

核技术利用建设项目

宁夏回族自治区人民医院医用数字减  
影血管造影装置（DSA）项目

环境影响报告表

(送审稿)

宁夏回族自治区人民医院

2023年2月

核技术利用建设项目

宁夏回族自治区人民医院医用数字减  
影血管造影装置（DSA）项目

环境影响报告表

(送审稿)

建设单位名称：宁夏回族自治区人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：周玮

通讯地址：宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街 301 号

邮政编码：750002

联系人：姚宗碧

电子邮箱：yaozongbi1973@163.com

联系电话：13639576957

# 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	10
表 3 非密封放射性物质.....	10
表 4 射线装置.....	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6 评价依据.....	13
表 7 保护目标与评价标准.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	22
表 9 项目工程分析与源项.....	25
表 10 辐射安全与防护.....	27
表 11 环境影响分析.....	31
表 12 辐射安全管理.....	31
表 13 结论与建议.....	31
表 14 审批.....	31
附图 1 宁夏人民医院本部院区地理位置示意图.....	31
附图 2 宁夏人民医院宁南医院地理位置示意图.....	48
附图 3 本部院区平面布局示意图.....	31
附图 4 宁南医院平面布局示意图.....	50
附图 5 本部院区基地五层平面布局示意图.....	51
附图 6 宁南医院门诊楼一层平面布局示意图.....	52
附图 7 本部院区基地五层 DSA 手术室平面图.....	53
附图 8 宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室平面图.....	54
附件 1 辐射安全许可证.....	55
附件 2 辐射环境现状监测报告本.....	60

表 1 项目基本情况

建设项目名称		宁夏回族自治区人民医院医用数字减影血管造影装置（DSA）项目			
建设单位		宁夏回族自治区人民医院			
法人代表	周玮	联系人	姚宗碧	联系电话	13639576957
注册地址		宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街 301 号			
项目建设地点		宁夏回族自治区人民医院本部重大疫情救治基地五层 DSA 手术室、宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		1900	项目环保投资 (万元)	117	投资比例（环保 投资/总投资） 6.2%
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 <sup>2</sup> ） 114.4
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	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		
其它	无				
<p><b>1.1 医院概况</b></p> <p>宁夏回族自治区人民医院（以下简称“宁夏人民医院”）创建于 1934 年，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复、急救为一体的三级甲等医院，是宁夏医科大学附属自治区人民医院暨第三临床医学院、北方民族大学非直属关系附属医院。同时，也是宁夏人民医院医疗集团核心单位。</p> <p>医院总占地面积 604.46 亩，建筑面积 33.01 万平方米。下设院本部、西夏分院、宁夏医疗急救中心、宁夏眼科医院和宁南医院五个院区，编制床位数 2630 张。现有职工 3669 人，其中硕士研究生及以上学历人员 795 人，研究生导师 115 人，享受国务院、自治区政府津贴 53 人次。拥有直线加速器、3.0T 核磁共振及各种内窥镜等大型医疗设备上千台（件）。医院是国家电子病历系统功能应用水平分级评价五级单位。建成了基于全成本核算等一院多区一体化运营管理平台和以支付结算为纽带的互联网医院平台，实现五个院区一体化管理模式。</p>					

医院是国家卫生健康委“脑卒中筛查与防治基地医院”，眼科、麻醉科、临床护理为国家临床重点专科，中医脾胃病科为国家中医重点专科。设有自治区专科区域医疗中心7个、自治区级临床诊疗中心15个。是宁夏眼科、创伤骨科等12个质量控制中心挂靠单位。是全国首批全科医生规范化培养基地、住院医师规范化培训基地、第二批国家专科医师规范化培训制度试点专科培训基地、国家医师资格考试实践技能考试基地、国家临床药师培训基地。医院服务范围涉及陕、甘、宁、蒙等省区1300多万人口。2022年完成总诊疗量216.66万人次、出院患者10.51万人次、手术量5.06万台次，平均住院日7.41天。

本项目位于宁夏人民医院本部重大疫情救治基地和宁南医院门诊楼。其中本部院区地处银川市金凤区正源北街301号，宁南医院地处中卫市海原县工业物流园丽景街与仁和路交汇处，本部院区和宁南医院地理位置示意图分别见附图1和附图2，院区平面布局示意图分别见附图3和附图4。

## 1.2 本项目概况

### 1.2.1 本项目性质及环境影响评价内容

为进一步提高疾病综合诊疗水平，为广大患者提供更高效更便捷的医疗服务，本项目宁夏人民医院拟新增使用2台血管造影机DSA用于开展介入诊疗工作，DSA使用场所分别位于本部院区重大疫情救治基地五层DSA手术室、宁南医院门诊楼一层DSA手术室。本项目拟新增的2台DSA设备具体情况见表1.1。

表 1.1 本项目新增使用 2 台 DSA 设备具体情况

设备名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	用途	备注
血管造影机 DSA	II	1	Artis pheno	125	1000	本部院区重大疫情救治基地五层 DSA 手术室	介入诊疗	新增
血管造影机 DSA	II	1	待定	125	1000	宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室	介入诊疗	新增

本项目性质为新建，根据《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和相关法律法规要求，本项目应当开展环境影响评价，编制环境影响评价报告表，报生态环境主管部门审批。

根据生态环境部《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（2019年生态环境部部令第9号）的最新要求，核工业北京化工冶金研究院符合第九条第一款规定，不属于该条第二款所列单位，无该条第三款所列情形，该单位有专职环评工程师，有能力开展环境影响评价工作。受宁夏回族自治区人民医院的委托，核工业北京化工冶金研究院组织技术人员在现场踏勘、监测和收集资料的基础上，整理编制完成了本项目环境影响报告表。评价重点是 DSA

设备运行期间产生的 X 射线对职业工作人员、周围公众和环境所产生的辐射影响。

### 1.2.2 本项目产业政策符合性及实践正当性

本项目拟利用 DSA 设备开展介入临床疗效研究及验证工作，属于核技术项目在医学领域内的运用。根据国家发展和改革委员会 2021 年第 49 号令《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》，本项目属于鼓励类中“十三、医药”的 5 条“新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用”类别，符合国家产业政策和发展规划。

血管造影机（DSA）已经是一类相当成熟的医用 X 射线设备，被广泛的应用于部分疾病的介入诊疗。介入诊断直观有效，为临床上许多问题开拓了新的解决途径，而介入治疗具有创伤小、疗效迅速、恢复快等特点，是目前部分疾病的首选治疗方法。虽然 DSA 设备产生的 X 射线会对人体产生些许危害，但所获得的利益将远大于其危害。本项目的建设将进一步提升宁夏人民医院医疗服务能力，医院在开展介入诊疗工作期间，将严格按照国家相关法律、法规和标准的要求对辐射工作场所采取相应的安全防护措施，并建立对射线装置安全管理的规章制度。所以，DSA 设备的使用对职业人员、公众以及环境带来的不利影响远低于其对社会带来的利益，故该核技术利用项目符合“实践正当性”原则。

### 1.2.3 项目位置及选址合理性分析

本项目建设地点位于宁夏人民医院本部院区重大疫情救治基地（以下简称“基地”）和宁南医院门诊楼。其中，基地位于本部院区中部，其东侧为停车场，南侧为绿化带和住院楼，西侧医技楼，北侧为绿化带和肿瘤治疗中心；宁南院区门诊楼位于院区中部，东侧为住院楼，南侧、北侧均为绿化带，西侧为门诊大厅。本项目建设地点周围 50m 范围内均为医院院内建筑，无居民楼、学校、养老院、超市等环境敏感目标。本部院区平面布局示意图见图 1.1，宁南医院平面布局示意图见图 1.2。

本项目拟建辐射工作场所分别位于本部院区基地五层 DSA 手术室、宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室。其中，本部院区基地五层 DSA 手术室东侧为污物走廊，南侧为 2 号手术室和设备间，西侧为患者通道，北侧为控制室和体外循环室，楼上为病房和楼顶，楼下为外科 ICU 和过道，本部院区基地五层平面布局示意图见图 1.3；宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室东侧为控制室，南侧为走廊，西侧为设备间和辅料间，北侧为 DSA 患者通道和污物间，楼上现为空置房间，楼下无建筑，宁南医院门诊楼一层平面布局示意图见图 1.4。

本项目 2 间 DSA 手术室毗邻区域敏感点较少，无人员密集区域，且各 DSA 手术室拟采取有效的实体屏蔽防护措施，因此本项目辐射工作场所的选址已充分考虑了周围区域的辐射安全与防护，场所布局具有合理性，对周围公众及环境的影响非常有限。

### 1.2.4 设备工作负荷及人员配备情况

根据医院提供的信息：本部院区基地五层 DSA 设备投入运行后，预计年开展介入手术量不超过 1000 台/年，计划配备至少 6 名辐射工作人员，包括 4 名介入手术医师，1 名技师和 1 名护士，介入手术医师两两分组轮流承担手术，即每名医师手术量不超过 500 台/年。宁南医院门诊楼一层 DSA 设备投入运行后，预计年开展介入手术量约 500 台/年，计划配备至少 4 名辐射工作人员，即 2 名介入手术医师，1 名技师和 1 名护士，每名医师手术量不超过 500 台/年。

### 1.3 核技术利用现状

宁夏回族自治区人民医院目前持有宁夏回族自治区生态环境厅颁发的辐射安全许可证（宁环辐证[N0025]，见附件 1），有效期至 2023 年 12 月 24 日，许可种类和活动范围包括：使用 III 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置，使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

(1) 已许可使用的放射源：医院已获许可使用的放射源共 1 枚，详见表 1.2。

表 1.2 已许可使用的放射源

核素	类别	数量（枚）	总活度（Bq）	活动种类
Ir-192	III 类	1	3.7E+11	使用

(2) 已许可使用的非密封放射性物质：医院已获许可使用的非密封放射性物质见表 1.3。

表 1.3 已许可使用的非密封放射性物质（乙级 1 处）

使用场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）
院本部核医学科	乙级	Tc-99m	9.25E+07	2.78E+12
		Sr-89	1.78E+08	6.22E+11
		Sm-153	7.4E+08	2.59E+12
		P-32	1.85E+08	6.48E+11
		I-131	1.7E+09	2.294E+12
		I-125	5.92E+06	5.92E+11
		I-123	9.25E+06	3.24E+11

(3) 已许可使用的射线装置：医院已获许可使用的射线装置见表 1.3。

表 1.3 已许可使用的射线装置（II 类 22 台、III 类 95 台）

序号	装置名称	类别	装置数量
1	直线加速器	II	1
2	移动 X 光机	III	3
3	牙片机	III	3
4	小 C 形臂 X 射线机	III	6
5	数字胃肠机	III	3
6	乳腺 X 光机	III	1

7	模拟定位 CT	III	1
8	口腔全景机	III	2
9	大孔径 CT	III	1
10	大 C 形臂 X 射线机	II	5
11	SPECT/CT	III	1
12	DR	III	10
13	CT	III	8
合计			45

宁夏回族自治区人民医院现有核技术利用项目环保手续齐全，医院自从事辐射工作以来，未出现过辐射应急情况。



图 1.1 本部院区平面布局示意图



图 1.2 宁南医院平面布局示意图

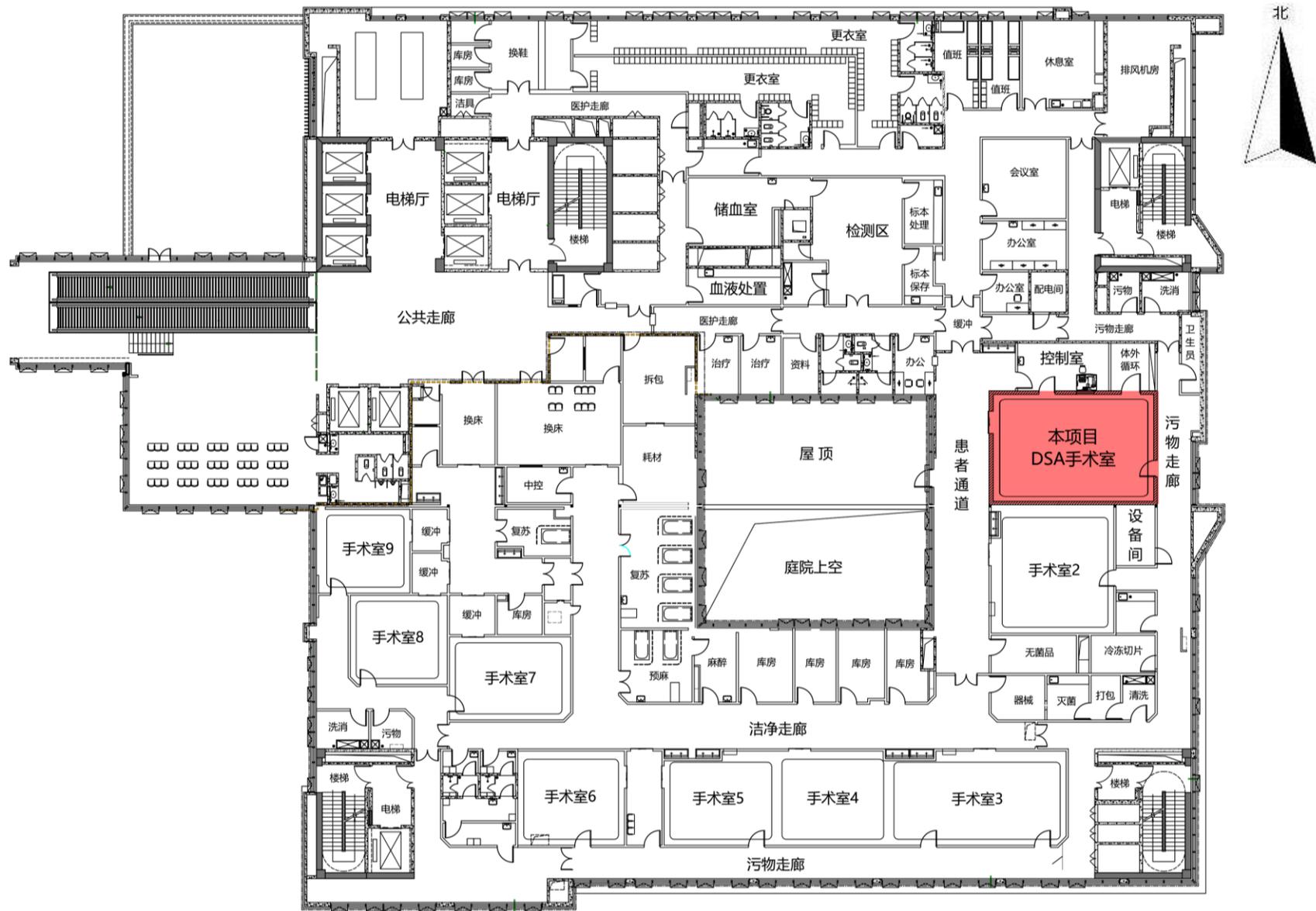


图 1.3 本部院区基地五层平面布局示意图

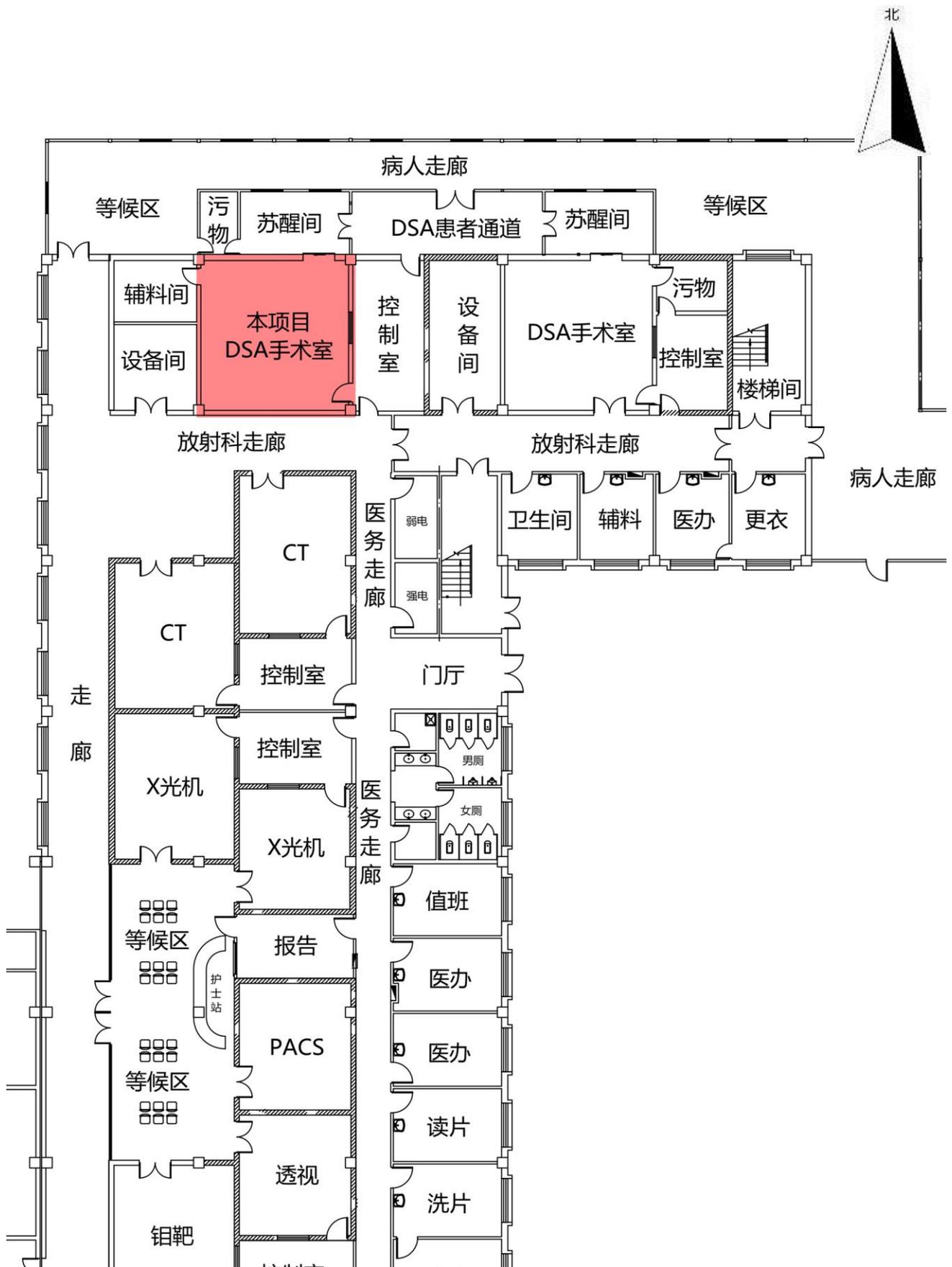


图 1.4 宁南医院门诊楼一层平面布局示意图

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
无								

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国家标准《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

(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
无										

(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	血管造影机 DSA	II	1	Artis pheno	125	1000	介入诊疗	本部院区重大疫情救治 基地五层 DSA 手术室	新增
2	血管造影机 DSA	II	1	待定	125	1000	介入诊疗	宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室	新增

(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 (μA)	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	
无													

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
无								

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日修订并实施；</p> <p>(4) 《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 9 月 20 日公布，2019 年 11 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》，国务院令第 709 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订版公布并实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号修订，2017 年 6 月 21 日公布，2017 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，经生态环境部部令第 20 号修订，2021 年 1 月 4 日公布并实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部第 18 号令，2011 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部部令第 16 号，2020 年 11 月 30 日公布，2021 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(10) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》，原环境保护部和国家卫计委公告第 66 号，2017 年 12 月 5 日公布并实施；</p> <p>(11) 《关于发布&lt;建设项目竣工环保验收暂行办法&gt;的公告》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日公布并实施；</p> <p>(12) 《中国核与辐射安全管理体系 现场监督检查和执法程序》，生态环境部，2020 年；</p> <p>(13) 《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 日印发，2020 年 1 月 1 日起实施。</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》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3) 《环境<math>\gamma</math>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》（GBZ130-2020）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 宁夏人民医院提供的与本项目相关建筑图纸、文件资料和技术资料等。</p> <p>(2) NCRP Report No.147: Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004;</p> <p>(3) 《辐射防护手册》第一分册；</p> <p>(4) 《医用外照射源的辐射防护》，ICRP 33号出版物，人民卫生出版社，1984；</p> <p>(5) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）。</p>

表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据本项目评价内容，按照《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定，并结合本项目的辐射特点，确定本项目以各 DSA 手术室实体屏蔽墙边界向外围扩展 50m 的区域作为评价范围，评价范围示意图见图 7.1 和 7.2。

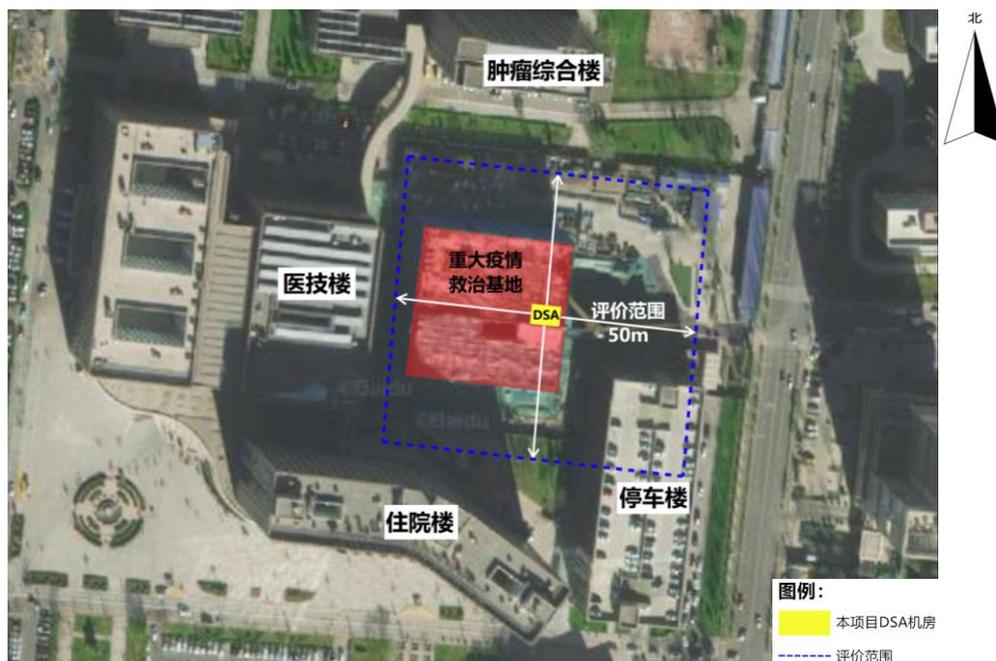


图 7.1 本部院区评价范围示意图



图 7.2 宁南医院评价范围示意图

## 7.2 保护目标

本项目建设地点分别位于宁夏人民医院本部院区重大疫情救治基地五层和宁南医院门诊楼一层。其中，基地位于本部院区中部，其东侧为停车场，南侧为绿化带和住院楼，西侧医技楼，北侧为绿化带和肿瘤治疗中心；宁南院区门诊楼位于院区中部，东侧为住院楼，南侧、北侧均为绿化带，西侧为门诊大厅。本项目周边区域保护目标的分布情况见表 7.1。

表 7.1 本项目周边区域保护目标的分布情况

位置	方位	场所	距离 (m)	人数	保护对象
本部院区 基地五层	西侧 北侧 南侧	重大疫情救治基地大楼	0~50	约 600 人	公众
宁南医院 门诊楼一层	西侧	门诊大厅	0~50	约 200 人	
	北侧	门诊楼北楼	0~50	约 100 人	
	南侧	放射科	0~50	约 100 人	
	东侧	病房楼 (部分)	40~50	约 20 人	

本项目拟建辐射工作场所分别位于本部院区基地五层 DSA 手术室、宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室。其中，本部院区 DSA 手术室位于基地五层东部，东侧为污物走廊，南侧为 2 号手术室和设备间，西侧为患者通道，北侧为控制室和体外循环室，楼上为病房和楼顶，楼下为外科 ICU 和过道；宁南医院 DSA 手术室位于门诊楼一层北部，东侧为控制室，南侧为走廊，西侧为设备间和辅料间，北侧为 DSA 患者通道和污物间，楼上现为空置房间，楼下无建筑。本项目辐射工作场所周围主要保护目标详见表 7.2。本部院区基地五层平面布局示意图见图 7.3，基地四层、六层平面布局示意图分别见图 7.4 和图 7.5，宁南医院门诊楼一层平面布局示意图见图 7.6。

表 7.2 本项目辐射工作场所周围主要保护目标

辐射场所	方位	距离 (m)	周围场所	人数	保护目标
本部基地五层 DSA 手术室	北侧	0~3	控制室	6 人	辐射工作人员
		2~5	卫生室	1 人	公众
		5~12	办公室	6 人	公众
		19~25	值班室、休息室	3 人	公众
	西侧	4~7	办公室	2 人	公众

		8~18	检测区	约 3 人	公众
		14~20	治疗室	5 人	公众
		25~30	值班室、中控室	3 人	公众
	楼上	0~4	病房	约 5 人	公众
	楼下	0~4	外科 ICU	约 3 人	公众
宁南医院门诊楼 一层 DSA 手术室	东侧	0~3	本项目控制室	4 人	辐射工作人员
		15~18	控制室	4 人	公众*
		15~19	医办	2 人	公众
		40~50	病房楼（局部）	10 人	公众
	南侧	10~18	CT、X 光机控制室	8 人	公众*
		40~45	钼靶、透视控制室	3 人	公众*
		45~50	彩超、碎石机房	3 人	公众
	西侧	5~7	值班工位	1 人	公众
		10~50	门诊大厅固定工作人员	约 30 人	公众
	北侧	15~50m	门诊北楼固定工作人员	约 20 人	公众

注\*：指非本项目的辐射工作人员，将其视为公众成员。

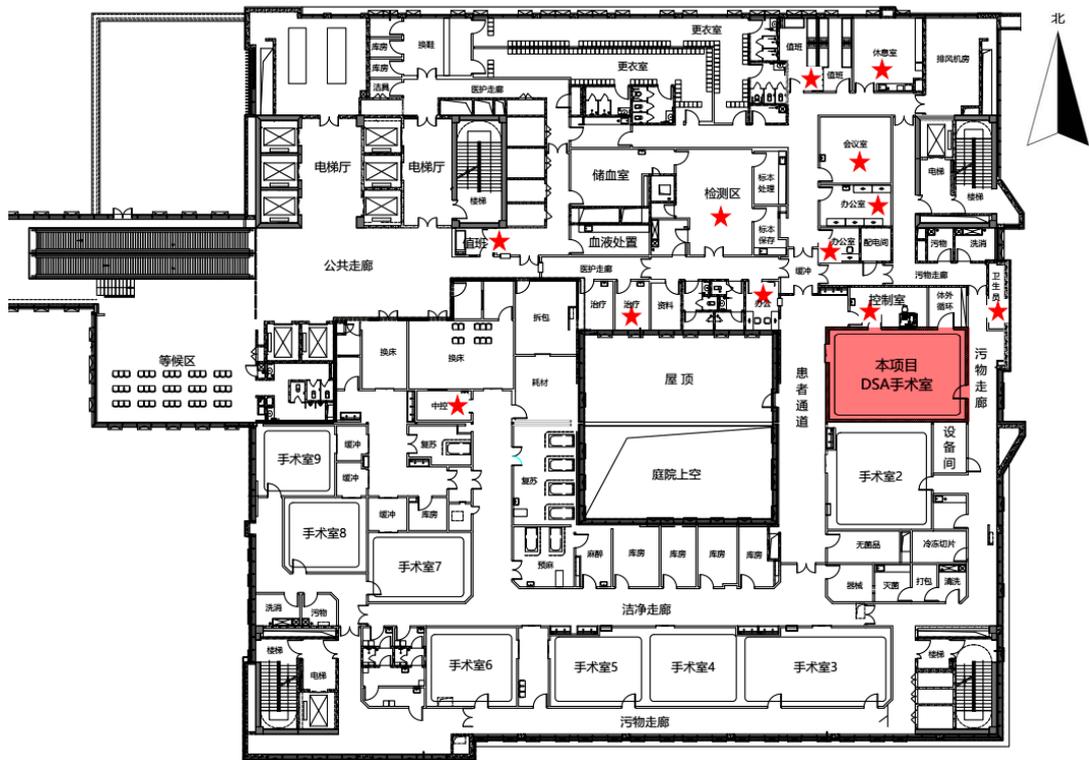


图 7.3 本部院区基地五层平面布局示意图

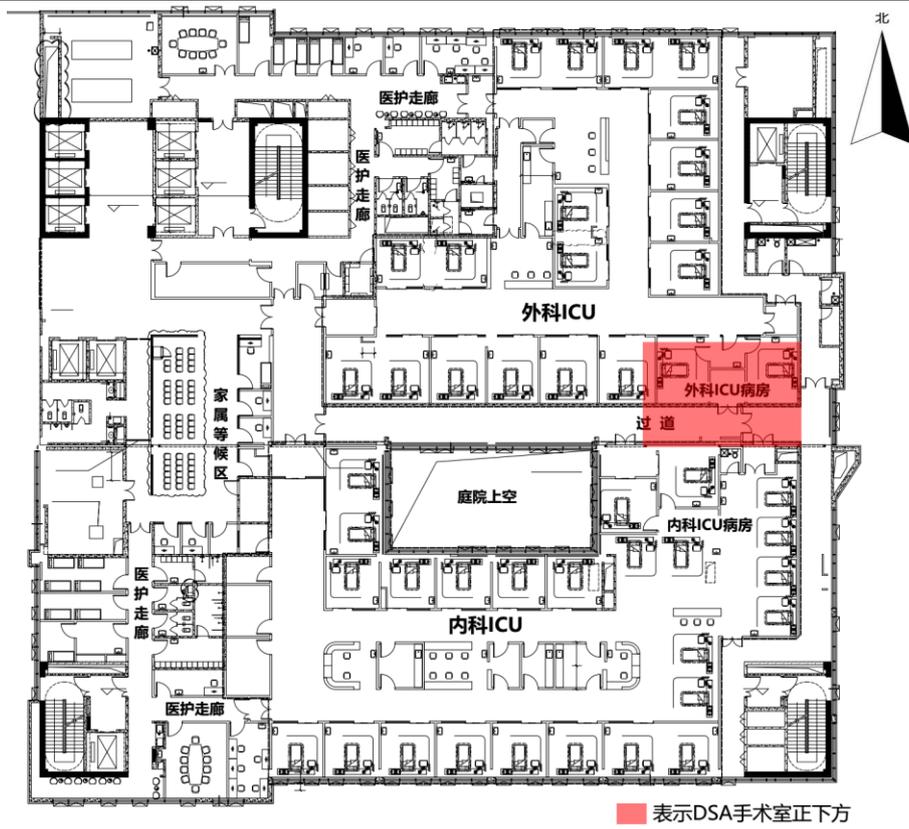


图 7.4 本部院区基地四层平面布局示意图

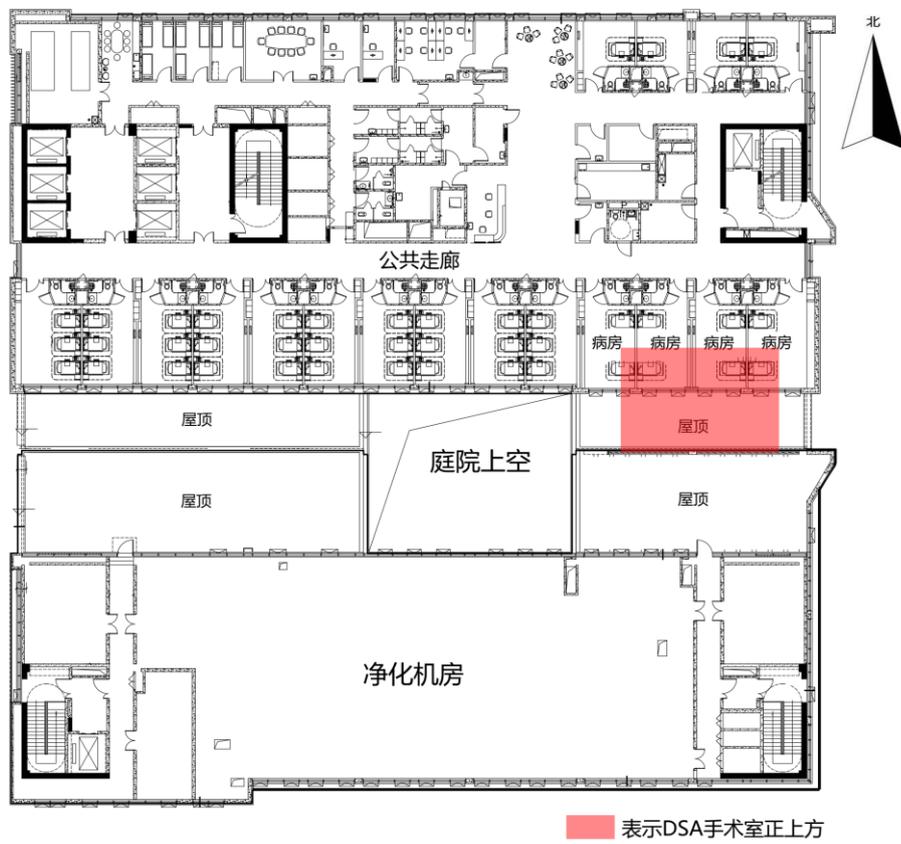


图 7.5 本部院区基地六层平面布局示意图

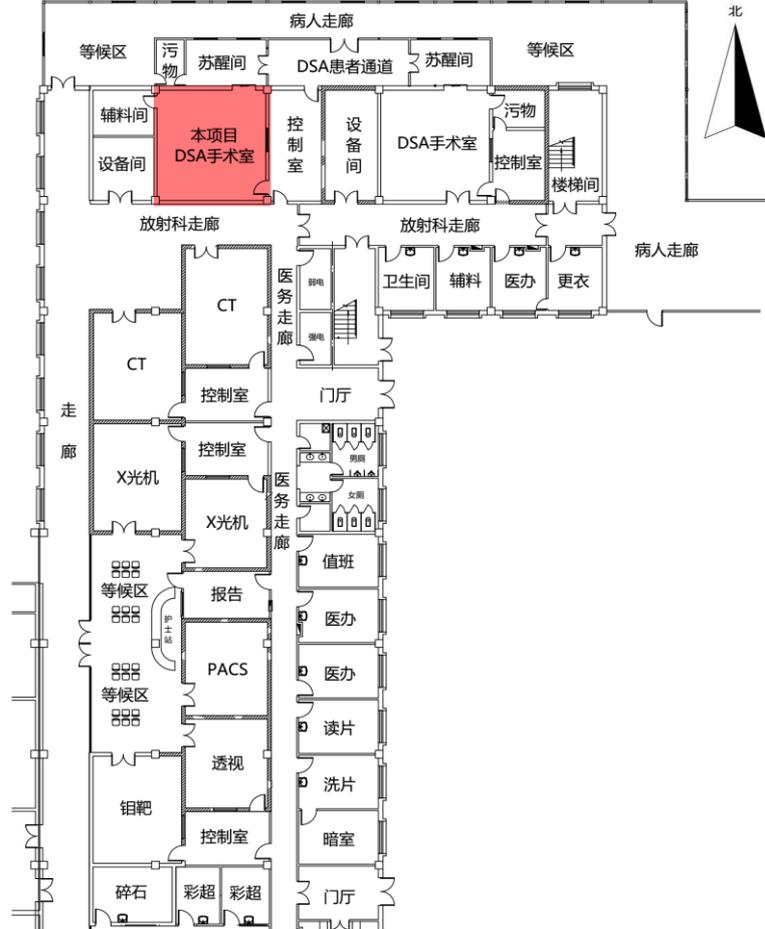


图 7.6 宁南医院门诊楼一层平面布局示意图

## 7.3 评价标准

### 7.3.1 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的规定,工作人员的  
职业照射和公众照射的剂量限值如下:

#### (1) 职业照射

应对任何工作人员的职业照射水平进行控制,使之不超过下述限值:

- (a) 由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量, 20 mSv;
- (b) 任何一年中的有效剂量, 50 mSv。

#### (2) 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;
- (b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

### 7.3.2 剂量约束值

综合考虑医院射线装置的使用现状，本次评价对职业照射和公众分别设定了年受照剂量约束值：

- (1) 本项目介入工作人员的剂量约束值取 5mSv/a。
- (2) 本项目公众成员的剂量约束值取 0.1mSv/a。

### 7.3.3 剂量率控制水平

(1) 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的规定：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 $\mu$ Sv/h；

(2) 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的规定：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 $\mu$ Sv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25 mSv；

为了加强辐射安全管理工作，尽量减少场所周围公众人员的受照剂量，医院拟加强 DSA 手术室的屏蔽防护措施，确保 DSA 在透视模式和摄影模式下，各 DSA 手术室周边墙（含楼上和楼下）、防护门和观察窗外 30cm 处剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

### 7.3.4 X 射线设备机房的及空间要求

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)第 6.1.5 条的要求，本项目 DSA 手术室最小有效使用面积、最小单边长度应满足表 7.3 的要求。

表 7.3 X 射线设备机房（照射室）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 <sup>2</sup> )	机房内最小单边长度(m)
单管头 X 射线设备（含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

### 7.3.5 X 射线设备机房的屏蔽防护要求

《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中表 3 给出的各类 X 射线机房的屏蔽防护铅当量厚度要求，本项目 DSA 手术室屏蔽防护铅当量厚度不应小于表 7.4 的要求。

表 7.4 不同类型 X 射线机房的屏蔽防护要求

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

#### 7.4 评价目的

(1) 对建设项目环境辐射现状进行调查或监测，以评价该地区辐射环境状况及场址周围的辐射环境现状水平；

(2) 评价项目在运行过程中对工作人员及公众成员所造成的辐射影响；

(3) 评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为生态环境主管部门的管理提供依据；

(4) 通过项目辐射环境影响评价，为使用单位保护环境和公众利益给予技术支持；

(5) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

(6) 评价项目的可行性，从环境保护角度为生态环境主管部门和宁夏人民医院开展辐射环境管理提供依据。

#### 7.5 评价原则

依据国家相关法律、法规及部门规章展开评价，严格执行国家和宁夏回族自治区的有关标准。要求辐射防护设计和安全措施必须满足相关标准的规定，并保证各类人员受照剂量在规定的限值以内，满足辐射实践的正当性、辐射防护与安全的最优化原则。

表 8 环境质量和辐射现状

**环境质量和辐射现状**

核工业北京化工冶金研究院分析测试中心于 2023 年 1 月 10 日对本项目拟建辐射工作场所及周围环境进行了环境辐射本底水平现状检测。本次辐射现状监测按照《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)、《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 和核工业北京化工冶金研究院编制的质量体系文件的要求, 实施全过程质量控制。检测报告详见附件 2。

**(1) 监测因子**

环境  $\gamma$  辐射剂量率。

**(2) 监测方法**

在检测点位附近巡测, 测量时一般距地面 1m 处, 每 10s 进行一次读数, 每个测点读 10 次数。

**(3) 监测仪器**

本次监测所使用的仪器已通过中国计量科学研究院检定, 并处于有效期内, 检测仪器性能和参数如表 8.1 所示。

表 8.1 检测仪器性能和参数表

仪器名称	X- $\gamma$ 剂量率仪
仪器型号	AT1123
能量相应	15keV~10MeV
量程	10nSv/h~10Sv/h
仪器编号	YQ-HJ-0079
检定证书编号	DLjl2022-05154
检定有效期	2022 年 6 月 7 日~2023 年 6 月 6 日

**(5) 质量保证措施**

- a. 合理布设监测点位, 保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性;
- b. 采用国家有关部门颁布的标准方法, 监测人员经考核并持有合格证书上岗;
- c. 检测仪器已经过计量部门检定, 并处于有效期内;
- d. 由专业人员按操作规程操作仪器, 并做好记录;
- e. 检测报告严格实行三级审核制度, 经过校对、校核, 最后由技术总负责人签发。

#### (4) 监测点位布置

① 本部院区基地五层 DSA 手术室：在拟建 DSA 手术室西墙外、南墙外、东墙外、南墙外、手术室内部、手术室楼上和楼下均布设测量点位，共计 11 个测量点位，检测布点图见图 8.1。

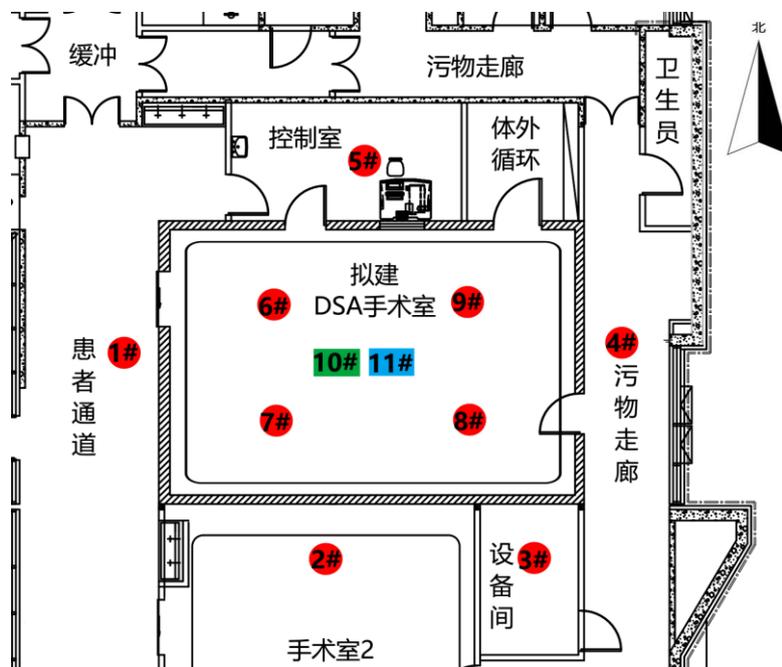


图 8.1 本部 DSA 手术室环境辐射水平监测布点图

② 宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室：在拟建 DSA 手术室东墙外、南墙外、西墙外、北墙外、手术室内部、手术室楼上均布设测量点位，共计 10 个测量点位，检测布点图见图 8.2。

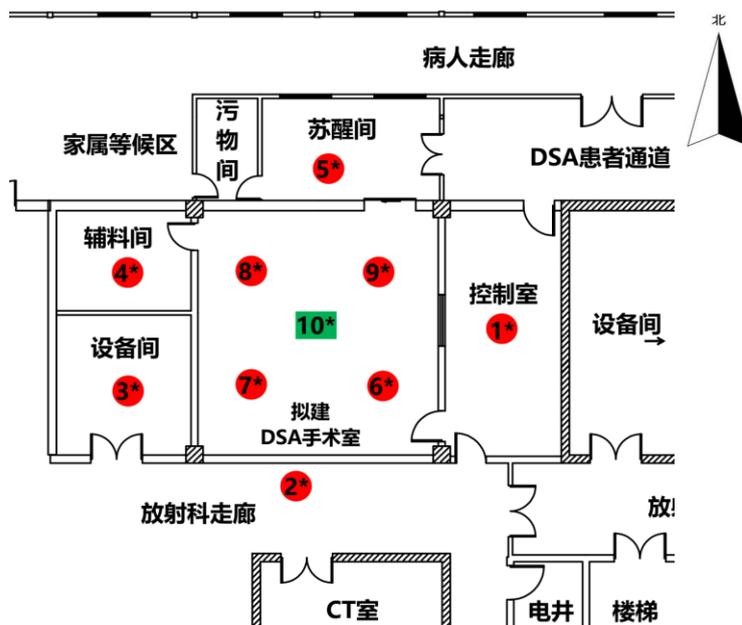


图 8.2 宁南 DSA 手术室环境辐射水平监测布点图

## (6) 检测结果

工作场所现状检测结果见表 8.2。

表 8.2 拟建辐射工作场所及周边环境本底辐射水平检测结果\*

场所	编号	检测点位置	检测数据 (单位: nSv/h)
本部院区 DSA 手术室	1#	DSA 手术室东墙外	104
	2#	DSA 手术室南墙外	102
	3#	DSA 手术室南侧设备间	97
	4#	DSA 手术室西墙外	101
	5#	DSA 手术室北墙外	100
	6#	DSA 手术室内部	98
	7#	DSA 手术室内部	96
	8#	DSA 手术室内部	96
	9#	DSA 手术室内部	98
	10#	DSA 手术室楼上	103
	11#	DSA 手术室楼下	101
宁南医院 DSA 手术室	1*	DSA 手术室东墙外	136
	2*	DSA 手术室南墙外	142
	3*	DSA 手术室西侧设备间	136
	4*	DSA 手术室西侧辅料间	134
	5*	DSA 手术室北墙外	124
	6*	DSA 手术室内部	126
	7*	DSA 手术室内部	122
	8*	DSA 手术室内部	129
	9*	DSA 手术室内部	125
	10*	DSA 手术室楼上	133

\*以上数据未扣除仪器对宇宙射线的响应；

监测结果表明：本项目拟建辐射工作场所环境辐射水平处于 96nSv/h~134nSv/h 之间，监测结果处于宁夏回族自治区环境本底值范围内，未发现辐射水平异常。

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 设备工作原理及组成

本项目所涉及的血管造影机（DSA）为采用 X 射线进行成像的设备。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 主要组成部分包括：C 型臂机架，导管床，高压发生器，X 射线管，数字化探测器，满足数字化平板采集特点的数字图像处理系统，存储系统(含各种分析软件)，控制操作系统，防护设备，连接电缆以及附属设备。DSA 设典型设备示意图见图 9.1。

DSA 适用于心脏大血管的检查。对心内解剖结构异常、主动脉夹层、主动脉瘤、主动脉缩窄和分支狭窄以及主动脉发育异常等显示清楚。对冠状动脉也是最好的显示方法。显示颈段和颅内动脉清楚，用于诊断颈段动脉狭窄或闭塞、颅内动脉瘤、动脉闭塞和血管发育异常，以及颅内肿瘤供血动脉的观察等。



图 9.1 DSA 典型设备示意图

### 9.1.2 工作流程

医用血管造影 X 射线机的一般操作流程包括：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 射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。

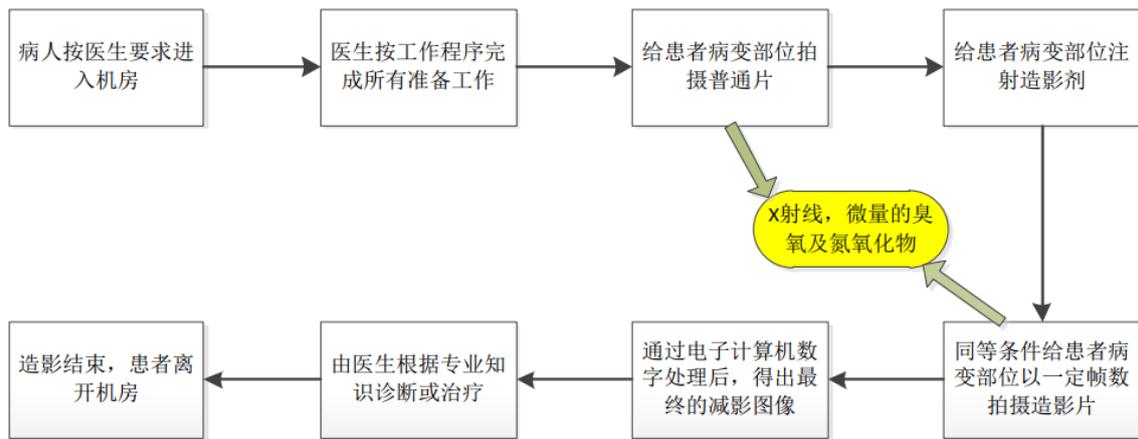


图 9.2 数字血管造影机工作流程及产污环节

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 主要放射性污染

由射线装置的工作原理可知，X 射线随着射线装置的开、关而产生和消失。因此，射线装置在关机状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态下才会产生 X 射线，主要的放射性污染包括 X 射线贯穿辐射、泄漏辐射和散射辐射。

### 9.2.1 正常工况的污染途径

正常工况下 X 射线是主要的放射污染。当电子轰击靶时，与靶物质发生作用产生韧致辐射 X 射线，X 射线有用束、漏射及散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染；X 射线贯穿机房的屏蔽设施进入外环境中，将对操作人员及机房周围人员生产造成辐射影响。另外，介入手术医师需借助 X 射线影像检查系统引导操作，操作过程中工作人员将暴露于射线装置附近，人员受照剂量较高。

正常工况下，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧及氮氧化物等有害气体，如果机房通风状况不佳，将导致有害气体在机房内累积。

### 9.2.2 事故工况下的污染途径

(1) 射线装置控制系统失控、电器系统故障或人员疏忽，造成射线装置参数设置错误，使得患者或工作人员受到超剂量照射；

(2) 在射线装置工作状态下，无关人员误入机房受到误照射。

表 10 辐射安全与防护

## 10.1 项目安全设施

### 10.1.1 项目平面布局和分区情况

本项目拟建辐射工作场所分别位于本部院区基地五层 DSA 手术室和宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室。其中，本部院区基地五层 DSA 手术室东侧为污物走廊，南侧为 2 号手术室和设备间，西侧为患者通道，北侧为控制室和体外循环室，楼上为病房和楼顶，楼下为外科 ICU 和过道。宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室东侧为控制室，南侧为走廊，西侧为设备间和辅料间，北侧为 DSA 患者通道和污物间，楼上现为空置房间，楼下无建筑。本项目辐射工作场所拟实行分区管理，其中 DSA 手术室内部区域划为控制区，控制室、设备间等毗邻区域划为监督区。分区管理示意图详见图 10.1 和图 10.2。

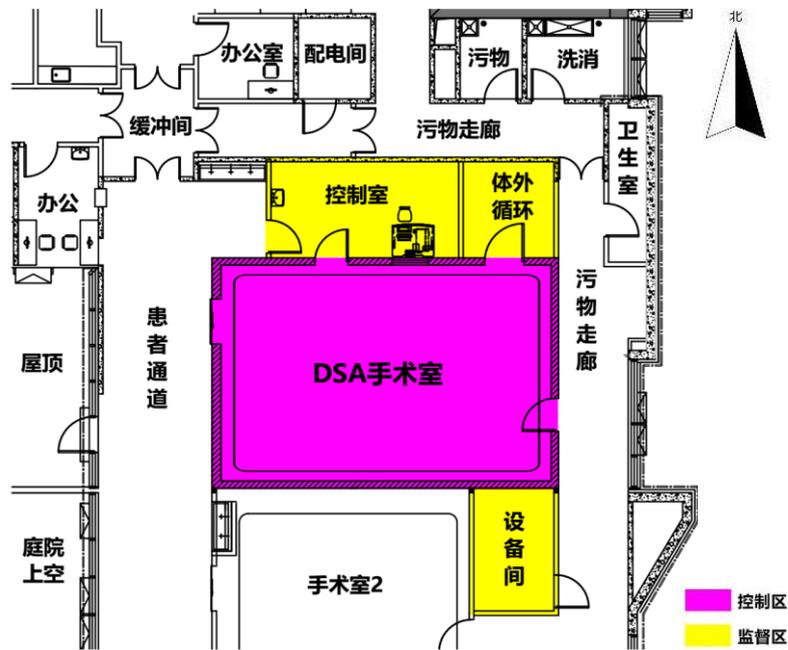


图 10.1 本部院区基地五层 DSA 手术室分区管理示意图

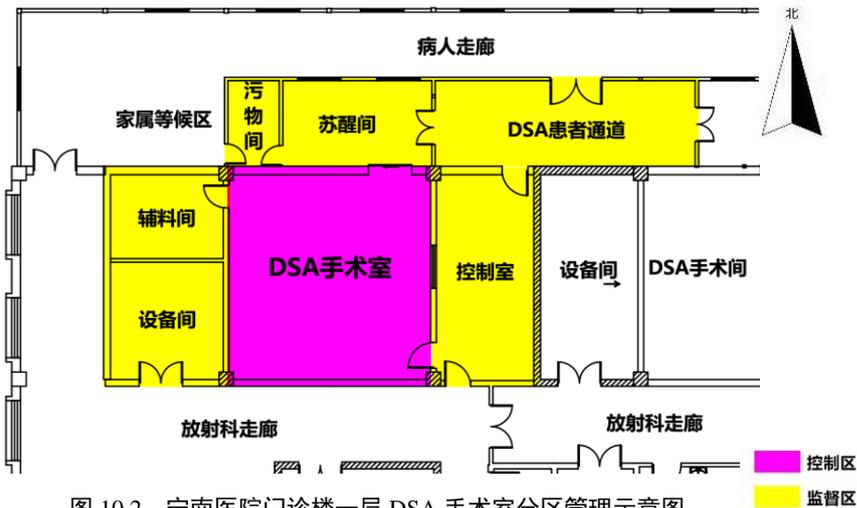


图 10.2 宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室分区管理示意图

## 10.1.2 实体屏蔽措施

### (1) DSA 手术室空间尺寸

本项目拟建的 2 间 DSA 手术室的内部空间尺寸与《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的对照情况见表 10.1。

表 10.1 本项目 DSA 机房空间尺寸

机房所在位置	机房面积	机房尺寸	GBZ130-2020 要求 最小有效使用面积	GBZ130-2020 要求 最小单边长度
本部院区基地五层 DSA 手术室	64m <sup>2</sup>	10m×6.4m	20m <sup>2</sup>	3.5m
宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室	50.4m <sup>2</sup>	7.2m×7m		

由表 10.1 可知，本项目拟建的 2 间 DSA 手术室的有效使用面积和最小单边长度均符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中的相关要求。

### (2) 屏蔽材料和厚度

本部院区基地五层 DSA 手术室四周墙体均为轻钢龙骨隔墙+4mm 铅板，手术室防护门、医用防护门、污物门、体外循环间防护门均为不锈钢门内夹 4mm 铅板，各观察窗均为 4mm 铅当量铅玻璃，屋顶和地板均为 25cm 厚混凝土楼板。

宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室四周墙体均为空心砖墙+4mm 铅板，手术室防护门、医用防护门和辅料间防护门均为不锈钢门内夹 4mm 铅板，各观察窗均为 4mm 铅当量铅玻璃，屋顶为 17cm 厚混凝土楼板，下方为地基。本项目各 DSA 室具体屏蔽防护参数详见表 10.2。

表 10.2 本项目 DSA 手术室屏蔽防护参数一览表

机房名称	位置	屏蔽材料及厚度	等效铅当量厚度
本部院区基地五层 DSA 手术室	四周墙体	轻钢龙骨隔墙+4mm 铅板	4mmPb
	屋顶、地面	25cm 厚混凝土楼板	3.5mmPb
	各防护门	不锈钢门内夹 4mm 铅板	4mmPb
	各观察窗	4mm 铅当量铅玻璃	4mmPb
宁南医院门诊楼一 层 DSA 手术室	四周墙体	空心砖墙+4mm 铅板	4mmPb
	屋顶	17cm 厚混凝土楼板	2.4mmPb
	各防护门	不锈钢门内夹 4mm 铅板	4mmPb
	各观察窗	4mm 铅当量铅玻璃	4mmPb

对照《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 对 DSA 设备机房的防护要求，有用线束方向铅当量厚度不小于 2mm，非有用线束方向铅当量厚度不小于 2mm。由表 10.2 可知，本项目 2 间 DSA 手术室屏蔽防护铅当量厚度均满足标准要求。

### 10.1.3 辐射安全与防护措施

(1) 各 DSA 手术室拟采取实体屏蔽措施，应保证各 DSA 手术室周边墙（含楼上和楼下）、防护门和观察窗外 30cm 处剂量当量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，工作人员和公众的年有效剂量满足本报告提出的剂量约束值要求；

(2) 工作场所拟实行分区管理，各 DSA 手术室内部分区域划为控制区，控制室、设备间等毗邻区域划为监督区；

(3) 各 DSA 手术室防护门拟为搭接式电动平移防护门，拟设置内外脚触式开关，具备自动延迟关门和防挤压功能；医用防护门、污物门、体外循环防护门、辅料间防护门拟设置为平开防护门，并设有自动闭门装置；所有防护门外均须设置明显的电离辐射警示标识和中文警示说明；

(4) 各 DSA 手术室防护门、医用防护门上方拟设置工作状态指示灯，并设置门灯联锁装置，只要防护门关闭时，各指示灯须自动亮起；

(5) 各 DSA 手术室和控制室之间拟设置观察窗，并安装语音通话装置；

(6) 各 DSA 手术室拟设置机械通风换气系统，以防止臭氧等有害气体积聚；

(7) 各 DSA 设备的人员操作位拟采取局部屏蔽防护措施：手术床应悬挂  $0.5\text{mmPb}$  床侧防护帘，配备  $0.5\text{mmPb}$  铅玻璃吊屏、吊帘、挡板等防护措施，用于阻挡散、漏射线对辐射工作人员的照射；

(8) 各 DSA 手术室拟配备符合要求的个人防护用品：拟为工作人员配备  $0.5\text{mm}$  铅当量的铅橡胶防护衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅眼镜，并配备介入防护手套。拟为受检者配备  $0.5\text{mm}$  铅当量的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子；

(9) 所有辐射工作人员配备个人剂量计，个人剂量计应佩带在铅衣内侧胸部位置；

(10) 除存在临床不可接受的情况外，在摄影模式工况下，工作人员应尽量不在机房内停留。在保证影像清晰、不影响介入治疗的前提下，优化工作参数，尽可能减少医护人员和受检者的受照剂量。

### 10.2 三废的治理

本项目运行过程中不产生放射性“三废”。DSA 设备运行过程中会产生的微量的臭氧和氮氧化物有害气体，由机械通风系统排至室外大气，不会形成累积，对周围人员和环境的影响可以忽略。

### 10.3 环保投资

表 10.3 本项目环保投资估算列表

项目	环境保护措施	预计投资（万元）
辐射防护设计施工	铺设铅板，加装防护门、铅玻璃，内部装修等（2间手术室）	100
	2套通风系统，2套工作指示灯，电离辐射警示标志6个	10
监测仪器与防护用品	铅衣、铅围裙、铅围脖、铅眼镜等各类个人防护用品（多套）	5
	个人剂量计、个人剂量监测和职业健康体检费用（10人）	2
合计		117

表 11 环境影响分析

**11.1 建设阶段对环境的影响**

本项目建设过程中，将在现有的楼体、房间内开展辐射防护改造施工，辐射防护施工对环境影响非常有限，设备安装由设备厂家派专业人员负责，安装过程十分简单，对公众和周围环境的影响很小，此处不做详细评价。

**11.2 运行阶段对环境的影响**

**11.2.1 设备参数和运行情况**

**(1) 设备技术参数**

本项目新增使用 2 台的 DSA 最大管电压均为 125kV，最大管电流均为 1000mA。

**(2) 设备运行情况**

根据医院提供的信息：本部院区基地五层 DSA 设备投入运行后，预计年开展介入手术量不超过 1000 台/年，划配备至少 6 名辐射工作人员，包括 4 名介入手术医师，1 名技师和 1 名护士，介入手术医师两两分组轮流承担手术，即每名医师手术量不超过 500 台/年。宁南医院门诊楼一层 DSA 设备投入运行后，预计年开展介入手术量约 500 台/年，计划配备至少 4 名辐射工作人员，即 2 名介入手术医师，1 名技师和 1 名护士，每名医师手术量不超过 500 台/年。根据环评经验数据，DSA 手术类型、工作模式及曝光时间统计见表 11.1。

表 11.1 DSA 手术类型、每台手术平均曝光时间

手术类型	透视时间 (min)	摄影时间 (min)
冠状动脉造影/放置支架	12	1
先心病介入治疗	5	1
心脏起搏器植入	5	0.5
心脏射频消融	5	0.5
外周血管介入诊疗	10	2

根据 NCRP147 报告，心脏血管造影比其他手术类型的工作负荷、泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能都大，保守起见，本项目在估算工作人员和周围公众的年附加剂量时，均选取表 11.1 中单台手术透视和摄影工作状态的累积出束的最长时间，分别取为 12min 和 2min，本项目 2 台 DSA 设备透视和摄影工作状态预计累积出束时间见表 11.2。

表 11.2 本项目 DSA 设备年出束时间统计

设备	工作模式	平均出束时间/台	年手术量	年累计出束时间
本部基地五层 DSA 设备	透视	12min	1000 台	200h
	摄影	2min		33.4h

宁南门诊一层 DSA 设备	透视	12min	500 台	100h
	摄影	2min		16.7h

### 11.2.3 辐射环境影响评价

#### 11.2.3.1 DSA 机房周围贯穿辐射水平

介入手术中设备运行分透视和摄影两种模式。设备具有自动调强功能，能根据患者条件等差异，自动调节曝光参数和 X 射线辐射剂量。即如果受检者体型偏瘦，管电流（功率）自动降低。反之管电流（功率）自动增强。实际使用时，为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，管电压和管电流通常留有较大的裕量。DSA 设备实际使用的管电压通常不超过 90kV，透视工况管电流通常为 10mA 左右，摄影工况管电流较大，通常为几百 mA，约为透视工况电流的 50 倍。

根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）中“表 B.1 X 射线透视设备的检测项目与技术要求”规定，透视受检者入射体表的空气比释动能率典型值  $\leq 25\text{mGy/min}$ 。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）5.2.1 的规定，C 形臂 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 20cm。由以上两个条件，可得出在透视工况下，距离靶点 1 米处的 X 射线辐射剂量率最大为 60mGy/h。

故本项目保守取透视工况下距靶点 1m 处的空气比释动能率最大值 60mGy/h 作为源项进行评价；在摄影工况下，管电流约为透视工况的 50 倍，距靶点 1m 处的空气比释动能率最大值 3Gy/h。

考虑到 DSA 的图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，NCRP 147 号报告“Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities”4.1.6 节（P42）指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射，故本项目重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。将 X 射线靶点视为点源，保守假设射线管以实际使用的最大电压 90kV 运行，铅和混凝土的透射系数依据 GBZ130-2020 附录 C 计算，再结合距离衰减，进而估算机房周围各关注点的剂量率水平。

#### （1）X 射线泄漏辐射

依据辐射剂量率与距离成平方反比关系，距靶点 R（m）处的泄漏剂量当量率可由式（11-1）计算得到，透射因子由式（11-2）（GBZ130-2020 中式 C.1）计算得到：

$$H_{\text{泄漏}} = \frac{1}{1000} \cdot \frac{H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-1)$$

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

式中：

$H_{\text{泄漏}}$ —关注点处的泄漏剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ —距 X 射线管靶点 1m 处剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；保守认为 1Gy 等效于 1Sv，泄漏辐射剂量率保守取初级辐射束的 0.1%；

$R$ —靶点到关注点的距离，m；

$B$ —透射因子；可依据公式（11-2）和 GBZ130-2020 附录 C 表 C.2 中的参数求得；

$X$ —屏蔽材料厚度，mm；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ —屏蔽材料对不同管电压 X 射线辐射衰减有关的拟合参数，取值参考 GBZ130-2020 附录 C 表 C.2，本次计算涉及的拟合参数详见表 11.3。

表 11.3 X 射线辐射衰减拟合参数

管电压 (kV)	铅			混凝土		
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
90	3.067	18.83	0.7726	0.04228	0.1137	0.4690

## (2) X 射线散射辐射

$$H_{\text{散射}} = \frac{H_0}{R^2 \cdot R_s^2} \frac{\alpha \cdot F}{400} B \quad (11-3)$$

式中：

$H_{\text{散射}}$ —关注点的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ —距 X 射线管靶点 1m 处剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。保守认为 1Gy 等效于 1Sv；

$R$ —散射体中心到关注点的距离，m；

$R_s$ —X 射线管靶点到散射体的距离，m；此处  $R_s$  取最小值 0.6m（X 射线管距离平板探测器最小距离约为 90cm，距离手术床的最小距离约为 0.6m）；

$F$ —距靶点  $R_s$  处的射野面积， $\text{m}^2$ ，取  $400\text{cm}^2$ ；

$\alpha$ —散射比，定义为入射辐射被面积为  $400\text{cm}^2$  水模体散射至距其 1m 处的散射辐射所占入射辐射的份额，根据《辐射防护基础》（李星洪 等编）P146 和表 5-12，可知，90° 散射是散射辐射的主要成分，90kV 的 X 射线 90° 散射比取  $1.3 \times 10^{-3}$ ；

$B$ —透射因子，可依据公式（11-2）和 GBZ130-2020 附录 C 表 C.2 中的参数求得，拟合参数取值详见表 11.3。

## (3) 机房外附加剂量当量率估算结果

本部院区基地五层 DSA 手术室内空间尺寸为 10m（东西） $\times$ 6.4m（南北） $\times$ 4.5m

(高), DSA 设备球管位于机房的等中心点处, 设备使用期间, 球管会在一定范围内移动, 移动幅度不超过 1m×1m。故进行屏蔽计算时, 设备靶点到东西墙外关注点的距离保守取 4.0m, 到南北墙外关注点的距离保守取 3.0m, 靶点距六楼地面 30cm 高度处的距离保守取 4.0m, 距四楼地面 1.7m 高度处的距离保守取 3.0m。本部院区基地五层 DSA 手术室周围附加剂量率估算结果见表 11.4。

表 11.4 本部院区基地五层 DSA 手术室周围的附加剂量率估算结果

工作模式	点位描述	等效铅当量厚度	距离 (m)	射线束类型	透射因子	附加剂量率 (μSv/h)	总附加剂量率 (μSv/h)
X 线透视	东墙外 30cm 处 (污物门外 30cm 处)	4mmPb	4.0	泄漏	3.69E-07	1.38E-06	6.38E-06
				散射	3.69E-07	5.00E-06	
	南墙外 30cm 处	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	2.46E-06	1.14E-05
				散射	3.69E-07	8.88E-06	
	西墙外 30cm 处 (手术室防护门外 30cm 处)	4mmPb	4.0	泄漏	3.69E-07	1.38E-06	6.38E-06
				散射	3.69E-07	5.00E-06	
	北墙外 30cm 处 (医用防护门、体外循环间防护门、观察窗外 30cm 处)	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	2.46E-06	1.14E-05
				散射	3.69E-07	8.88E-06	
	距六楼地面 30cm 处	3.5mmPb	4.0	泄漏	1.71E-06	6.41E-06	2.96E-05
				散射	1.71E-06	2.32E-05	
	距四楼地面 1.7m 处	3.5mmPb	3.0	泄漏	1.71E-06	1.14E-05	5.26E-05
				散射	1.71E-06	4.12E-05	
X 线摄影	东墙外 30cm 处 (污物门外 30cm 处)	4mmPb	4.0	泄漏	3.69E-07	6.92E-05	3.19E-04
				散射	3.69E-07	2.50E-04	
	南墙外 30cm 处	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	1.23E-04	5.67E-04
				散射	3.69E-07	4.44E-04	
	西墙外 30cm 处 (手术室防护门外 30cm 处)	4mmPb	4.0	泄漏	3.69E-07	6.92E-05	3.19E-04
				散射	3.69E-07	2.50E-04	
	北墙外 30cm 处 (医用防护门、体外循环间防护门、观察窗外 30cm 处)	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	1.23E-04	5.67E-04
				散射	3.69E-07	4.44E-04	
	距六楼地面 30cm 处	3.5mmPb	4.0	泄漏	1.71E-06	3.21E-04	1.48E-03
				散射	1.71E-06	1.16E-03	
	距四楼地面 1.7m 处	3.5mmPb	3.0	泄漏	1.71E-06	5.70E-04	2.63E-03
				散射	1.71E-06	2.06E-03	

宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室内空间尺寸为 7.2m (东西) × 7.0m (南北) × 4.0m (高), DSA 设备球管位于机房的等中心点处, 设备使用期间, 球管会在一定范围内移

动，移动幅度不超过 1m×1m。故进行屏蔽计算时，设备靶点到东西墙外关注点的距离保守取 3.0m，到南北墙外关注点的距离保守取 3.0m，靶点距二楼地面 30cm 高度处的距离保守取 3.8m。宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室周围附加剂量率估算结果见表 11.5。

表 11.5 宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室周围的附加剂量率估算结果

工作模式	点位描述	等效铅当量厚度	距离 (m)	射线束类型	透射因子	附加剂量率 (μSv/h)	总附加剂量率 (μSv/h)
X 线透视	东墙外 30cm 处 (医用防护门、观察窗外 30cm 处)	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	2.46E-06	1.14E-05
				散射	3.69E-07	8.88E-06	
	南墙外 30cm 处	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	2.46E-06	1.14E-05
				散射	3.69E-07	8.88E-06	
	西墙外 30cm 处 (辅料间防护门外 30cm 处)	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	2.46E-06	1.14E-05
				散射	3.69E-07	8.88E-06	
	北墙外 30cm 处 (手术室防护门外 30cm 处)	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	2.46E-06	1.14E-05
				散射	3.69E-07	8.88E-06	
	距二楼地面 30cm 处	2.4mmPb	3.8	泄漏	5.01E-05	2.08E-04	9.60E-04
				散射	5.01E-05	7.52E-04	
X 线摄影	东墙外 30cm 处 (医用防护门、观察窗外 30cm 处)	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	1.23E-04	5.67E-04
				散射	3.69E-07	4.44E-04	
	南墙外 30cm 处	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	9.04E-05	5.67E-04
				散射	3.69E-07	3.26E-04	
	西墙外 30cm 处 (辅料间防护门外 30cm 处)	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	1.23E-04	5.67E-04
				散射	3.69E-07	4.44E-04	
	北墙外 30cm 处 (手术室防护门外 30cm 处)	4mmPb	3.0	泄漏	3.69E-07	9.04E-05	5.67E-04
				散射	3.69E-07	3.26E-04	
	距二楼地面 30cm 处	2.4mmPb	3.8	泄漏	5.01E-05	1.04E-02	4.80E-02
				散射	5.01E-05	3.76E-02	

由表 11.4 和表 11.5 的估算结果可知，本项目 2 台 DSA 设备以“透视”和“摄影”工况运行时，各 DSA 机房周围附加剂量率最大值为 4.80E-02μSv/h，估算结果均满足本报告提出的 DSA 手术室周边墙（含楼上和楼下）、防护门和观察窗外 30cm 处剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的要求。考虑到辐射剂量率与距离的平方成反比的规律以及评价范围内其他建筑物墙体的屏蔽，预计本项目各 DSA 手术室周围 50m 评价范围内保护目标所处区域的附加剂量率将远小于 2.5μSv/h。

上述估算结果是基于保守假设而得出的，且未考虑治疗床旁的辅助屏蔽措施。同时，患者身体对 X 射线也会有部分吸收，约衰减 1-2 个量级（NCRP147 号报告）。预计本项目实际运行后，2 间 DSA 手术室周围的附加剂量率可基本维持在本底水平。

### 11.2.3.2 工作人员年附加有效剂量估算

根据医院提供的信息和上文分析，本部院区基地五层 DSA 手术室预计全年最多完成 1000 例手术，每名医师参与的手术量最多 500 例/a，故每名医师在透视工况下年工作时间累计为 100h，摄影工况下年工作时间累计为 16.7h。技师和护士始终处于控制室内协助开展介入诊疗工作，保守考虑技师、护士参与全部手术（1000 例/a），则技师和护士在透视工况和摄影工况下的累积工作时间分别为 200h 和 33.4h；宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室预计全年最多完成 500 例手术，每名医师参与的手术量最多 500 例/a，故每名医师在透视工况下年工作时间累计为 100h，摄影工况下年工作时间累计为 16.7h。技师和护士始终处于控制室内协助开展介入诊疗工作，保守考虑技师、护士参与全部手术（500 例/a），则技师和护士在透视工况和摄影工况下的累积工作时间分别为 100h 和 16.7h。

根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）中“表 B.1 X 射线透视设备的检测项目与技术要求”规定：“非直接荧光屏透视设备，在透视防护区测试平面上周围剂量当量率应不大于  $400\mu\text{Sv/h}$ ”。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。

估算假设：1) 在透视工况下，医师手术位的附加剂量率水平为标准限值  $400\mu\text{Sv/h}$ ，医师居留因子取 1（全居留）；2) 摄影工况电流为透视工况的 50 倍，摄影工况按常规参数 15 帧/s、10ms/帧考虑，可得摄影模式下医师手术位的附加剂量率水平将增加 7.5 倍（即  $15\text{ 帧/s} \times 10\text{ms/帧} \times 50\text{ 倍}$ ），医师居留因子取 1/16（偶然居留）。

根据 GBZ130-2020，工作人员将采取铅衣、铅眼镜、铅围脖（均为 0.5mm 铅当量）等屏蔽措施，手术医师主要受散射及泄漏辐射影响。在 90kV 工况下进行透视和摄影时，根据公式（11-2）和表 11.3 的拟合参数计算可得，0.5mmPb 防护用品对应的透射因子为 0.025，即医生在透视和摄影工况下，铅衣后的剂量当量率保守分别取  $10\mu\text{Sv/h}$  和  $75\mu\text{Sv/h}$ 。

$$\text{附加年有效剂量计算公式：} E=H \times t \times T \quad (11-4)$$

式中：E--附加年有效剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

H--关注点附加剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，详见表 11.4 和表 11.5；

t--人员年工作时间，h/a；

T--居留因子，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  $T=1/16$ 。

综合以上分析，本项目辐射工作人员附加年有效剂量估算结果见表 11.6。

表 11.6 辐射工作人员附加年有效剂量估算结果

场所	估算对象	运行模式	最大附加剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	工作时间 (h/a)	居留因子	年附加有效剂量 (mSv/a)
本部院区基地五层 DSA 手术室	介入医师 (机房内)	透视	10	100	1	1.08
		摄影	75	16.7	1/16	
	技师、护士 (控制室)	透视	1.14E-05	200	1	2.12E-05
		摄影	5.67E-04	33.4	1	
宁南医院门诊一层 DSA 手术室	介入医师 (机房内)	透视	10	100	1	1.08
		摄影	75	16.7	1/16	
	技师、护士 (控制室)	透视	1.14E-05	100	1	1.06E-05
		摄影	5.67E-04	16.7	1	

由表 11.6 的估算结果可知，本项目投入运行后，介入医师的附加有效剂量将不超过 1.08mSv/a，技师、护士的附加有效剂量将不超过 2.12E-05mSv/a，估算结果均满足本项目设定的辐射工作人员不超过 5mSv/a 的剂量约束值要求。

尽管在采取合理的防护措施后，介入手术操作人员的受照剂量将低于本环评设定的剂量约束值，但介入医师受照剂量仍有可能明显高出其它放射性职业照射。医院须针对介入工作人员的受照剂量可能过高的特殊性，采取合理和必要的辐射防护措施，如合理安排介入手术人员在设备出束状态下的工作时间，加强工作人员培训工作，增强防护意识，提高手术熟练程度，尽可能降低介入手术工作人员的受照剂量水平。

### 11.2.3.3 公众年附加有效剂量估算

本项目公众成员的年附加有效剂量估算结果见表 11.7。估算结果表明，本项目投入运行后，公众附加有效剂量将不超过 9.84E-05mSv/a，远低于本项目设定的 0.1mSv/a 的剂量约束值。

表 11.7 公众年附加受照剂量估算结果

工作场所	估算位置	最大附加剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年工作时间 (h/a)	居留因子	年附加剂量 (mSv)	
本部基地五层 DSA 手术室	楼上病房	透视	2.96E-05	200	1	5.54E-05
		摄影	1.48E-03	33.4		
	楼下急诊 ICU	透视	5.26E-05	200	1	9.84E-05
		摄影	2.63E-03	33.4		
宁南门诊一层 DSA 手术室	南侧放射科走廊	透视	1.14E-05	100	1/4	2.65E-06
		摄影	5.67E-04	16.7		
	北侧家属等候区	透视	1.14E-05	100	1	1.06E-05
		摄影	5.67E-04	16.7		

楼上空置房间	透视	9.60E-04	100	1/16	5.61E-05
	摄影	4.80E-02	16.7		

根据辐射剂量率与距离的平方成反比的规律以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，预计本项目 2 间 DSA 手术室周围 50m 评价范围内公众成员的年附加有效剂量将远低于本项目设定的剂量约束值 0.1mSv/a。

### 11.2.5 有害气体的环境影响

血管造影机 DSA 在运行期间，会产生微量的臭氧、氮氧化合物等有害气体，本项目 DSA 手术室采取机械通风措施、保证换气次数，故有害气体对环境和人员的影响很小。

## 11.3 异常事件分析与防范建议

### 11.3.1 事件（故）分析

医用 X 射线装置发生放射事故的机率很小，本项目 DSA 设备在运行过程中，可能发生事件包括：

- 1) 在射线装置工作状态下，人员误入机房受到不必要的照射；
- 2) 在射线装置工作状态下，未关闭防护门或突然被打开，对附近经过或停留人员产生误照射。

本项目可能发生的事故是无关人员误入手术室受到误照射，受照剂量估算情景：患者正在进行血管造影，有人员突然误入手术室，控制室工作人员发现该误入人员，并命令其立即撤离机房。依据公式（11.1）和公式（11.3）计算该人员的受照剂量，摄影工况下距靶点 1 米处的剂量当量率为 3Gy/h，假设该人员距离治疗床 1m 处停留了 30 秒。该人员未使用任何防护用品，透射因子 B 取 1。

根据以上情况，计算出误入人员可能的受照剂量约为：

$$\left( 3\text{Gy} / \text{h} \times 0.1\% + \frac{3\text{Gy} / \text{h}}{0.6^2} \times 0.0015 \right) \times \frac{1}{120} \text{h} \times 10^3 \text{mSv} / \text{Gy} \approx 0.129 \text{mSv}$$

可见，该受照剂量不会对误入人员的健康造成影响，不构成辐射事故。

对于这种情况，本项目 DSA 机房防护门均具有自动延迟关门功能，并配备了门灯连锁装置，防护门外设有电离辐射警示标识和中文警示说明，可有效防止无关人员误入。

### 11.3.2 事件（故）防范措施建议

对于医用 X 射线装置可能发生的意外照射事件，关键在于预防，建议采取以下措施防范：

(1) DSA 手术室防护门外设置电离辐射警示标志、中文警告说明和工作状态指示灯，并定期巡查门-灯联锁装置是否有效；加强工作场所分区管理，控制区只有辐射工作人员可以进入，严格限制无关人员进入监督区；

(2) 规范工作秩序，严格执行《操作规程》和《辐射防护和安全保卫制度》，规范辐射工作，严格执行操作规程和各项辐射安全管理制度；

(3) 医院辐射安全管理领导小组须定期检查各项规章制度的落实情况，发现问题应及时纠正整改，隐患消除前不得继续使用；

(4) 完善《辐射事故应急预案》，应急预案明确应急处理领导小组及职责、处理原则和处理程序等。

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

为了保证放射性同位素和射线装置的安全使用和有效管理，保障工作人员的健康与安全，宁夏人民医院设立了辐射安全管理领导小组，组长由主管副院长担任，小组成员包括医院涉及放射的部门领导、涉及放射的科室技术负责人。领导小组全权负责全院辐射安全管理工作。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

宁夏人民医院依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，结合医院实际情况，已制定一套相对完善的辐射安全管理规章制度：包括《辐射安全管理领导小组及岗位职责》、《操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《台账管理制度》、《辐射安全培训制度》、《辐射监测方案》、《放射性废物处置方案》等各项规章制度和《辐射事故应急预案》。

### 12.2 辐射安全与防护培训

医院已制定辐射安全培训制度。目前，全部从事放射工作的职业人员和管理人员均参加了辐射安全与防护考核，并取得合格证书。现有辐射工作人员培训证书到期后，须在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加考核，考核通过后方可继续从事辐射工作。此外，医院计划利用内网、宣传展板等形式对全员进行辐射安全知识教育，提高人员的辐射安全文化素养，定期组织辐射工作人员和辐射安全管理人员参加辐射安全管理法规和防护新知识培训。

本项目拟新增 10 名辐射工作人员（本部院区 6 名，宁南医院 4 名），医院将及时安排其参加辐射安全与防护网上考核，考核通过后方可从事辐射工作。

### 12.4 辐射监测

#### （1）个人剂量监测

医院依据现有的辐射监测方案开展个人剂量监测工作，从事放射工作的人员均佩戴个人剂量计，并按每个季度一次的频度委托有资质的机构进行个人剂量监测。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令第 55 号）要求建立放射工作人员个人剂量档案和职业健康档案。

介入工作人员个人剂量监测结果发现异常的（每季度有效剂量超出 1.25mSv 的，或者显著高于同科室其它人员），应当立即核实和调查，并将有关情况文字记录。

## (2) 工作场所辐射环境监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部令第 18 号）的要求，医院每年委托有资质单位对射线装置和非密封放射性物质工作场所进行 1 次工作场所、环境辐射水平监测，监测数据记录存档。

为加强辐射安全管理，医院拟利用现有的辐射监测仪器开展辐射工作场所自行监测。自行监测采取定点监测和巡测相结合的方式进行，重点监测 DSA 手术室的周边墙、防护门及四周门缝、观察窗外 30cm 处以及楼上、楼下等位置，自行监测频次为每季度 1 次。监测结果应连同监测工况、监测人员、监测时间等一同记录并妥善保存。并根据相关标准要求，每年进行一次设备状态检测。本项目各 DSA 手术室监测点位建议见图 12.1。

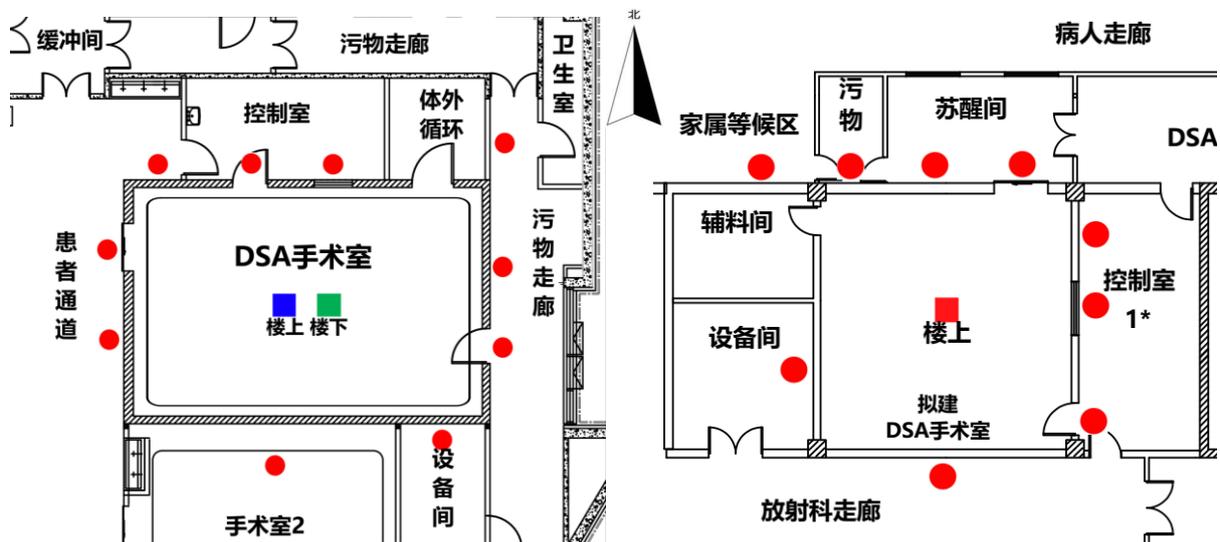


图 12.1 本项目辐射工作场所自行监测点位图

## 12.5 工作场所辐射安全与防护设施管理

本项目拟设置的辐射安全防护设施和辐射安全管理制度与《中国核与辐射安全管理体系 现场监督检查和执法程序》（2020 年版）中“数字减影血管造影 X 射线装置（DSA）监督检查技术程序”（程序编号：NNSA/HQ3-08-JD-IP-035）的对比结果见表 12.1。

表 12.1 血管造影 X 射线装置辐射安全防护设施设计要求

序号	项目	检查内容	设计建造	备注
1*	A 场所设施	单独机房	√	DSA 机房为独立房间
2*		操作部位局部屏蔽防护措施	√	DSA 手术床设有床侧防护帘、铅玻璃吊屏等
3*		医护人员的个人防护	√	拟配备 8 套
4*		患者防护	√	拟配备 2 套

5*		机房门窗防护	√	各防护门均为 4mm 铅当量, 各观察窗均为 4mm 铅当量铅玻璃
6*		闭门装置	√	自动延时闭门、脚触开关
7*		入口处电离辐射警告标志	√	各防护门外设置
8*		入口处机器工作状态显示	√	各防护门上方设置
9*	B 其他	监测仪器	√	医院已配备辐射监测仪器
10*		个人剂量计	√	每人 1 支, 共 10 支

注: 加\*的项目是重点项, 合格的划√, 不合格划×, 不适用或无法验证划 /。不能详尽的在备注中说明。

## 12.6 辐射监测设备和防护用品

医院已配备有便携式辐射监测仪器, 本项目拟为辐射工作人员配备满足要求的铅衣、铅围脖、铅眼镜等防护用品, 个人防护用品具体情况见表 12.2。

表 12.2 本项目拟配备的个人防护用品

序号	设备名称	数量	铅当量	备注
1	铅橡胶防护衣	8 件	0.5mmPb	工作人员防护
2	铅橡胶颈套	8 件	0.5mmPb	工作人员防护
3	铅橡胶帽子	8 件	0.5mmPb	工作人员防护
4	铅防护眼镜	6 副	0.5mmPb	工作人员防护
5	介入防护手套	一次性使用	0.025mmPb	工作人员防护
6	铅橡胶方围裙	2 件	0.5mmPb	受检者防护
7	铅橡胶颈套	2 件	0.5mmPb	受检者防护
8	铅橡胶帽子	2 件	0.5mmPb	受检者防护

## 12.5 辐射事故应急

医院针对放射源丢失、被盗、卡源或操作失误, 各射线装置工作场所安全联锁失效、人员误操作, 以及核医学工作场所放射性药物丢失、洒漏等一系列可能造成人员超剂量照射事故(件)、环境污染事故(件)及其他辐射环境突发事件(件)的意外情况, 制定了有针对性的《辐射事故应急预案》。发生辐射事故时, 应立即启动单位制定的应急预案, 由本项目应急小组负责人采取必要的防范措施, 并在 2 小时内填写《辐射事故初始事故表》, 向当地生态环境和公安部门报告。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。

## 12.6 项目环境保护验收内容建议

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》国环规环评[2017]4号规定, 本环评建议自主验收内容及要求见表 12.3。

表 12.3 项目环境保护验收主要内容

验收内容	验收要求
剂量限值 and 剂量约束值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定和环评预测结果，本项目对公众和职业照射的剂量约束值分别执行 0.1mSv/a 和 5mSv/a。
剂量率控制水平	对本项目各 DSA 手术室周边墙（含楼上和楼下）、防护门和观察窗外 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。
电离辐射标志和中文警示	DSA 手术室各防护门外张贴明显的电离辐射警示标识和中文警示说明，各防护门上方安装工作状态指示灯。
场所布局和屏蔽设计	各 DSA 手术室周边墙体、屋顶、地板、防护门和观察窗屏蔽射线的能力满足辐射防护的要求。
辐射安全与防护措施	各 DSA 手术室须采取满足要求辐射安全与防护措施，具体参照本报告表 10 的要求执行。
规章制度	建立健全包括放射性同位素与射线装置在内的辐射安全管理制度，并有效贯彻落实。
辐射检测仪器和个人防护用品	为工作人员和患者配备铅衣、铅颈套、铅眼镜、介入防护手套等个人防护用品；为所有辐射工作人员配备个人剂量计，开展个人剂量监测，并建立个人剂量档案和职业健康档案。
人员培训	本项目新增 10 名辐射工作人员均须通过辐射安全与防护考核。
应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际，应急预案明确了应急处理组织机构及职责、处理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等。

表 13 结论与建议

### 13.1 结论

1. 实践的正当性:本项目宁夏回族自治区人民医院拟新增使用 2 台血管造影机 DSA 用于开展介入诊疗工作, DSA 使用场所分别位于本部院区重大疫情救治基地五层 DSA 手术室、宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室,本项目的建设将进一步提高医院的综合诊疗水平,为广大患者提供更高效更便捷的医疗服务。该设备的使用对职业人员、公众以及环境带来的不利影响远低于其带来的社会利益,符合“辐射实践正当性”原则。

2. 辐射屏蔽能力分析:本项目辐射工作场所的设置已充分考虑了设备性能和运行特点、周围工作场所的防护与安全。对辐射工作场所选址和布局设计进行了综合考虑,辐射工作场所屏蔽设计符合辐射工作场所使用和辐射防护安全的要求。

3. 本项目周围辐射环境现状:项目建设地点周围  $\gamma$  辐射剂量水平处于宁夏回族自治区环境本底水平范围内,未发现环境辐射水平异常。

4. 辐射安全与防护措施:本项目 DSA 工作场所拟实行分区管理,防护门外均设置明显的电离辐射警示标识和中文警示说明,各防护门上方均设置工作状态指示灯,并安装门灯连锁装置,拟设置脚触式开门、自动闭门装置、对讲系统和通风系统等安全措施。DSA 设备拟采取床侧防护帘、铅玻璃吊屏、铅屏风等局部屏蔽防护措施,拟为工作人员配备铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜和介入防护手套,拟为受检者配备铅围裙、铅围脖和铅帽等个人防护用品。上述辐射安全与防护措施得到落实后,可有效防止误操作,避免职业人员和公众受到意外照射。

5.辐射环境影响分析:由 DSA 工作场所周围附加剂量率估算结果可知,本项目 DSA 手术室周边墙(含楼上和楼下)、防护门和观察窗外 30cm 处辐射剂量率均低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的剂量率控制要求。设备运行所致职业人员和公众成员的年受照剂量均满足本次评价提出的职业人员  $5\text{mSv/a}$  和公众  $0.1\text{mSv/a}$  的剂量约束值要求。

6.辐射安全防护管理:医院已成立辐射安全管理领导小组,全权负责全院辐射安全与防护管理工作。医院已制定并完善了《辐射安全管理领导小组及岗位职责》、《操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》、《台账管理制度》、《辐射安全培训制度》、《辐射监测方案》、《放射性废物处置方案》等各项辐射安全管理制度和《辐射事故应急预案》。医院现有辐射工作人员全部通过了辐射安全与防护考核,本项目拟新增的 10 名辐射工作人员须报名参加辐射安全与防护考核,考核合格

后方可上岗从事辐射工作。

7. 与生态环境部 2021 年修订的《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和原环保部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》提出的具体要求进行对照评估，环评报告中描述的辐射安全和防护措施如果得到落实，能够满足运行的要求。

综上所述，宁夏回族自治区人民医院新增使用血管造影机项目，相应的辐射防护措施和辐射安全制度可行，该项目在落实了本报告表提出的各项辐射防护与安全措施的前提下，设备运行对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的相关要求。故从辐射环境保护角度考虑，该建设项目是可行的。

### **13.2 建议和承诺**

为了保护环境，保障人员健康，宁夏回族自治区人民医院承诺：

- (1) 在项目运行过程中，严格依照操作规程操作设备，不弄虚作假、违规操作。
- (2) 不断加强全院的辐射安全管理工作，进一步完善辐射安全管理规章制度，落实辐射安全管理责任。
- (3) 严格按照辐射监测方案开展工作场所辐射水平监测，监测记录保存留档。
- (4) 加强辐射工作人员管理，对于新增的辐射工作人员和培训证书即将到期的辐射工作人员，及时组织其参加辐射安全与防护考核，考核通过后方能从事辐射工作。
- (5) 本项目建设完成后，将及时组织项目竣工环境保护自行验收。项目后续运行过程中，将积极配合生态环境主管部门的监督检查。

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

附图 1 宁夏人民医院本部院区地理位置示意图



附图2 宁夏人民医院宁南医院地理位置示意图



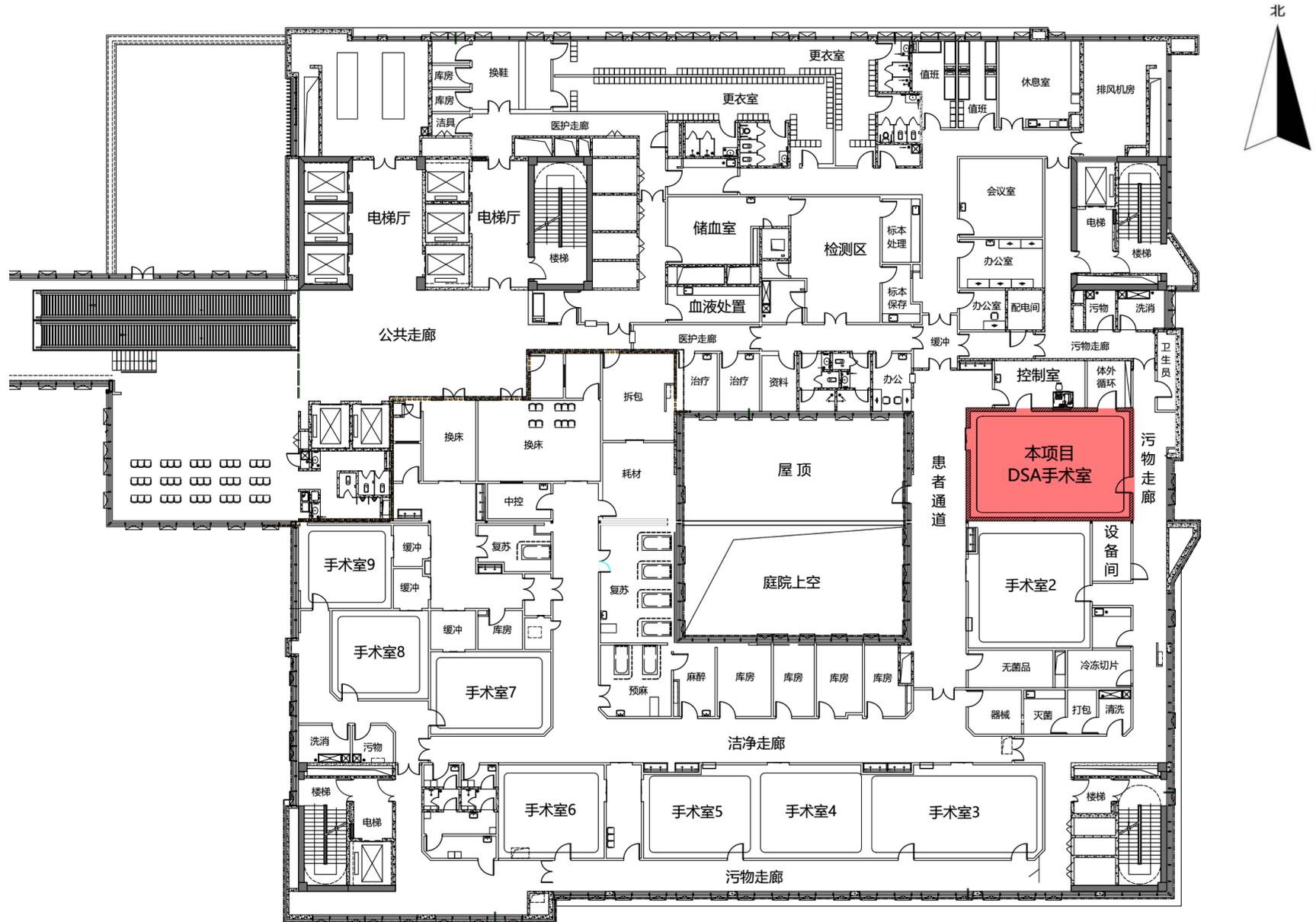
附图3 本部院区平面布局示意图



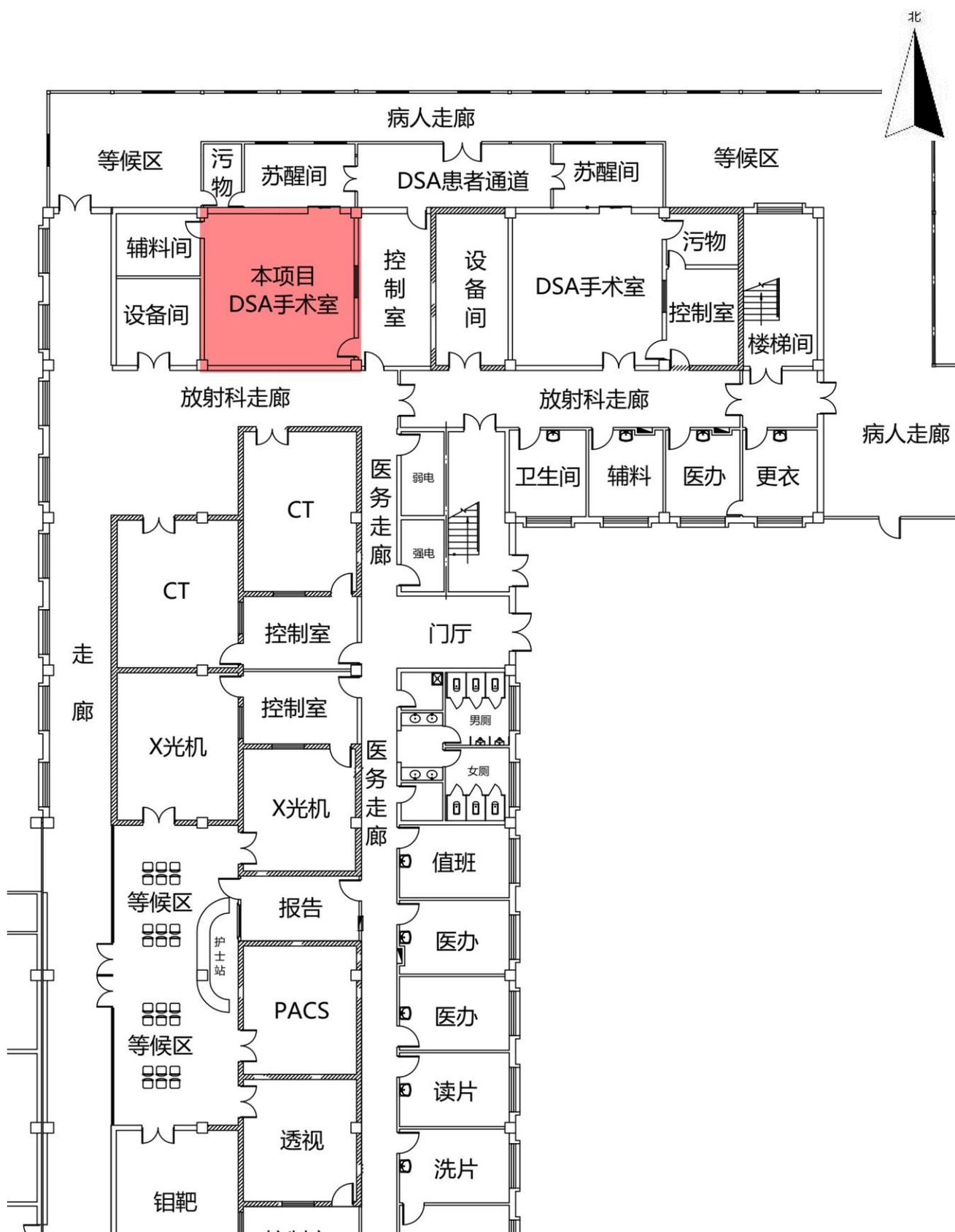
附图 4 宁南医院平面布局示意图



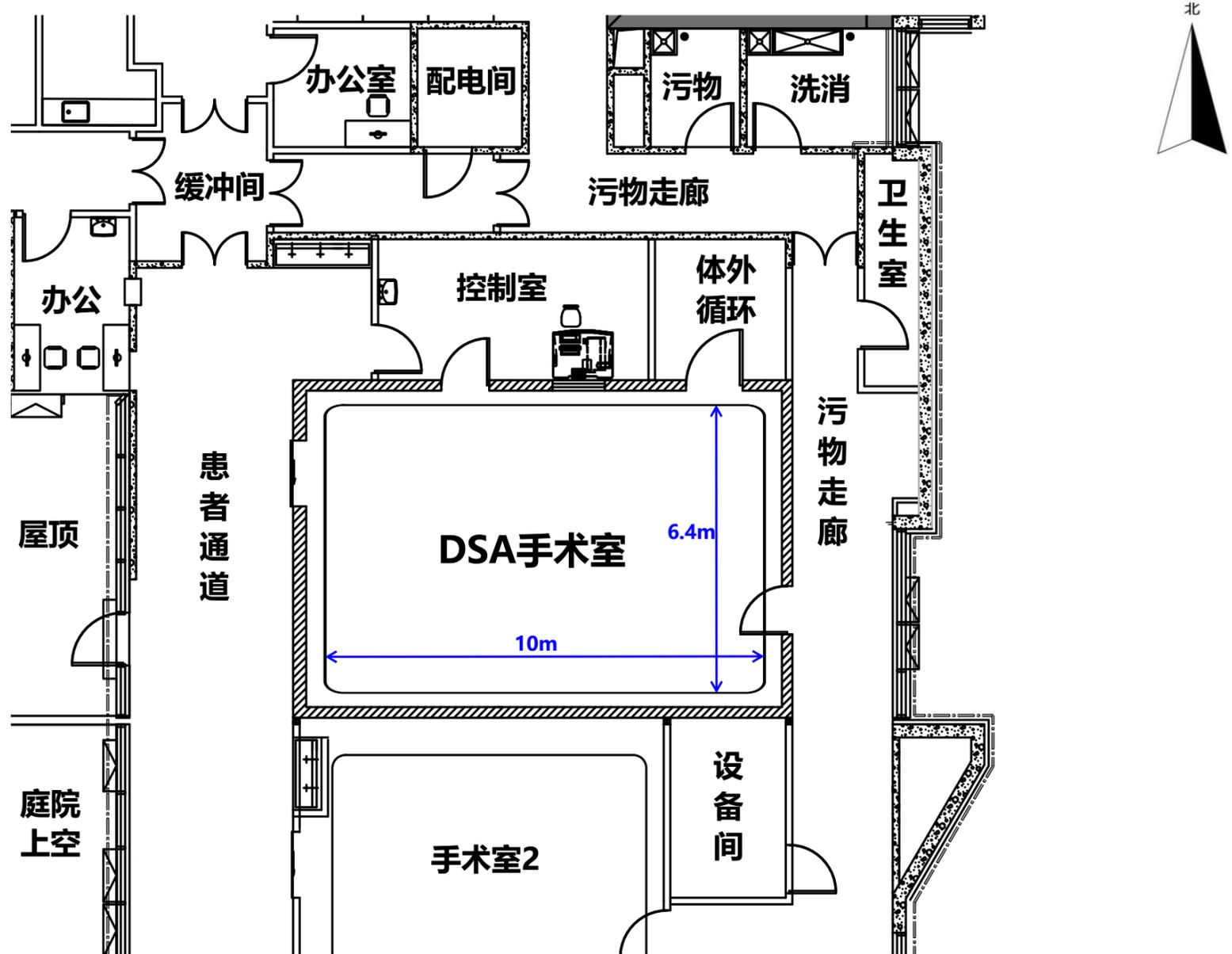
附图5 本部院区基地五层平面布局示意图



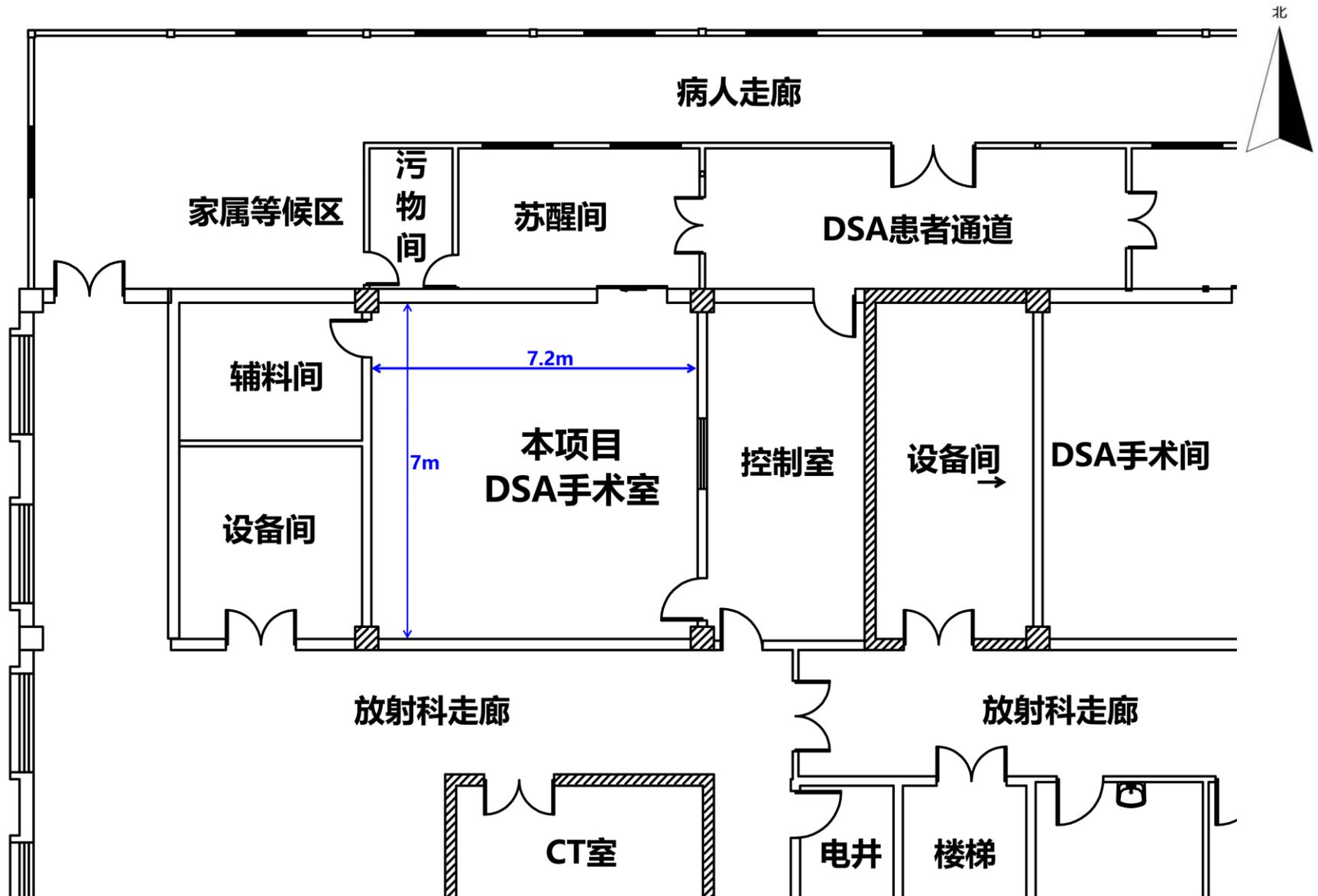
附图 6 宁南医院门诊楼一层平面布局示意图



附图7 本部院区基地五层 DSA 手术室平面图



附图 8 宁南医院门诊楼一层 DSA 手术室平面图



附件 1 辐射安全许可证



# 辐射安全许可证

根据《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》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：宁夏回族自治区人民医院

地址：宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街301号

法定代表人：周玮

种类和范围：使用Ⅲ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

证书编号：宁环辐证[N0025]

有效期至：2023 年 12 月 24 日



发证机关：宁夏回族自治区生态环境厅

发证日期：2022 年 04 月 25 日



中华人民共和国生态环境部制

## 辐射工作单位须知

一、本证由发证机关填写，禁止伪造、变造、转让。

二、单位名称、地址、法定代表人变更时，须办理证书变更手续；改变许可证规定的活动种类或者范围及新建或者改建、扩建生产、销售、使用设施或者场所的，需重新申领许可证；证书注销时，应交回原发证机关注销。

三、本证应妥善保管，防止遗失、损坏。发生遗失的，应当及时到所在地省级报刊上刊登遗失公告，并持公告到原发证机关申请补发。

四、原发证机关有权对违反国家法律、法规的辐射工作单位吊销本证。

根据《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》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	宁夏回族自治区人民医院		
地 址	宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街301号		
法定代表人	周玮	电话	5920016
证件类型	身份证	号码	642127197103060013
涉源 部 门	名 称	地 址	负责人
	院本部医学影像中心	宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街301号	哈若水
	院本部口腔科	宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街301号	张佐
	宁南医院放射科	宁夏回族自治区中卫市海原县工业园丽景街与仁和路交汇处	哈若水
	宁南医院手术室	宁夏回族自治区中卫市海原县工业园丽景街与仁和路交汇处	叶青山
	宁南医院导管室	宁夏回族自治区中卫市海原县工业园丽景街与仁和路交汇处	哈若水
西夏分院放射科	宁夏回族自治区银川市西夏区怀远西路148号		哈若水
种类和范围	使用III类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号	宁环辐证[N0025]		
有效期至	2023	年 12	月 24 日
发证日期	2022	年 04	月 25 日



根据《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》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	宁夏回族自治区人民医院		
地 址	宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街301号		
法定代表人	周玮	电话	5920016
证件类型	身份证	号码	642127197103060013
涉源部门	名称	地 址	负责人
	西夏分院手术室	宁夏回族自治区银川市西夏区怀远西路148号	叶青山
	西夏分院导管室	宁夏回族自治区银川市西夏区怀远西路148号	哈若水
	西夏分院口腔科	宁夏回族自治区银川市西夏区怀远西路148号	张佐
	急救中心手术室	宁夏回族自治区银川市兴庆区解放西街429号	叶青山
	急救中心放射科	宁夏回族自治区银川市兴庆区解放西街429号	哈若水
	急救中心口腔科	宁夏回族自治区银川市兴庆区解放西街429号	张佐
种类和范围	使用III类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号	宁环辐证[N0025]		
有效期至	2023	年 12	月 24 日
发证日期	2022	年 04	月 25 日 (发证机关章)

根据《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》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	宁夏回族自治区人民医院		
地 址	宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街301号		
法定代表人	周玮	电话	5920016
证件类型	身份证	号码	642127197103060013
涉源部门	名称	地 址	负责人
	院本部肿瘤大楼手术室	宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街301号	叶青山
	院本部导管室	宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街301号	哈若水
	院本部手术室	宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街301号	叶青山
	院本部放疗科	宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街301号	张宇卉
	院本部核医学科	宁夏回族自治区银川市金凤区正源北街301号	郝宏毅
种类和范围	使用III类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。		
许可证条件			
证书编号	宁环辐证[N0025]		
有效期至	2023	年 12	月 24 日
发证日期	2022	年 04	月 25 日 (发证机关章)

### 活动种类和范围

#### (一) 放射源

证书编号：宁环辐证[N0025]

序号	核素	类别	总活度(贝可)/ 活度(贝可) × 枚数	活动种类
1	Ir-192	III类	3.7E+11*1	使用
	以下空白			

### 活动种类和范围

#### (二) 非密封放射性物质

证书编号：宁环辐证[N0025]

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大 操作量(贝可)	年最大用量 (贝可)	活动种类
1	院本部核医学科	乙级	Tc-99m	9.25E+7	2.78E+12	使用
2	院本部核医学科	乙级	Sr-89	1.78E+8	6.22E+11	使用
3	院本部核医学科	乙级	Sm-153	7.4E+8	2.59E+12	使用
4	院本部核医学科	乙级	P-32	1.85E+8	6.48E+11	使用
5	院本部核医学科	乙级	I-131	1.7E+9	2.294E+12	使用
6	院本部核医学科	乙级	I-125	5.92E+6	5.92E+11	使用
7	院本部核医学科	乙级	I-123	9.25E+6	3.24E+11	使用
	以下空白					

## 活动种类和范围

### (三) 射线装置

证书编号: 宁环辐证[N0025]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	直线加速器	II类	1	使用
2	移动X光机	III类	1	使用
3	移动X光机	III类	1	使用
4	移动X光机	III类	1	使用
5	牙片机	III类	1	使用
6	牙片机	III类	1	使用
7	牙片机	III类	1	使用
8	小C型臂X射线机	III类	2	使用
9	小C型臂X射线机	III类	2	使用
10	小C型臂X射线机	III类	1	使用
11	小C型臂X射线机	III类	1	使用
12	数字胃肠机	III类	1	使用
13	数字胃肠机	III类	1	使用
14	数字胃肠机	III类	1	使用
15	乳腺X光机	III类	1	使用
16	模拟定位CT	III类	1	使用
17	口腔全景机	III类	1	使用
18	口腔全景机	III类	1	使用

## 活动种类和范围

### (三) 射线装置

证书编号: 宁环辐证[N0025]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
19	后装机	III类	1	使用
20	大孔径CT	III类	1	使用
21	大C型臂X射线机	II类	1	使用
22	大C型臂X射线机	II类	1	使用
23	大C型臂X射线机	II类	2	使用
24	大C型臂X射线机	II类	1	使用
25	SPECT/CT	III类	1	使用
26	DR	III类	2	使用
27	DR	III类	3	使用
28	DR	III类	4	使用
29	DR	III类	1	使用
30	CT	III类	1	使用
31	CT	III类	3	使用
32	CT	III类	2	使用
33	CT	III类	2	使用
	以下空白			

附件 2 辐射环境现状监测报告



# 检测报告

编号：2023HYYFX-00077

项目名称：辐射环境本底监测项目  
委托单位：宁夏回族自治区人民医院  
检测对象： $\gamma$  辐射周围剂量当量率  
检测类别：委托检测

签发 李果  
审核 孙吉彬  
编制 孙吉彬

中核化学计量检测中心  
核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

签发日期：2023 年 2 月 10 日

## 注意事项

1. 原始记录在本中心只保存六年。
2. 报告无检测专用章无效。
3. 复制报告未重新加盖检测专用章无效。
4. 报告无签发人签字无效。
5. 对报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向本中心提出。
6. 报告仅对委托样品负责。

单位名称：中核化学计量检测中心

核工业北京化工冶金研究院分析测试中心

单位地址：北京市通州区九棵树 145 号

通讯地址：北京 234 信箱 102 分箱

邮政编码：101149

单位网址：[www.fenxilab.com](http://www.fenxilab.com)

联系人：龚明明 李梁

电话：（010）51674334、51674270

编号：2023HYFFX-00077

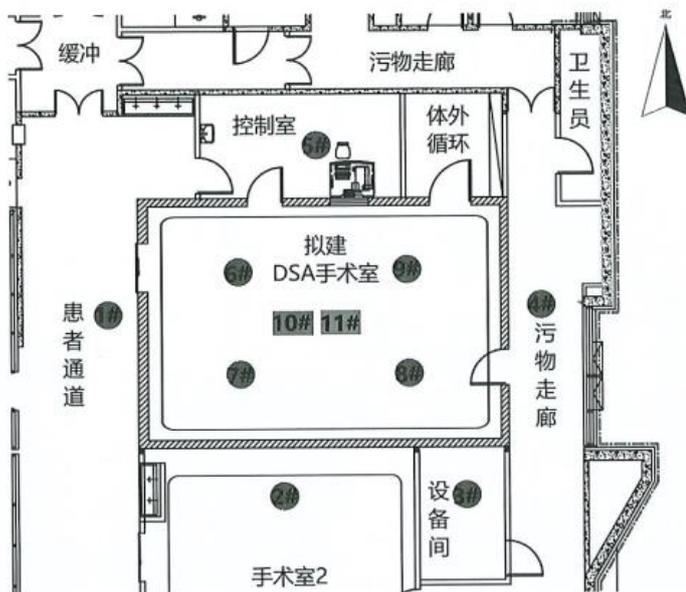
**中核化学计量检测中心**  
**核工业北京化工冶金研究院分析测试中心**

项目名称	辐射环境本底监测项目			
委托单位	宁夏回族自治区人民医院			
委托单位地址	宁夏银川市金凤区正源北街 301 号			
检测类别	委托检测	检测内容	γ辐射周围剂量当量率	
检测日期	2023 年 01 月 10 日			
检测地点	医院本部五楼 DSA 机房及宁南院区一楼 DSA 机房			
点位数量	γ辐射周围剂量当量率：21			
检测时环境情况	检测时间	天气	温度 (°C)	相对湿度 (%)
	10 时 01 分~10 时 34 分 14 时 39 分~15 时 06 分	晴	-6-7	41-62
检测所依据的技术文件名称及代号	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)			
使用的主要仪器设备名称、型号规格及编号	主要仪器设备名称：X-γ剂量率仪； 型号规格：AT1123； 仪器编号：YQ-HJ-0079；			
仪器主要技术指标	测量范围：10nSv/h~10Sv/h； 能量范围：15keV~10MeV ；			
仪器检定情况	检定单位：中国计量科学研究院； 检定有效期：2022.6.7~2023.6.6； 检定证书编号：DLj12022-05154			

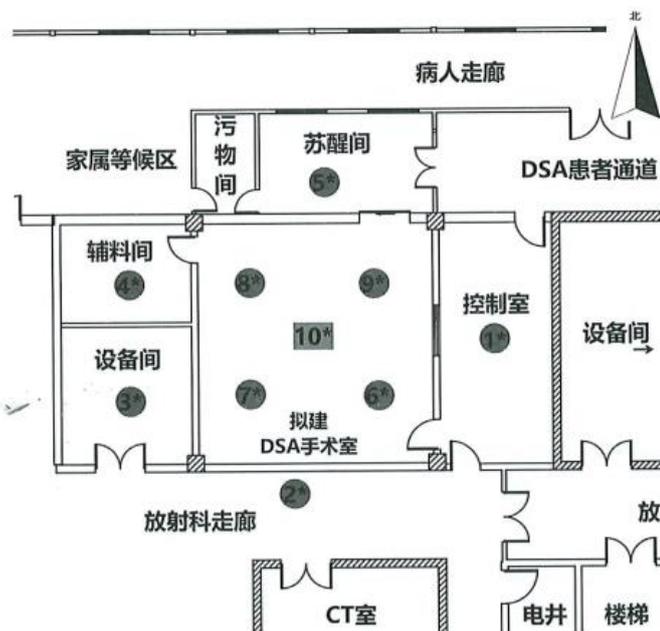
编号：2023HYFFX-00077

检测结果				
序号	编号	检测点位	检测值 (nSv/h)	备注
1	1#	DSA 手术室东墙外	104	本部院区 DSA 手术室
2	2#	DSA 手术室南墙外	102	
3	3#	DSA 手术室南侧设备间	97	
4	4#	DSA 手术室西墙外	101	
5	5#	DSA 手术室北墙外	100	
6	6#	DSA 手术室内部	98	
7	7#	DSA 手术室内部	96	
8	8#	DSA 手术室内部	96	
9	9#	DSA 手术室内部	98	
10	10#	DSA 手术室楼上	103	
11	11#	DSA 手术室楼下	101	
12	1*	DSA 手术室东墙外	136	宁南医院 DSA 手术室
13	2*	DSA 手术室南墙外	142	
14	3*	DSA 手术室西侧设备间	136	
15	4*	DSA 手术室西侧辅料间	134	
16	5*	DSA 手术室北墙外	124	
17	6*	DSA 手术室内部	126	
18	7*	DSA 手术室内部	122	
19	8*	DSA 手术室内部	129	
20	9*	DSA 手术室内部	125	
21	10*	DSA 手术室楼上	133	
附加信息：以上检测结果均未扣除本底值；检测布点图见附图 1，检测照片见附图 2。				

附图 1 检测布点图



本部 DSA 手术室环境辐射水平监测布点图



宁南 DSA 手术室环境辐射水平监测布点图

附图2 现场检测照片



-----以下无正文-----