

# 核技术利用建设项目

## 新建医用血管造影 X 射线系统应用项目 环境影响报告表 (公示本)

广西壮族自治区脑科医院

二〇二一年三月

核工业二三〇研究所

# 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	8
表 3 非密封放射性物质.....	11
表 4 射线装置.....	12
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6 评价依据.....	13
表 7 保护目标与评价标准.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	19
表 9 项目工程分析与源项.....	22
表 10 辐射安全与防护.....	25
表 11 环境影响分析.....	28
表 12 辐射安全管理.....	41
表 13 结论与建议.....	44
表 14 审批.....	46

附件：

附件 1. 委托书

附件 2. 现状监测报告

附件 3. 辐射安全许可证

附件 4. 放射防护领导小组成立文件

附件 5. 放射事件应急预案

附件 6. 辐射安全与防护考核合格证书

附件 7. 发改委备案登记信息单

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		新建医用血管造影 X 射线系统应用项目			
建设单位		广西壮族自治区脑科医院			
法人代表	陈强	联系人	吴辉	联系电话	***
注册地址		柳州市鸡喇路 1 号			
项目建设地点		柳州市鸡喇路 1 号医院内科楼 2 楼 DSA 机房			
立项审批部门			批准文号		
建设项目总投资 (万元)	1030	项目环保投资 (万元)	30	投资比例(环保 投资/总投资)	2.91%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	--
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				
<p><b>1.1 医院概述</b></p> <p>广西壮族自治区脑科医院，始建于 1974 年，是自治区卫生健康委直属医疗单位，是广西唯一一所诊治精神、神经疾病为主，集“医疗、预防、康复、科研、教学、鉴定”为一体的三级甲等专科医院，是广西精神病防治康复技术指导中心和广西精神卫生质量控制中心挂靠单位、是国家精神心理疾病临床医学研究中心广西分中心、广西高等医学院校临床教学基地（A 级）。近年荣获了“全国医药卫生系统先进集体”、“全国心理危机干预工作先进集体”、“全国司法鉴定先进集体”、“中国百家百姓信赖的精神卫生医疗服务机构”、“广西卫生工作重大贡献集体二等功”、“广西卫生先进单位”等荣誉称号。</p> <p>医院位于柳州市鸡喇路 1 号，占地面积 6.4 万平方米，建筑面积 5.7 万平方米。编制床位 900 张，设有临床、医技科室 30 余个。在职职工 850 余人，专业技术人员 750 余人（其中高级专业技术人员 90 余人）。医院拥有 1.5T 核磁共振、</p>					

64 排螺旋 CT、CR、64 导视频脑电图仪、彩超、全自动生化分析仪等大型先进医疗设备。

## 1.2 任务由来及项目概况

为改善病人诊疗条件，提高医院服务水平，满足广大患者的就医需要，医院在柳州市鸡喇路 1 号医院内科楼 2 楼新增一间 DSA 机房，使用 1 台数字减影血管造影 X 射线机（以下简称 DSA），属于使用 II 类射线装置项目。该项目机房为原预留机房，本次建设内容主要对机房四周屏蔽体进行了加厚（涂抹了硫酸钡防护材料）新装防护门、防护窗，目前改造已完成，无遗留环境问题。本次环评内容具体见表 1-1。

表 1-1 本次环评的射线装置一览表

序号	设备名称	数量 (台)	型号	类别	项目性质	用途	设备位置
1	DSA	1	Optima IGS 330	II	新建	介入 治疗	内科楼 2 楼 DSA 机房

该项目设备现已完成了安装，属于补办环评，医院承诺待完善辐射安全许可证等环保手续后，方在许可范围内开展工作。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019 年 8 月 22 日 修订版）、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）等国家辐射环境管理相关法律法规的规定和广西壮族自治区生态环境主管部门的要求，广西壮族自治区脑科医院内科楼 2 楼 DSA 机房建设使用 1 台数字减影血管造影 X 射线机项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》中“172 核技术利用建设项目”中“使用 II 类射线装置项目”，必须编制辐射环境影响报告表，办理辐射环境影响评价审批手续。因此，广西壮族自治区脑科医院委托核工业二三 0 研究所对该项目进行辐射环境影响评价。

环评单位在现场调查和对开展相同项目的医院进行辐射环境类比分析的基础上，按照国家有关建设项目辐射环境影响报告表的内容和格式，编制广西壮族自治区脑科医院新建医用血管造影 X 射线系统应用项目辐射环境影响报告表。

## 1.3 医院原有核技术应用项目概况

经医院核实，广西壮族自治区脑科医院原有核技术应用项目均已取得辐射安全许可证（证号：桂环辐证[B6006]），有效期至 2021 年 12 月 21 日，许可种类

和范围为：使用III类射线装置；共计许可使用 5 台，具体见表 1-2。

表 1-3 医院已许可射线装置列表

序号	设备名称	型号	工作场所	状态
1	全身 X 射线计算机断层扫描系统 (CT)	Optima CT660	内科楼 2 楼 CT 机房	在用
2	医用 X 射线摄影系统 (DR)	Digital Diagnost	内科楼 2 楼 DR 机房	在用
3	牙科 X 射线机	BRT-A	内科楼 2 楼 DR2 机房	在用
4	移动床边拍片数字化成像系统 (移动 CR)	PolymobilPlus III	内科楼 2 楼 DR2 机房	在用
5	C 型臂 X 射线成像系统	NC100	外科楼 6 楼手术室	在用

在历年运行过程中，为了加强医院环境保护工作领导，规范医院射线装置与放射性同位素的辐射安全及管理，医院成立了辐射安全与防护领导小组，建立了相应的管理制度（包括操作规程、岗位职责、人员培训、监测方案等）和辐射事故应急预案。

医院委托柳州市疾病预防控制中心对现有 34 名辐射工作人员开展个人剂量监测工作，并建立了个人剂量档案和职业健康档案。在历年运行过程中，未出现辐射工作人员剂量超标事故、职业健康事故。

医院现有 34 名辐射工作人员，本项目拟配置 17 名工作人员，其中 5 名工作人员为旧有辐射工作人员已取得合格证（见附件 7）。医院拟在近期内安排相关放射工作人员参加生态环境部门主办的辐射安全和防护培训，并取得合格证。医院应为新增辐射工作人员配备个人剂量计，并要求辐射工作人员按要求规范佩戴；及时安排新增辐射工作人员进行职业健康体检，体检合格的方可继续从事相应辐射工作。

医院现有辐射工作人员概况见表 1-3。

表 1-3 医院现有辐射工作人员概况

类别	数量
现有辐射工作人员人数	34
佩戴了个人剂量计的人数	34
已取得《辐射安全与防护培训合格证书》的人数	5

#### 1.4 项目地理位置及周边环境概况

广西壮族自治区脑科医院位于柳州市鸡喇路 1 号，地理位置图见图 1-1。

本次环评新建 DSA 项目位于医院东部内科楼 2 楼，该内科楼为地上 12 层，地下 1 层。内科楼南侧为院内广场，西侧为门诊楼，东侧为在建大康复治疗中心大楼，北侧为篮球场，东南侧约 40m 为仪表厂居民楼（有 2 栋）。医院总平面布置图见图 1-2，内科楼四周现状环境见图 1-3。

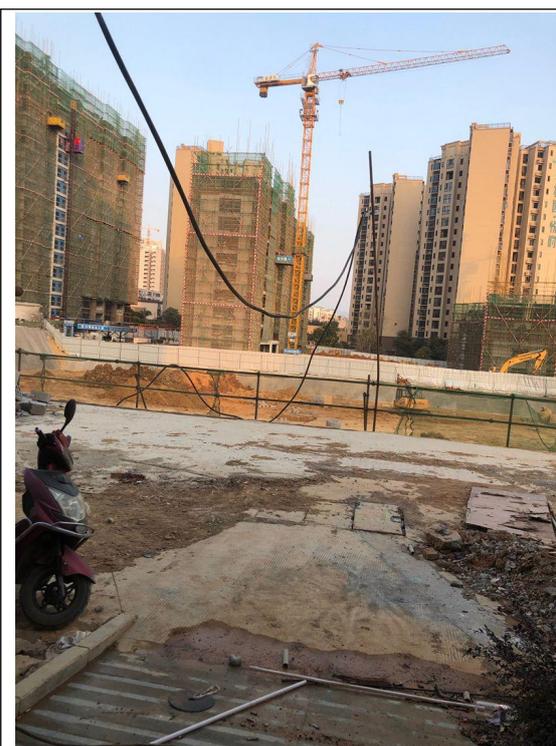
本项目机房位于内科楼 2 楼东南部，机房东侧为楼外悬空，南侧为设备间、导管间，西侧为控制室，北侧为手术通道；机房楼上为精神科功能检查室，楼下为诊室。机房和控制室之间设置有控制室防护门和观察窗，机房和走廊之间设置有机房大门。内科楼 2 楼平面图见图 1-4、1 楼平面图见图 1-5、3 楼平面图见图 1-6。



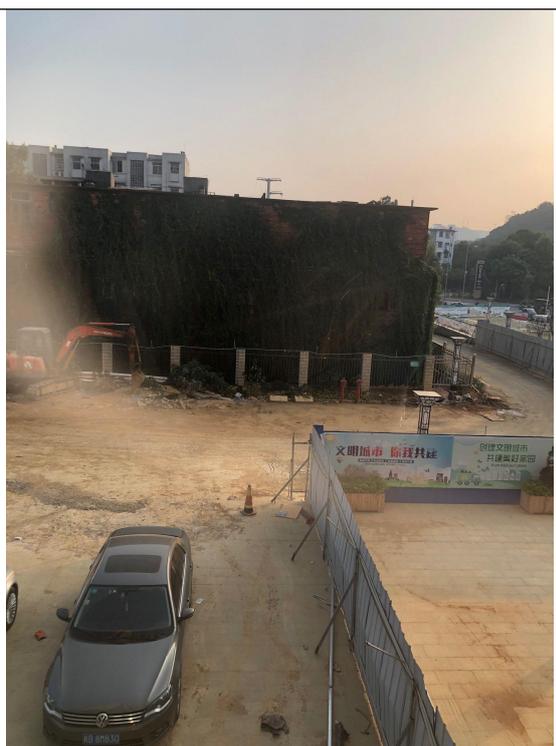
图 1-1 广西壮族自治区脑科医院地理位置图



图 1-2 广西壮族自治区脑科医院总平面图



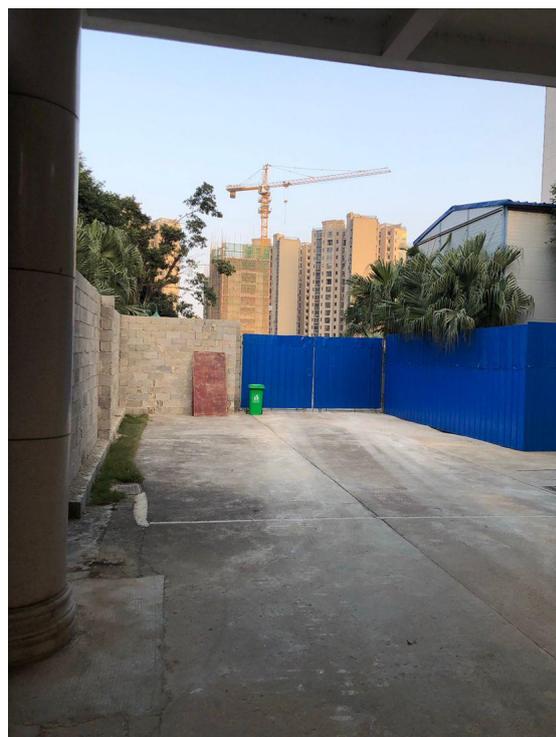
东侧现状



南侧现状



西侧现状



北侧现状

图 1-3 内科楼四周现状环境



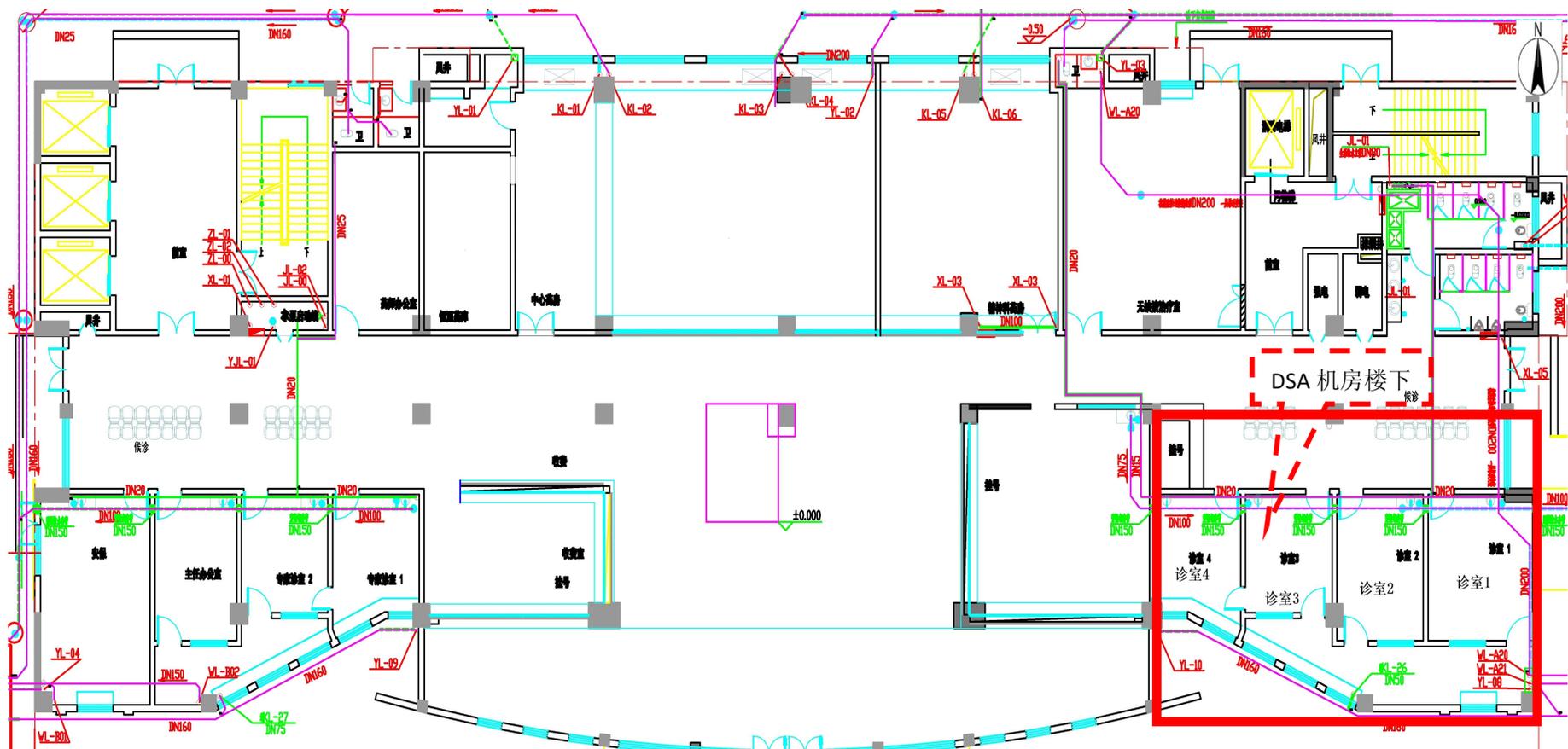


图 1-5 内科楼一层平面图

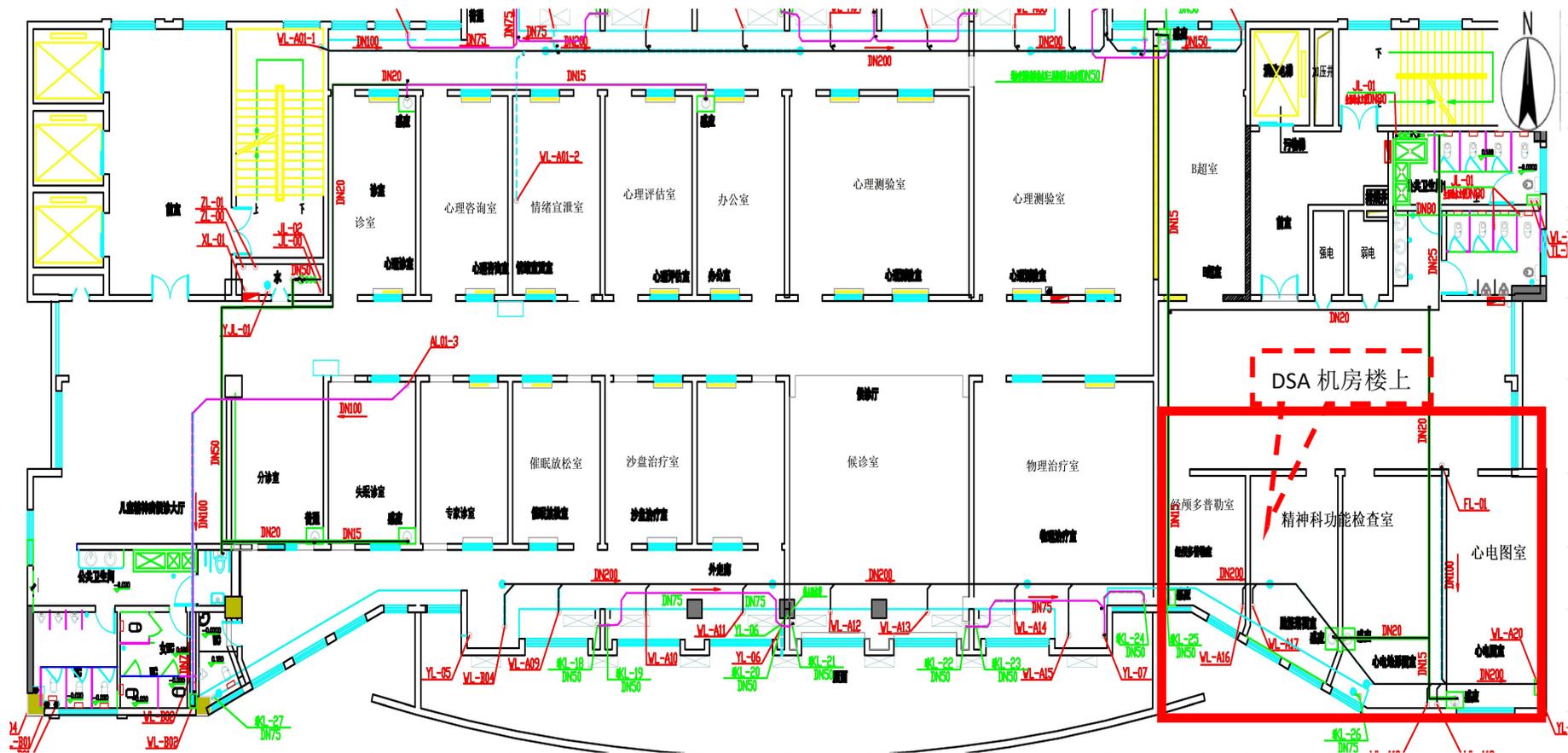


图 1-6 内科楼三层平面图

**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
无								

**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	备注
无											

**表 4 射线装置**

序号	名称	类别	数量	型号	厂家	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所
1	数字减影血管造影X 射线机 (DSA)	II类	1	Optima IGS 330	北京通用电气华伦 医疗设备有限公司	125	1000	介入诊疗	内科楼 2 楼 DSA 机房

**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	备注
无									

注：本项目为使用医用诊断 X 射线机项目，不产生放射性废弃物。

**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》（中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年），2015 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修订版），2018 年 12 月 29 日起实施；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第 6 号），2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《中华人民共和国职业病防治法》（2018 年版），2018 年 12 月 29 日起实施；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月起实施；</p> <p>(6) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》（卫生部第 55 号令，2007 年），2007 年 11 月 1 日起实施；</p> <p>(7) 《关于印发辐射安全许可座谈会会议纪要的函》（国家环境保护总局办公厅 环办函[2006]629 号）；</p> <p>(8) 《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》（环发[2006]145 号）；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版，2021 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日 修订版）；</p> <p>(11) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订版）；</p> <p>(12) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号），2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(13) 《关于射线装置分类办法的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），2017 年 12 月 5 日。</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和格式》（HJ 10.1-2016），环境保护部；</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>(2) 《核辐射环境质量评价一般规定》（GB11215-89）；</li> <li>(3) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</li> <li>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</li> <li>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</li> <li>(6) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）。</li> </ul>
其他	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 委托书，广西壮族自治区脑科医院（见附件1）；</li> <li>(2) 现状监测报告（见附件2）；</li> <li>(3) 辐射安全许可证（见附件3）；</li> <li>(4) 放射防护领导小组成立文件（见附件4）；</li> <li>(5) 放射事件应急预案（见附件5）；</li> <li>(6) 辐射安全与防护考核合格证书（见附件6）；</li> <li>(7) 发改委备案登记信息单（见附件7）。</li> </ul>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据本项目的特点（使用II类射线装置），同时结合《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》（HJ 10.1-2016）的相关规定，确定本项目的评价范围为 DSA 机房周围 50m 区域，特别关注 DSA 机房相邻房屋，包括楼上楼下。

### 7.2 保护目标

本项目的环境保护目标主要为该医院从事放射诊断的工作人员、机房周围其他非辐射工作人员和公众成员。

本项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护对象		相对方位	距离	规模	年剂量管理约束值
职业工作人员	DSA介入手术操作医生、护士	/	/	15 人	5mSv
	DSA控制室操作人员	机房相邻控制室内	/	2 人	
公众成员	内科楼其他工作人员	机房各屏蔽墙外，以及机房上下层	0-50m	60 人	0.25mSv
	仪表厂居民楼（共2栋）	机房东南侧	约 40m	约 150 人	
	路过机房周边公众	机房各屏蔽墙外，以及机房下层	0-50m	流动人口	

### 7.3 评价标准

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

标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；本项目取其四分之一即 5mSv 作为管理约束值。

第 B1.2 款 公众照射

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下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为管理约束值。

(2) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准规定了放射诊断的防护要求，包括 X 射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及其相关防护检测要求。

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

第 6 款 X 射线设备机房防护设施的技术要求

第 6.1.5 款 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 的规定。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线设备（含 C 型臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

第 6.2.1 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 的规定。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 型臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

第 6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

第 6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于  $25\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于  $0.25\text{mSv}$ ；

#### 第 6.4 X 射线设备工作场所防护

第 6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

第 6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

第 6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

第 6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

第 6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

第 6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

第 6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

第 6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

#### 第 6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

第 6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

第 6.5.3 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  $0.25\text{mmPb}$ ；介入防护手套铅当量应不小于  $0.025\text{mmPb}$ ；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于  $0.5\text{mmPb}$ ；移动铅防护屏风铅当量应不小于  $2\text{mmPb}$ 。

第 6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于  $0.5\text{mmPb}$ 。

第 6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配:铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床边防护帝/床侧防护屏 选配:移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶颈套 选配:铅橡胶帽子	—

注 1: “—” 表示不做要求。

注 2: 各类个人防护用品和辅助防护设施, 指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品, 特别是非铅介入防护手套。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 辐射环境现状监测

广西壮族自治区脑科医院位于柳州市鸡喇路 1 号，地理位置图见图 1-1。本项目机房位于内科楼 2 楼东南部，内科楼 2 楼平面图见图 1-4。

#### (1) 监测目的

对新建辐射诊断设备拟用地址进行背景监测，以掌握拟用场址的辐射环境质量现状水平，为现状评价提供基础数据。

#### (2) 监测内容

根据污染因子分析，环评单位委托广西辐卫安环保科技有限公司于 2020 年 12 月 9 日对该项目建设场址进行 $\gamma$ 辐射剂量率背景水平监测。

#### (3) 监测点位

监测点位布点详见图 8-1。



图 8-1 现状监测布点图

#### (4) 监测仪器与规范

监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 X-γ剂量率仪参数与监测规范

仪器名称	X-γ剂量率仪
仪器型号	AT1123
仪器编号	54407
生产厂家	白俄罗斯 ATOMTEX 公司
能量响应范围	15keV ~ 10MeV
量程	50nSv/h ~ 10Sv/h
检定证书	检定单位：中国测试技术研究院 证书编号：DLJ12020-02355 校准有效期：2021 年 4 月 16 日止
监测规范	《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93） 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）

(5) 质量保证措施

- a、合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- b、监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证上岗。
- c、监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- d、每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- e、由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- f、监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

(6) 监测结果

项目建设场址辐射剂量率背景水平监测结果见表 8-2。

表 8-2 新建 DSA 项目场址辐射剂量率背景水平监测结果

监测点号	测量位置	X-γ辐射剂量率 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1#	男更衣室	84	4.9	/
2#	女更衣室	72	6.1	/
3#	通道	82	4.1	/
4#	洗手处	96	5.0	/
5#	无菌包存放室	91	3.7	/
6#	设备间	77	5.2	/
7#	控制室	76	10.0	/
8#	DSA 机房	73	10.8	/
9#	走廊	89	3.3	/
10#	心电图室	111	6.9	/
11#	诊室	129	4.3	/
测量范围		76~161	/	/

注：监测结果均未扣除仪器对宇宙射线的响应值。表中 X-γ辐射剂量率监测结果实际为γ辐射空气吸收剂量率，已对结果进行了修正（检定参考源为  $^{137}\text{Cs}$ ，根据 GBZT144-2002，对应  $^{137}\text{Cs}$  的γ射线能量，周围剂量当量率到空气吸收剂量的转换系数为 1.20）。

### 8.3 现状评价

由表 8-2 的监测结果可知，项目建设场址室内辐射剂量率监测结果值范围为 76~161nGy/h 之间，根据《中国环境天然放射性水平》可知，广西壮族自治区室内γ辐射剂量率范围在 11.0~304.3nGy/h 内，本项目建设场址各监测点位γ辐射剂量率在其范围内，表明该场所室内辐射环境质量状况未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

### 9.1 设备基本概况

本项目 DSA 设备型号为 Optima IGS 330 型，其最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA，属 II 类射线装置。

### 9.2 工作原理

数字减影血管造影（DSA）技术是计算机与常规 X 射线血管造影相结合的一种新的检查方法。DSA 的成像基本原理是将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 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格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，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，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理后的图像，血管影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，详见图 9-1。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

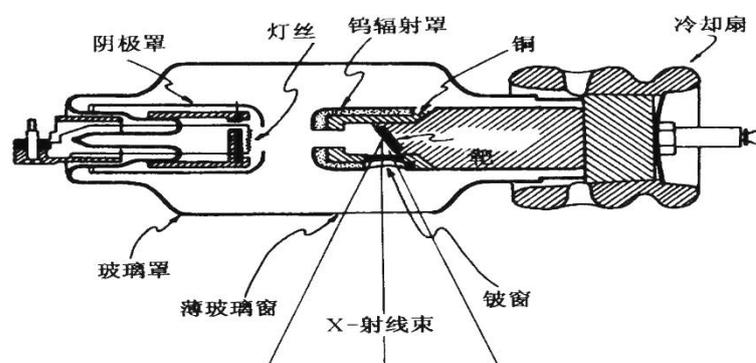


图 9-1 典型 X 射线管结构图

### 9.3 操作流程

具体工作流程及产污环节见图 9-2。

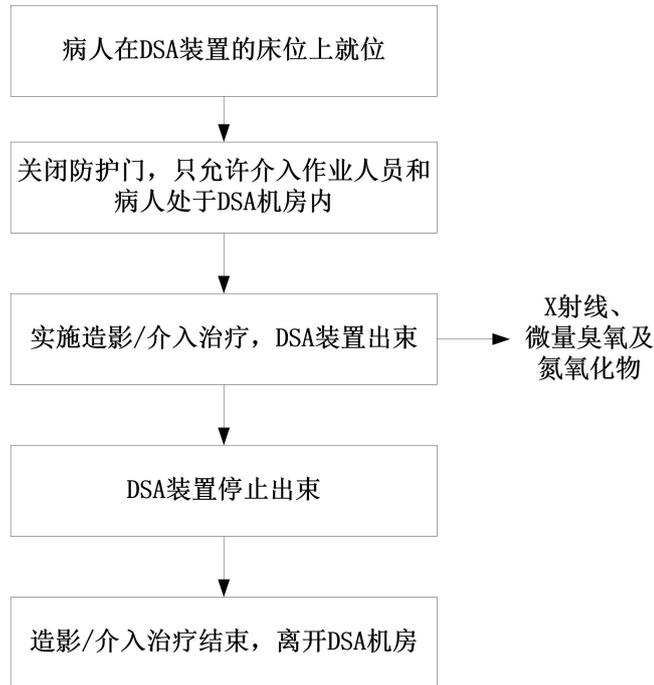


图 9-2 本项目工作流程及产污环节示意图

诊断时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达上腔静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。DSA 装置在进行介入作业时，处于 DSA 放射机房内的放射工作人员需穿戴防护服，佩戴个人剂量计进行操作。

DSA 在进行曝光时分两种情况：第一种情况隔室操作（摄影），操作人员采取隔室操作的方式（即医技人员在 DSA 机房外的控制室操作摄影曝光；第二种情况是同室操作（透视），医生需要进行手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采取连续脉冲透视，此时操作医师在 DSA 机房内同室操作，位于铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

#### 9.4 污染源项描述

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。该院使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，故不必考虑感生放射性问题。因此，在开机期间，X 射线成为该 DSA 项目污染环境的主要因子。

本项目 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，实际使用时，为防止球管烧毁并延长使用寿命，管电压和管电流通常会预留约 30%余量。经与医院核实，该 DSA 透视模式下管电压在 50~70kV 范围内、管电流在 5~60mA 范围内，采集模式下管电压在 70~100kV 范围内、管电流在 50~500mA 范围内。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），DSA 的等效总滤过不小于 2.5mmAl，因此本评价 DSA 的等效总滤过保守按 2.5mmAl 考虑；根据《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1 可知，当球管工作参数为（70kV、60mA）时，距靶 1m 处的输出量约为 0.05mGy/(mA·s)（ $1.08 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ ）；当球管工作参数为（100kV、500mA）时，距靶 1m 处的输出量约为 0.09mGy/(mA·s)（ $1.62 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ）。

#### （1）正常工况

DSA 项目正常运行过程中，机房内部处于辐射场中剂量率较高，机房四周及上下层等周围环境可能会受到 DSA 发射的 X 射线影响。

#### （2）事故工况

根据医用诊疗射线装置的使用特点，在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到一定剂量 X 射线照射：

①曝光时防护门未关闭，此时机房门外的人员可能受到 X 射线照射。

②曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射。

③因仪器失控或设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。

④曝光过程中，或因警示红灯失效其他人员在不知情的情况下误入曝光室接受到意外照射。

⑤相关人员在检修射线装置过程中，受到意外照射。

异常运行或事故状态下主要辐射源（污染源）同正常工况状态。

此外，项目 DSA 在运行时均采用实时成像系统，不洗片，无其它废气、废水和固体废弃物产生。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全设施**

**10.1 辐射屏蔽设计**

(1) 本项目机房的辐射防护设计情况见表 10-1。

表 10-1 医院 DSA 机房防护设施一览表

所在区域	分类	机房面积 (m <sup>2</sup> )	最小单边长度 (m)	辐射屏蔽材料厚度 (mmPb)					符合性
				四侧墙体	顶棚	地板	防护门	观察窗	
内科楼二层东南部 DSA 机房	设计	67	7.2	24cm 实心砖加 3cm 硫酸钡防护材料	12cm 混凝土结构加 3cm 硫酸钡防护材料	12cm 混凝土结构加 3cm 硫酸钡防护材料	3mm 铅板	3mmpb (对于 125keV 的 X 线) 铅玻璃	符合 GBZ130-2020 的要求。
	折算值	—	—	4	3.5	3.5	3	3	
	标准	20	3.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
其他	①DSA 系统自带铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等，能够有效降低 DSA 透视时漏射散射线对医务人员的照射。 ②各防护门外预设置工作指示灯及电离辐射警告标志。 ③机房内预设置机械通风装置，换气次数不低于 4 次/h。 ④DSA 机房配备铅橡胶围裙 (0.5mmPb)、铅橡胶颈套 (0.5mmPb)、铅橡胶帽子 (0.5mmPb)、铅防护眼镜 (0.2mmPb)、铅衣 (0.5mmPb)、介入防护手套 (0.2mmPb) 各 4 件 (套)，供工作人员用的辐射防护用品；以及配备了铅橡胶性腺防护围裙 (0.5mmPb)、铅橡胶颈套 (0.5mmPb)、铅橡胶帽子 (0.5mmPb) 各 2 件 (套) 等供受检者用的辐射防护用品。 ⑤工作人员配戴个人剂量计。 ⑥DSA 机房控制室配备个人剂量报警仪。								

注：本项目机房使用的实心砖的密度不低于 1.65g/cm<sup>3</sup>、硫酸钡防护材料的密度不低于 3.2g/cm<sup>3</sup>、混凝土的密度不低于 2.35g/cm<sup>3</sup>；此外，根据 DSA 设备结构与诊疗流程可知，DSA 设备运行时对机房四周及下层的辐射影响只需考虑非有用射线，顶棚的防护考虑有用射线经过病人身体后产生的影响。表中换算等效铅当量时保守按照 125keV 有用线束来考虑。

由表 10-1 可知，本项目机房屏蔽厚度符合 GBZ130-2020 标准的要求，本项目配备工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施满足表 7-4 要求。

(2) 本项目机房的平面图及分区示意图见图 10-1。

## 10.2 辐射工作场所分区

为了便于辐射防护管理和职业照射控制，医院将 DSA 机房划为控制区（图 10-1 中红色区域），在机房门口处设立醒目的、符合 GB18871-2002 附录 F（标准的附录）规定的警告标志，禁止无关人员进入；将控制室、导管间、设备间、机房周围通道区域等周围相邻区域划为监督区（图 10-1 中黄色区域），监督区不需要专门的防护手段或安全措施，但应定期对环境辐射水平进行监测。

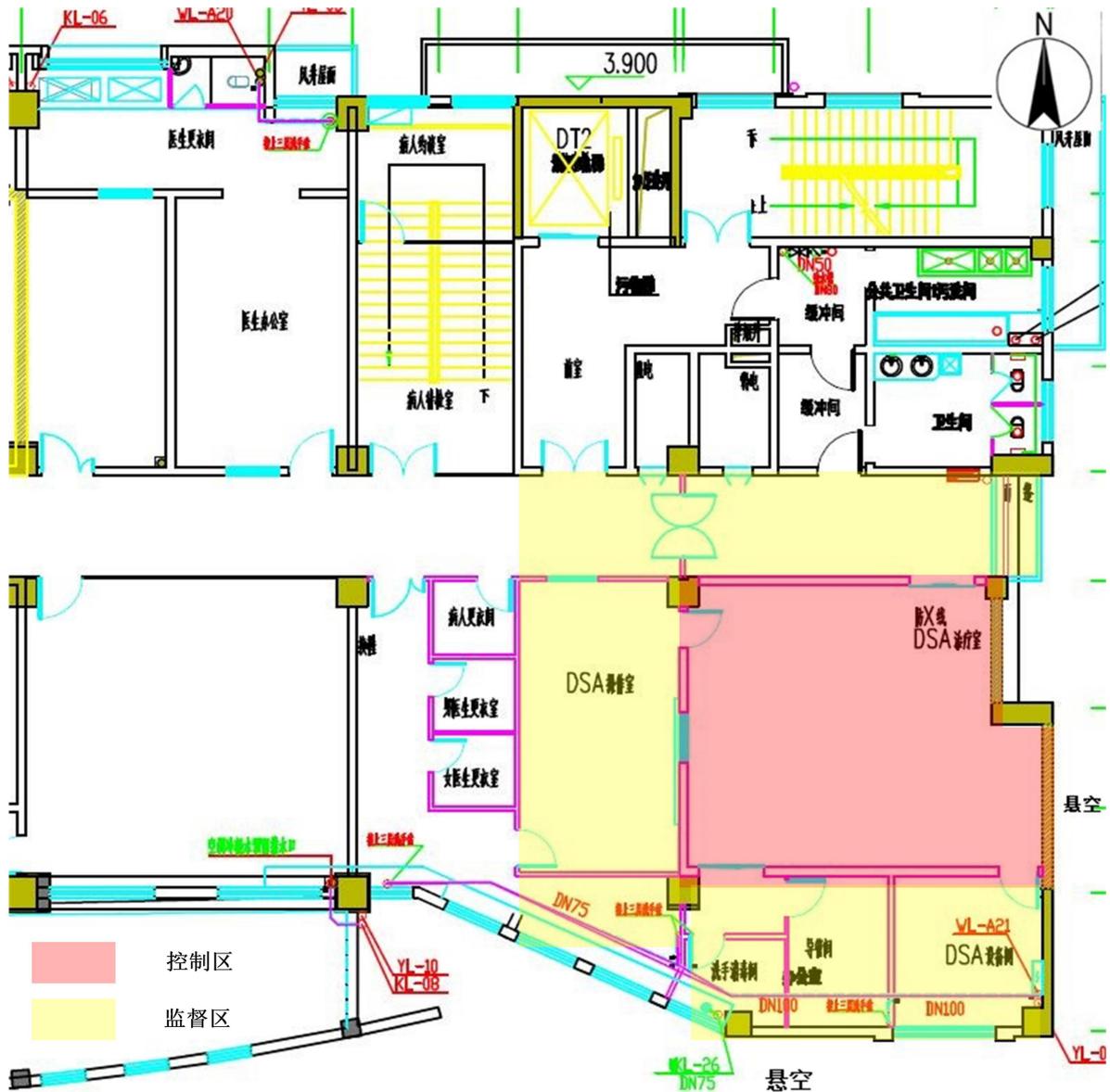


图 10-1 DSA 机房平面图及分区示意图

### 10.3 辐射安全措施

(1) 医院需在操作间内张贴相应的操作规程、岗位职责、应急预案等规章制度。

(2) 医院配备有符合防护要求的辅助防护用品，具体为铅橡胶帽子 5 件、铅衣 5 件、铅橡胶颈套 5 件，铅防护眼镜 5 副、铅橡胶围裙 5 件，介入防护手套 2 件。

(3) DSA 机房布局合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

(4) DSA 机房需设置工作指示灯，机房门外需张贴电离辐射警告标志及其中文警示说明；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。

(5) 机房门口应设置 1m 警戒线，告知公众成员在红线外等待。

### 10.4 选址合理性及布局合理性评价

本次环评新建 DSA 项目位于内科楼 2 楼东南部，该内科楼为地上 12 层，地下 1 层。内科楼南侧为院内广场，西侧为门诊楼，东侧为在建大康复治疗中心大楼，北侧为篮球场，东南侧约 40m 为仪表厂居民楼（有 2 栋）。本项目 DSA 机房区域为专用手术区，无关人员不得进入，有利于辐射防护。机房东侧为楼外悬空，南侧为设备间、导管间，西侧为控制室，北侧为手术通道；机房楼上为精神科功能检查室，楼下为诊室。机房和控制室之间设置有控制室防护门和观察窗，机房和走廊之间设置有机房大门。

本 DSA 机房屏蔽墙均具有足够的辐射防护能力，只要建设方严格按照设计方案进行建设，经过估算，DSA 正常运行时对机房周边环境的辐射影响不会超过标准要求。因此，从辐射环境保护角度分析，本项目建设对周围环境造成的辐射影响是在可接受范围内，评价认为本项目选址及平面布置是合理可行的。

### 10.5 三废的治理

本项目 DSA 设备在运行时无放射性废气、废水和固体废弃物产生，故不用考虑放射性“三废”的处理。

X 射线与空气作用可能会产生臭氧，但由于本项目使用的 X 射线能量较低（一般为几十 keV），因此产生的臭氧较少，且臭氧极不稳定，可快速分解产生氧气。产生的臭氧通过换气系统排入环境大气后，经自然分解扩散，不会对环境产生影响。本项目 DSA 机房按要求建设有机械通风系统，能满足 GBZ130-2020 中第 6.4.3 条的要求。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目的射线装置机房建设装修工作均已完成，无遗留环境问题。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 评价原则

(1) 基本原则：对于符合正当化的放射工作实践，以防护最优化为原则，使各类人员的受照当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到可以合理做到的尽可能低的辐射水平。

(2) 年剂量管理约束值：职业人员 5mSv/a、公众成员 0.25mSv/a。

(3) DSA 设备在透视条件下检测时，所在 DSA 机房屏蔽体外剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；在摄影程序下，机房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu$ Sv/h。

#### 11.2.2 理论预测

##### 1、机房周围剂量率预测

本项目血管造影机主束照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第4.1.6节指出，DSA屏蔽估算时不需要考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄露辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。手术时，医生在待诊病人旁进行导管操作，操作过程中受到泄漏辐射及病人体表散射照射。因此，本次评价重点考虑泄露辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

结合场所布局，选取手术室屏蔽体外 0.3m 处，各关注点距射线装置出束点距离详见表 11-1，各关注点分布示意图见图 11-1、11-2。

表 11-1 本项目介入手术室外预测点位

关心点位编号	位置	与射线装置出束点距离 (m)	屏蔽设计	备注
A	控制室观察窗前 30cm	4.67	铅玻璃观察窗 3mmPb	职业照射
E	控制室防护门外 30cm	5.10	铅防护门 3mmPb	
B	机房北侧墙外 30cm (走廊)	3.86	实心红砖 240mm+硫酸钡 3cm (共约 4mmPb)	公众照射
C	机房东侧墙外 30cm	3.93	实心红砖 240mm+硫酸钡 3cm (共约 4mmPb)	
D	机房南侧墙外 30cm	3.24	实心红砖 240mm+硫酸钡 3cm (共约 4mmPb)	
F	机房北侧防护门外	4.00	铅防护门 3mmPb	

	30cm (走廊)		
G	设备间进出机房防护门外 30cm	4.45	铅防护门 3mmPb
H	机房西南角防护门外 30cm	3.86	铅防护门 3mmPb
I	机房正下方	2.70	12cm 混凝土+硫酸钡 3cm (共约 3.5mmPb)
J	机房正上方	3.90	12cm 混凝土+硫酸钡 3cm (共约 3.5mmPb)

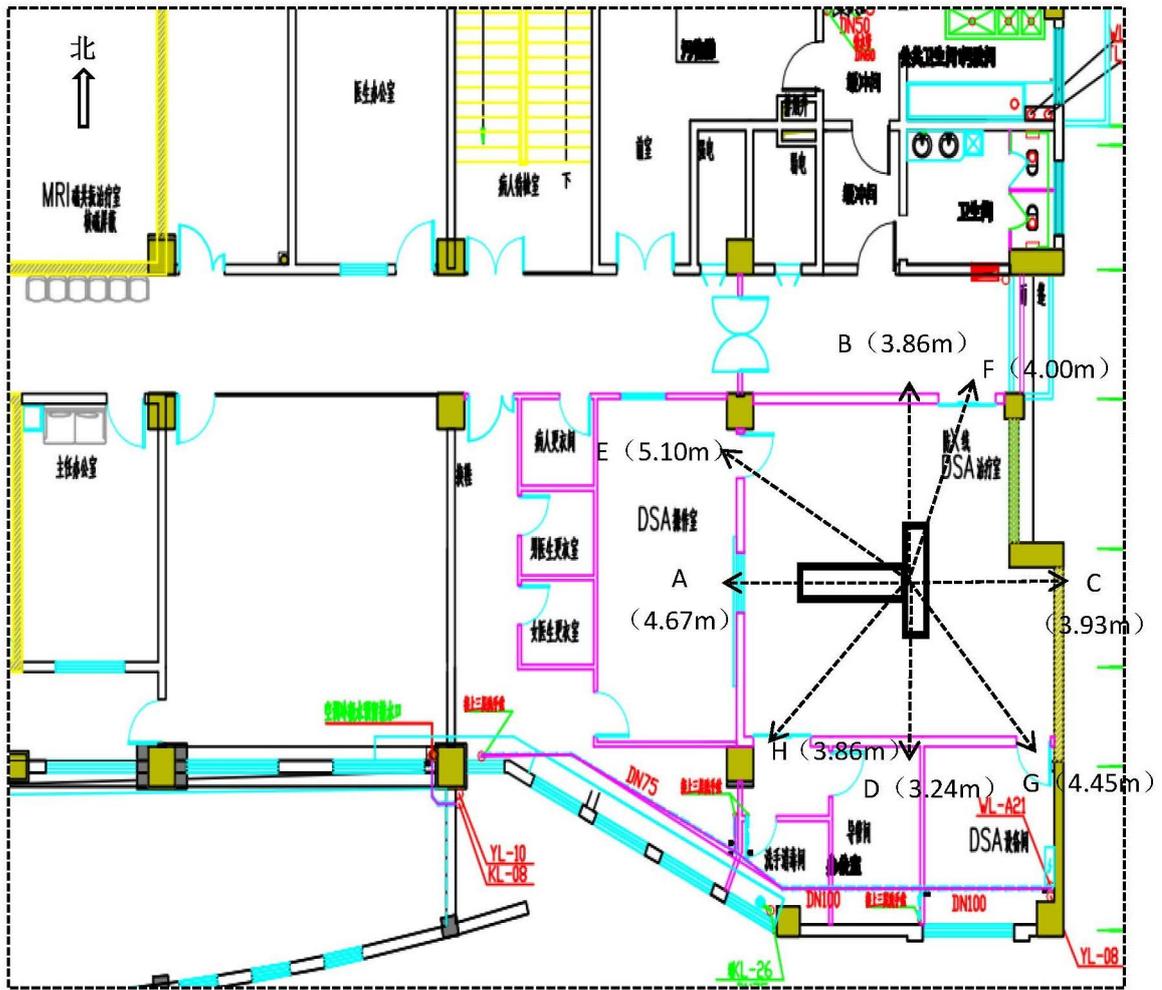


图 11-1 平面关注点示意图

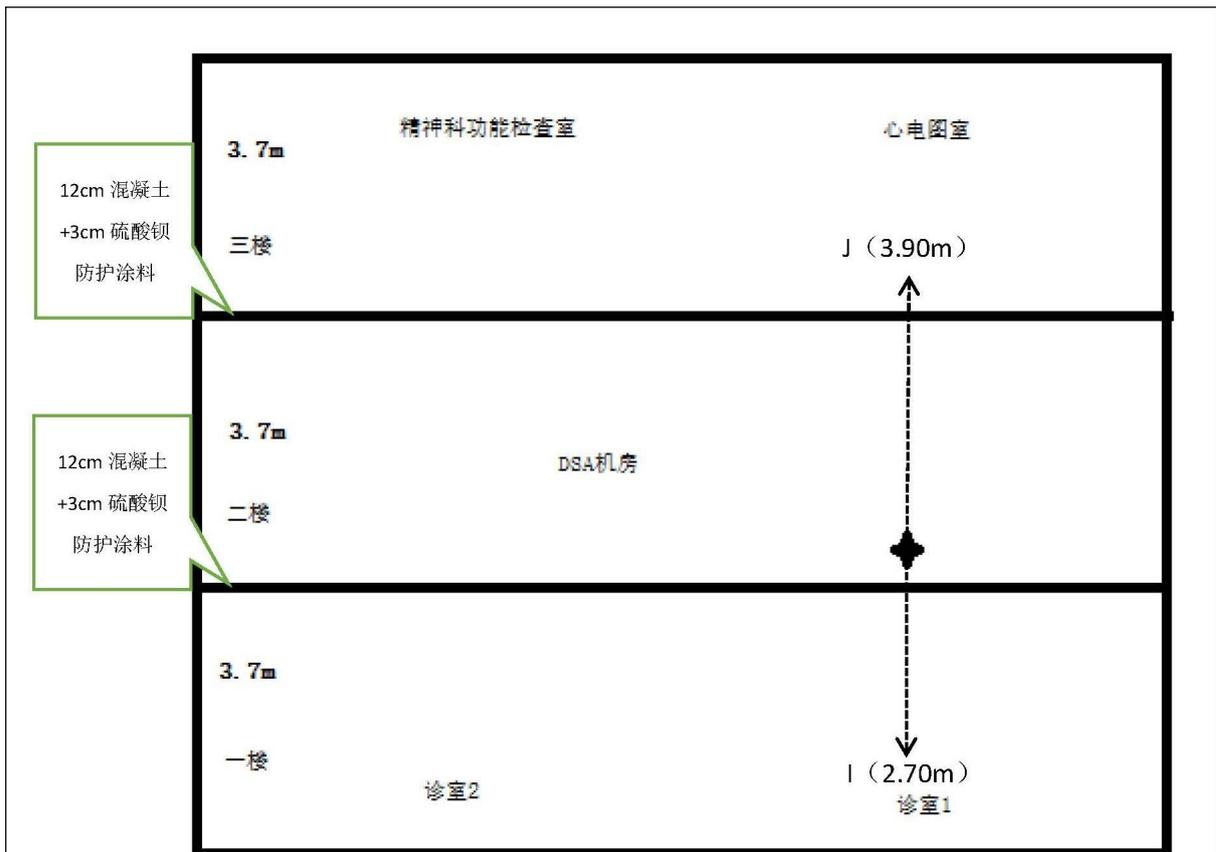


图 11-2 立面关注点示意图

本项目 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，实际使用时，为防止球管烧毁并延长使用寿命，管电压和管电流通常会预留约 30%余量。

经与医院核实，该 DSA 透视模式下管电压在 50~70kV 范围内、管电流在 5~60mA 范围内，采集模式下管电压在 70~100kV 范围内、管电流在 50~500mA 范围内。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），DSA 的等效总滤过不小于 2.5mmAl，因此本评价 DSA 的等效总滤过保守按 2.5mmAl 考虑；根据《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1 可知，当球管工作参数为（70kV、60mA）时，距靶 1m 处的输出量约为 0.05mGy/(mA·s)（ $1.08 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ ）；当球管工作参数为（100kV、500mA）时，距靶 1m 处的输出量约为 0.09mGy/(mA·s)（ $1.62 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ）。

#### （1）泄漏辐射

泄漏辐射剂量率计算，参考《辐射防护手册第一分册》（李德平、潘自强主编）中给出的公式计算。透射因子的计算模式，参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中给出的公式。

$$H_L = \frac{H_0 \cdot B \cdot f}{d^2} \dots\dots\dots \text{(公式 11-1)}$$

式中：

$H_L$  ——关注点漏射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$f$  ——设备射线泄漏率，0.1%；

$H_0$  ——距焦点 1m 处剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$d$  ——关注点至靶点距离，m；

$B$  ——透射因子。

透射因子  $B$  按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 中给出的公式计算：

$$B = \left[ \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots \text{(公式 11-2)}$$

式中：

$B$  ——透射因子；

$X$  ——屏蔽材料铅当量厚度，mm；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  ——对不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数（取自 GB130-2020 附录 D）。

根据公式计算各关注点处泄漏辐射 X- $\gamma$ 辐射剂量率见表 11-2。

**表 11-2 各关注点处泄漏辐射 X- $\gamma$ 辐射剂量率估算结果（ $\mu\text{Gy/h}$ ）**

工作模式	关注点	$H_0$	$f$	$d$	$X$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$H_L$
透视模式	A	1.08E+07	0.001	4.67	3	5.369	23.49	0.5881	2.87E-06
	E	1.08E+07	0.001	5.10	3	5.369	23.49	0.5881	2.41E-06
	B	1.08E+07	0.001	3.86	4	5.369	23.49	0.5881	1.96E-08
	C	1.08E+07	0.001	3.93	4	5.369	23.49	0.5881	1.89E-08
	D	1.08E+07	0.001	3.24	4	5.369	23.49	0.5881	2.78E-08
	F	1.08E+07	0.001	4.00	3	5.369	23.49	0.5881	3.91E-06
	G	1.08E+07	0.001	4.45	3	5.369	23.49	0.5881	3.16E-06
	H	1.08E+07	0.001	3.86	3	5.369	23.49	0.5881	4.20E-06
	I	1.08E+07	0.001	2.70	3.5	5.369	23.49	0.5881	5.86E-07
	J	1.08E+07	0.001	3.90	3.5	5.369	23.49	0.5881	2.81E-07
采集	A	1.62E+08	0.001	4.67	3	2.507	15.33	0.9124	4.69E-01

模式	E	1.62E+08	0.001	5.10	3	2.507	15.33	0.9124	3.93E-01
	B	1.62E+08	0.001	3.86	4	2.507	15.33	0.9124	5.59E-02
	C	1.62E+08	0.001	3.93	4	2.507	15.33	0.9124	5.39E-02
	D	1.62E+08	0.001	3.24	4	2.507	15.33	0.9124	7.93E-02
	F	1.62E+08	0.001	4.00	3	2.507	15.33	0.9124	6.39E-01
	G	1.62E+08	0.001	4.45	3	2.507	15.33	0.9124	5.16E-01
	H	1.62E+08	0.001	3.86	3	2.507	15.33	0.9124	6.86E-01
	I	1.62E+08	0.001	2.70	3.5	2.507	15.33	0.9124	4.00E-01
	J	1.62E+08	0.001	3.90	3.5	2.507	15.33	0.9124	1.92E-01

(2) 散射辐射

散射辐射剂量率计算，参考《辐射防护手册第一分册》（李德平、潘自强主编）中给出的公式计算。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \delta \cdot S \cdot B}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots \text{(公式 11-3)}$$

式中：

$H_s$  ——关注点散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$  ——距焦点 1m 处剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$\delta$  ——患者对 X 射线的散射比（取自《辐射防护手册（第一分册）》）P437 表 10.1，此处射线散射与入射 X、 $\gamma$  射线照射量之比值  $a$  为 0.0013（90° 散射）， $\delta = a/400$ ；

$S$  ——散射面积，取典型值  $100\text{cm}^2$ ；

$d_0$  ——源与病人的距离，取 0.5m；

$d_s$  ——病人与预测点的距离，m；

$B$  ——透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 D 中给出的公式即公式 11-2 计算；

$X$  ——铅屏蔽厚度，mm；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  ——针对不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数（取自 GB130-2020 附录 D）。

根据公式计算各关注点处散射辐射 X- $\gamma$  辐射剂量率见表 11-3。

表 11-3 各关注点处散射辐射 X- $\gamma$  辐射剂量率估算结果

工作模式	关注点	$H_0$	$\delta$	$S$	$d_0$	$d_s$	$X$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$H_s (\mu\text{Sv/h})$
------	-----	-------	----------	-----	-------	-------	-----	----------	---------	----------	------------------------

透视模式	A	1.08E+07	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	4.67	3	5.369	23.49	0.5881	3.73E-06
	E	1.08E+07	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	5.1	3	5.369	23.49	0.5881	3.13E-06
	B	1.08E+07	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	3.86	4	5.369	23.49	0.5881	2.54E-08
	C	1.08E+07	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	3.93	4	5.369	23.49	0.5881	2.45E-08
	D	1.08E+07	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	3.24	4	5.369	23.49	0.5881	3.61E-08
	F	1.08E+07	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	4	3	5.369	23.49	0.5881	5.08E-06
	G	1.08E+07	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	4.45	3	5.369	23.49	0.5881	4.11E-06
	H	1.08E+07	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	3.86	3	5.369	23.49	0.5881	5.46E-06
	I	1.08E+07	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	2.7	3.5	5.369	23.49	0.5881	7.61E-07
	J	1.08E+07	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	3.9	3.5	5.369	23.49	0.5881	3.65E-07
采集模式	A	1.62E+08	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	4.67	3	2.507	15.33	0.9124	6.09E-01
	E	1.62E+08	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	5.1	3	2.507	15.33	0.9124	5.11E-01
	B	1.62E+08	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	3.86	4	2.507	15.33	0.9124	7.27E-02
	C	1.62E+08	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	3.93	4	2.507	15.33	0.9124	7.01E-02
	D	1.62E+08	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	3.24	4	2.507	15.33	0.9124	1.03E-01
	F	1.62E+08	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	4	3	2.507	15.33	0.9124	8.31E-01
	G	1.62E+08	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	4.45	3	2.507	15.33	0.9124	6.71E-01
	H	1.62E+08	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	3.86	3	2.507	15.33	0.9124	8.92E-01
	I	1.62E+08	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	2.7	3.5	2.507	15.33	0.9124	5.20E-01
	J	1.62E+08	3.25×10 <sup>-6</sup>	100	0.5	3.9	3.5	2.507	15.33	0.9124	2.49E-01

### (3) 辐射环境影响预测结果分析

分析预测结果，DSA 工作场所各关注点处辐射剂量率见表 11-4 所示。

表 11-4 DSA 工作场所各关注点处 X-γ 辐射剂量率

工作模式	关注点	位置	泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	总附加剂量率 (μSv/h)
透视模式	A	控制室观察窗前 30cm	2.87E-06	3.73E-06	6.60E-06
	E	控制室防护门外 30cm	2.41E-06	3.13E-06	5.53E-06
	B	机房北侧墙外 30cm (走廊)	1.96E-08	2.54E-08	4.50E-08
	C	机房东侧墙外 30cm	1.89E-08	2.45E-08	4.34E-08
	D	机房南侧墙外 30cm	2.78E-08	3.61E-08	6.39E-08

	F	机房北侧防护门外 30cm (走廊)	3.91E-06	5.08E-06	8.99E-06	
	G	设备间进出机房防护门外 30cm	3.16E-06	4.11E-06	7.27E-06	
	H	机房西南角防护门外 30cm	4.20E-06	5.46E-06	9.66E-06	
	I	机房正下方	5.86E-07	7.61E-07	1.35E-06	
	J	机房正上方	2.81E-07	3.65E-07	6.46E-07	
	采集 模式	A	控制室观察窗前 30cm	4.69E-01	6.09E-01	1.08E+00
		E	控制室防护门外 30cm	3.93E-01	5.11E-01	9.04E-01
		B	机房北侧墙外 30cm (走 廊)	5.59E-02	7.27E-02	1.29E-01
		C	机房东侧墙外 30cm	5.39E-02	7.01E-02	1.24E-01
		D	机房南侧墙外 30cm	7.93E-02	1.03E-01	1.82E-01
F		机房北侧防护门外 30cm (走廊)	6.39E-01	8.31E-01	1.47E+00	
G		设备间进出机房防护门外 30cm	5.16E-01	6.71E-01	1.19E+00	
H		机房西南角防护门外 30cm	6.86E-01	8.92E-01	1.58E+00	
I		机房正下方	4.00E-01	5.20E-01	9.20E-01	
J		机房正上方	1.92E-01	2.49E-01	4.41E-01	

由表 11-4 可知, 本项目在正常运行期间, 透视模式下机房外各关注点处 X- $\gamma$ 辐射剂量率在 (4.34E-08~9.66E-06)  $\mu\text{Gy/h}$  之间, 几乎没有外照射影响; 在采集模式下机房外各关注点处 X- $\gamma$ 辐射剂量率在 (1.24E-01~1.58E+00)  $\mu\text{Gy/h}$  之间, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中规定的, 透射模式下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 、摄影模式下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 25 $\mu\text{Sv/h}$  的要求。

此外, 上述评价是基于保守假设进行的。实际运行时, DSA 工作场所周围的附加剂量率水比估算值更小。

## 2、机房内医生操作位剂量率预测

经医院核实, 手术中, 医生如需透视则在室内直接操作曝光, 如需摄片 (减影) 则移步到控制室内, 由控制室技术人员隔室操作曝光。机房内操作曝光透视, 以第一术者为代表估算室内操作人员受照射剂量。设备自带铅帘为 0.5mmPb, 医生所穿铅服

为 0.5mmPb，第一术者胸部位置距离球管为 1m、距离病人距离为 0.5m。根据上述参数及公式计算室内第一术者位置处泄漏 X-γ辐射剂量率见表 11-5。

**表 11-5 透视模式下第一术者位置处泄漏辐射 X-γ辐射剂量率估算结果 (μGy/h)**

防护情况	$H_0$	$f$	$d$	$X$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$H_L$
有铅服	1.08E+07	0.001	1	1	5.369	23.49	0.5881	3.06
无铅服	1.08E+07	0.001	1	0.5	5.369	23.49	0.5881	57.7

根据上述参数及公式计算室内第一术者位置处散射 X-γ辐射剂量率见表 11-6。

**表 11-6 透视模式下第一术者位置处散射辐射 X-γ辐射剂量率估算结果**

防护情况	$H_0$	$\delta$	$S$	$d_0$	$d_s$	$X$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$H_S$ (μSv/h)
有铅服	1.08E+07	$3.25 \times 10^{-6}$	100	0.5	0.5	1	5.369	23.49	0.5881	15.9
无铅服	1.08E+07	$3.25 \times 10^{-6}$	100	0.5	0.5	0.5	5.369	23.49	0.5881	300

综上所述，室内第一术者位置处总辐射剂量率见表 11-7 所示。

**表 11-7 室内第一术者位置处总 X-γ辐射剂量率 (μSv/h)**

工作模式	总附加剂量率 (有铅服)	总附加剂量率 (无铅服)
透视模式	19.0	358

### 11.2.3 人员有效剂量估算公式

个人年有效剂量估算按下列公式计算：

$$H_E = D_\gamma \times t \times W \times R \times 10^{-6} (\text{mSv}) \dots \dots \dots \text{(公式 11-4)}$$

其中： $H_E$  为年有效剂量，(mSv/a)；

$D_\gamma$  为 X-γ辐射剂量率，nSv/h；

$t$  为年受照射时间，小时；

$W$  为物理权重因子，对 X、γ取 1；

$R$  为组织权重因子，评价全身均匀照射， $R$  取 1；

参照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)中关于剂量评价方法的

有关规定，采用下面公式对职业照射人员有效剂量 E 进行估算：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad (\text{公式 11-5})$$

其中：

E—有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

$\alpha$ —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79（本项目工作人员均佩戴铅围脖）；

$H_u$ —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv）；

本项目为根据公式 11-4 计算得的未屏蔽状态下的年累积剂量；

$\beta$ —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051（本项目工作人员均佩戴铅围脖）；

$H_o$ —铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的  $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv）；本项目为根据公式 11-4 计算得的屏蔽状态下的年累积剂量。

#### 11.2.4 估算结果

依据建设单位提供资料，本项目运行后，医院使用该设备的有心内科、神经内科、神经外科、外周内科等科室，每次手术工作人员数量为 4 人左右，包括手术医生、护士、技术人员。该 DSA 机房预计年手术量为 800~1000 台，其使用最多的是心内科，每年约 500~600 台手术。因此，使用该设备的手术医生、护士单人年手术量不超过 300 台。该数字减影血管造影 X 射线机主要有透视、采集（摄影）两种工作模式，每台手术出束时间：透视状态平均 10min、摄影状态平均 1min。因此，DSA 年最大出束时间透视曝光 166.7 小时、采集曝光 16.7 小时；使用该设备的手术医生、护士单人年手术量（300 台）DSA 透视曝光共计 50 小时、采集曝光共计 5 小时。

依据上述参数及公式对项目运行后致职业人员、公众的个人剂量估算结果，见表 11-8。

表 11-8 机房外围个人剂量估算结果

预测点位置	透视模式		采集模式		居留因子	年有效剂量（ $\mu\text{Sv/a}$ ）	照射类型
	附加剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	出束时间（h）	附加剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	出束时间（h）			
A	6.60E-06	33.3	1.08E+00	3.33	1	18.04	职业照射
E	5.53E-06	33.3	9.04E-01	3.33	1	15.10	
B	4.50E-08	33.3	1.29E-01	3.33	1/4	0.54	公众照射
C	4.34E-08	33.3	1.24E-01	3.33	1/4	0.52	
D	6.39E-08	33.3	1.82E-01	3.33	1/4	0.76	

F	8.99E-06	33.3	1.47E+00	3.33	1/4	6.14
G	7.27E-06	33.3	1.19E+00	3.33	1/4	4.97
H	9.66E-06	33.3	1.58E+00	3.33	1/4	6.60
I	8.56E-06	33.3	9.20E-01	3.33	1	15.37
J	1.17E-05	33.3	4.41E-01	3.33	1	7.37

由表 11-8 可知，项目运行后 DSA 控制室职业人员最大年剂量为 18.04 $\mu$ Sv/a，远低于职业人员年有效剂量管理约束值（5mSv）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员剂量限值（20mSv）的要求；公众年剂量最大为 15.37 $\mu$ Sv/a，低于公众成员年有效剂量管理约束值（0.25mSv）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众成员剂量限值（1mSv）的要求。

根据相关参数、剂量率结果及公式 11-5，可估算出以第一术者为代表的一名手术医生因本项目运行受照剂量为 1.66mSv，低于职业人员年有效剂量管理约束值（5mSv）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员剂量限值（20mSv）的要求

因此，本项目 DSA 工作场所的防护设计满足要求，正常运行后产生的辐射影响满足标准要求，对人员产生的辐射影响较小。

### 11.3 DSA 机房辐射防护措施符合性分析

医院 DSA 机房辐射措施合理性根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）进行分析，辐射防护措施符合性分析结果见表 11-5。

表 11-5 医院射线装置的辐射防护措施符合性分析表

射线装置类型	标准防护要求	本项目方案	符合性
DSA	每台 X 射线机应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。单管头 X 射线设备（含 C 形臂）机房最小有效使用面积为 20m <sup>2</sup> ，最小单边长度为 3.5m。	本 DSA 项目为独立机房，机房面积为 67m <sup>2</sup> ，最小单边长度为 7.2m。	符合
	机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	DSA 机房与控制室之间设置铅玻璃观察窗，能观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合
	介入 X 射线设备机房：有用线束方向铅当量 2mmPb，非有用	DSA 四侧墙体及顶棚的铅当量不小于 3mmpb，防护门窗铅当量均	符合

	线束方向铅当量 2mmPb。	为 3mmpb。	
	(1) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h; (2) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu$ Sv/h。	通过类比监测, DSA 在正常使用条件下, 机房周边关心点辐射剂量率均能满足 GBZ130-2020 标准的要求。	符合
	(1) 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置, 应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。 (2) 机房应设置动力排风装置, 保持良好的通风。	DSA 有用线束未直接照射门和管线口位置。机房内设置动力排风装置, 能保持良好通风。	符合
	(1) 机房门外应有电离辐射警告标志; 机房门上方应有醒目的工作状态指示灯, 灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句; 候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。 (2) 平开机房门应有自动闭门装置; 推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施; 工作状态指示灯能与机房门有效关联。	(1) DSA 机房门外设置电离辐射警告标志和工作指示灯, 灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句; 候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。 (2) 机房门有闭门装置, 且工作状态指示灯和与机房相同的门能有效联动。	符合
其他	配备适量的符合防护要求的各种辅助防护用品, 如铅衣、铅手套、铅围裙等。	医院为 DSA 机房配置数量足够的铅衣、铅眼镜、铅围脖等辐射防护用品。	符合

由表 11-5 可知, 医院 DSA 机房按相关标准要求进行了设计施工, 机房的辐射防护措施均符合相关规定要求。

#### 11.4 建设单位从事辐射活动的技术能力评价

通过对医院的现场调查, 结合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证所要求的申请条件, 医院在各方面的执行情况见表 11-6。

表 11-6 使用射线装置单位申请领取许可证条件对比表

标准要求	单位执行情况	符合情况
使用 I 类、II 类射线装置的, 应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构, 或者至少有	医院成立了辐射安全与环境管理机构, 机构成员由院领导、放射科	符合

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。	等科室主任和成员组成。	
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 和考核。	医院已安排放射科部分辐射工作人员参加辐射安全和防护培训,并取得合格证。医院拟在近期内安排相关放射工作人员参加生态环境部门主办的辐射安全和防护培训,并取得合格证。	落实后符合
放射性同位素与射线装置使用场所所有防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	DSA 机房门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯。	符合
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,包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	医院拟购置个人剂量报警仪,并为每个辐射工作人员配备双个人剂量计。	落实后符合
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院制定了一系列辐射防护管理制度包括《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作场所监测制度》、《辐射人员岗位职责》、《辐射事故应急预案》等。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	医院制定了辐射事故应急预案。	符合

由表 11-6 可知,医院在贯彻执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的过程中做了大量切合实际的工作,医院的辐射防护基本可满足相关要求,辐射管理制度合理可行。

### 11.5 产业政策符合性

DSA 项目属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2019 年修订,国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令)中第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备,人工智能辅助医疗设备,高端放射治疗设备,电子内窥镜、手术机器人等 高端外科设备,新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材 制造技术开发与应用,危重病用生命支持设备,移动与远程诊疗设备,新型基因、蛋白和细胞诊断设备”,属于国家鼓励类产业,符合国家产业政策。

### 11.6 事故影响分析

本项目使用的射线装置属 II 类射线装置,可能的事故工况主要有以下情况:

- 1、工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离机房,DSA 运行可能产生误照射。
- 2、DSA 发生 X 射线无法停束故障。

3、安全装置发生故障状况下，人员误入正在运行的 DSA 机房。

因此，医务人员必须严格按照 X 射线装置操作程序进行诊断，防止事故照射的发生，避免工作人员和公众接受不必要的辐射照射。工作人员每次上班时首先要检查防护门上的灯光警示装置是否正常。如果失灵，应立即修理，恢复正常。在工作过程中应确定没有无关人员后才开机曝光。

### 11.7 辐射事故处理原则

工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查机房的性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用的机房内。

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

③及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。尽可能缩小事故影响，减少事故损失。

④在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

⑤事故处理后应累计资料，及时总结报告。

医院须对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并立即启动本单位的辐射事故应急处理预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填报《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地环境保护部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中的相关规定，该院已成立了辐射安全与环境保护管理机构----放射防护工作领导小组，组长为韦玉华（副院长），副组长为刘刚（医务科科长），成员为各辐射项目相关负责人。主要职责是严格遵守和执行医院辐射防护管理制度，领导并共同做好辐射防护各项工作，负责辐射安全与环境保护工作的具体组织、协调、监督与指导。

**辐射安全管理规章制度**

医院成立了辐射安全与环境保护管理机构，制定一系列辐射防护管理制度，包括：《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作场所监测制度》、《辐射人员岗位职责》、《辐射事故应急预案》等。

针对本项目建设，提出如下要求：

（1）医院原来仅有Ⅲ类射线装置，现在增加一台Ⅱ类装置，应根据增加设备的特点对《辐射事故应急预案》进行完善，使得预案更能满足要求；

（2）要求组织所有辐射工作人员参加有资质单位的辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗，并按要求进行复训，同时为辐射工作人员建立个人剂量档案和职业健康档案。

（3）环评批复后，需及时向相关部门申请辐射安全许可证。

医院在核技术实践过程中，应加强管理，严格落实执行相关规章制度，同时根据国家法律法规的相关要求和运营情况，修改和完善相关规章制度。

**辐射监测**

（1）根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》国务院第 449 号令等相关标准和规范的要求，医院应制定监测计划。具体监测方案、监测项目和监测频率见表 12-1。

表 12-1 辐射监测计划

监测对象		监测方案	监测点位	监测项目	监测频率
DSA	防护	实测并检查	四周屏蔽墙外 30cm 处、操作位、观察窗、防护门门缝处、机房上下方	X-γ辐射剂量率	每年 1 次
	防护装置		/	安全	每天 1 次
工作人员		佩带个人剂量计	/	个人累积剂量	90 天/次
外环境		实测	医院外环境	X-γ辐射剂量率	每年 1 次

(2) 医院此次项目内容取得环评批复并竣工后, 根据国务院第 682 号 (国务院 关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定, 2017.10.1 起施行) 中的第十一条: “编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目竣工后, 建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序, 对配套建设的环境保护设施进行验收, 编制验收报告”, 医院应组织相关人员进行竣工环保验收并编制验收报告, 项目竣工环境保护验收清单见表 12-2。

表 12-2 项目竣工环境保护验收清单

序号	验收项目	验收内容	验收要求
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具验收监测报告	各项资料齐全
2	环境管理制度、应急措施	成立管理机构, 制定的辐射防护相关制度内容切实可行, 具有可操作性, 设备有操作规程	有专门的辐射领导机构, 制定并落实各项制度, 有关制度上墙
3	放射工作人员管理	①本项目调配放射工作人员 5 名, 新增放射工作人员 12 名; ②医院应每 90 天对工作人员进行个人剂量检测, 每年进行放射工作人员职业健康体检, 并将资料存档; ③放射工作人员需参加辐射安全知识培训, 并且每 5 年进行一次复训。	①人员按要求配备到位, 并具有相关的技术能力。②个人剂量、职业健康体检档案保存完整齐全③放射工作人员取得辐射安全知识培训证书后持证上岗, 并每 5 年进行一次复训, 档案保存完整齐全。
4	防护用品	防护监测设备和防护用品按报告表中 (表 10-3) 要求落实	防护用品按要求落实到位 (规格、数量满足日常工作需要)。
5	辐射屏蔽设计及安全防护措施	①DSA 机房屏蔽防护按环评报告表的要求落实到位; ②DSA 机房内不得堆放无关杂物, 保持良好的通风; ③DSA 机房防护门上方设置工作状态指示灯, 并且指示灯工作正常, 机房设置门灯连锁。防护门上	①按要求落实机房屏蔽防护措施, 屏蔽体外辐射剂量率满足标准要求。②机房内通风良好, 无杂物。③按环评要求落实设备、机房安全措施。

		均贴辐射警示标识及中文说明。	
6	辐射监测	①每年委托有资质的单位对工作场所周围环境进行常规监测，并出具监测报告；②配备相应的自检设备，防护用品及人员，定时自检	①场所检测档案完整。②配备相应的自检设备（良好），防护用品及人员，定时自检。
7	剂量限值	DSA 介入工作人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv}$ ； 公众成员年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv}$ 。	DSA 介入工作人员剂量定期检测， 介入工作人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv}$ ； 公众成员年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv}$ 。
	墙体外剂量率控制	距离机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	距离机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。
8	室内	DSA 机房设置动力排风装置，保持机房内通风良好。	机房内保持良好的通风。

(3) 医院每年委托有资质的监测单位对使用的射线装置放射防护状况进行年度监测，并将监测数据写入年度评估报告，上报给辐射安全许可证发证机关及当地生态环境部门。

### 辐射事故应急

本项目使用的射线装置属II类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条之规定，结合单位的实际情况和表 11 中“**事故影响分析**”，医院应建立完善的《辐射事故应急处理预案》，包括以下内容：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急；
- (3) 可能发生辐射事故类别与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序及人员和联系方式。发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急处理预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地环境保护部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

医院已制定了《广西壮族自治区脑科医院辐射事故应急预案》，规定了组织机构、适用范围、事故管理、事故报告的程序、方式和内容、应急处理程序等。

医院本项目运行后，还应做好以下工作：

- (1) 医院每年应组织人员进行应急演练，并记录；
- (2) 医院应定期修改完善应急预案等相关规章制度。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

广西壮族自治区脑科医院本次建设项目内容为：柳州市鸡喇路 1 号医院内科楼 2 楼建设使用 1 台数字减影血管造影 X 射线机，属于使用 II 类射线装置项目。

1、医院新建医用血管造影 X 射线系统应用项目，目的在于开展放射诊疗工作，最终是为了治病救人，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

2、医院本项目涉及射线装置的建设，经对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2019 年修订，国家发展和改革委员会 2019 年第 29 号令）第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断医疗仪器设备、微创外壳和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用”，属于国家鼓励类产业，满足实践正当性原则，符合国家产业政策。

3、本项目 DSA 机房场所选址基本合理，项目方案整体可行。射线装置机房的辐射防护措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求。

4、医院新建数字减影血管造影 X 射线机（DSA）应用机房场址周围环境的辐射水平未见异常。

5、通过类比监测和理论计算可知，当射线装置机房按照设计方案建设时，预计 DSA 机房屏蔽墙外关心点的辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求；预计 DSA 工作人员因本项目运行受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也满足职业人员年剂量管理约束值 5mSv 的要求；预计公众成员不会因为该项目运行而受到额外的年有效剂量，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也满足公众成员年剂量管理约束值 0.25mSv 的要求。

6、（1）医院为了加强医院环境保护工作领导，规范医院射线装置辐射安全及管理，成立了放射防护管理委员会。

（2）医院为了加强以对射线装置安全和防护的管理，建立了相应的管理制度（包括操作规程、岗位职责、人员培训、监测方案等）和辐射事故应急预案。

(3) 为应对医院出现的辐射突发事故，医院成立了成立放射事件应急处理领导小组。

(4) 对所有辐射工作人员进行辐射安全与防护知识教育培训，培训考核合格方能上岗，使工作人员熟练掌握操作技能，减少操作时间，从而达到减少受照剂量。

(5) 所有辐射工作人员均应进行个人累积剂量的监测并建立个人档案，每两年进行一次健康体检。

7、项目经审批并取得辐射安全许可证以后，必须根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）的要求开展环保验收。

8、医院每年应编写射线装置使用安全和防护状况评估报告，并于次年1月31日前报原发证机关。

综上所述，广西壮族自治区脑科医院新建医用血管造影 X 射线系统应用项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理制度后，其具备从事相应辐射工作的技术能力。从辐射环境保护角度论证，广西壮族自治区脑科医院新建医用血管造影 X 射线系统应用项目的建设和运行是可行的。

## 13.2 建议和承诺

建议项目建设单位认真做好以下几项工作：

(1) 医院应根据相关标准，在机房及其周边设置各项辐射防护措施。

(2) 医院应加强对辐射工作人员管理，工作人员进入辐射工作场所时，应正确佩戴好个人剂量计、铅衣、铅帽等防护用品，以降低 DSA 应用过程中对人员的影响。

(3) 医院应定期对 DSA 机房周边辐射环境情况进行监测，并记录存档。

(4) 定期检查放射工作场所设置的电离辐射标志、工作指示灯和安全联锁装置。

(5) 在取得该报告表批复后，医院应尽快重新申请办理辐射安全许可证。

医院承诺做好以下工作：

(1) 按要求开展个人剂量监测、工作场所监测以及对本单位射线装置的安全和防护状态进行年度评估，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。

(2) 按要求开展竣工环保验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公 章

经办人

年 月 日

审批意见:

公 章

经办人

年 月 日