

核技术利用建设项目

新增移动式C型臂X射线机（DSA）

项目环境影响报告表

（公示本）

什邡市中医医院

二〇二一年一月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

新增移动式 C 型臂 X 射线机（DSA）

项目环境影响报告表

建设单位：什邡市中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）：孙宏

通讯地址：什邡市西顺城街 207 号

邮政编码：618000

联系人：陈杰

电子邮件：/

联系电话：13881059611

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）.....	15
表 6	评价依据.....	16
表 7	保护目标与评价标准.....	18
表 8	环境质量和辐射现状.....	21
表 9	项目工程分析与源项.....	24
表 10	辐射安全与防护.....	29
表 11	环境影响分析.....	37
表 12	辐射安全管理.....	52
表 13	结论与建议.....	59
表 14	审批.....	65

附表：附表 1 建设项目环评审批基础信息表。

附件：

- 附件 1 环评委托书；
- 附件 2 辐射安全许可证；
- 附件 3 成立辐射安全与环境保护管理小组的通知文件；
- 附件 4 本项目所在位置现状监测报告；
- 附件 5 最近连续四个季度辐射工作人员个人剂量监测报告；
- 附件 6 无辐射安全事故说明；

附图：

- 附图 1 本项目地理位置图；
- 附图 2 本项目外环境关系图；
- 附图 3 医院总平面布置图；
- 附图 4 七层平面布置图；
- 附图 5 楼顶平面布置图；
- 附图 6 六层平面布置图；
- 附图 7 本项目机房剖面示意图；
- 附图 8 本项目人流、物流图；
- 附图 9 本项目两区划分图；
- 附图 10-1 本项目手术部送风管平面图；
- 附图 10-2 本项目手术部回风管平面图。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增移动式 C 型臂 X 射线机 (DSA) 项目				
建设单位		什邡市中医医院				
法人代表	孙*	联系人	陈*	联系电话	138*****	
注册地址		什邡市西顺城街 207 号				
项目建设地点		什邡市西顺城街 207 号什邡市中医医院住院部大楼七楼				
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 ²)	约 70
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	/			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
		<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>项目概述</p> <p>一、建设单位情况</p> <p>什邡市中医医院成立于 1952 年 6 月，是一所具有将近 70 年办院历史的国家二级甲等综合医院。位于四川省德阳市什邡市西顺城街 207 号，西顺城街东北，亭江西路西北侧，经纬度 (E104.1644619, N31.12622023)，编制床位 400 张，实际开放床位 300 张医院现有占地 18666 平方米，建筑面积 25800 平方米。</p> <p>医院现有职工 343 人，其中专业技术人员 301 人，高、中级职称占比 26%。医院</p>						

科室设置齐全。目前拥有省级重点专科 1 个，省级在建重点专科 2 个，德阳市级重点专科 3 个，德阳市级在建重点专科 2 个。共有四川省名中医 1 名，德阳市名中医 5 名、德阳市学术技术带头人 1 名，德阳市学术技术带头人后备人才 1 名，什邡市名医 2 名。

目前，什邡市中医医院已取得德阳市生态环境局核发的《辐射安全许可证》（川环辐证【24089】号），许可种类和范围为：使用 III 类射线装置，有效期至 2024 年 10 月 20 日。

（一）任务由来

随着医院的发展，现有医疗设备远远不能满足临床新技术新项目及教学科研工作的需要。为了改善医院医疗设备条件，提高诊断水平，心血管、神经及外周等各种疾病的介入治疗水平，医院拟在住院部大楼七楼手术间（5），新增使用 1 台移动式 C 型臂 X 射线机（简称“DSA”），属于 II 类射线装置。手术间（5）为医院原预留放射机房，手术间（5）净空面积为 34.13m²（长 6.50m、宽 5.25m），手术室实体防护情况为：四周墙体为钢架龙骨+2mm 铅当量铅板，墙面采用 50mm 厚玻美彩钢板；顶面采用 160mm 混凝土+50mm 厚玻美彩钢板吊顶（2mm 铅当量）；地面采用 160mm 混凝土+PVC 胶地板（2mm 铅当量）；观察窗（2 扇）为 2mm 铅当量铅玻璃，防护铅门（3 扇）均为 2mm 铅当量铅门。

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》（国务院令第 449 号）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等（原国家环保部令第 18 号）规定和要求，本项目需进行环境影响评价。根据国家《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部 部令 第 16 号），第五十五项 172 条核技术利用建设项目中使用 II 类射线装置的规定，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），本项目应报德阳市生态环境局审批。因此，什邡市中医医院委托四川省中栎环保科技有限公司编制本项目环境影响报告表（委托书见附件 1）。

四川省中栎环保科技有限公司接受环境报告表编制工作的委托后，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，就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估，提出了合理可行的对策和建议。

（二）本项目建设内容

1、工程概况

项目名称：新增移动式 C 型臂 X 射线机（DSA）项目

建设单位：什邡市中医医院

建设性质：改建

建设地点：什邡市西顺城街 207 号什邡市中医医院住院部大楼七楼

2、工程建设内容及规模

本次具体建设内容及规模为：什邡市中医医院拟在手术间（5）内使用 1 台 Ziehm Vision R 型移动式 C 型臂 X 射线机(DSA),属于 II 类射线装置。其额定管电压为 120kV, 额定管电流为 200mA。年诊疗病例约 600 例（其中介入手术约 300 例），年曝光时间累计约 86h（拍片 1h，透视 85h），单台手术最长出束时间为 15min，曝光方向由下至上、由上至下、由北至南、由南至北四个方向。主要用于骨伤科手术定位、介入治疗等。

手术间（5）净空面积为 34.13m²（长 6.50m、宽 5.25m）。手术室实体防护情况为：四周墙体为钢架龙骨+2mm 铅当量铅板，墙面采用 50mm 厚玻美彩钢板；顶面采用 160mm 混凝土+50mm 厚玻美彩钢板吊顶（2mm 铅当量）；地面采用 160mm 混凝土+PVC 胶地板（2mm 铅当量）；观察窗（2 扇）为 2mm 铅当量铅玻璃，防护铅门（3 扇）均为 2mm 铅当量铅门。手术间（5）西面是 1 间 X 操作间（17m²）、1 间应急消毒室（9.3m²）；东面是 1 间储存室(14.0m²)、1 间洁净消毒间(8.9m²)；北面为洁净走廊；南面为污物走廊；上层为楼顶；下层为病房。项目组成及主要环境问题见表 1-1。

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	
		施工期	营运期

主体工程	<p>手术间（5）净空面积为34.13m²（长6.50m、宽5.25m）。四周墙体为钢架龙骨+2mm 铅当量铅板，墙面采用50mm 厚玻美彩钢板；顶面采用160mm 混凝土+50mm 厚玻美彩钢板吊顶（2mm 铅当量）；地面采用160mm 混凝土+PVC 胶地板（2mm 铅当量）；；观察窗（2扇）为2mm 铅当量铅玻璃，防护铅门（3扇）均为2mm 铅当量铅门。</p> <p>DSA 额定管电压为120kV，额定管电流为200mA，年最大曝光时间约86h，其中透视85h，拍片1h。</p>	噪声、扬尘、 废水、废气、 固体废物	X 射线、 臭氧、 噪声、 医疗废物
辅助用房	X 操作间、应急消毒室、储存室、洁净消毒间		生活垃圾、 生活污水
公用工程	污物走廊、清洁走廊		—
	市政水网、市政电网、配电系统		—
办公及生活设施	办公室、卫生间、更衣间等	—	生活垃圾、 生活污水
环保工程	<p>废水处理依托医院已有污水管道和污水处理站，医疗废物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；，办公、生活垃圾依托医院已有收集系统进行回收处理；施工期设备安装期间的垃圾经过分类收集，能回收部分由施工单位回收，不能回收部分，由施工单位集中收集，运送到指定的垃圾堆放场处理；</p>	—	废水、固体 废物

依托情况介绍：

本项目施工内容是将原预留放射机房手术间（5）内，新安装 1 台 Ziehm Vision R 型移动式 C 型臂 X 射线机（DSA）。并新增其铅悬挂防护屏、铅防护帘等辅助防护设施。

1、废水：本项目**施工期**生活污水依托既有污水管网收集排入医院污水处理站处理预处理后，再通过城市综合污水管网进入配套污水处理厂进行再次处理。本项目**运营期**手术间（5）辐射工作人员为调配医院已有工作人员，不会新增生活污水，新增介入治疗的病患及家属产生生活污水量较小，依托既有污水处理站预处理，再通过城市综合污水管网进入配套污水处理厂进行再次处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标排放，不会对水环境产生明显影响。

2、固体废物：**施工期**生活垃圾依托医院既有生活垃圾收集设施收集后由市政环卫统一清运；设备及辅助防护设施安装期间的垃圾经过分类收集，能回收部分由施工单位回收，不能回收部分，由施工单位集中收集，运送到指定的垃圾堆放场处理。**运营期**产生的医疗废物依托医院既有医废暂存间暂存，最终由有资质的单位收运处理；生活垃圾依托医院既有生活垃圾收集设施收集后由市政环卫统一清运。

3、办公生活设施：本项目辐射工作人员办公生活依托住院部大楼七楼办公区域内的办公室、更衣间、卫生间等。

（三）项目辐射安全与防护设计方案

根据建设单位提供的设计图纸可知，本项目 DSA 机房面积及屏蔽体材料如下：

手术间（5）净空面积为34.13m²（长6.50m、宽5.25m）。手术室实体防护情况为：四周墙体为钢架龙骨+2mm铅当量铅板，墙面采用50mm厚玻美彩钢板；顶面采用160mm混凝土+50mm厚玻美彩钢板吊顶（2mm铅当量）；地面采用160mm混凝土+PVC胶地板（2mm铅当量）；观察窗（2扇）为2mm铅当量铅玻璃，防护铅门（3扇）均为2mm铅当量铅门。手术间（5）西面是1间操作间（17m²）、1间应急消毒室（9.3m²）；东面是1间储存室(14.0m²)、1间洁净消毒间(8.9m²)；北面为洁净走廊；南面为污物走廊；上层为楼顶；下层为病房。

（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	碘帕醇
能源	煤（T）	—	—	—
	电(kW·h)	1000kW·h	市政电网	—
	气(NM ³)	—	—	—
水量	地表水	400m ³	市政水网	—
	地下水	—	—	—

本项目拟使用造影剂为碘帕醇注射液，规格为 100mL/瓶，平均每台介入手术使用 2 瓶，每年约 300 台介入手术，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）本项目设备装置及使用情况一览表

本项目射线装置相关参数情况见表 1-3。

表 1-3 本项目射线装置参数表

装置名称	型号	生产厂家	设备参数	管理类别	年总出束时间	出束方向	使用场所	备注
移动式	Ziehm	奇目	120kV	II类	年总曝光时间约 86h,	由下往上	手术间	新增

C型臂 X 射线机	Vision R	医疗	200mA		其中透视约 85h、拍片 约 1h。	由上往下 由南至北 由北至南	(5)	
--------------	-------------	----	-------	--	-----------------------	----------------------	-----	--

表 1-4 各科室介入手术工作量分配

用途	年手术数量	平均每人手术曝光时间		年曝光时间		
		拍片(min)	透视(min)	拍片(h)	透视(h)	小计(h)
介入手术	300	0.1	15.0	0.5	75.0	75.5
普通骨科定位	300	0.1	2.0	0.5	10.0	10.5
合计	600	0.2	17.0	1.0	85.0	86.0

(五) 工作人员配置情况

劳动定员：本项目 DSA 拟配置 11 名工作人员（包含 6 名工作人员已参加辐射工作人员培训），其中手术医生 7 名，技师 2 名，护士 2 名。上述辐射工作人员均为医院既有辐射工作人员。

表 1-5 工作人员配置情况

序号	所属科室	装置名称	医师人数	技师人数	护士
1	外科	本次新增 DSA	2	2	2
2	手麻科		1		
3	骨伤科		2		
4	肿瘤科		1		
5	内科		1		

工作制度：本项目工作人员每年工作300天，每天工作8h。

医院应严格执行辐射工作人员培训制度，组织辐射工作人员及相关管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护平台（<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。

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、外环境及总图布置合理性分析

(一) 项目选址合理性

本次新增移动式C型臂X射线机(DSA)项目位于什邡市中医医院已建住院部大楼七楼预留机房手术间(5)。本项目仅为其配套建设项目,不新增用地,且本项目涉及的手术间(5)为专门辐射工作场所,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辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的剂量限值要求,同时满足报告表确定的剂量管理约束值的要求,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

什邡市中医医院位于什邡市西顺城街207号。

根据现场踏勘,医院四周主要外环境关系如下:

医院北侧:距医院厂界约5m为什邡市食品药品监督管理局小区及什邡市住房和保障办公室,约3m处为什邡市人民医院家属区,45m处为亭江西路;

医院东北侧:约15m为人才公寓;

医院东侧:距医院厂界外为西顺城街;距道路对侧为临街商铺;

医院南侧:距医院厂界约3-5m为什邡市人民医院家属区;

医院西侧:距医院厂界约3m为什邡市食品药品监督管理局小区及什邡市住房和保障办公室小区。

医院西南侧:距医院厂界约10m处为亭江西路社区

医院四周交通方便,有利于医院和外界的联系。项目选址城市基础配套设施完善,给排水等市政管网完善,电力、电缆等埋设齐全,为项目建设提供良好条件。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,医院外环境关系及平面布置图见附图2。

(三) 本项目外环境及布局合理性分析

本项目手术间(5)位于医院住院部大楼七楼,该大楼地上最高7层,地下无建筑。以机房四周墙体为边界,外环境情况为:北面距厂界约13m范围内依次为洁净走廊、洁净手术室及污物走廊,13~50m为院外为什邡市食品药品监督管理局小区、什邡市住房和保障办公室及亭江西路;西面50m范围内依次为X操作间、应急消毒室、手术室、药品器械存放室、过道、复苏室、护士办公室、更衣室等;南面50m范围内依次为污物走廊、住院部大楼外停车场,38~50m为制剂楼等;东面距厂界约40m范

围内依次为储存室、洁净消毒间、污物走廊、楼梯、住院部大楼外部道路及食堂等，40~50m 为院外为什邡市人民医院家属区。本项目平面布置图见附图 4。

本项目医护人员从医务人员进出辐射工作场所，医生用房独立成区，病人在陪护人员陪同下从手术室病人入口专用通道进出手术间（5），病人、医生互不交叉。手术过程中产生的医疗废物经过打包后通过污物走廊运出。本项目医生、患者、污物路径示意图见附图 8。综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人员集中活动区域，并同时兼顾了病员就诊的方便性，所以总平面布置是合理的。

（四）医院本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

本项目新增的生活垃圾和生活污水依托医院已有环保设施处理。生活污水经污水管网收集排入医院污水处理站处理；生活垃圾经垃圾桶收集后暂存于医院内生活垃圾收集房，交由市政环卫部门进行清运；医疗废物经分类收集，进行消毒、袋装、标识后，送至危险废物暂存间打包暂存，定期交由资质单位处理；医疗废水依托既有污水处理站预处理，污水处理系统设立化粪池、调节池、曝气池、沉淀池、和接触消毒池，污水经污水管道收集进入化粪池，水解酸化分解后提升至调节池污水匀质后进入曝气池进行生化处理，随后进入沉淀池，沉淀水体中悬浮物上清液流入到接触消毒池进行 ≥ 1.5 小时的接触消毒，再通过城市综合污水管网进入配套污水处理厂进行再次处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标排放。

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

什邡市中医医院现已取得辐射安全许可证，编号为“川环辐证【24089】号”，许可种类和范围为“使用Ⅲ类射线装置”，有效期至：2024 年 10 月 20 日。具体情况见表 1-6。

表 1-6 医院已获许可使用的医用射线装置

序号	工作场所	射线装置名称	型号	类别	数量 (台)	备注
1	门诊二楼 DR 室	医用 X 射线机	DRX500	Ⅲ类	1	已上证、 在用
2	门诊一楼 CT 室	CT	SOMATOM Spirit	Ⅲ类	1	
3	门诊五楼口腔科	口腔 X 射线机	CS 8100	Ⅲ类	1	

4	门诊一楼	碎石机	JDPN-VC2	Ⅲ类	1
5	门诊一楼 CT 室 2	CT	NeuViz64In	Ⅲ类	1

什邡市中医医院现有 III 类医用射线装置共计 5 台，均登记上证并在用。

（二）是否发生过辐射安全事故

据了解，医院自取得《辐射安全许可证》以来，未发生过辐射安全事故，具体情况见附件6。

（三）辐射工作人员培训情况

什邡市中医医院现有辐射工作人员需参加辐射安全与防护培训班学习和考核。医院目前有25名辐射工作人员，其中16人参加了辐射安全与防护培训班的学习并取得了《辐射安全培训合格证》。本项目辐射工作人员拟设11人需取得辐射安全与防护培训合格证书。其中6人参加了辐射安全与防护培训班的学习并取得了《辐射安全培训合格证》，本项目新增辐射工作人员计划在2021年内完成网上学习及考试，本项目已取证人员的证书编号详见表1-7。

表1-7 本项目辐射工作人员培训情况统计表

姓名	培训时间	培训类别	证书编号	培训计划
邹汉雄	2019年8月	辐射安全与防护培训	CH042172	到期后网上学习考核
华兵	2019年8月	辐射安全与防护培训	CH042168	到期后网上学习考核
陈爽	2019年8月	辐射安全与防护培训	CH042169	到期后网上学习考核
王嫚	2019年8月	辐射安全与防护培训	CH042170	到期后网上学习考核
朱树叶	2018年4月	辐射安全与防护培训	CH028874	到期后网上学习考核
陈晓霞	2019年8月	辐射安全与防护培训	CH042173	到期后网上学习考核

医院要严格执行辐射工作人员培训制度，将未进行辐射学习以及新增的辐射工作人员纳入医院的学习计划中。培训合格成绩单的有效期为5年，有效期届满应参加复训并考核。

（四）开展辐射监测的情况

1、个人剂量检测

医院所有辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度对个人剂量进行检测，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令18号）要求建立个人剂量档案，医院有专人负责个人剂量管理工作。

什邡市中医医院委托四川世阳卫生技术服务有限公司对该院个人剂量进行检测。

医院提供了近四个季度个人剂量检测报告，检测结果见附件5，结果表明未出现季度个人剂量超过1.25mSv 和年剂量超过5.0mSv 的情况，本项目辐射工作人员统计结果见表1-8。

表1-8 本项目辐射工作人员个人剂量统计表

姓名	性别	监测结果					备注
		2019年四 季度	2020年一 季度	2020年二 季度	2020年三 季度	合计	
华兵	男	0.04	0.02	0.04	0.03	0.13	/
朱树叶	男	0.04	0.02	0.04	0.04	0.14	/
朱建	男	0.05	0.01	0.03	0.03	0.12	/
邹汉雄	男	0.03	0.02	0.02	0.01	0.08	/
陈晓霞	男	0.03	0.01	0.03	0.03	0.10	/
王荣崧	男	0.04	0.01	0.01	0.04	0.01	/
陈爽	女	0.02	0.01	0.03	0.03	0.09	/
郭翔	男	0.03	0.03	0.09	0.06	0.21	/
易林	男	0.04	0.03	0.08	0.06	0.21	/
王嫚	女	0.04	0.03	0.04	0.03	0.14	/
赵兵	男	/	0.02	0.03	0.04	0.09	/

结果表明：医院按要求对辐射工作人员进行个人剂量检测，在最近连续 4 个季度的个人剂量统计表中，辐射工作人员连续 4 个季度最大个人剂量之和为 0.21mSv，且无单季度超过 1.25mSv 的情况。

2、工作场所辐射水平监测

根据原环保部 18 号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，什邡市中医医院委托有资质的单位对辐射工作场所进行监测。什邡市中医医院委托四川世阳卫生技术服务有限公司开展了 2020 年年度辐射环境现状监测，主要对放射诊疗工作场所进行放射防护和辐射环境现状进行了布点监测。在监测结果中，未发现屏蔽体外 0.3m 处超过 2.5μSv/h 的情况。

（五）年度评估报告

医院已于 2020 年 1 月 31 日之前，在全国核技术利用辐射安全申报系统（rr.mee.gov.cn）中提交 2019 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，对 2019 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。

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
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—

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	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
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA)/剂量率 (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	移动式 C 型臂 X 射线机 (DSA)	II 类	1	Ziehm Vision R	120	200	介入治疗、骨伤科手术定位	住院部大楼七楼手术间 (5)	拟购
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

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

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

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

表 6 评价依据

<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) 《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>(5) 《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，2005 年 8 月 31 日国务院第 104 次常务会议通过，自 2005 年 12 月 1 日起施行，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订；</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日实施；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部 部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局第 31 号令，2017 年 12 月 20 日，原环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日发布）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(10) 《射线装置分类办法》，环境保护部公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月起实施；</p> <p>(11) 《关于建立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>(12) 《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，原环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162 号；</p> <p>(14) 《中华人民共和国生态环境部公告》（2019 年第 57 号）。</p>
-------------	---

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》(GB/T14583-93);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001);</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);</p> <p>(7) 《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017);</p> <p>(8) 《放射工作人员健康要求》(GBZ 98—2017);</p> <p>(9) 《室内空气质量标准》(GB/T18883-2002)。</p>
其他	<p>(1) 环评委托书;</p> <p>(2) 《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>(3) 《电离辐射剂量学》(第三版, 中国原子能出版社, 2014);</p> <p>(4) 院方提供的工程设计图纸及相关技术参数资料;</p> <p>(5) 《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>(6) 《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>(7) 《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>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目医用射线装置的特点和应用内容，按照《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2006）要求，参照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）对射线装置应用的辐射监测技术要求，确定辐射环境影响评价的范围：以辐射工作场所建筑实体为边界，50m内区域作为评价范围。

保护目标

由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此在进行预测时选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 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	与辐射源距离(m)	人流量(人/d)	照射类型	剂量约束值(mSv/a)
手术间(5)	手术间(5)内医生	约 0.5	9	职业	5.0
	手术间(5)内护士	约 1.0	2	职业	5.0
	西侧 X 操作间技师	约 4.0	6	职业	5.0
	西侧应急消毒室人员	约 4.0	10	公众	0.1
	西侧手术室、药品器械存放室、过道、复苏室、护士办公室、更衣室等其他人员	约 7.8-50	20	公众	0.1
	东侧储存室、洁净消毒室人员	约 4.0	5	公众	0.1
	东侧污物走廊、楼梯、医院内部道路食堂等其他人员	约 7.6-40	200	公众	0.1
	东侧什邡市人民医院家属区居民	约 40-50	50	公众	0.1
	北侧洁净走廊人员	约 3.4	10	公众	0.1
	北侧洁净手术室、污物走廊人员	约 5.6-13	10	公众	0.1
	北侧什邡市食品药品监督管理局小区、什邡市住房和保障办公室居民及亭江西路过路人员	约 13-50	200	公众	0.1
	南侧污物走廊人员	约 3.3	2	公众	0.1
	南侧院内停车场、制剂楼人员	约 6.5-50	200	公众	0.1
下方病房医务人员、患者及陪同人员	约 3	100	公众	0.1	

评价标准

1、环境质量标准

环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；

声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类标准。

2、污染物排放标准

废气执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中二级标准；

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；

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

固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场所污染控制标准》（GB18599-2001）及2013年修改单相关要求；危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及2013年修改单相关要求。

3、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）。

（1）剂量限值

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4.3.3.1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。

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。

（2）剂量约束值

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

4、放射工作场所边界周围剂量率控制水平

放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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、本项目地理位置

什邡市中医医院位于什邡市西顺城街 207 号，本项目 DSA 位于住院部大楼七楼。项目拟建场所现状如下图所示：



拟建场所现状

二、现状监测及评价

1、环境现状评价对象及监测因子

本项目主要的污染因子为 X 射线，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域 X- γ 辐射剂量率进行了监测评价。

2、监测方法及仪器

为掌握项目所在地的辐射环境现状，四川省中栎环保科技有限公司委托四川同佳检测有限责任公司于 2021 年 01 月 06 日对本次评价的辐射工作场所进行了现场监测，其监测项目、分析方法及来源见表 8-1。监测报告见附件 4。

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

项目	监测方法	方法来源	检出限	备注
X-γ 辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》	GB/T14583-93	0.01 μSv/h	/
	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》	HJ/T61-2001		

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				
X-γ辐射剂量率	名称: 加压电离室 巡测仪 型号: 451P-DE-SI 编号: TJHJ2012-1	①能量范围: 20KeV~2MeV				校准单位: 中国测试技术研究 院 校准字号: 202003000694 校准日期: 2020年3月5日 校准字号: 202003001110 校准日期: 2020年3月9日		
		②测量范围:(0.01-500) μSv/h						
		③校准因子:						
		K=	X 射线 (kV)	γ 射线 (μSv/h)			天气: 多云 温度: 5.2℃ 湿度: 76%	
			1.03	N-60	1.03			≤8.85
			1.01	N-80	1.00			≤41.75
			1.11	N-100	1.07			≤212.5
1.15	N-120		-	-				
1.22	N-150	-	-					

3、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校准合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经培训，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。

四川同佳检测有限责任公司有限公司质量管理体系：

(1) 计量认证

从事监测的单位四川同佳检测有限责任公司有限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：162312050547）。

(2) 仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

(3) 记录与报告

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

4、环境现状监测与评价

本次监测在项目手术间（5）四周及手术室下层处布设了监测点位，以了解项目区 X- γ 辐射剂量率背景。具体监测点位布设和监测结果如下所述：

具体监测结果如下所述：

表 8-3 拟建辐射工作场所及周围环境 γ 辐射剂量率 单位： $\mu\text{Sv/h}$

编号	γ 辐射剂量率		监测位置
	监测值	标准差	
1	0.08	0.016	拟建 DSA 机房内
2	0.09	0.013	西南侧拟建控制室内
3	0.10	0.016	西北侧过道处
4	0.10	0.023	东北侧处置间（3）
5	0.10	0.019	东南侧无误通道处
6	0.12	0.011	楼下针灸科、脑病科 10 病室距地面 1.5m

根据监测报告数据，项目所在区域的 X- γ 辐射剂量率背景值为 0.08~0.12 $\mu\text{Sv/h}$ ，在普通生活环境状态下，辐射环境权重因子按 1 进行考虑，则 X- γ 辐射剂量率背景值为 80nGy/h~120nGy/h，与《四川省生态环境状况公报 2019 年》中全省 29 个电离辐射环境监测自动站测得的 γ 辐射空气吸收剂量率（小时均值）76.8nGy/h~163nGy/h 处在同一水平，与 21 个市（州）累积剂量率 54.5nGy/h~131nGy/h 处在同一水平，处于当地天然本底涨落范围内。

三、小结

本项目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。

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

1、土建、装修施工的工艺分析

什邡市中医医院拟在医院住院部大楼七楼新增放射介入室及配套用房。本项目大楼主体已修建完毕，拟在手术间（5）内使用 1 台 DSA，属于 II 类射线装置。

施工期工艺流程及污染物产生环节见图 9-1。

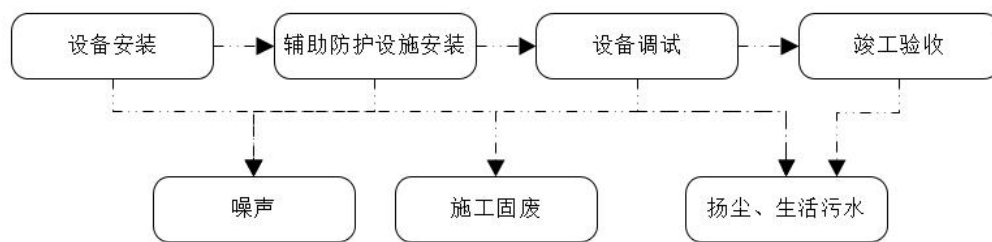


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

本项目 DSA 的安装和调试均由生产厂家专业进行操作，在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在铅房防护门外设立辐射警示标志，禁止无关人员靠近。

设备及辅助设施分别由厂家生产、运输，在建设单位进行组装，在组装制作期间会产生少量固体废物、噪声和少量生活污水。固体废物可回收处理部分由厂家安装工人回收处理，不能回收部分，由施工单位集中收集，运送到指定的垃圾堆放场处理；设备及辅助防护设施安装时间较短，对周围环境影响较小；项目产生的生活污水直接通过医院依托医院已有污水管道和污水处理站处理后进入当地污水处理厂处理，不会对周围环境造成影响。

2、设备安装调试期间的工艺分析

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

（一）DSA 治疗工艺分析

1、设备组成及工作原理

DSA 是影像增强器技术、电视技术和计算机科学技术相结合的产物，是应用最多的数字化 X 射线透视设备。DSA 主要由带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图像处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机和多幅照相机组成。

DSA(数字减影血管造影装置)是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得知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 在进行曝光时分为两种情况，对应的治疗流程及产污图见图 9-2：

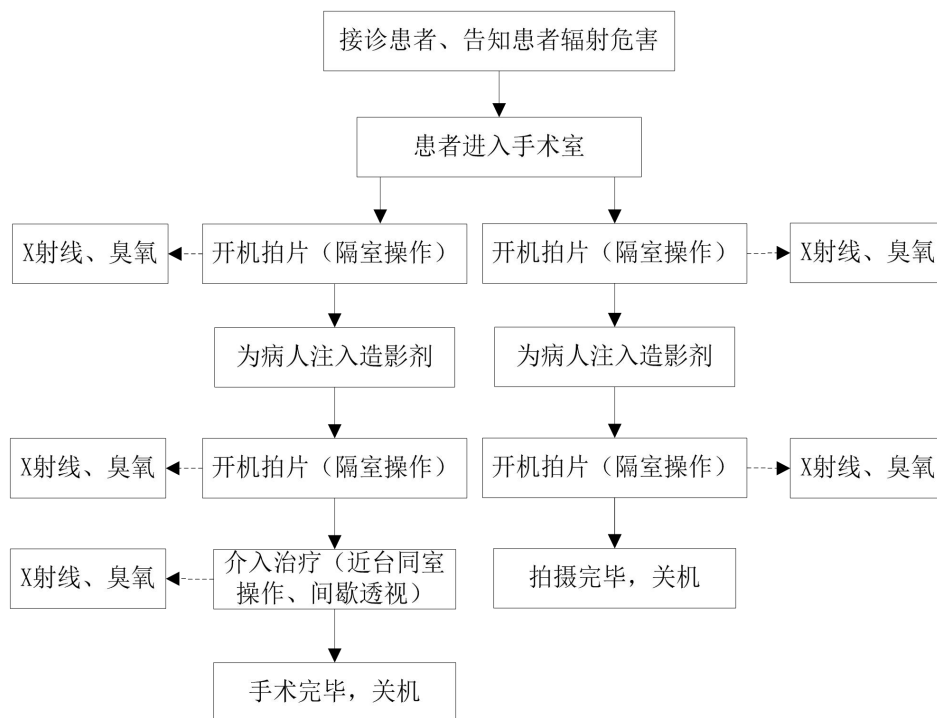


图 9-2 DSA 检查与治疗流程及产污环节示意图

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

3、通排风系统介绍

医院住院大楼七楼洁净手术部均采用新风系统进行换气，其中本项目手术间（5）采用一个一拖一专用净化空调系统（新风系统）进行排换气，产生的臭氧由排风管道导至住院部大楼楼顶排放，排放口高度约25米。手术室通排风图见附图10-1、附图10-2。

4、产污环节

本项目使用 1 台移动式 C 型臂 X 射线机（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。

5、本项目人流物流图

本项目病人通道、医护通道、污物通道分开布置，互不交叉影响，候诊病人及医护人员从手术部洁净走廊进入 DSA 手术间（5），污物通道独立设置。本项目人流、物流图见附图8。

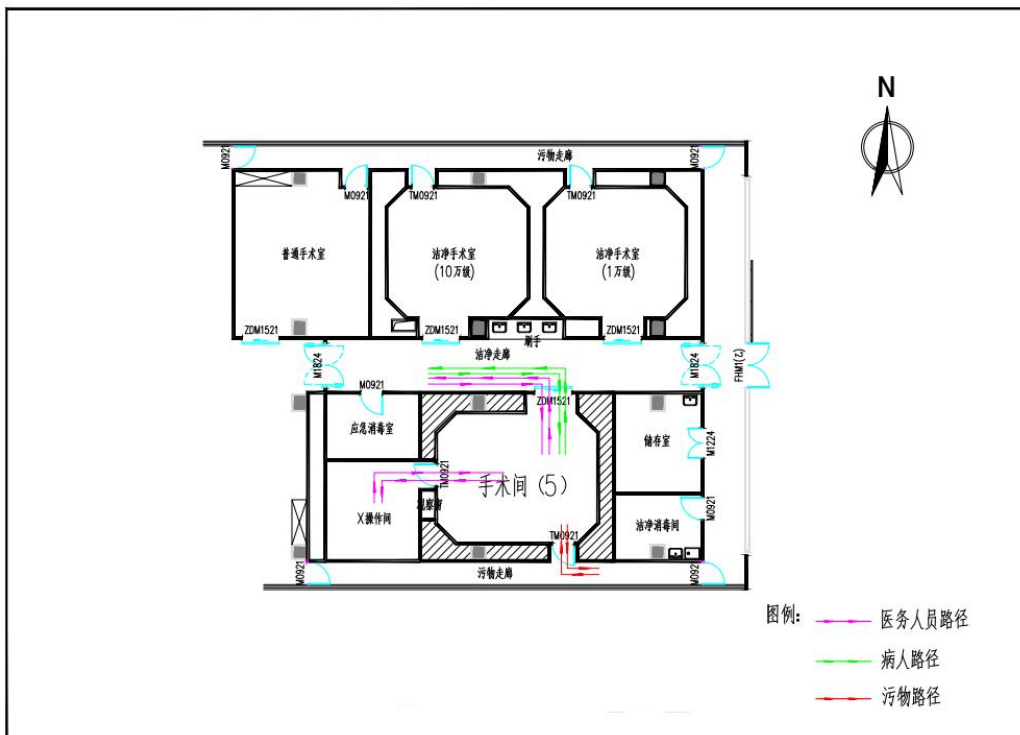


图 9-3 本项目 DSA 人流、物流图

6、主要污染物

(1) 电离辐射

DSA 在开机状态下主要辐射为 X 射线，不开机状态不产生 X 射线。

(2) 废气

DSA 在曝光过程中臭氧产生量很小，经新风系统换气处理后，通过通排风管道引至住院大楼楼顶排放，对环境影响较小。

(3) 噪声

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

(4) 废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水，依托既有污水处理站预处理，污水处理系统设立化粪池、调节池、曝气池、沉淀池、和接触消毒池，污水经污水管道收集进入化粪池，水解酸化分解后提升至调节池污水匀质后进入曝气池进行生化处理，随后进入沉淀池，沉淀水体中悬浮物上清液流入到接

触消毒池进行 ≥ 1.5 小时的接触消毒，再通过城市综合污水管网进入配套污水处理厂进行再次处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标排放。

（5）固体废物

①本项目 DSA 采用数字成像，不打印胶片，因此不会有废胶片产生。

②手术时产生一定量的医用器具和药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医用辅料及手术垃圾，按每台手术产生约 1kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 600kg。这些医疗废物经分类收集，进行消毒、袋装、标识后，送至危险废物暂存间打包暂存，定期交由资质单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，生活垃圾经垃圾桶收集后由市政环卫统一清运。

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。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、辐射工作场所平面布局和两区划分

1、项目平面布局合理性分析

本项目手术间（5）位于医院住院部大楼七楼，该大楼地上最高 7 层，地下无建筑。北面距厂界约 13m 范围内依次为洁净走廊、洁净手术室及污物走廊，13~50m 为院外为什邡市食品药品监督管理局小区、什邡市住房和保障办公室及亭江西路；西面 50m 范围内依次为 X 操作间、应急消毒室、手术室、药品器械存放室、过道、复苏室、护士办公室、更衣室等；南面 50m 范围内依次为污物走廊、住院部大楼外停车场，38~50m 为制剂楼等；东面距厂界约 40m 范围内依次为储存室、洁净消毒间、污物走廊、楼梯、住院部大楼外部道路及食堂等，40~50m 为院外为什邡市人民医院家属区。本项目平面布置图见附图 4。

本项目医护人员、病人通道、污物通道分开布置，互不交叉影响，候诊病人及医护人员从手术部洁净走廊进入 DSA 手术间（5），污物通道独立设置。因此，本评价认为本项目总平面布置是合理。

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。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。

结合项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将本项目手术间（5）划为控制区，而

应急消毒室、X 操作间、储存室、清洁区、洁净消毒间、洁净走廊及污物通道区域人员可达到的区域划为监督区。项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在附图上进行了标识。

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（手术间（5））	手术间（5）范围内	应急消毒室、X 操作间、储存室、清洁区、洁净消毒间、洁净走廊、污物通道

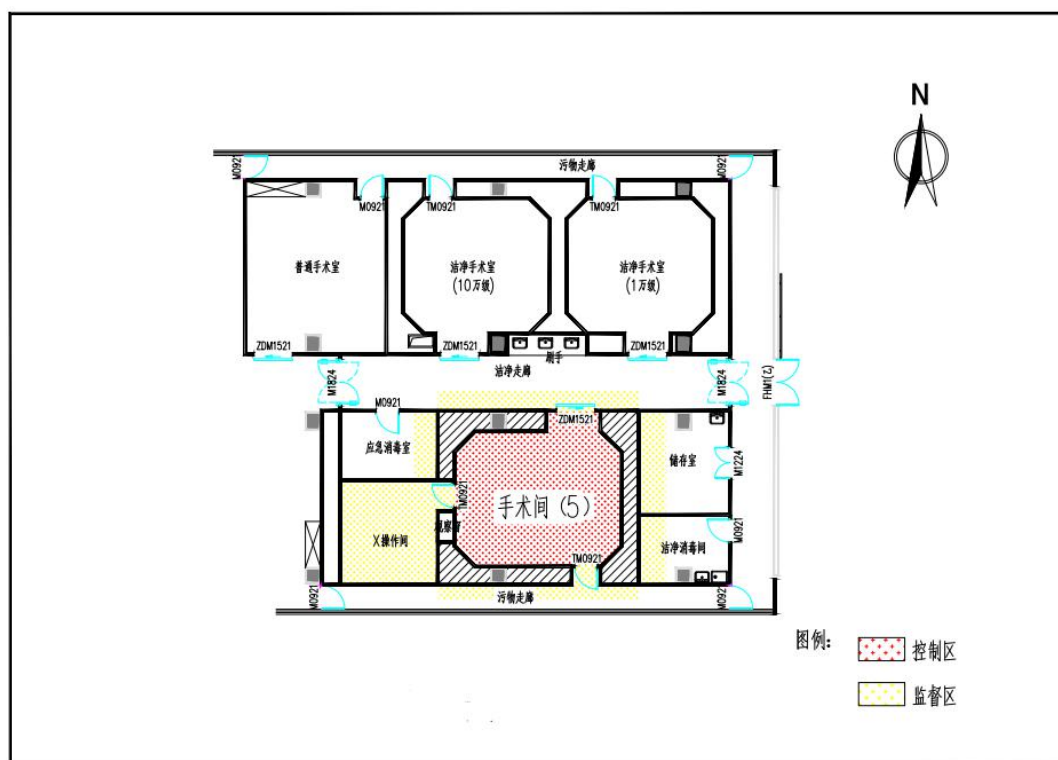


图 10-1 本项目两区划分示意图

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；

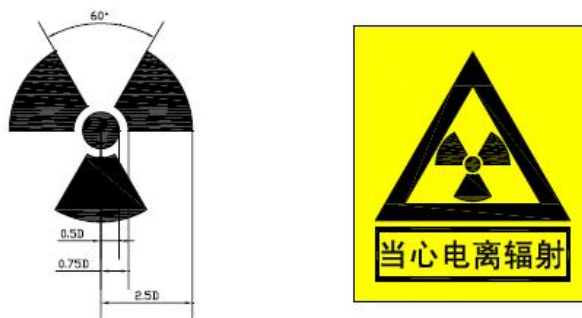


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志图

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（包括门锁）限制进出控制区；

④在更衣室备有个人防护用品、工作服和被污染防护衣具的贮存柜；

⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

4、监督区防护手段与安全措施

①以黄线警示监督区为边界；

②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；

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

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》（GB 18871-2002）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

（一）DSA 辐射辐射安全及防护措施

1、DSA 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，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应不同应用时所选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

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

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

⑤配备相应的表征剂量指示装置：配备能在线监测表征输出剂量的指示装置，例

如剂量面积乘积（DAP）仪等。

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

⑦正常情况下，必须按规定程序并确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和设备上均设置“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。

（二）辐射屏蔽措施

根据什邡市中医医院提供的防护设计资料，参照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），本项目机房与标准屏蔽措施对照情况见表10-2。

表 10-2 机房的实体防护设施对照表

机房	机房规格	结构及厚度				
		四周墙体	屏蔽门	观察窗	地面	顶部
手术间 (5)	最小净空面积34.12m ² , 最小单边长度5.25m	墙体为钢架龙骨+2mm铅当量铅板; 墙面采用50mm厚玻美彩钢板 (2mmPb)	2mm铅当量铅门 (2mmPb)	2mm铅当量铅玻璃 (2mmPb)	160mm混凝土+PVC胶地板 (2mmPb)	160mm混凝土+50mm厚玻美彩钢板吊顶 (2mmPb)
放射诊断 放射防护 要求	最小有效使用面积20m ² , 最小单边长度3.5m	2mm铅当量	2mm 铅当量	2mm 铅当量	2mm 铅当量	2mm 铅当量
备注	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求

上表中混凝土密度为 2.35g/cm³。混凝土的铅当量换算可根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 查询可知，本项目机房实体防护满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）屏蔽效能。

3、安全措施

①DSA 机房采取屏蔽措施。

②DSA 机房防护门外设有电离辐射警示标志和工作指示灯箱。

③配有铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜等防护措施。

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

⑤紧急止动装置：控制台上、手术床旁设置紧急止动按钮。DSA 系统的 X 射线系

统出束过程中，一旦出现异常，按下任意一个紧急止动按钮，均可停止 X 射线系统出束。

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

手术间（5）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。

③屏蔽防护

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

个人防护用品：辐射工作人员配备个人防护用品（铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套等），防护厚度为 0.5mm 铅当量。

辅助防护设施：配备铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等，防护厚度大于 0.25mm 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

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

(3) 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、放射性工作场所安防措施

为确保本项目所使用的 II 类射线装置的安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-3。

表 10-3 射线装置工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
DSA 工作场所	防盗和防破坏	①本项目 DSA 机房及附属设施纳入医院日常安保巡逻工作范围，并划为重点区域，加强巡视管理，以防遭到破坏； ②安排有专人进行管理和维护，并进行台账记录，一旦发生盗抢事件，立即关闭设备和防护门，并立即向公安机关报案； ③DSA 机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。 ④DSA 机房内配置了火灾报警系统及灭火器等。
	防泄漏	①本项目所使用的射线装置购置于正规厂家，泄漏辐射不会超过《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的约束值； ②本项目 DSA 机房均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房是不存在辐射泄漏的情况。

四、辐射安全防护设施对照分析

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）对 II 类医用射线装置的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-4：

表 10-4 本项目医用辐射安全防护设施对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	现有情况	应增加的措施
1	场所设施	操作位局部屏蔽防护设施	/	需配备
		观察窗屏蔽	设计中位于操作间与手术间（5）之间及铅门上均带有	设计中已有
		铅防护门	设计中已有 3 扇铅门	设计中已有
		通风设施	新风系统	依托住院部大楼通新风系统
		紧急停机按钮	设备自带	设计中已有

		门灯连锁	/	需配备
		对讲系统	/	需配备
		入口处电离辐射警告标志	/	已配备
		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 1 台
		个人剂量报警仪	/	需配备 3 台
		个人剂量计	/	需配备 11 套
3	防护器材	医护人员个人防护	/	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套
		患者防护	/	铅橡胶性腺防护围裙或方巾、铅橡胶颈套各 1 套

五、环保设施及投资分析

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）
手术间(5)	辐射屏蔽措施	铅防护门 3 扇（均为 2mm 铅当量）	**
		铅玻璃观察窗 4 扇，其中 3 扇为铅防护门自带（2mm 铅当量）	**
		手术间（5）墙体为钢架龙骨+2mm 铅当量铅板；墙面采用 50mm 厚玻美彩钢板（2mm 铅当量）	**
		屋顶采用 160mm 混凝土+50mm 厚玻美彩钢板吊顶（2mm 铅当量）	
		地面采用 160mm 混凝土+PVC 胶地板（2mm 铅当量）	
	安全装置	工作状态指示灯箱 1 个	**
		电离辐射警告标志 1 个	
		床下铅帘 1 副	**
		悬吊铅帘 1 副	
		门灯连锁装置 1 套	**
		紧急止动装置 1 套	
	对讲装置 1 套		
	监测仪器和个人防护用品	个人剂量计 11 个	利旧
		个人剂量报警仪 3 台	**
便携式辐射剂量监测仪 1 台		**	
铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套		**	
		铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙 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的生活污水及项目产生的医疗废水，生活污水经污水管网收集排入医院污水处理站处理；医疗废水经污水处理站预处理，污水处理系统设立化粪池、调节池、曝气池、沉淀池、和接触消毒池，污水经污水管道收集进入化粪池，水解酸化分解后提升至调节池污水匀质后进入曝气池进行生化处理，随后进入沉淀池，沉淀水体中悬浮物上清液流入到接触消毒池进行 ≥ 1.5 小时的接触消毒，再通过城市综合污水管网进入配套污水处理厂进行再次处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标排放。

2、废气

DSA 在曝光过程中臭氧产生量很小，经换新风系统换气处理后，通过通排风管道引至住院部大楼顶排放，排放口高度为 25m。经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（ $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ）要求。

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 1kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 600kg。这些医疗废物经分类收集，进行消毒、袋装、标识后，送至危险废物暂存间打包暂存，定期交由资质单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，生活垃圾经垃圾桶收集后，交由市政环卫部门进行清运。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。

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

本项目涉及的 DSA 在医院住院部大楼七楼预留机房手术间（5）内使用。本项目施工工程量主要为：新增铅悬挂防护屏、铅防护吊帘等辅助防护设施的安装，设备安装及调试。

本项目新增铅悬挂防护屏、铅防护吊帘等辅助防护设施的安装，设备安装及调试中各项污染防治措施，具体为：

扬尘的防治措施：本项目施工设备轻拿轻放、材料集中堆放等措施控制扬尘的产生；

废水防治措施：施工废水及生活污水依托医院既有污水处理站预处理，再通过城市综合污水管网进入配套污水处理厂进行再次处理排放；

废气防治措施：施工现场及时清理，通风换气等措施；

噪声防治措施：本项目施工在住院部大楼内进行，设施设备轻拿、轻放，选用低噪声设备，合理安排施工时间；

固废防治措施：生活垃圾依托医院既有生活垃圾收集设施收集后由市政环卫统一清运；装修和设备安装期间的垃圾经过分类收集，能回收部分由施工单位回收，不能回收部分，由施工单位集中收集，运送到指定的垃圾堆放场处理。

二、设备安装调试期间的环境影响分析

本项目设备安装、调试由设备厂家专业人员操作，同时加强辐射防护管理，严格限制无关人员靠近，防止辐射事故发生。由于设备的安装和调试均在手术间（5）内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

医院拟在住院部大楼七楼手术间(5)内使用 1 台移动式 C 型臂 X 射线机(DSA), 进行介入手术及骨伤科手术中定位, 本项目年工作负荷约 600 人次, 年曝光时间累计约 86h (透视 85h、拍片 1h)。

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, 为数字成像设备, 不使用显、定影液, 工作时不产生放射性废气、废水, 主要环境影响为工作时产生的 X 射线和臭氧。

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, 医生通过操作间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, 医生位于操作间内, 拍片过程产生的 X 射线经机房各屏蔽体屏蔽后, 对机房外(包括机房楼下)的公众和工作人员影响较小。

②脉冲透视过程

为更清楚了解病人情况, 在介入手术治疗时会有连续曝光, 并采用连续脉冲透视, 此时操作医师身着铅衣、戴铅眼镜等在机房内对病人进行直接手术操作。此阶段由于连续曝光, 且医生距离 X 射线束较近, X 射线对手术室内医生和护士产生影响较大, 是本次评价的重点。

本次采用预测分析的方法, 就 DSA 系统正常运行期间对辐射工作人员及公众的辐射影响进行分析评价。

(一) 本项目关注点的辐射环境影响分析

1、理论预测

本项目手术间(5)四周墙体为钢架龙骨+2mm 铅当量铅板, 墙面采用 50mm 厚玻美彩钢板; 顶部为 160mm 混凝土+50mm 厚玻美彩钢板吊顶; 地面为 160mm 混凝土+PVC 胶地板; 观察窗(4 扇, 其中 3 扇为防护铅门自带)均为 2mm 铅当量铅玻璃, 防护铅门(3 扇)均为 2mm 铅当量铅门。

额定电压 120kV, 额定电流 200mA; 拍片时 DSA 的常用管电压 60~90kV, 常用管电流为 100~200mA; 在 DSA 透视时常用管电压为 60-80kV, 常用管电流为 6~10mA。

本项目 DSA 投用后，手术过程中手术间（5）机房四周、上下的保护目标均受到 X 射线散射和漏射影响，南侧、北侧、顶部、地板同时受到散射、漏射和主射影响。手术室内的辐射工作人员受到散射和漏射的影响。根据电离辐射水平随着距离的增加而衰减的规律，距离手术间（5）最近关注点可以代表最大可能辐射有效剂量。

（1）主射线束方向保护目标的影响

①计算模式

因本项目 DSA 的 C 形臂可以旋转，故南、北侧、顶部、地板为主射方向，其他方向为漏射方向。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：

$$D_r = D_1 \cdot \mu \cdot \eta \cdot f \cdot T / r^2 \quad (\text{式 1})$$

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；

本项目 DSA 过滤板采用 0.1mmCu，根据图 4.4c，查得距靶 1m 处的照射量率为 $D_1=0.4R/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

参考李士骏编著的《电离辐射剂量学》第三版，R 取系数 8.73；

X：辐射空气吸收剂量率，单位 mGy/min；

R：距靶 1 米处的照射量率，单位 R/min·mA；

即得 1m 处的辐射剂量率： $D_1=34.92\text{mGy/min}$ ；

T—每年工作时间，5160min（含透视和拍片）；

μ —利用因子，主射方向；

η —对防护区的占用因子，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

查《辐射防护手册》（第一分册）图 10.5e 可得铅对 X 射线的减弱因子。将相关参数带入（式 1）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 11-1：

表 11-1 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)	屏蔽材料与厚度及等效铅当量 (mm)	1m 处空气吸收剂量率 (mGy/min)	减弱因子 (f)	利用因子 (μ)×占用因子 (η)	主射方向预测点年有效剂量 (mSv/a)
-----	------------	--------------------	-----------------------	----------	--------------------------------	----------------------

上方屋顶	3.0	160mm 混凝土+50mm 厚玻美彩钢吊顶 (2mm 铅当量)	34.92	4×10^{-6}	1/2	4.00×10^{-2}
下方病房	3.0	160mm 混凝土+PVC 胶地板 (2mm 铅当量)	34.92	4×10^{-6}	1/4	2.60×10^{-2}
南侧污物走廊	3.3	墙体为钢架龙骨+2mm 铅当量铅板, 墙面采用50mm 厚玻美彩钢(2mm 铅当量)	34.92	4×10^{-6}	1/8	8.27×10^{-3}
南侧院内停车场、制剂楼	6.5-50		34.92	4×10^{-6}	1/8	2.13×10^{-3}
北侧洁净走廊	3.4-13		34.92	4×10^{-6}	1/8	7.79×10^{-3}
北侧洁净手术室、污物走廊	5.6-13		34.92	4×10^{-6}	1/8	2.87×10^{-3}
北侧什邡市食品药品监督管理局小区居民及亭江西路过路人员	13.0		34.92	4×10^{-6}	1/8	7.79×10^{-3}

(2) 病人体表散射辐射剂量估算

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

式中:

H_s ——预测点处的散射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 ——距靶 1m 处的剂量率, $\mu\text{Gy/h}$, 本项目为 $2.10 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$;

α ——患者对 X 射线的散射比; 根据《辐射防护手册》(第一分册)表 10.1 查表取 90° 散射得;

s ——散射面积, cm^2 , 取 100cm^2 ;

d_0 ——源与病人的距离, m, 取 0.5m;

d_s ——病人与预测点的距离, m;

B ——减弱因子, 查《辐射防护手册》(第一分册)中图 10.5e 取得;

各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-2。

表 11-2 散射辐射各预测点散射辐射剂量率计算参数及结果

预测点位描述	病人(散射点)到预测点	屏蔽材料及厚度	居留因子	X 射线的散射比	减弱因子	剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	年散射辐射剂量
--------	-------------	---------	------	----------	------	-------------------------	---------

	距离 (m)						(mGy/a)
手术间(5)内 手术医生位	0.5	0.5mm 铅当量 铅衣	1	5×10^{-4}	1×10^{-2}	42.0	3.61
手术间(5)内 护士位	1.0	0.5mm 铅当量 铅衣	1	5×10^{-4}	1×10^{-2}	10.5	9.03×10^{-1}
上方屋顶	3	160mm 混凝土 +50mm 厚玻美 彩钢板吊顶 (2mm 铅当量)	1/16	5×10^{-4}	4×10^{-6}	4.67×10^{-4}	2.51×10^{-6}
下方病房	3	160mm 混凝土 +PVC 胶地板 (2mm 铅当量)	1	5×10^{-4}	4×10^{-6}	4.67×10^{-4}	4.02×10^{-5}
西侧 X 操作间 技师	4.0	四周墙体为钢 架龙骨+2mm 铅 当量铅板, 墙面 采用 50mm 厚 玻美彩钢板 (2mm 铅当量)	1	5×10^{-4}	4×10^{-6}	2.62×10^{-4}	2.25×10^{-5}
西侧应急消毒 室	4.0		1/4	5×10^{-4}	4×10^{-6}	2.62×10^{-4}	5.63×10^{-6}
西侧手术室、 药品器械存放 室、过道、复 苏室、护士办 公室、更衣室 等	7.8-50		1/4	5×10^{-4}	4×10^{-6}	6.90×10^{-5}	1.48×10^{-6}
东侧储存室、 洁净消毒室	4.0		1/4	5×10^{-4}	4×10^{-6}	2.62×10^{-4}	5.63×10^{-6}
东侧污物走 廊、楼梯、医 院内部道路食 堂	7.6-40		1/4	5×10^{-4}	4×10^{-6}	7.27×10^{-5}	1.56×10^{-6}
什邡市人民医 院家属区	40-50		1/4	5×10^{-4}	4×10^{-6}	2.62×10^{-6}	5.63×10^{-8}
北侧洁净走廊	3.4		1/4	5×10^{-4}	4×10^{-6}	3.63×10^{-4}	7.80×10^{-6}
北侧洁净手术 室、污物走廊	5.6-13		1/4	5×10^{-4}	4×10^{-6}	1.34×10^{-4}	2.88×10^{-6}
北侧什邡市食 品药品监督管 理局小区居民 及亭江西路过 路人员	13-50		1/4	5×10^{-4}	4×10^{-6}	2.49×10^{-5}	5.35×10^{-7}
南侧污物走廊	3.3		1/4	5×10^{-4}	4×10^{-6}	3.86×10^{-4}	8.30×10^{-6}
南侧院内停车 场、制剂楼人 员	6.5-50	1/4	5×10^{-4}	4×10^{-6}	9.94×10^{-5}	2.14×10^{-6}	

(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 3)进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (式3)$$

式中：

H —预测点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f —泄漏射线比率，1‰；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ，本项目为 $2.10 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ ；

R —靶点距关注点的距离，m；

B ——减弱因子，查《辐射防护手册》（第一分册）中图 10.5e 取得。

各预测点泄漏辐射剂量率计算参数及结果见下表 11-3。

表 11-3 各预测点的泄漏辐射剂量率计算参数及结果

预测点位描述	靶点距关注点距离 (m)	屏蔽材料及厚度	居留因子	减弱因子	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	漏射年辐射剂量 (mGy/a)
手术间(5)内手术医生位	0.5	0.5mm 铅当量铅衣	1	1.0×10^{-2}	84.0	7.22
手术间(5)内护士位	1.0	0.5mm 铅当量铅衣	1	1.0×10^{-2}	21.0	1.81
上方屋顶	3	160mm 混泥土 +50mm 厚玻美彩钢板吊顶 (2mm 铅当量)	1/16	4×10^{-6}	9.33×10^{-4}	5.01×10^{-6}
下方病房	3	160mm 混泥土 +PVC 胶地板(2mm 铅当量)	1	4×10^{-6}	9.33×10^{-4}	8.02×10^{-5}
西侧 X 操作间技师	4.0	四周墙体为钢架龙骨+2mm 铅当量铅板，墙面采用 50mm 厚玻美彩钢板 (2mm 铅当量)	1	4×10^{-6}	5.25×10^{-4}	4.52×10^{-5}
西侧应急消毒室	4.0		1/4	4×10^{-6}	5.25×10^{-4}	1.13×10^{-5}
西侧手术室、药品器械存放室、过道、复苏室、护士办公室、更衣室等	7.8-50	厚玻美彩钢板 (2mm 铅当量)	1/4	4×10^{-6}	1.38×10^{-4}	2.97×10^{-6}

东侧储存室、洁净消毒室	4.0		1/4	4×10^{-6}	5.25×10^{-4}	1.13×10^{-5}
东侧污物走廊、楼梯、医院内部道路食堂	7.6-40		1/4	4×10^{-6}	1.45×10^{-4}	3.12×10^{-6}
东侧什邡市人民医院家属区	40-50		1/4	4×10^{-6}	5.25×10^{-6}	1.13×10^{-7}
北侧洁净走廊	3.4		1/4	4×10^{-6}	7.27×10^{-4}	1.56×10^{-5}
北侧洁净手术室、污物走廊	5.6-13		1/4	4×10^{-6}	2.68×10^{-4}	5.76×10^{-6}
北侧什邡市食品药品监督管理局小区居民及亭江西路路过人员	13-50		1/4	4×10^{-6}	4.97×10^{-5}	1.07×10^{-6}
南侧污物走廊	3.3		1/4	4×10^{-6}	7.71×10^{-4}	1.66×10^{-5}
南侧院内停车场、制剂楼人员	6.5-50		1/4	4×10^{-6}	1.99×10^{-4}	4.28×10^{-6}

(4) 环境保护目标处剂量估算

本项目所致保护目标最大年有效剂量理论预测结果见表11-4:

表11-4 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	年辐射剂量 (mSv/a)			年总辐射剂 量 (mSv/a)	照射 类型
		主射	散射	漏射		
手术室内	手术间(5)内手术医生位	/	3.61	7.22	10.83	职业
	手术间(5)内护士位	/	9.03×10^{-1}	1.81	2.71	职业
手术间(5) 周围	西侧 X 操作间技师	/	2.25×10^{-5}	4.52×10^{-5}	6.77×10^{-5}	职业
	西侧应急消毒室	/	5.63×10^{-6}	1.13×10^{-5}	1.69×10^{-5}	公众
	西侧手术室、药品器械存放室、过道、复苏室、护士办公室、更衣室等	/	1.48×10^{-6}	2.97×10^{-6}	4.45×10^{-6}	公众
	东侧储存室、洁净消毒室		5.63×10^{-6}	1.13×10^{-5}	1.69×10^{-5}	公众
	东侧污物走廊、楼梯、医院内部道路食堂		1.56×10^{-6}	3.12×10^{-6}	4.68×10^{-6}	公众
	东侧什邡市人民医院家属区		5.63×10^{-8}	1.13×10^{-7}	1.69×10^{-7}	公众
	北侧洁净走廊	7.79×10^{-3}	7.80×10^{-6}	1.56×10^{-5}	7.79×10^{-3}	公众
	北侧洁净手术室、污物走廊	2.87×10^{-3}	2.88×10^{-6}	5.76×10^{-6}	2.87×10^{-3}	公众

	北侧什邡市食品药品监督管理局小区居民及亭江西路过路人员	7.79×10^{-3}	5.35×10^{-7}	1.07×10^{-6}	7.79×10^{-3}	公众
	南侧污物走廊	8.27×10^{-3}	8.30×10^{-6}	1.66×10^{-5}	8.27×10^{-3}	公众
	南侧院内停车场、制剂楼人员	2.13×10^{-3}	2.14×10^{-6}	4.28×10^{-6}	2.13×10^{-3}	公众
正上方	屋顶	4.00×10^{-2}	2.51×10^{-6}	5.01×10^{-6}	4.00×10^{-2}	公众
正下方	病房	2.60×10^{-2}	4.02×10^{-5}	8.02×10^{-5}	2.60×10^{-2}	公众

由上表 11-4 可知，在手术间（5）内参加手术的 7 名医生所受最大有效剂量为 10.93mSv/a，2 名护士所受最大有效剂量为 2.71mSv/a，2 名技师所受最大有效剂量为 6.77×10^{-5} mSv/a，公众所受年剂量最高为 4.00×10^{-2} mSv。本项目手术包含介入手术及骨伤科手术，合计 600 台手术。根据表 1-4 各科室介入手术工作量分配和表 11-5 本项目人员配置情况，每位医生、护士和技师的年剂量核算见下表。

表11-5 本项目每名职业人员年剂量核算表

职务	手术	合计所受剂量 mSv/a	职业人员 数量	曝光时间分配 比例	每类手术所受剂 量合计(mSv/a)	职业人员所受剂量 (mSv/a.人)
手术 室内 医生	介入手术	10.83	5	87.79%	9.51	1.90
	骨伤科手 术定位		2	12.21%	1.32	0.66
护士	/	2.71	2	100%	/	1.36
技师	/	6.77×10^{-5}	2	100%	/	3.39×10^{-5}

由上表可知，本项目医生最大有效剂量为 1.90mSv/a，护士最大有效剂量为 1.36mSv/a，技师所受剂量合计为 3.39×10^{-5} mSv/a。由于本项目医生、护士、技师为医院现有辐射工作人员，在接受本项目工作时，还将同时承担既有辐射工作。根据最近连续 4 季度介入手术人员个人剂量检测结果，从事既有工作个人剂量最大值为 0.16mSv/a，因此，考虑到原有辐射工作，本项目辐射工作人员的年剂量见下表：

表11-6 本项目辐射工作人员年剂量核算表

本项目辐射工作 人员	本项目贡献值	既有辐射工作现 状最大值	评价值	备注
医生	4.13	0.21	4.34	既有
护士	3.09	0.14	3.23	既有
技师	1.39×10^{-5}	0.14	0.14	既有

由上表 11-4~表 11-6 可知，本项目辐射工作人员均低于《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。

也均低于本次评价确定的职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a的管理约束值。

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，会穿铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖等防护用品，但仍然有部分皮肤暴露在射线下受到照射，手术医生腕部距离射线主射方向最近，因 X 射线随着距离的增加呈现衰减趋势，故以常用透视管电流工况下，手术医生腕部剂量估算结果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：

$$D_s = C_{KS} (\dot{k} \cdot t) \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (式4)$$

$$\dot{k} = \frac{\dot{H}_{(10)}^*}{C_{KH}} \dots\dots\dots (式5)$$

$$E = D_s \cdot W_R \cdot W_T \dots\dots\dots (式6)$$

式中：

D_s —皮肤吸收剂量，mGy；

\dot{k} —X 辐射场的空气比释动能率，μGy/h；

C_{KS} —空气比释动能到皮肤吸收剂量的转化系数（Gy/Gy）；男性参照附录 A.4、女性

参照附录 A.5。本项目按男性医生取 1.134mGy/mGy；

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，μSv/h；

C_{KH} —空气比释动能到周围剂量当量的转化系数（Sv/Gy）。

W_R —辐射权重因数，X射线为1； W_T —组织权重因数，皮肤组织为0.01。

按照常用最大电流换算后，距靶1m处的剂量率为34.92mGy/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。根据式2、式3，计算得出手术时腕部位置处的空气吸收剂量换算为剂量当量率为 $4.00 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ ，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 $C_{KH}^* = 1.72\text{Sv/Gy}$ ，由式5算出辐射场空气比释动能率为 $2.33 \times 10^4 \mu\text{Gy/h}$ 。

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 $C_{KS} = 1.134\text{mGy/mGy}$ 。皮肤按照组织权重因子0.01考虑，因此由式4、式6计算得医生腕部所受当量剂量最大值为 22.72mSv/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 ，也满足本项目对于放射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量管理限值 125mSv/a 的要求。

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 X 射线照射。为减少介入治疗时 X 射线影响，医院应从以下几点进行控制：

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 机房内空气中氧受 X 射线电离而产生的臭氧。其中本项目手术间（5）采用一个一拖一专用净化空调系统（新风系统）进行排换气（通排风量约为 $600\text{m}^3/\text{h}$ ），产生的臭氧由排风管道导至住院部大楼

楼顶排放，排放口高度约 25 米。排产生的 O₃ 排入大气环境后，经自然分解和稀释，对机房周围的环境影响远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（0.2mg/m³）的要求。手术室通排风图见附图 10-1、附图 10-2。

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，依托医院既有的污水处理站进行预处理，达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，再通过城市综合污水管网进入配套污水处理厂进行再次处理排放。

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 1kg 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 1.0t/a，由市政环卫统一清运。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。

五、声环境影响分析

本项目噪声源主要为空调噪声，所有设备选用低噪声设备，源强低，且处于室内，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三种：

- ① DSA 运行时相关人员未做好防护工作，导致受超剂量照射或额外照射；
- ② 医务人员误操作，导致病人受超剂量照射或受其它的额外照射；
- ③ 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

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

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) 事故假设

①装置在运行时，由于安全联锁系统失效，人员误入或滞留在治疗机房内而造成误照射；

②DSA的X射线源处于“曝光”状态下，介入手术人员在距X射线管主射束方向进行介入手术操作；

③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。

(2) 剂量估算

人员在该处所受剂量与停留时间相关，下表根据停留时间长短核算出工作人员未穿戴铅衣等个人防护用品情况下所受的剂量大小。

表 11-8 事故状态下不同停留时间人员受照剂量表

距离	停留时间 (min)	剂量 (mSv)	距离	停留时间 (min)	剂量 (mSv)
0.5	1	4.41	1	1	1.10
0.5	2	8.81	1	2	2.20
0.5	5	22.04	1	5	5.51
0.5	32	141.03	1	19	20.93
0.5	60	264.44	1	60	66.11
0.5	120	528.88	1	127	139.93
0.5	160	705.17	1	180	198.33
0.5	240	1057.76	1	240	264.44
0.5	300	1322.20	1	300	330.55
0.5	360	1586.64	1	640	705.17

(3) 事故后果

从表 11-8 可知：

①装置在运行时，由于安全联锁系统失效，公众人员误入而造成误照射。当公众在主射束方向距辐射源 0.5m 处和 1m 处停留时间仅 1s 的情况下，所受剂量即大于 1mSv，造成公众超年剂量限值照射，构成一般辐射事故。

②医生、护士在未配戴辐射防护设施，或维修人员在维修时受到主射方向的照射。在主射束方向距辐射源 0.5m 处停留时间为 5s 的情况下，所受剂量为 22.04mSv；停留 160s，所受剂量为 705.17mSv。在主射束方向距辐射源 1m 处停留时间为 19s 的情况下，所受剂量为 20.93mSv；停留 640s，所受剂量为 705.17mSv。即在主射束方向距辐射源 0.5m 处停留时间大于 5s，或在主射束方向距辐射源 1m 处停留时间大于 19s 均可造成超年剂量限值照射，构成一般辐射事故；在主射束方向距辐射源 0.5m 处停留时间大于 160s，或在主射束方向距辐射源 1m 处停留时间大于 640s 均可构成较大辐射事故。

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超剂量照射。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环境保护主管部门报告。

(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。

六、其他环境风险分析

本项目 DSA 机房内贮存造影剂碘海醇注射液约 30L（每瓶 100ml），未使用的药品均密封保存，且储存量很小，未使用完和过期的造影剂均作为医疗废物统一收集处理。储存造影剂的药品柜为不锈钢药品柜，药品柜均已上锁，钥匙由当班医生保管；进行介入手术时，使用带托盘的不锈钢推车对药品进行运送；造影剂的贮存、运输过程均采取了防造影剂泄露的防范与对策措施。

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

什邡市中医医院为了更好地贯彻国家执行有关放射性污染防治的法律法规，落实国家环境保护部颁布的有关辐射安全管理的文件精神，加强对辐射安全管理，强化责任意识、安全意识，特成立以分管院长为组长，由医务科、总务科、设备科、放射科等部门共同组织的辐射安全与环境保护管理领导。

组 长：钟 兵

成 员：吴小敬 魏春钰 汪 敬 陈 杰

领导小组主要职责是严格遵守和执行本院放射防护管理制度，领导并共同做好放射防护各项工作。

但医院还需在以下几个方面对文件进行完善：

①补充辐射防护安全防护管理领导小组组成副组长及成员的联系电话，增加应急处置、上级生态环境主管部门联系电话；

②设置辐射防护安全防护管理领导小组办公室；

③发生放射事故事件和和个人剂量异常事件后，积极组织开展事故原因调查，并按照程序向生态环境主管部门报告；

④落实辐射工作场所安全设施设备的定期维护管理，并严格执行日常维护工作。

⑤落实办公室职责：负责制定放射防护管理各项规章制度，并组织落实；定期对放射工作场所及其周围环境进行放射防护监测和检查；从事放射工作的人员，必须接受放射卫生防护知识、培训，并取得合格，持证上岗；从事放射工作的人员必须进行健康体检，佩戴个人剂量计监测并存档；不得将 X 射线胸部检查列入对婴幼儿及少年儿童体检的常规检查项目；非特殊需要，对受孕八至十五周的育妇女，不得进行下腹部放射影像检查。建立放射防护事件应急预案及急救小组。

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人员配置：医院辐射工作人员配置情况：本项目拟配置辐射工作人员11名，7名医生、2名护士、2名技师，医院可根据设备数量，承担诊疗、科研任务，开展的项目和工作量等实际情况适当增减人员编制。

②射线装置操作人员均需取得射线装置操作证书，熟悉专业技术。

③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、报废射线装置处理

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

辐射安全档案资料管理和规章制度

一、档案管理分类

医院应对相关资料进行了分类归档放置，包括以下八大类：“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”。

二、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	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定
2	辐射安全管理规定	已制定
3	辐射工作设备操作规程	已制定，内容需挂于辐射工作场所墙上，应分别对应每种射线装置的操作规程
4	辐射工作人员岗位职责	已制定，需悬挂于辐射工作场所墙上
5	辐射工人员培训/再培训管理制度	需制定，内容应至少包括参加生态环境部关于辐射安全防护培训学习和考核，到期前再考核的内容。
6	射线装置台账管理制度	已制定
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	需制定，监测方案参考本章辐射监测内容
8	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定，包含“个人剂量档案终生保存”的内容
9	监测仪表的使用与校验管理制度	已制定
10	辐射安全防护设备的维护与维修制度	已制定
11	辐射事故处理、应急处置预案	需制定，预案中“辐射事故应急响应程序”应悬挂于辐射工作场所墙上
12	场所分区管理规定	需制定，应包含但不限于人流、物流图，患者管理规定
13	辐射安全与防护年度评估制度	需制定，需包含“每年1月31日前，按照要求对上一年度辐射安全防护状况进行评估，并上传年度评估报告”

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。

三、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》（2017年修订，环保部第31号令），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	射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	医院需配置电离辐射警告标志和工作状态指示灯等	配置后满足要求
4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射测量仪器等。	医院需配备便携式X-γ辐射监测仪、个人剂量报警仪、铅衣、铅帽、铅围裙等	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。

辐射监测

1、工作场所监测

①自主验收监测：建设单位在取得《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。

②年度监测：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。

③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自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

2、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。

3、监测内容和要求

（1）监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

（2）监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-3）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-3 工作场所监测计划建议

设备名称	监测项目	监测周期	监测点位
------	------	------	------

DSA	X-γ 空气吸收剂量率	验收监测 1 次委托有资质的单位监测，频率为 1 次/年；验收监测 1 次；自行开展辐射监测	观察窗，操作位，机房防护铅门，北侧洁净走廊；南侧污物走廊；西侧应急消毒室及操作间；东侧储存室及洁净消毒间；正下方病房等。
-----	-------------	--	--

(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；或到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。

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《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《安全和防护状况年度评估报告》规定的格式编制报告。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。

辐射事故应急

1、事故应急预案

为了应对放射诊疗中的事故和突发事件，医院应制订辐射事故应急预案，应包含以下内容。

(1) 应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，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) 应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话。

(3) 应急人员的培训；

(4) 环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容；

(5) 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；

(6) 发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地县级地方人民政府及其环境保护、公安、卫生计生等部门报告。

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》，向当地生态环境主管部门和公安部门报告。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。

3、其他要求

(1) 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生态环境主管部门备案。

(2) 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。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：新增移动式 C 型臂 X 射线机（DSA）项目

建设单位：什邡市中医医院

建设性质：改建

建设地点：什邡市中医医院住院部大楼七楼

本次具体建设内容及规模为：什邡市中医医院拟在住院部大楼七楼预留机房手术间（5）内使用 1 台 Ziehm Vision R 型移动式 C 型臂 X 射线机（DSA），属于 II 类射线装置。其额定管电压为 120kV，额定管电流为 200mA。年诊疗病例约 600 例（其中介入手术约 300 例），年曝光时间累计约 86h（拍片 1h，透视 85h），单台手术最长出束时间为 15min，曝光方向由下至上、由上至下、由北至南、由南至北四个方向。主要用于骨伤科手术定位、介入治疗等。

二、本项目产业政策符合性分析

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第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

本项目位于什邡市中医医院住院部大楼七楼。项目运营对环境影响较小。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

根据四川同佳检测有限责任公司的监测报告，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

本项目施工期医院将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

1、辐射环境影响分析

考虑本项目介入手术任务和既有工作量后，本项目 DSA 投入运行后，职业人员所受照射的年剂量最大值为 4.34mSv，公众所受照射的年剂量最大为 4.00×10^{-2} mSv，分别小于职业人员年有效剂量管理限值 5.0mSv 和公众年有效剂量管理限值 0.1mSv 的年剂量约束值。

当 X 射线通过病人体表发生散射辐射和泄露辐射时，机房墙体外表面 30cm 外辐射剂量率均小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 限值。从上述预测结果可以看出，本项目辐射工作场所的墙体、门、窗满足辐射防护的要求。

2、大气的环境影响分析

DSA 在曝光过程中臭氧产生量很小，经新风系统及净化系统处理后，通过通风管道引至住院部大楼顶排放，对环境影响较小。

3、声环境影响分析

本项目噪声源主要为空调和风机噪声，所有设备选用低噪声设备，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。

4、水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员的生活污水及项目产生的医疗废水，生活污水经污水管网收集排入医院污水处理站处理；医疗废水经预处理池处理后进入院内污水处理站，污水处理系统设立化粪池、调节池、曝气池、沉淀池、和接触消毒池，污水经污水管道收集进入化粪池，水解酸化分解后提升至调节池污水匀质后进入曝气池进行生化处理，随后进入沉淀池，沉淀水体中悬浮物上清液流入到接触消毒池进行 ≥ 1.5 小时的接触消毒，处理工艺处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2 预处理标准后再通过城市综合污水管网进入配套污水处理厂进行再次处理后排放。

5、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 1kg 的医疗废物，每年固体废物产生量约为 600kg。这些医疗废物经分类收集，进行消毒、袋装、标识后，送至危险废物暂存间打包暂存，定期交由资质单位处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院按照当地管理部门要求，生活垃圾经垃圾桶收集后暂存于医院内生活垃圾收集房，交由市政环卫部门进行清运。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。

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

医院现有环保设施配置较全，总体效能良好，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

医院严格落实本报告提出的规章制度、环保措施，具备辐射安全管理的综合能力。

九、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施，本评价认为在什邡市中医医院住院部大楼七楼新增 DSA 项目，从环境保护和辐射防护角度看项目建设是可行的。

建议和承诺

一、要求

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度的。
- 2、建设单位须重视控制区和监督区的管理。
- 3、按照规定组织辐射工作人员和管理人员在网站<http://fushe.mee.gov.cn/>学习辐射安全与防护知识并进行考核取证，持证上岗，证书到期前在网上复训。
- 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日前上报生态环境主管部门，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培训情况；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
手术间(5)	辐射屏蔽措施	铅防护门 3 扇（均为 2mm 铅当量）
		铅玻璃观察窗 4 扇，其中 3 扇为铅防护门自带（均为 2mm 铅当量）
		手术间（5）墙体为钢架龙骨+2mm 铅当量铅板；墙面采用 50mm 厚玻美彩钢板（2mm 铅当量）

		屋顶采用 160mm 混凝土+50mm 厚玻美彩钢板吊顶 (2mm 铅当量)
		地面采用 160mm 混凝土+PVC 胶地板 (2mm 铅当量)
	安全装置	工作状态指示灯箱 1 个
		电离辐射警告标志 1 个
		床下铅帘 1 副
		悬吊铅帘 1 副
		门灯联锁装置 1 套
		紧急制动装置 1 套
		对讲装置 1 套
	监测仪器 和个人防 护用品	个人剂量计 11 个
		个人剂量报警仪 3 台
		便携式辐射剂量监测仪 1 台
		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套各 3 套
		铅橡胶颈套、铅橡胶性腺防护围裙 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》(国务院令第 449 号)、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准,对照本项目环境影响报告表验收。

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

(1) 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生态环境行政主管部门规定的标准和程序,对配套建设的环境保护设施进行验收,编制验收报告。

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

(3) 除按照国家规定需要保密的情形外,建设单位应当依法向社会公开验收报告。

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

(1) 建设单位可登陆生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范 (<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzbz/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本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时更新《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；③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。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。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人 公 章

年 月 日

审批意见

经办人 公 章

年 月 日