

西城院区西城院区使用 1 台 DSA 项目

竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：首都医科大学附属北京友谊医院

编制单位：北京辐环科技有限公司

2024 年 10 月

建设单位法人代表:



(签字)

编制单位法人代表:

李石银

(签字)

项目负责人:

刘英英

(签字)

填表人:

刘英英

(签字)

建设单位: 首都医科大学附属北京友谊医院 (盖章)



编制单位: 北京辐环科技有限公司 (盖章)



电话: 010-63138674

电话: 010-57851588

传真: /

传真: /

邮编: 100050

邮编: 100142

地址: 北京市西城区永安路 95 号, 北京市通州区潞苑东路 101 号院, 通州区运河东大街 57 号院 3 号楼, 北京市顺义区后沙峪镇友谊南街 1 号院

地址: 北京市海淀区西四环北路 160 号玲珑天地 A 座 331 室

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	5
表 3 辐射安全与防护设施及措施.....	13
表 4 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定.....	23
表 5 验收监测质量保证及质量控制.....	25
表 6 验收监测内容	26
表 7 验收监测	27
表 8 验收监测结论	32

附图、附件：略

表 1 项目基本情况

建设项目名称		西城院区使用 1 台 DSA 项目			
建设单位名称		首都医科大学附属北京友谊医院			
项目性质		√新建 □改建 □扩建			
建设地点		北京市西城区永安路 95 号医院西城院区医技楼 2 层东侧			
源项		放射源		/	
		非密封放射性物质		/	
		射线装置		使用 1 台血管造影机 (DSA)	
建设项目环评批复时间	2023.10.26	开工建设时间	2023.11.01		
取得辐射安全许可证时间	2024.02.04	项目投入运行时间	2024.02.05		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2023.02.05	验收现场监测时间	2024.09.08		
环评报告表审批部门	北京市生态环境局	环评报告编制单位	北京辐环科技有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	/	辐射安全与防护设施施工单位	/		
投资总概算 (万元)	130	辐射安全与防护设施投资总概算 (万元)	30	比例	23%
实际总概算 (万元)	130	辐射安全与防护设施实际总概算 (万元)	30	比例	23%
验收依据	<p>1.1 环境保护相关法律、法规和规章制度</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第九号, 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》(2018 年 12 月 29 日修订并施行)。</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 日起施行)。</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日修订并施行)。</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 第 709 号, 2019 年 3 月 2 日修订并施行)。</p>				

- (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部令 第 20 号), 2021 年 1 月 4 日起实施)。
- (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令, 2011 年 5 月 1 日起施行)。
- (8) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》(国环规环评[2017]4 号, 2017 年 11 月 20 日)。
- (9) 《北京市环境保护局办公室关于做好辐射类建设项目竣工环境保护验收工作的通知》(京环办[2018]24 号, 2018 年 1 月 25 日)。
- (10) 《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, 2019 年 12 月 24 日)。
- (11) 《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, 2021 年 3 月 11 日)。
- (12) 《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法(试行)》(原北京市环境保护局文件, 京环发〔2011〕347 号)。

1.2 验收技术规范及其它标准

- (1) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(生态环境部 公告 2023 年第 40 号, 2024 年 2 月 1 日实施)。
- (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);
- (3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020);
- (4) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);
- (5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)。

1.3 环境影响报告表及其审批部门审批决定

- (1) 首都医科大学附属北京友谊医院《西城院区使用 1 台 DSA 项目环境影响报告表》(项目编号: 辐审 A20230098)。
- (2) 北京市生态环境局关于《西城院区使用 1 台 DSA 项目环境影响报告表的批复》(京环审[2023]48 号), 2023.09.26。

	<p>1.4 其他相关文件</p> <p>(1) NCRP Report No.147 : Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004。</p> <p>(2) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)。</p> <p>(3) 《医用辐射危害控制与评价》，中国原子能出版社，2017 年 11 月。</p> <p>(4) 医院提供的与建设项目相关的其他技术资料，2024 年 01 月。</p>						
<p>验 收 执 行 标 准</p>	<p>1.5 基本剂量限值</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定的剂量限值列于表 1-1。</p> <p style="text-align: center;">表 1-1 个人剂量限值 (GB18871-2002)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">辐射工作人员</th> <th style="text-align: center;">公众关键人群组成员</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">连续五年平均有效剂量 20mSv, 且任何一年有效剂量 50mSv</td> <td style="text-align: center;">年有效剂量 1mSv; 但连续五年平均值不超过 1mSv 时, 某一年可为 5mSv</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a</td> <td style="text-align: center;">眼晶体的当量剂量 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a</td> </tr> </tbody> </table> <p>GB18871-2002 还规定了年剂量约束值, 按辐射防护最优化原则设计的年剂量控制值应小于或等于该剂量约束值。剂量约束值是剂量限值的一个分数, 公众剂量约束值通常应在 0.1~0.3mSv/a 范围内。</p> <p>1.6 剂量约束值</p> <p>该项目职业照射剂量和公众约束值分别执行 5mSv/a 和 0.1mSv/a。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况, 单位应该进行调查并报生态环境部门备案。</p> <p>1.7 剂量率控制水平</p> <p>根据 GBZ130-2020, DSA 手术室外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。</p>	辐射工作人员	公众关键人群组成员	连续五年平均有效剂量 20mSv, 且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv; 但连续五年平均值不超过 1mSv 时, 某一年可为 5mSv	眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a	眼晶体的当量剂量 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a
辐射工作人员	公众关键人群组成员						
连续五年平均有效剂量 20mSv, 且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv; 但连续五年平均值不超过 1mSv 时, 某一年可为 5mSv						
眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a	眼晶体的当量剂量 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a						

1.8 射线装置机房屏蔽防护基本要求

参照 GBZ130-2020 第 6.2 表 3，本项目 DSA 手术室属于 C 型臂 X 射线设备机房，该项目 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求如下。

表 1-2 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
C 型臂 X 射线 设备机房	2.0	2.0

1.9 X 射线设备机房的面积要求

《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 第 6.1 条款指出：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；对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 1-3 的要求。

表 1-3 X 射线设备机房使用面积及单边长度

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)
双管头或多管头 X 射线设 备 a (含 C 形臂)	20	3.5

备注：本项目 DSA 为单管头 X 射线设备。

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位情况

首都医科大学附属北京友谊医院（以下简称“北京友谊医院”或“医院”）始建于 1952 年，原名为北京苏联红十字医院，是新中国成立后，由党和政府建立的第一所大型综合性医院。1970 年，周总理亲自命名为“北京友谊医院”。

经过 70 余年的发展，首都医科大学附属北京友谊医院已发展为集医疗、教学、科研、预防为一体的北京市属三级甲等综合医院，是国家消化系统疾病临床医学研究中心和消化健康全国重点实验室依托单位，国家中西医结合“旗舰”医院试点单位，首都医科大学第二临床医学院。进入新时代，医院顺应首都发展变化，立足北京“四个中心”功能定位，落实北京城市总体规划，服务非首都功能疏解，形成了西城院区、通州院区、顺义院区和城市副中心行政办公区门诊部“三区一部”新发展格局，为医院高质量发展奠定基础。2023 年 12 月，通州院区二期项目开诊运行。2024 年 4 月 26 日，顺义院区开诊，成为顺义区首家三甲综合医院。

医院现有职工 5100 余人，其中中国工程院院士 1 人，北京学者 3 人，研究生导师 257 人，高级专业技术人员 825 人，国家级和北京市级专业委员会主委、副主委及核心期刊主编、副主编 95 人。目前三院区编制床位 3306 张。2023 年年门诊总量 336 万人次，出院患者 9.4 万人次。医院是北京市首批基本医疗保险 A 类定点医疗机构，已开通门诊、住院异地医保持卡结算服务，也是全国最早承担干部保健及外宾医疗任务的医院之一。

医院拥有北京临床医学研究所、北京热带医学研究所、北京市中西医结合研究所、北京市临床药学研究所和北京市卫生局泌尿外科研究所等 5 个研究机构，拥有国家临床重点专科 10 个，博士点 27 个，硕士点 32 个，国家住院医师规范化培训专业基地 17 个，国家专科医师规范化培训试点基地 4 个，全国重点实验室 1 个，北京市重点实验室 4 个，北京市临床质控中心 4 个，北京市转化中心 1 个，还拥有支撑临床研究发展的国家消化系统疾病临床医学研究中心、消化健康全国重点实验室、北京市首批示范研究型病房、北京临床研究质促中心、ISO9001 认证生物样本库、多中心互认医学伦理平台等。医院与海外

及国内优秀医学院校长期保持学术交流合作，接待国内外专家学者和留学生短期交流及来院参观见习。

北京友谊医院已取得了北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[B0353]），有效期至 2027 年 9 月 14 日），许可的种类和范围是：使用 V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。详见附件 1。

2.1.2 项目建设内容及规模

本项目将西城院区医技楼（地上 5 层，地下 2 层）2 层东侧第 20、21 手术室改造成 DSA 手术室及相关场所，并将通州院区门急诊 1 层东北侧导管室的 1 台 UNIQ FD20 型血管造影机（II 类射线装置，125kV/1000mA）迁移至此 DSA 手术室，主要用于开展外周介入诊疗等。

2.1.3 项目建设地点、总平面布置和周围环境敏感目标

（1）项目建设地点、总平面布置

北京友谊医院西城院区位于北京市西城区永安路 95 号，西城院区东侧天桥北里小区，西侧为西经路，南侧为北纬路，北侧为永安路。医院西城院区地理位置示意图见附图 1。

本项目 DSA 手术室及相关场所位于医院西城院区医技楼（地上 5 层，地下 2 层）2 层东侧。医院西城院区 DSA 手术室所在的医技楼的楼外东侧为内科楼、医保中心等；南侧为住院一部；西侧为院内空地；北侧隔院内道路为妇儿楼。

建成后 DSA 手术室及相关场所东侧紧邻为操作间、设备间，之外为污洗间、消毒间、打包间等其他场所；南侧紧邻为洁净走廊，之外为无菌敷料、器械间、麻醉会议室等其他场所；西侧紧邻为第 19 手术室，之外为第 17、18 手术室等其他场所；北侧为清洁走廊，之外为空调机房；楼上为第 4 手术室、洁净走廊和手术室精密仪器间（球管正上方为洁净走廊）；楼下为候诊室、医学影像教研室、第一和第二读片室、库房、控制室及走廊（球管正下方为走廊）。

医院西城院区总平面布局见附图 2，本项目 DSA 手术室平面布局见附图 3，医院（西城院区）医技楼 2 层平面布局示意图（改造前）见附图 4，改造后平面布局见附图 5，DSA 手术室楼上、楼下平面布局见附图 6、附图 7。

根据现场勘察，本项目 DSA 手术室的场所位置、布局、毗邻关系均与环评方案一致。

(2) 环境敏感目标分布情况

根据项目特点及周围毗邻关系，确定主要环境保护目标为该单位从事本项目射线装置操作的辐射工作人员、机房周围其他公众成员，详见表 2-1。

项目 DSA 手术室周围最近的敏感点为 DSA 手术室西侧第 19 号手术室、南侧手术部示教室等，50m 评价范围内评价范围内无学校、居民楼、养老院等敏感目标，无商场等人员密集场所。DSA 手术室周围 50m 范围内敏感目标分布示意情况见图 2-1。

表 2-1 本项目场所周围 50m 范围内主要保护目标

项目	保护目标	最近距离 (m)	常居留人数 (人)	方位	周围 50m 范围内主要场所
DSA 手术室所在医技楼楼外	公众	26	>50	医技楼东侧	医保中心
	公众	39	>50		内科楼
	公众	41	>50	医技楼南侧	住院一部
	公众	12	>50	医技楼北侧	妇儿楼
DSA 手术室所在医技楼楼内	工作人员	紧邻	2	DSA 手术室东侧	操作间、设备间
	公众	2	2		污洗间、消毒间、打包间等其他场所
	公众	紧邻	1	DSA 手术室南侧	洁净走廊
	公众	3	2		无菌敷料、器械间、麻醉会议室等其他场所
	公众	紧邻	2		第 19 手术室
	公众	7	3	DSA 手术室西侧	第 17、18 手术室等其他场所
	公众	紧邻	1	DSA 手术室北侧	清洁走廊
	公众	3	2	DSA 手术室楼上	第 4 手术室、洁净走廊和手术室精密仪器间
	公众	4	3	DSA 手术室楼下	候诊室、医学影像教研室、第一和第二读片室、库房、控制室及走廊

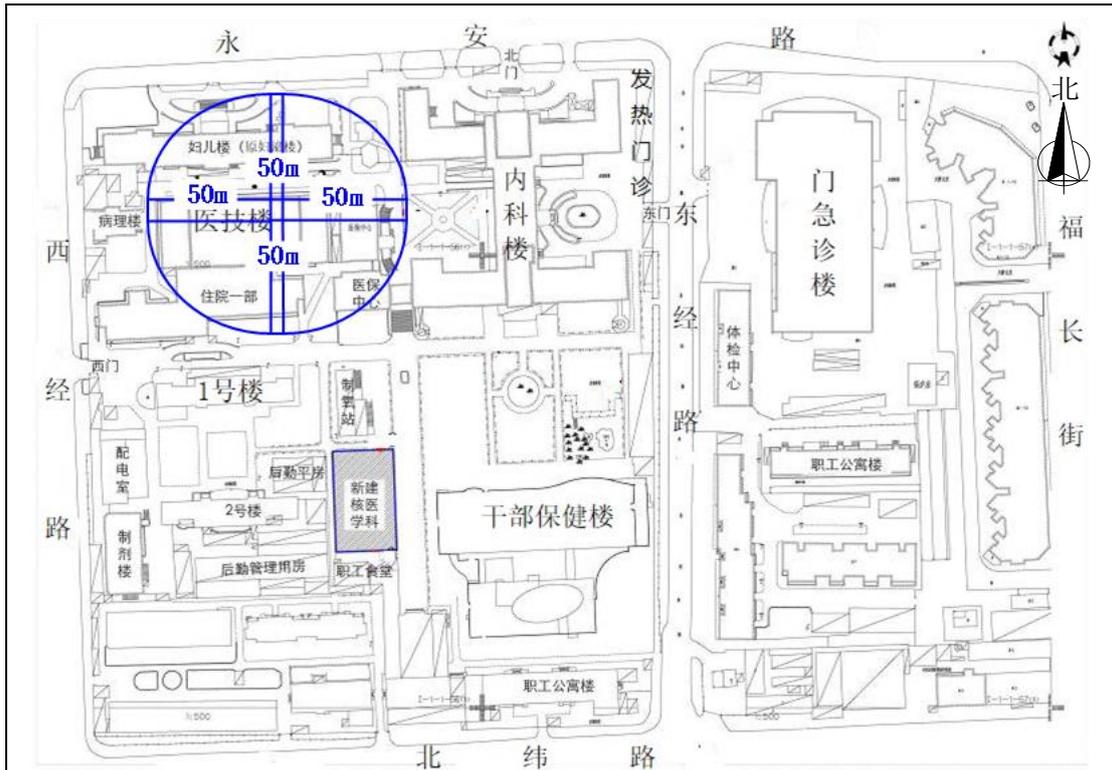


图 2-1 DSA 手术室周围 50m 范围内敏感目标示意图

2.1.4 环评及批复建设内容与实际建设内容对照情况

本项目环评及批复的建设内容与实际建设内容对照见表 2-2 所示。

表 2-2 环评及批复的建设内容与实际建设内容对照一览表

序号	环评及审批决定建设内容	实际建设内容
1	拟建项目位于北京市西城区永安路 95 号医技楼 2 层东侧，将第 20、21 手术室改造成 DSA 手术室及相关场所，并将通州院区门急诊 1 层东北侧导管室的 1 台 UNIQ FD20 型血管造影机（II 类射线装置，125kV/1000mA）迁移至此 DSA 手术室，用于心血管介入诊疗。项目总投资 130 万元，主要环境问题是辐射安全和防护。	项目位于北京市西城区永安路 95 号医技楼 2 层东侧，已将第 20、21 手术室改造成 DSA 手术室及相关场所，并将通州院区门急诊 1 层东北侧导管室的 1 台 UNIQ FD20 型血管造影机（II 类射线装置，125kV/1000mA）迁移至 DSA 手术室使用，主要用于开展外周介入诊疗等。项目总投资 130 万元。本项目已建成，已落实辐射安全和防护内容，并已重新申领了辐射安全许可证。

经现场勘察，本项目实际建设地点、建设内容与环评方案一致。

2.2 源项情况

本项目为迁建 1 台 UNIQ FD20 型医用血管造影机（DSA），设备技术参数见表 2-3 所示。

表 2-3 本项目射线装置情况表

工作场所	设备名称	型号	生产厂家	类别	管电压 (kV)	管电流 (mA)	管头个数	备注
DSA 手术室	医用血管造影机 (DSA)	UNIQ FD20	飞利浦	II 类	125	1000	1	迁建

经现场勘察，本项目使用的II类射线装置类别、参数、工作方式等与环评方案一致。

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 工作原理

血管造影机为采用 X 射线进行成像的技术设备，主要由 X 射线管、高压电源和数字平板探测器等组成，是利用人体不同的组织或者组织与造影剂密度的差别，对 X 射线吸收能力不同的特点，透射人体的 X 线使数字平板探测器显影，来间接观察内脏形态的变化、器官活动情况等，辅助临床诊断。目前主要有两种诊断方法：即透视和摄影。

数字血管造影 (DSA) 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、数字平板探测器、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA 主要采用时间减影法，即将造影剂未达到欲检部位前摄取的蒙片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构，具有高精密度和灵敏度。

DSA 适用于心血管、神经系统及全身血管造影和外周介入治疗等。本项目 DSA 设备主要用于开展外周介入手术。其典型设备如图 2-2 所示。



图 2-2 UNIQ FD20 型血管造影机 (DSA) 设备图

2.3.2 操作流程

血管造影机（DSA）诊疗时患者仰卧并进行经皮静脉穿刺，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静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达检查治疗部位施行探查、治疗，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

（1）医生根据患者预约安排手术，并在手术前告知患者在手术过程中可能受到一定的辐射照射。

（2）病人由专职人员通过受检者防护门接入检查室，在医生指导下进行摆位，在确认手术室内没有无关人员滞留后，关闭防护门。

（3）对患者进行无菌消毒、麻醉后，经穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，经鞘插入导管。医生利用脚踏板开关启动 X 射线系统进行透视。进行过程中医生穿戴铅衣、铅围脖、佩带铅眼镜等个人防护用品进行防护。

出束时间与手术性质和医生手术水平有关，每台手术累计透视时间多为十几分钟。

（4）导管到位后，对患者注射造影剂，开启设备，摄影采集图像。进行过程中，根据诊疗需要，医生或在操作室进行隔室摄影，或在床旁进行摄影。每台介入手术的摄影时间为 1~2 分钟。

（5）介入手术完成后，拔管按压穿刺部位后包扎，关闭射线装置。

血管造影机（DSA）操作流程及产污环节如下图所示。

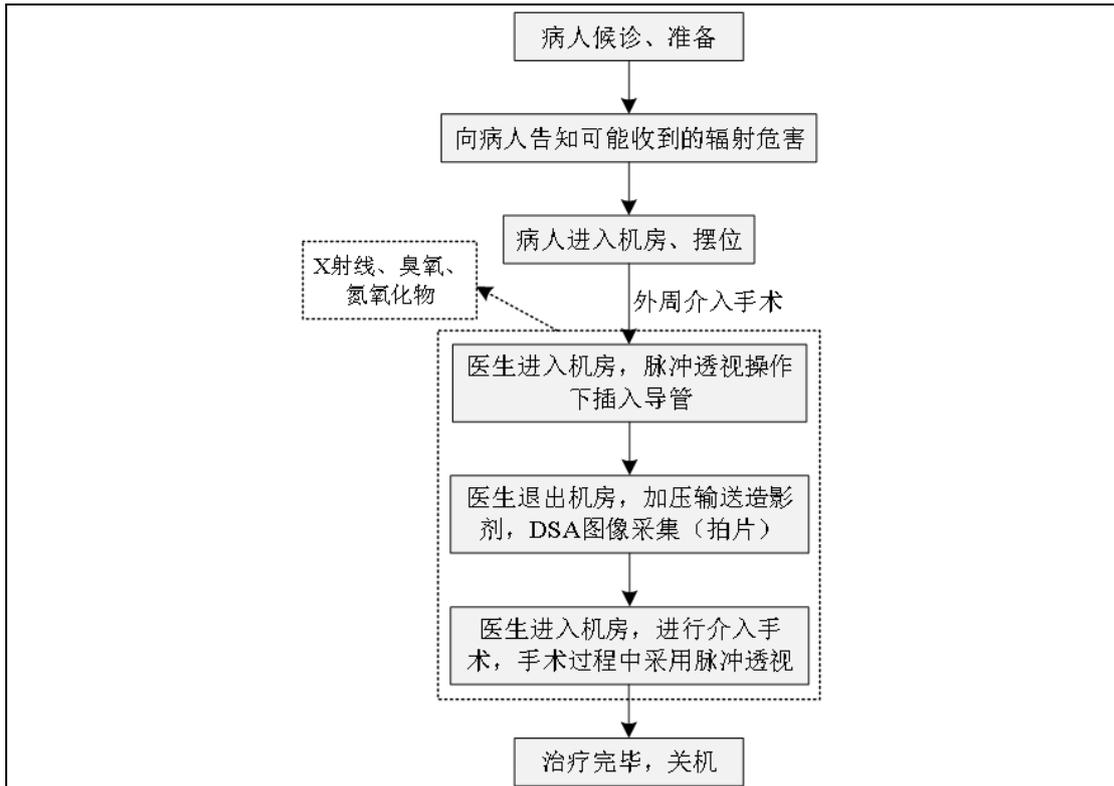


图 2-3 血管造影机（DSA）操作流程及产污环节示意图

2.3.3 设备使用规划

根据环评资料，本项目 DSA 主要用于开展外周介入手术，手术量约为 800 例/年，每组平均年手术量约 400 例，但考虑到 DSA 设备将来手术量增加等情况，保守按年手术量 1000 例评价，则平均每组医师（2 名）年手术量按 500 例，技师和护士每组按 1000 例进行剂量估算评价。

根据经验数据，DSA 手术类型、工作量、曝光时间见表 2-4。

表 2-4 DSA 手术类型、手术曝光时间

手术类型	透视时间（min）	摄影时间（min）
外周介入治疗	12	2

根据美国 NCRP147 报告，外周介入造影的工作负荷、泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能一致，因此本项目单台手术透视和摄影工作状态的累积出束时间分别为 12min 和 2min 进行估算，500 例手术透视和摄影工作状态的累积出束时间分别为 100h 和 16.7h，总计 116.7h。

2.3.4 人员配置情况

本项目利用西城院区血管外科现有介入工作人员 6 名（其中 4 名医师、1 名技师、1 名护士）到岗工作，血管外科辐射工作人员固定在血管外科开展介

入诊疗。按照每台 DSA 每组 2 名医师、1 名技师、1 名护士配备，本项目建成启用后，血管外科 DSA 可配医师 2 组（4 名）、1 名技师、1 名护士，能够满足使用要求。

血管外科现有全部介入工作人员均已通过辐射安全与防护考核，并已安排个人剂量计监测，实际建设情况与环评及批复要求一致。

2.3.5 主要放射性污染物

（1）由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，本项目使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会放射 X 射线。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。射线装置在运行时无其它放射性废气、废水和固体废弃物产生。

（2）主要放射性污染因子：X 射线贯穿辐射。

表 3 辐射安全与防护设施及措施

本项目环境保护设施主要为环境影响报告表及环评批复中提出的确保II类射线装置（血管造影机）安全使用的各项辐射安全防护设施，如屏蔽设施、警示标识、工作状态指示灯、安全联锁、辐射监测仪器等。

3.1 工作场所布局及辐射分区

DSA 手术室及相关场所位于医院西城院区医技楼（地上 5 层，地下 2 层）2 层东侧，DSA 手术室实际建成后东侧紧邻为操作间、设备间，之外为污洗间、消毒间、打包间等其他场所；南侧紧邻为洁净走廊，之外为无菌敷料、器械间、麻醉会议室等其他场所；西侧紧邻为第 19 手术室，之外为第 17、18 手术室等其他场所；北侧为清洁走廊，之外为空调机房；楼上为第 4 手术室、洁净走廊和手术室精密仪器间（球管正上方为洁净走廊）；楼下为候诊室、医学影像教研室、第一和第二读片室、库房、控制室及走廊（球管正下方为走廊）。最近的敏感点为 DSA 手术室西侧第 19 号手术室、南侧手术部示教室等，50m 评价范围内评价范围内无学校、居民楼、养老院等敏感目标，无商场等人员密集场所。

项目已划分控制区和监督区进行管理。机房出入口内的所有区域为控制区，DSA 手术室的 操作间、设备间，机房西侧第 19 手术室，楼上第 4 手术室、手术室精密仪器间及楼下候诊室、医学影像教研室、第一和第二读片室、库房、控制室及走廊为监督区。两区分区合理，符合辐射防护要求。

由项目所在楼层及 DSA 手术室平面布局可见，与射线装置相关的各辅助用房紧密布置于射线装置机房周围，整体布局紧凑，且患者通道、医护人员通道相对独立，路线合理，有利于辐射防护。机房墙体、防护门、观察窗、楼板的屏蔽防护材料和厚度充分考虑了防护效果，能够有效降低电离辐射对工作人员和周围公众的辐射影响。

综合分析，本项目两区划分明确，平面布局既满足介入诊疗工作要求，又有利于辐射防护，评价认为本项目平面布局合理。

经现场勘察，项目平面布局和管理分区与环评及批复要求一致。

分区管理划分见图 3-1。

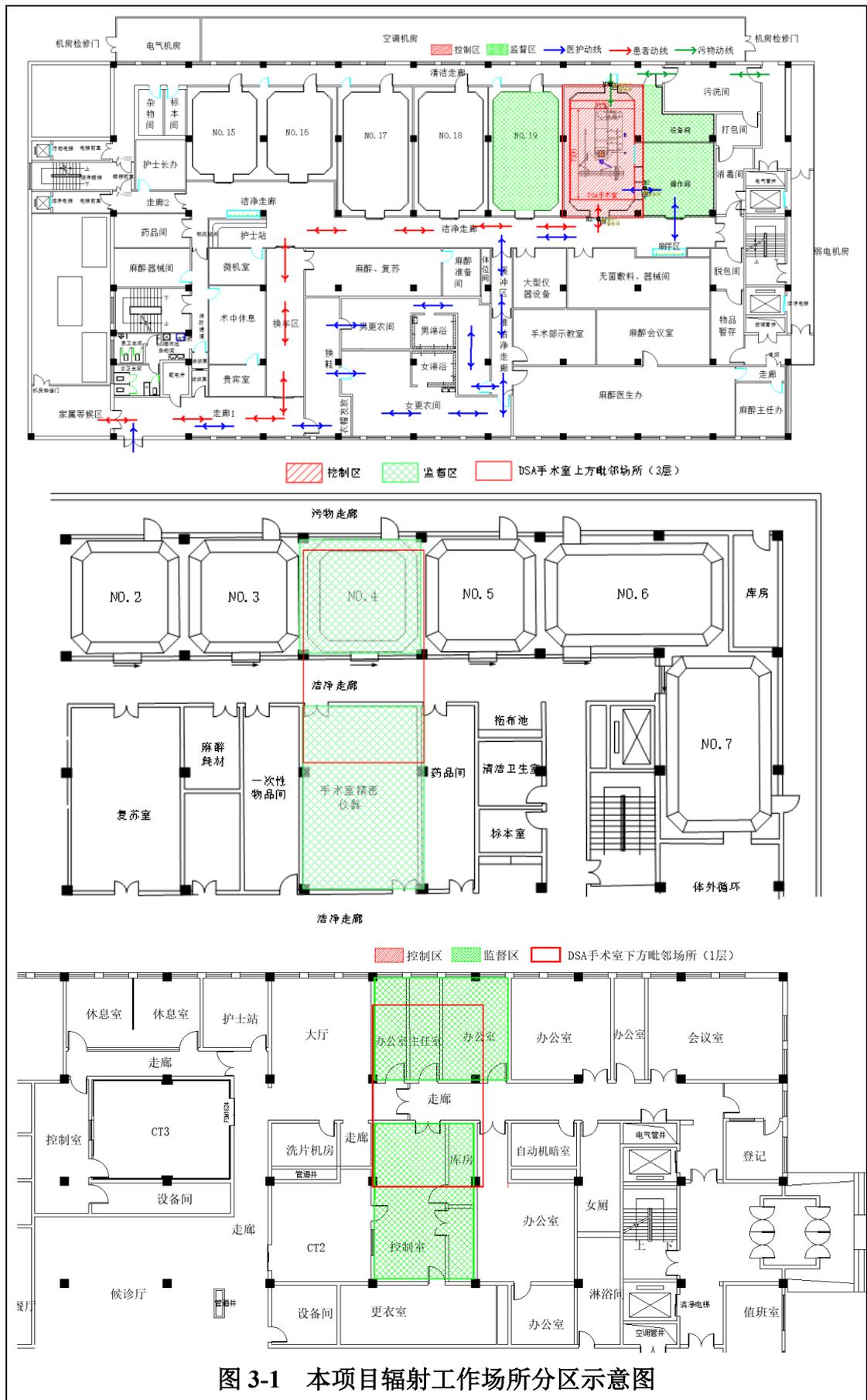


图 3-1 本项目辐射工作场所分区示意图

3.2 屏蔽设施建设情况

本项目机房的屏蔽厚度情况见表 3-1。医院已在原计划场所位置完成设备安装及相应的辐射安全防护设施配套建设。屏蔽措施及厚度满足环评的要求。

表 3-1 DSA 手术室机房屏蔽材料及厚度对比情况表

机房名称	屏蔽墙体方向	环评屏蔽材料及厚度	实际建设情况	是否符合要求
DSA 手术室 (机房有效面积为 37.6 m ² (7.30m×5.15m))	东、南、西、北墙	3.5mm 铅板	3.5mm 铅板	是
	操作间门 (门上设有观察窗)	4mmPb 防护门(观察窗为 4mmPb 铅玻璃)	4mmPb 防护门 (观察窗为 4mmPb 铅玻璃)	是
	受检者门 (门上设有观察窗)	4mmPb 防护门 (观察窗为 4mmPb 铅玻璃)	4mmPb 防护门 (观察窗为 4mmPb 铅玻璃)	是
	污物门 (门上设有观察窗)	4mmPb 防护门 (观察窗为 4mmPb 铅玻璃)	4mmPb 防护门 (观察窗为 4mmPb 铅玻璃)	是
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4mmPb 铅玻璃	是
	顶棚	200mm 混凝土 +1.0mm 铅板	200mm 混凝土 +1.0mm 铅板	是
	地板	200mm 混凝土+30mm 厚硫酸钡水泥	200mm 混凝土 +30mm 厚硫酸钡水泥	是

注：混凝土密度不低于 2.35g/cm³，铅密度不低于 11.34g/cm³，硫酸钡水泥的密度不低于 2.8g/cm³。

3.3 辐射安全与防护措施

本项目环境保护设施主要为环境影响报告表及环评批复中提出的确保射线装置安全使用的各项辐射安全防护设施，如屏蔽机房、警示标识、工作状态指示灯、辐射监测仪器等。具体如下：

表 3-2 辐射安全措施与环评报告表或批复对比情况

序号	环评要求	环评批复要求	落实情况	是否符合
1	机房采取实体屏蔽措施，满足 GBZ130-2020 标准相关要求，保证工作人员和公众的受照剂量满足环评文件提出的剂量约束要求。	须采取报告表中实体屏蔽防护措施(含顶棚加铅、地板加硫酸钡水泥等)，确保 DSA 机房墙体及观察窗外 30cm 处的辐	已采取不低于报告表中的铅板，含顶棚加铅、地板加硫酸钡水泥等实体屏蔽防护措施。	是

		射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h。		
2	辐射工作场所实行控制区和监督区分区管理。机房出入口内的所有区域为控制区，DSA 手术室的操作间、设备间，机房西侧第 19 手术室，楼上第 4 手术室、手术室精密仪器间及楼下候诊室、医学影像教研室、第一和第二读片室、库房、控制室及走廊为监督区。	须对辐射工作场所实行控制区(DSA 机房)、监督区(操作间、设备间、手术室、办公室等)管理。在机房的出入口等主要设置明显的放射性标志、中文警示说明和工作信号指示，并配置门灯连锁、门控制开关、通风系统等安全措施。	辐射工作场所已采取控制区和监督区分区管理。机房出入口内的所有区域为控制区，DSA 手术室的操作间、设备间，机房西侧第 19 手术室，楼上第 4 手术室、手术室精密仪器间及楼下候诊室、医学影像教研室、第一和第二读片室、库房、控制室及走廊为监督区。	是
3	操作间门、受检者门设为有自动延时关闭和防夹保护功能的电动双开门，拟在邻近受检者门内、外墙上设置脚控开关，用于控制机房门的开启和关闭，防夹装置为红外感应。污物门为手动平开门，拟设置自闭器。为防止 X 射线机在运行过程中其他人员误入机房而受到不必要的照射，拟在该项目 3 扇防护门外醒目位置均设置电离辐射警告标志，并拟在 3 扇防护门外上方安装工作状态指示灯，指示灯标志牌上拟设警示语“射线有害，灯亮勿入”。		操作间门、受检者门设为有自动延时关闭和防夹保护功能的电动双开门，邻近受检者门内、外墙上设置脚控开关，红外感应防夹装置。污物门为手动平开门，设置自闭器。该项目 3 扇防护门外醒目位置均设置电离辐射警告标志，且在防护门外上方安装了工作状态指示灯，指示灯标志牌上设有警示语“射线有害，灯亮勿入”。	是
4	DSA 手术室拟采取下列屏蔽防护设施：新配手术床的床上悬挂可移动 0.5mm 铅当量的铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 个、床侧悬挂含 0.5mm 铅当量的床侧防护帘/床侧防护屏 1 个，同时拟新配 2mm 铅当量的移动式铅防护屏风 1 个，用于阻挡散、漏射线对辐射工作人员的照射。		采取铅悬挂防护屏、床侧防护帘和个人防护用品等各种有效的防护和安措施，确保辐射工作场所安全和防护措施有效，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。	已配备手术床的床上悬挂可移动 0.5mm 铅当量的铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 个、床侧悬挂含 0.5mm 铅当量的床侧防护帘/床侧防护屏 1 个，同时配备 2mm 铅当量的移动式铅防护屏风 1 个。
5	医院拟配备符合防护要求的辅助防护用品：DSA 手术		已配备工作人员防护用品：0.5mm 铅当量的	是

	室工作人员防护用品拟新配防护用品,包括 0.5mm 铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套各 4 件, 0.25mm 铅当量的铅眼镜 4 副, 0.025mm 铅当量的铅手套 4 副, 0.25mm 铅当量的铅帽 4 顶。同时受检者防护用品拟新配防护用品,包括 0.5mm 铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套各 1 件, 0.25mm 铅当量的铅帽 1 顶。		铅橡胶围裙、铅橡胶颈套各 4 件, 0.25mm 铅当量的铅眼镜 4 副, 0.025mm 铅当量的铅手套 4 副, 0.25mm 铅当量的铅帽 4 顶。同时已配备受检者防护: 0.5mm 铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套各 1 件, 0.25mm 铅当量的铅帽 1 顶。防护用品配备情况满足 GBZ130-2020 标准相关要求。	
6	本项目拟利用西城院区血管外科现有介入工作人员 6 名(其中 4 名医师、1 名技师、1 名护士)到岗工作, 全院现有工作人员均已参加辐射安全和防护专业知识考核, 并取得合格证。辐射工作人员均佩戴个人剂量计。	须同步做好两个院区辐射工作人员的调配, 本项目 6 名辐射工作人员均须通过辐射安全与防护培训与考核, 进行个人剂量监测。	本项目西城院区血管外科已调配现有介入工作人员 6 名(其中 4 名医师、1 名技师、1 名护士)到岗工作, 均已参加辐射安全和防护专业知识考核, 取得了合格证。所有辐射工作人员均配备个人剂量计。	是
7	本项目拟新增 1 台便携式辐射巡测仪, 用于 DSA 手术室开展自行监测。	落实机房监测方案(含上、下楼), 增配 1 台便携式辐射巡测仪, 定期开展 DSA 机房场所辐射水平监测, 规范编写、按时上报年度评估报告, 落实安全责任制。	医院在制度中已落实机房监测方案(含上、下楼), 已配备了 1 台便携式辐射巡测仪。2023 年年度评估报告已上报。	是
8	DSA 设备诊疗床上的控制台拟设置急停按钮。	/	已设置。	是
9	机房内拟设有语音提示系统, 并在操作间门设有观察窗。	/	机房内设有语音提示系统, 并在机房 3 扇防护门上及东墙上设有观察窗。	是
10	DSA 手术室拟采用新风进行通风, 防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积; 家属等候区拟设置放射防护知识宣传栏。	/	DSA 手术室已采用新风进行通风, 防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积; 家属等候区已设置放射防护知识宣传栏。	是
11	机房配备火灾报警系统, 配有灭火用品	/	机房已配备火灾报警系统, 配有灭火用品。	是

3.4 场所安全防护设施运行效果

本次验收对 DSA 手术室的各项辐射安全防护设施进行了如实查验，辐射监测仪性能良好、运行正常，现场显示机房外指示灯功能正常，其它设施功能完好。通过与 DSA 手术室辐射安全防护设施与运行核查项目的比较（见表 3-3 所示），表明本项目安全防护设施能够避免人员受到意外照射。

表 3-3 DSA 手术室辐射安全防护设施与运行核查情况

序号	项目	检查内容	环评及批复要求内容	现场核查情况	是否符合要求
1*	A 场所 设施	单独机房	单独机房	单独机房	是
2*		操作部位局部屏蔽防护设施	拟新配铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 个、床侧防护帘/床侧防护屏 1 个,移动铅防护屏风 1 个	已配备铅悬挂防护屏/铅防护帘 1 个、床侧防护帘/床侧防护屏 1 个,移动铅防护屏风 1 个	是
3*		医护人员的个人防护	拟新配铅橡胶围裙、铅橡胶颈套各 4 件,铅防护眼镜、铅手套各 4 副,铅橡胶帽子 4 顶	已配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套各 4 件,铅防护眼镜、铅手套各 4 副,铅橡胶帽子 4 顶	是
4*		患者防护	拟新配铅围裙、铅橡胶颈套各 1 件,铅橡胶帽子 1 顶	已配备铅围裙、铅橡胶颈套各 1 件,铅橡胶帽子 1 顶	是
5*		机房门窗防护	铅防护门、铅玻璃观察窗	铅防护门、铅玻璃观察窗	是
6*		闭门装置	操作间门、受检者门为电动推拉门,污物门为手动平开门,拟配自闭器	操作间门、受检者门为电动推拉门;污物门为手动平开门,已配自闭器	是
7*		入口处电离辐射警告标志	门上粘贴电离辐射警示标志	门上粘贴电离辐射警示标志	是
8*		入口处机器工作状态显示	门上拟安装工作状态指示灯	门上已安装工作状态指示灯	是
9*	B 监测 设备	监测仪器	新增 1 台便携式辐射巡测仪	已配 1 台便携式辐射巡测仪	是
10*		个人剂量计	所有工作人员配备 TLD 个人剂量计	所有工作人员配备 TLD 个人剂量计	是
11		腕部剂量计	/	/	是

注：加*的项目是重点项，有“设计建造”的划√，没有的划×，不适用的划/。

DSA 配备的相关防护措施见图 3-2。





图 3-2 DSA 手术室实际配备的相关防护措施现场照片

3.5 辐射安全管理情况

(1) 辐射安全管理制度

医院已经设置了辐射安全与环境保护管理领导小组作为专门管理机构，并指定了专人负责辐射安全与环境保护管理工作。医院已将 DSA 手术室纳入辐射安全管理范围，DSA 手术室主任担任辐射安全与环境保护管理领导小组成

员，负责 DSA 手术室的日常管理。

医院已更新并修订了《辐射安全管理制度》，其中包含<辐射安全与防护管理工作制度及岗位职责>、<辐射防护和安全保卫制度>、<操作规程>、<放射设备检修维护制度>、<放射设备台账管理制度>、<放射工作人员管理制度>、<放射工作场所监测制度>、<放射性废物暂存、处置方案>、<放射性突发事件（件）应急预案>等，该制度明确了辐射安全管理小组相应的职责。

（2）辐射工作人员

本项目西城院区血管外科已调配现有介入工作人员 6 名（其中 4 名医师、1 名技师、1 名护士）到岗工作。目前，医院全院现有辐射工作人员、辐射防护负责人及专职管理人员都分批参加了辐射安全和防护培训，并通过了考核，且在有效期内。

（3）个人剂量监测

医院制订了辐射工作人员个人剂量监测的管理要求，并已将辐射工作人员个人剂量监测工作纳入全院辐射监测计划体系，要求全院辐射工作人员按要求接受个人剂量监测，并建立相应的个人剂量监测档案。

全院辐射工作人员的个人剂量监测工作目前已由北京市疾病预防控制中心承担，监测频度为每 1 个季度检测一次。

（4）辐射场所监测

医院已更新辐射安全管理制度，包含了血管造影机（DSA）操作规程及本项目辐射场所监测方案。本项目实施后，利用现有的辐射剂量巡测仪，对辐射工作场所进行监测，监测计划见表 3-4，检测点位见图 3-3。

表 3-4 本项目辐射工作场所监测方案

场所	测点编号	测点位置	剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	检测频次
DSA 手术室	1	操作间		1 次/年
	2	设备间		1 次/年
	3	操作间门		1 次/年
	4	受检者门		1 次/年
	5	污物间门		1 次/年
	6	观察窗		1 次/年
	7	NO.19		1 次/年
	8	洁净走廊		1 次/年
	9	清洁走廊		1 次/年

	10~12	楼上（第4手术室、洁净走廊和手术室精密仪器间）		1次/年
	13~18	楼下（候诊室、医学影像教研室、第一和第二读片室、库房、控制室及走廊）		1次/年

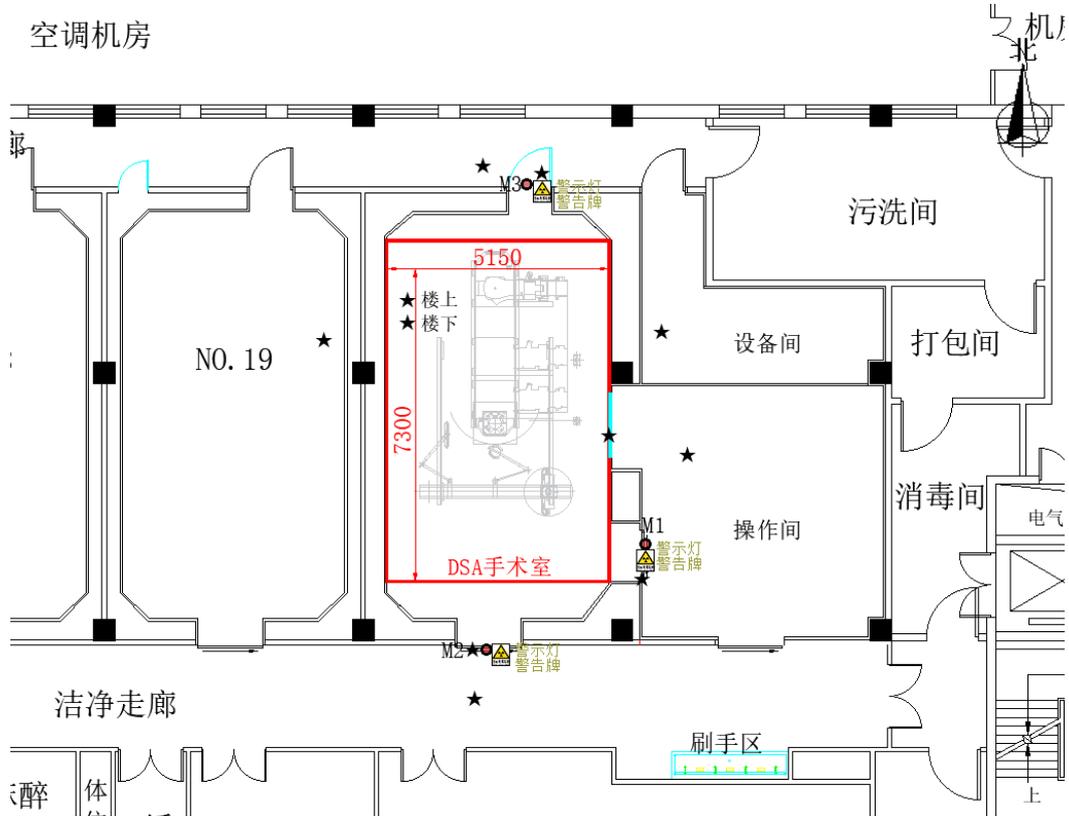


图 3-3 DSA 手术室周围自行检测点位图（标注★为检测位置）

3.4 放射性三废处理设施情况

本项目主要内容为使用射线装置，项目运行过程中不产生放射性废物。

3.5 工程变动情况说明

经现场核实，本项目 DSA 手术室的实际建设内容与环评方案一致，迁建设备的类型、性能参数与环评审批参数一致，该建设项目的性质、规模、地点、工作方式或者辐射防护措施均未发生重大变动。

表 4 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 环境影响报告表主要结论与建议

(1) 根据现场监测和估算结果可知, DSA 设备运行后, 预计工作人员和公众的年受照剂量均低于相应剂量约束限值(5mSv/a、0.1mSv/a), 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况, 单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

(2) 本项目 DSA 设备正常运行(使用)情况下, 不产生放射性废气、放射性废水和放射性固废。

(3) 辐射安全防护管理: 医院设有辐射安全与环境保护管理机构, 负责全院的辐射安全管理和监督工作。医院拟完善现有操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训考核计划、健康体检制度、辐射事故应急预案和设备检修维护等制度。

(4) 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定对照检查, 满足要求。

综上所述, 首都医科大学附属北京友谊医院《西城院区使用 1 台 DSA 项目》相应的辐射安全和防护措施基本可行, 在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下, 其运行对周围环境产生的辐射影响, 符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证, 本项目的运行是可行的。

4.2 主要审批决定

(1) 项目位于北京市西城区永安路 95 号你单位西城院区, 内容为: 在医技楼 2 层东侧将第 20、21 手术室改造成 DSA 手术室及相关场所, 并将通州院区门急诊 1 层东北侧导管室的 1 台 UNIQ FD20 型血管造影机(II 类射线装置, 125kV/1000mA)迁移至此 DSA 手术室, 用于心血管介入诊疗。项目总投资 130 万元, 主要环境问题是辐射安全和防护。在全面落实环境影响报告表和本批复提出的各项污染防治措施后, 对环境的影响是可以接受的。同意该环境影响报告表的总体结论。

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

评报告表预测，该项目实施后你单位公众和职业照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a 和 5mSv/a。须采取报告表中实体屏蔽防护措施(含顶棚加铅、地板加硫酸钡水泥等)，确保 DSA 机房墙体及观察窗外 30cm 处的辐射剂量率不大于 2.5 μ Sv/h。

(3) 须对辐射工作场所实行控制区(DSA 机房)、监督区(操作间、设备间、手术室、办公室等)管理。在机房的出入口等主要设置明显的放射性标志、中文警示说明和工作信号指示，并配置门灯连锁、门控制开关、通风系统等安全措施。采取铅悬挂防护屏、床侧防护帘和个人防护用品等各种有效的防护和 安全措施，确保辐射工作场所安全和防护措施有效，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。

(4) 须同步做好两个院区辐射工作人员的调配，本项目 6 名辐射工作人员均须通过辐射安全与防护培训与考核，进行个人剂量监测。落实机房监测方案(含上、下楼)，增配 1 台便携式辐射巡测仪，定期开展 DSA 机房场所辐射水平监测，规范编写、按时上报年度评估报告，落实安全责任制。

(5) 项目实施须严格执行配套的放射防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。

(6) 自环境影响报告表批复之日起五年内项目未能开工建设的，本批复自动失效。项目性质、规模、地点或环保措施发生重大变化，应重新报批建设项目环评文件。

(7) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的有关规定，你单位须据此批复文件、满足相关条件办理辐射安全许可证后，相关场所、设备方可投入使用。项目竣工后须按照有关规定及时开展环保验收。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

深圳市瑞达检测技术有限公司接受委托对本项目 DSA 手术室进行了验收监测。本次监测使用方法、仪器及人员均符合深圳市瑞达检测技术有限公司质量管理体系要求：

(1) 监测方法严格遵循深圳市瑞达检测技术有限公司制定的《电离辐射工作场所检测作业指导书》。

(2) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性

(3) 监测使用设备均通过检定并在有效期内，满足监测要求。

(4) 监测人员已通过放射卫生检测与评价技术培训。

(5) 监测单位获得资质认证和放射卫生技术服务机构资质。

表 6 验收监测内容

6.1 监测项目

本项目已委托深圳市瑞达检测技术有限公司于 2024 年 9 月 8 日对本项目相关场所进行了验收监测，并出具了检测报告，详见附件 3。本项目验收监测内容主要为 DSA 手术室外毗邻场所和 DSA 操作位的 X 射线剂量水平。

6.2 监测点位

监测点位包括 DSA 手术室外毗邻场所和设备操作位。监测点位图如下：

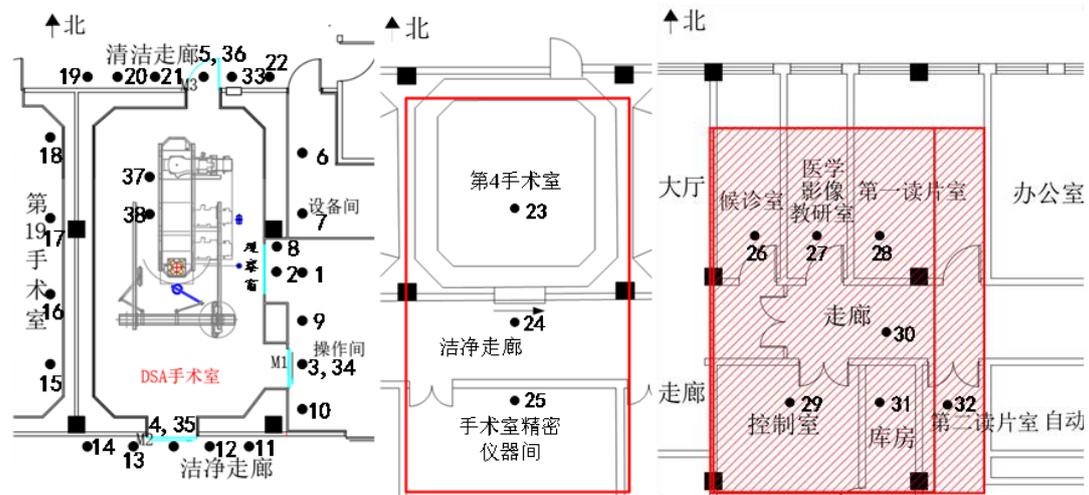


图 6-1 DSA 手术室防护验收检测示意图

6.3 监测仪器

本项目采用的监测仪器及性能指标相关信息见表 6-1 所示。

表 6-1 监测仪器及性能指标

仪器名称	仪器型号	仪器编号	检定/校准证书编号	检定有效期	技术参数
辐射检测仪	AT1121	20171220	DLjl2024-01212 DLjl2024-01414	2025.02.04 2025.02.19	测量范围：50nSv/h~10Sv/h； 能量范围：60keV~3MeV； 相对响应之差：<±25%。

6.4 监测方法

本次监测测量频次、点位布设原则和要求、使用的仪器和方法、测量程序、数据处理方法依据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020) 等规范文件要求，仪器指标满足标准要求。采用即时测量方法，用仪器直接测量出点位上的辐射剂量率即时值。

表 7 验收监测

7.1 验收监测工况

本项目在进行验收监测时主体工程工况稳定，辐射安全与防护设施已建成，设备运行正常，监测时记录的实际工况如下：

(1) 机房外辐射剂量水平检测条件：

- ①曝光模式：透视；
- ②有用线束方向：朝上；
- ③曝光参数：94kV，6.5mA，20s，15fps，SID：90cm；
- ④照射野：48cm；
- ⑤散射模体：标准水模+1.5mm 铜板。

(2) 同室操作时工作人员位辐射剂量水平检测条件：

- ①曝光模式：透视；
- ②有用线束方向：朝上；
- ③曝光参数：69kV，8.7mA，20s，15fps，SID：90cm；
- ④照射野：48cm；
- ⑤散射模体：标准水模。

7.2 验收监测结果

7.2.1 验收监测结果

深圳市瑞达检测技术有限公司对本次验收的 DSA 手术室进行了场所的辐射监测，并出具了检测报告，详见附件。机房外及周围剂量当量率检测结果见表 7-1，近台操作时术者位周围剂量当量率见表 7-2。

表 7-1 周围剂量当量率检测结果

检测点位 序号	检测点位置		检测结果	
			周围剂量当量率 (μSv/h)	备注
1	工作人员操作位 (隔室)		0.09	无
2	观察窗 1	上侧	0.09	无
		下侧	0.10	无
		左侧	0.09	无
		右侧	0.09	无
		中部	0.09	无

3	操作间门	上侧	0.09	无
		下侧	0.09	无
		左侧	0.09	无
		右侧	0.09	无
		中部	0.09	无
4	机房门	上侧	0.09	无
		下侧	0.09	无
		左侧	0.09	无
		右侧	0.09	无
		中部	0.09	无
5	污物门	上侧	0.09	无
		下侧	0.61	无
		左侧	0.09	无
		右侧	0.09	无
		中部	0.09	无
6	东墙	设备间	0.10	无
7	东墙	设备间	0.10	无
8	东墙	操作间	0.10	无
9	东墙	操作间	0.10	无
10	东墙	操作间	0.10	无
11	南墙	洁净走廊	0.09	无
12	南墙	洁净走廊	0.09	无
13	南墙	洁净走廊	0.09	无
14	南墙	洁净走廊	0.09	无
15	西墙	第 19 手术室	0.09	无
16	西墙	第 19 手术室	0.09	无
17	西墙	第 19 手术室	0.09	无
18	西墙	第 19 手术室	0.09	无
19	北墙	清洁走廊	0.09	无
20	北墙	清洁走廊	0.09	无
21	北墙	清洁走廊	0.09	无
22	北墙	清洁走廊	0.10	无
23	机房楼上	第 4 手术室	0.10	无
24	机房楼上	洁净走廊	0.10	无
25	机房楼上	手术室精密仪器间	0.09	无
26	机房楼下	候诊室	0.09	无
27	机房楼下	医学影像教研室	0.09	无
28	机房楼下	第一读片室	0.09	无
29	机房楼下	控制室	0.09	无

30	机房楼下	走廊	0.09	无
31	机房楼下	库房	0.09	无
32	机房楼下	第二读片室	0.09	无
33	配电箱		0.09	无
34	观察窗 2 (操作间门上)	左侧	0.10	无
		右侧	0.10	无
35	观察窗 3 (机房门上)	左侧	0.09	无
		右侧	0.09	无
36	观察窗 4 (污物门上)	上侧	0.09	无
		下侧	0.09	无

备注：①本底范围：0.07~0.10 μ Sv/h；②检测结果未扣本底值；③除特别说明外，检测点位置距墙体、门、窗外表面 30cm，机房楼上距顶棚地面 100cm，机房楼下距楼下地面 170cm。

表 7-2 近台操作时术者位周围剂量当量率检测结果

检测点位 序号	检测点位置		检测结果	
			周围剂量当量率 (μ Sv/h)	备注
37	工作人员操作位 (同室)	第一术者位胸部	21.4	无
38	工作人员操作位 (同室)	第二术者位胸部	13.4	无

备注：①本底范围：0.07~0.10 μ Sv/h；②检测结果未扣本底值。

由上述检测结果可知，DSA 手术室外各检测点 X 射线外照射剂量率最大值为 0.61 μ Sv/h，不大于 GBZ130-2020 中 2.5 μ Sv/h 的剂量约束值要求，场所屏蔽效果达到环评报告表及批复要求。

7.2.2 运行期辐射环境影响分析

本项目主要环境问题是辐射安全和防护，血管造影机（DSA）产生的 X 射线经透射、漏射和散射，对工作场所及其周围人员产生辐射影响。

(1) 工作人员年附加有效剂量

每台手术通常由 2 名医师、1 名技师、1 名护士组成，DSA 摄影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均回到控制室进行操作，DSA 透视曝光时，医师在手术间内近台操作，护士和技师通常不在手术间内。

根据环评提供资料：每个医师在 DSA 设备上的年工作量最多不超过 500 台相关手术，年累积透视时间 100h，摄影时间为 16.7h。本项目 DSA 手术室主要以 DSA 设备开展外周介入诊疗手术进行评价分析。

医生在透视工况下，DSA 手术室 DSA 设备工作人员操作位（第一术者）

位置周围剂量当量率为 21.4 μ Sv/h、工作人员操作位（第二术者）位置周围剂量当量率为 13.4 μ Sv/h（见附件 3），且医生全居留；在摄影工况下，医生所在位置的附加剂量率水平增加 10 倍（保守按照环评报告要求取值）。参考《辐射防护手册第三分册辐射安全》（李德平编）P80，居留因子 T 按三种情况取值：

（1）全居留因子 T=1，（2）部分居留 T=1/4，（3）偶然居留 T=1/16。

根据 GBZ130-2020，工作人员采取铅衣（0.5mm 铅当量）屏蔽措施，在透视和摄影时，衰减系数约为 0.025（本项目保守按 0.05 估算）。

本项目工作人员除存在临床不可接受的情况外，摄影工况图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留，本评价机房内工作人员保守按全居留情况下分析评价，居留因子取 1（环评报告系列采集和透视时居留因子取 1）。透视情况下的剂量率取摄影工况下剂量率的 1/10。

附加年有效剂量计算公式： $E=H\times t\times T$

式中： E —年有效剂量， μ Sv；

H —关注点附加剂量率， μ Sv/h；

t —DSA 年出束时间，h/a；

T —居留因子。

职业人员附加年有效剂量估算结果见表 7-3。

表 7-3 运行时工作人员的年附加有效剂量

估算对象			剂量率 (μ Gy/h) *	工作时间 (h/a)	居留 因子	年附加有效剂量 (μ Sv)	
DSA 手术 室	机房 内	工作人员 (第一术者)	透视	1.07	100	1	285.7
			摄影	10.7	16.7	1	
		工作人员 (第二术者)	透视	0.67	100	1	178.9
			摄影	6.7	16.7	1	

备注：①* 第一术者位剂量率（透视）：21.4 μ Sv/h \times 0.05 \approx 1.07 μ Sv/h；第二术者位剂量率（透视）：13.4 μ Sv/h \times 0.05 \approx 0.67 μ Sv/h。②本底范围为 0.07~0.10 μ Sv/h，以上表中估算值是按未扣除本底的检测值进行保守估算，各点处实际附加值远低于估算结果。

根据以上估算结果可知，DSA 手术室手术医生的年受照最大剂量约为 0.29mSv，满足环评及批复中的剂量约束值要求（5mSv/a）。

（2）公众年附加有效剂量

根据环评报告，本项目技师和护士每组按 1000 例估算，年透视和摄影时间保守取 200h 和 33.4h，摄影工况下剂量率为透视情况下的剂量率取的 10 倍。

由表 7-1 检测结果，周围主要位置公众的年附加剂量见表 7-4。

表 7-4 机房外公众的年附加有效剂量

估算对象	估算位置	附加剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)		年工作时间 (h/a)	居留 因子	年附加有效剂量 (μSv)
		透视	摄影			
DSA 手术 室	南墙外 B (洁净走廊)	透视	0.02	200	1/4	2.67
		摄影	0.2	33.4	1/4	
	西墙外 C (第 19 手术室)	透视	0.02	200	1	10.68
		摄影	0.2	33.4	1	
	北墙外 D (清洁走廊)	透视	0.03	200	1/4	4.01
		摄影	0.3	33.4	1/4	
	楼上 J (第 4 手术室、 洁净走廊和手术 室精密仪器间)	透视	0.03	200	1	16.02
		摄影	0.3	33.4	1	
	楼下 K (候诊室、医学 影像教研室、第 一和第二读片 室、库房、控制 室及走廊)	透视	0.02	200	1	10.68
		摄影	0.2	33.4	1	

备注：检测本底范围 0.07~0.10 $\mu\text{Sv/h}$ ，表中估算值均已扣除本底最小值 0.07 $\mu\text{Sv/h}$ 。

由上表可知，DSA 手术室公众关注点年剂量最大值约为 16.02 μSv ，各区域辐射剂量率均接近本底水平，且公众受照时间较短，因此，本项目公众的年受照有效剂量小于本项目的剂量评价目标值（0.1mSv/a）。

表 8 验收监测结论

根据深圳市瑞达检测技术有限公司对本项目辐射工作场所验收监测结果，以及对本项目各项安全防护设施的如实查验，认为：

(1) 该建设项目的性质、规模、地点、工作方式或者辐射防护措施未发生重大变动。

(2) 本项目已按环境影响报告表及其批复要求落实各项辐射安全与防护设施/措施，并有效运行。

(3) 根据检测结果可知，DSA 手术室外各检测点 X 射线外照射剂量率最大值为 $0.61\mu\text{Sv/h}$ ，不大于 GBZ130-2020 中 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的剂量约束值要求，场所屏蔽效果达到环评报告表及批复要求。

(4) 根据验收检测结果，按照该项目预计手术量及工作时间，估算出 DSA 手术室工作人员在该台 DSA 设备上操作时可能接受的年有效剂量低于 0.29mSv 、公众受到的年剂量约为 $16.02\mu\text{Sv}$ ，均满足本项目环评批复中规定的 5mSv/a （职业人员）和 0.1mSv/a （公众）剂量约束值要求。

(5) 本项目已按照环境影响报告表及其批复要求医院更新并修订了《辐射安全管理制度》，其中包含<辐射安全与防护管理制度及岗位职责>、<辐射防护和安全保卫制度>、<操作规程>、<放射设备检修维护制度>、<放射设备台账管理制度>、<放射工作人员管理制度>、<辐射工作场所监测制度>、<放射性废物暂存、处置方案>、<放射性突发事故（件）应急预案>等，该制度明确了辐射安全管理小组相应的职责。并且医院已重新申领了辐射安全许可证。

附图、附件：略