 3.03E+03 $\mu\text{Gy/h}$ 、1.10E+02 $\mu\text{Gy/h}$ 。从表 A.4/A5 中查得空气比释动能到皮肤吸收剂量的最大转换系数  $C_{ks}=1.156\text{mGy/mGy}$ 。根据式 11-7，手术医生在受照位置进行插入导管等操作时，医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为：**46.69mGy/a**，手术医生在非受照位置进行手术操作时，医生手术位腕部皮肤受照当量剂量为：**6.78mGy/a**，则手术医生腕部皮肤受照当量剂量叠加共为 **53.47mGy/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（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv 的要求，也满足本项目对于放射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 125mSv/a 的要求。

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 DSA 室 2 内的职业人员均应按辐射工作人员进行管理，介入手术时手术医生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，应将病人病灶以外的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。

#### **(8) 介入治疗对医生和患者的辐射防护要求**

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

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

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

#### **(9) 射线装置报废**

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

## **二、大气环境影响分析**

本项目在运行过程中，主要大气污染因子为 DSA 室 2 内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧。DSA 曝光过程中臭氧产生量很小，DSA 室 2 采用风机机械排风，排风口均置于手术室吊顶上方西侧位置，设计排风量为 300m<sup>3</sup>/h，产生的臭氧通过排风管道从 DSA

室 2 内引出，为防止 X 射线泄露，排风管道口拟设置 3mmPb 铅板进行防护，最终排风管沿手术室外墙引至屋顶上方排放（排气筒位置拟设置在新建场所屋顶南侧位置，远离北侧紧邻的住院楼，排气筒距离地面约 5m），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

项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水，依托医院已建的污水管道和污水处理站，处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过市政污水管网处理达标后排放。

### 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，每年预计 200 台手术量，则每年医疗废物产生量约为 400kg。项目产生的医疗废物经专用容器统一收集打包后与医院其他医疗废物一起在医疗废物暂存间暂存，最终统一交由与医院签订医疗废物处置协议的单位收运处置。

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 1.125t/a，医院按照当地管理部门要求，由市政环卫部门收集清运处置。项目产生固废均得到合理处置，不会对周围环境产生明显影响。

### 五、声环境影响分析

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

## 环境影响风险分析

### 一、环境风险评价的目的

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

受的水平。

## 二、风险识别

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

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

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-14。

表 11-14 项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

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。

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-15。

表 11-15 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

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
	急重度	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
	急重度	/
脑型急性放射病	轻度	10.0Gy~100.0Gy
	中度	
	重度	
	急重度	
	死亡	100Gy

#### 四、最大可能性辐射事故分析

##### 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，公众未采取任何防护的情况下，误入射线装置机房，位于射线装置非主射方向。

②DSA的X射线源处于“曝光”状态，未采取任何防护的情况，介入手术人员在距X射线管非主射束方向进行介入手术操作。

###### (2) 剂量估算

①假设考虑在介入手术操作，DSA以透视模式运行时，该名手术人员在无其它屏蔽的情况下处于X射线管非主射束方向0.5m或1m处；公众误入位于非主射束方向2m或3m处。本项目手术床旁及控制室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下此按钮就可以停机，则事故工况下介入手术操作人员所受辐射剂量估算详见表11-16。

表11-16 事故状态下介入手术时职业与公众所受照射剂量表

关注点与射线装置的距离 (m)	时间	散射所致剂量 (mGy)	漏射所致剂量 (mGy)	总剂量 (mGy)
职业人员 (透视模式)				
0.5	1min	3.40E-02	1.05E-01	1.47E-01
	2min	6.80E-02	2.09E-01	2.77E-01
	5min	1.70E-01	5.23E-01	<b>6.93E-01</b>
1	1min	8.50E-03	2.62E-02	3.47E-02
	2min	1.70E-02	5.23E-02	6.93E-02
	5min	4.25E-02	1.31E-01	1.73E-01
公众 (透视模式)				
2	15s	5.32E-04	1.64E-03	2.17E-03
	30s	1.06E-03	3.27E-03	4.33E-03
	1min	2.13E-03	6.54E-03	<b>8.67E-03</b>

3	15s	2.36E-04	7.27E-04	9.63E-04
	30s	4.72E-04	1.45E-03	1.93E-03
	1min	9.45E-04	2.91E-03	3.85E-03

### (3) 事故后果

①在上述事故情景假设条件下，介入手术人员在不同位置随着时间的推移，受X射线源误照人员最大剂量约6.93E-01mSv/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，介入手术人员单次滞留在机房内而造成非主射方向的误照射，不构成辐射事故；

②在上述事故情景假设条件下，公众在不同位置随着时间的推移，受X射线源误照公众最大年剂量约8.67E-03mSv/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，误入公众单次滞留在机房内而造成非主射方向的误照射，不构成辐射事故。

## 2、维修射线装置时，人员受意外照射

### (1) 事故假设

①DSA上的指示灯和声音装置均失效；

②设备维护人员在维护DSA射线管或测量探测器时，射线管正处于出束状态。

### (2) 剂量估算

假设考虑该名维护人员在无其它屏蔽的情况下处于X射线管主射束方向，假设维修时，DSA以透视模式运行。

本项目手术床旁及控制室内设置有“紧急停止”按钮，只要按下按钮就可以停机，则事故情况下人员在机房内距DSA不同距离处受到的辐射剂量估算详见表11-17。

表11-17 事故状态下检修人员受照剂量表

与射线装置最近距离 (m)	受照时间	人员所受剂量 (mGy)
		透视模式
1	15s	6.55
	30s	13.10
	1min	<b>26.19</b>
2	15s	1.64
	30s	3.27
	1min	6.55
3	15s	0.73
	30s	1.46

### (3) 事故后果

从上表可知，透视模式下检修人员在不同位置随着时间的推移，最大可能受照剂量为26.19mGy/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；参照表11-15可知，低于轻度骨髓型急性放射病受照剂量范围，因此为一般辐射事故。

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

## 五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

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

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

(2) 公众误入机房或未撤离机房导致误照射

应对措施：加强辐射防护管理，每次手术前确保 DSA 机房内没有无关人员，并保证防护门处于关闭状态下方可开展工作。

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

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

(4) 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。

#### (5) 管理应对措施

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

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

①建立安全管理领导小组，组织管理医院的安全工作。

②加强人员的培训，考试（核）合格、持证上岗。

③建立岗位的安全操作规程和安全规章制度，注意检查考核，认真贯彻实施。

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

⑤按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，当发生辐射事故时，工作人员应立即切断电源，将病人撤出机房，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。

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

表 12 辐射安全管理

## 辐射安全与环境保护管理

### 一、辐射安全与环境保护管理机构的设置

自贡市第三人民医院设置了辐射防护领导小组及领导小组的职责要求。

### 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 43 名，其中手术医生 29 名、护士 12 名，技师 2 名，4 名医生 1 名护士均为医院新增 II 类射线装置使用活动的辐射工作人员，其余人员均为原辐射工作人员，项目开展后，技师不再从事其他射线装置操作工作；手术时，DSA 室 2 内 1 名主刀医生，1 名助手医生。今后医院可根据开展项目的实际情况适当调整辐射工作人员配置。

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

②医院现有辐射工作人员 136 人，根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），医院仅从事 III 类射线装置使用活动的辐射工作人员均已参加辐射安全防护知识考核，成绩均为合格；从事 II 类射线装置使用活动的辐射工作人员，部分参加辐射安全与防护的学习和考核，医院承诺将尽快安排在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识并报名参加考核。

③射线装置操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

④医院应定期委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量进行检测，且应建立辐射工作人员个人剂量档案管理。

#### 2、辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强

①建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加辐射安全与防护专业知识的学习、考核，考核通过后方可上岗。

②个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异

常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

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

### 三、辐射安全档案资料管理和规章制度

#### 1、辐射安全综合管理要求及落实情况

本项目建设单位拟新增 DSA，涉及使用 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）等，建设单位需具备的辐射安全管理要求见表 12-1。

表 12-1 建设单位辐射安全与防护管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	备注
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应持有有效的辐射安全许可证	拟重新办理辐射安全许可证增项	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定要求
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	本项目辐射工作人员，医院应安排其参加辐射安全与防护相关学习和考核，确保持证上岗	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	医院已成立“辐射安全防护领导小组”，有专人负责辐射安全管理工作	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
4	需配备必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备案	医院按照表 10-5 进行辐射防护设施的配备，制定《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》等制度并严格执行监测计划	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案	根据本项目实际情况补充完善《辐射事故应急预案》	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
6	核技术利用单位应建立健全的辐射安全和防护管理规章制度及辐射工作单位基础档案	需对现有辐射安全和防护管理规章制度等进行完善	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定要求

7	个人计量监测、职业健康检查及档案管理	医院应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关规定要求
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	拟在 DSA 室 2 辐射工作人员进出口、患者进出口等醒目位置粘贴电离辐射警告标志	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
9	监测	建设单位须制定监测方案，开展辐射工作场所和环境的辐射水平监测，辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告，该监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分，一并提交给发证机关	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求
10	年度评估	建设单位已将 2023 年度安全和防护状况评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统	满足《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》等相关规定要求

## 2、辐射安全管理规章制度及落实情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第 20 号）“第十六条”、《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（生态环境部（国家核安全局））及《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环办发[2016]1400 号）的相关要求中的相关规定，将建设单位现有的规章制度落实情况进行对比说明，具体见表 12-2：

表 12-2 辐射安全管理规章制度汇总对照分析表

序号	《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》		医院制定情况	备注
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	/	已制定	将本项目拟新增的射线装置纳入管理
2	辐射安全管理规定	根据医院具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理	需完善	需补充本项目管理规定
3	设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施	需完善	需补充本项目操作规程
4	辐射防护设施设备维护维修	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中应采取的具体防护措施，确保射线装置保持良	需完善	补充本项目维修维护制度

	制度	好的工作状态		
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责	需完善	辐射工作人员应包含本次新增或调配人员
6	放射源与射线装置台账管理制度	应记载放射性同位素与射线装置台账,记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项,同时对射线装置的说明书建档保存,确定台账的管理人员和职责,建立台账的交接制度	需完善	增加本项目拟新增的射线装置
7	辐射工作场所辐射环境监测方案	/	需完善	增加本项目拟新增的射线装置工作场所
8	监测仪表使用与核验管理制度	/	需完善	/
9	辐射工作人员辐射安全与防护培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训,辐射工作人员需通过考核后方可上岗	需完善	根据最新的辐射工作人员培训要求进行完善
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时,辐射工作人员须佩戴个人剂量计。医院定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量,并建立个人剂量档案	需完善	辐射工作人员应包含本次新增人员
11	辐射事故应急预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故,应制定较为完善的事故应急预案或应急措施,包括:“应急物资的准备和应急责任人员、生态环境主管部门应急电话及发生事故时的辐射事故处理措施”的内容	需完善	将本次新增设备纳入其中
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	需完善	将本次新增设备纳入其中

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

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

建设单位应根据规章制度内容认真组织实施,并且根据国家发布的新的相关法律法规

内容,结合医院实际情况及时对各项规章制度补充修改,使之更能符合实际需要。

## 四、档案管理

医院应将相关资料进行分类归档妥善放置,包括以下九大类:“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”和“废物处置记录”。

## 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- $\gamma$ 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	防护门外、门缝、观察窗、控制室操作位、各侧屏蔽墙外30cm处、50m评价范围内等需要关注的敏感点处

(3) 监测范围: 监督区域及周围环境

(4) 监测质量保证

①落实监测仪表使用、校验管理制度,并利用监测单位的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对,建立监测仪器比对档案;或委托有资质的单位对监测仪器进行检定/校核;

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

③完善辐射工作场所环境监测管理制度。

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

### 3、个人剂量检测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为1次/季。

(1) 当单个季度个人剂量超过1.25mSv时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；采取防护措施减少或者避免过量照射；若全年个人累计剂量检测数值超过5mSv，医院应当立即暂停该辐射工作人员继续从事放射诊疗作业，同时进行原因调查，撰写正式调查报告，经本人签字确认后通过年度评估报告上报发证机关；当单次个人累积剂量检测数值超过20mSv，应立即开展调查并报告辐射安全许可证发证机关，启动辐射事故处置程序。个人剂量检测报告及有关调查报告均应存档备查。

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

(3) 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前。

(4) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、职业健康体检、个人剂量检测结果等材料。医院应将辐射工作人员的个人剂量档案终身保存。

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

## 六、项目竣工验收

### 1、环保验收时间

根据《建设项目环境保护管理条例》规定，建设项目需要配套建设的环保设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。本项目竣工后，建设单位应根据《建设

项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)相关规定编制验收调查表。《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)相关规定摘录：

第十一条 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) 建设项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；
- (2) 对建设项目配套的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；
- (3) 验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示期限不得少于20个工作日。

第十二条 本工程环境保护设施的验收期限一般不超过3个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。

验收期限是指自建设项目环境保护设施竣工之日起至建设单位向社会公开验收报告之日止的时间。

## 2、验收要求

由建设单位或其委托的有能力的技术机构编制本工程的竣工环境保护验收调查表，建设单位应当根据调查结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。如存在问题，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。对建设单位的其他要求如下：

(1) 为提高验收有效性，在提出验收意见过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收调查报告表编制机构等单位代表以及专业技术专家等组成，代表范围和人数自定。

(2) 建设单位在“其他需要说明的事项”中应当如实记载环境保护设施设计、施工和验收过程简况、环境影响报告表及其审批部门审批决定中提出的除环境保护设施外的其他环境保护对策措施的实施情况，以及整改工作情况等。

(3) 相关地方政府或者政府部门承诺负责实施与环境保护对策措施，建设单位应当积极配合地方政府或部门在所承诺的时限内完成，并在“其他需要说明的事项”中如实记载前述环境保护对策措施的实施情况。

(4) 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。

(5) 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/hjbhzbz/bzwb/other>)。

(6) 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。

(7) 验收报告公示期满 5 个工作日内, 建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台 (<http://114.251.10.205/#/pub-message>), 填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息, 环境保护主管部门对上述信息予以公开。建设单位应当将验收报告以及其他档案资料存档备查。

本工程竣工环境保护验收清单 (建议) 见表 12-4:

**表 12-4 项目环保竣工验收清单 (建议)**

验收内容	验收要求	备注
环保文件	环评批复、验收监测报告等齐全	/
年有效剂量控制	放射工作人员年有效剂量 $<5\text{mSv}$ , 机房外公众成员年有效剂量 $<0.1\text{mSv}$	GB18871-2002 及医院管理要求
人员要求	放射工作人员均持证上岗, 且 5 年进行 1 次复训	环境保护部令第 3 号、第 18 号、生态环境部 7 号令
剂量率控制	机房四周墙体外 30cm 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、操作台、机房外电缆穿越处, 周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。	GBZ130-2020
设备数量	1 台 DSA (最大管电压 125kV, 最大管电流 1000mA)	/
监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 43 套	/
	个人剂量报警仪 2 台	/
	便携式辐射剂量监测仪 1 台	/
	医护: 铅橡胶围裙 2 套、铅橡胶颈套 2 套、铅防护眼镜 2 副、介入防护手套 2 双	GBZ130-2020
	患者: 铅橡胶性腺防护围裙 (方形) 或方巾 1 套、铅橡胶颈套 1 套	
辐射安全防护措施	门灯连锁装置及工作状态指示灯箱 4 套	
	门机连锁装置 (推拉门) 2 套	
	电离辐射警告标志 4 个 (保证手术室防护门上均粘贴有)	
	铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 副 ( $0.5\text{mmPb}$ )	设备自带
	床侧防护帘/床侧防护屏 1 副 ( $0.5\text{mmPb}$ )	设备自带
	对讲系统 1 台	
	有中文标识的紧急停机按钮 2 个 (手术室操作台和手术床侧各 1 个)	
闭门装置 (平开门) 3 套/防夹装置 (电动推拉门) 2 套		
场所实体屏蔽	铅防护门 4 扇 ( $3\text{mmPb}$ )	
	铅玻璃观察窗 1 扇 ( $3\text{mmPb}$ )	
辐射安全管理	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、年度评估制度等
其他	排风设施 1 套

### 3、验收依据

验收时依据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 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。

## 七、年度评估报告情况

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。

## 八、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 DSA 室 2，关闭 DSA 室 2 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：自贡市第三人民医院

建设性质：改建

建设地点：四川省自贡市贡井区筱溪街胜利巷 156 号自贡市第三人民医院三号楼一层西北侧处

本次评价内容及规模为：医院拟在三号楼一层西北侧处，改建 1 间 DSA 室 2 及其配套用房：控制室、男女更衣间、缓冲间、设备室、医废暂存间、卫生间、换鞋区、病人缓冲间、工作人员通道、病人通道、洗手池，总面积约 209m<sup>2</sup>；并拟在 DSA 室 2 内新增使用 1 台数字减影血管造影装置，型号为待定，其额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，出束方向由下向上，属于 II 类射线装置。本项目 DSA 主要由各科室医生实施介入手术和拍片检查，年诊疗病例预计 200 例，年累计最大出束时间约 779.5h（其中透视 766.7h、拍片 12.8h）。

### 二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2024 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 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

医院位于四川省自贡市贡井区筱溪街胜利巷 156 号，医院外环境比较单一，主要为城居环境，交通便捷，有利于医院和外界联系。项目选址城市基础配套设施完善，给排水等市政管网完善，电力电缆等埋设齐全，为项目建设提供良好条件。

本项目仅为医院配套建设项目，改建的 DSA 室 2 为专门的辐射工作场所，建成后有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

#### 四、工程所在地区环境质量现状

根据四川同佳检测有限责任公司的监测报告，本项目所在区域 X- $\gamma$ 辐射剂量率为 75~89nGy/h，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》中四川省环境电离辐射水平（61.9~151.8nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

#### 五、环境影响评价分析结论

##### （一）施工期环境影响分析

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

##### （二）营运期环境影响分析

本项目投入运营后，DSA 室 2 内主刀医生最大有效剂量为 2.26mSv/a，DSA 室 2 内助手医生最大有效剂量为 3.28mSv/a，在控制室内技师最大有效剂量为 4.22E-04mSv/a，护士最大有效剂量为 1.01E-04mSv/a，手术室周围的公众最大有效剂量为 3.38E-04mSv/a。DSA 投入运营后，产生的 X 射线经墙体、门窗屏蔽、距离衰减后，对 DSA 室 2 外公众影响更小。

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

#### 六、事故风险与防范

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

#### 七、环保设施与保护目标

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

#### 八、医院辐射安全管理的综合能力

经过医院的不断完善，医院安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，医技人员配置合理，考试（核）合格，持证上岗，有应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。

#### 九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治

措施后，本评价认为项目在四川省自贡市贡井区筱溪街胜利巷 156 号自贡市第三人民医院住院楼西南侧院内空地建设，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

## 建议和承诺

### 一、要求

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。

2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。

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

4、本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时向四川省生态环境厅重新申领《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3个月内完成本项目自主验收。

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

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

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