

核技术利用建设项目

银滩院区新建数字减影血管造影 X 射线机 (DSA) 应用
环境影响报告表
(公示本)

建设单位：北海市人民医院

环评单位：江西省地质局实验测试大队

二〇二二年五月

环境保护部监制

表 1 项目基本情况

建设项目名称		银滩院区新建数字减影血管造影 X 射线机 (DSA) 应用			
建设单位		北海市人民医院			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	***
注册地址		北海市海城区和平路 83 号			
项目建设地点		北海市金海岸大道 69 号 北海市人民医院银滩院区医技楼四楼东区 DSA 1 室			
立项审批部门		/	批准文号		/
建设项目总投资 (万元)	***	项目环保投资 (万元)	***	投资比例 (环保投资/总投资)	***
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	100
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
<p>1.1 医院概述</p> <p>北海市人民医院 (下称医院) 始建于 1886 年, 是广西医科大学第九临床医学院、第九附属医院, 是北海唯一一家三级甲等综合医院、国家医师资格实践技能考试基地、国家住院医师规范化培训基地。</p> <p>目前医院设有北海市人民医院本部 (简称本部) 和北海市人民医院银滩院区 (简称银滩院区) 两个院区。全院在职职工 2339 人, 专业技术人员 1977 人, 其中卫技人员 1901 人。在职高级职称 321 人, 副高 277 人, 研究生以上学历 317 人。</p>					

全院医疗业务用房建筑总面积 136708.26 平方米（其中银滩院区总面积 25728.42 平方米）。编制床位 1200 张，实际开放床位 1279 张。拥有进口 128 排 256 层螺旋 CT、3.0T 磁共振、1.5T 磁共振、SPECT/CT、ARTIS ZEEGO III 医用血管造影 X 射线机、医用电子直线加速器、数字化 X 线成像摄影系统（DR）、四维彩色超声检查设备、医用空气加压氧舱、手术设备、血液透析设备、重症监护急救设备、辅助检查治疗设备和消毒灭菌设备等医疗设备约 2950 台（套）。医院设临床医技科室 54 个。儿内科、急诊医学科、神经内科、麻醉科、产科、骨科、医学影像科 7 个自治区临床重点（建设）专科；内分泌代谢科、心血管内科、神经外科、神经内科、骨科 5 个北海市重点专科。

1.2 项目建设规模

医院因业务发展需要，计划在银滩院区新建数字减影血管造影 X 射线机（DSA）应用项目，具体建设内容为：将在银滩院区医技楼四层东区 DSA 1 室预留机房建设介入室，以及建设配套的辐射防护设施，安装使用 1 套数字减影血管造影 X 射线机（DSA）。本项目属于使用 II 类射线装置项目。

本项目介入室由放射科负责日常管理，项目配备 DSA 操作人员 1 人，心内科、神经科等科室使用该设备的手术医生规划有 6 人，配备护士 3 名。一般情况下，介入手术机房内由 3 人负责，分别是 2 名手术医生（第一术者、第二术者）、1 名护士。

本次环评设备具体见表 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	最高管电 压 (kV)	最大输出 电流 (mA)	使用位置
1	DSA	1	Artis zee III ceiling	II	125	1000	医技楼四层东区 DSA 1 室

1.3 目的和任务的由来

为加强医院对外周血管介入、心脏介入及神经介入等多种病症的诊断和治疗手段，使微创和介入治疗得到完善，更多的挽救和改善危重患者的生命和生存质量，医院银滩院区新建数字减影血管造影 X 射线机（DSA）应用项目，于医技楼四楼东区建设 DSA 机房以及配套的辐射防护设施，使用 1 套 DSA，开展影像诊断和介入治疗项目。

因 DSA 设备运行时产生的 X 射线可能对周围环境造成辐射影响，依据《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》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）等规定，医院银滩院区新建数字减影血管造影 X 射线机（DSA）应用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。为保护环境，保障公众健康，医院委托江西省地质局实验测试大队对该银滩院区新建数字减影血管造影 X 射线机（DSA）应用项目进行辐射环境影响评价（委托书见附件 1）。

环评单位在现场调查和理论估算的基础上，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）规定的建设项目辐射环境影响报告表的内容和格式，编制北海市人民医院银滩院区新建数字减影血管造影 X 射线机（DSA）应用项目辐射环境影响报告表。

1.4 周边保护目标以及场址选址等情况

银滩院区位于北海市金海岸大道 69 号，医院总平面布置图见图 1-1。

1、本项目所在建筑物外环境关系

本项目建设的 DSA 机房设置在医院医技楼四层 DSA1 机房。

医技楼（4F）周围 50 范围内东侧为空地，西侧为院区空地，南侧为住院楼（15F），北侧为门诊医技综合楼（5F），东北侧为后勤服务楼（4F）。

医技楼四至图见图 1-2，周围环境现状见图 1-3。

2、DSA 机房周围环境关系

DSA 机房设置在医院医技楼四层东侧 DSA 1 室。新建 DSA 机房东侧为 DSA 2 室（备用机房），西侧为设备间及体外循间、卫生间，北侧为控制室、缓冲间，南侧无相邻建筑（悬空）。机房正上层为楼顶（天面，公众不可达），下层为医用仓库（耗材库、冷库）。

项目用房所在的区域（局部）平面布置图见图 1-4。机房正下方区域平面布置图见图 1-5。

3、选址合理性分析

本项目 DSA 机房为边界往外 50m 范围内均为医院区域。此外，DSA 机房设置防护铅门及防护墙体，在门口设置电离辐射警告标志，将机房划分为控制区，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。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于“源物质大量释放的源”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，本项目选址合理可行。

4、周边保护目标

本项目主要保护目标为项目辐射工作人员、评价范围内医院其他工作人员、评价范围内逗留或经过的公众成员。

1.5 原有核技术利用项目许可情况

（1）辐射安全许可证

医院取得了自治区生态环境厅颁发的辐射安全许可证（证号：桂环辐证[E0224]），许可范围为使用III类、V类放射源；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2027年3月20日。

（2）核技术利用项目环保手续执行情况

医院核技术利用项目均履行了环境影响评价、辐射安全许可证等手续。

（3）辐射安全管理

在历年运行过程中，医院严格遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关放射性法律、法规，配合各级生态环境部门的监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。本项目在获得环评批复后，应及时向生态环境主管部门重新申请办理《辐射安全许可证》。

医院委托有资质机构定期开展辐射环境监测，并按时向发证机关提交安全与防护状况年度报告。

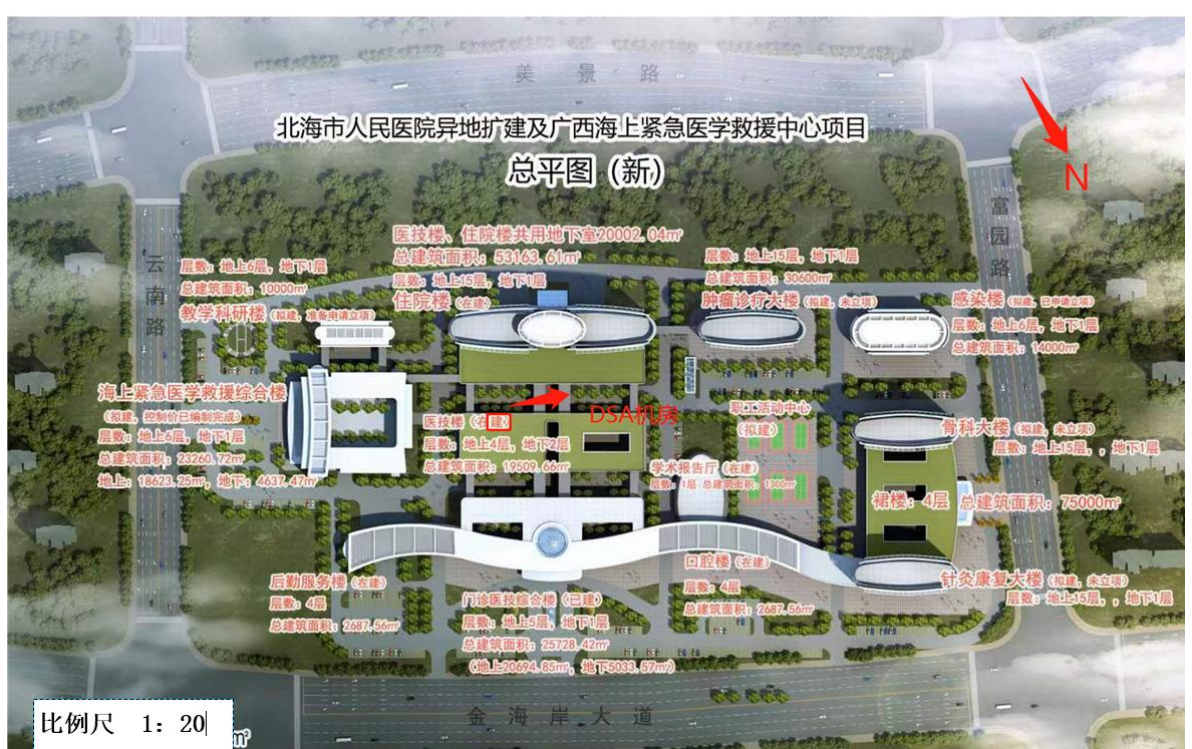


图 1-1 医院平面布置图



图 1-2 项目四至图及评价范围



东北侧环境现状（道路、空地）



西侧环境现状（所在医技楼西侧）



南侧环境现状（住院楼）



北侧环境现状（门诊医技综合楼）

图 1-3 项目所在楼周围环境现状

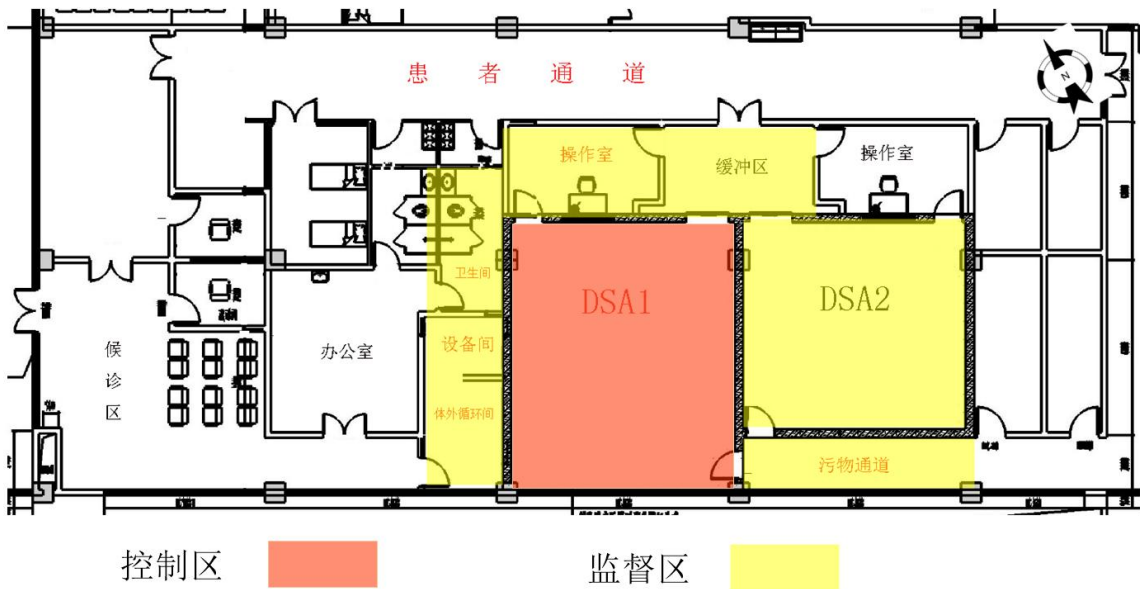


图 1-4 DSA 机房所在楼层（局部）平面布置及分区管理示意图

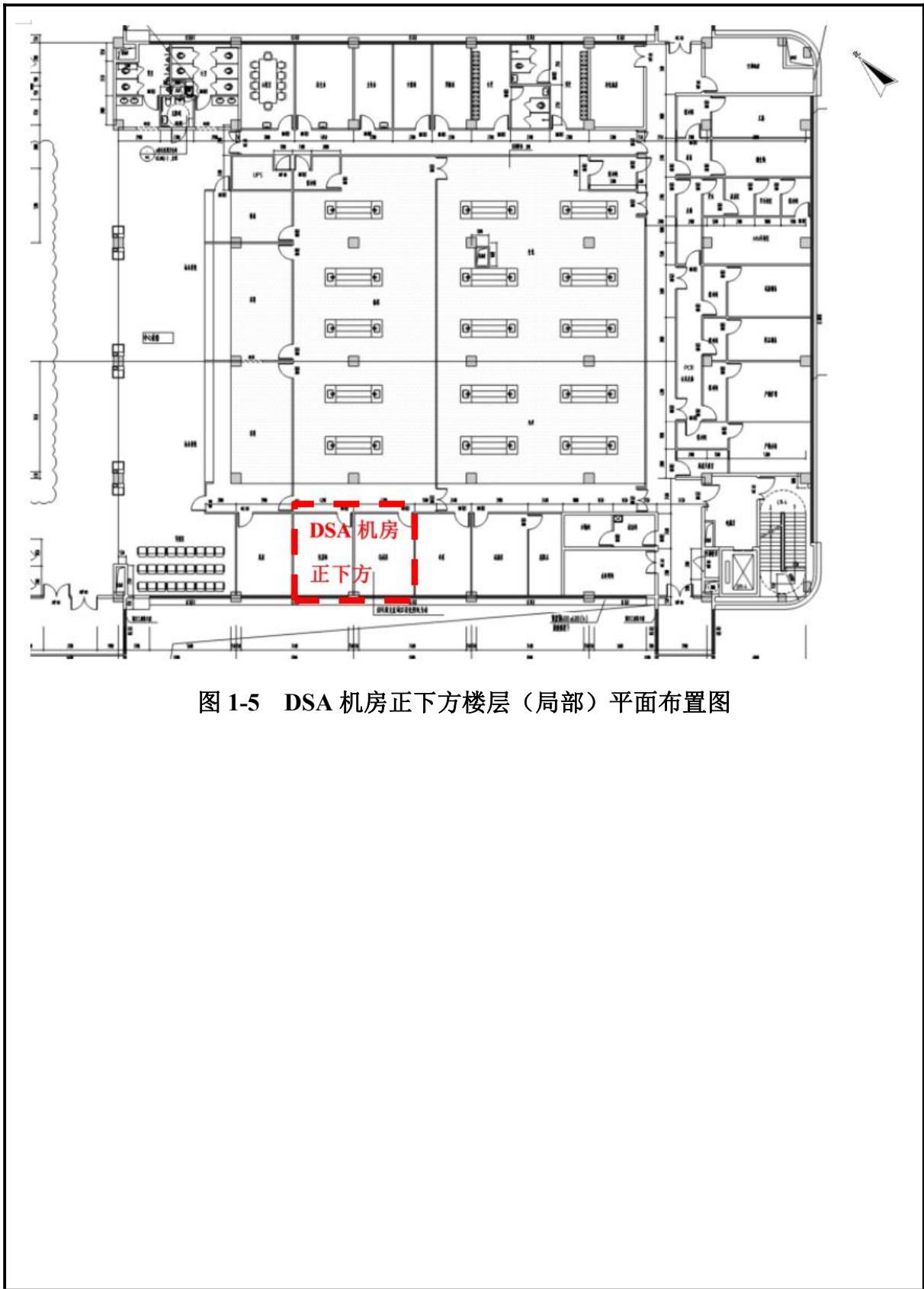


图 1-5 DSA 机房正下方楼层（局部）平面布置图

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
无	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》(GB 18871-2002)。

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	1	Artis zee III ceiling	西门子公司	125	1000	放射诊断	银滩院区医技楼四层 东区 DSA1 室

表 5 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
无	/	/	/	/	/	/	/	/

注：本项目使用的是射线装置，项目运行不会产生放射性废弃物。

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，于 2014 年 4 月 24 日修订，自 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》，自 2003 年 9 月 1 日起施行，根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正；</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 年发布，2003 年 10 月 1 日起施行）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令 253 号发布；根据 2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订，2017 年 10 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》（国务院第 449 号令，于 2005 年 9 月 14 日公布，自 2005 年 12 月 1 日起施行；国务院于 2014 年 7 月 29 日发布《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国令第 653 号）对本条例部分条款进行了修改；国务院于 2019 年 3 月 18 日发布《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国令第 709 号）对本条例部分条款进行了修改）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令 31 号公布；根据 2008 年 11 月 21 日环境保护部 2008 年第二次部务会议通过的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》修订；根据 2017 年 12 月 12 日环境保护部第五次部务会议通过的《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修订；根据 2019 年 7 月 11 日由生态环境部部务会议审议通过的《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》第三次修订）；（2021 年 1 月 4 日生态环境部部令第 20 号）第四次修订；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令部令第 18 号，2011 年发布，2011 年 5 月 1 日起施行）；</p> <p>(8) 《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>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p>
------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>(10) 《产业结构调整指导目录》(2019年修订, 国家发展和改革委员会2019年第29号令);</p> <p>(12) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号, 自2017年11月20日发布并施行);</p> <p>(13) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》(生态环境部公告2018年第9号);</p> <p>(14) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考有关事项的公告》(生态环境部公告2019年第57号, 2020年1月1日施行);</p> <p>(15) 《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)。</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> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</p> <p>(5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020);</p> <p>(6) 《职业性外照射个人剂量监测规范》(GBZ 128-2019);</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>
<p>其 他</p>	<p>(1) 环评委托书, 见附件1;</p> <p>(2) 辐射安全许可证, 见附件2;</p> <p>(3) 现状监测报告, 见附件3;</p> <p>(4) 辐射安全与环境保护管理机构, 见附件4;</p> <p>(5) 辐射事故应急预案, 见附件5;</p> <p>(6) 登记信息单, 见附件6。</p>

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，参照《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）的相关规定，并结合 DSA 装置能量流污染特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定以医院银滩院区新建数字减影血管造影 X 射线机（DSA）应用项目机房周围 50m 作为本项目的的评价范围，包括下层区域。评价范围均位于医院内部区域，由于本项目使用的 DSA 设备产生的 X 射线能量较低，且主要由散射线及漏射线产生的影响，其影响范围有限，因此，评价重点关注 DSA 机房四周及上下层相邻区域。评价范围示意图见图 1-2。

7.2 保护目标

环境保护目标为项目辐射工作人员，医院内其他工作人员、评价范围内流动的公众成员，使他们受到的辐射照射低于各自的年剂量管理约束值。

项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 项目环境保护目标一览表

环境保护对象		位置描述	规模	年有效剂量管理约束值
职业人员	DSA 介入手术操作医生、护士	机房内或操作间内	9 人	5mSv
	DSA 操作间操作人员	机房相邻操作间内	1 人	
公众成员	机房所在医技楼本项目以外的工作	同一栋楼	约 150 人	0.1mSv
	南侧住院楼	机房南侧约 18m	约 800 人	
	门诊医技综合楼	机房北侧约 39m	约 300 人	
	医院其他工作人员及公众	机房各屏蔽墙外 50m 范围内评价范围内	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）

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。

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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

项目于获准实践中的医疗照射。

该标准第 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：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；本次评价从辐射防护最优化原则出发，使职业人员尽量避免不必要的附加剂量照射，取其四分之一即 5mSv 作为职业人员的年剂量约束值。

该标准中第 B1.2 款关于公众照射剂量限值的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv；本评价取其 10%即 0.1mSv 作为公众成员年剂量管理约束值。

(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。

放射治疗和核医学中的 X 射线成像设备参照本标准执行。以下仅摘录与 DSA 相关的内容。

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

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、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（节选介入有关）

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	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 3（本报告按顺序标为“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（节选介入有关）

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

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3（本报告按顺序标为“表 7-3”）的要求。

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 ；

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

医院银滩院区位于北海市金海岸大道 69 号，项目位于医技楼四层 DSA1 室。医院地理位置图见图 8-1。



图8-1 医院地理位置图

8.2 环境现状评价的对象

环境现状评价的对象为项目场址周围辐射环境现状。

8.3 环境现状辐射监测

本项目场址周围环境现状辐射水平采用现场监测的方法进行调查，评价单位对本

项目拟用机房周围环境 γ 辐射剂量率水平进行监测，监测报告见附件3。

(1) 监测目的

掌握该项目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) 监测因子

监测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

(3) 监测点位布设

参考《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）有关布点原则，结合项目机房场址、机房下方评价范围内及评价范围的保护目标处，根据现场条件，合理布点13个。监测布点图见图8-2和图8-3。

(4) 监测频次

监测一次。

(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。

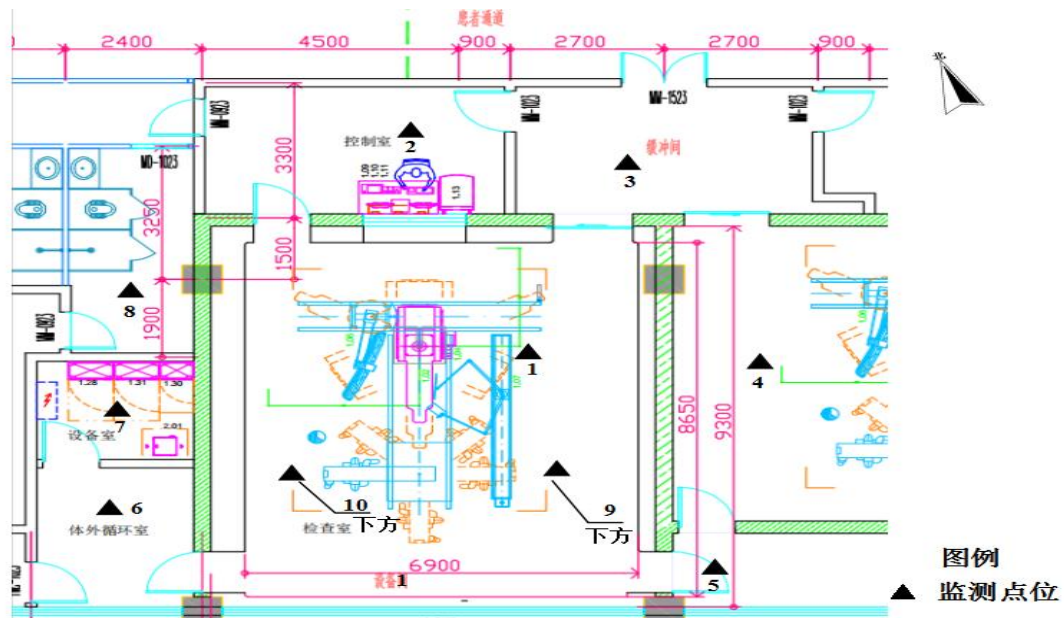


图 8-2 项目拟建场所及周围环境现状监测点位图(一)



图 8-3 项目拟建场所及周围环境现状监测点位图(二)

表8-1 X- γ 辐射剂量率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	便携式 X- γ 辐射监测仪
仪器型号	FH40G-L10+FHZ672E-10
编 号	F197
生产厂家	Thermo 公司
能量响应	40keV~4.4MeV
量 程	1nSv/h-100 μ Sv/h
校准证书及有效期	校准证书编号：2021H21-10-3376853001（上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心），发布日期：2021年6月28日。
监测规范	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

（6）质量保证措施

①监测人员经考核合格并持有合格证书上岗

②监测前制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位时充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；

③监测所用仪器经国家法定计量检定部门校准，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

④经常参加上级技术部门及同类单位组织的仪器比对；通过仪器的期间核查或绘制质量控制图等质控手段保证仪器设备的正常运行；

⑤监测实行全过程的质量控制，严格按照监测单位《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定实行；

⑥包括异常数据在内的所有监测结果按统计学要求进行处理；

⑦建立完整的现状监测资料档案，资料内容包括仪器的校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序及结果等，以备复查；

⑧监测报告严格按相关技术规范编制，报告编制人需为持监测上岗合格证人员、监测报告经由授权签字人审核，最后授权签字人签发，报告审核与签发人不能为同一人。

(7) 监测结果

监测单位于2022年4月26日对该项目开展现状监测，监测结果见表8-2。

表 8-2 项目拟建设场所辐射环境现状监测结果*

点位	点位描述	γ辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		备注
		平均值	标准差	
▲1	拟建检查室	127	2.4	室内
▲2	拟建控制室	151	1.9	
▲3	拟建缓冲间	136	1.4	
▲4	拟建 DSA2 室 (闲置)	150	1.6	
▲5	拟建污物通道	125	1.4	
▲6	拟建体外循环室	129	1.8	
▲7	拟建设备室	142	2.1	
▲8	拟建卫生间	141	2.8	
▲9	拟建检查室下方冷库	103	1.3	
▲10	拟建检查室下方耗材库	99.2	1.6	
▲11	医技楼北侧门诊医技综合楼	66.1	0.7	室外
▲12	医技楼东侧道路空地	64.9	0.6	
▲13	医技楼南侧住院楼	120	1.6	

室内监测值范围	99.2~151	/	
室外监测值范围	64.9~120	/	

注:表中监测结果已扣除仪器对宇宙射线的响应值,根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021),空气比释动能和周围剂量当量的换算系的转换因子是 1.2Sv/Gy。

由表8-2的监测结果可知,项目机房场所及周围区域环境现状监测中室内测点测值范围为 99.2~151nGy/h,室外地面测点 γ 辐射空气吸收剂量率测值范围为 64.9~120nGy/h,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在10.7~238.7nGy/h范围,室内 γ 辐射剂量率范围在11.0~304.3nGy/h内。可见,本项目建设场址各监测点位 γ 辐射空气吸收剂量率仍然在其范围内,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

1、设备组成

DSA 基本设备包括 X 射线发生和显像系统、机械系统、图像数据采集和存储系统、计算机系统等，DSA 基本结构见图 9-1。

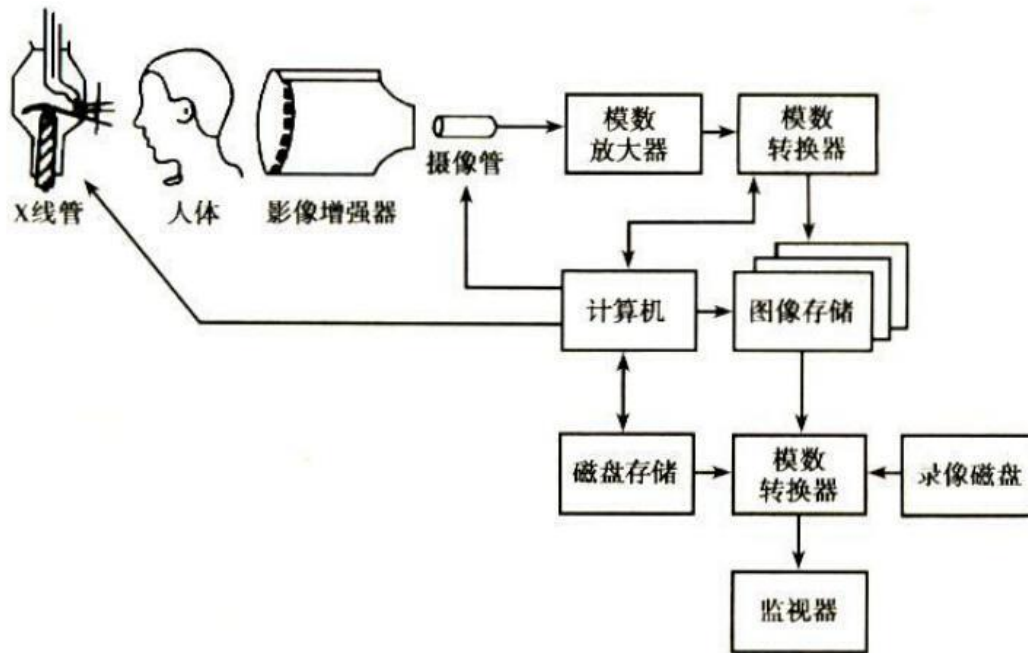


图 9-1 DSA 基本结构图

(1) X 射线发生和显像系统

X 射线发生和显像系统包括 X 线管，高压发生器，影像增强器，电视摄像机，光学系统和监视器等。

其中 X 射线发生装置包括 X 线管、高压发生装置和控制装置。X 射线管是整台射线装置的辐射源。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。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，高速电子轰击靶体产生 X 射线。典型 X 射线管结构图详见图 9-2。

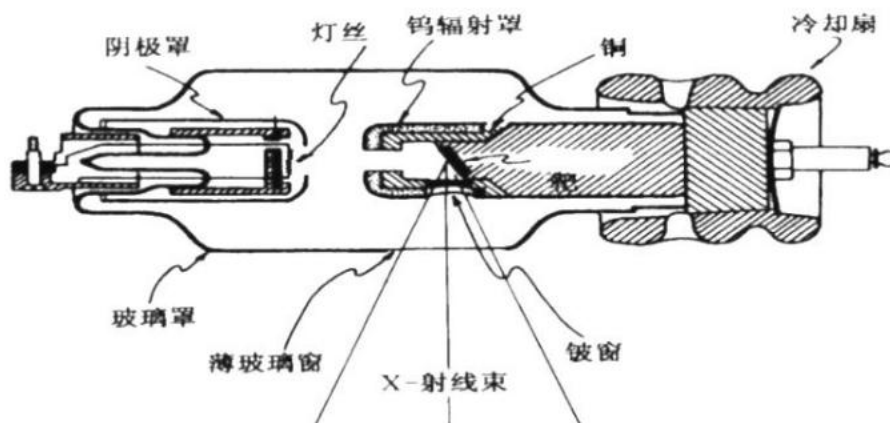


图 9-2 典型 X 射线管结构图

(2) 机械系统

机械系统主要包括机架和导管床。

(3) 图像数据采集和存储系统

采集图像介质有胶片、硬盘、光磁盘等。

(4) 计算机系统

在 DSA 系统中，计算机主要用于控制和图像后处理。

(5) 辐射屏蔽系统

X 射线显像系统中的影像增强器本身就是一个有用线束的屏蔽设施，通常在影像增强器透射和摄影情况下，由于影像增强器对初始有用线束的屏蔽作用，介入手术机房的辐射屏蔽设计一般只需考虑次级屏蔽就足够了。此外，数字减影血管造影装置出厂将配备铅玻璃悬挂屏风和床侧防护铅帘等辅助防护设施，为从事介入手术近台操作的医务人员提供辐射屏蔽。

2、工作原理

介入治疗是利用现代高科技手段进行的一种微创性治疗，其应用数字技术，扩大医生视野，借助导管、导丝延长了医生的双手，它的切口（穿刺点）仅有米粒大小，不用切开人体组织，就可治疗许多过去无法治疗、必须手术治疗或内科治疗疗效欠佳的疾病，如肿瘤、血管瘤、各种出血等。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点。DSA 常应用于介入治疗，其能指导介入手术时医生快速、精确地操作；医生在 DSA 医学影像学设备的引导下，利用特殊的穿刺针、导管、导丝、支架和栓塞剂等器械代替传统的手术刀，对疾病进行诊断和局部治疗。

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。

3、操作流程及产污环节

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；介入接诊医师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，病人进入机房、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 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，医师及护士密切配合，完成介入手术或检查；

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

其中 DSA 具体操作流程为：诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺，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动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达目标部位，进行介入诊断，留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，操作人员必须在床旁并在 X 线导视下进行。

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，在 DSA 机房外

的操作间对病人进行曝光，介入手术医生及护士撤出机房，医生位于操作室通过铅玻璃观察窗观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

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曝光，并采取连续脉冲透视，此时介入手术医师在 DSA 机房内同室操作，位于铅屏风或铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

本项目 DSA 工作流程及产污环节见图 9-3。

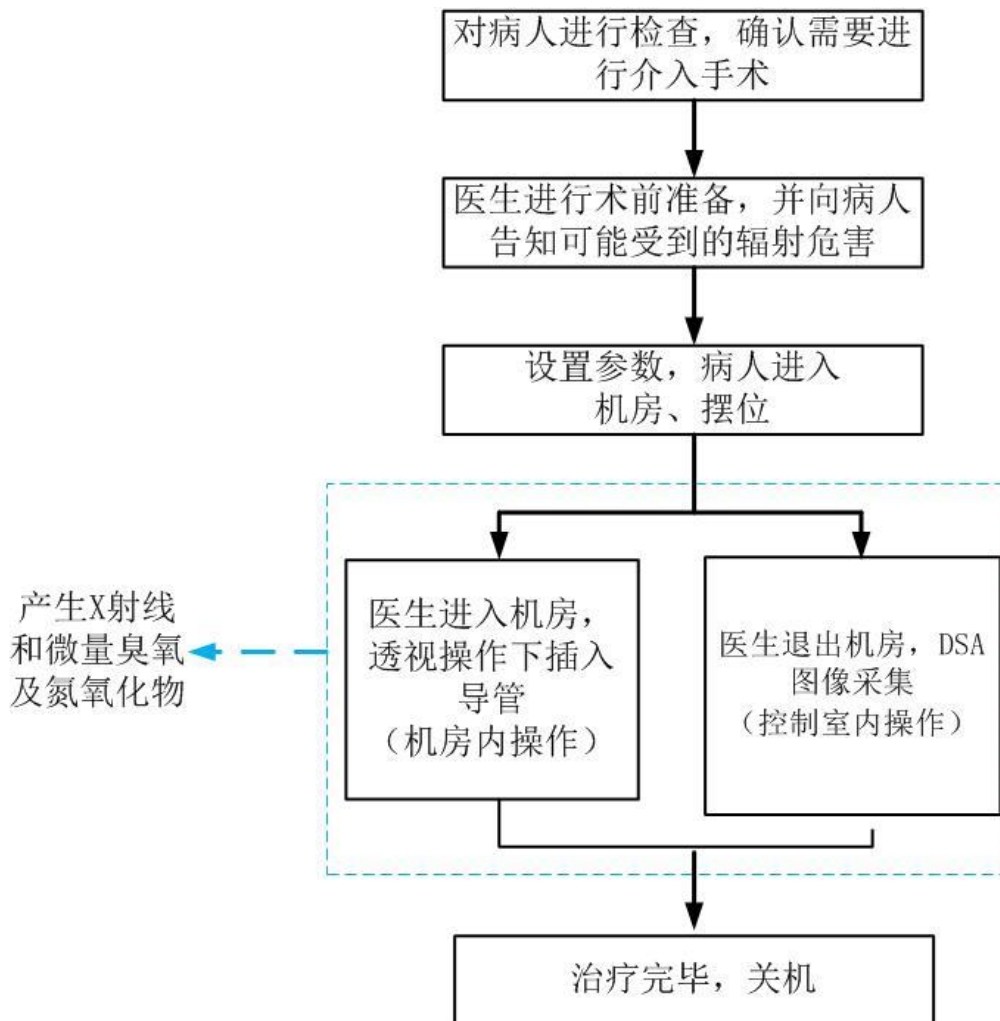


图 9-3 DSA 工作流程及产污环节图

4、项目涉及的人流和物流的路径规划

项目涉及的人流和物流的路径为工作人员自西侧楼梯进入工作区，患者侧从东侧电梯间进入候诊间，随即进入手术间。污物经污物通道途经洗手间、清洗间及东侧楼梯送医院医疗垃圾收集处。项目涉及的人流和物流的路径规划见图 9-4。

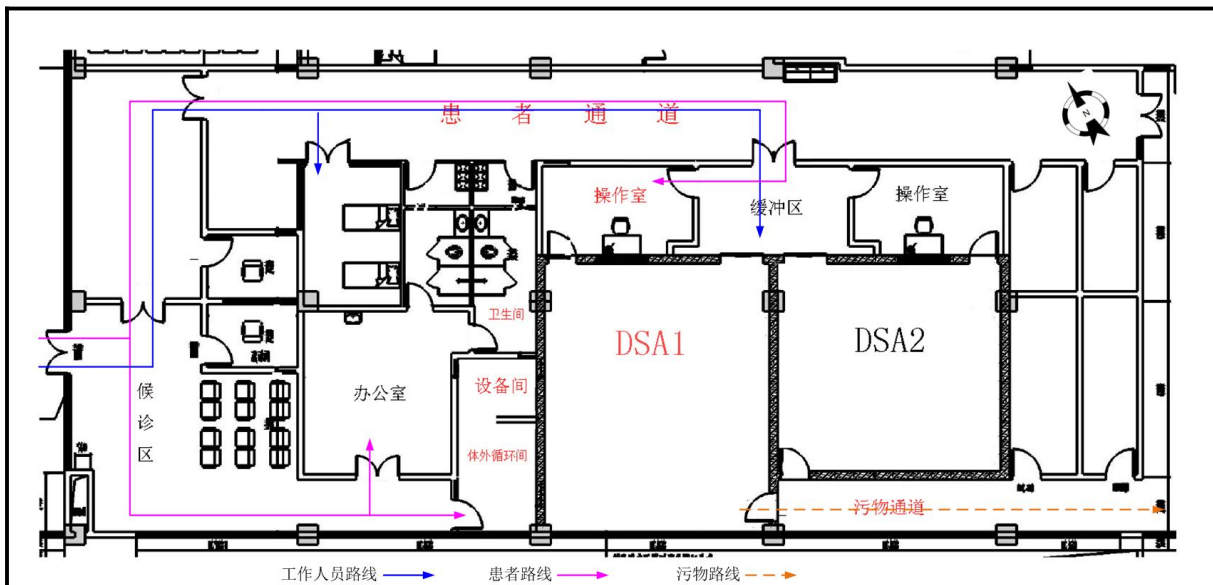


图 9-4 项目涉及的人流和物流的路径规划图

9.2 污染源项描述

由 DSA 机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生、消失。因此，该院使用的 DSA 机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，不必考虑感生放射性问题。在诊断过程中，由于 X 射线的穿透能力很强，因此 X 射线束对病人进行诊断的同时，射线装置产生的漏射线、反射线及散射射线也可能会穿透机房的屏蔽墙、观察窗、防护门等对诊断室外的职业人员和公众产生辐射影响。

因此，在开机期间 X 射线成为本项目污染环境的主要因子。

根据医院同类设备使用情况，透视模式下管电压在 50~70kV 范围内，管电流在 5~50mA 范围内，摄影模式下管电压在 60~100kV 范围内，管电流在 300~400mA 范围内。保守考虑，本项目透视模式按管电压 70kV，管电流 50mA，摄影模式按管电压 100kV，管电流 400mA 进行预测。本项目 X 射线机滤过材料为 2.5mmAl。

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 时，距靶 1m 处的空气比释动能为 0.04mGy/（mA·s），当球管工作参数为 100kV 时，距靶 1m 的输出量约为 0.09mGy/（mA·s）。根据《辐射防护手册》第一分册公式（4.4），距靶 1m 处 X 射线照射量率可按下式计算：

$$X=I \times X_0 \quad (9-1)$$

式中：X₀—X 射线机的输出量，mGy/mA·s；

I—管电流 (mA)。

根据公式 9-1 计算得, 当球管工作参数为 70kV、50mA 时, 距靶 1m 处的照射量率为 $0.04 \times 50 \times 3600 = 7.2 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$; 当球管工作参数为 100kV、400mA 时, 距靶 1m 的照射量率为 $0.09 \times 400 \times 3600 = 1.3 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ 。

除此之外, DSA 装置运行中可能产生非放射性有害气体二氧化氮 (NO_2) 和臭氧 (O_3) 等非辐射有害因素。在 X 射线辐射源的照射下, 空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体, 机房设置排风装置, 可以最大限度降低有害气体的浓度。

X 射线是随机器的开、关而产生、消失, 项目不涉及放射性废水及放射性固体废物。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 项目工作场所布局

DSA 机房设置在医院银滩院区医技楼四层东区 DSA 1 室，机房东侧为 DSA 2 室（备用机房），西侧为设备间及体外循环间、卫生间，北侧为控制室、缓冲间，南侧无相邻建筑（悬空）。机房正上层为楼顶(天面，公众不可达)，下层为医用仓库（耗材库、冷库）。项目 DSA 机房布局见图 1-4。

项目 DSA 机房相邻的建筑均为医院业务用房，均属医院内部区域。此外，DSA 机房设置防护铅门及防护墙体，在门口设置电离辐射警告标志，将机房划分为控制区，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。

因此，本项目选址及平面布局是合理可行的。

10.1.2 工作场所分区原则和区域划分情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。按照分区管理的原则，医院本项目划分为控制区和监督区。控制区在射线使用期间禁止无关人员入内，并设置明显的电离辐射标志；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。

将 DSA 机房划分为控制区（见图 1-4 红色区域），将与 DSA 机房相邻的 DSA2 机房（预留期间）及污物通道、西侧设备间、体外循环间、卫生间及北侧的操作、室缓冲区等相邻区域划分为监督区（见图 1-4 黄色区域）。拟在监督区边界地面标注标志，同时设置警示标牌。

10.1.3 项目机房采取辐射屏蔽措施

DSA 机房四周墙体为厚 24cm 的实心砖(根据 GBZ 130-2020 公式 C.1 和 C.2，取 125kV（主束）管电压条件下拟合参数计算得 2.2mmPb，混凝土的转换依据相同)+3mmPb（对于 125keV 能量的 X 射线）厚硫酸钡防护涂料，总等效防护能力不低于 5.2mmPb；天花板为 25cm 厚的混凝土（125kV 主束条件下相当于 3.4mmPb），总等效防护能力不低于 3.4mmPb；地面楼板为 15cm 厚的混凝土（125kV 主束条件下相

当于 1.8mmPb) +3mmPb (对于 125keV 能量的 X 射线) 厚硫酸钡防护涂料, 总等效防护能力不低于 4.8mmPb。观察窗为 4mmPb 的铅玻璃, 防护门为 4mmPb 的钢板+铅板结构。详见表 10-1。

操作间与 DSA 机房为隔室操作。机房使用面积为 73m²、机房最小边长为 7.8m。本项目机房面积、最小边长、墙体等屏蔽能力等均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 的要求。防护门上方设有“当心电离辐射”警示标志, 以防人员误入。

机房平面设计图见图10-1, 机房剖面图见图10-2。

表 10-1 项目机房拟采取的屏蔽措施

屏蔽体	拟采取的屏蔽措施	预计铅当量 (mmPb)	标准要求	符合情况
四周墙体	24cm 厚的实心砖+3mmPb 硫酸钡防护涂料	5.2	有用线束 方 向 2mmPb, 非有用线 束 方 向 2mmPb	符合
顶棚	25cm 厚混凝土	3.4		符合
地板	15cm 厚的混凝土 +3mmPb 硫酸钡防护涂料	4.8		符合
防护门	4mmPb(铅板+不锈钢)	4.0		符合
观察窗	4mmPb 的铅玻璃	4.0		符合

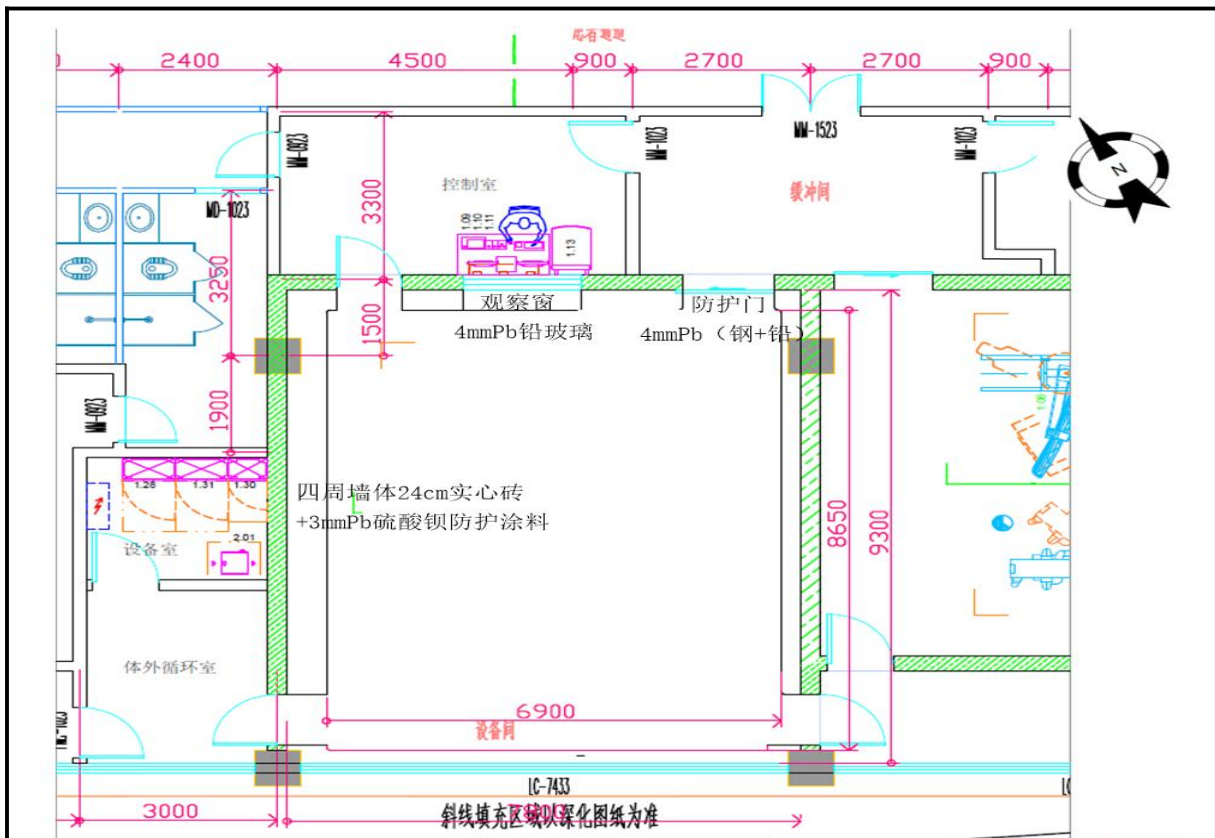


图10-1 机房平面设计图



图10-2 机房立面图

10.1.4 辐射安全措施

10.1.4.1 设备固有的安全性

(1) 本项目使用的数字减影血管造影机购置于正规厂家，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 1 处紧急制动按钮。

(5) DSA 设备配备床下铅帘、悬吊铅帘、铅屏风等辅助防护用品与设施。

10.1.4.2 其它的辐射安全措施

(1) 对讲装置：机房安装观察窗，设置对讲系统，便于观察患者和受检者状态。

(2) 紧急制动系统：除 DSA 自带的紧急制动按钮外，本项目在控制室医生进出机房防护门的左侧墙上（控制室面对观察窗）及机房内病人进出防护门的左侧墙上（机房面对观察窗）各安装一个“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 DSA 系统出束。

(3) 安全连锁：机房门有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房防护门能有效联动。主要功能为防止无关人员在 X 射线出束时误入。

(4) 警示标志：设备处于工作状态时，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。

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。

(5) 通排风系统：机房设 1 套动力通风装置，保持良好的通风。

(6) 各设备控制台上仅有供授权人专用的钥匙，只有经过授权的医务人员才能使用钥匙开关开启控制台。

(7) 为每名工作人员至少配备 1 枚个人剂量计。机房需配备环境 X、 γ 辐射监测仪。

(8) 机房内需安装火灾自动报警装置，配备灭火器材，火灾报警装置与通风联

锁。机房设置必要的应急照明设备和紧急出口标志。

本项目通过工作场所合理布局、分区管理；设备自带的辐射防护屏蔽设计；以及设备固有安全性、安全联锁装置、紧急制动开关、安全警示标志、灯光警示系统等辐射防护措施进行辐射安全防护，能够满足辐射防护需求。

10.1.4.3 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，减少辐射工作人员和患者的受照射时间。

②距离防护

在满足诊疗要求的前提下，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，医院为工作人员配备铅橡胶性腺防护围裙 5 套，铅橡胶颈套 5 件，铅防护眼镜 5 副，铅橡胶帽子 5 个，介入防护手套 3 副等个人防护用品。此外，DSA 系统自带床旁射线防护帘和悬吊式射线防护屏。以上防护用品除防护眼镜和介入防护手套外，防护厚度均为 0.5mm 铅当量，铅防护眼镜的防护厚度为 0.3mm 铅当量，铅橡胶防护手套的防护厚度为 0.025mm 铅当量。

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、个人剂量报警仪。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源项控制

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，选择能达到诊疗要求最低的射线照射参数，使射线强度最小化。

②时间防护

在满足诊疗要求的前提下，尽量缩短照射时间，照射时间最小化。

③距离防护

在满足诊疗要求的前提下，使患者和受检者离射线源尽可能远。

④屏蔽防护

患者和受检者需配有相应防护厚度的铅帽、铅围脖、铅围裙等个人防护用品。

(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两区划分管理，增加公众与辐射源的防护距离，减少其受到的 X 射线辐射。

10.1.5 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见表 10-3。

表 10-3 DSA 项目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 型臂，乳腺 CBCT）机房面积应不小于 20m ² ，单边长度不小于 3.5m。	本项目 DSA 机房为独立机房，使用面积约 73m ² ，单边长度最小为 7.8m。	符合
	机房应设有观察窗或摄影装置，其设置的位置便于观察到患者和受检者的状态。	DSA 机房与操作间之间设置铅玻璃观察窗。主要功能为屏蔽 X 射线，以防止机房外设备操作人员及其他人员的受到照射。	符合
	C 型臂 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。	通过设计方案可知，DSA 四面墙体的铅当量不小于 5.2mmpb，天花板的铅当量为 3.4mmpb，地板的铅当量为 4.8mmpb，防护门、窗铅当量均为 4mmpb。	符合
	在距机房屏蔽体外表面 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 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h。 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）	通过估算，DSA 在正常使用条件下，透视状态下机房周边关心点周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。摄影程序时，机房周边关心点周围剂量当量率小于 25μSv/h。	符合

	机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ 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。		
	机房内布局要合理，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，保持良好的通风。	通过设计方案可知，DSA 有用线束朝上，未直接照射门和管线口位置，机房内设置通风装置。通风装置主要功能为将 X 射线出束时产生微量的臭氧等有害气体。	符合
	机房门外应有电离辐射标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相同的门能有效联动。	DSA 机房门外预设置电离辐射警告标志和工作指示灯、防护注意事项，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，如铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏等。	医院为 DSA 机房配置数量足够的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏等辐射防护用品。	符合

由表 10-3 可知，医院 DSA 机房按相关标准要求进行了设计，机房的辐射防护措施均符合相关规定要求，医院应严格按照设计方案进行建设。

本项目机房面积、最小边长、墙体等屏蔽能力、防护用品配备情况等均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。

三废的治理

医院银滩院区新建数字减影血管造影 X 射线机（DSA）应用项目中射线装置在运行时无其它废气、废水和固体废弃物产生。

数字减影血管造影 X 射线机（DSA）运行过程中，空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。机房设置排风装置，通过换风方式将臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）排出机房外，可以最大限度降低有害气体的浓度。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

项目在原留置房间进行防护改建，施工量较小且在室内完成。不会对大气、水、声环境造成影响。医用诊断用 X 射线机只有在医疗诊断过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失，因此，在建设期这些医用诊断用 X 射线机对环境无辐射影响，亦无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

在设备调试阶段，虽会产生射线，但调试时间很短，而且，此时机房屏蔽设施已建好，因此不会对调试人员及周围公众产生明显的辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射影响分析

在进行介入手术时，通常需要三部分人员合作完成，即临床手术医生（第一术者、第二术者）、手术辅助人员（护士）、DSA 设备操作人员。三部分人员在完成手术过程中活动区域不同，所受照射剂量也不尽相同。

透视模式下，临床手术医生、手术辅助人员（护士）位于手术室（机房）内，手术过程中暴露在曝光区域，会受到不同程度的照射。一般情况下，第一手术医生操作时前胸位置距离源点约 0.5m，手术辅助人员距源点取 1.5m，源点距离病人约 0.5m。

摄影模式下，手术机房内工作人员均撤出机房，由控制室医技人员操作设备曝光摄影。

11.2.2 预测分析

血管造影机主束照向患者，根据《StructuralShielding 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。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。

1、屏蔽估算公式

A、漏射对关注点的辐射剂量率计算公式

依据《辐射防护手册》第一分册，漏射对关注点的辐射剂量率计算公式：

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：

H—关注点处的泄漏辐射剂量率，μSv/h；

f—泄漏射线比率；

H₀—距靶点 1m 处的最大剂量率，μSv/h；

R—靶点至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子，按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中公式计算，公式如下：

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

式中：B—屏蔽透射因子；

X—屏蔽材料铅当量厚度，mm；

α、β、γ—保守近似取铅对应管电压 X 射线辐射衰减的有关三个拟合参数，《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C.2。

B、散射对关注点的辐射剂量率计算公式

对于病人体表的散射的X射线可以采用反照射率法估算，引用李德平、潘自强主编的《辐射防护手册》第一分册—《辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）。可按以下公式进行估算。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：H_s—关注点处的患者散射辐射剂量率，μSv/h；

H₀—距靶点 1m 处的最大剂量率，μSv/h；

α—患者对 X 射线的散射比，α=a/400，查《辐射防护基础》表 5-12，得 100kV 条件下 a=0.0013，故 100kV 的 α=3.25×10⁻⁶（90° 散射），70kV 条件下 a=0.0005，故 70kV 的 α=1.25×10⁻⁶（90° 散射）；

S—散射面积，取 100cm²；

d₀—源与患者的距离，取 0.5m；

d_s—患者与关注点的距离，m；

B—屏蔽因子，计算方法见公式（11-2）。

2、参数选取

根据 9.2 源强分析，透视模式（70kV/50mA）时距靶 1m 处的输出量约为 0.04mGy/(mA·s)（ $7.2 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ ），摄影模式（100kV/400mA）时距靶 1m 处的输出量约为 0.09mGy/(mA·s)（ $1.3 \times 10^8 \mu\text{Gy/h}$ ）。依据 GBZ/T201.1 的 4.8.3，屏蔽计算中 $\mu\text{Gy/h}$ 可视为 $\mu\text{Sv/h}$ 。

d_0 处的辐射野面积取 100cm^2 ，射线泄漏系数按 0.1% 计，铅对辐射线辐射衰减的有关三个拟合参数 α 、 β 、 γ 取值见表 11-1。

表 11-1 铅对辐射线辐射衰减的有关三个拟合参数

管电压 (kV)	铅		
	α	β	γ
100(主束)	2.500	15.28	0.7557
100(散射)	2.507	15.33	0.9124
70	5.369	23.49	0.5881

注：从偏安全角度考虑，泄露辐射估算时，以主束拟合参数计。

3、关注点选取

(1) 机房内部

手术操作医生位置及助手位置。射线源点（靶点）与医生距离取 1m、与助手距离取 1.5m。

(2) 机房墙外环境

机房屏蔽体外 0.3m 处作为关注点。本项目主要考虑观察窗表面、防护门、墙体及顶棚上方（天面）距顶棚 100cm，机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm。

各关注点情况见表 11-2，分布示意图见图 11-1 和图 11-2。

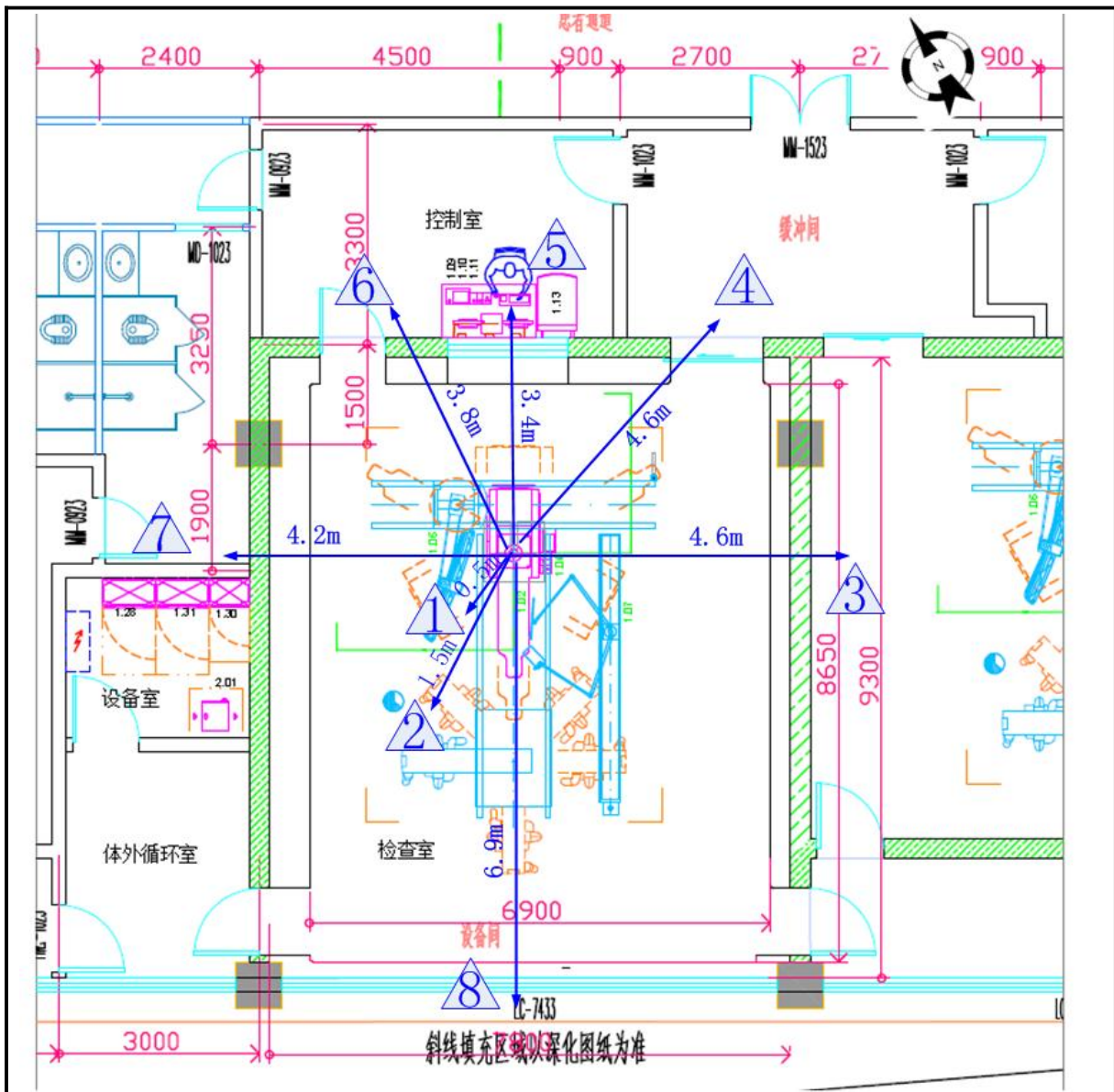
表 11-2 本项目运行各关注点位

关注点	位置	辐射源与关注点距离 (m)	屏蔽设计	
1#	机房内 医生操作位	0.5	铅衣内	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb（共 1mmPb）
			铅衣外	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb
2#	机房内 助手位置	1.5	铅衣内	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb+个人防护用品 0.5mmPb，总防护能力 1mmPb

			铅衣外	铅悬挂防护屏、床侧防护帘 0.5mmPb
3#	东侧备用机房内墙 30cm 处	4.6	24cm 厚的实心砖+3mmPb 硫酸钡防护涂 料（总等效防护能力 5.2mmPb）	
4#	北侧防护门外 30cm 处（缓冲区）	4.6	4mmPb（铅+钢）	
5#	观察窗表面 30cm 处 （控制室）	3.4	4mmPb 的铅玻璃	
6#	北侧防护墙外 30cm （控制室）	3.8	24cm 厚的实心砖+3mmPb 硫酸钡防护涂 料（总等效防护能力 5.2mmPb）	
7#	西侧防护墙外 30cm （卫生间）	4.2	24cm 厚的实心砖+3mmPb 硫酸钡防护涂 料（总等效防护能力 5.2mmPb）	
8#	南侧防护墙处 30cm （悬空）	6.9	24cm 厚的实心砖+3mmPb 硫酸钡防护涂 料（总等效防护能力 5.2mmPb）	
9#	机房下方医用仓库 距地面 170 cm	3.5（漏射） 4.0（散射）	15cm 厚的混凝土+3mmPb 硫酸钡防护涂 料（总防护能力 4.8mmPb）	
10#	机房上方楼面， 距楼面 1m	5.2（漏射） 4.7（散射）	25cm 厚的混凝土（总防护能力 3.4mmPb）	

注：1）不同屏蔽物质的铅当量转换以管电压 125kV(主束)X 射线辐射衰减的有关的拟合参数计。

2）计算关注点漏射剂量率时，上下层的关注点的距离取关注点与球管可能的最近距离。



关注点位置

图 11-1 平面关注点分布示意图

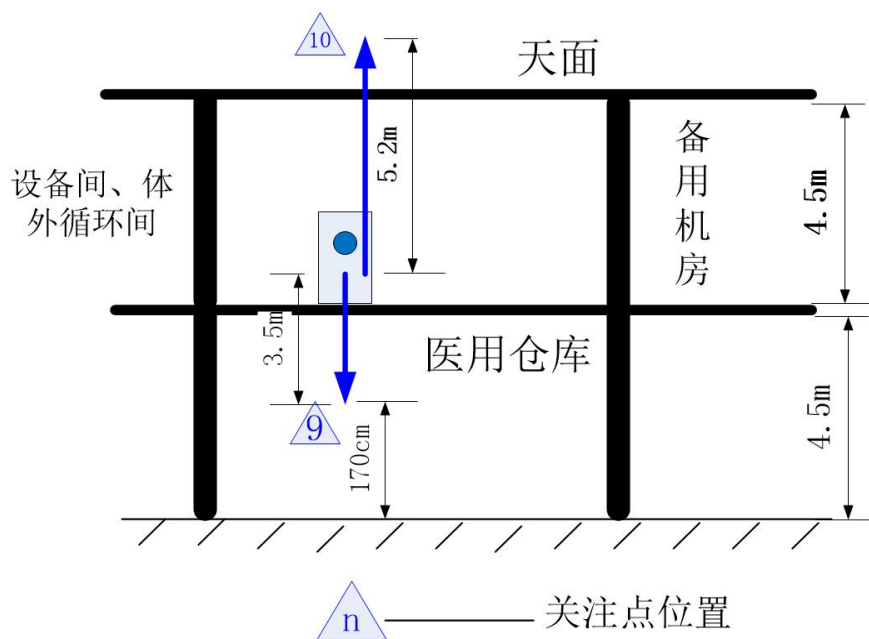


图 11-2 剖面关注点分布示意图

4、预测结果分析

透视工况时各关注点估算结果见表 11-3，摄影工况时各关注点估算结果见表 11-4。

表 11-3 透视工况各关注点处剂量率估算值

关注点序号	位置	防护类型	辐射源点与关注点距离 (m)	设计屏蔽能力 (mmPb)	估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	手术医生操作位 (铅衣内)	漏射	0.5	1	8.16	12.2
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=0.5$	1	4.08	
	手术医生操作位 (铅衣外)	漏射	0.5	0.5	154	231
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=0.5$	0.5	77.0	
2	手术辅助人员位置 (铅衣内)	漏射	1.5	1	0.907	1.36
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=1.5$	1	0.453	
	手术辅助人员位置 (铅衣外)	漏射	1.5	0.5	17.1	25.7
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=1.5$	0.5	8.55	
3	东侧备用机房内墙 30cm 处	漏射	4.6	5.2	0	0
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=4.6$	5.2	0	
4	北侧防护门外	漏射	4.6	4	0	0

	30cm 处 (缓冲区)	散射	$d_0=0.5$ $d_s=4.6$	4	0	
5	观察窗表面 30cm 处 (控制室)	漏射	3.4	4	0	0
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=3.4$	4	0	
6	北侧防护墙外 30cm (控制室)	漏射	3.8	5.2	0	0
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=3.8$	5.2	0	
7	西侧防护墙外 30cm (卫生间)	漏射	4.2	5.2	0	0
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=4.2$	5.2	0	
8	南侧防护墙处 30cm (悬空)	漏射	6.9	5.2	0	0
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=6.9$	5.2	0	
9	机房下方医用仓 库距地面 170 cm	漏射	3.5	4.8	0	0
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=4.0$	4.8	0	
10	机房上方楼面, 距楼面 1m	漏射	5.2	3.4	0	0
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=4.7$	3.4	0	

表 11-4 摄影工况各关注点处剂量率估算值

关注点 序号	位 置	防护 类型	辐射源点与 关注点距离 (m)	设计屏蔽能 力 (mmPb)	估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)	合计 ($\mu\text{Sv/h}$)
3	东侧备用机房内 墙 30cm 处	漏射	4.6	5.2	0.001	0
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=4.6$	5.2	0.002	
4	北侧防护门外 30cm 处 (缓冲区)	漏射	4.6	4	0.021	0.06
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=4.6$	4	0.041	
5	观察窗表面 30cm 处 (控制室)	漏射	3.4	4	0.038	0.10
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=3.4$	4	0.075	
6	北侧防护墙外 30cm (控制室)	漏射	3.8	5.2	0.002	0
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=3.8$	5.2	0.003	

7	西侧防护墙外 30cm（卫生间）	漏射	4.2	5.2	0.001	0
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=4.2$	5.2	0.002	
8	南侧防护墙处 30cm（悬空）	漏射	6.9	5.2	0	0
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=6.9$	5.2	0.001	
9	机房下方医用仓库 距地面 170 cm	漏射	3.5	4.8	0.005	0.01
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=4.0$	4.8	0.007	
10	机房上方楼面， 距楼面 1m	漏射	5.2	3.4	0.073	0.25
		散射	$d_0=0.5$ $d_s=4.7$	3.4	0.177	

由表 11-3 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- γ 辐射剂量率均为 0，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中第 6.3.1 款规定的透视功能条件下屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

由表 11-4 可知，本项目在正常运行期间，摄影模式下机房外各关注点处 X- γ 辐射剂量率在最大值为 0.25 μ Sv/h（机房上方楼面，距楼面 1m 处），满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中第 6.3.1 款规定的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h 的限值要求。

11.2.2 项目运行对工作人员所致有效剂量估算

(1) 有效剂量估算公式

X- γ 外照射所致人均年有效剂量保守根据周围剂量当量来估算，具体见下列公式：

$$E = \dot{H}_T \times t \times 10^{-6} (mSv) \dots\dots\dots (11-4)$$

其中:E 为 X- γ 外照射所致人均年有效剂量，mSv；

\dot{H}_T 为周围剂量当量率，nSv/h；

t 为辐射照射时间，小时。

根据《职业性外照射个人监测规范》相关规定，当佩戴铅围裙内、外两个剂量计时，宜采用下式估算有效剂量：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \dots\dots\dots (11-5)$$

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，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

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）；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

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）。

（2）职业人员受照剂量估算

根据建设单位提供的信息，本项目正常运行后，保守预计每年最大工作量为 1000 台手术，每一组医护人员（2 医生+1 护士）使用该设备的年手术量最多为 500 台。数字减影血管造影设备主要有透视、摄影两种工作模式，每台手术该设备出束时间：透视模式平均 10min、摄影模式时间不超过 1min。则本项目 DSA 每年出束曝光时间：透视模式出束 166.7 小时、摄影模式出束 16.7 小时。每一组医护人员每年位于机房内受照时间为 83.3 小时（透视模式），位于控制室受照时间为 8.3 小时（摄影模式）。从保守角度考虑，用第一手术医生受照射剂量代表机房内医护人员受照剂量进行评价。

将以上参数、表 11-3 的监测结果代入公式 11-4 及公式 11-5，可以估算出机房内进行介入治疗的第一术者年有效剂量为 **1.8mSv**。低于职业人员年剂量管理约束值 5mSv 的要求，满足 GB18871-2002 关于剂量限值的要求。

（2）控制室内 DSA 操作人员受照剂量估算

由表 11-3 可知，透视模式下机房周围各关注点剂量率与未开机本底相比均未有增加，可以认为该模式下不会对控制室内医技人员产生辐射照射剂量。因此，只需考虑摄影模式下对控制室内 DSA 操作人员的辐射照射。以表 11-4 中控制室内观察窗表面 30cm 处 X- γ 辐射剂量率 $0.10\mu\text{Sv/h}$ 来估算受照剂量，则控制室内医技人员年有效剂量 $=0.10 \times 16.7 = 1.67 \times 10^{-3} \text{ (mSv)}$ ，远低于职业人员年剂量管理约束值 5mSv 的要求，满足 GB18871-2002 关于剂量限值的要求。

根据防护与安全的最优化要求，医生应尽可能使自己的受照剂量保持在可合理达到的尽量低水平，避免不必要的附加照射，手术过程中尽可能缩短受照时间，在不影响正常操作的情况下，应该穿戴个人防护用品，如铅衣、铅围脖、铅眼镜等及使用 DSA

设备配套的屏蔽措施（如铅玻璃屏、铅帘等），以尽可能减少不必要的附加照射。

（3）公众成员受照剂量估算

由表11-3可知，透视模式下机房周围各关注点剂量率与未开机本底相比均未有增加，可以认为公众成员不会受到附加照射。

摄影工况下，机房周围公众可达区域仅防护门外区域辐射剂量率高于环境水平，公众成员受照剂量以机房北侧防护门外（缓冲区）30cm处辐射剂量率（0.06 μ Sv/h）估算公众受照剂量，其中机房上方楼顶处于封闭状态，公众成员无法到达。机房缓冲区公众一般为陪护人员，居留因子取1/8（参照HJ1198-2021表A.1），即 $0.06 \times 10^{-3} \times 16.7/8 = 1.3 \times 10^{-4}$ mSv，远远小于0.1mSv/a的管理约束值。可以认为机房以外的医院其他工作人员等在内的表7-1中所列公众成员因项目运行而受到辐射照射剂量均远远小于0.1mSv/a的管理约束值，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于剂量限值的要求。

11.3 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 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。	医院已成立了辐射安全与环境保护管理机构，机构成员由院领导、各相关部门主要负责人组成。见附件 4。	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。	现有辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，并取得合格证；医院按照《关于进一步优化辐射安全考核的公告》要求拟安排从事本项目辐射工作人员参加培训考核。	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、工作指示灯及注意事项。	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。	医院在 DSA 机房配备有足够数量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等防护用品，计划购置便携式辐射监测仪一台。	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、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	医院制定的管理制度包括《安全操作规程》、《辐射工作岗位职责》、《放射设备检修维护制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《人员培训计划》、《辐射环境及个人剂量监测方案》等制度。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	医院制定了《北海市人民医院辐射事故应急处理预案》。	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，满足新增 DSA 项目运行及辐射安全管理的基础能力。

11.4 事故影响分析

射线装置仅在运行时产生 X 射线，停机后射线就会消失，故只有在开机状态下，射线装置产生的 X 射线才会贯穿屏蔽设施进入外环境，从而带来一定的辐射影响。项目运行中存在潜在危险和风险事故，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，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。

11.4.1 事故识别

- (1) 辐射工作人员违反操作规程或误操作，造成意外照射；
- (2) 操作时其他无关人员滞留介入机房内，受到照射；
- (3) 维修调试过程中，因维修人员误操作导致设备出束，可能发生误照射；
- (4) 警示标志不合理、门机联锁失效或射线报警器发生故障而使无关人员进入机房造成误照射。

11.4.2 误照事故防范措施

要避免误照事故的发生及发生后能采取立即采取有效防范措施，建设单位需做好以下防范措施：

- (1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避

免事故的发生。

(2) 凡涉及对医用射线装置进行操作，必须有明确的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。在放射诊断操作时，至少有2名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

(3) 定期检查门灯联动装置，确保安全连锁装置正常运行；每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。

(4) 加强放射工作人员的管理，医用射线装置开机前，必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强放射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

(5) 加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留。

(6) 检修人员准备进入机房时，必须携带个人剂量计或个人剂量报警仪。

(7) 检查系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动辐射源。

(8) 调试和维修时，应保证切断辐射源出束状态。

(9) 调试和维修必须解除安全连锁时，需经负责人同意并通告有关人员。工作结束后，先恢复安全连锁并经确认系统正常后再行使用。

(10) 机房门外明显处应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

11.4.3 辐射事故防范措施和应急预案

11.4.3.1 辐射事故防范措施

辐射安全必须依靠必要的体制和管理，良好的设施和完整的工作制度等。引起意外(或事故)的不安全因素有两大类：一类是物的不安全因素，另一类是人的不安全行为。从我国多年内所发生的放射事故来看，人为因素造成的责任事故占事故总数的80%以上。责任事故主要由管理不善、领导失职、安全观念淡漠引起。建设单位应从加强管理和提高安全意识两方面促进辐射防护工作，通过宣传培训等手段，提高安全文化素质，增强辐射防护意识，使辐射工作人员自觉服从管理，主动采取防护措施，控制不安全行为，预防辐射意外(或事故)的发生。建设单位需完善以下辐射事故防范措施：

(1) 各级领导需把辐射防护工作放到重要议事日程，制定严格的管理制度，安排操作人员接受安全防护教育和培训。定期组织相关辐射防护知识培训学习，告知相

关人员辐射危害。

(2) 辐射安全工作领导小组应对本单位的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，并在统一部署下定期组织演练，一旦事故发生时可立即执行。

(3) 操作人员需持证上岗，确保岗位责任制度的落实，严肃查处违规作业。

(4) 必须严格按照操作规程，正确操作仪器，对违规和粗疏管理的行为必须及时纠正。

(5) 为有效地控制操作人员接受辐射的累积剂量，确保剂量不超过规定的剂量限值，操作人员在工作时必须佩带便携式个人剂量计和个人剂量报警仪。

(6) 加强职工安全和辐射防护知识的教育，并定期进行考核。对操作人员建立健康档案，定期进行体检，并对健康档案进行终身保存。

(7) 全体工作人员必须时刻保持高度警惕，平时练为战的思想，认真学习、掌握各项技能，做好随时应对重大事故的思想准备。

(8) 每日做好设备运行记录，认真填写设备维护记录表。

(9) 加强辐射安全管理，严格落实使用时需两人在场管理体制。

11.4.3.2 辐射事故应急预案

(1) 事故报告程序

一旦发生辐射事故，建设单位应立即采取措施防止事故继续发生和蔓延而扩大危害范围，并在第一时间向职业安全防护应急领导小组报告，同时启动应急指挥系统，具体程序如下：

① 迅速报告

发生事故的科室必须立即将发生事故的性质、时间、地点、科室名称、联系人、电话等报告给的职业安全防护应急领导小组，并立即组织本科工作人员营救受照人员。的职业安全防护应急领导小组必须在2 小时内将有关信息报告区生态环境、公安、卫生健康等部门。

② 现场控制

应急领导小组接到事故发生报告后，立即赶赴现场，进行指挥，采取正确、有效的措施，保护现场，疏散无关人员，防止事故蔓延，避免更大伤害。

③ 启动应急系统

应急领导小组接到现场报告后，立即赶赴现场，首先组织有关人员对照人员及可能受照人员尽快进行初期医学处理，对可能受放射性核素污染或放射损伤的人员，立即采取暂时隔离，并实施医学检查和救治。保护工作人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展。

④ 现场报告

根据现场情况，由本单位应急领导小组将事故发生时间、地点、造成事故的及射线装置的名称、危害程度和范围等主要情况报告生态环境局、卫生局、公安局等相关部门以及上级行政主管部门。

协助上级有关部门迅速开展检测，确定现场的辐射强度，影响范围及放射性同位素种类、活度、污染范围和污染程度，切断一切可能扩大污染范围的环节，严防对食物、畜禽及水源的污染。污染现场尚未达到安全水平以前，不得解除封锁。

⑤ 查找事故原因

积极协助卫生行政部门、公安部门及生态环境部门进行事故调查、处理等各方面的相关事宜。

⑥ 应急响应终止

放射事故应急处置工作结束后，各部门要积极组织后续救治、医院秩序的恢复重建工作。对于重点部位和特殊区域，要认真分析研究，提出解决建议和意见。

(2) 辐射事故应急措施

当发生误照射事故时，应采取以下措施：①立刻停止作业；②启动应急预案；③对受照人员进行相应的医疗救助；将事故情况上报当地生态环境主管部门、卫生部门，公安部门。

(3) 辐射事故应急救援预案要求

事故应急救援预案需满足如下要求：①制定有针对性的辐射事故应急预案，事故应急预案的内容需包括有效的组织结构、通畅的通信联络系统、事故报告程序、事故处理及监测、应急车辆等。需满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(第449号令)中对辐射事故应急预案的要求；

②辐射事故应急救援预案应当包括以下内容：应急机构和职责分工；应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；辐射事故分级应急响应措施；辐射事故调查、报告和处理程序；

③定期组织相关会议，总结辐射工作经验，深化事故分析，提高辐射事故处理能力；

④定期组织演练，提高应对辐射事故的软实力；

⑤根据国家有关部门出台的制度和及时更新辐射事故应急预案，及时明确项目所在地生态环境部门、公安部门、卫生部门联系方式。

一旦事故发生，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害；

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间；

③现场处置任务的工作人员应佩带防护用具及个人剂量计和剂量报警仪；

④应尽可能记录下现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响；

⑤事故处理后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

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

根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关法律法规及国家标准的要求，为了加强射线装置的安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性辐射事故，确保事故发生后能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障工作人员和公众的生命安全和财产，医院应将本项目纳入已成立的射线防护管理委员会管理范围，小组全面负责辐射工作的管理和领导工作，统一领导、统一指挥。

射线防护管理委员会设主任委员 1 人、副主任委员 3 人，委员 10 人。主要职责：

(1) 放射防护管理委员会应建立健全各项规章制度和质量保证制度，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。

(2) 评估辐射防护措施计划。

(3) 定期核对辐射防护措施计划，对不完善之处及时修订。审核放射工作人员的操作能力及资格。

(4) 放射性物质及可发生游离辐射设备的辐射安全管理。制定辐射防护训练计划和实施方案，并督导执行。多渠道规划并开展各种辐射防护学习培训。

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

(6) 定期召开放射防护管理委员会议，总结讨论全院的辐射安全作业开展情况。

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

(8) 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。

12.2 辐射安全管理规章制度

为做好工作过程中的辐射安全与防护管理工作，防止辐射污染环境，保障公众的健康，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相应的规定，遵照《电离辐射防护与辐射源

安全基本标准》中关于“营运管理”的要求，运行管理单位需制定相应的辐射安全管理制度。

医院为加强应对射线装置安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，保证医疗质量和医疗安全，保障放射诊疗工作人员、患者和公众的人体健康，医院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（见附件5）。

各项制度在原有射线装置使用过程中得到贯彻执行，运行良好，未发生过辐射事故。医院应在今后工作中，不断总结经验，根据单位实际情况，对各项制度加以完善补充，并确保各项制度的落实。

针对辐射活动规模扩大的变化情况，提出如下要求：

（1）补充制定新设备使用的《操作规程》、相应的《岗位职责》。

（2）按照《关于进一步优化辐射安全考核的公告》要求组织本项目的所有辐射工作人员参加生态环境部门的辐射安全和防护知识考核，经考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗，并按每5年一次的要求进行复训，同时应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重新办理辐射安全许可证。

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。建设单位需根据要求制定以下辐射监测计划。

12.3.1 个人剂量监测

原有项目定期委托有资质的机构对辐射工作人员个人剂量计进行监测（监测周期一般为30天，最长不应超过90天），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。

本项目运行后，将继续委托有资质的单位开展辐射工作人员个人剂量计进行监测。同时按照《放射工作人员健康标准》的相关规定，为辐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；对从事辐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；在本单位从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也应进行健康体检。

12.3.2 辐射环境监测

(1) 单位自检

建设单位需利用自备的辐射剂量检测仪对工作场所进行定期定制度监测，并建立档案。

(2) 年度监测

医院原有项目定期委托有资质的机构定期（每年常规监测一次）对辐射工作场所及周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地生态环境主管部门上报备案。本项目运行后，将继续委托有资质的单位开展相关监测。监测方案如下。

- 1) 监测范围：DSA 机房周围 50m 范围内、人员活动位置处等。
- 2) 监测项目：X- γ 辐射剂量率。
- 3) 监测频率：1 次/年。
- 4) 监测仪器：由接受委托监测机构负责选取符合相关监测技术规范的监测仪器。
- 5) 监测要求：监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

(3) 竣工验收监测

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），本项目竣工后，建设单位应按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，及时对本项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。

12.3.3 年度安全评估报告

每年 1 月 31 日之前，核技术应用单位应向辐射安全许可证发证机关及当地生态环境部门提交上一年度的本单位辐射安全和防护状况年度评估报告。

12.4 辐射事故应急

1、辐射事故应急响应机构的设置

医院已成立放射事故应急处理领导小组，组长为陈志宇、副组长为罗世兴、徐平、包万智，成员共 13 人。

2、辐射事故应急预案及执行情况

医院已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 449 号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）和《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号）编制并发布了《北海市人民医院辐射事故应急处理预案》（下称应急预案），一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，并采取必要的应急措施。

《应急预案》，包括下列内容：

一、总则

- （一）目的。
- （二）工作原则。
- （三）适用范围。

二、辐射事故分级

三、应急机构人员组成及职责分工

- （一）组织体系。
- （二）辐射事故应急处理领导小组组成人员与职责。
- （三）辐射事故应急处理抢救技术指导小组组成人员与职责

四、装备保障、人员培训和演习

- （一）装备保障。
- （二）培训和演习。

五、服饰事故应急响应程序

六、应急终止和恢复

- （一）应急终止条件和程序。
- （二）恢复。

七、辐射事故报告和管理

八、附则

医院核技术应用项目运行以来，尚未发生过辐射事故。医院根据急预案开展了事故应急演习。建议定期进行辐射事故应急演练，对演练效果进行评估，提交演练报告，重点说明演练过程中发现的问题，列出不符合项，及时整改。同时完善《应急预案》的相关内容，如应急人员的组织、培训，可能发生辐射事故类别与应急响应措施等。

对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，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等相关内容。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

项目工作场所布局合理，DSA机房的墙体、铅玻璃观察窗以及防护门的防护设施均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的机房防护要求。辐射防护措施满足相关要求。

13.1.2 可行性分析结论

本DSA项目属于《产业结构调整指导目录》（2019年修订，国家发展和改革委员会2019年第29号令）中国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

通过DSA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；对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。同时提高了医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员。因而，医院在保障病人健康的同时也创造了更大的经济效益。该项目符合GB18871-2002中关于“实践正当性”原则。

13.1.3 项目应用场所现状监测结果评价

项目机房场所及周围区域环境现状 γ 辐射空气吸收剂量率广西 γ 辐射空气吸收剂量率范围内，辐射环境质量状况未见异常。

13.1.4 环境影响分析结论

工作人员及公众成员受照的年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于剂量限制的要求，同时符合年剂量管理约束值的要求。

13.1.5 相关管理制度

医院成立了辐射安全与环境保护管理机构，制定了包括《安全操作规范》等相关管理制度及辐射事故应急处理预案，满足辐射环境管理要求。

北海市人民医院银滩院区新建数字减影血管造影X射线机（DSA）应用项目，符合产业政策要求，在落实项目实施方案和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

根据项目情况本评价提出以下建议：

- 1、按照辐射安全许可证的许可内容从事辐射工作。
- 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。
- 3、继续做好辐射防护工作档案，对放射工作人员的辐射防护培训、个人剂量检测、健康查体和辐射防护检测等资料要分类保管并长期保存，严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。
- 4、做好职业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和再培训。按照辐射事故应急预案和报告制度的要求，定期进行熟练演习。
- 5、落实辐射防护设施定期检查制度，如检查机房工作警示灯、辐射警示标记等。

13.2.2 承诺

为保护环境，保障人员健康，医院承诺：

- 1、环评批复后，尽快办理辐射安全许可证。
- 2、按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（环保部 18 号令）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报告。
- 3、接受生态环境部门的监督检查并及时整改检查中发现的问题。
- 4、完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行。
- 5、按要求开展竣工环境保护验收。

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