

编号：GXFWA/HP2025-012

核技术利用建设项目

北流市人民医院改建医用血管造影X射线机
应用项目环境影响报告表

(公示本)



北流市人民医院 (盖章)

二〇二五年十二月

环境保护部监制

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	21
表 3 非密封放射性物质	21
表 4 射线装置	21
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	22
表 6 评价依据	23
表 7 保护目标与评价标准	25
表 8 环境质量和辐射现状	30
表 9 项目工程分析与源项	35
表 10 辐射安全与防护	42
表 11 环境影响分析	56
表 12 辐射安全管理	71
表 13 结论与建议	83
表 14 审批	86
附件 1 委托书	
附件 2.1 北流市人民医院医技楼建设工程项目核准批复	
附件 2.2 北流市人民医院医技楼建设工程环境影响报告书的批复	
附件 2.3 北流市县域医共体资源共享中心及中心药房建设项目可行性研究报告的批复	
附件 3 辐射安全许可证	
附件 4 现状监测报告	
附件 5 北流市人民医院关于对放射防护管理委员会成员进行调整的通知	
附件 6 北流市人民医院辐射事故应急预案	
附件 7 医院辐射安全相关管理制度	
附件 8 年剂量检测评价报告	
附件 9 核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单	
附件 10 C 臂备案登记表	
附件 11 北流市人民医院移动式 C 形臂 X 射线机机房建设项目职业病危害控制效果放射防护评价报告表	

表 1 项目基本情况

建设项目名称	北流市人民医院改建医用血管造影 X 射线机应用项目				
建设单位	北流市人民医院				
法定代表人	谢 坚	联系人	李欢	联系电话	*****
注册地址	广西壮族自治区玉林市北流市清湖路 0005 号				
项目建设地点	外科综合楼 3 楼放射科导管二室				
立项审批部门	北流市发展和改革局		批准文号	北发改规核【2017】9 号	
建设项目总投资(万元)	550	项目环保投资(万元)	50	投资比例(环保投资/总投资)	9.09%
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)	68
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	/				
1.1 医院概述					
<p>北流市人民医院前身为北流公医院，成立于 1933 年，经数度更迭、超九十年永续发展，现已发展成为一所集医疗、教学、科研、康复、预防保健为一体的国家三级甲等综合医院；是广西助理全科医生培训基地，桂东南首家移动互联网医院，右江民族医学院教学医院，广西医科大学第一附属医院及广西壮族自治区人民医院技术协作医院，广西区综合</p>					

防治卒中中心、中国卒中中心联盟认证单位，国家标准版胸痛中心认证单位，先后荣获全国卫生系统先进集体、文明医院、全国敬老文明号、广西卫生先进单位、广西十佳医院、广西五一劳动奖章等荣誉称号。全国三级公立医院绩效考核国家监测指标排名进入 B++ 行列，连续 10 年位列中国县级百强医院、广西区域 30 强医院行列，2024 年获评“高质量发展新格局·全国百佳县级医院”。

目前医院占地面积 197 亩，建筑面积 13.5 万多平方米。职工 1950 多人，其中专业技术人员 1600 多人，高级职称 340 多人。开放床位 1400 多张，临床医技科室 39 个，行政后勤职能科室 21 个。2024 年门急诊量 94.27 万人次，出院患者 7.1 万例，年手术 17470 例，四级手术 2311 例，年增 212 例。

医院拥有广西同级医院首台综合型海扶聚焦超声肿瘤治疗系统（JC300 型）、核医学影像诊断设备 SPECT/CT、德国蔡司全飞秒激光治疗仪。拥有美国 GE1.5T 磁共振成像系统、全数字高清磁共振（佳能 1.5T）、德国西门子 X 射线计算机体层摄影设备（128 排双源螺旋 CT）、瓦里安直线加速器、荷兰飞利浦医用血管造影 X 射线机等 1000 多台套先进设备。

2018 年，医院获批广西第二批助理全科医生培训基地，设 20 个轮转科室，2 个基层实践基地。全科医学科开放床位 35 张，实行“双导师制”，临床技能训练中心面积 1100 平方米，设置有 12 间 OSCE 考站、模拟 ICU、模拟手术室、模拟产房、模拟病房等。2018 年至 2024 年我院共招收助理全科医生培训学员 256 名，已结业返回基层从事卫生健康服务人数 170 人，现在培学员 76 名。2019-2024 年我院助培学员执业助理医师资格考试通过率和结业考核通过率均位于全区前列。

医院科研教学成效凸显，近三年，获玉林市级以上立项科研课题 47 项，科研成果通过验收 9 项（含 2 个合作项目），在国家级和省级医学期刊发表论文 191 篇（其中 SCI 论文 4 篇）。获批专利 11 项，专利成果转化 1 项。单病种开展达 94.1%，广西限制类技术开展达 93.8%，国家限制类技术开展 3 项。截至 2024 年底，获批全国基层名老中医药传承工作室 1 个，广西区县级重点培育学科 1 个，玉林重点专科（含培育）11 个、玉林市县级重点学科 7 个（含培育）。

1.2 项目由来和评价目的

因业务发展需要，医院拟将外科综合楼 3 楼放射科导管二室的移动式 C 形臂 X 射线机

替换，新购置 1 台医用血管造影 X 射线机（以下简称 DSA），用于开展介入治疗。移动式 C 形臂 X 射线拟搬迁到外科综合楼 6 楼手术室 18 间，不属于本项目评价内容。项目资金来源于《北流市县域医共体资源共享中心及中心药房建设项目可行性研究报告的批复》（北发改许可【2025】129 号），详见附件 2.3。

根据医院提供资料，北流市人民医院技楼建设项目于 2017 年 11 月 14 日取得北流市发展和改革委员会《关于北流市人民医院技楼建设项目核准的批复》（北发改规核【2017】9 号），详见附件 2.1。2017 年 7 月 19 日取得《玉林市生态环境局关于北流市人民医院医技楼建设工程环境影响报告书的批复》批复文件（玉环项管〔2017〕51 号），具体详见附件 2.2。北流市人民医院医技楼建设项目环境影响报告书不包含辐射类设备的评价，本项目医用血管造影 X 射线机为放射科开展介入治疗的必要设备，其机房为医技楼建设项目的组成部分，属于原立项范围内的建设内容。因此，本项目跟随所在北流市人民医院技楼建设项目立项，项目代码为 2017-450981-83-02-000152。本次环评仅针对本项目 DSA 设备电离辐射环境影响评价，医院原环评报告中涉及楼层功能改变所导致的一般环境影响不在本次环评内容。

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》（2021 年修订版）、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）等相关法律法规的规定，移动式 C 形臂 X 射线机属于 III 类射线装置，新购的 DSA 属于 II 类射线装置，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，应编制辐射环境影响报告表，须办理辐射环境影响评价审批手续。

本项目拟使用的 DSA 射线装置为 II 类射线装置，本项目的污染因子为 DSA 射线装置使用时产生的电离辐射、臭氧及氮氧化物。本次评价采用 X- γ 辐射剂量率及年有效剂量作为评价因子，重点评价电离辐射对周围环境及周围环境敏感目标的影响。开展环境影响评价的目的：

- ①、通过对医院拟建辐射工作场所及周边区域辐射环境现状进行现场调查和监测，以掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状；
- ②、通过环境影响评价，预测建设项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染控制对策，为建设项目的工程设计和环境管理提供科学依据；

③、针对本项目提出合理的环境管理要求，对不利影响和存在的问题提出防治措施，使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求。

受北流市人民医院委托，广西辐卫安环保科技有限公司对该项目进行了现场踏勘和资料收集，在工程分析及环境影响分析基础上，结合工程的具体情况以及辐射危害特征，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》（HJ 10.1-2016）的要求，编制《北流市人民医院改建医用血管造影 X 射线机应用项目环境影响报告表》。

1.3 本项目建设内容及规模

北流市人民医院改建医用血管造影 X 射线机应用项目建设内容：拟将外科综合楼 3 楼放射科导管二室移动式 C 形臂 X 射线机替换，新购置 1 台医用血管造影 X 射线机（DSA），用于介入诊断和辅助治疗。项目辅助用房包含器械室、设备间，控制室（与导管一室共用）。DSA 设备基本信息详表 1-1。

表 1-1 设备基本信息一览表

序号	名称	型号	类别	数量 (台)	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	使用位置	备注
1	医用血管造影 X 射线机	飞利浦 Azurion 3M15	II类	1	125	1000	外科综合楼 3 楼放射科导管二室	单球管

根据医院提供防护设计资料，外科综合楼 3 楼放射科导管二室防护设计和建设按 DSA 机房防护设计建设，现状为 OEC 9900 Elite 移动式 C 形 X 射线机一台，属于 III 类射线装置，于 2023 年 6 月 28 日办理建设项目环境影响登记表备案，详见附件 10。本项目拟采购 DSA 设备已确定仪器厂家和型号，仪器厂家已出现场准备图，2026 年 2 月 4 日现场踏勘，移动式 C 形 X 射线机已搬离机房，DSA 设备没有安装，项目不涉及“未批先建”情况。

1.4 项目周边环境概述以及选址合理性分析

1.4.1 地理位置

北流市人民医院位于广西壮族自治区玉林市北流市清湖路 0005 号，医院地理位置图详见图 1-1，医院总平面布局图详见图 1-2。

1.4.2 项目周围环境概况

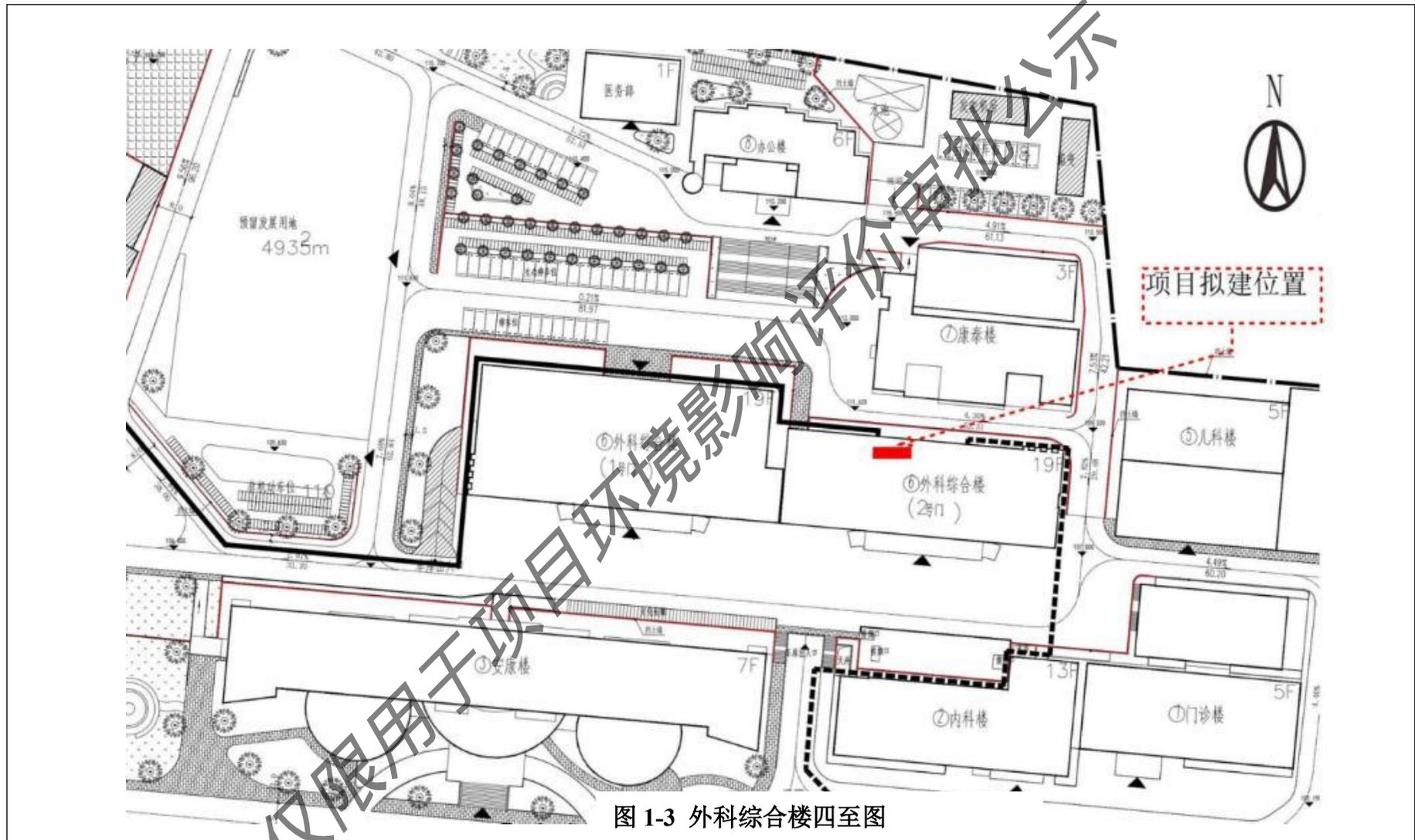
本项目拟建在医院外科综合楼3楼放射科导管二室，该楼主体为地面19层、地下地二层建筑。外科综合楼东面为急诊楼，南面为内科楼，西面为预留发展用地，北面为康泰楼、办公楼等，外科综合楼四至图见图1-3。本项目位于医院外科综合楼3楼放射科导管二室区域，现状为一台OEC 9900 Elite型移动式C形臂X射线机。导管二室及其配套用房平面布局图详见图1-4。导管二室正下方2楼为CT室、操作室、走廊，详见图1-5，导管二室正上方4楼为护士值班室、配餐间，详见图1-6，拟建项目周围现状详见图1-7。

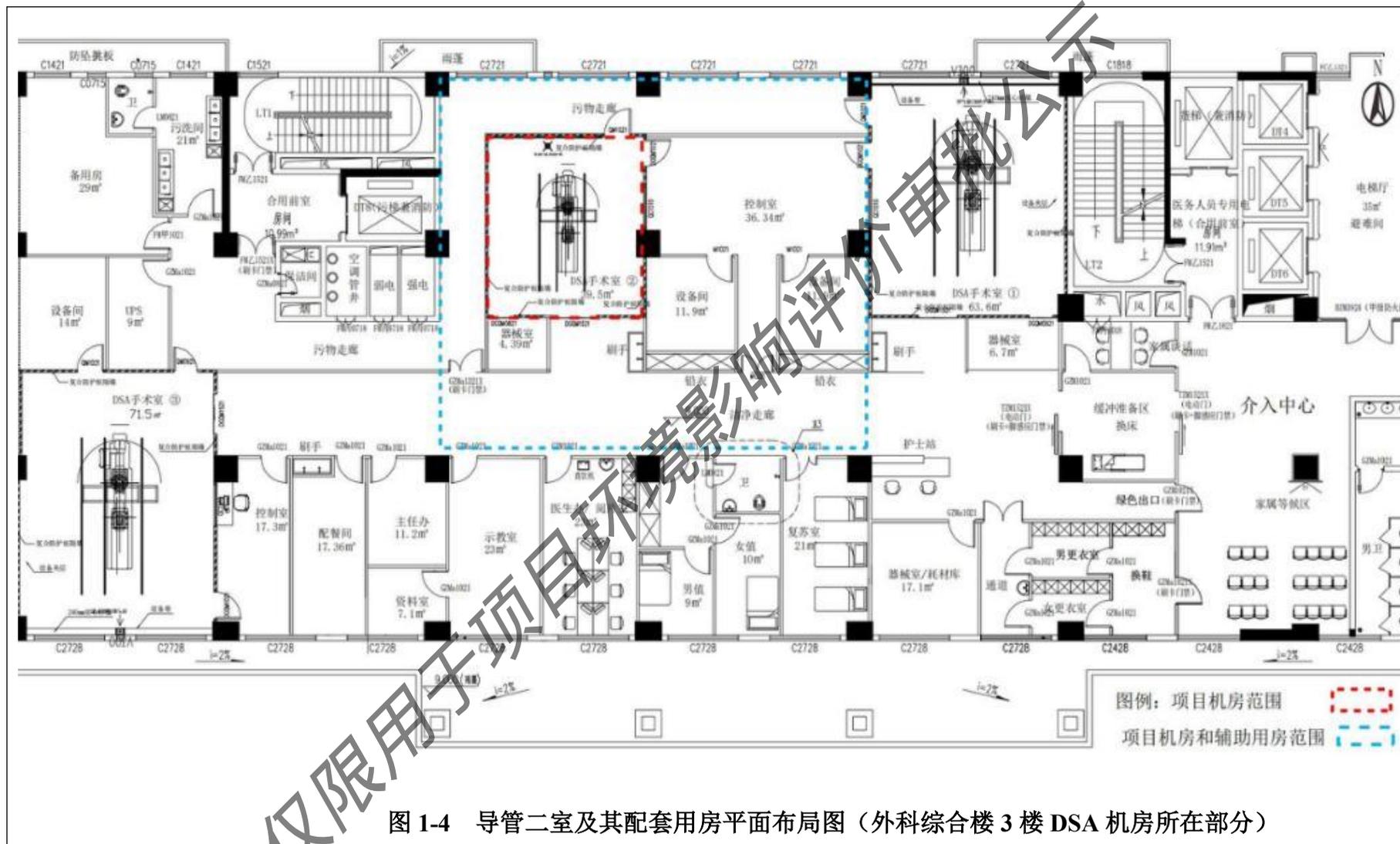


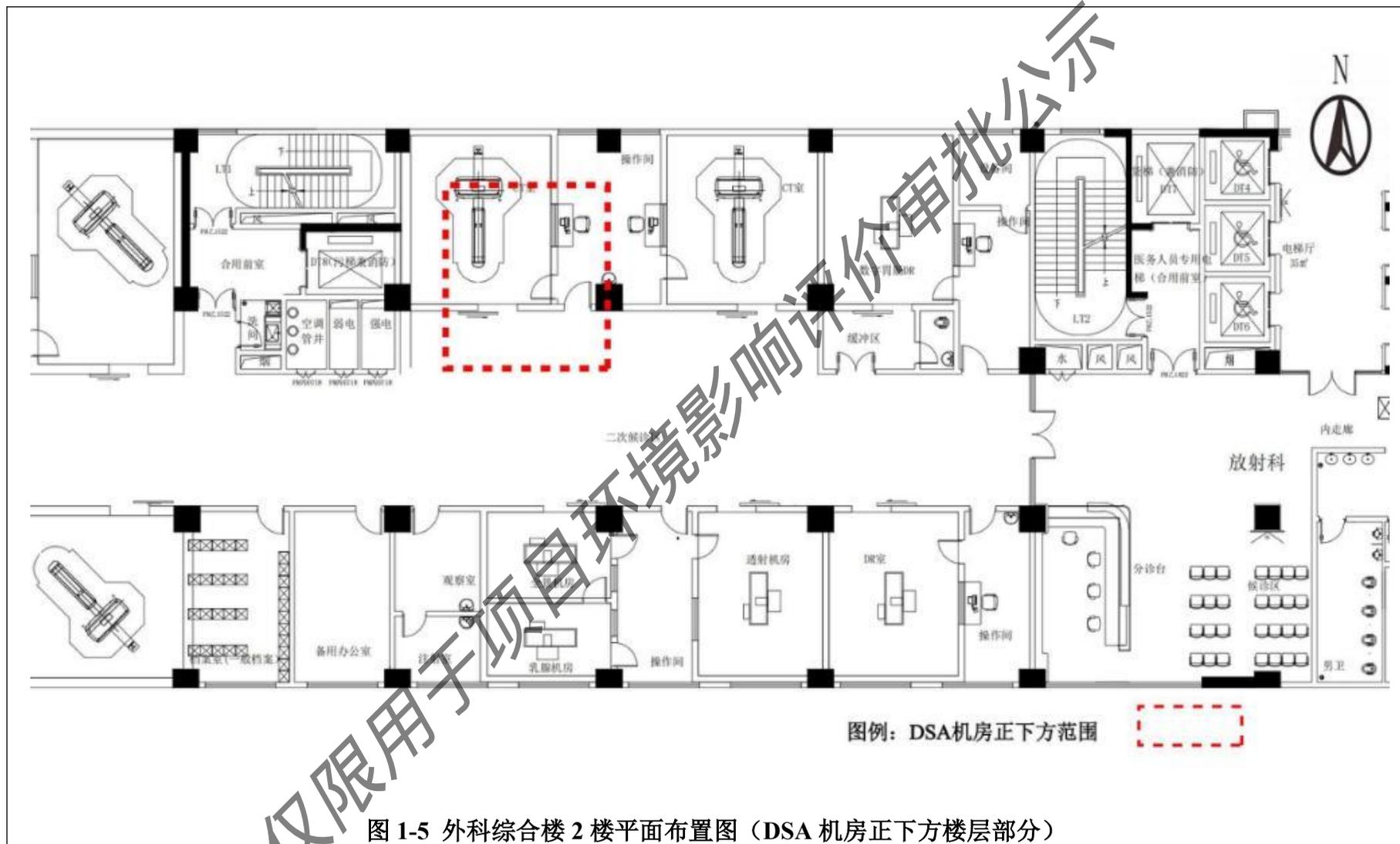
图 1-1 医院地理位置图



图 1-2 医院总平面布置图











外科综合楼（项目所在楼）



康泰楼



办公楼



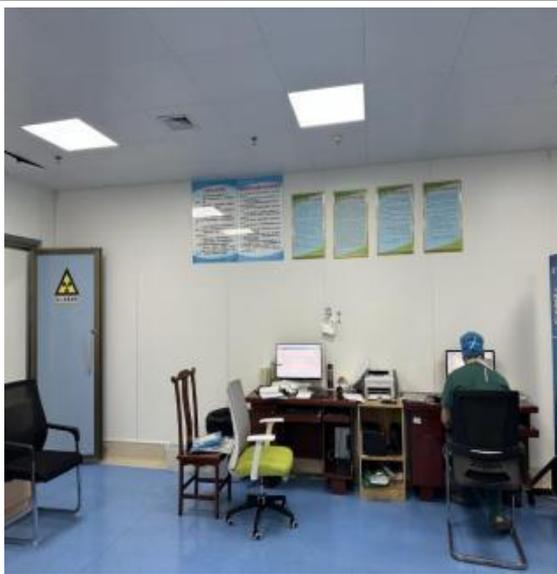
内科楼



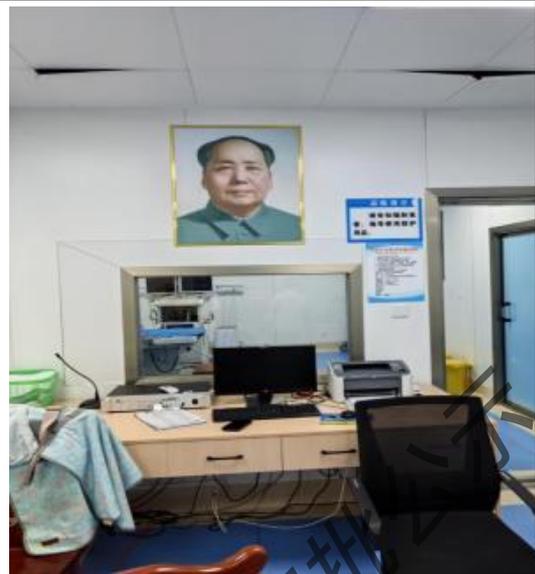
项目北侧道路



急诊楼



控制室



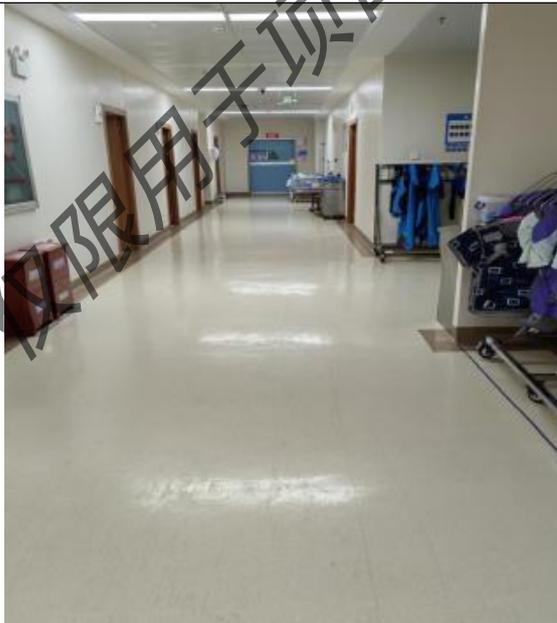
控制室，防护窗



导管二室（项目拟建位置）



在用防护用品



洁净走廊



DSA 制度上墙



1.4.3 选址和布局合理性分析

项目评价范围 50m 半径评价范围均在医院内，范围内有外科综合楼、康泰楼、放疗楼、急诊楼、内科楼、安泰楼等，无自然保护区、文物保护区、风景名胜、森林公园、饮用水水源保护区、集中居民区等环境敏感点和生态敏感点，项目周围没有项目建设的制约因素。导管二室按照 DSA 手术室设计方案建设，项目充分考虑邻室（含楼上、楼下）场所的人员防护与安全，对导管二室的四面墙体、顶棚、地面、防护门、观察窗采取了相应辐射屏蔽措施，屏蔽厚度符合标准要求，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关屏蔽措施的技术要求。项目将导管二室内部区域划为控制区，通过实体屏蔽措施、设置电离辐射警示标志等进行控制管理，减少公众受到的 X 射线辐射。经预测对周边保护目标所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于“源的选址与定位”规定，国家只对“具有大量放射性物质和可能造成这些放射性物质大量释放的源”应考虑场址特征的规定，对其它源的选址未作明文规定。本项目在正常运行和事故工况下，均不会造成大量放射性物质释放。因此，本项目选址合理。

1.5 产业政策符合性

本项目使用的射线装置属于国家发展和改革委员会 2023 年第 7 号令《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“鼓励类”中第十三项“医药”中第 4 款“高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用。”其中“高性能医学影像设备”，属于国家鼓励类产业，项目符合国家产业政策。

1.6 实践的正当性分析

按照《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“实践的正当性要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的社会

危害时，该实践才是正当的。

数字减影血管造影技术是一种新的 X 射线成像系统，是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物，通过处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全，在医疗诊断方面有其他技术无法替代的特点。项目在采取屏蔽防护措施后符合相关标准要求，对环境的影响在可接受范围内。

本项目的建设有利于优化医院布局，更好的服务周边群众，具有明显的经济效益和社会效益，项目建成运行后，将为北流市及周边地区提供一个更加优越的就医环境，同时将提高医院的整体医疗服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

因此，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

1.7 原有核技术利用项目概况

1.7.1 医院原有核技术应用项目概况

1.7.1 原有核技术利用项目许可情况

医院已取得了由广西壮族自治区生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号为：桂环辐证[K0398]，许可种类和范围为：使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质；乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。有效期至 2028 年 08 月 09 日，详见附件 3、表 1-2、表 1-3、表 1-4。医院共有工作场所 28 处：乙类非密封放射性物质 I-131 核素、^{99m}Tc 核素、I-125 粒籽源储存于核医学科储源室；II 类射线装置 3 台：放射科介入室两台医用血管造影 X 射线机和肿瘤科放疗室一台医用电子直线加速器；III 类射线装置 25 台：分别位于放射科、体检科、放疗楼一楼、儿科综合楼手术室、门诊口腔科、发热门诊和第三门诊部放射科，其中放射科两台移动摄影机共用放射科二楼第六检查室、手术室两台移动摄影机共用手术室场所。

1.7.2 辐射安全管理情况

医院遵守《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与防护条例》、《放射诊疗管理规定》等辐射法律法规，配合各级生态环境部门监督检查，辐射防护设施运行良好，在辐射安全和防护制度的建立、

落实及档案管理方面运行良好。

(1) 医院制定了一系列辐射防护管理制度包括《放射诊疗质量与安全管理委员》《辐射事故应急处理预案》、《放射诊疗质量与安全管理委员》、《放射防护管理制度》、《放射防护安全及管理操作规程》等一系列制度，并严格按照规章制度执行。

(2) 为加强对辐射安全和防护管理工作，医院成立了放射诊疗质量与安全管理委员会，加强了对射线装置的监督和管理，见附件 5。

(3) 医院定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，且均持证上岗。现有在岗Ⅲ类射线装置辐射工作人员均已参加并通过由医院组织的辐射安全与防护自主考核。医院拟配备的 8 名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护专业知识培训，考核合格可上岗。

(4) 辐射工作期间，要求辐射工作人员佩戴个人剂量计，接受职业外照射剂量监测，建立剂量健康档案并存档。医院现有辐射工作人员个人剂量检测报告详见附件 8。

(5) 医院辐射工作场所均设置有电离辐射警示牌和工作指示灯，并根据不同项目进行分区管理。

(6) 医院每年委托有资质机构对医院辐射工作场所开展辐射环境监测，监测结果均满足相关标准要求，并对医院放射性同位素与射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年 1 月 31 日前向生态环境主管部门提交上一年度安全评估报告。

医院 2024 年度辐射工作场所委托有资质机构进行了场所辐射环境监测，医院各场所辐射安全和防护设施运行无异常，防护设备定期检查与维护；定期开展了辐射安全应急演练，目前医院运行中没有发生过辐射安全事件。

综上所述，医院在用射线装置均办理了辐射安全许可证，制定了相关规章制度并严格执行，医院各场所辐射安全和防护设施运行无异常，防护设备定期检查与维护，并定期开展了辐射安全应急演练，落实了辐射环境监测及个人剂量监测，且监测结果符合相关标准要求。

表 1-3 医院已许可的非密封放射性物质一览表

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)	使用场所	备注
1	核医学科	乙级	Mo-99 (Tc-99m)	液态	使用	放射性药物 诊断	1.85E+8	1.85E+07	3.7E+12	肿瘤内科楼 一层核医学 东侧	桂环审(2021) 228号
2		乙级	Tc-99m	液态	使用		1.85E+8	1.85E+07	3.7E+12		
3		乙级	Sr-89	液态	使用		1.85E+9	1.85E+08	7.4E+10		
4		乙级	I-125 (粒子源)	固态	使用		1.776E+9	1.776E+07	1.776E+12		备案 202345098100 000127
5		乙级	I-131	液态	使用		1.48E+10	1.48E+9	3.7E+11		桂环审【2018】 156号

表 1-4 医院已许可的射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	工作场所	出厂编号	来源	状态	环评批复/备案号
1	医用电子直线加速器	VARIAN	II类	放射 治疗	肿瘤内科一层直线 加速器机房	6123	美国瓦里安医疗 系统公司	使用 正常	桂环[2015] 76号
2	全身用 X 射线 计算机体层摄 影装置	Discovery CT590 RT	III类	医学 诊断	放疗楼一楼 CT 模 拟定位机房	BAUS1600010	美国 GE	使用 正常	202145098100000165

3	模拟定位机	ACUITY	Ⅲ类	医学 诊断	肿瘤内科一层 模拟定位室	770547	美国瓦里安医疗 系统公司	故障 停用	桂环审(2015)76 号
4	数字减影血管造 影系统(DSA)	Optima IGS 330	Ⅱ类	介入放 射学	医技楼三楼放 射科导管一室	DV5SS18 00077HL	北京通用电器华伦 医疗设备有限公司	使用 正常	玉环项管 (2022)64号
5	移动式C形臂X 射线机	OEC 9900 Elite	Ⅲ类	医学 诊断	医技楼三楼放 射科导管二室	E2-7677- MH	北京通用	使用 正常	202345098100000100
6	医用血管造影X 射线系统	AZURION 7M20	Ⅱ类	介入放 射学	医技楼三楼放 射科导管三室	7222241979	飞利浦医疗系统荷 兰有限公司	使用 正常	玉环项管 (2022)64号
7	数字化医用X射 线摄影系统	DigitalD iagnost C5065	Ⅲ类	医学 诊断	医技楼一楼放 射科第一检查 室(DR1)	200106	飞利浦医疗(苏 州)有限公司	使用 正常	202345098100000087
8	医用诊断X射线机	Definium 6000	Ⅲ类	医学 诊断	医技楼一楼放 射科第二检查 室(DR2)	R2S14146	美国GE	使用 正常	202345098100000089
9	X射线计算机体 层摄影设备	SOMATOMg o.up	Ⅲ类	医学 诊断	医技楼一楼放 射科第四检查 室(CT2)	108560	上海西门子医疗器 械有限公司	使用 正常	202345098100000088
10	X射线计算机体 层摄影设备	System SOMATOM	Ⅲ类	医学 诊断	医技楼一楼放 射科第五检查	10431700	德国西门子	使用 正常	202345098100000085
11	移动式摄影X射 线机	DigitalD iagnostw DR	Ⅲ类	医学 诊断	医技楼放射科二楼 第六检查室	20300072	飞利浦医疗系统研 发和制造中心有限 公司	使用 正常	202345098100000128
12	移动式摄影X射 线机	SM-50HF-B- D-C	Ⅲ类	医学 诊断		G-66297	西班牙赛德科医疗 设备有限公司	使用 正常	202345098100000128

13	医用诊断 X 射线机	RevolutionXR/d	III类	医学诊断	医技楼一楼放射科第七检查室(DR4)	0069-2005	美国 GE	使用正常	202345098100000086
14	全景牙片机	Planmeca ProlineXc	III类	医学诊断	医技楼一楼放射科第八检查室	XC431019	芬兰普兰梅卡	使用正常	20234509810000132
15	X 射线骨密度检测仪	Prodigy Advance	III类	医学诊断	医技楼二楼放射科第九检查室(骨密度)	082433180042	通用电气 医疗系统有限公司	使用正常	202345098100000126
16	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	PLX3000A	III类	医学诊断	医技楼二楼放射科第十检查室(口腔 CT)	3000A17105	南京普爱	使用正常	202345098100000131
17	数字乳腺 X 射线系统	Navigator DRMammography	III类	医学诊断	医技楼二楼放射科第十一检查室(乳腺 DR)	002231224000005	深圳圣诺	使用正常	202345098100000103
18	数字胃肠 X 射线系统	6500	III类	模拟定位	医技楼二楼放射科第十三检查室(胃肠透视)	RF011900019	深圳蓝韵	使用正常	202345098100000083
19	全身 X 射线计算机体层螺旋扫描装置	SOMATOM Emotion 16-slice	III类	医学诊断	第三门诊部放射科 CT 室	80977	上海西门子	使用正常	202145098100000102

20	数字化医用 X 射线摄影系统	DigitalDiagnost	III类	医学诊断	第三门诊放射科 DR 拍片室	SN20860039	飞利浦医疗(苏州))有限公司	使用正常	202045098100000224
21	医用诊断 X 射线装置	AKHX-55H-RAD	III类	医学诊断	体检车	22101101	深圳市艾克瑞电气有限公司	使用正常	202345098100000102
22	X 射线计算机体层摄影设备	NeuViz ACE SP	III类	医学诊断	发热门诊方舱 CT 室	N32AFV210002	东软医疗系统股份有限公司	使用正常	202145098100000054
23	微焦牙片机	Expert DC	III类	医学诊断	门诊楼四层口腔科口腔 X 线检查室	3011462	美国 GE	使用正常	桂环审(2016)119号
24	数字化 X 射线摄影系统	6600	III类	医学诊断	急诊楼五楼体检中心 DR 检查室	DB0116B00133	深圳蓝韵	使用正常	桂环审(2017)209号
25	移动式 C 形臂 X 射线机	Brivo OEC850	III类	医学诊断	手术室	B1S12165	北京通用	使用正常	202345098100000112
26	移动式 C 形臂 X 射线机	PaxScan2121DXV	III类	医学诊断		0M-A32S14-0401	瓦里安医疗系统	使用正常	202345098100000112
27	电磁式体外冲击波碎石机	ZH-VC	III类	医学治疗	医技楼十六层碎石室	VC20009A	深圳市新元素公司	使用正常	202345098100000081
28	单光子发射断层及 X 射线计算机体层摄影成像系统(SPECT/CT)	NM/CT860SPECT/CT	III类	医学诊断	肿瘤内科楼一层核医学 SPECT/CT 机房	86EA76004	美国 GE	使用正常	桂环审(2021)228号

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	医用血管造影 X 射线机 (DSA)	II	1	飞利浦 Azurion 3M15	125	1000	介入治疗	外科综合楼 3 楼 放射科导管二室	单球管

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧 (O ₃)、氮氧化物 (NO _x)	气态		/	微量	微量	/	/	通过排风系统排到室外，弥散在大气环境中分解。

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，年排放总量用kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	<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九号，2014 年修订，2015 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第四十八号，2018 年修改，2018 年 12 月 29 日起施行）；</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六号），2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号，2019 年 3 月 2 日修订）；</p> <p>(6) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 682 号，2017 年 7 月 16 日修订，自 2017 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日总局令第 31 号，2021 年第四次修正）</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 4 月 18 日环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行）；</p> <p>(9) 《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，2020 年 1 月 1 日起施行）；</p> <p>(10) 《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），自 2021 年 3 月 15 日起施行。</p> <p>(11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号），2017 年 11 月 20 日施行；</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号），2019 年 11 月 1 日施行；</p> <p>(13) 《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 7 号，2024 年 2 月 1 日施行）；</p>
------	--

	<p>(14) 《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>
技术标准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>(2) 《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> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人剂量监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(6) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>(7) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）。</p>
其他	<p>(1) 委托书，附件 1；</p> <p>(2) 项目核准批复，附件 2；</p> <p>(3) 辐射安全许可证，附件 3；</p> <p>(4) 现状监测报告，附件 4；</p> <p>(5) 放射防护管理委员会，附件 5；</p> <p>(6) 辐射事故应急预案，附件 6；</p> <p>(7) 医院辐射安全相关管理制度，附件 7；</p> <p>(8) 年剂量检测评价报告，附件 8；</p> <p>(9) 《辐射防护手册（第一分册）~（第五分册）》，李德平，潘自强等编著；</p> <p>(10) 《StructuralShielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities 》（NCRP147 号出版物）；</p> <p>(11) 联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告；</p> <p>(12) 《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 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）中对核技术利用建设项目环境影响报告书项目评价范围的相关规定，“射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，并结合项目特点，将本项目辐射评价范围确定为：医院外科综合楼 3 楼放射科导管二室室实体边界外 50m 范围内区域。本项目评价范围及环境保护目标示意图详见图 7-1。

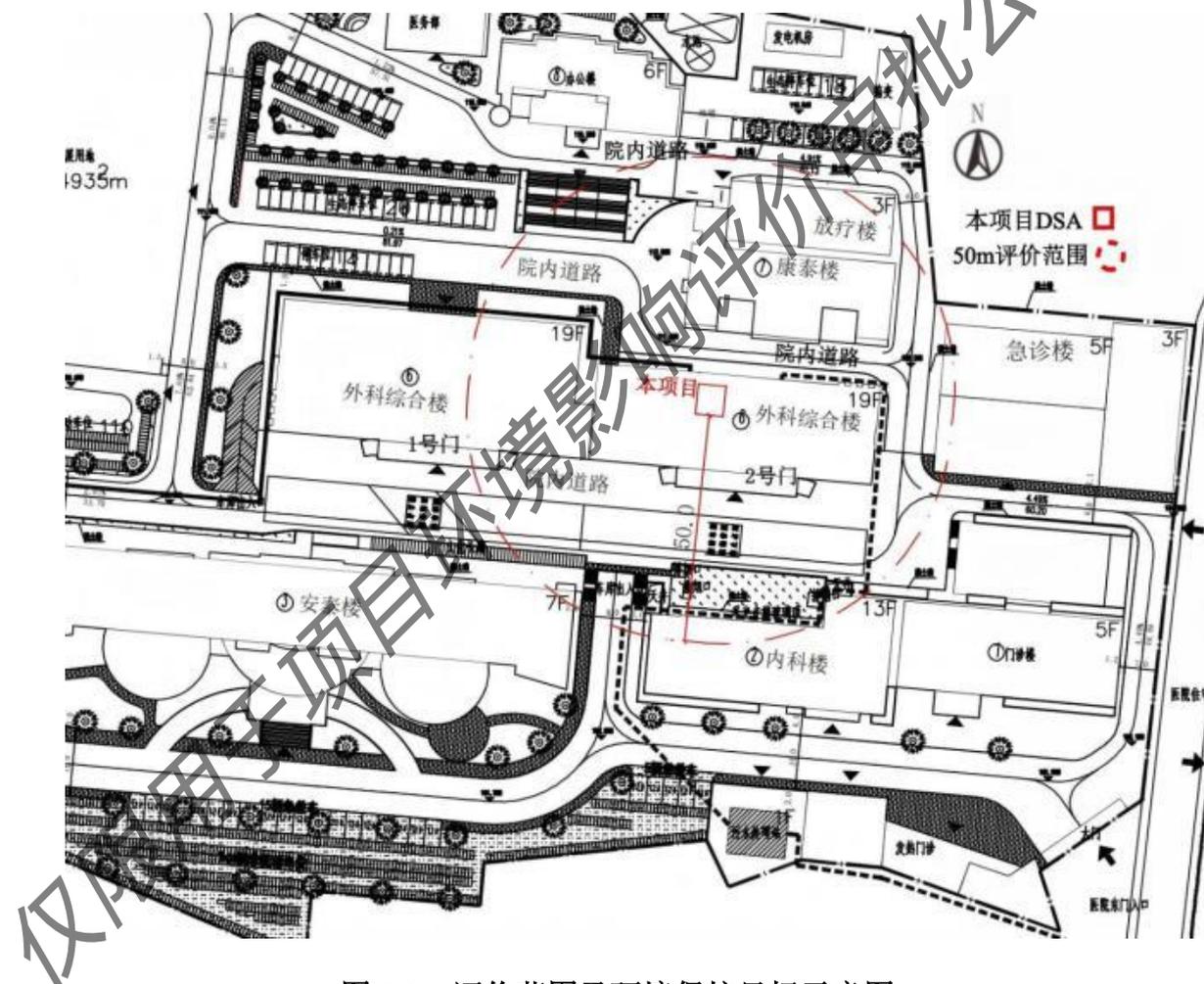


图 7-1 评价范围及环境保护目标示意图

7.2 保护目标

本项目主要环境保护目标为项目辐射工作人员、就诊患者及陪护家属、院内其他工作人员以及公众成员。本项目环境保护目标见表 7-1 和图 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标

环境保护目标		方位	最近距离	规模	年有效剂量、管理约束值要求
职业人员	DSA 介入手术操作医生	机房内	机房内	4 人	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。
	护士	机房内	机房内	2 人	
	DSA 控制室操作人员	机房东侧	紧邻	2 人	
公众成员	外科综合楼除本项目以外的 工作人员、患者及家属	与 DSA 机房 同一建筑	0-50m	约 200 人	年有效剂量, 1mSv; 本项目取其十分之一即 0.1mSv 作为管理约束值。
	康泰楼的工作人员、 患者及家属	项目北侧	20-40m	约 50 人	
	放疗楼的工作人员、 患者及家属	项目北侧	40-50m	约 30 人	
	急诊楼的工作人员、 患者及家属	项目东侧	45-50m	约 30 人	
	内科楼的工作人员、 患者及家属	项目南侧	40-50m	约 100 人	
	安泰楼的工作人员、 患者及家属	项目南侧	45-50m	约 30 人	
	评价范围内道路及公路经 过或者逗留的其他人员	DSA 机房屏蔽 墙外四周 50m 范围内	50m 内	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) 节选

该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 款关于剂量限制的规定: 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;

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;

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应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。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中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。

2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）（节选）

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 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。

6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

6.1.4 移动式 X 射线机（不含床旁摄影机和急救车配备设备）在使用时，机房应满足相应布局要求。

6.1.5 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、新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 2（本报告表 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（节选与本项目相关）

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d （m ² ）	机房内最小单边长度 ^e （m）
单管头 X 射线设备 ^b （含 C 形臂）	20	3.5

b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

d 机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积

e 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3（本报告表 7-3）的规定。

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4~表 C.7。

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

设备类型	有用线束方向铅当量（mmPb）	非有用线束方向铅当量（mmPb）
C 形臂 X 射线设备机房	2	2

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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；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 0.25mSv 。

6.4 X 射线设备工作场所防护

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。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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。

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。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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。

6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

6.4.11 车载式诊断 X 射线设备工作场所的选择应充分考虑周围人员的驻留条件，X 射线有用线束应避免人员停留和流动的路线。

6.4.12 车载式诊断 X 射线设备的临时控制区边界上应设立清晰可见的警告标志牌（例如：“禁止进入 X 射线区”）和电离辐射警告标志。临时控制区内不应有无关人员驻留。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

个人防护用品和辅助防护设施配置要求如表 4（本报告表 7-4）的规定。

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	类别	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学	工作人员	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、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风
	受检者	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：“—”表示不做要求。

3、本项目限值要求汇总

表 7-5 本评价项目限值要求汇总

工作场所	管理约束值	机房要求	控制区外 30cm 处
放射科 导管二室	辐射工作人员 不大于 5mSv/a； 公众人员不大于 0.1mSv/a	最小有效使用面积不小于 20m ² ， 最小单边长度不小于 3.5m。	1) 透视条件下周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h； 2) 摄影条件下周围剂量当量率不大于 25μSv/h。
		机房屏蔽防护铅当量不小于 2.0mmPb。	
		设置动力通风装置	
标准依据	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)	《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)	

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

北流市人民医院位于玉林市北流市清湖路 0005 号，医院地理位置图详见图 1-1，医院总平面布局图详见图 1-2。

本项目拟建在医院外科综合楼 3 楼放射科导管二室，该楼主体为地面 19 层、地下地二层建筑。外科综合楼东面为急诊楼、门诊楼，南面为内科楼、安泰楼，西面为预留发展用地，北面为康泰楼、办公楼、放疗楼等，外科综合楼四至图见图 1-3。

8.2 环境现状评价的对象

环境现状评价的对象为医院外科综合楼 3 楼放射科导管二室周围辐射环境现状。

8.3 辐射环境现状监测

1、辐射环境现状监测目的

掌握项目应用场址的辐射环境质量现状水平，为分析及预测项目运行时对职业人员、公众人员及周围环境的影响提供基础数据。

2、监测对象：项目场址的辐射环境现状水平。

3、监测因子及频次

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率；监测频率：1 次。

4、监测点位

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中 4.2.2 中的“位于同一网格点的建筑物、道路和原野点位”，结合 DSA 机房所在楼层的各功能场所人员数量和居留时间情况以及四周建筑功能情况，以 DSA 拟建址边界为中心约 50m 范围内布点，本次共布点 20 个，监测布点详见图 8-1、图 8-2。

5、监测仪器与监测规范

监测仪器的参数与监测所依据的规范见表 8-1。

表 8-1 X- γ 辐射剂量率仪监测仪器参数与规范

监测项目	γ 辐射空气吸收剂量率
仪器名称	多功能辐射监测仪
仪器型号	SCK-200+SCK-2002

仪器编号	21002+21001
生产厂家	上海钴景环境科技有限公司
能量范围	20keV~7MeV
量程	1nGy/h~100μGy/h
检定单位	上海市计量测试技术研究院
证书编号	2024H21-20-5681057001-01
校准有效期	2024年12月26日-2025年12月25日
校准因子	1.02
相对固有误差	2.1%（技术要求不超过±15%）
监测规范	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

6、质量保证措施

a、结合现场实际情况及监测点的可达性，在项目拟建位置内和评价范围内工作人员活动区域、人流量相对较大的区域布设监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性。

b、依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）采用即时测量方法进行测量。

c、监测仪器每年经有资质的计量部门检定、校准，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、本次监测实行全过程的质量控制，严格按照监测机构《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗。

f、监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人批准。

7、监测结果

于2025年11月12日对该项目开展现状监测，监测结果见表8-2、表8-3。现状监测报告详见附件4。

表8-2 环境现状监测条件

监测条件	监测时段	天气情况	环境温度	环境相对湿度	经纬度
参数	15:16~16:28	晴	23° C	54%	经度： 110.346631°E 纬度： 22.719297°N 海拔： 0.1127km

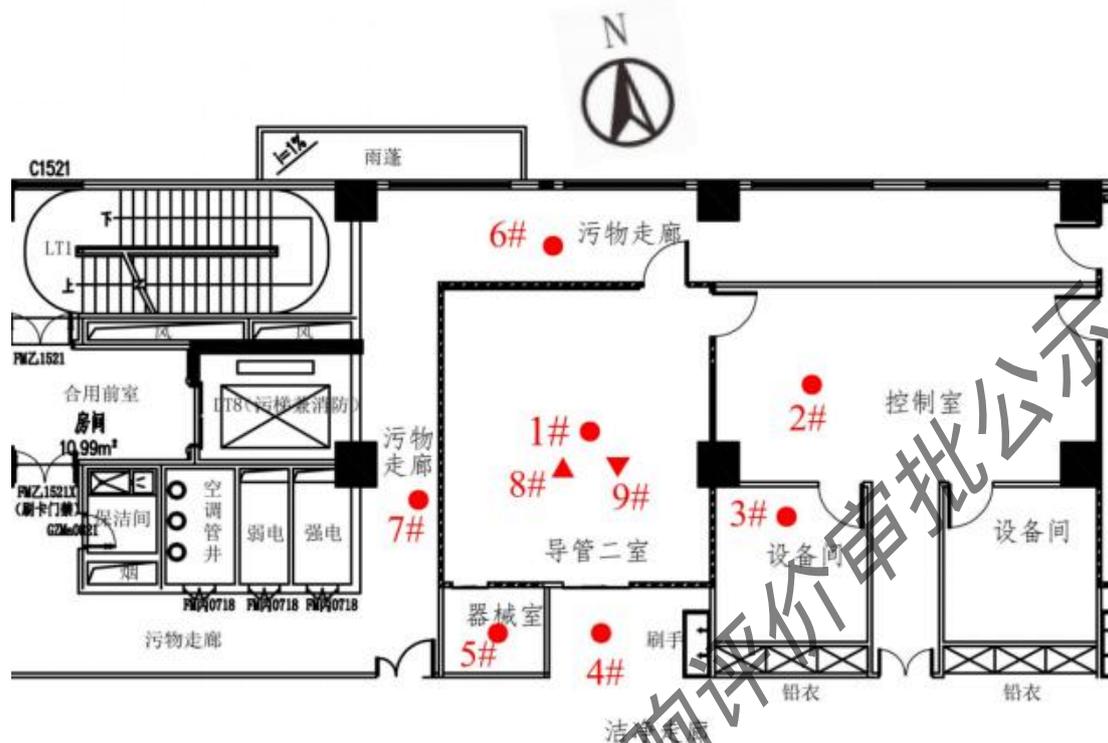


图 8-1 导管二室现状监测布点图一

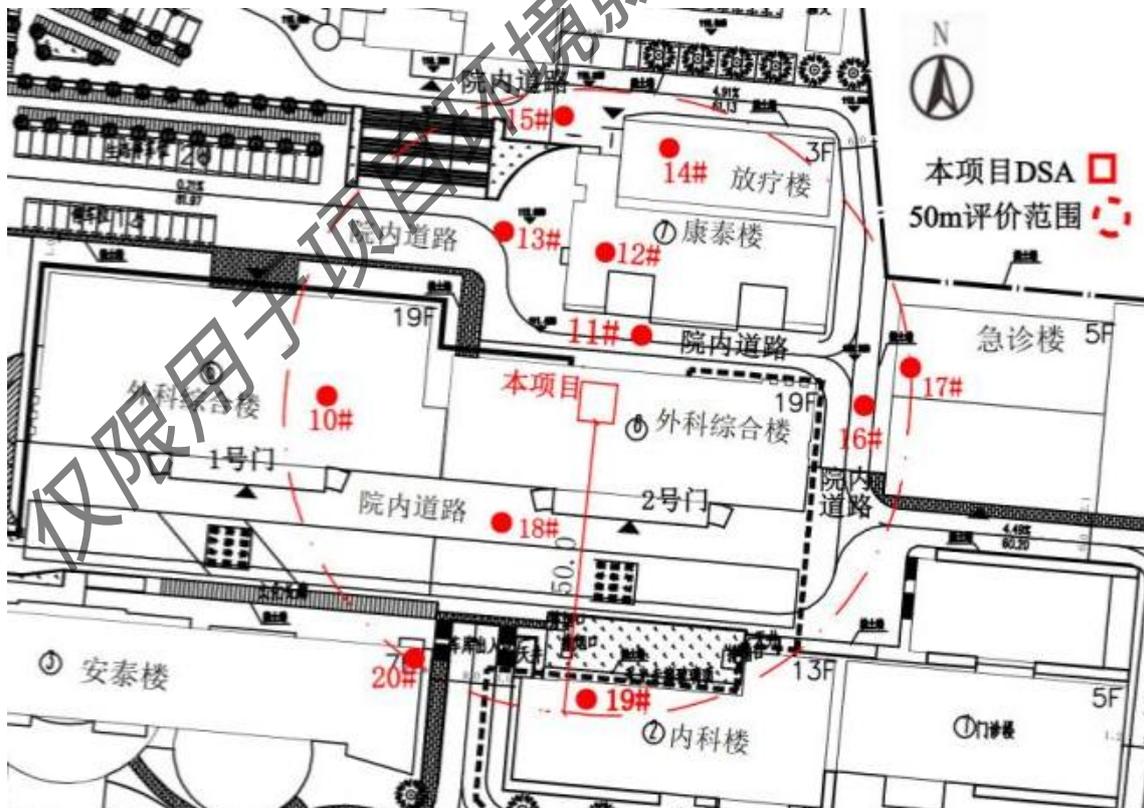


图 8-2 导管二室现状监测布点图二

表 8-3 环境现状监测结果

测点 编号	测 量 位 置	γ辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
1#	导管二室	69	2.5	室内
2#	控制室	97	1.6	室内
3#	设备间	98	1.4	室内
4#	洁净走廊	88	1.6	室内
5#	器械室	82	1.2	室内
6#	导管二室北侧污物走廊	118	1.5	室内
7#	导管二室西侧污物走廊	117	1.7	室内
8#	导管二室上方 4 楼护士值班室	116	1.8	室内
9#	导管二室下方 2 楼操作室	101	1.6	室内
10#	外科综合楼三楼超声医学科患者通道	76	1.5	室内
11#	外科综合楼北侧院内道路	75	1.9	室外
12#	项目北侧康泰楼	95	2.1	室内
13#	康泰楼西侧院内道路	76	1.3	室外
14#	项目北侧放疗楼	97	1.5	室内
15#	放疗楼西侧院内道路	66	1.7	室外
16#	项目东侧院内道路	61	1.5	室外
17#	项目东侧急诊楼	103	1.5	室内
18#	项目南侧院内道路	67	1.4	室外
19#	项目南侧内科楼	94	1.3	室内
20#	项目南侧安泰楼	90	1.6	室内
室内测量范围		69~118	/	/
室外测量范围		61~76	/	/

备注：1、测量时，仪器探头中心距离地面约1m高，每个测量点测量10个读数；

2、结果 (D_γ) = 平均值×仪器校准因子 (k1) -宇宙射线 (D) ×建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子 (k2)；

3、校准因子k1=1.02；k2的取值：楼房取0.8，平房取0.9，原野、道路取1；宇宙射线响应值 (D) 为 22 nGy/h。

8、结果评价

由表 8-2 的监测结果可知，项目场所及周围区域环境现状监测中室内测点测值范围为 (69~118) nGy/h (已扣除宇宙射线响应)，室外地面测点 γ 辐射空气吸收剂量率测值范围为 (61~76) nGy/h (已扣除宇宙射线响应)。根据《中国环境天然放射性水平》可知，广西原野 γ 辐射空气吸收剂量率范围为 (10.7~238.7) nGy/h (已扣除宇宙射线影响)，室内 γ 辐射剂量率范围为 (11.0~304.3) nGy/h (已扣除宇宙射线影响)。由以上数据比对可知，项目各监测点 γ 辐射空气吸收剂量率在广西天然放射性水平范围内，本项目场所辐射环境质量状况未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

根据医院提供防护设计资料，外科综合楼 3 楼放射科导管二室防护设计和建设按 DSA 机房防护设计建设，现状为 OEC 9900 Elite 移动式 C 形 X 射线机一台，属于 III 类射线装置，于 2023 年 6 月 28 日办理建设项目环境影响登记表备案，详见附件 10。本项目拟采购 DSA 设备已确定仪器厂家和型号，仪器厂家已出现场准备图，2026 年 2 月 4 日现场踏勘，移动式 C 形 X 射线机已搬离机房，DSA 设备没有安装，项目不涉及“未批先建”情况。

本项目拟用 DSA 设备为单球管型，DSA 基本设备包括 X 线发生器、影像增强器、电视透视、高分辨力摄像管、模 / 数转换器、电子计算机和图像储存器等。DSA 整体外观图见图 9-1，DSA 基本结构见图 9-2。



图 9-1 DSA 整体外观图

9.1.2 工作原理

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，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。典型 X 射线管结构详见图 9-3。

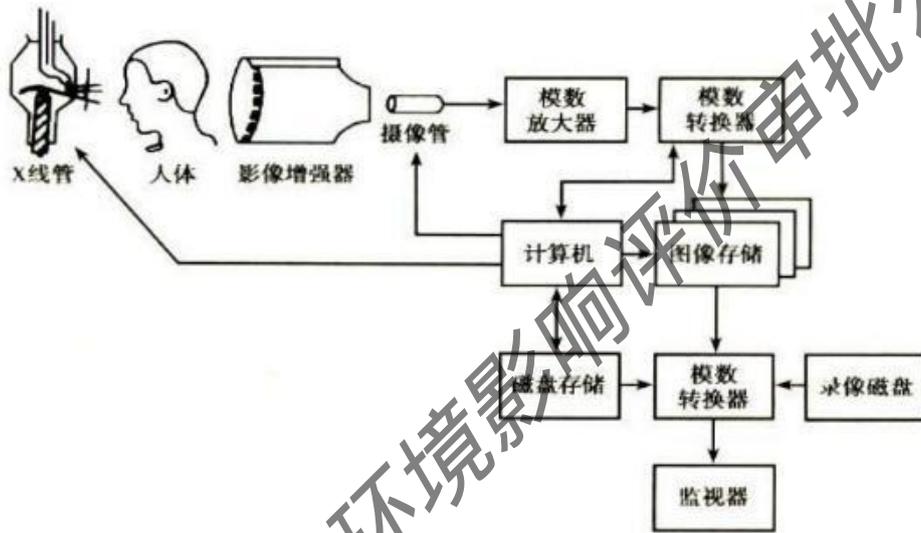


图 9-2 DSA 基本结构见图

DSA 射线装置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 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。因此，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。

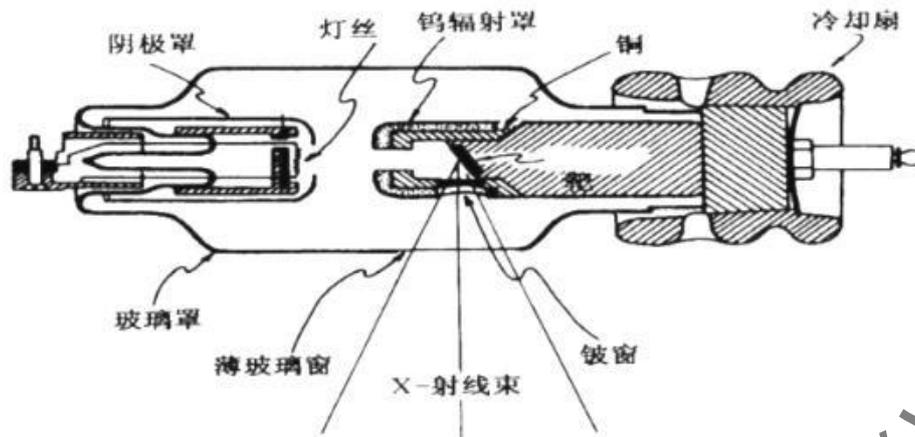


图 9-3 典型 X 射线管结构图

9.1.3 工作流程及产污环节

本项目 DSA 工作流程及产污环节如下所示：

(1) 病人候诊、准备、检查：由主管医生写介入诊疗申请单；介入接诊医生检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

(2) 向病人告知可能受到的辐射危害：介入主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等。

(3) 设置参数，病人进入设备机房、摆位：根据不同手术及检查方案，设置系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入机房并进行摆位。

(4) 根据不同的治疗方案，医生及护士密切配合，完成介入手术或检查。

(5) 治疗完毕关机：手术医生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；对单纯接受介入造影检查的病人，手术医生应在 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。

其中 DSA 具体操作流程为：

①术前准备：医生及患者佩戴相关防护用品。开机，检测相关设备状态，按照病人的个体情况、治疗部位的特性制定检查模式、X 线发生模式、采集频率、采集视野等。

②诊疗时，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。

产污环节分析：DSA 的 X 射线诊断机曝光时，主要污染因子为 X 射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字成像技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。X 射线与空气发生作用可能会产生少量臭氧、氮氧化物，本项目机房内设置新风和排风系统，确保机房内有良好通风。

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，医生、护士和技师均不在机房内，技师在控制室内操作设备进行曝光，护士在控制室进行手术记录，医生在控制室通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况。

第二种情况同室操作（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脉冲透视曝光，此时技师在 DSA 机房外的控制室。介入手术医生和护士在 DSA 机房内同室操作，位于铅屏风或铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等，对病人进行直接的手术操作。

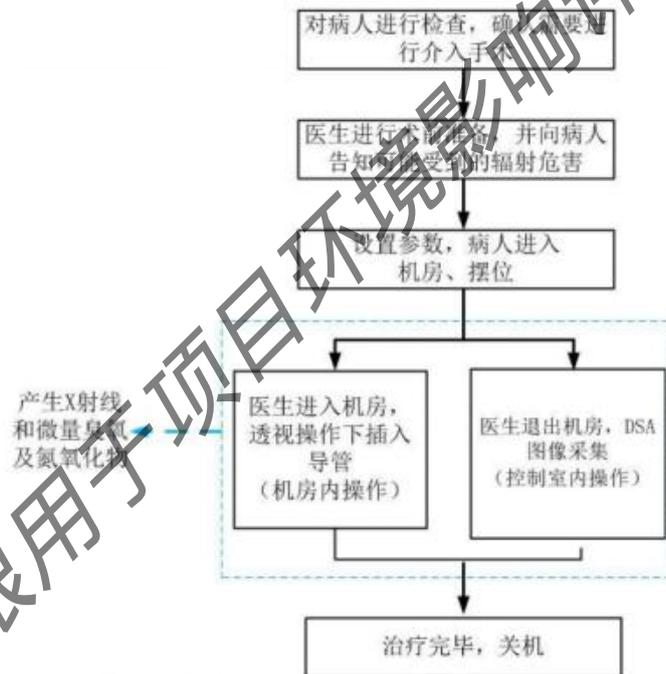


图 9-4 工作流程及产污环节示意图

9.1.4 工作人员配备情况及工作负荷

医院计划调配 8 名辐射工作人员（其中医生 4 人、技师 2 人、护士 2 人）从事本项目 DSA 介入手术。本项目的辐射工作人员均已在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培

训，并考核合格可上岗。

本项目投入使用后，预计每年最多完成介入手术 500 台。采取两个班组轮岗工作方式，其中医生与护士主要在手术室进行手术，技师在控制室操作设备，平均每台手术中使用 DSA 曝光出束时间：透视按 20min/台，摄影按 2min/台。从事近台手术操作的医生、护士每组工作量最大为 250 台/年，在控制室内操作的技师每年工作量最大为 250 台。

9.2 污染源项描述

由 DSA 机的工作原理可知，使用的 DSA 机在非出束状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会产生 X 射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。在诊断过程中，X 射线在辐射场中可分为三种射线：由 X 射线管窗口出射的用于诊断检查的有用射线；由 X 射线管防护套泄漏出来的漏射线；以及由上述两种射线在诊断床、受检者身体上产生的散射线。对于 X 射线造影装置来说，有用射束基本被探测器（影像增强器）屏蔽，影响周围环境的污染因子主要考虑泄漏和散射产生的 X 射线。

本项目拟用 DSA 最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA。根据 DSA 设备的工作原理，设备在正常工况时，不同手术类型和不同患者身体状况都会影响设备使用时的管电压和管电流的参数，透视模式下 DSA 的管电压在 50~70kV 范围内、管电流在 5~60mA 范围内；摄影模式下 DSA 的管电压在 70~100kV 范围内、管电流在 50~500mA 范围内。本评价从保守角度考虑，均按上述范围的最大值进行估算。

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。由《辐射防护手册》（第三分册）图 3.1（本评价中图 9-4）可查知离靶 1m 处空气中的空气比释动能值（mGy/mA·s），并根据该图 3.1 的注释，保守按三相电源考虑源项，即图中值乘以 1.8；再按《辐射防护手册》（第一分册）式 4.4， $\dot{X} = I \cdot \dot{X}_0 \cdot \left(\frac{r_0}{r}\right)^2$ 计算可得（R/min）式中 \dot{X}_0 为 X 射线机的输出量，可用 R/mA·min 表示，即在距 X 射线管焦斑某一固定距离 r_0 米处每毫安管电流产生的 X 射线的照射量率， I 为管电流（mA），距靶 1m 处 X 射线照射量率可按下式计算：

$$\dot{X} = I \cdot \dot{X}_0 \quad (\text{式 9-1})$$

式中：

\dot{X}_0 ----X 射线机的输出量，mGy/（mA·s）；

I----管电流，mA；

当球管工作参数为（70kV、60mA）时，距靶 1m 处的空气比释动能率约为 $0.045 \times 1.8 \times 60 \times 3600 \times 1000 = 1.75 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ ；当球管工作参数为（100kV、500mA）时，距靶 1m 处的空气比释动能率约 $0.090 \times 1.8 \times 500 \times 3600 \times 1000 = 2.92 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 。

参照 GBZ/T 201.1-2007 的第 4.8.3 款，为了 DSA 机房屏蔽剂量估算和评价的方便及统一，在辐射屏蔽及其设计范畴内，不进行诸物理量（周围剂量当量 Sv、空气比释动能 Gy、有效剂量 Sv）之间的转换系数修正。

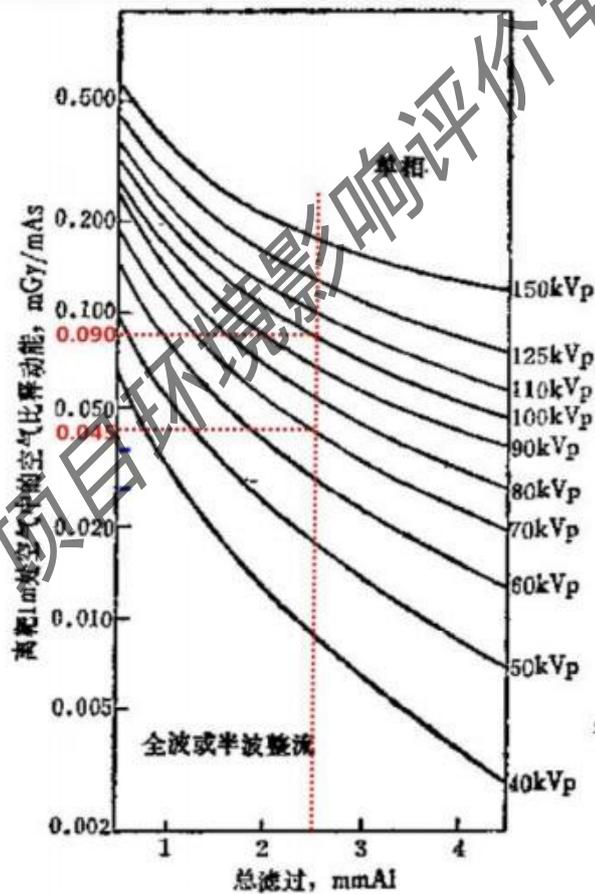


图 9-4 距 X 射线 1m 处的照射量率随管电压及总过滤厚度变化的情况

9.2.1 正常工况

DSA 装置是在 DSA 机房中使用，在射线装置正常运行时，主要有 X 射线产生，DSA

机房采取了辐射防护设计，在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，大部分 X 射线被屏蔽在 DSA 机房内，因此对 DSA 机房外的工作人员（DSA 技师等）及公众受到的 X 射线照射非常有限。由于介入手术中，DSA 机房内进行手术操作的医生和护士需要在 X 射线造影装置出束的状态下（透视模式）进行手术操作，属于同室近台操作，会受到来自于漏射线和散射线所致的外照射影响。

本项目正常运行时，无放射性的废气、废水和固体废弃物产生。

X 射线与空气作用会产生少量臭氧及氮氧化物，但 DSA 产生的 X 射线能量较低，且机房内设置新风和排风系统，可确保机房内有良好通风。

项目 X 射线造影装置是在显示屏上观察显像结果，不会产生含有重金属银的废显影水、废定影水，手术前或手术后产生的生活污水、医疗废水不含放射性，包括医护人员产生的生活污水依托医院现有的污水处理设施达标处理后，再排入市政污水管网。

介入手术时产生的药棉、纱布、手套及医用器具等医疗废物经专人收集、登记，暂存于污物间，定期交由有医疗废物处置资质的机构统一收集处理。

9.2.2 事故工况

①、DSA 投入运行后，由于 DSA 设备故障、操作不当、没有穿戴防护用品等情况下，医生在同室操作时可能受到超剂量的 X 射线照射；

②、工作人员在手术室内为患者摆位或其他准备工作，控制台处操作人员误开机出束，发生事故性出束，对工作人员造成辐射伤害；

③、手术室内无关人员未全部撤出手术室，控制台处操作人员操作失误启动射线装置，造成人员误照射；

④、门灯连锁装置和闭门装置发生故障状况的情况下，人员误入正在运行的 X 射线装置机房受到外照射；

⑤、检查或维修状态下，维修人员违反操作规程或误操作，造成人员误照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施及措施

10.1.1 项目工作场所布局

本项目的 DSA 机房在医院外科综合楼 3 楼放射科导管二室目前现状为 C 臂机房，防护按 DSA 机房防护设计建设。

项目主要用房相邻区域布局情况见表 10-1，机房平面布置图详见图 1-3。

表 10-1 本项目 DSA 机房相邻周边情况

场所名称	机房相邻环境					
	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
导管二室	控制室、设备间	器械室、洁净走廊	污物走廊	污物走廊	护士值班室、配餐间	CT 机房、操作室、通道

本项目放射科导管二室和控制室之间设置有防护铅玻璃窗，能有效观察机房内情况；导管二室设置防护铅门及防护墙体，在门口设置电离辐射警告标志，将导管二室内区域划分为控制区，无关人员不得进入。DSA 开机运行过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求。通过以上场所独立、划分区域等措施，本项目不会产生交叉污染，项目布局是合理可行的。

10.1.2 工作场所分区及管理

(1) 分区依据和原则

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）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区域。在监督区入口处的合适位置张贴电离辐射警告标志；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。

(2) 本项目分区管理情况

按照分区管理的原则，本项目划分为控制区和监督区。将放射科导管二室划分为控制区（见图 10-1 红色部分区域），控制区通过实体屏蔽措施、设置防护门的门灯联锁装置以及设置电离辐射警示标志等进行控制管理，保障在正常治疗的工作过程中，除介入医护人员和介入治疗的患者外，禁止其他人员进入；将与放射科导管二室相邻区域划分为监督区（图 10-1 黄色部分区域），监督区通过设置辐射危险警示标志提醒人员尽量避开该区域，并定期监测监督区内的辐射剂量水平，为评价周围辐射环境是否安全提供依据。

因此，本项目控制区和监督区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

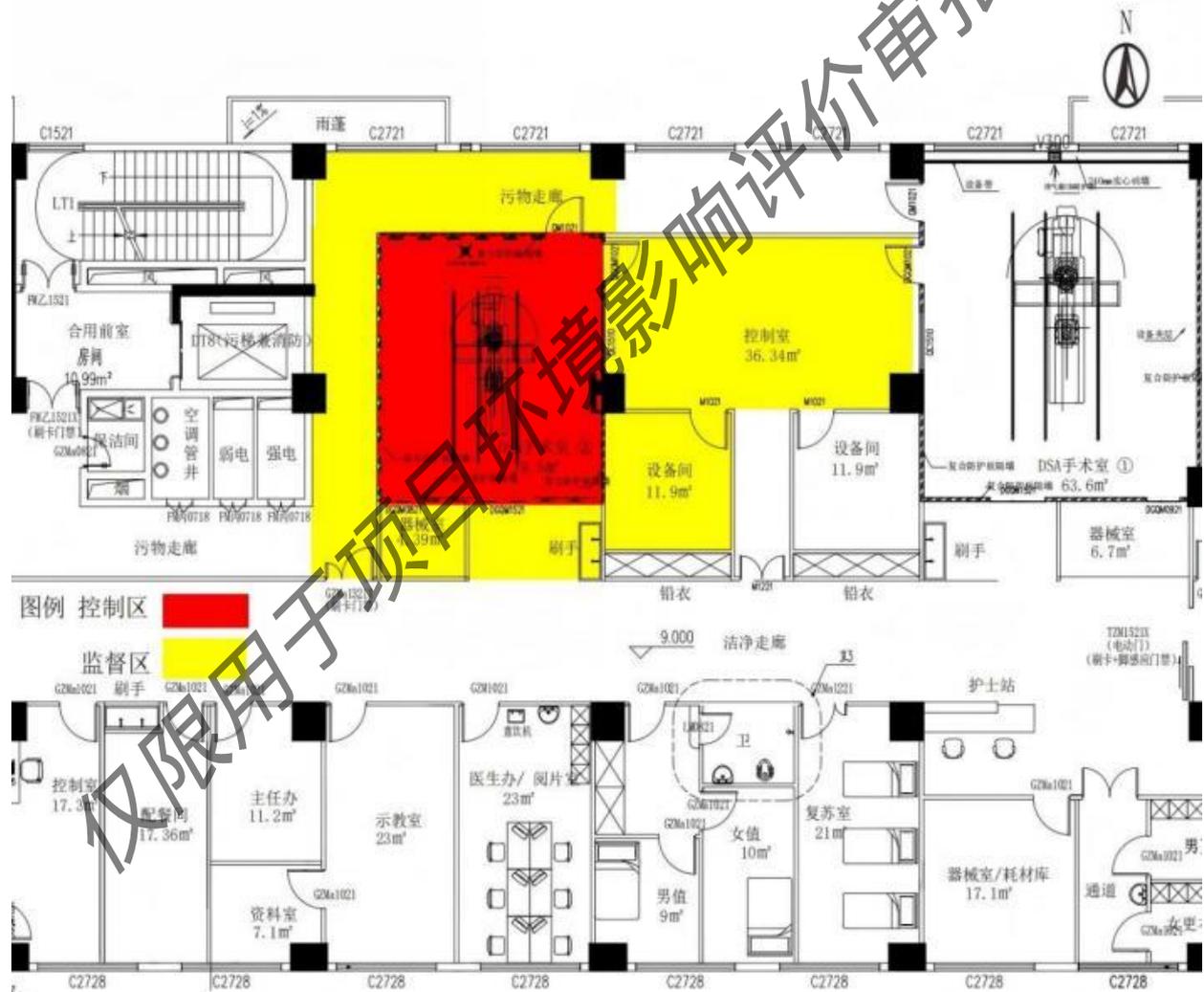


图10-1 分区管理示意图

10.1.3 辐射安全屏蔽措施

根据医院防护设计和《北流市人民医院移动式 C 形臂 X 射线机机房建设项目职业病危害控制效果放射防护评价报告表》（报告编号：GXFWA/KP2023-123），详见附件 11.项目移动式 C 形臂 X 射线机机房建设地址为医技楼三楼放射科导管二室，按 DSA 机房防护设计和建设，机房屏蔽防护情况核实：墙体采用 4mmPb 复合防护板隔墙，天面采用 10cm 混凝土+3mmPb 复合防护板，地面采用 10cm 混凝土+3mmPb 复合防护涂料。出入导管二室的 4 个房门均为内衬 4mmPb 铅板外包不锈钢的防护门，控制室与导管二室之间建 4mmPb 铅玻璃观察窗。本项目采取的防护设计情况见表 10-2，DSA 机房防护设计平面示意图见图 10-2，防护设计剖面示意图见图 10-3。

本评价中，混凝土的等效铅当量参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）附录 C 的 C.1.2 中（式 C.1）及（式 C2）进行等效铅当量厚度的计算，转换时电压均按 125kV 计，10cm 混凝土（密度不小于 2.35g/cm³）等效铅当量为 1.17mmPb，保守按 1.00mmPb 计；

表 10-2 本项目 DSA 机房采取屏蔽措施及分析

屏蔽体	采取的屏蔽措施	等效铅当量 mmPb	标准要求铅当量 mmPb	结论
四面墙体	4mmPb 复合防护板	4.00	有用线束方向铅当量和非有用线束方向铅当量 ≥2mmPb	满足
顶棚	10cm 厚混凝土+3mmPb 复合防护板	4.00		满足
地板	10cm 厚混凝土+3mmPb 复合防护涂料	4.00		满足
4 个防护门	4mm 铅板防护门	4.00		满足
观察窗	4mmPb 铅玻璃	4.00		满足
最小有效使用面积	6.60m×5.66m = 37.35m ²	最小有效使用面积不小于 20m ² ，最小单边长不小于 3.5 m		满足
最小单边长度	5.66m			满足

本项目充分考虑邻室（含楼上楼下）场所的人员防护与安全，对 DSA 机房四周墙体、顶棚、地板、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，且屏蔽厚度符合标准要求，从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目 DSA 机房的屏蔽措施设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关屏蔽措施的技术要求。

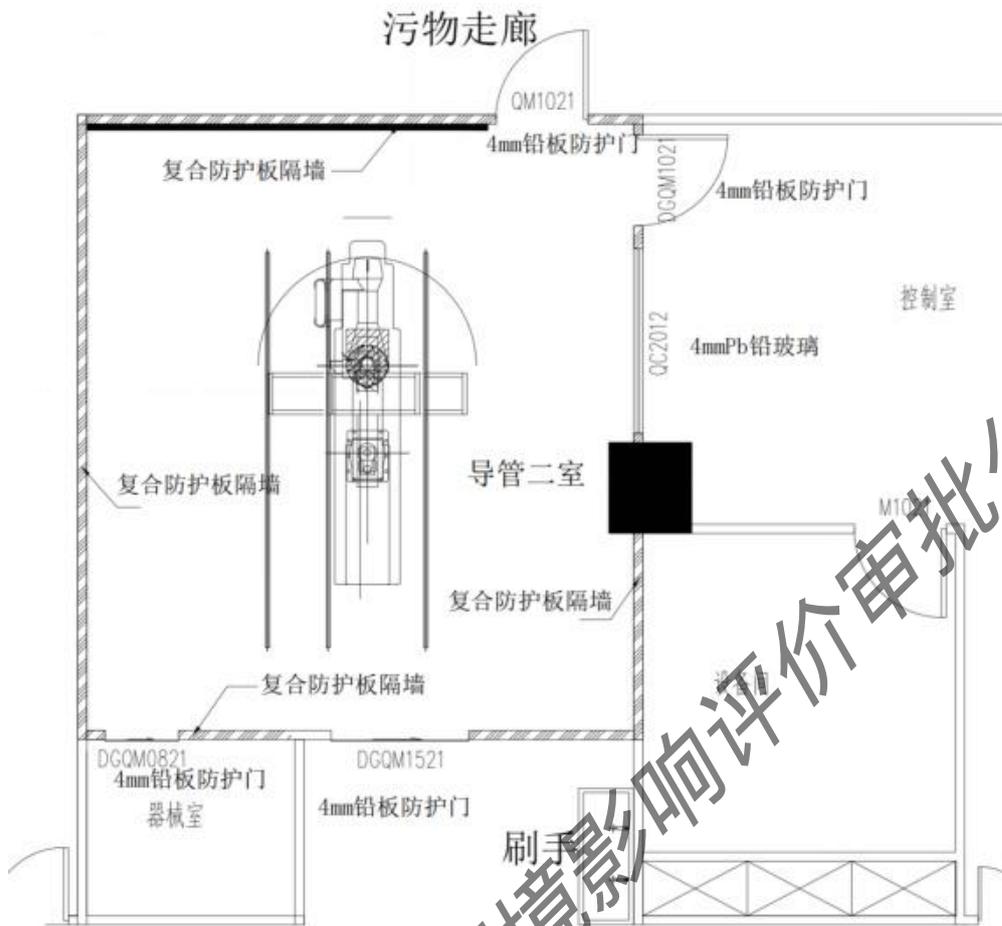


图 10-2 导管二室防护设计平面示意图

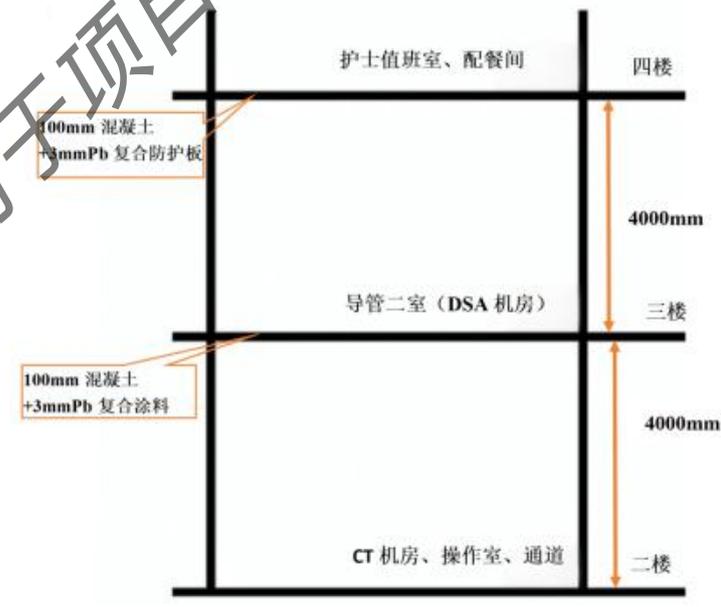


图 10-3 导管二室防护设计剖面示意图

10.1.4 通风设置

本项目 DSA 机房及其他功能业务用房共用一套新风净化系统，机房内吊顶处设置 1 个新风口，新风管从南侧洁净走廊将室外新鲜空气引至各功能业务机房内。DSA 机房内吊顶设置 1 个机械排风扇，排风管道经 DSA 机房北侧墙体穿出，通过管道将废气排出室外，机房新风和排风系统布置示意图见图 10-4。机房内通风管道穿墙防护采用 4mmPb 铅板无缝包裹（铅板包裹至墙面，并与墙面形成有效搭接），防止射线泄漏，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中对于机房排风要求，通风管道穿墙防护设计示意图详见图 10-5。

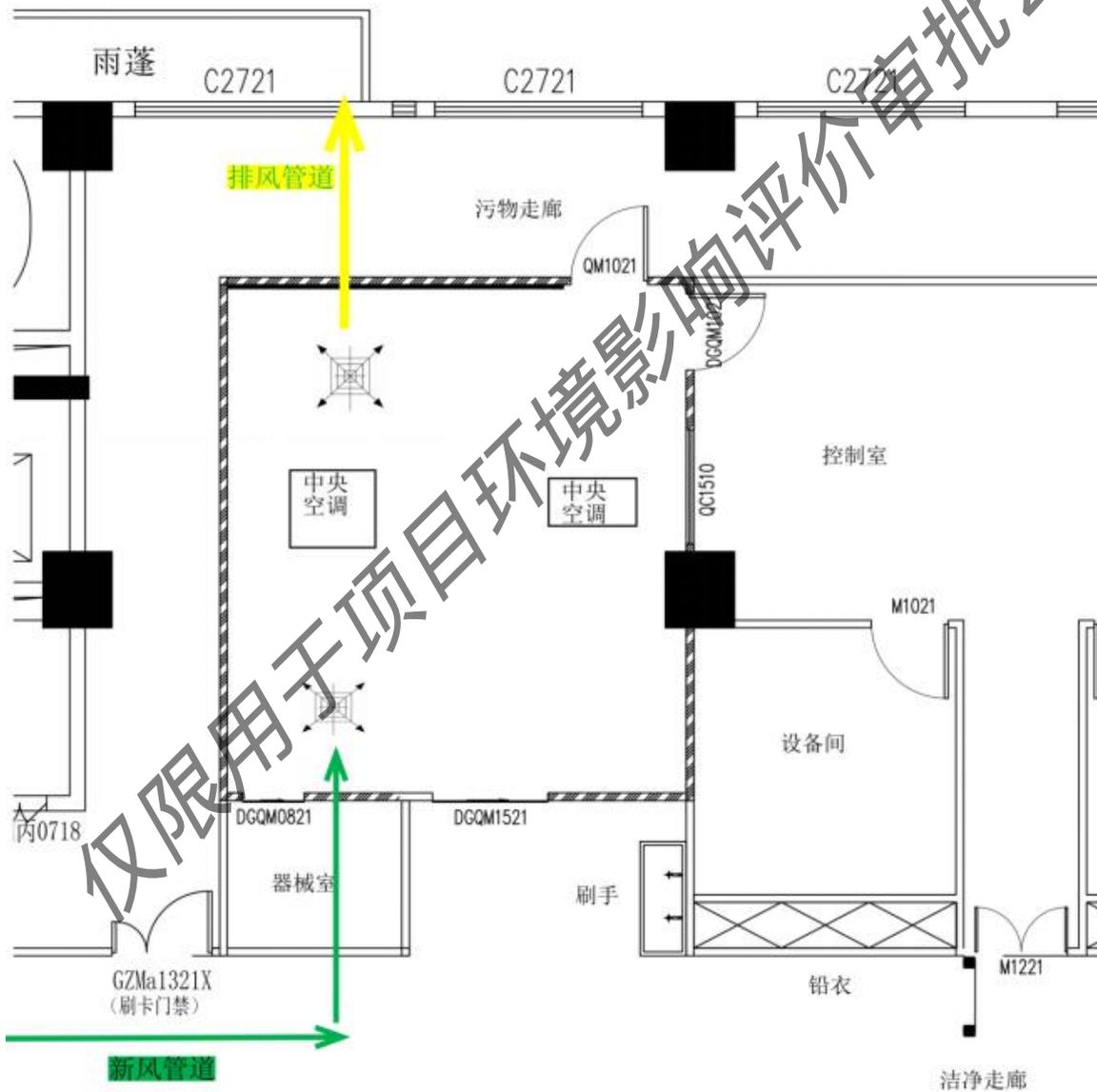
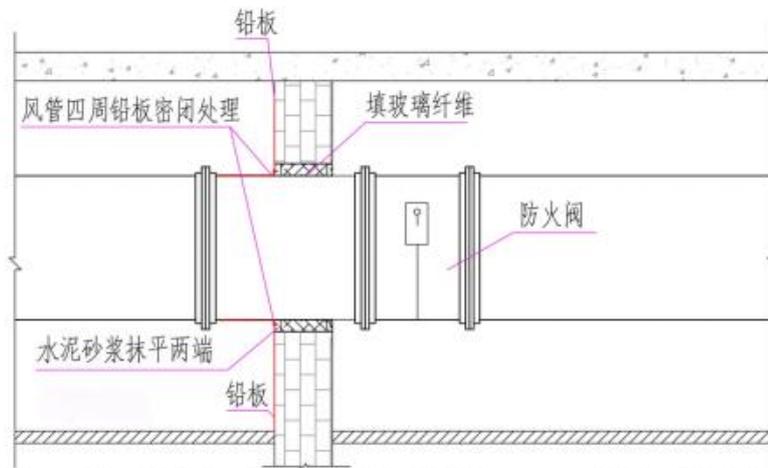


图 10-4 导管二室新风和排风平面示意图



备注：风管穿墙铅板做L型搭接，墙面铅板搭接50mm，风管铅板搭接为风管最长边1.5倍长度。

风管穿越防辐射房间安装大样图

备注：采取不小于墙壁铅当量的屏蔽措施。

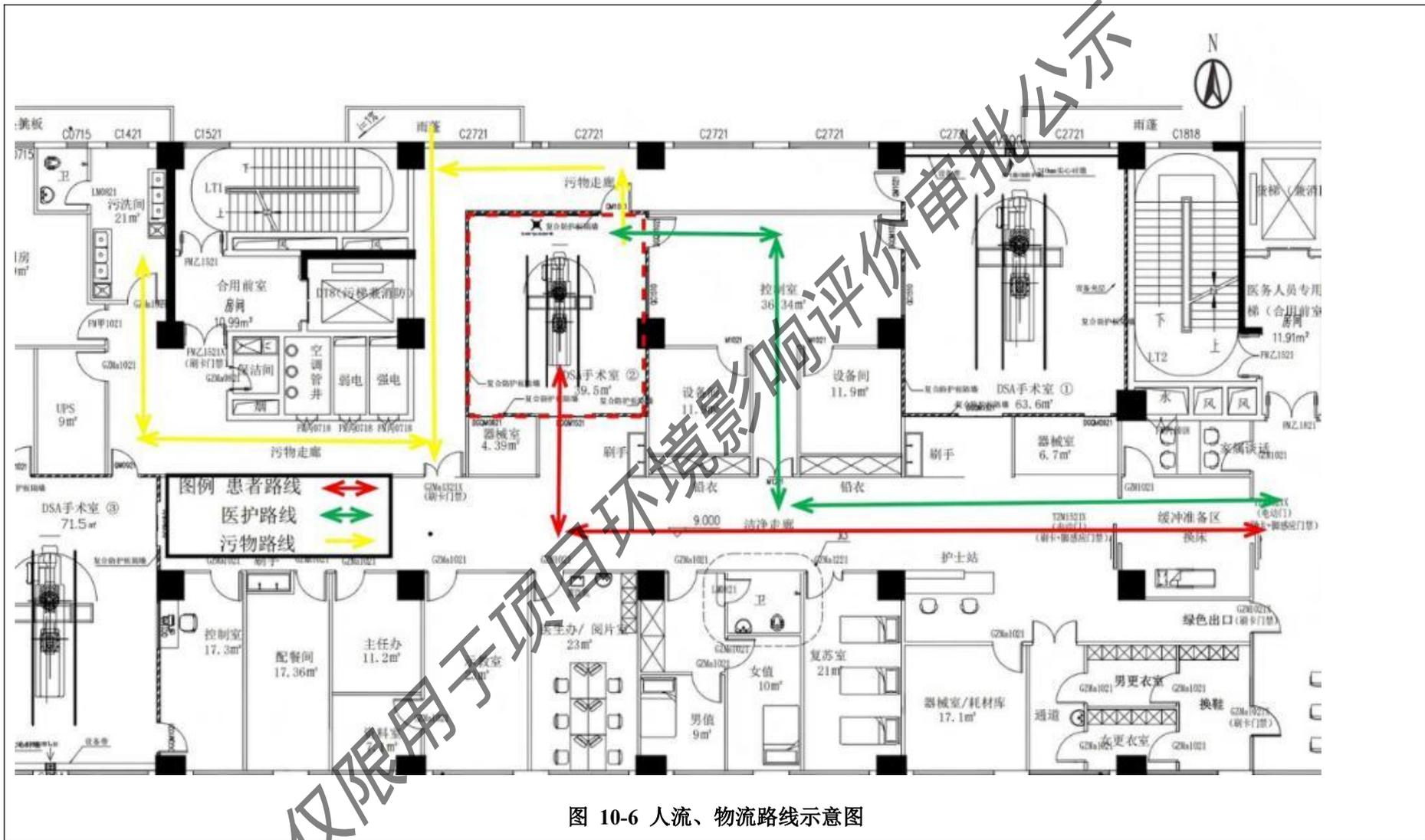
图 10-5 通风管道穿墙防护设计示意图

10.1.5 人流、物流路线

医护路线：工作人员从医护人员入口进入缓冲准备区换鞋、更衣后经洁净走廊到达控制室，技师在控制室内进行设备操作，手术医护人员在导管二室内部进行手术。

患者路线：患者从缓冲准备间经洁净走廊进入导管二室，手术结束后原路返回。

污物路线：DSA 机房内产生的医疗废物经污物走廊运至污洗间暂存。人流、物流路线具体见图 10-6。



10.2 辐射安全防护措施

10.2.1 人员辐射安全措施

(1) 辐射工作人员

①时间防护

在满足诊疗要求的前提下，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择可行尽量低的射线装置参数，以尽量缩短曝光时间和减少照相的次数，减少辐射工作人员的受辐射剂量。

②距离防护

在满足诊疗要求的前提下，工作人员保持与射线源尽可能大的距离，使距离最大化。

③屏蔽防护

介入操作人员是近距离接触 X 射线辐射源的人员，在介入手术中，医院应为人员配备有个人防护用品（铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅防护眼镜、介入防护手套等）。此外，DSA 系统自带床旁射线防护帘和悬吊式射线防护屏（防护厚度均为 0.5mm 铅当量）。临床介入手术时，采用床侧立地防护屏、介入防护手套、床侧竖屏及床上防护屏、床下帘幕、床侧帘幕等屏蔽防护措施，能够有效降低介入手术工作人员的吸收剂量。

④剂量防护

为了确保医护人员的安全，操作人员在操作期间，必须佩戴个人剂量计。安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射职业人员个人剂量档案。个人剂量仪委托有资质单位定期进行监测，并对监测报告进行存档。

(2) 患者

①时间防护

在满足诊疗要求的前提下，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择可行尽量低的射线装置参数，以尽量缩短曝光时间和减少照相的次数，减少辐射患者的受辐射剂量。

②距离防护

在满足诊疗要求的前提下，应使受检者与射线源保持尽可能大的距离。

③屏蔽防护

受检者需配有相应防护厚度的铅橡胶颈套、铅橡胶围裙等个人防护用品（含儿童个人防护用品），配备防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于0.5mmPb。

④剂量防护

介入操作中，控制室操作台和机房内显示器上可显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。设备具有记录受检者剂量的装置，医院将每次诊疗后受检者受照剂量记录在手术记录手册中，需要时，能追溯到受检者的受照剂量。

(3) 公众

公众主要依托辐射场所的屏蔽墙体、防护门屏蔽射线；同时，通过对辐射工作场所的分区管理，增加公众与辐射源的防护距离，减少其受到的 X 射线辐射。

10.2.2 设备固有的安全性

(1) 本项目使用的 DSA 装置购置于正规厂家，并且装可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 X 射线设备防护性能的技术要求。

(2) 具有安全系统，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示。

(3) 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启动照射。

(4) 设备配备紧急制动按钮（控制室操作台、手术床边各设置 1 个）。

(5) DSA 设备配备床下铅帘、悬吊铅帘、铅挡板等辅助防护用品与设施。

10.2.3 防护用品

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“6.5 款”，医院拟为辐射工作人员和受检者分别配备相应的个人防护用品，同时使用医用血管造影 X 射线系统出厂配备的铅悬挂防护屏和床侧防护帘等辅助防护设施配置，详见表 10-3。

表 10-3 本项目配备防护用品一览表

使用对象		拟使用的防护用品和辅助防护设施	数量	标准要求	符合性
工作人员	个人防护用品	铅橡胶围裙 (0.5mmPb)	4 件	铅橡胶围裙 ($\geq 0.5\text{mmPb}$)、 铅橡胶颈套 ($\geq 0.5\text{mmPb}$)、 铅防护眼镜 ($\geq 0.25\text{mmPb}$)、 介入防护手套 ($\geq 0.025\text{mmPb}$) 选配: 铅橡胶帽子 ($\geq 0.25\text{mmPb}$)	符合要求
		铅橡胶颈套 (0.5mmPb)	4 件		
		铅防护眼镜 (0.5mmPb)	4 副		
		铅橡胶帽子 (0.5mmPb)	4 顶		
		介入防护手套 (0.025mmPb)	4 副		
	辅助防护设施	铅防护吊帘 (0.5mmPb)、 床侧防护帘 (0.5mmPb)	1 块	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 ($\geq 0.25\text{mmPb}$)、 床侧防护帘/床侧防护屏 ($\geq 0.25\text{mmPb}$)	
受检者		铅橡胶围裙 (0.5mmPb)	成人: 1 件 儿童: 1 件	铅橡胶围裙 ($\geq 0.5\text{mmPb}$)、 铅橡胶颈套 ($\geq 0.5\text{mmPb}$) 选配: 铅橡胶帽子 ($\geq 0.25\text{mmPb}$)	
		铅橡胶颈套 (0.5mmPb)	成人: 1 件 儿童: 1 件		

项目防护用品配备符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的相关要求。

10.2.4 其它的辐射安全措施

(1) 对讲装置: DSA 机房与控制室之间设置对讲系统, 便于与 DSA 机房内工作人员或患者沟通。

(2) 监控系统: DSA 机房与控制室之间设置铅玻璃观察窗, 便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

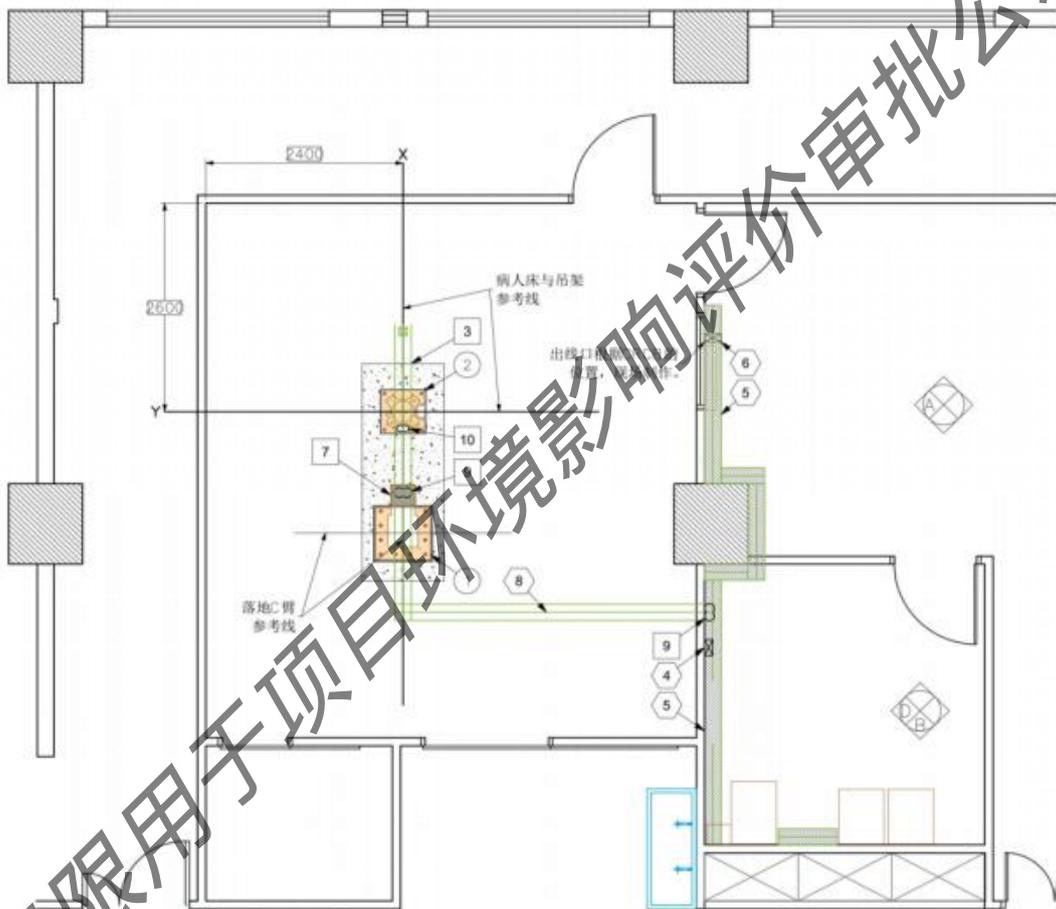
(3) 紧急制动装置: 在介入手术床边、控制室操作台上均设有“紧急制动”按钮, 在 DSA 系统出束过程中, 一旦发现异常情况, 按任一个紧急制动按钮, 均可停止出束。

(4) 安全连锁: DSA 机房平开防护门应有自动闭门装置, 推拉式防护门应设有曝光时关闭机房门的管理措施, 工作状态指示灯应与机房门能有效联动。

(5) 警示标志: 设备处于工作状态时, DSA 机房门外顶部的工作状态指示灯变为红色, 警示非工作人员不得入内。DSA 机房门外有电离辐射标志、放射

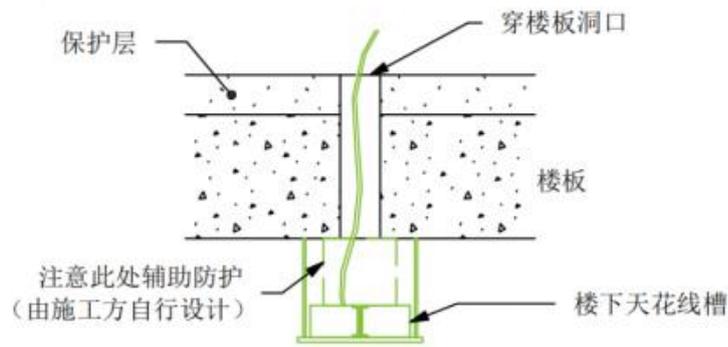
防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处设警示语句。电离辐射标志和电离辐射警告标志须符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 F 的相关要求。

(6) 电缆设置：根据仪器设备商施工图纸，项目保留机房原有屏蔽结构，DSA 机房电缆沟拟采用下穿三楼地板，在二楼楼顶走线，下穿位置补充 4mmPb 铅板防护屏蔽材料，确保地板的有效防护厚度，基础和地沟线槽布局详见图 10-7 和图 10-8。

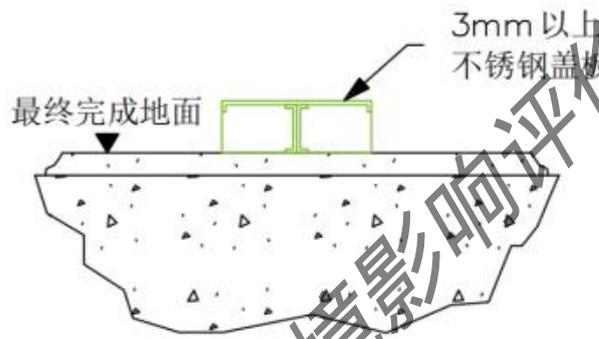


序号	说明
1	落地 C 臂专用铁板
2	病人床专用铁板
3	混凝土基础 C25 以上(深度 210mm 以上)
4	150 宽×100 高 墙面电缆线槽(外盖可打开)
5	200 宽×100 高 地面明线槽(外盖可打开)
6	200×100 出线口
7	300 宽×30 深 凹槽(外盖可打开)
8	200 宽×100 高 楼下天顶线槽(外盖可打开)
9	∅ 120×2 穿楼板洞口(连接穿线管)
10	∅ 80×2 穿楼板洞口(连接穿线管)

图 10-7 基础和地沟线槽布局图



楼下天花线槽 (不按比例)



地面明线槽详图 (不按比例)

图 10-8 地面明线槽详图

10.2.5 DSA 机房辐射防护措施符合性分析

对照《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)要求, DSA 机房辐射防护措施符合性分析表见表 10-4。

表 10-4 导管二室辐射防护措施符合性分析表

项目	标准防护要求	本项目方案	符合性
防护措施	每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房, 机房应满足使用设备的布局要求。单管头 X 射线设备 (含 C 形臂) 机房面积应不小于 20m ² , 单边长度不小于 3.5m。	本项目导管二室为独立机房, 导管二室机房有效使用面积约 37.35m ² , 最小单边长度为 5.66m。	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。	本项目导管二室与控制室之间设置铅玻璃观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合
	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 DSA 机房门有效关联。	本项目污物通道和控制室出入机房防护门为平开门，设置有自动闭门装置；患者出入机房防护门为电动推拉门，设置有防夹装置，患者出入机房防护门与该门外工作状态指示灯设置有联动装置。	符合
	DSA 机房门外应有电离辐射标志；DSA 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。	本项目导管二室房门外设置电离辐射警告标志和工作指示灯，并在导管二室机房大门旁醒目位置张贴放射防护注意事项；在候诊区设置相关放射防护注意事项告知栏。	符合
	在距 DSA 机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：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 μ Sv/h，摄片条件下机房周边关注点辐射剂量率均不大于 25 μ Sv/h。	本项目 DSA 在透视条件下，导管二室周边关注点辐射剂量率均不大于 2.5 μ Sv/h；摄片条件下导管二室周边关注点辐射剂量率均不大于 25 μ Sv/h。	符合
	介入 X 射线设备机房，有用线束方向铅当量 2mmPb，非有用线束方向铅当量 2mmPb。	本文第 10.1.3 节辐射安全屏蔽措施中，导管二室机房四侧墙体、顶棚、地板、防护门、观察窗的等效铅当量均大于 2mmPb。	符合
机房通风	机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风	项目导管二室采用新风和排风系统，通过排风系统排出室外，使机房保持良好的通风。	符合
其他	配备适量的符合防护要求的各种辅助防护用品，如铅橡胶防护衣、铅橡胶颈套、围裙等。	医院为本项目配置数量足够符合防护要求的铅橡胶防护衣、铅橡胶颈套、围裙等辐射防护用品。详见第 10.2.3 节防护用品	符合
	受检者不应在机房内候诊	本项目设置有家属等候区，患者严禁在机房内候诊	符合

由表 10-4 可知，导管二室机房的辐射防护措施均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

10.3 三废的治理

医用血管造影 X 射线机应用项目中射线装置在运行时无放射性废气、废水和固体废弃物产生。

X 射线与空气作用会产生臭氧及氮氧化物，但 DSA 产生的 X 射线能量较低（最高 125keV），因此 DSA 设备使用产生的臭氧及氮氧化物是极少量的。本项目机房采用新风和排风系统，通过设置于机房吊顶排风扇及排风管道，将废气排出室外，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。

本项目 X 射线造影装置是在显示屏上观察显像结果，不会产生含有重金属银的废显影水、废定影水，手术前或手术后产生的生活污水、医疗废水不含放射性生活污水，依托医院现有污水处理系统。

介入手术时产生的药棉、纱布、手套及医用器具等医疗废物经专人收集，暂存于污物间，定期由有医疗废物处置资质的机构统一收集处理。

工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院进行统一收集并交由环卫部门统一处理。

表 11 环境影响分析

11.1 建设、调试阶段对环境的影响

11.1.1 建设阶段

DSA 只有在开机并处于出线状态时才会产生 X 射线，因此，在建设期射线装置对环境无辐射影响，亦无放射性废气、废水及固体废弃物产生。本项目导管二室机房、控制室、设备间等主体建筑和防护工程已建设完成，项目建设期主要线缆槽施工、设备安装和补充防护等，主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物，对室外环境和周围人群的影响较小。

(1) 噪声防治措施

施工过程中设备安装和补充防护等将对周围环境产生噪声影响。施工单位采取围挡、密闭空间操作等切实有效的防噪措施，尽可能的降低施工机械设备和运输车辆产生的噪声对周边环境的影响，通过合理安排施工时间，对施工机械采取消声降噪措施，施工噪声得到较好的控制。

(2) 扬尘防治措施

施工期扬尘主要设备安装和补充防护建设产生少量粉尘。施工单位采取施工区域围挡措施，加强施工现场管理，避免无关人员进入施工区，降低施工粉尘对外围影响。

(3) 废水防治措施

施工期间产生的废水主要为施工人员的生活污水。生活污水依托医院的污水处理系统，经医院内污水处理设施处理后排入市政管网。

(4) 固体废物防治措施

施工期固体废物主要为建筑垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。建筑垃圾委托有资质的公司清运，施工人员产生的生活垃圾，医院统一收集交由环卫部门处理。

11.1.2 调试阶段

在设备调试阶段 DSA 机房的屏蔽设施已建成完成，DSA 的安装调试由厂家专业人员进行，该活动属于厂家辐射安全管理范围，不纳入本次环评内容。只要调试人员按规范调试流程调试，对调试人员及周围公众不会产生的辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

根据医院提供信息，本项目 DSA 投入使用后预计每年最多完成 500 台介入手术，计划配备 8 名辐射工作人员（其中医生 4 人、技师 2 人、护士 2 人）。从事近台介入手术的医生、护士个人手术量最多约 250 台/年，手术中使用医用血管造影 X 射线机出束时间：透视约为 20min/台，摄影约 2min/台。

DSA 在手术中分透视和摄影两种模式，DSA 摄影模式时，医护人员位于控制室，即为隔室操作方式；DSA 透视模式条件下，医护人员近台同室进行介入操作。本次评价分别对摄影、透视两种工况下机房周围的辐射水平进行了预测。

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，在血管造影术中将使用图像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此 DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射。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。

源点与各侧墙体、防护门、观察窗的距离，按照 2.5m×0.8m 手术床曝光区域边界为起点（即按最短距离计算），并根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 B.2 款，选取 DSA 机房屏蔽体外 30cm 处为关注点，导管二室顶棚上方（楼上）地面 100cm 为楼上关注点，导管二室地面下方（楼下）地面 170cm 为楼下关注点；手术床离地距离按 1m、球管（射线源点）与病人（散射体）距离按 0.6m。机房关注点与射线出束点距离 = 出束点到屏蔽体的距离 + 屏蔽体厚度 + 屏蔽体外关注点距离。本项目导管二室各关注点距射线装置出束点距离详见表 11-1，关注点分布情况详见图 11-1、11-2。

表 11-1 本项目 DSA 机房周围各关注点位情况

序号	关注点位置	机房关注点与射线出束点距离(m)	屏蔽设计	总等效铅当量 X(mmPb)
1#	导管二室北侧墙外 30cm (污物走廊)	2.46	4mmPb 复合防护板	4.00
2#	污物走廊防护门外 30cm	2.72	4mm 铅防护门	4.00
3#	控制室防护门外 30cm	3.14	4mm 铅防护门	4.00

4#	观察窗外 30cm (控制室)	2.99	4mmPb 铅玻璃	4.00
5#	导管二室东侧墙外 30cm (设备间)	2.99	4mmPb 复合防护板	4.00
6#	受检者防护门外 30cm	2.53	4mm 铅防护门	4.00
7#	导管二室南侧墙外 30cm (洁净走廊)	2.51	4mmPb 复合防护板	4.00
8#	器械室防护门外 30cm	3.02	4mm 铅防护门	4.00
9#	导管二室西侧墙外 30cm (污物走廊)	2.99	4mmPb 复合防护板	4.00
10#	导管二室地面下方 (楼下) 距楼下地面 170 cm 处	2.80 (漏射) 3.40 (散射)	10cm 厚混凝土(1.00mmPb) +3mmPb 复合防护涂料	4.00
11#	导管二室顶棚上方 (楼上) 距顶棚地面 100 cm 处	4.70 (漏射) 4.10 (散射)	10cm 厚混凝土(1.00mmPb) +3mmPb 复合防护板	4.00

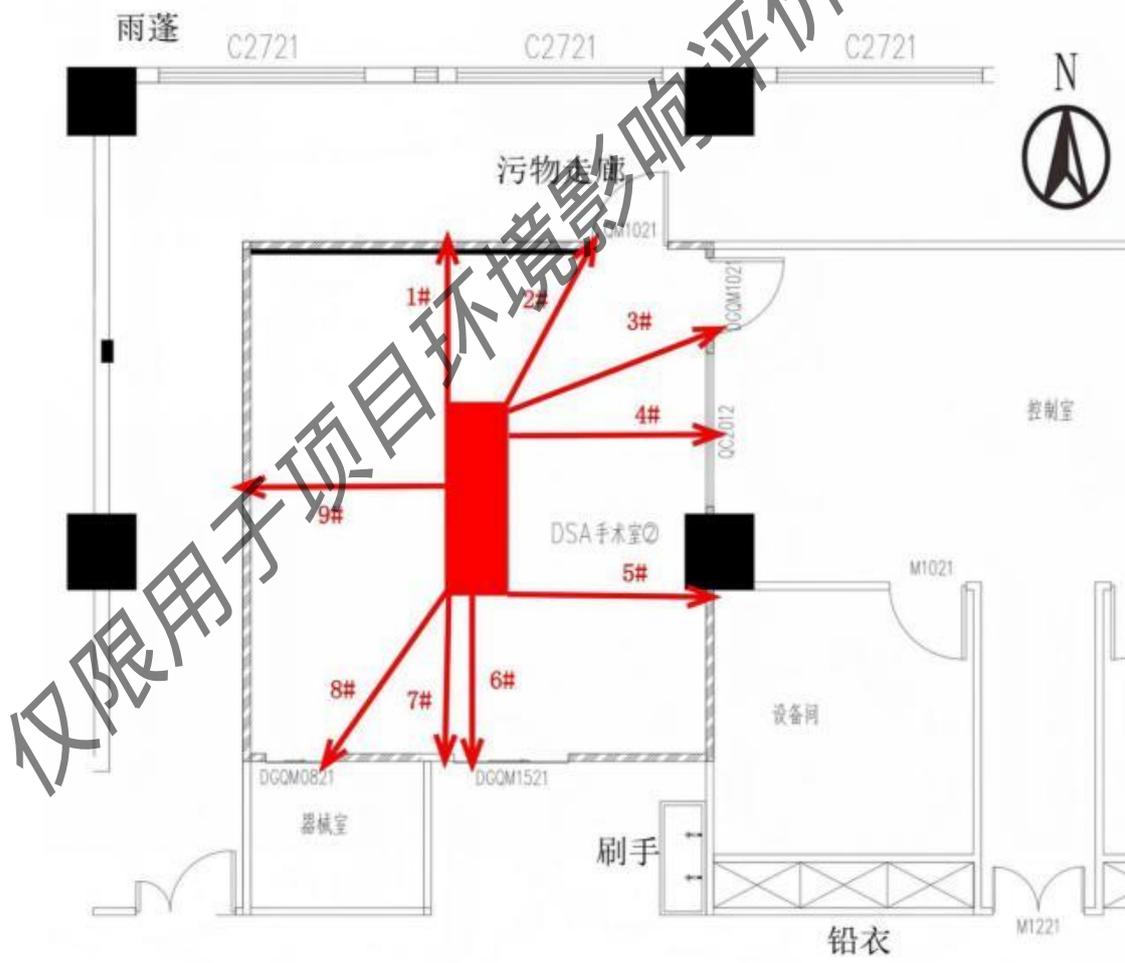


图 11-1 导管二室平面关注点示意图

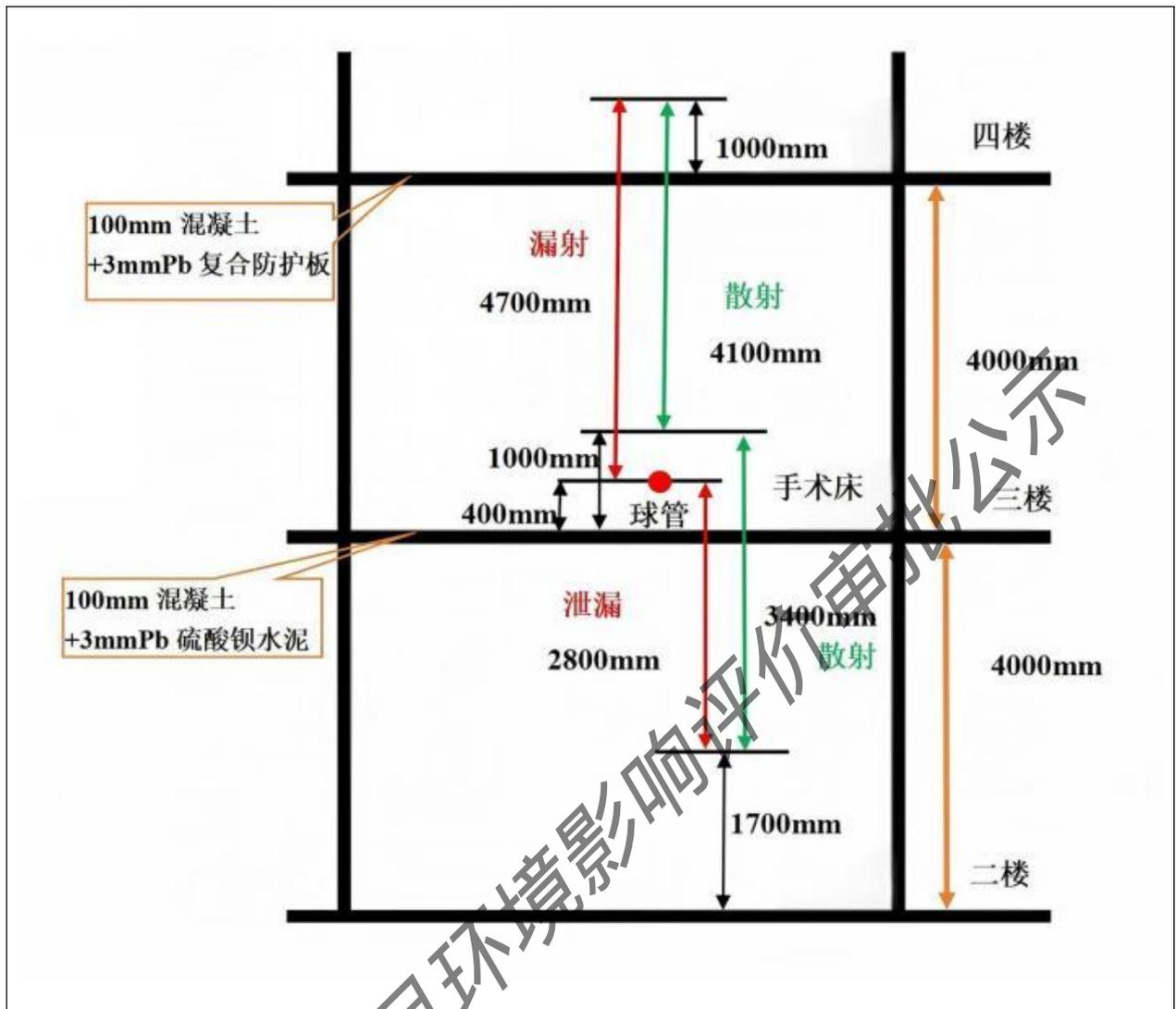


图 11-2 放射科导管二室立面关注点示意图

2、机房辐射屏蔽估算

(1) 泄漏辐射环境影响分析

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：

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

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 中的公式计算：

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

式中：B——透射因子；

X——屏蔽材料铅当量厚度，mm；

α 、 β 、 γ ——针对不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数（取自 GBZ 130-2020 附录 C）。本项目取值见表 11-2。

表 11-2 不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数

运行模式	运行管电压 (kV)	屏蔽材料	α	β	γ	备注
透视	70	铅	5.369	23.49	0.5881	/
摄影	100	铅	2.500	15.28	0.7557	主束
			2.507	15.33	0.9124	散射

注：透视模式下，散射及漏射均按 70kV 对应的参数；摄影模式下，漏射按 100kV（主束）对应的参数，散射按 100kV（散射）对应的参数。

(2) 散射辐射环境影响分析

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：

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

式中： H_s ——关注点散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 ——距焦点 1m 处剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

δ ——本项目设备透视模式下 DSA 的最大管电压为 70kV，查《辐射防护基础》表 5-12， a 取值为 0.0005（90°散射）， $\delta = a/400 = 1.25 \times 10^{-6}$ ；摄影模式下 DSA 的最大管电压为 100kV，查《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1， a 取值为 0.0013（90°散射）， $\delta = a/400 = 3.25 \times 10^{-6}$ ；

S——散射面积，取典型值 100cm²；

d₀——源与病人的距离，取 0.6m；

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 C 中给出的公式（C.1）计算；

X——铅屏蔽厚度，mm；

α、β、γ——针对不同管电压 X 射线辐射衰减拟合参数（取自 GBZ 130-2020 附录 C），具体参照表 11-2。

3、机房周围关注点剂量率

(1) 根据公式计算各关注点处泄漏辐射 X-γ辐射剂量率估算结果见表 11-3。

表 11-3 各关注点处泄漏辐射 X-γ辐射剂量率估算结果

运行模式	关注点	H ₀ (μSv/h)	X (mmPb)	D (m)	B	H _L (μSv/h)
透视模式	1#	1.75E+07	4.00	2.46	2.70E-11	7.80E-08
	2#		4.00	2.72	2.70E-11	6.38E-08
	3#		4.00	3.14	2.70E-11	4.79E-08
	4#		4.00	2.99	2.70E-11	5.28E-08
	5#		4.00	2.99	2.70E-11	5.28E-08
	6#		4.00	2.53	2.70E-11	7.38E-08
	7#		4.00	2.51	2.70E-11	7.49E-08
	8#		4.00	3.02	2.70E-11	5.18E-08
	9#		4.00	2.99	2.70E-11	5.28E-08
	10#		4.00	2.80	2.70E-11	6.02E-08
	11#		4.00	4.70	2.70E-11	2.14E-08
摄影模式	1#	2.92E+08	4.00	2.46	3.39E-06	1.63E-01
	2#		4.00	2.72	3.39E-06	1.34E-01
	3#		4.00	3.14	3.39E-06	1.00E-01
	4#		4.00	2.99	3.39E-06	1.10E-01
	5#		4.00	2.99	3.39E-06	1.10E-01

	6#		4.00	2.53	3.39E-06	1.54E-01
	7#		4.00	2.51	3.39E-06	1.57E-01
	8#		4.00	3.02	3.39E-06	1.08E-01
	9#		4.00	2.99	3.39E-06	1.10E-01
	10#		4.00	2.80	3.39E-06	1.26E-01
	11#		4.00	4.70	3.39E-06	4.47E-02

(2) 根据公式计算各关注点处散射辐射 X-γ辐射剂量率估算结果见表 11-4。

表 11-4 各关注点处散射辐射 X-γ辐射剂量率估算结果

运行模式	序号	H ₀ (μSv/h)	X (mmPb)	ds (m)	B	Hs (μSv/h)
透视模式	1#	1.75E+07	4.00	2.46	2.70E-11	2.71E-08
	2#		4.00	2.72	2.70E-11	2.22E-08
	3#		4.00	3.14	2.70E-11	1.66E-08
	4#		4.00	2.99	2.70E-11	1.83E-08
	5#		4.00	2.99	2.70E-11	1.83E-08
	6#		4.00	2.53	2.70E-11	2.56E-08
	7#		4.00	2.51	2.70E-11	2.60E-08
	8#		4.00	3.02	2.70E-11	1.80E-08
	9#		4.00	2.99	2.70E-11	1.83E-08
	10#		4.00	3.40	2.70E-11	1.42E-08
	11#		4.00	4.10	2.70E-11	9.75E-09
摄影模式	1#	2.92E+08	4.00	2.46	5.14E-06	2.24E-01
	2#		4.00	2.72	5.14E-06	1.83E-01
	3#		4.00	3.14	5.14E-06	1.37E-01
	4#		4.00	2.99	5.14E-06	1.51E-01
	5#		4.00	2.99	5.14E-06	1.51E-01
	6#		4.00	2.53	5.14E-06	2.11E-01
	7#		4.00	2.51	5.14E-06	2.15E-01
	8#		4.00	3.02	5.14E-06	1.48E-01

	9#		4.00	2.99	5.14E-06	1.51E-01
	10#		4.00	3.40	5.14E-06	1.17E-01
	11#		4.00	4.10	5.14E-06	8.05E-02

(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估算结果见表 11-5。

表 11-5 DSA 工作场所各关注点处 X-γ辐射剂量率估算结果

运行模式	序号	关注点位置	泄漏辐射剂量率 $H_L(\mu\text{Sv/h})$	散射辐射剂量率 $H_s(\mu\text{Sv/h})$	总附加剂量率 $H_T(\mu\text{Sv/h})$
透视模式	1#	导管二室北侧墙外 30cm (污物走廊)	7.80E-08	2.71E-08	1.05E-07
	2#	污物走廊防护门外 30cm	6.38E-08	2.22E-08	8.60E-08
	3#	控制室防护门外 30cm	4.79E-08	1.66E-08	6.45E-08
	4#	观察窗外 30cm (控制室)	5.28E-08	1.83E-08	7.12E-08
	5#	导管二室东侧墙外 30cm (设备间)	5.28E-08	1.83E-08	7.12E-08
	6#	受检者防护门外 30cm	7.38E-08	2.56E-08	9.94E-08
	7#	导管二室南侧墙外 30cm (洁净走廊)	7.49E-08	2.60E-08	1.01E-07
	8#	器械室防护门外 30cm	5.18E-08	1.80E-08	6.97E-08
	9#	导管二室西侧墙外 30cm (污物走廊)	5.28E-08	1.83E-08	7.12E-08
	10#	导管二室地面下方 (楼下) 距楼下地面 170 cm 处	6.02E-08	1.42E-08	7.44E-08
	11#	导管二室顶棚上方 (楼上) 距顶棚地面 100 cm 处	2.14E-08	9.75E-09	3.11E-08
摄影模式	1#	导管二室北侧墙外 30cm (污物走廊)	1.63E-01	2.24E-01	3.87E-01
	2#	污物走廊防护门外 30cm	1.34E-01	1.83E-01	3.16E-01
	3#	控制室防护门外 30cm	1.00E-01	1.37E-01	2.37E-01
	4#	观察窗外 30cm (控制室)	1.10E-01	1.51E-01	2.62E-01
	5#	导管二室东侧墙外 30cm (设备间)	1.10E-01	1.51E-01	2.62E-01
	6#	受检者防护门外 30cm	1.54E-01	2.11E-01	3.66E-01
	7#	导管二室南侧墙外 30cm (洁净走廊)	1.57E-01	2.15E-01	3.72E-01

8#	器械室防护门外 30cm	1.08E-01	1.48E-01	2.57E-01
9#	导管二室西侧墙外 30cm (污物走廊)	1.10E-01	1.51E-01	2.62E-01
10#	导管二室地面下方 (楼下) 距楼下地面 170 cm 处	1.26E-01	1.17E-01	2.43E-01
11#	导管二室顶棚上方 (楼上) 距顶棚地面 100 cm 处	4.47E-02	8.05E-02	1.25E-01

由表 11-5 可知, 本项目在正常运行期间, 透视模式下导管二室外各关注点处 X- γ 辐射剂量率估算结果最大值为 $1.05 \times 10^{-7} \mu\text{Sv/h}$, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中规定的透视模式下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求; 摄影模式下放射科导管二室外各关注点处 X- γ 辐射剂量率估算结果最大值为 $0.387 \mu\text{Sv/h}$, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中规定的“短时、高剂量率曝光的摄影程序”下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 $25 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

11.2.2 工作人员和公众人员有效剂量估算

1、剂量估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) -2000 年报告附录 A, X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下:

$$H = D_r \times T \times t \times 10^{-3} \quad (\text{公式11-4})$$

式中: H —X- γ 射线外照射人均年有效剂量当量, mSv/a;

D_r —X- γ 射线空气吸收剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

t —X- γ 射线年照射时间, h/a;

T —居留因子, 参考《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020) 附录 A, 控制室、4楼护士值班管理室、2楼操作室取值 1, 污物走廊、洁净走廊取值 1/5, 设备间、器械室取值 1/20。

2、个人剂量估算结果分析

根据医院提供的信息, 本项目投入使用后, 预计每年最多完成介入手术 500 台。配备医生 4 名, 护士 2 名, 技师 2 名, 采取两个班组轮岗工作方式, 其中医生与护士主要在手术室进行手术, 技师在控制室操作机器。平均每台手术中使用医用血管造影 X 射线机 (DSA)

装置出束时间：透视约为20min/台，摄影约为2min/台。

表 11-6 本项目工作负荷统计一览表

射线装置	工作状态	平均每台手术出束时间	年手术量	年累计出束时间	单名工作人员年最大受照射时间
放射科 导管二室	透视	20min	500 台	166.7h	83.3h
	摄影	2min		16.7h	8.3h

(1) 机房周围工作人员、周围公众年有效剂量

依据表11-5估算结果以及公式4来估算项目运行对机房周围环境人员受照射剂量，估算结果见表11-7。

表 11-7 放射科导管二室周围关注点个人剂量估算结果

序号	关注点位置	透视模式		摄影模式		居留因子	年有效剂量 (mSv/a)	照射类型
		总附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	时间 (h)	总附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	时间 (h)			
1#	导管二室北侧墙外 30cm (污物走廊)	1.05E-07	166.7	3.87E-01	16.7	1/5	1.29E-03	公众照射
2#	污物走廊防护门外 30cm	8.60E-08		3.16E-01		1/5	1.06E-03	
3#	控制室防护门外 30cm	6.45E-08		2.37E-01		1	3.96E-03	职业照射
4#	观察窗外 30cm (控制室)	7.12E-08		2.62E-01		1	4.37E-03	
5#	导管二室东侧墙外 30cm (设备间)	7.12E-08		2.62E-01		1/20	2.19E-04	公众照射
6#	受检者防护门外 30cm	9.94E-08		3.66E-01		1/5	1.22E-03	
7#	导管二室南侧墙外 30cm (洁净走廊)	1.01E-07		3.72E-01		1/5	1.24E-03	
8#	器械室防护门外 30cm	6.97E-08		2.57E-01		1/20	2.14E-04	
9#	导管二室西侧墙外 30cm (污物走廊)	7.12E-08		2.62E-01		1/5	8.75E-04	
10#	导管二室地面下方 (楼下)距楼下地面 170 cm 处	7.44E-08		2.43E-01		1	4.06E-03	

11#	导管二室顶棚上方 (楼上)距顶棚地面 100 cm 处	3.11E-08		1.25E-01		1	2.09E-03	
-----	-----------------------------------	----------	--	----------	--	---	----------	--

由表 11-7 可知，项目运行后，DSA 控制室职业人员估算最大年有效剂量为 $4.37 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，低于职业人员年剂量管理约束值（5mSv）的要求；公众受照年有效剂量最大为 $4.06 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，低于公众成员年剂量管理约束值（0.1mSv）的要求。

本项目环境保护对象主要为同一楼层和楼下、楼上的人员，同一层楼公众人员距离手术室较远，楼下和楼上有物理隔断和相应屏蔽防护，根据剂量率与距离平方成反比的关系，若考虑距离衰减因素，距离机房越远，辐射剂量率越低，由以上分析结果可知，本评价公众人员受照剂量满足国家标准要求和本项目公众人员年有效剂量约束值。

因此，本项目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，对机房外周围环境人员产生的辐射影响较小。

11.2.3 DSA 机房内工作人员辐射影响分析

1、预测模式

本项目手术医生、护士是在穿戴铅围裙、铅颈套等防护用品的条件下进行手术，故手术室内医生、护士所受辐射剂量估算参照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019) 中外照射个人监测剂量评价方法“6.2.4 佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，宜采用公式（5）估算有效剂量率”。

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

式中：E——有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特（mSv）；

α ——系数，取 0.79；

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），本次估算通过计算职业人员铅衣内的受照剂量获得；

β ——系数，取 0.051；

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），本次估算通过计算职业人员铅衣外的受照剂量获得。

2、预测参数

手术中，摄片（减影）模式则移步到控制室内，由控制室技术人员隔室操作曝光。

医生如需透视则在室内直接操作曝光，如需摄片（减影）模式则移步到控制室内，

由控制室技术人员隔室操作曝光。DSA 机房内操作曝光透视，其中第一术者距离射线机球管最近，因此以第一术者为代表估算室内操作人员受照射剂量。设备系统自带床旁射线防护帘和悬吊式射线防护屏不少于 0.5mm 铅当量，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 0.6m。

3、预测结果

根据上述参数及公式计算室内第一术者位置处泄漏、散射辐射 X-γ 辐射剂量率估算结果见表 11-8、表 11-9。

表 11-8 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

防护情况	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	f	d	X (m)	α	β	γ	B	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)
铅服内	1.75E+07	0.1%	1	1	5.369	23.49	0.5881	2.83E-04	4.96
铅服外				0.5				5.34E-03	93.53

表 11-9 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	δ	S	d_0	d_s	X (m)	α	β	γ	B	H_s ($\mu\text{Sv/h}$)
铅服内	1.75E+07	1.25×10^{-6}	10^2	0.6	0.6	1	5.369	23.49	0.5881	2.83E-04	4.78
铅服外						0.5				5.34E-03	90.19

室内第一术者位置处总辐射剂量率估算结果见表 11-10 所示。

表 11-10 室内第一术者位置处总 X-γ 辐射剂量率估算结果

工作模式	第一术者位（铅服内） 总附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	第一术者位（铅服外） 总附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
透视模式	4.96+4.78=9.74	93.50+90.19=183.69

根据表 11-12 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： $(0.79 \times 9.74 \times 83.33 + 0.051 \times 183.69 \times 83.33) \div 1000 = 1.42\text{mSv}$ ，项目运行后，叠加 DSA 控制室职业人员摄影模式估算最大年有效剂量为 $4.37 \times 10^{-3}\text{mSv/a}$ ，年受照剂量为 1.42mSv，低于职业人员年有效剂量管理约束值（5mSv）的要求。

本项目设备运行时的 X 射线辐射剂量率保守按最小固有滤过 2.5mmAl 进行计算，未

考虑附加滤过材料的影响，因此估算结果是偏保守的。DSA 射线装置在固有滤过材料的基础上，均配备有 Al、Cu 等附加滤过材料，实际运行过程中，辐射工作人员只要严格按照操作规程规范使用设备、正确使用防护用品和设施，正常情况下辐射工作人员实际年有效剂量值将小于上述保守预测结果。

根据医院提供 2025 年度剂量检测评价报告（监测日期：2024.07.01—2025.06.30），由医院内部调配至本项目的 8 名辐射工作人员最近一年的受照剂量均未超过职业人员年剂量管理约束值（5mSv），即使该 8 名辐射工作人员分别参与本项目 DSA 和本院其他 DSA 介入手术工作，手术医生年有效剂量也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》（GB 18871-2002）对职业人员剂量限值（20mSv）的要求。本项目辐射工作人员累计年有效剂量统计结果见下表 11-11。

表 11-11 本项目辐射工作人员累计年有效剂量统计结果

姓名	岗位	性别	职业类别	本年度监测次数	2025 年周期有效剂量	本项目可能附加年有效剂量 (mSv/a)	累计年有效剂量 (mSv/a)
陈芎豆	医生	男	介入放射学 (2E)	4	0.12	1.42	1.54
刘欣	医生	男		4	0.04	1.42	1.46
周森林	医生	男		4	0.08	1.42	1.5
杨勇	医生	男		4	1.11	1.42	2.53
姚燕	护士	女		4	0.12	1.42	1.54
覃汉秋	护士	女		4	0.17	1.42	1.59
李威	技师	男		4	0.17	1.42	1.59
陈勇冰	技师	男		4	0.18	1.42	1.6

11.2.4 介入手术中防护要求

(1) 需做到持证上岗、岗前培训，不断提高辐射防护和诊疗技术水平，全面掌握辐射防护法规与技术知识；

(2) 对于介入放射学全身受照不均匀的工作情况，采用双剂量计监测方法，在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计，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)；

(3) 时间防护：熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少照射和采集时间，避免与诊疗无关的曝光情况；

(4) 缩小照射野：在满足影像采集质量和诊疗需要的前提下，尽量缩小照射野、调节透视脉冲频率至最低状态；

(5) 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；

(6) 充分利用各种防护用品：操作者穿戴铅橡胶防护衣、铅橡胶围脖、铅橡胶帽、介入防护手套、铅防护眼镜等；使用床侧防护帘及铅悬挂防护帘等防护器材。

11.3 事故影响分析

DSA 射线装置仅在运行时产生 X 射线，停机后射线就会消失，本次评价对其进行分析和预测，说明项目运营中可能发生的事故或突发事件对人身安全和环境的损害和影响程度，并针对具体事项提出行之有效的防范及应急措施，以避免事故发生、减少事故损失，使其对环境的影响达到可接受的水平。

11.3.1 辐射事故情况

DSA 射线装置可能发生的辐射事故情况如下：

(1) 由于 DSA 设备故障、操作不当、没有穿戴防护用品等情况下，医生在同室操作时可能受到超剂量的 X 射线照射。

(2) 工作人员在手术室内为患者摆位或其他准备工作，控制台处操作人员误开机出束，发生事故性出束，对工作人员造成辐射伤害。

(3) 门灯联锁装置和闭门装置发生故障状况的情况下，人员误入正在运行的 X 射线装置机房受到外照射。

(4) 检查或维修状态下，维修人员违反操作规程或误操作，造成人员误照射。

11.3.2 辐射事故防范措施

为避免辐射事故的发生及发生后能立即采取有效防范措施，建设单位需做好以下防范措施：

(1) 医院对从事辐射活动的人员组织参加辐射防护培训及专业技术的知识学习，使用 II 类射线装置的工作人员必须在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗；对从事辐射活动的人员配备个人剂量计、个人剂量报警仪，按规范做

好个人剂量监测；对在岗工作人员，每 2 年做一次健康体检报告，合格者才能继续上岗；

(2) 定期组织对放射诊疗工作场所及设备的辐射防护检测和检查，如有异常，及时整改；

(3) 加强控制区和监督区管理，在辐射工作场所醒目位置设置电离辐射警示标志，防护门设置门灯、门机连锁；

(4) 放射诊疗质量与安全委员会对辐射工作人员的辐射安全管理制度执行情况进行监督、检查；

(5) 辐射工作人员配备符合标准要求的个人防护用品，并正确指导受检者穿戴。

(6) 不断完善辐射事故应急预案，在射线装置建设和运行过程中的每年进行 1 次演习。

仅限用于项目环境影响评价审批公示

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 放射防护质量安全管理小组

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款：使用I类、II类、III类放射源，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；其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

因人员变动，2025年7月8日医院对放射防护管理委员会成员进行调整，调整后名单如下：

一、放射防护管理委员会成员

主任：谢 坚（副院长，主持医院行政业务全面工作）

副主任：韦永锋（副院长）

陈芎豆（放射科主任）

委员：郑春杏（院长助理、质量管理部主任）

冯建安（党委办公室主任、医院综合办公室主任 应急管理办公室主任）

罗 林（医务部部长）

张 军（医学装备科科长）

窦志瑛（医院感染管理科科长）

易月明（后勤保障部副部长）

肖淑宁（护理部主任）

刘广志（医学检验科主任）

吴明松（肿瘤血液内科主任）

林 松（核医学科副主任）

吴 强（健康管理中心主任）

委员会下设办公室，办公室设在放射科，办公室主任由陈芎 豆兼任，秘书龙玉华（肿瘤科、血液内科放疗技师）、吴华彬（放射科技师）、李欢（放射科技师）。

二、放射防护管理委员会工作制度

(一) 委员会每半年召开一次会议，由放射科征求委员、相关职能部门、科室需讨论的议题或改进项目整理前一阶段项目追踪进展等议题，经主任委员同意组织召开委员会。

(二) 制定本院放射防护与辐射安全的计划和总结；对辐射安全控制效果进行评议；定期或不定期对突发辐射事故应急预案、各放射防护与辐射安全制度、规范、条例进行修订。

(三) 对全院放射防护与辐射安全工作进行监督，检查各种制度以及防护措施的贯彻落实情况。

(四) 负责本院放射工作人员的健康档案管理；组织实施放射工作人员参加放射防护与辐射安全的法律法规知识的培训。

(五) 会同上级有关部门按相关规定调查和处理放射事故，并对相关负责人员提出处理意见。

三、放射防护管理委员会主要工作职责

放射防护管理委员会应建立健全各项规章制度和质量保障制度，定期组织召开例会，对放射工作的立项、设备的引进以及防护的配置等进行论证，提出实施方案与计划，为医院决策提供科学依据，落实各项放射防护措施。

(一) 评估辐射防护措施计划。

(二) 定期核对辐射防护措施计划，对不完善之处及时修订。

(三) 审核放射工作人员的操作能力及资格。

(四) 放射性物质及可发生电离辐射设备的辐射安全管理。

(五) 制定辐射防护训练计划和实施方案，并督导执行。

(六) 多渠道规划并开展各种辐射防护学习培训。

(七) 定期稽查各种使用放射性物质及可发生电离辐射设备场所的辐射防护措施，发现违反规定者，应立即停止作业，并限期整改。

(八) 定期召开放射防护管理委员会会议，总结讨论全院的辐射安全作业开展情况。

(九) 审核放射性物质及可发生电离辐射设备的各项采购方案，评估辐射工作场所及各项设备配置是否符合辐射安全规定。

(十) 督导各辐射工作科室做好应急预案，并严格按照规定处理全院发生的各类辐射

意外事件，并将发生原因，处理经过与所采用的改善措施等作出报告。

(十一) 主任委员领导和主持放射防护委员会的全面工作，对全院放射防护安全管理负责；副主任委员协助主任委员做好委员会相关工作；成员提出放射防护管理的改进建议；办公室负责委员会的日常工作，协调各部门、科室及有关放射辐射防护的管理工作，秘书办公室负责放射防护管理委员会日常工作。

12.1.2 辐射工作人员

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款的要求，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。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。根据生态环境部《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》(2019年，第57号)的相关要求，自2020年1月1日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

本项目规划调配8名辐射工作人员，均已参加国家核技术利用辐射安全与防护培训，考核合格，考核成绩合格有效期五年，详见表12-1和附件9。新增工作人员和工作人员培训有效期届满前均需在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训，考核合格后方可上岗。目前姚燕已超过有效期须重新参加培训。

表 12-1 本项目辐射工作人员

序号	姓名	工作岗位	医用 X 射线诊断与介入放射学培训编号	有效期
1	***	医生	FS22GX0100413	2022年06月09日至2027年06月09日
2	***	医生	FS21GX0100766	2021年06月17日至2026年06月17日
3	***	医生	FS22GX001208	2022年11月19日至2026年06月17日
4	***	医生	FS22GX0101040	2022年10月15日至2027年10月15日
5	***	护士	FS20GX0101213	2020年10月16日至2025年10月16日
6	***	护士	FS22GX0100912	2022年09月23日至2027年09月23日
7	***	技师	FS23GX0100958	2023年07月10日至2028年07月10日
8	***	技师	FS23GX0100859	2023年07月10日至2028年07月10日

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全管理办法〉的决定》（环境保护部 2008 年第 3 号令），使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、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、监测方案等。

医院已开展放射诊疗工作多年，制定了相应的管理制度主要包括：

- (1) 《北流市人民医院关于对放射防护管理委员会成员进行调整的通知》；
- (2) 《北流市人民医院辐射事故应急预案》；
- (3) 《辐射防护安全及管理规章制度》；
- (4) 《放射防护管理制度》；
- (5) 《电离辐射危害告知制度》；
- (6) 《放射防护安全及管理操作规程》
- (7) 《放射工作人员职业健康管理规定》；
- (8) 《放射诊疗质量保证方案》；
- (9) 《介入治疗室管理制度》；
- (10) 《介入治疗室工作人员职责》；

(11) 医院已制定的各项管理制度具有较好的可行性，从辐射防护和安全管理，辐射人员培训计划等方面分别做了明确要求和规定，同时制定了较为符合实际情况的、切实可行的辐射事故应急处理预案，保障了从事辐射工作的人员和公众的健康与安全，满足有关辐射标准要求。本评价项目为医院核技术利用已有的项目，医院已制定相应的岗位职责及 DSA 操作规程等基本规章制度。医院只要在日常工作中严格落实各项规章制度，即能够满足核技术利用项目的管理，并承诺从以下几方面做好辐射安全管理工作：

1、本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须张贴上墙，防护用品必须配备齐全，所有辐射工作场所均必须有电离辐射警示标志；

2、环评批复后，需及时向相关部门申请重新办理辐射安全许可证；

3、加强对各工作场所的安全和防护情况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改，医院应对本项目的辐射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年度评估报告。

12.3 辐射监测

根据国家相关法律法规要求，开展辐射工作的单位应当对其设备性能、工作场所防护以及放射工作人员职业受照情况定期开展自主或者委托监测，以保障辐射工作的正常开展以及人员的健康和安全。医院需根据要求制定以下辐射监测计划。

12.3.1 个人剂量监测

医院应委托有资质的单位定期对辐射工作人员个人剂量计进行监测（监测周期最长不应超过 3 个月），并按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《职业性外照射个人监测规范》的要求建立个人剂量记录及监测档案管理制度，并对职业照射个人监测档案终生保存。

12.3.2 辐射环境监测

（1）常规监测

医院应委托有资质的机构定期（每年常规监测一次）对项目工作场所及周围环境进行辐射监测，并建立监测技术档案。监测方案要求如下：

①监测范围：DSA 机房（导管二室）周围墙体、防护门、观察窗等人员可达区域，以及机房周围环境关注点。

②监测项目：X- γ 周围当量剂量率；

③监测频次：每年至少一次；

④监测仪器：使用的仪器应与本项目源项特征相适应（由监测机构负责）；

⑤监测报告所包含信息应清晰、准确、完整，并纳入档案进行保存。

医院配备辐射监测仪定期对射线装置机房四周环境进行自主监测，发现问题及时整改。所有监测记录，存档备查，并编制年度辐射安全防护评估报告上报发证机关。

根据医院辐射安全和防护状况年度评估报告（2024 年度），医院委托广西辐射环境监督管理站开展 2024 年度核技术应用项目场所辐射环境监测，根据监测报告医院辐射设备防护均达到相应标准限值要求；医院委托广西辐卫安环保科技有限公司开展个人剂量检测，根据检测报告，本年度个人剂量单个季度无超过管理目标值。

（2）防护性能监测

在设备初次投入使用或大修及更换关键组件时，医院需要委托有资质的单位进行设备防护性能检测，以保证符合有关标准的要求。在使用过程中，需要委托有资质的单位进行

状态检测，检测频度为每年不少一次。

表 12-1 监测计划要求一览表

监测对象	具体内容	监测频率	监测因子
辐射工作人员	个人剂量监测	3 个月为一周期，连续监测。	外照射个人剂量当量
工作场所和周围环境	屏蔽墙或自屏蔽体外 30 cm 处（包括机房四周、楼上、楼下、防护门外、观察窗外），以及 DSA 设备透视防护区测试平面。	运行前、运行中各监测 1 次，每年 1-2 次。	X-γ辐射剂量率
		院内自主监测	常规监测，委托有资质的机构进行（每年至少一次）
设备	放射性设备性能的稳定性和质量控制检测	每年一次；设备初次投入使用、大修及更换关键组件时。	质量控制性能及防护检测

12.3.3 放射工作人员健康管理

按照《放射工作人员健康标准》的相关规定，医院应为放射工作人员建立个人健康档案，对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检报告，合格者才能上岗；对从事放射工作的工作人员建立职业健康监护档案，档案要终生保存，工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。职业健康检查周期为 1~2 年，但不得超过 2 年，必要时可适当增加检查次数。

医院应严格按每两年一个周期对医院放射工作人员进行健康检查，体检不合格人员要及时复查，复查不合格人员应暂时脱离放射工作岗位，待体检合格后方可继续从事放射工作。在本单位从事过放射工作的人员在离开该工作岗位时也应进行健康体检。

12.4 辐射事故应急

12.4.1 医院放射事故应急处理预案

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》（国务院令 449 号）第四十条、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令 18 号）第四十三条等有关规定，医院应制定辐射事故应急预案。

医院设置有辐射事故应急处理预案（详见附件 6），设立了以院长为组长的应急领导小组，成员由医务部、放射科、医务科血液肿瘤内科、核医学科等各部门主要负责人组成。

一、应急处理领导小组职责：

1. 审查辐射事故应急预案及相关工作规范；指挥医院辐射事故应急准备和响应工作；

指导辐射事故卫生应急准备和响应工作；组织协调辐射事故卫生应急救援工作。

- 2.组织编制辐射事故应急预案及相关工作规范；
- 3.组织开展医院辐射事故应急准备和响应工作；
- 4.组织协调及指导医院辐射事故应急准备和响应工作；
- 5.组织开展辐射事故应急救援工作；
- 6.协助有关部门对事件进行调查分析、处置完毕的书面报告、善后处理和恢复工作等。
- 7.一旦发生辐射事故，办公室立即通知以下各相关科室负责做好各相关工作：

(1)医务部组织调配应急处置专家库相应专家，做好参与处置准备工作，并做好详细记录；

(2)医务部、预防保健科、保卫科根据领导小组指示，负责做好向卫生行政主管部门、生态环境部门和公安部门的报告工作，并做好详细记录；

(3)医学装备科、后勤保障部负责救治与防护设备及后勤物资紧急调配供应，并做好物品供应统计工作；

(4)各相关临床医技科室做好相应的紧急诊疗工作，并做好相应诊疗工作的各项记录。

二、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，按《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》规定，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。

特别重大辐射事故，是指 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，是指 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，是指 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，是指 IV 类、V 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人员受到超过年剂量值的照射。

三、辐射事故应急准备

1. 技术准备

各科室部门根据各自职责，负责建立和完善辐射事故应急所需的仪器和设备条件，并使之处于良好的工作状态；加强日常监测和辐射装置的常规安全防护监测，研究建立和完善医疗救治技术；防患未然，减少和防止事故的发生，减缓事故后果。

2. 物品准备

各科室部门根据各自职责，组织完善辐射事故应急所需仪器设备、药品，并使之处于良好的工作状态；储备并及时更新下列物资：

(1) 必备的医疗设备，包括辐射监测仪、个人剂量报警仪等。

(2) 医学应急药箱及个人防护用品，按照有关标准和要求配备足够数量并有效的放射损伤防治药物如碘化钾、普鲁士蓝、氢氧化铝凝胶等及个人剂量计，防护服等个人防护用品。

(3) 其他应急设备及物资，包括担架、救护车等。

3. 经费保障

辐射事故应急工作的专项资金由医院统筹安排解决，用于人才培养、应急物资配备与更新、培训与演练，以保障辐射事故应急情况下应急行动能够及时快速启动。

4. 培训与演习

为提高辐射事故应急专业人员技术水平和应急能力，要有针对性地开展相关知识、技能培训；同时定期组织开展辐射事故的应急演练。

(二) 应急报告

报告流程：可疑辐射事故发生后，应及时报告科室主任、医院应急办(正常上班时间报医务部，电话：0775-6210687；非正常上班时间报行政值班，电话：0775-6210083)。

电话报告事故情况及采取应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》报生态环境局、卫健委、公安等部门，（北流市生态环境局电话：0775-6352101、卫健部门电话 0775-66223371、大风门派出所电话 0775-6223479。

报告内容：事故发生单位、时间、地址、事故类型、周边影响情况及人员受害情况等；事故简要经过；已经采取的措施；主要报告人；报告人联系方式等。

(三) 应急响应

接到报告后，应急办迅速对事件进行综合评估，并及时上报卫健委、生态环境局、公

安部门，立即启动相应的应急预案。

(四)先期处置

辐射事故发生后，当事科室(部门)应立即组织现场所有人员转移至安全区域；封闭现场，消除可能导致辐射污染突发事故 扩散的隐患。

(五)应急处置

1. 辐射事故应急领导小组组长立即组织小组成员和有关部门人员根据具体情况迅速制定事件处理方案，进行辐射事故应急处理 。

2. 医务部迅速联系卫健委、公安局、疾控中心放射防护检测人员进行以下几项工作：

(1)迅速确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁区，防止外照射的危害。

(2)根据现场辐射强度，决定工作人员在现场工作的时间。

(3)协助和指导在现场执行任务的工作人员佩戴防护用具及个人剂量仪。对严重事件，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况。并对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否进行医学处理或治疗。

(4)若因操作不当或设备失灵、大量射线释放等突发事件需采取以下紧急措施处理：

①首先应辩明并切断有害因素，如为放射设备失灵、射线超标，当事人员应立即截断电源，封闭现场防止事故蔓延，然后迅速报告事故应急办。

②医务部负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事件影响，防止事件的扩大蔓延。

(5)发生丢失放射性物质事件时，当事科室负责人及相关人员、保卫科密切配合卫健委、公安、疾控中心、生态环境局迅速调查、处理、信息收集报送，尽快追回丢失的放射性物质。

(7)辐射事故应急处理必须在领导小组带领下，在有经验的工作人员和防护人员的参与下进行，并全面、准确、详细记录事 故现场人员、设备条件和参数以及医院应急处置的技术资料。

(8)各种事件处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事件发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事件重复发生。凡严重或重大的事件，应向上级主管部门报告。

(六)应急响应终止

1. 辐射事故应急响应行动终止条件

辐射事故源项已经消除，放射源受到控制，放射性污染得到清除；人员得到有效救治，未出现新的放射损伤人员且原有伤员病情稳定。

2. 应急响应行动终止程序

应急工作完成，伤病员得到救治后，请负责辐射事故应急响应的卫健委、生态环境部门及公安局组织专家对辐射事故后果分析、评估(评估重点：处置效果、事故影响、经济损失；总结事故和应急过程中的经验教训，及时修订本应急预案)，提出终止应急响应的建议；领导小组办公室在一个月内提交书面总结报告，

报送上级卫健委、生态环境部门和公安部门。

五、事故调查

(一) 本单位发生重大放射性事故后，应立即成立由科室安全第一责任人为组长，有医学装备科负责人参加的事故调查组、善后处理组和恢复工作组。

(二) 调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

(三) 及时完成上报事故报告书方面的工作，同时，协助卫生行政部门、公安部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

12.4.2 医院现有核技术利用项目应急预案执行情况

医院制定了《辐射事故应急处理预案》并成立辐射事故应急处理小组职责，且严格按照应急预案中明确的组织指挥体系开展放射安全事故应急处置工作。医院各场所辐射安全和防护设施运行无异常，防护设备定期检查与维护，定期开展了辐射事故的应急演练，医院运行多年未发生过辐射安全事件。根据医院辐射安全和防护状况年度评估报告（2024年度），医院制订有演练方案，每年都开展应急演练，并形成演练总结报告。

12.5 建设单位从事辐射活动的技术能力评价

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 12-2。

表 12-2 使用射线装置单位申请领取许可证条件评价表

标准要求	单位执行情况	符合情况
使用I类、II类、III类放射源，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1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院已设立放射诊疗质量与安全管理委员会，成员满足相应学历，机构成员由院领导、相关科室负责人组成，详见附件5。	符合
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。	医院已拟配备的8名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护专业知识培训，考核合格可上岗。	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、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《辐射防护安全及管理规章制度》、《放射防护管理制度》、《电离辐射危害告知制度》、《放射防护安全及管理操作规程》等，详见附件7。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	医院已制定《辐射事故应急处理预案》，设立辐射事故应急处理小组，明确辐射事故应急处理程序及应急处置措施。详见附件6。	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。	本项目建设屏蔽墙体、防护门、铅玻璃窗，机房门口设置电离辐射警告标志及工作指示灯，能有效防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	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。	医院为从事辐射活动的人员配备个人剂量计、个人剂量报警仪，委托有资质的单位定期对辐射工作人员个人剂量计进行监测；医院配备辐射监测仪定期对射线装置机房周围环境进行自主监测。	落实后符合

由表 12-2 可知，医院具备从事辐射活动的能力和条件。

12.6 环保投资及辐射环境保护“三同时”验收要求

本项目环保投资估算及辐射环境保护“三同时”验收要求见下表 12-3。

表 12-3 本项目环保投资和辐射环境保护“三同时”验收要求一览表

序号	项目建设内容	预计投资（万元）
1	屏蔽措施、安全措施已建设完成，只须开展新设备装机和补充防护。	50
2	监测仪器;X-γ辐射检测仪	依托现有配置
3	防护用品按标准要求执行。	依托现有配置
4	人员配备：辐射工作人员按规范佩戴个人剂量计，并定期送检（每3个月监测一次），建立个人剂量档案。辐射工作人员均参加辐射安全与防护学习及培训，考核合格后上岗。 辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立辐射工作人员职业健康档案。	依托现有人员
5	合计	50

仅限用于项目环境影响评价审批公示

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

北流市人民医院改建医用血管造影 X 射线机应用项目建设内容：拟将外科综合楼 3 楼放射科导管二室移动式 C 形臂 X 射线机替换，新购置 1 台医用血管造影 X 射线机（DSA），用于介入诊断和辅助治疗。项目辅助用房包含器械室、设备间，控制室（与导管一室共用）。

13.1.2 项目可行性分析结论

（1）实践的正当性分析

数字减影血管造影技术是一种新的 X 射线成像系统，在医疗诊断方面有其他技术无法替代的特点。本项目建成后具有良好的社会经济效益，其建设有利于提高医院的医疗服务水平，满足北流市日益增长的医疗保障需求。在落实本次环评提出的各项污染防治措施后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）中辐射防护“实践正当性”的要求。

（2）产业政策符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“鼓励类”中第十三项“医药”中第 4 款“新型医用诊断设备，高性能医学影像设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

（3）选址合理性分析

本项目辐射工作场采取满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求的屏蔽措施和安全防护措施，本项目建成后运行过程产生的电离辐射对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求。本项目在正常运行和事故工况下，均不会造成大量放射性物质释放，本项目选址合理。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）辐射环境影响现状评价：

根据监测报告，北流市人民医院改建医用血管造影 X 射线机应用项目机房场址周围

环境辐射水平未见异常。

(2) 辐射环境影响分析：

本项目在正常运行期间，透视和摄影模式下 DSA 机房外各关注点处 X- γ 辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的要求；

预计采取辐射防护措施后，工作人员受照的年有效剂量满足职业人员年有效剂量管理约束值（5mSv），同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的限值要求；公众成员因本项目的运行而受到额外的年有效剂量满足公众成员年有效剂量管理约束值（0.1mSv）的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的限值要求。

13.1.4 辐射安全与防护分析结论

本项目充分考虑邻室（含楼上和楼下）场所的人员防护与安全，对 DSA 机房的四面墙体、天面、地面、防护门以及观察窗采取相应辐射屏蔽措施，屏蔽厚度符合标准要求；按照分区管理的原则，划分为控制区和监督区，拟设置防护门的门灯联锁装置以及设置电离辐射警示标志等进行控制管理，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关屏蔽措施的技术要求；本项目机房采用新风和排风系统，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。

13.1.5 辐射安全管理分析结论

医院成立了放射诊疗质量与安全管理委员会和辐射事故应急预案，建立了相应的管理制度。本项目辐射工作人员均参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训，培训考核合格可上岗；医院委托有资质机构按照规范要求对辐射工作人员开展个人剂量监测，每两年进行一次健康体检，并做好档案管理。

13.1.6 综合性结论

综上所述，北流市人民医院改建医用血管造影 X 射线机应用项目符合实践的正当性、符合产业政策的要求，在落实本报告中提出的污染防治措施和辐射环境管理完善建议的前提下，项目正常运行对周围环境产生的辐射影响，在国家允许的标准范围内，符合环境保护的要求。因此，从辐射环境保护的角度分析认为本项目可行。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

(1) 做好辐射工作人员的个人剂量监测和健康管理；做好辐射工作人员培训，对辐射工作人员的辐射防护培训、个人剂量检测、职业健康体检等资料要分类保管并长期保存。

(2) 不断完善辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.2.2 承诺

(1) 项目取得环评批复后，在运行前向生态环境行政主管部门变更辐射安全许可证；项目建成后，按要求及时组织竣工环境保护验收工作。

(2) 按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》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 日前向发证机关及当地生态环境部门提交上一年度的评估报告。

仅限用于项目环境影响评价审批公示

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

仅限用于项目环境影响评价审批公示