

报告编号：HP6420260065-001

核技术利用建设项目

宁夏回族自治区第五人民医院

新增 1 台血管造影用 X 射线装置(DSA)

应用项目环境影响报告表

(公示本)

宁夏回族自治区第五人民医院

二〇二六年一月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

宁夏回族自治区第五人民医院 新增 1 台血管造影用 X 射线装置(DSA) 应用项目环境影响报告表

建设单位名称：宁夏回族自治区第五人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：宁夏回族自治区石嘴山市大武口区朝阳西街 168 号

邮政编码：753000

联系人：崔利平

电子邮箱：wyybgs2827259@163.com

联系电话：18095221551

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	16
表 3 非密封放射性物质	16
表 4 射线装置	17
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	18
表 6 评价依据	19
表 7 保护目标和评价标准	22
表 8 环境质量和辐射现状	26
表 9 项目工程分析与源项	34
表 10 辐射安全与防护	44
表 11 环境影响分析	55
表 12 辐射安全管理	70
表 13 结论与建议	79
表 14 审批	82
附件 1：事业单位法人证书	83
附件 2：辐射安全许可证	84
附件 3：医疗机构执业许可证和放射诊疗许可证	85
附件 4：立项文件	86
附件 5：本项目环评委托书	87
附件 6：医院现有辐射工作人员最近一整年个人剂量监测报告	88
附件 7：本项目周围辐射环境现状监测报告	89
附件 8：本项目 DSA 滤过材料及厚度	90
附件 9：辐射应急预案	91

表 1 项目基本情况

建设项目名称		宁夏回族自治区第五人民医院新增 1 台血管造影用 X 射线装置 (DSA) 应用项目环境影响报告表			
建设单位		宁夏回族自治区第五人民医院			
法人代表	陈志宏	联系人	崔利平	联系电话	180 9522 1551
注册地址		宁夏回族自治区石嘴山市大武口区朝阳西街 168 号			
项目建设地点		宁夏回族自治区第五人民医院住院楼 A 区一层 DSA1 机房			
立项审批部门		宁夏回族自治区发展和改革委员会	批准文号	宁发改社会审发[2024]108 号	
建设项目总投资 (万元)		1250	项目环保投资 (万元)	80	投资比例 6.4%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	约 57.72m ² (机房面积)
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 甲 <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		
	1.1 项目概述				
1.1.1 建设单位情况					
<p>宁夏回族自治区第五人民医院是由总院、5 家分院和 11 个社区卫生服务中心 (站) 组合而成的医疗集团。其前身由宁夏煤炭系统 38 家企业医院、卫生所组合而成, 伴随国有企业改革, 隶属关系和名称几经更迭。2008 年医院整体移交原自治区卫生厅管理, 2010 年更名为宁夏回族自治区第五人民医院。医院本部现有职工 1003 人, 其中: 专业技术人员 915 人, 正高职称 66 人, 副高职称 125 人, 中级职称 208 人。专业技术人员</p>					

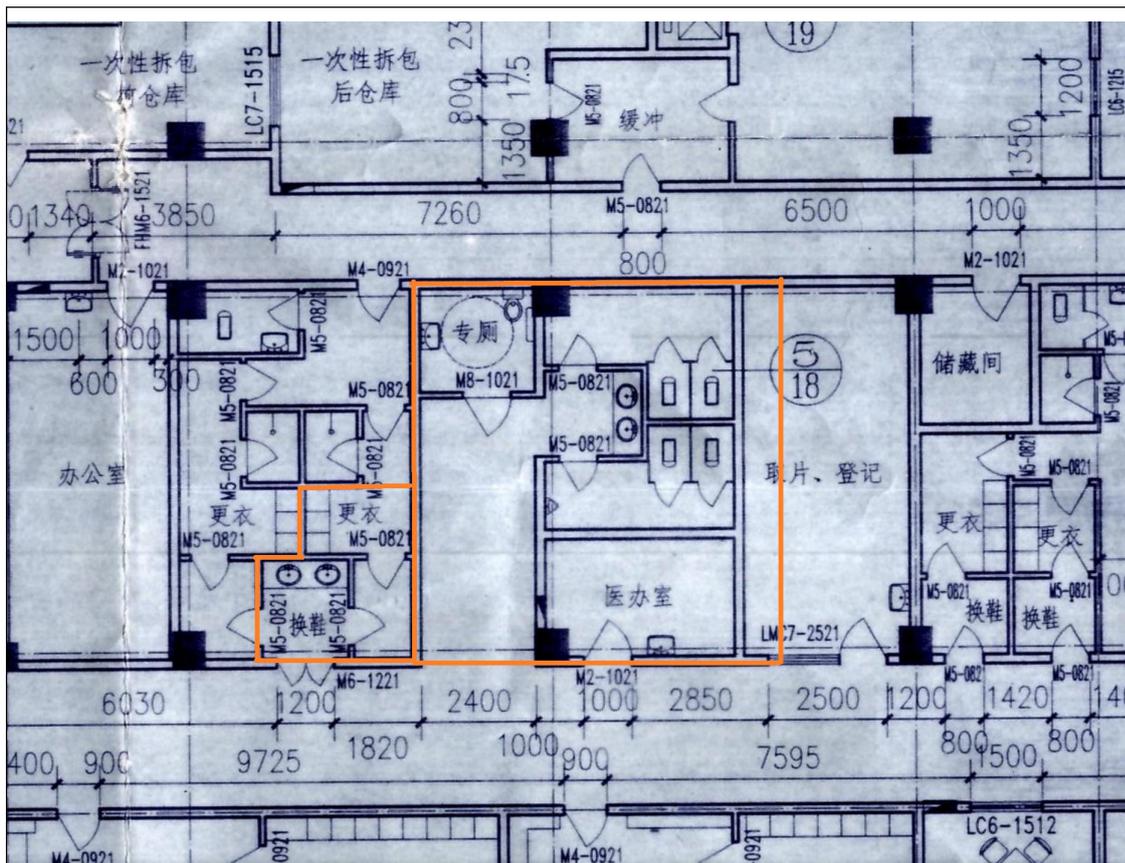
占比 91.23%，全院共有硕士学历 39 人，本科学历 579 人。其中 1 人享受国务院政府特殊津贴，3 人入选自治区塞上名医，2 人入选石嘴山市塞上名医，3 人享受市政府特殊津贴，6 人入选石嘴山市学科带头人，10 人入选专业技术骨干，11 人被评为后备人才，先后有 17 人次入选石嘴山市“351”人才工程。总编制床位 1348 张，实际开放床位 1264 张。

1.1.2 建设内容和规模

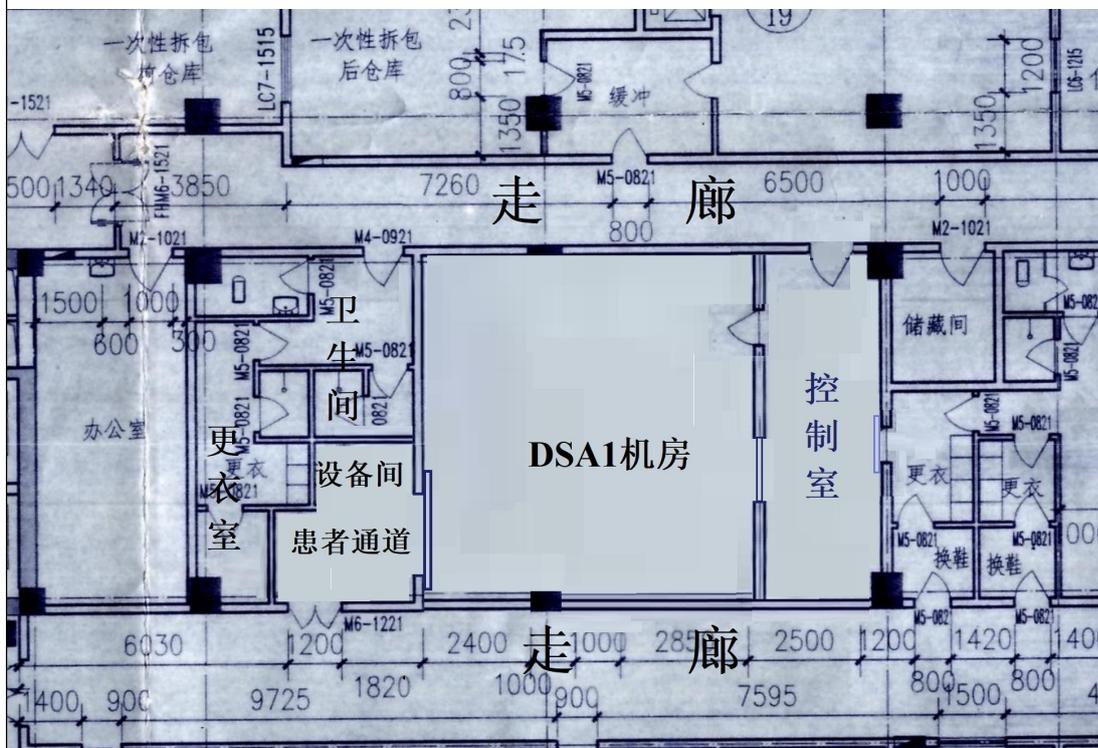
为提高医院总体的医疗水平，促进医院结构完善，为患者提供更为优质的服务及就医体验，本次项目主要内容为：拟将建设单位总院住院楼 A 区一层（该住院楼共地上 8 层，地下 1 层）中部更衣室、卫生间、医生办公室、取片和登记室等区域改造为 1 间 DSA1 机房及配套功能用房，并拟在 DSA1 机房内安装 1 台新购血管造影用 X 射线装置（最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，属 II 类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗。

（1）项目概况

保留 DSA1 机房原有东侧、南侧、北侧墙体室顶及地板，**土建变动**：①**新砌机房西侧墙体**：采用 50mm 轻钢龙骨隔断增加 40mm 硫酸钡板；②**受检者防护门、工作人员门及观察窗**：在机房东侧墙体开设受检者门洞，在机房西侧墙体开设工作人员门洞及观察窗洞口；③**防护材料增加**：东、南、北侧墙体增加 40mm 硫酸钡涂料；室顶在原有混凝土楼板（120mm 混凝土）的基础上增加 20mm 硫酸钡板，地板在原有混凝土楼板（120mm 混凝土）的基础上增加 20mm 硫酸钡涂料，新开设门洞及窗洞均安装 4mmPb 铅防护门及观察窗；**场所变动**：原住院楼 A 区一楼的更衣室、卫生间、医生办公室、取片和登记室等区域更变为 DSA1 机房、病人通道、设备间、控制室等配套用房，与原有 DSA2 机房共用洗手间和更衣室等场所。本项目拟建场所改造前后的平面布局对照图见图 1-1。



(改建前平面布局图)



(改建后平面布局图)

图 1-1 本项目拟建机房改造前后的平面布局对照图

本项目组成一览表见表 1-1。

表 1-1 本项目 DSA1 机房建设项目组成一览表

类别	项目名称	建设内容		备注	
主体工程	DSA1 机房	位置	主要屏蔽措施情况		新砌西侧墙体，其他三侧墙体沿用原有墙体、顶棚、地板依托原有建筑
		东墙	原有 200mm 加气块+40mm 硫酸钡涂料		
		南墙	原有 200mm 加气块+40mm 硫酸钡涂料		
		西墙	拟采用 50mm 轻钢龙骨隔断+40mm 硫酸钡板		
		北墙	原有 200mm 加气块+40mm 硫酸钡涂料		
		顶棚	原有 120mm 混凝土+20mm 硫酸钡板		
		地板	原有 120mm 混凝土+20mm 硫酸钡涂料		
		观察窗	新增 1 扇 4mm 铅玻璃的观察窗		
		防护门	在控制室、患者通道各新增 1 扇 4mm 铅板的防护门		
	设备	设备生产厂家：飞利浦医疗（苏州）有限公司； 设备型号：Azurion 7 M20 型； 参数：125kV，1000mA，属于 II 类射线装置。		新购	
	DSA1 机房	DSA1 机房净面积：57.72m ² ，净空尺寸为长 7.40m×宽 7.80m×吊顶高度 2.90m；		改建	
辅助工程	控制室	控制室位于机房西侧，尺寸为 2.2m×7.8m		改建	
	患者通道	位于机房东侧，尺寸为 2.1×4.0m		改建	
公用工程	供配电系统	用电来源于市政供电，依托医院配电。		依托	
	给水系统	依托医院住院楼 A 区给水管网，供工作人员生活及医疗用水。		依托	
	排水系统	依托医院污水排水管网。		依托	
环保工程	辐射防护	西侧墙体采用轻钢龙骨隔断+硫酸钡板进行防护，其他三侧墙体采用原有墙体+硫酸钡涂料进行防护，顶棚采用钢筋混凝土楼板+硫酸钡板进行防护，地板采用钢筋混凝土楼板+硫酸钡涂料进行防护，防护门、防护窗采取铅防护，保证机房满足辐射防护要求。		新砌西墙体新增硫酸钡及铅防护门、窗	
	污水处理	生活污水依托医院污水处理站处理后排至市政污水管网。		依托	
	排风系统	DSA1 机房拟设置轴流风机系统。		改建	
	固体废物	生活垃圾依托医院生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理，医疗废物统一交由有资质单位统一处理，依托医院原有的医疗废物暂存间，增加医废清运频次。		依托	
(2) 设备情况					

本项目涉及的医用射线装置见表 1-2。

表 1-2 本项目设备详细信息表

装置名称	型号	生产厂家	技术参数	类别	辐射活动场所名称	用途
血管造影用 X 射线装置	Azurion 7 M20	飞利浦医疗(苏州)有限公司	125kV 1000mA	II类	住院楼 A 区一层 DSA1 机房	介入诊断/辅助治疗

(3) 主要环境因素

施工期: 噪声、固废、扬尘、废水

运行期: X 射线、O₃、NO_x、废水、固废

(4) 劳动定员

根据建设单位提供资料，本项目为场所改建，医院拟为本次项目配备 17 名工作人员，由 10 名医师、5 名护士、2 名技师组成，均为医院原有人员，计划分五个工作组，其来源途径本项目拟沿用现有相关放射工作人员，

根据《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》（公告 2019 年第 57 号）的相关要求，本项目投入运行前，医院应尽快督促并组织从事 II 类射线装置的辐射工作人员参加生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并通过考核后方可上岗，专职管理人员应参加“辐射安全管理”类别考试，操作岗位人员应参加“医用 X 射线诊断与介入放射学”类别的培训。

(5) 工作负荷

根据建设单位提供的往年手术量，预估本项目的工作量，DSA1 机房主要开展心血管介入手术、外周血管介入手术、神经介入手术及综合介入手术，保守考虑，医院预计年开展手术量约为 1000 台，具体手术类型及手术量详见见表 1-3，各类人员受照时间详见表 1-4。

表 1-3 预估每年各种手术使用 DSA 情况

科室	年手术类型/预计最大手术量 (台)	单台手术最长累计曝光时间 (min)		年最长出束时间 (h)	
		摄影	透视	摄影	透视
心内科	心血管介入手术 (600 台)	1	10	10	100

神经内（外）科	神经介入手术（100台）	1	20	1.67	33.33
血管外科	外周介入手术（100台）	1	25	1.67	41.67
介入诊疗科	综合介入手术（200台）	1	15	3.33	50
合计	1000台	/		16.67	225

表 1-4 本项目预计各种手术使用 DSA 情况

岗位	科室	总出束时间（h）		分组	受照时长（h）	
		透视	摄影		透视	摄影
医生	心内科	100	10	2	50	5
	神经内（外）科	33.33	1.67	1	33.33	1.67
	血管外科	41.67	1.67	1	41.67	1.67
	介入诊疗科	50	3.33	1	83.33	3.33
技师	放射科	225(隔室)	16.67	2	112.5(隔室)	8.34
护士	介入科	225	16.67	5	45	3.33

1.1.3 任务由来

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》，DSA 属于血管造影用 X 射线装置的分类范围，为II类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）规定，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，环境影响评价类别应为编制环境影响报告表。

为此，宁夏回族自治区第五人民医院委托长润安测科技有限公司开展医院新增 1 台血管造影用 X 射线装置（DSA）应用项目环境影响报告表的编制工作，见附件 5。评价单位于 2026 年 01 月 09 日对本项目进行了现状调查、检测和资料收集工作，继而在查阅设计资料的基础上，结合本项目的辐射危害特征，从辐射防护的角度论证项目的可行性，根据《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）及《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）编制完成本项目的环境影响评价报告表。

建设单位在取得环评批复后，应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，重新申领辐射安全许可证。

1.1.4 评价目的

(1) 贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》及国家相关的法律、法规、规章和标准，积极推进生态环境保护行动。

(2) 对新增使用的辐射活动进行辐射环境影响分析，从而评价职业人员及公众人员在该项目使用过程中可能受到辐射照射及照射的程度，对外环境产生影响进行评价。

(3) 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”。

(4) 为建设单位提出辐射防护的对策和建议，同时为生态环境部门对建设项目环境管理规定的审批提供依据，为建设单位项目建设和辐射安全日常管理提供技术支撑和参考。

1.2 产业政策符合性分析

本项目为核技术在医学领域的运用。根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》要求，本项目属鼓励类第十三项“医药”中第四条“新型医用诊断医疗仪器设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

1.3 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的社会危害时，该实践才是正当的。

本项目运营以后，将为医院提供一个更加优越的诊断环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院的档次和服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。各屏蔽和防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。因此，医院射线装置的使用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其辐射引起的危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“医疗照射的正当性”的原则和要求。

1.4 区域环境及保护目标

1.4.1 地理位置

宁夏回族自治区第五人民医院位于宁夏回族自治区石嘴山市大武口区朝阳西街 168 号，本项目住院楼位于医院东南侧，该建筑地上八层，地下一层，DSA1 机房位于住院楼 A 区一层中部。



图 1-2 医院地理位置图

1.4.2 项目周围环境情况

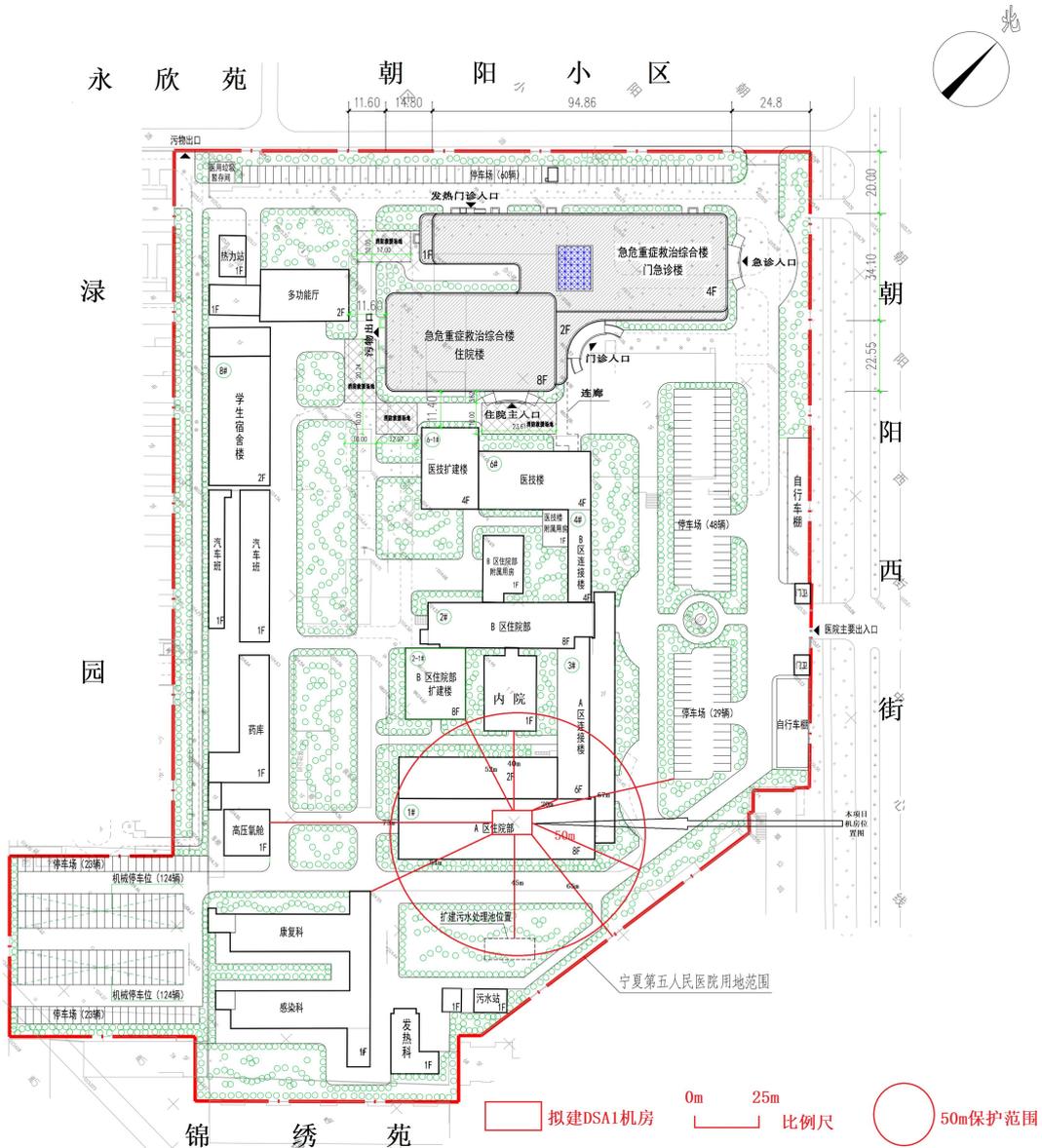
(1) 医院四周环境关系

建设单位四周紧邻永欣园小区、朝阳小区、朝阳西街、锦绣苑小区、淶园（公园），用地使用性质为医疗用地，见图 1-2。

(2) 拟建 DSA1 机房与外部建筑环境关系

建设单位主体建筑物从西到东依次为停车场、医用垃圾暂存间、热力站、学生宿舍楼、汽车班、药库、高压氧舱、康复科、感染科、花园、门诊急诊楼（急危重症救治综合楼）、住院楼（急危重症救治综合楼）、医技楼、医技扩建楼、B 区连接楼（与医技楼连接）、住院楼 B 区、住院楼 B 区扩建楼、内院、A 区连接楼（与住院楼 B 区连接）、住院楼 A 区、污水处理站、停车场、自行车棚等，拟建机房位于住院楼 A 区一层中部，拟建机房距北侧 A 区连接楼约 20m，距南侧康复科约 54m，距西侧 B 区住院楼扩建楼

约 52m，距西北侧内院约 40m，距东侧医院外部区域约 65m，医院整体布局图和工作场所外部环境关系图见图 1-3。

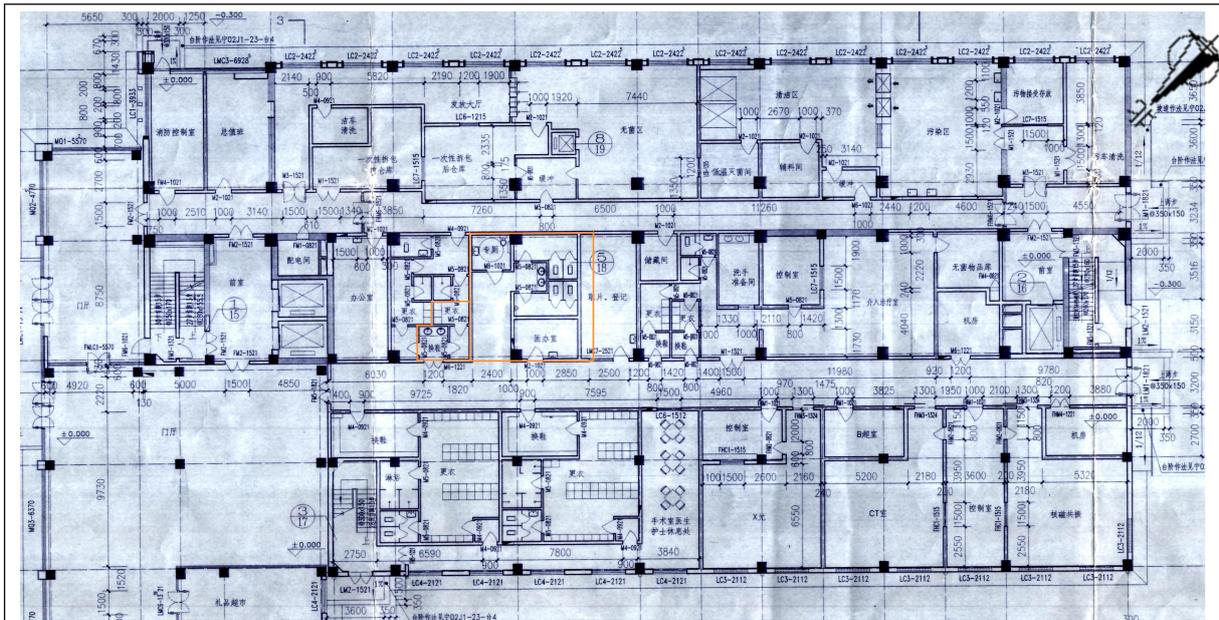


自治区第五人民医院省级区域医疗中心建设项目用地规划图

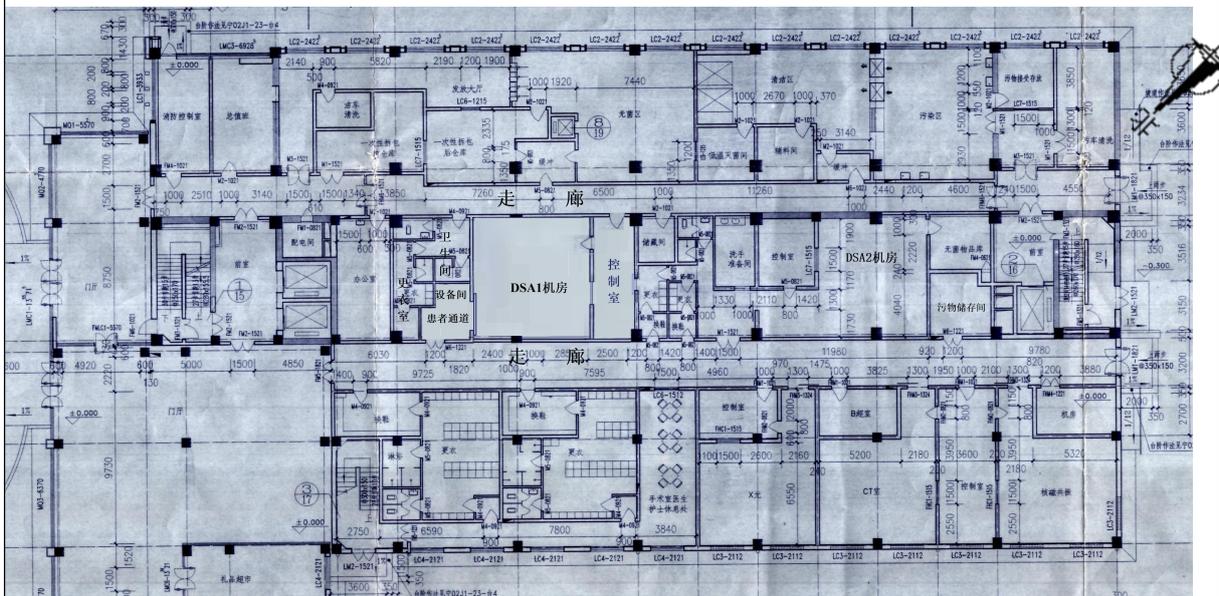
图 1-3 医院整体布局图及评价机房所在位置

(3) 项目机房四周环境关系

DSA1 机房位于住院楼 A 区一层中部，DSA1 机房东侧紧邻患者通道、设备间、卫生间，南侧紧邻医护走廊，西侧紧邻控制室，北侧紧邻走廊，见图 1-4；DSA1 机房正上方为 9 号手术室、刷手间和 10 号手术室，见图 1-5，DSA1 机房正下方为库房，见图 1-6。



改建前



改建后

图 1-4 住院楼 A 区一层平面布置图 (拟建 DSA1 机房所在层)

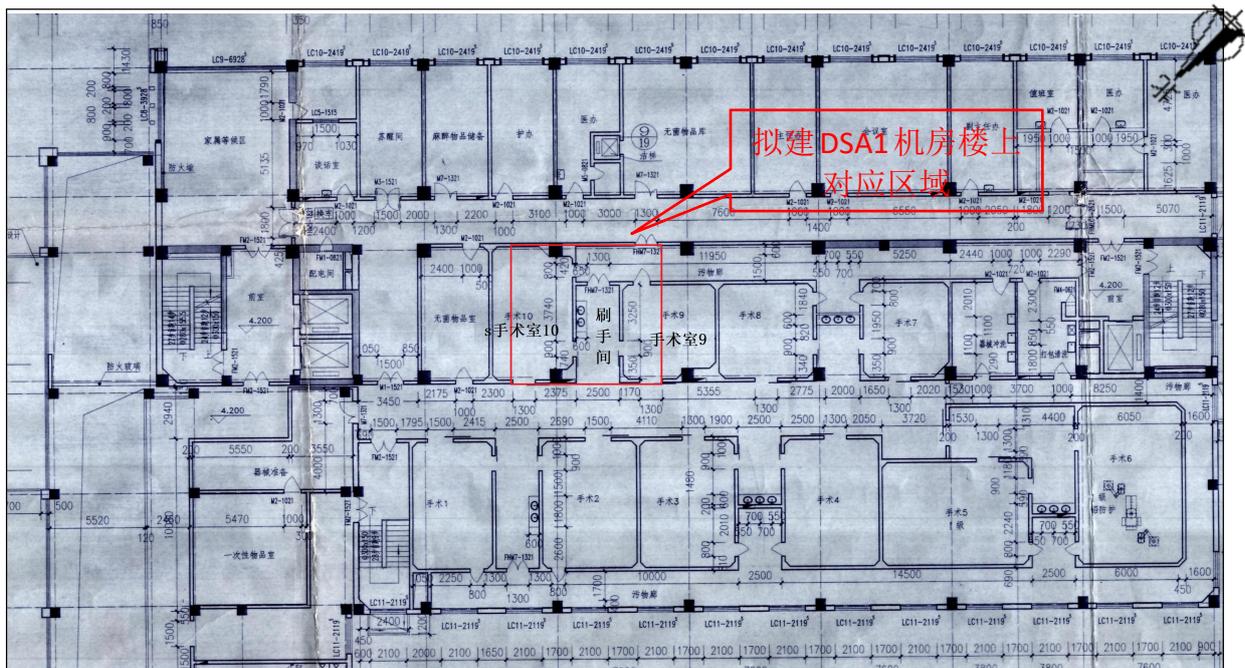


图 1-5 住院楼 A 区二层平面布置图（拟建 DSA1 机房楼上）

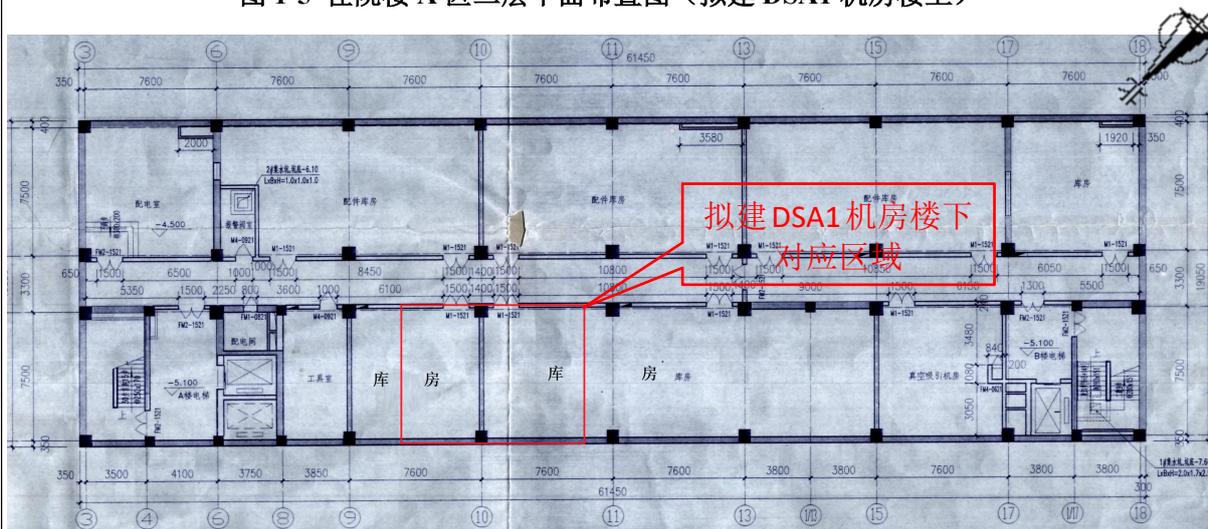


图 1-6 住院楼 A 区地下一层平面布置图（拟建 DSA1 机房楼下）

1.4.3 项目周边环境保护目标及选址合理性

本项目拟建 DSA1 机房选址于住院楼 A 区一层，由图 1-3 可知，机房周边 50m 评价范围内的环境保护目标主要为内院、A 区连接楼、院内道路、污水处理站等，以上场所内包括本项目辐射工作人员、医院内部活动的医患人员和其他公众。拟建 DSA1 机房相邻区域无产科、儿科等敏感科室，本项目建成后运行过程产生的电离辐射，经采取满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的屏蔽措施和安全防护措施后，对周围环境及人员的辐射影响是可接受的，因此，本项目的选址合理。

1.5 原有核技术利用项目许可情况

1.5.1 原有核技术利用项目许可情况

医院现持有《辐射安全许可证》，证书编号为：宁环辐证[N0021]（见附件2），发证日期为：2026年01月08日，有效期至：2026年11月09日，许可种类和范围：使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。

1.5.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

建设单位现开展的核技术利用项目环保手续齐全（详见附件2），已开展的核技术利用项目许可及环保手续履行情况统计见表1-4、表1-5。

表 1-4 医院现已许可的非密封放射性物质一览表

序号	活动种类和范围									备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量(贝可)	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量(贝可)	申请单位	监管部门
1	CT室	丙级	I-125(粒子源)	固态	使用	放射性药物治疗	5.92E+8	5.92E+5	1.78E+11		
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

表 1-5 医院现已许可的射线装置一览表

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	目前使用场所	环评情况
1	螺旋 CT	Hispeed-Nx/I	III类	介入治疗	导管室	已许可, 宁环辐证[N0021]
2	DSA	FD20-Ceiling	II类	介入治疗		
3	方舱 CT	Oprea64	III类	放射诊断	发热门诊	
4	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	PAPAPA3DPLUS	III类	放射诊断	门诊楼三楼	
5	牙科 X 射线机	Expert	III类	放射诊断		

6	骨科 C 臂	TCA6S	III类	放射诊断	手术室
7	C 型臂	Cios Select	III类	放射诊断	
8	C 型臂	CMN100	III类	放射诊断	
9	C 型臂	KFC Vari03	III类	放射诊断	
10	数字化医用 X 射线摄影设备	Neuvision 460 型	III类	放射诊断	体检中心
11	骨密度 X 光机	Prodigy	III类	放射诊断	
12	移动 DR 机	KD-M200	III类	放射诊断	医学影像科： 住院楼 A 区一 层
13	DR	GE Definium6000	III类	放射诊断	
14	全身单板 DR 机	Digital diagnsot VR	III类	放射诊断	
15	256 排 512 层 CT 机	New revolution-CT	III类	放射诊断	
16	64 排 128 层螺旋 CT 机	Brilliance	III类	放射诊断	
17	数字化 X 射线透视摄影系统	Irf100G	III类	放射诊断	
18	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	expert	III类	放射诊断	门诊楼三楼

1.5.2 原有核技术利用项目回顾性评价

(1) 辐射工作人员个人剂量检测结果

医院已委托石嘴山市疾病预防控制中心对本院从事II类、III类射线装置的 50 名辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立了个人剂量档案，根据医院提供的最近一整年的剂

量监测报告数据(详见附件 6),医院辐射工作人员年有效剂量范围为 0.04mSv~2.14mSv,满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的职业人员年有效剂量 20mSv 基本限值要求。

(2) 辐射工作场所及外环境监测报告

医院每年委托有资质单位进行工作场所及周边环境年度监测,根据医院制定的射线装置监测制度,医院委托放射卫生技术服务机构对医院原有射线装置工作场所及周围环境进行了监测,同时出具了检测报告。监测结果表明:医院现有的射线装置正常运行工况下,射线装置机房四周屏蔽墙体、防护门、观察窗外表面 30cm 处周围剂量当量率均满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)标准中相应限值要求。

(3) 辐射安全管理机构及辐射制度

宁夏回族自治区第五人民医院以正式文件成立了辐射安全防护领导小组,由医院书记和院长作为领导小组组长,分管院长作为副组长,心内科主任、神经内科主任、放射诊断中心主任、设备科科长、医务科科长、公共卫生管理科科长等作为成员,并明确了联系方式以及职责。医院已制定了《环境辐射监测方案》等规章制度,其中较为详细的规定了射线装置许可与申报、放射工作场所防护和设备性能检测、辐射工作人员管理、职业健康监护、个人剂量监测管理、放射防护培训制度、个人防护用品发放的使用及管理、医院放射防护档案管理等具体要求。医院已针对可能发生辐射事故类型,制定了《宁夏回族自治区第五人民医院辐射事故应急预案》,截至调查期间,医院未发生过辐射安全事故。

医院沿用原有放射防护管理制度,拟根据新增介入设备制定设备操作规程,拟根据医院人员变动及时更新辐射领导小组成员等。

(4) 防护用品、监测仪器配备情况

医院已根据现有的 18 台射线装置核技术应用规模,配备铅衣、铅围脖、铅围裙等防护设备,用于辐射工作人员、受检者和陪检者的辐射防护。

(5) 辐射工作人员培训

医院现有 50 名辐射工作人员,其中 33 名从事Ⅲ类射线装置使用的辐射工作人员,由医院组织自主培训,并全部考核合格;17 名从事Ⅱ类射线装置使用的辐射工作人员,部分人员已参加生态环境部培训平台(<http://fushe.mee.gov.cn>)报名并通过考核,医院计

划延用原有 17 名辐射工作人员作为本项目辐射工作人员，其他辐射工作人员应参加生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并通过考核后方可上岗。

（6）问题

宁夏回族自治区第五人民医院已从事辐射诊疗多年，目前未发生过辐射安全事故。因此，不存在原有环境污染和环境遗留问题。

1.6 本项目与原有核技术利用项目依托关系

（1）辐射工作人员依托关系说明

医院拟配备 17 名辐射工作人员负责本项目工作，均为原有辐射工作人员。

（2）辐射安全管理制度依托关系说明

医院现已开展放射诊断项目，已成立辐射安全与环境保护管理机构，制定了《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置使用登记制度》、《设备检修维护制度》、《人员培训计划》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作场所监测方案》以及《辐射事故应急预案》等一系列制度。针对本项目，建设单位制定设备操作规程，根据医院人员变动及时更新辐射领导小组成员、增加专职管理人员等，将本项目的相关内容纳入原有管理制度体系中。只要在日常工作中严格落实，能够满足核技术利用项目的管理需求。

（3）辐射安全与管理措施

本项目依托原有核技术利用项目相关设施，拟建 DSA1 机房利用原有东侧、南侧、北侧、室顶及地板，所需的个人防护用品、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等辐射安全装置均为新配置。

表 2 放射源

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

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	血管造影用 X 射线 装置(DSA)	II	1	飞利浦医疗(苏州) 有限公司产 Azurion 7 M20 型	125	1000	介入诊断	住院楼 A 区一层 DSA1 机房	新购

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧 (O ₃)	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
氮氧化物 (NO _x)	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
废纱布、废医疗用品	固态	/	/	/	500kg	/	暂存于废物桶	委托有医疗废物处理资质单位处理

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，自 2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，自 2018 年 12 月 29 日修改施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，自 2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，自 2017 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，自 2019 年 3 月 2 日施行；</p> <p>(6) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，自 2017 年 12 月 6 日施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，自 2021 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，自 2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订），生态环境部令第 20 号，自 2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(10) 《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，自 2006 年 9 月 26 日实施；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，自 2019 年 1 月 1 日施行；</p> <p>(12) 《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录（2021 年版）》，自 2021 年 6 月 10 日起实施；</p> <p>(13) 《生态环境部建设项目环境影响报告书（表）审批程序规定》，生态环境部令 14 号，自 2021 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(14) 《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》，自 2020 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(15) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，自 2021 年 3 月 15 日实施；</p> <p>(16) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，自 2024 年 2 月 1 日施行；</p> <p>(17) 《宁夏回族自治区辐射污染防治办法》，宁夏回族自治区人民政府令</p>
------------------	---

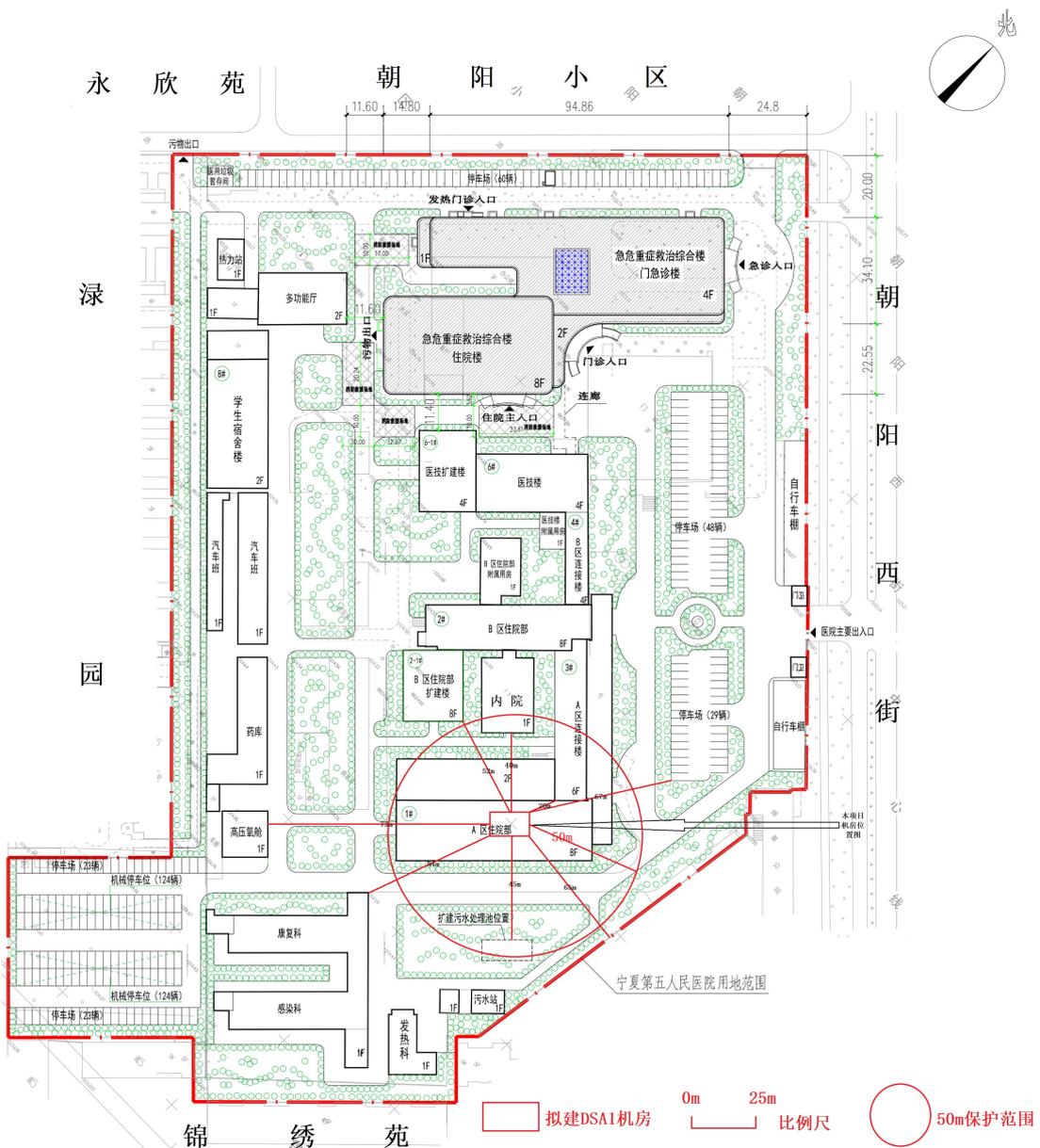
	<p>第102号，自2019年2月1日起施行；</p> <p>（18）《宁夏回族自治区生态环境保护条例》，自治区第十三届人民代表大会常务委员会第十三次会议通过，2025年1月1日起施行；</p> <p>（19）《宁夏回族自治区建设项目环境影响评价文件分级审批规定（2022年本）》，宁夏回族自治区生态环境厅，宁环规发〔2022〕6号，自2022年12月15日起施行；</p> <p>（20）《宁夏回族自治区辐射事故应急预案》，宁夏回族自治区人民政府办公厅，自2022年4月15日起施行；</p> <p>（21）《石嘴山市辐射事故应急预案》，石政办发〔2020〕33号，自2020年5月27日施行；</p> <p>（22）《放射工作人员职业健康管理办法》，自2007年11月1日施行。</p> <p>（23）生态环境部办公厅关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）的通知》（环办辐射函〔2025〕313号，2025年08月29日印发）。</p>
<p>技术标准</p>	<p>（1）《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>（2）《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>（3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>（4）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；</p> <p>（5）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>（6）《血管造影用X射线装置专用技术条件》（YY/T0740-2009）；</p> <p>（7）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>（8）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>（9）《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；</p> <p>（10）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ1326-2023）。</p>
<p>其他</p>	<p>（1）宁夏回族自治区第五人民医院环境影响评价委托书；</p> <p>（2）宁夏回族自治区第五人民医院提供的相关图纸；</p>

	<p>(3) 宁夏回族自治区第五人民医院提供的其他技术资料；</p> <p>(4) 《全国环境天然贯穿辐射水平调查研究（1983-1990）》；</p> <p>(5) 《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽）（李德平、潘自强主编）；</p> <p>(6) 《电离辐射剂量学》（李士骏编著）；</p> <p>(7) 设计依据：NCRP Report No.147: Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004；</p> <p>(8) 《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（郝海鹰、刘容、王玉海著，1998.3）；</p> <p>(9) 《X 射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》（张紫薇著，1989.10）。</p>
--	--

表 7 保护目标和评价标准

7.1 评价范围

本项目是在固定有实体边界的机房内使用II类射线装置，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》（HJ10.1-2016）中“射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求，确定以装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围作为本项目的评价范围，评价范围图见图 7-1。



自治区第五人民医院省级区域医疗中心建设项目用地规划图

图 7-1 本项目环境影响评价范围示意图

7.2 保护目标

本项目拟建 DSA1 机房实体屏蔽物边界外 50m 区域内不涉及学校等环境保护敏感点，结合本项目评价范围，确定本项目环境保护目标是从事该项目辐射工作的医务人员及辐射工作场所周围 50m 范围内活动的公众人员。本项目环境保护目标如表 7-1 所示。

表 7-1 DSA1 机房主要环境保护目标一览表

保护目标	方位	场所	主要保护目标	与实体屏蔽物边界距离	人口规模	年剂量约束值
职业人员	/	DSA1 机房	介入手术医护人员	机房内	2~6 人	≤5mSv
	西侧	控制室	医护人员	相邻	1~2 人	
		DSA2 机房	介入手术医护人员	12~23.3m	2~6 人	
		控制室 (DSA2 机房控制室)	医护人员	12~15.8m	1~2 人	
公众	东侧	患者通道	医护人员及公众	相邻	流动人员	≤0.1mSv
		设备间	医护人员	相邻		
		卫生间	医护人员及公众	相邻		
		更衣室	医护人员及公众	3.7~5.2m		
		办公室	医护人员及公众	5.5~8.2m		
		电 梯	医护人员及公众	8.8~11.5m		
		电梯前室	医护人员及公众	12.0~16.2m		
		楼 梯	医护人员及公众	16.6~20m		
		门 厅	医护人员及公众	20.3~25.8m		
	院外空地	公众	25.8~50m			
	南侧	医护走廊	医护人员	紧邻		
		一次性拆包后仓库/缓冲间	医护人员	19~30m		
		发放大厅	公众	6.9~10.5m		
		室外空地	公众	11.0~44.5m		

		污物处理站	公众	45~65m		
	西侧	更衣室/储藏间	医护人员	2.9~6.7m		
		手术准备间/病人通道	医护人员及公众	7.3~11.1m		
		无菌物品库/污物暂存间	医护人员	23.6~27.4m		
		电梯/电梯前室	医护人员及公众	28~31.2m		
		楼梯	医护人员及公众	31.8~35m		
		室外空地	公众	35.5~66m		
		北侧	污物走廊	医护人员及公众	相邻	
	换鞋间		医护人员	7.6~10.8m		
	办公室		医护人员	11.4~13.5m		
	卫生间		医护人员	13.9~15.2m		
	走廊		医护人员及公众	15.8~16.2m		
	室外空地		公众	17.0~40m		
	内院		公众	41~52m		
	楼上	手术室/刷手间	医护人员及公众	相邻		
		心痛中心	医护人员及公众	4.0~7.6m		
		脊柱外科	医护人员及公众	8.0~11.6m		
	楼下	库房	医护人员	相邻		

7.3 评价标准

7.3.1 个人剂量

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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。

4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量

不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

因此，评价取 5mSv/a 作为项目工作人员个人剂量约束值、取 0.1 mSv/a 作为公众个人剂量约束值。

表 7-2 个人剂量限值

关注人群	标准剂量限值	评价剂量约束值
工作人员	①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; ②任何一年中的有效剂量, 50mSv。	年有效剂量, 5mSv。
公众	①年有效剂量, 1mSv; ②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。	年有效剂量, 0.1mSv。

7.3.2 工作场所剂量率参考控制水平

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.3.1 条第 1 款要求，具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，机房周围剂量当量率应不大于 2.5 μSv/h。

因此，评价取 DSA1 机房实体屏蔽物边界外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 作为透视、减影条件下的参考控制水平。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

宁夏回族自治区第五人民医院位于宁夏回族自治区石嘴山市大武口区朝阳西街 168 号，医院地理坐标为东经 $107^{\circ} 22' 59''$ ，北纬 $39^{\circ} 1' 37''$ ，本项目住院楼 A 区位于医院东南侧，建设单位四周紧邻永欣园小区、朝阳小区、朝阳西街、锦绣苑、绿园，见图 1-2；住院楼 A 区四周紧邻室外绿化、内院、A 区连接楼、院内道路，见图 1-3；DSA1 机房正上方为 9 号手术室、刷手间和 10 号手术室，见图 1-5；DSA1 机房正下方为库房，见图 1-6。

8.2 环境现状评价对象

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定：“对其他射线装置、放射源应用项目及非密封放射性物质工作场所，应提供评价范围内贯穿辐射水平”，故本项目环境现状评价主要针对评价范围内的区域辐射环境质量进行评价。

8.3 辐射环境现状监测

8.3.1 监测目的

通过现场监测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

8.3.2 监测时现状图





项目南面污水处理站



项目西面高压氧舱



项目东面室外



拟建辐射工作场所现状（办公室）



拟建辐射工作场所现状（卫生间）



拟建辐射工作场所现状（取片/登记室）



拟建辐射工作场所上方现状（手术室）



拟建辐射工作场所下方现状（库房）

8.3.3 监测单位

长润安测科技有限公司

8.3.4 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率

8.3.5 监测时间及环境条件

监测时间：2026年01月09日

环境条件：温度：0℃，天气：晴，湿度：20%，海拔：1119m。

8.3.6 监测方法

本次环境辐射剂量率监测严格按照《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）的相关要求进行监测。

8.3.7 监测仪器

辐射环境检测使用的仪器信息详见表 8-1。

表 8-1 本项目辐射环境检测使用的仪器基本信息

仪器名称	环境级 X、 γ 剂量率仪
型号	SCB603E
编号	CR-YQ-088
技术参数	10nGy/h~10mGy/h
能量范围	30keV~3Mev
校准因子	1.16
检定单位	北京市计量检测科学研究院

证书编号	DD25J-CA100222
有效时间	有效期至 2026 年 05 月 07 日

8.3.8 质量控制

(1) 检测实行全过程的质量控制，严格《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

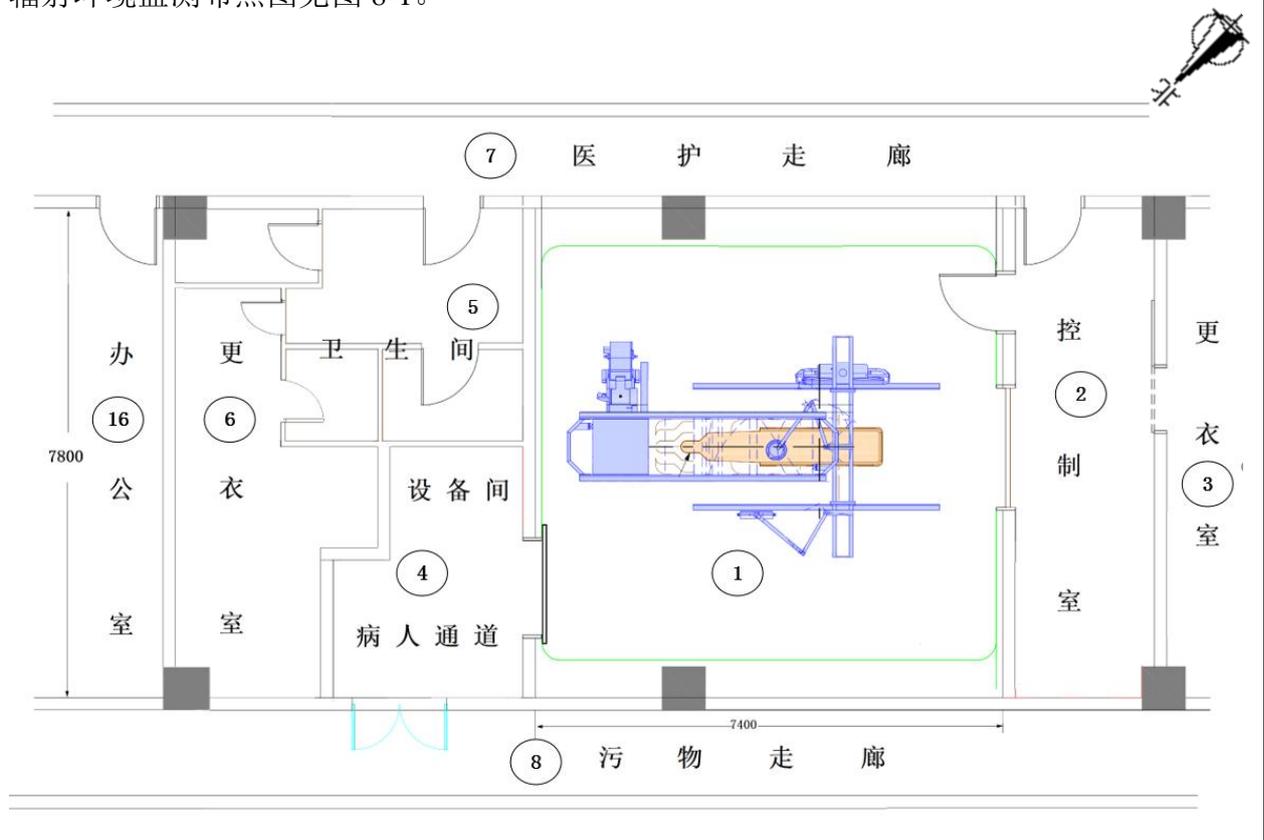
(2) 检测仪器符合《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的相关规定，并经过北京市计量检测科学研究院检定，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

(3) 现场检测人员、检测报告编制人、检测报告审核人、检测报告授权签字人均持证上岗；

(4) 合理布设检测点位，保证各监测点位布设的科学性和代表性。

8.3.9 监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），结合实际情况，主要监测本项目 DSA1 机房及周围的辐射环境本底值，辐射环境监测布点图见图 8-1。



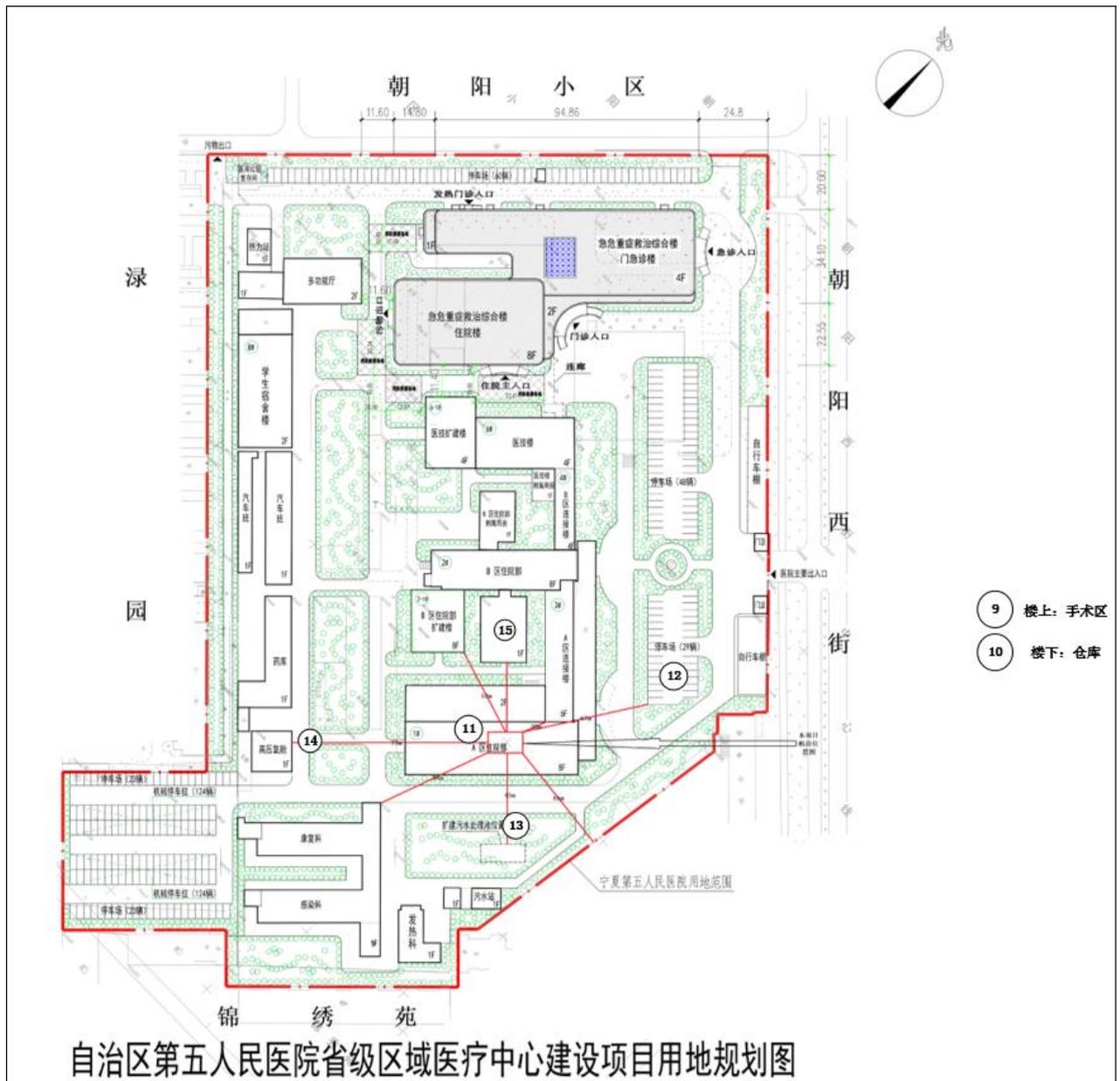


图 8-1 辐射环境监测布点图

8.3.10 监测方案

【1】测量项目概述

项目名称：宁夏回族自治区第五人民医院新增 1 台血管造影用 X 射线装置（DSA）应用项目辐射环境监测；

建设地点：宁夏回族自治区石嘴山市大武口区朝阳西街 168 号；

测量位置：住院楼 A 区一层拟建 DSA1 机房工作场所及其周边环境；

测量目的：了解拟建场所改扩建前辐射环境水平；

监测因子：环境辐射 γ 剂量率，宇宙射线响应值。

【2】测量要求和数据处理

测量频次：1 次。

使用仪器：环境级 X、γ剂量率仪。

测量方法：即时测量。

测量程序：a) 开机预热；b) 手持仪器，保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m；c) 仪器读数稳定后，通常以约 10s 时间间隔读取 10 个数据，共计读取 10 个数据，记录在测量原始记录表中。按照公式 8-1 进行数据处理：

$$\dot{D}_r = k_1 \times k_2 \times R_r - k_3 \times \dot{D}_c \quad (\text{式 8-1})$$

其中， \dot{D}_r ——测点处环境γ辐射空气吸收剂量率值，μGy/h；

k_1 ——仪器检定/校准因子，1.16；

k_2 ——仪器检验源效率因子，1；

R_r ——仪器测量读数值均值，仪器读数为周围剂量当量，根据 HJ1157 中给出的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ¹³⁷Cs 作为校准参考辐射源时，换算系数取 1.20 Sv/Gy 进行转换；

k_3 ——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，本项目中均按照楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1；

\dot{D}_c ——测点处宇宙射线响应值，检测仪器宇宙射线响应值为 14.1nGy/h。

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）要求，在实际环境监测中，测点的海拔高度、经纬度与湖（库）水面一般不同，应对湖（库）水面测得的 \dot{X}_c 进行修正，按公式（8-2）得到项目测点处仪器对宇宙射线的响应值 \dot{X}_c' ；如果测点的海拔高度、经纬度与湖（库）水面相差不大：海拔高度差别≤200m，经度差别≤5°，纬度差别≤2°，可以不进行修正，即 $\dot{X}_c = \dot{X}_c'$ 。

$$\dot{X}_c' = \frac{D_{\text{宇}}'}{D_{\text{宇}}} \times \dot{X}_c \quad \dots\dots\dots (\text{式 8-2})$$

式中： \dot{X}_c' ——仪器在测点处对宇宙射线的响应值；

$D_{\text{宇}}'$ 、 $D_{\text{宇}}$ ——分别为测点处和湖（库）水面处宇宙射线电离成分在低大气层中产生的空气吸收剂量率，nGy/h；

\dot{X}_c ——仪器在湖（库）水面上对宇宙射线的响应值。

$D_{\text{宇宙}}'$ 、 $D_{\text{宇宙}}$ 可参照公示 (8-3) 计算。

$$D_{\text{宇宙}} = D_{\text{宇宙}}(0)[0.21e^{-1.649h} + 0.79e^{0.4528h}] \dots\dots\dots (式 8-3)$$

$$D_{\text{宇宙}}(0) = \begin{cases} 30, & \lambda_m \leq 30^\circ N \\ 32, & \lambda_m \geq 30^\circ N \end{cases} \dots\dots\dots (式 8-4)$$

式中： $D_{\text{宇宙}}(0)$ —计算点所在海平面处宇宙射线电离成分所致空气吸收剂量率，nGy/h；

h —计算点的海拔高度，km；

λ_m —计算点的地磁纬度，N。

地磁纬度由计算点的地理纬度 λ 和地理经度 φ 按公式 (8-5) 计算。

$$D_{\text{宇宙}} = D_{\text{宇宙}}(0)[0.21e^{-1.649h} + 0.79e^{0.4528h}]^{\circ} \cos(\varphi - 291^\circ) \dots\dots\dots (式 8-5)$$

得本项目 $\dot{X}_c' = 13\text{nGy/h}$ 。

8.3.10 监测结果

拟改建手术室及周围辐射环境本底监测结果分布见表8-2。

表8-2 拟改建手术室及周围辐射环境本底监测结果

检测条件：温度：0℃、相对湿度：20%、天气：晴			
检测点位	检测位置	检测结果 (μGy/h)	备注
1	拟建 DSA 检查室	0.138±0.002	室内
2	拟建 DSA 控制室	0.138±0.001	室内
3	更衣室	0.135±0.001	室内
4	拟建病人通道	0.133±0.002	室内
5	拟建卫生间	0.136±0.002	室内
6	拟建更衣室	0.136±0.001	室内
7	工作人员走廊 (医护走廊)	0.137±0.002	室内
8	患者走廊 (污物走廊)	0.137±0.002	室内
9	拟建机房楼上手术区	0.147±0.002	室内
10	拟建机房楼下仓库	0.145±0.002	室内
11	医院住院楼 A 区	0.101±0.003	室外
12	医院东侧停车场	0.108±0.002	室外
13	住院楼南侧污水处理站	0.089±0.002	室外
14	住院楼西侧高压氧舱	0.107±0.001	室外
15	住院楼北侧内院	0.091±0.002	室外
16	办公室	0.137±0.001	室内

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除宇宙射线响应值；

3、环境 γ 辐射剂量率测量结果按照公式计算：

$$D_{\gamma} = K_1 \times K_2 \times R_{\gamma} - K_3 \times D_c$$

式中：

D_{γ} —测点处环境 γ 辐射空气吸收剂量率值，nGy/h；

K_1 —仪器检定/校准因子，取 1.16；

K_2 —仪器检验源效率因子，取 1；

R_{γ} —仪器测量读数值均值；

K_3 —建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1；

D_c —测点处宇宙射线响应值，取 14.1nGy/h

4、本项目测点的海拔高度（海拔 1119m）、经纬度（东经:107.3831，北纬:39.027）与仪器宇宙射线响应值测点处的海拔高度（海拔 1105m）、经纬度（东经:106.382，北纬:39.012），满足海拔高度差别<200m，经度差别<5°，纬度差别≤2°，因此根据 HJ 61—2021《辐射环境监测技术规范》对仪器宇宙射线响应值（14.1nGy/h）不进行修正。

监测显示，项目拟建手术室及其周围室内的环境 γ 辐射剂量为 0.101±0.003 μ Gy/h~0.147±0.002 μ Gy/h，道路的周围环境 γ 辐射剂量率在 0.089±0.002 μ Gy/h~0.108±0.002 μ Gy/h。根据《2023 年全国辐射环境质量报告》，自动站环境 γ 辐射剂量率自动监测年均值范围为 48.9~264.7nGy/h。由此可知项目所在地的环境 γ 辐射剂量率在当地环境本底水平范围内。未发现院内及该项目场所周边环境辐射水平异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备与工艺分析

9.1.1 工作原理

数字减影血管造影技术(Digital Subtraction Angiography) 是血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。其成像基本原理为：将受检部位没有注入透明的造影剂和注入透明的造影剂(含有有机化合物，在 X 射线照射下会显影) 后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过数字减影处理的图像，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有无异常通道和血液动力学的改变。典型血管造影用 X 射线装置结构详见图 9-1，工作示意图见图 9-2。

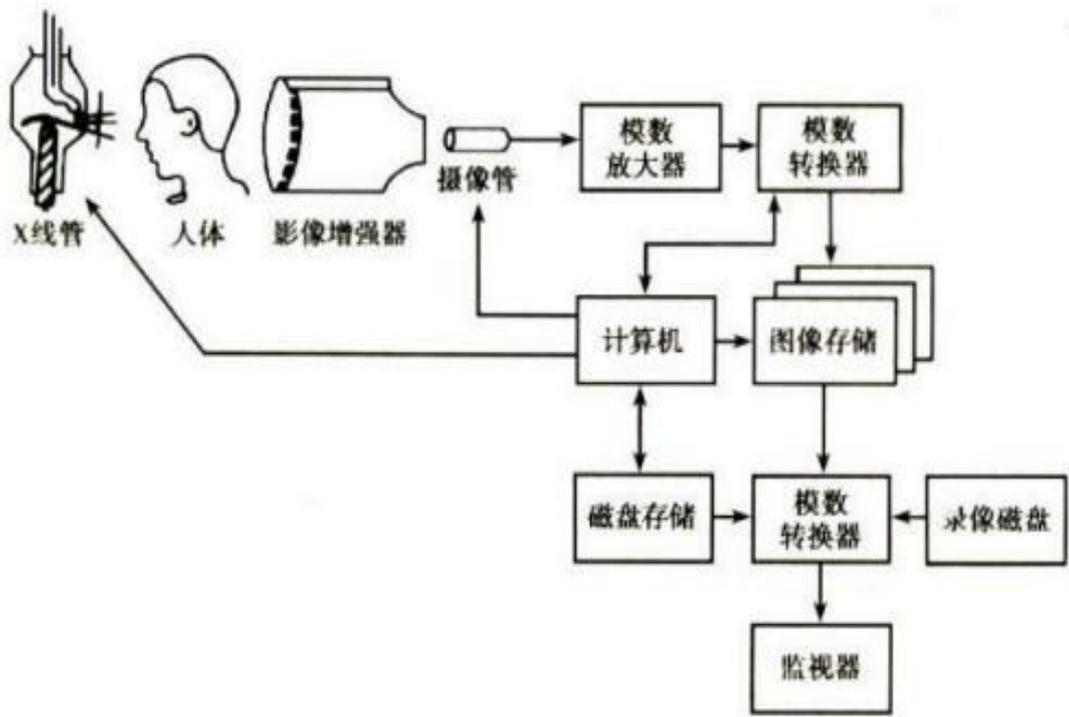


图9-1 典型血管造影用X射线装置结构

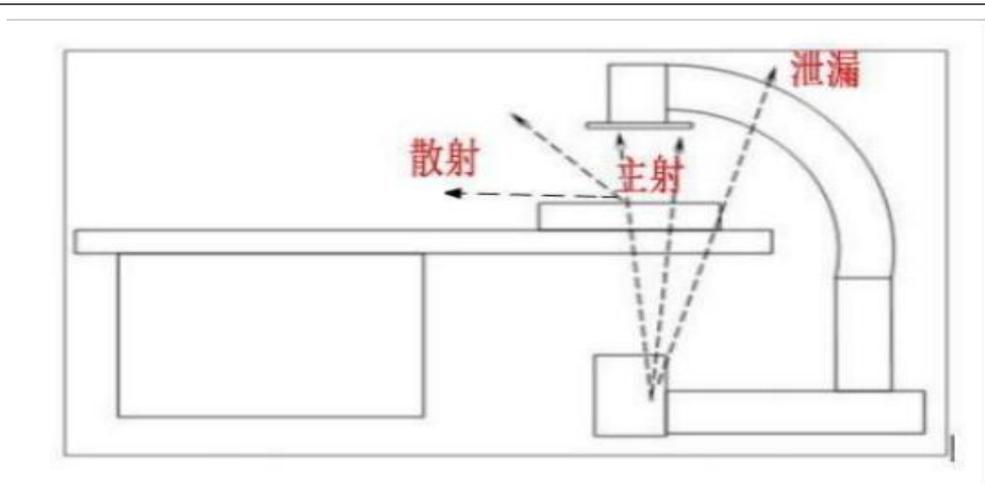


图9-2 DSA工作示意图

9.1.2 设备组成

血管造影用 X 射线装置（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、影像增强、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 主要组成部分包括高压发生器、X 射线球管、平板探测器、电子计算机图像处理系统、操作台、干式激光相机、导管床及专用机架组成。其整体外观示意图如图 9-3 所示。



图 9-3 常见 DSA 射线装置整体外观示意图

9.1.3 操作流程

项目建成后，主要开展行心血管介入手术、外周血管介入手术及神经介入手术。评价例举心血管介入手术中的冠状动脉造影术工作流程如下：

1) 冠状动脉造影术

①预约登记

经医师临床诊断、正当性判断后，需要实施介入诊疗的受检者进行预约登记。

②告知

医师向受检者及其家属介绍介入治疗可能出现的并发症及危害、可预期的诊疗效果、辐射危害等。

③术前准备

医师了解受检者既往病史、过敏史，安排受检者进行体格检查、穿刺部位备皮、禁饮食及其他。

④穿刺

医护人员对受检者穿刺部位皮肤消毒并局部麻醉后，在穿刺部位做小切，通过鞘管插入带安全导引钢丝的导管，在透视模式下前送导管，经股动脉、髂动脉上行至胸动脉，直至导引钢丝头端达主动脉弓远端至升主动脉。握住导引钢丝，前送导管使管头超出导丝。撤出导引钢丝，抽吸导管，弃去抽吸液，用肝素盐水手推冲洗导管后，连接到充有造影剂的三联三通接头和注射器上。记录导管尖主动脉压力，手推注射器 3~4ml 使导管充满对比剂。操作管道尾端方向柄，缓慢将导管沿着升主动脉内壁前送，到发现导管头端在插送过程中有突然前跳后，推注对比剂 1~2ml 证实进入冠状动脉开口。

期间，手术工作人员穿戴个人防护用品进入机房内，透视模式下在术者位开展近台操作。

⑤透视、减影

手术过程中，手术工作人员在术者位采取脉冲透视方式获得透视影像，以了解人体组织生理结构。减影过程中，手术工作人员手推注射对比剂，进行减影（15~30 帧/s），将显影过程记录下来，从显影的结果可以看到含有对比剂的血液流动顺序，以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以对比剂排出的路径及快、慢推断有无异常通道和血液动力学改变等情况。

期间，手术工作人员穿戴个人防护用品进入介入手术室内，透视模式下在术者位开展

近台操作；减影模式下工作人员退出介入手术室。

⑥术后处理

结束后，医师撤出导管，加压包扎穿刺点，防止出血。术后应密切观察受检者，预防并及时处理并发症。

⑦结束

医师填写介入记录，技师处理图像、刻录光盘。

本项目 DSA 进行出束曝光时分为两种情况：

a) 摄影：操作人员一般采取隔室操作的方式（即操作技师或医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

b) 透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅帘、铅防护屏后面，并穿戴铅服、铅眼镜等在机房内进行同室 DSA 机房操作。

9.1.4 工作负荷

本项目投入使用后，预计单台 DSA 年最大开展手术量为 1000 台。本项目 DSA 的年开机时间见表 9-1。

表 9-1 各种手术使用 DSA 情况

科室	年手术类型/预计最大手术量（台）	单台手术最长累计曝光时间（min）		年最长出束时间（h）	
		摄影	透视	摄影	透视
心内科	心血管介入手术（600 台）	1	10	10	100
神经内（外）科	神经介入手术（100 台）	1	20	1.67	33.33
血管外科	外周介入手术（100 台）	1	25	1.67	41.67
介入诊疗科	综合介入手术（200 台）	1	20	3.33	50
合计	1000 台	/		16.67	225

根据《放射诊疗管理规定》，医院拟配备 10 名医生、5 名护士和 2 名影像技师，根据每台手术至少 4 名工作人员（2 名医生、1 名护理人员和 1 名技师），现有人员能满足

保守手术需求，本项目拟配备医师及护士可分为 5 个工作组操作，摄影工作条件下医师及护士均退出机房，为隔室操作，透视条件下，医师及护士均在机房内曝光，为同室操作，技师不轮岗，为隔室操作，本项目拟设置的劳动定员及年受照时间见表 9-2。

表 9-2 本项目拟设置的劳动定员

岗位	科室	总出束时间 (h)		分组	受照时长 (h)	
		透视	摄影		透视	摄影
医生	心内科	100	10	2	50	5
	神经内(外)科	33.33	1.67	1	33.33	1.67
	血管外科	41.67	1.67	1	41.67	1.67
	介入诊疗科	50	3.33	1	50	3.33
技师	放射科	225 (隔室)	16.67	2	112.5	8.34
护士	介入科	225	16.67	5	45	3.33

9.1.5 污染因子

使用 DSA 手术时，注入的造影剂不含放射性，DSA 采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片，介入手术中会产生一些医疗废物。DSA 进行摄影、透视时，高压发生器将高电压加在 X 射线管的两极之间，高速运动的电子撞击物质而突然受阻时产生 X 射线。X 射线使空气电离产生臭氧和氮氧化物。DSA 诊治流程及产污环节见图 9-4。

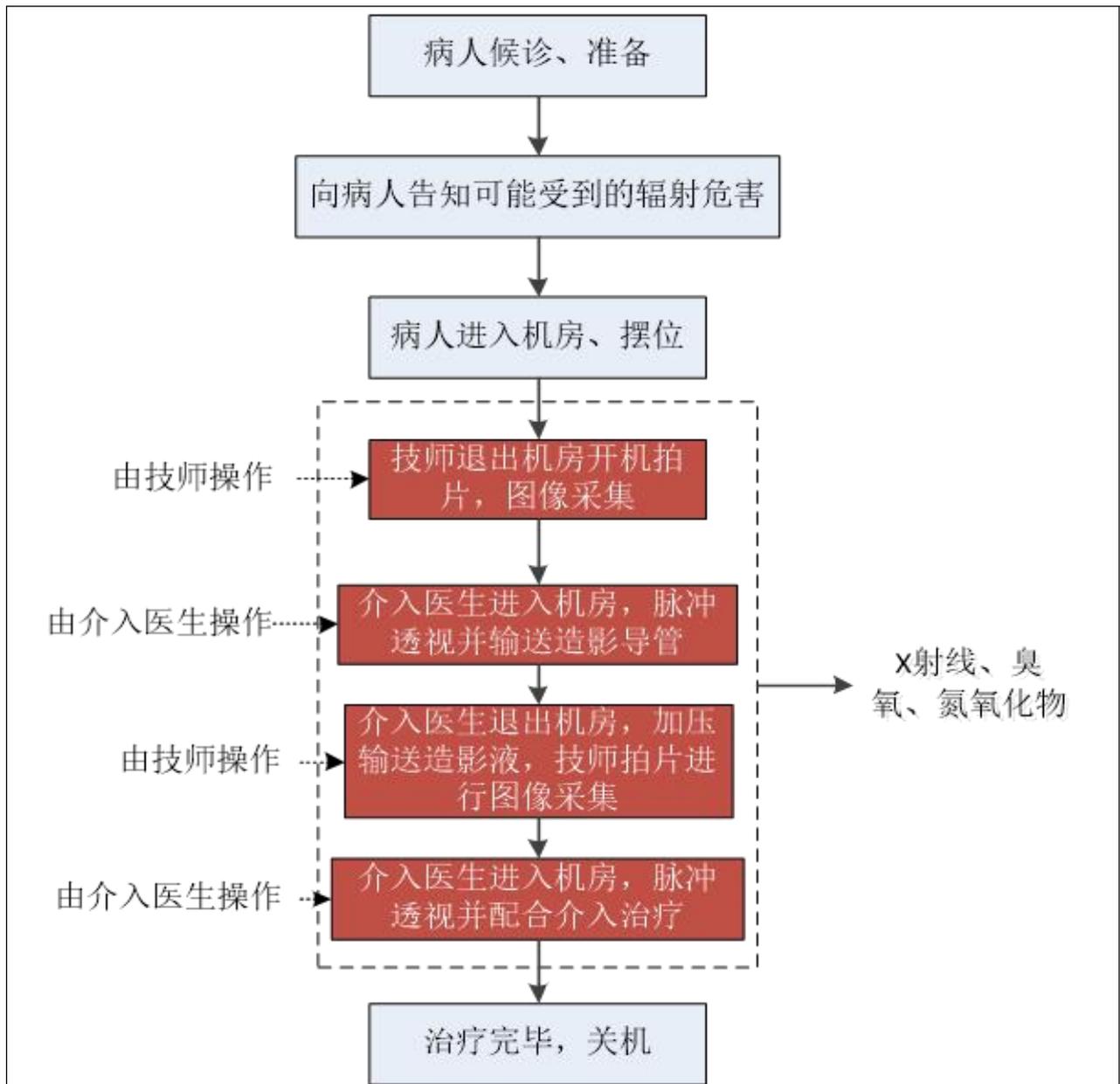


图 9-4 DSA 流程及产污环节示意图

由于 DSA 机架可以带动 X 射线球管和平板探测器一起旋转，考虑到本项目 DSA 装机方向，DSA 有用线束主要朝上进行照射，临床上根据手术检查部位进行旋转。

9.1.6 路径图

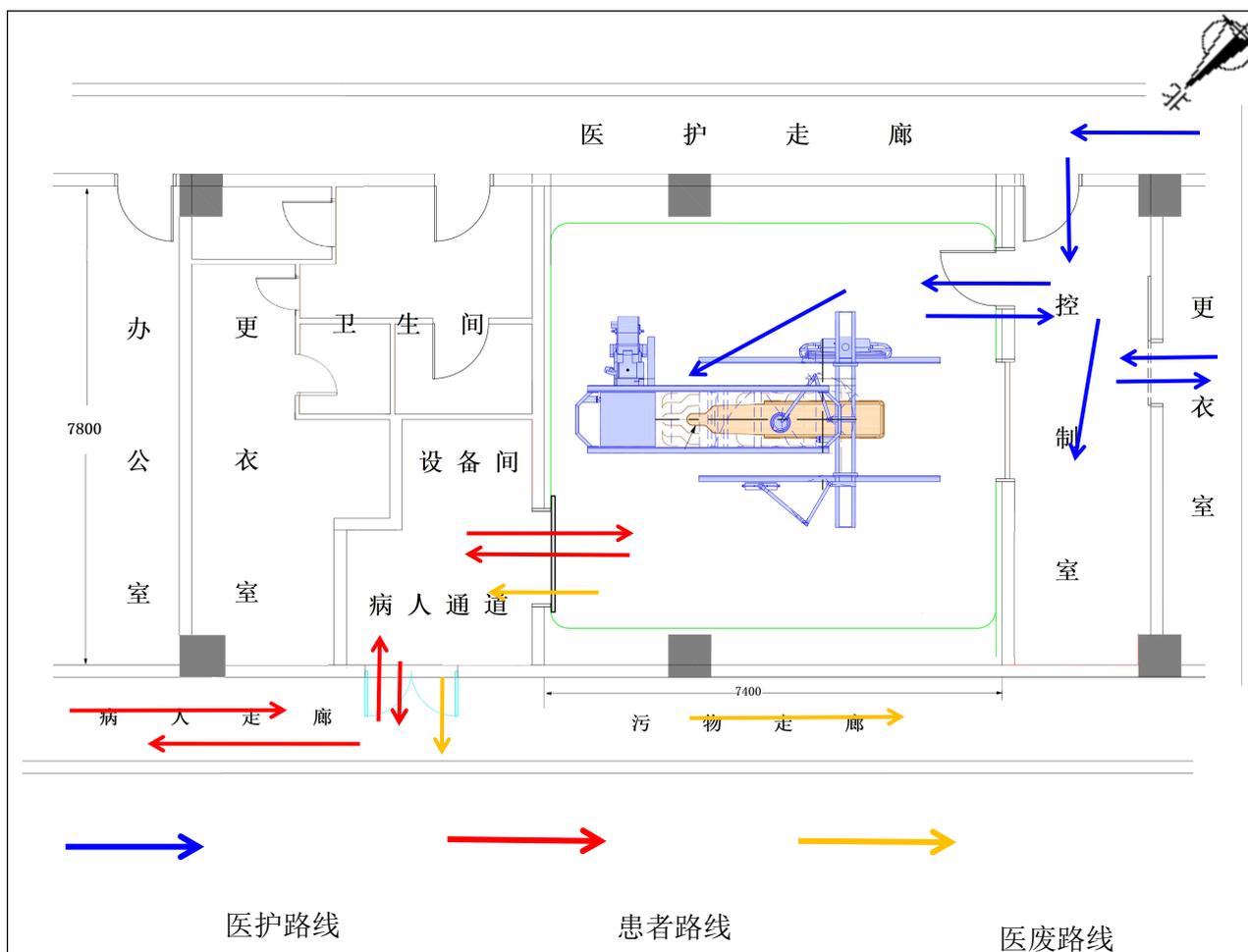


图 9-5 本项目人流、物流路径图

本项目 DSA1 机房位于住院楼 A 区一层中部，病人家属不得进入。

候诊病人：候诊患者通过电子门禁进入介入中心走廊，通过病人通道，经 DSA1 机房受检者防护门进入机房。

医护人员：医护人员经医护走廊，进入控制室，经过更衣室后，刷手/换衣后返回控制室，通过工作人员防护门进入 DSA1 机房。

污物：DSA1 机房产生的医疗废物由病人通道，经过走廊，转用至污物暂存间，由专人及时收集，每台手术结束后经病人防护门运出。

综上，拟建 DSA1 机房为工作人员与污物分别设置独立通道，且机房患者通道的宽度满足病人手推车辆的通行，射线装置建筑物之间的通道畅通无阻，方便治疗。

9.2 污染源项描述

9.2.1 源强分析

根据设备厂家提供的说明书可知（详见附件 8），设备最大管电压为 125 kV，最大管

电流为 1000 mA，固有滤过材料为 2.5mmAl，由于说明书只有滤过条件，没有源强内容，故按最大工况保守进行估算得到射线装置距靶 1m 处的最大剂量率（详见 11.2.1 节），DSA 主要技术参数见下表。

表 9-2 飞利浦产 Azurion 7 M20 型 DSA 主要技术参数

管电压 (kV)	≤125	管电流 (mA)	≤1000
滤过材料及厚度	2.5 mm Al	距焦点 1m 处泄漏剂量率 (mGy/h)	0.1%
摄影条件下距靶 1m 处辐射剂量率 (μGy/h)	1.62×10 ⁸ μGy/h	透视条件下距靶 1m 处辐射剂量率 (μGy/h)	4.05×10 ⁶ μGy/h

9.2.1 施工期工艺流程简述

本项目在施工过程中伴有施工噪声、装修垃圾、施工废水和建筑粉尘产生。本项目工程量小，施工安装时间短，施工单位合理安排好施工时间，能够满足施工场界噪声规定限制要求；施工所产生的少量生活废水和施工废水经本院污水处理站处理后排入管网；在建设施工中采取低噪声工具及湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响；建设施工所产生的少量建筑废渣以及设备安装产生的包装废物送院方指定的建筑垃圾储存场，定时定点清运。

9.2.2 运行阶段污染源项

本次项目 DSA 属于 X 射线发射装置，属于使用 X 射线进行放射诊断的设备，X 射线伴随着机器的开、关而产生和消失。其在使用过程中主要污染因子是对放射性工作人员及公众造成外照射的 X 射线，其次本项目运行过程中会因 X 射线与空气发生电离作用产生少量臭氧及氮氧化物废气，另外在介入诊疗过程中会产生少量的医疗废物和医疗废水。本项目使用过程中不产生放射性的废气、放射性废水以及放射性固体废弃物。

(一) 正常情况下的污染途径

1. 电离辐射

射线装置运行时，在放射工作人员按照规范操作的条件下，放射工作人员、受检者和公众可能受到射线装置运行时产生包括有用射线、射线和漏射线等 X 射线的外照射。X 射线照射到生物机体时，可使生物细胞受到抑制、破坏甚至坏死，致使机体发生不同程度的生理、病理和生化等方面的改变。介入手术需要在 DSA 设备引导下操作，手术室内的医护人员会暴露于 X 射线有用线束、散射线的环境中，需要穿戴相应的防护用品（如铅

围裙、铅帽、铅颈套、铅眼镜、铅橡胶手套等)或借助辅助防护设施(铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏等)以减少辐照引起的剂量。同时,穿透屏蔽体的 X 射线会对操作人员和机房周围留居人员造成一定的辐照危害。

2.废气

X 射线装置在出束过程中会与空气产生电离作用,空气吸收辐射能量并通过电离离子的作用可产生臭氧和氮氧化物。由于 DSA 产生的 X 线输出功率低,剂量小,光子能量低,每次曝光时间短,因此,臭氧和氮氧化物产生量极少,根据《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》(郝海鹰、刘容、王玉海编著)及《X 射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》(张大薇编著)资料显示,医院射线装置工作场所在开机状态下产生臭氧浓度范围为 $0.010\text{mg}/\text{m}^3\sim 0.137\text{mg}/\text{m}^3$ 、氮氧化物浓度 $0.010\text{mg}/\text{m}^3\sim 0.103\text{mg}/\text{m}^3$ 。通过采取机械通风、保证换气次数的方式,经过稀释后氮氧化物排放满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中表 2 新污染源无组织排放单位周界最大浓度 $0.12\text{mg}/\text{m}^3$ 限值要求,同时氮氧化物无组织排放最大落地浓度能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的一级标准(氮氧化物一级标准小时浓度值为 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$)限值要求。臭氧无组织排放最大落地浓度满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的一级标准(臭氧一级标准小时浓度值为 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$)的要求,有害气体能够达标排放同时能够保证环境空气质量达标。

3.废水

项目运行后,废水主要为辐射工作人员的生活污水和医疗废水。经过本院污水预处理设施消毒处理后排入市政管网。

4.固体废物

本项目1台DSA采用数字成像,不打印胶片。介入手术时会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料,每台手术约产生 0.5kg 医疗废物,每年约进行1000台介入手术,医疗废物年产生量为 $500\text{kg}/\text{a}$,工作人员产生少量的生活垃圾。

(二)事故情况下的污染途径

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射:

(1) 曝光时防护门未关闭,此时防护门外人员可能受到 X 射线照射。

(2) 曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品,导致受检者的受检部位外的部分受

到不必要的照射。

(3) 曝光过程中，因警示灯失效或其他情况下其他人员误入曝光室受到意外照射。

(4) 因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。

(5) 同室近台工作人员未按要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致接受额外照射。

(6) 因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要照射。

(7) 控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。

(8) 紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成人员误照射。

(9) 检查或维修状态下，设备维修人员违反操作规程或误操作，造成人员误照射。

本项目射线装置在异常或事故状态下的辐射源项与正常运行时是一样的，即中、低能 X 射线，但在异常或事故状态下对人员的伤害可能会超过正常运行状态。

9.3 “三废”组成

(1) 固体废物

本项目射线装置采用计算机图像存储管理系统，电脑成像，激光打印，无洗片过程，打印出来的胶片由病人带走。本项目不涉及洗片，不会产生废弃 X 光片，设备维修更换的废旧 X 射线管，由设备厂家回收处置。

本项目介入手术产生的少量医疗废物，集中收集暂存于污物间内，由建设单位委托资质单位处置。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

(2) 废水

本项目无洗片废水、废定（显）影液产生，工作人员办公及生活产生少量生活污水，病人诊疗过程中产生少量医疗废水。

(3) 废气

医院射线装置工作场所在开机状态下产生少量的臭氧及氮氧化物，臭氧浓度范围为 0.010~0.137mg/m³、氮氧化物浓度范围为 0.010~0.103mg/m³，机房内空气中产生的非放射性有害气体，主要靠机房的通风换气来控制。充足的通风和自然分解会使这些气体降低在非常低的浓度，不会对周围环境造成太大的影响。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局

本项目拟建 DSA1 机房位于住院楼 A 区一层，相邻区域设有病人通道、控制室、医护人员走廊等辅助用房；患者路线、工作人员路线、污物转移路线相对独立，可避免产生交叉。拟建 DSA1 机房平面布置图见图 10-1。

拟建 DSA1 机房布局与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）对照分析见表 10-1。

表 10-1 本项目布局设置与标准对照分析

项目	标准要求	本项目设计情况	是否满足要求
机房布局	6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位	本项目 DSA1 机房的门、窗和管线口位置设置合理，DSA 有用线束主要朝上进行照射，未直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。	满足
	6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。	DSA1 机房各侧屏蔽体均采取了相应的屏蔽防护措施，考虑了邻室（含楼上、楼下）及周围场所的人员防护与安全。	满足
	6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求。	本项目拟新增使用的 DSA 设备设有单独机房，机房有效使用面积及单边长均满足设备的布局要求。	满足
机房尺寸	6.1.5 最小有效使用面积不小于 20 m ² ，最小单边长不小于 3.5m	7.4m（东西）×7.8m（南北）=57.72 m ²	满足

经对照分析可知，拟建 DSA1 机房的设置满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）平面布局的要求，采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊断需求，并且充分考虑了相邻场所的防护安全，因此，本项目工作场所布局合理。

10.1.2 辐射防护分区管理

(1) 分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防

或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，定期审查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

（2）本项目分区管理情况

根据本项目的辐射防护情况，将 DSA1 机房内部区域划为控制区，将与 DSA1 机房相邻的控制室、污物走廊、病人通道、设备间、卫生间、医护走廊、手术区和库房划为监督区。本项目辐射工作场所分区情况见图 10-1。

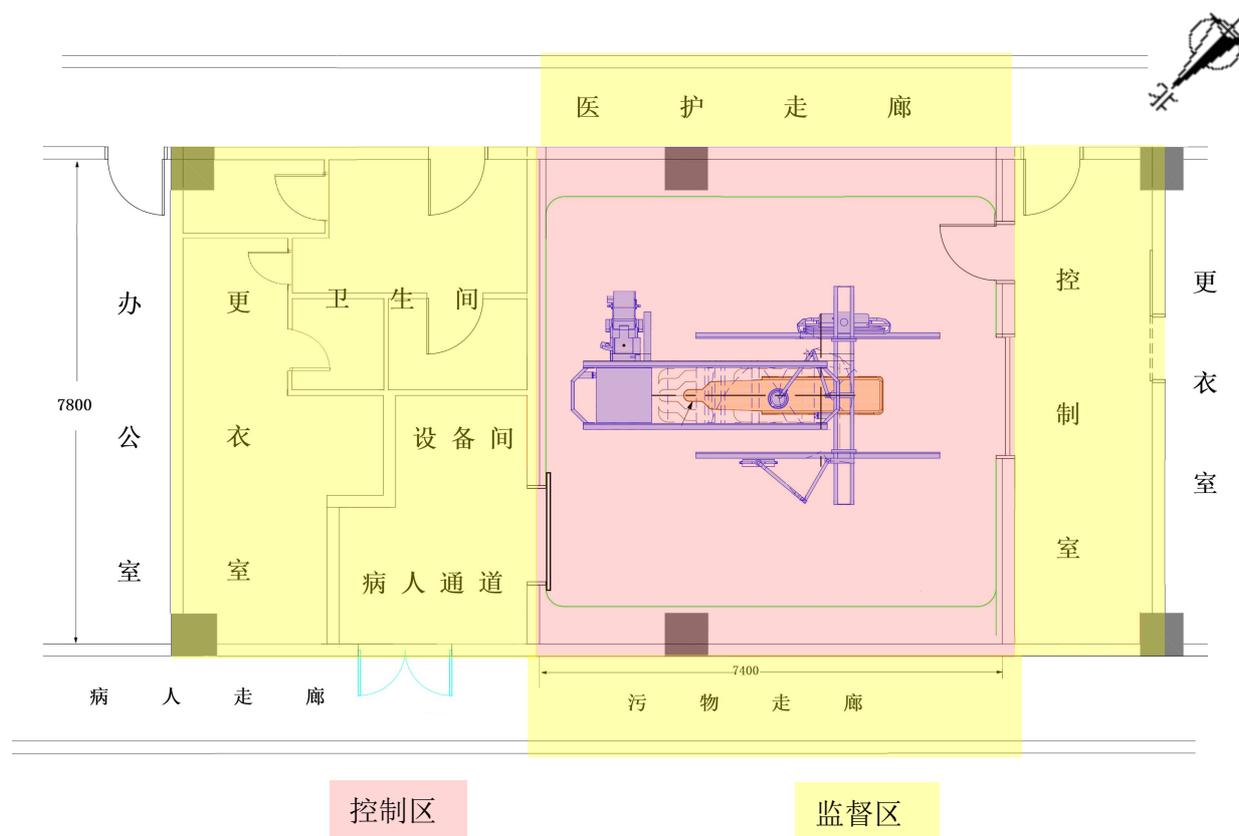


图 10-1 DSA1 机房平面分区管理图

控制区通过实体屏蔽措施、电离辐射警告标志等进行控制管理，在射线装置使用时，除进行介入手术的医护人员和患者进入机房的情况外，禁止其他人员进入；在监督区入

口处的适当位置设立表明监督区的标牌或地面警示线，建设单位需定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改或调整监督区边界，满足标准要求后方可继续使用射线装置。

10.1.3 机房辐射屏蔽设计

根据《放射诊断放射防护要求》中对 X 射线机房屏蔽、防护设计的技术要求，对本评价项目屏蔽措施进行对照分析。

①参考《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中附录 C 的式 C.1(本报告式 10-1)计算得到屏蔽透射因子 B:

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha\gamma x} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (\text{式 10-1})$$

式中:

B: 给定铅厚度的屏蔽透射因子;

β : 铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

α : 铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

γ : 铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数;

X: 铅厚度。

②在相同透射因子 B 的情况下，其相当于其他屏蔽材质的厚度核算按以下公式核算:

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left[\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right] \quad (\text{式 10-2})$$

式中:

X——不同屏蔽物质的铅当量厚度;

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子;

α 、 β 、 γ ——不同屏蔽材质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

③根据 DSA 工作原理及工作方式可知，DSA 的主束方向由下朝上照射，故顶棚考虑有用线束的影响，四面墙体考虑 90°非有用线束的影响。本项目 DSA 最大电压为 125kV，查《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)表 C.2 混凝土拟合参数，对墙体进行核算。

④核算结果

本项目 DSA1 机房顶棚为 120mm 混凝土，根据式 10-1，计算得 120mm 混凝土屏蔽透射因子 B 为 3.21×10^{-3} （主束），将 B 代入式 10-2，得 120mm 混凝土折算为 1.4mmPb。

同理得地面 120mm 混凝土屏蔽透射因子 B 为 3.96×10^{-3} （非主束），将 B 代入式 10-2，得 120mm 混凝土折算为 1.6mmPb。

本项目拟使用的硫酸钡防护涂料或硫酸钡板密度不低于 2.79g/cm^3 ，参考《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）P105，管电压为 120 千伏时，9.5mm 硫酸钡板折算为 1mmPb，19mm 硫酸钡板折算为 2mmPb，31mm 硫酸钡板折算为 3mmPb，设备运行时最大管电压不超过 120kV，因此，本报告按保守考虑，10mm 硫酸钡板折算为 1mmPb，20mm 硫酸钡板折算为 2mmPb，30mm 硫酸钡板折算为 3mmPb，40mm 硫酸钡板折算为 4.0mmPb。

根据医院提供的屏蔽防护方案及设备最大参数，其机房屏蔽体的铅当量核算结果见表 10-2。

表 10-2 DSA1 机房屏蔽核算厚度与 GBZ130-2020 要求对比表

机房名称	屏蔽体	屏蔽防护设计厚度		总铅当量 (mmPb)	标准要求 (mmPb)	是否符合 要求
DSA1 机房 (125kV)	西侧墙体	新增 50mm 方管隔断+40mm 硫酸钡板 (0+4.0)		4.0	≥2.0	符合
	其他三侧墙体	原有 200mm 加气块+40mm 硫酸钡 (0+4.0)		4.0		
	室顶	120mm 钢筋混凝土楼板+20mm 硫酸钡板 (1.4+2.0)		3.4		符合
	地板	120mm 钢筋混凝土楼板+20mm 硫酸钡 (1.6+2.0)		3.6		符合
	观察窗	4mmPb 铅玻璃		4.0		符合
	工作人员防护门	4mmPb 手动平开铅防护门		4.0		符合
	受检者防护门	4mmPb 电动推拉铅防护门		4.0		符合
拟合参数	125kV 有用线束	铅	α : 2.219	β : 7.923	γ : 0.5386	
		混凝土	α : 0.03502	β : 0.07113	γ : 0.6974	
	125kV 非有用线束	铅	α : 2.233	β : 7.888	γ : 0.7295	
		混凝土	α : 0.003510	β : 0.06600	γ : 0.7832	
注：实心砖 $\rho \geq 1.65 \text{g/cm}^3$ ；混凝土 $\rho \geq 2.35 \text{g/cm}^3$ ；硫酸钡或硫酸钡板 $\rho \geq 2.79 \text{g/cm}^3$ ，并保证硫酸钡与水泥的比例不小于 4:1；方管隔断不考虑屏蔽效果。						

本项目拟建 DSA1 机房的四面墙体、顶棚、地板、防护门以及观察窗均采取了辐射

屏蔽措施，充分考虑了周围场所及邻室（含楼上、楼下）的人员防护与安全，且屏蔽厚度符合标准要求，从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目拟建 DSA1 机房的屏蔽措施设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关屏蔽措施的技术要求。

10.1.4 机房屏蔽体结构及材料示意说明

(1) 机房剖面图

为更直观地了解本项目 DSA1 机房结构及上下层关系，本报告给出了以西-东方向为轴线的机房剖面图，见图 10-2。

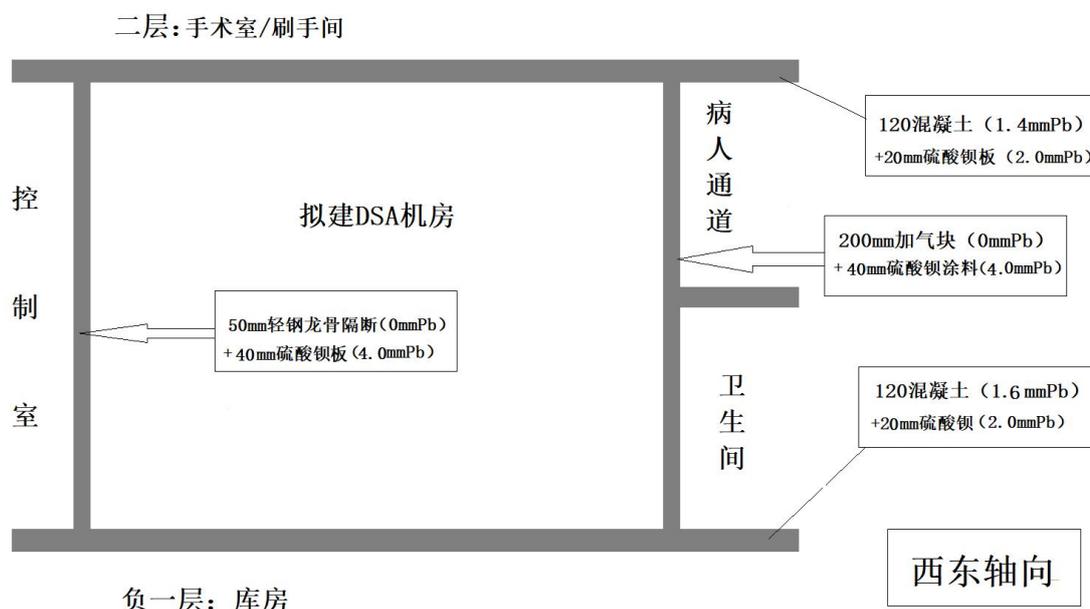


图 10-2 本项目拟建 DSA1 机房剖面示意图

10.1.5 辐射安全防护措施

本项目拟建 DSA1 机房设置的辐射安全防护措施与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的对照分析情况如下表：

表 10-3 DSA1 机房拟设置的辐射安全防护措施

标准要求	本项目拟设置情况	评价
6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。	拟在 DSA1 机房西侧墙体设观察窗，观察窗设置的位置可以观察到受检者状态及防护门开闭情况。	符合
6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。	DSA1 机房相邻区域设计有控制室、污物走廊、病人通道、设备间、卫生间、医护走廊等辅助用房，设备、洁具将存放在相应的功能用房内，不	符合

	会在机房内放置杂物。	
6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。	拟在 DSA1 机房的 2 扇防护门上各设置 1 个电离辐射警告标志。拟在机房患者出入防护门上方设置工作状态指示灯，灯箱上拟设置“射线有害，灯亮勿入”的警示语句。拟在机房东北侧候诊区显著位置张贴放射防护注意事项告知栏。	符合
6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。	工作人员防护门拟设置平开门，并拟设置自动闭门装置；患者出入防护门与工作状态指示灯有效关联。	符合
6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。	机房患者出入防护门拟设置防夹装置	符合
6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。	受检者在机房东北侧等候区候诊，不在机房内候诊手术过程中，陪检者在家属等候区等候，不在机房内滞留。	符合

除上表外，在 DSA 设备床面和控制室控制台设有设备急停按钮，一旦发生事故可及时按下急停按钮，停止设备出束，机房各安全措施布置情况见图 10-3。

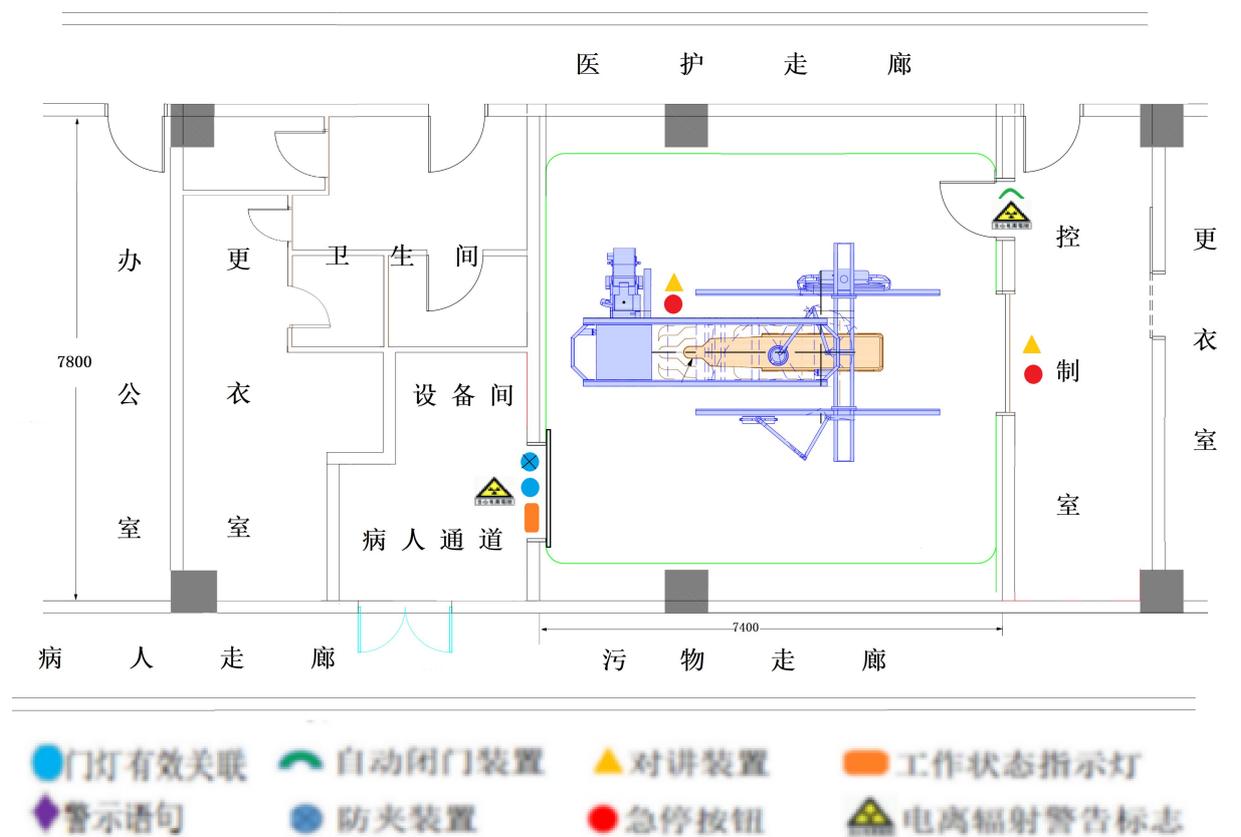


图 10-3 辐射安全防护措施布置示意图

DSA 设备的安装及调试均由设备厂家的专业人员完成，安装和调试过程中设备厂家

为责任方，医院在此期间进行外围工作配合和监督，确保在搬迁和安装过程中 DSA 保持关机状态。

综上所述，本项目拟建 DSA1 机房的防护措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关技术要求。

10.1.6 管线设计及穿墙位置屏蔽补偿

(1) 穿墙管线进出口防护

根据建设单位提供的资料，拟建 DSA1 机房穿墙管线室内以地沟形式在地坪以下布设，电缆沟宽 200mm，深 100mm，部分地沟防护将铅板做成 U 字形紧贴地沟及地面和两个侧面，然后在顶面盖板上做上铅板。电缆沟穿墙隐藏于地面装饰层，将 3mm 铅板平铺于地面基层，覆盖穿墙洞口位置，满足整个机房屏蔽防护要求，电缆沟穿墙示意图见图 10-4。

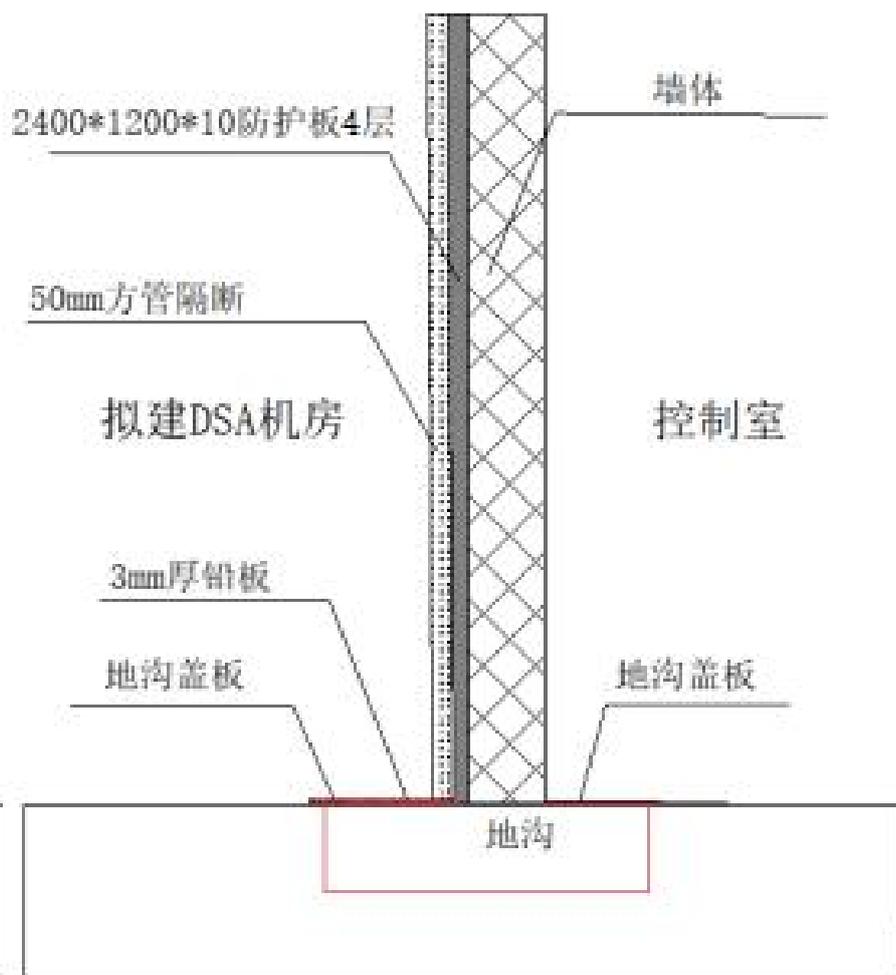


图 10-4 电缆沟穿墙示意图

(2) 排风措施

根据排风系统设计方案，DSA1 机房拟设置轴流风机系统，流量 $900\text{m}^3/\text{h}$ ，排风量 ≥ 4 次/h，排风口布置于机房上方吊顶东侧，排风管道在吊顶夹层内向北布置，通过污物走廊接入主排风管道，最终排入大气，为了防止射线从排风管线穿墙处泄漏，管道穿墙部分采用 3mm 铅板覆盖管道表面进行屏蔽补偿，可以保持机房内良好的通风，机房通风管道走向示意图见图 10-5，机房通风管道屏蔽示意图见图 10-6。

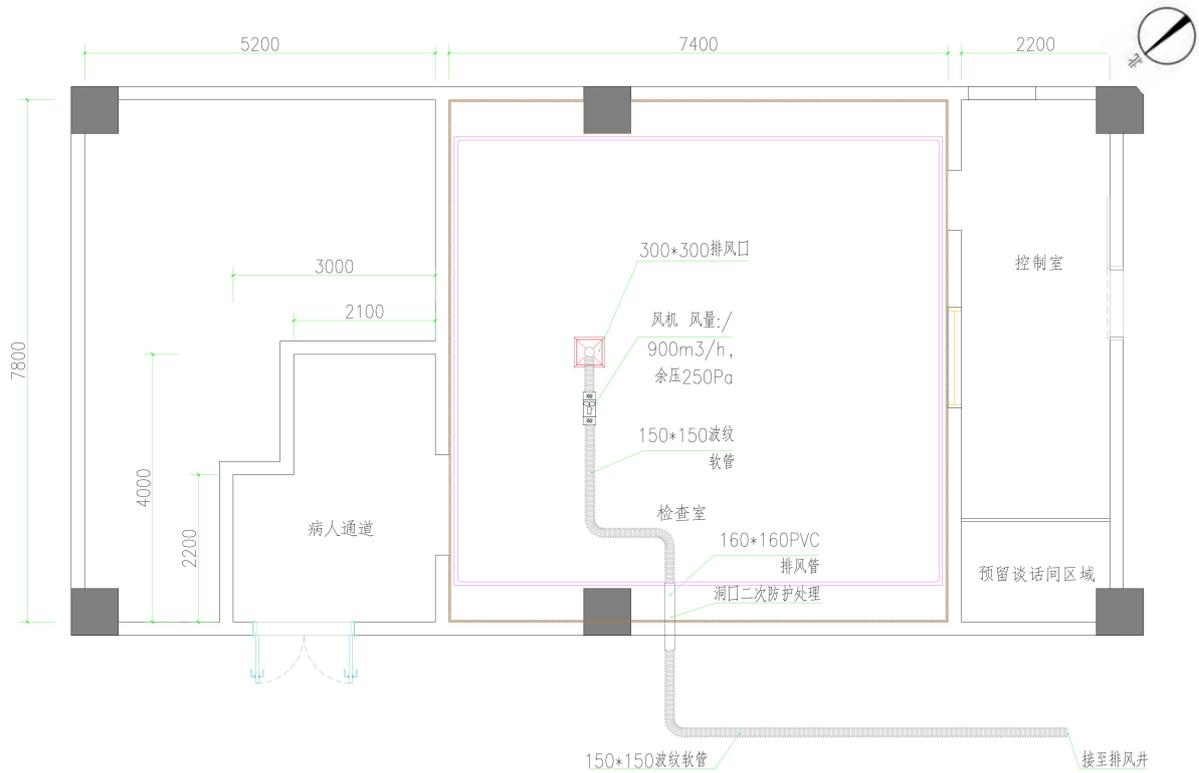


图 10-5 机房通风管道走向示意图

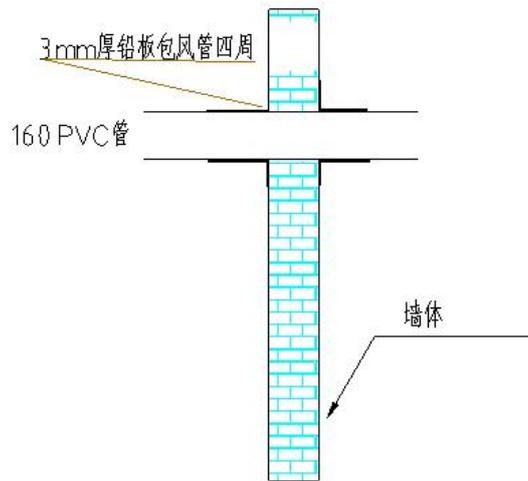


图 10-6 机房通风管道屏蔽示意图

建设单位应委托专业的施工单位进行机房防护施工，严格施工管理，施工时需要特别注意机房墙体的缝隙、孔洞、管道、通风口、电缆地沟等可能产生局部泄漏的部位，在两种不同密度材料的搭接处，须确保任何一方向均有足够的屏蔽厚度。使用的屏蔽防护材料应向专业厂家购置，保证防护材料的质量，施工过程中保证屏蔽体防护材料厚度达到要求的铅当量，确保四周墙体屏蔽防护材料与顶棚和地面相接，尽量减小防护门与墙体之间的缝隙，控制门与墙的搭接宽度大于间隙的十倍。

10.1.7 个人防护用品

建设单位拟为辐射工作人员和受检者分别配备相应的个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜以及介入防护手套等，拟使用设备出厂配备的铅悬挂防护屏和床侧防护帘等辅助防护设施，详情见表 10-4。

表 10-4 本项目拟建 DSA1 机房拟配备防护用品和标准对照表

	工作人员		受检者
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品
标准要求	介入防护服、铅橡胶颈套、铅防护眼镜 ($\geq 0.5\text{mmPb}$) 介入防护手套 ($\geq 0.025\text{mmPb}$) 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏 ($\geq 0.5\text{mmPb}$) 选配：移动铅防护屏风 $\geq 2\text{mmPb}$	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 ($\geq 0.5\text{mmPb}$) 选配：铅橡胶帽子
拟配备的防护用品	各 5 套	1 套	成人、儿童尺寸各 1 套
评价	符合	符合	符合

注：1.防护用品应向专业厂家购买，标签上应注明生产厂家、规格型号、衰减当量、生产日期等信息；
2.个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂；3.考虑到防护用品在洁净手术室使用，应定期消毒，降低感染风险。

根据分析，本项目拟配备的防护用品和辅助防护设施数量及铅当量厚度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。医院应在项目运行过程中应严格做好患者及工作人员个人的防护，合理使用防护用品和防护设施，保护人员健康。个人防护用品和设施应定期检查和监测，不满足使用要求及时更换或增补。

10.2 环保措施及其投资估算

本项目总投资 1250 万元，环保投资 80 万元，占总投资的 6.4%，环保设施（措施）及其投资估算一览表见表 10-5。

表 10-5 环保设施（措施）及其投资估算一览表

环保设施				投资估算	
机房	项目	内容	数量	(万元)	
DSA1 机房	屏蔽防护	DSA1 机房满足辐射防护要求的墙体、观察窗、防护门	/	37	
	净化设施	DSA1 机房及辅助用房的通风设施	/	5	
	防护用品	医护人员的个人防护用品、患者防护用品		7 套	5
		电离辐射警告标志、警示灯、自动闭门装置等		1 套	
	场所设施	DSA1 机房及辅助用房电气设备、电缆孔位、管线洞口的屏蔽补偿	/	5	
	监测设备	便携式辐射监测仪器		1 台	5
		个人剂量计 (介入医师及护士每人 2 枚，操作技师每人 1 枚)		32 枚	
	人员	辐射工作人员培训	辐射工作人员辐射安全与防护培训、再培训，日常培训（长期投入）	/	10
		辐射工作人员健康检查	开展辐射工作人员健康体检（长期投入）		
	辐射管理	辐射防护管理制度修订、装裱上墙及	应急演练（长期投入）	/	5

		辐射事故应急演练		
	环评、现状监测	项目施工前期进行环境影响评价并进行现状监测		1次 3
	验收	自主验收		1次 5
合计				80

10.3 三废治理

①废气

本项目拟于 DSA1 机房内设置轴流风机系统，产生的臭氧及氮氧化物通过排风口引至室外排放。

②废水

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。生活污水进入医院污水管网，经医院污水处理设施处理后排入市政管网，进入城市污水处理厂处理。

③固体废物

放射性固废：本项目 DSA 不产生放射性固废。

非放射性固废：本项目固体废物主要为辐射工作人员和患者产生的生活垃圾，以及介入手术过程中的医疗废物，生活垃圾每天由保洁人员收集至垃圾收集点，然后由环卫部门定期清运，医疗废物交有资质的单位处理。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目在建设和安装阶段无辐射产生，对周围环境没有辐射影响。

本次评价项目涉及到对新砌墙、新门洞的开设、建筑装饰、设备安装等，在项目的建设过程中，应采取污染防治措施，减轻对医院及周边地区的环境影响。项目建设期主要的污染因子有：噪声、废水、固体废弃物和扬尘。

1. 声环境影响分析

该评价项目施工期的噪声主要来自场地土建施工、相关设施的安装调试等阶段，但该评价项目的建设工期短，影响期短暂，对周围环境影响小，随施工结束而消除，因此，施工在合理安排施工时间，夜间禁止高噪声机械作业后，对周围的影响不大。

2. 环境空气影响分析

在整个施工期，扬尘来自于材料搬运、装卸和混凝土浇筑等施工活动，由于扬尘源多且分散，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大。但土建工程结束后即可恢复。

3. 水环境影响分析

本工程施工污水主要来自少量施工废水。施工废水主要包括砂石料加工水。施工废水含泥沙和悬浮物，直接排出会阻塞排水沟和对附近水体造成污染。对此，施工单位应对施工废水进行妥善处理，在工地适当位置设置简易沉砂池对施工废水进行澄清处理，清水外排，淤泥妥善堆放。

4. 固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为建筑垃圾。施工过程中的建筑垃圾和生活垃圾必须集中处理，严禁随意堆放和倾倒。生活垃圾应置于医院内部垃圾收集箱内，定期由环卫工人送至附近的垃圾中转站。施工期产生的生活垃圾以及装修垃圾均统一收集后交由市政环卫部门处理。

5. 设备安装阶段：本项目 DSA 的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时机房必须上锁并派人看守。由于设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接

受的。设备安装过程中，医院方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

DSA 设备在手术中分透视和摄影两种模式。DSA 摄影模式是指 DSA 的 X 射线系统曝光时，工作人员位于控制室，即为隔室操作方式。DSA 透视模式是指在透视条件下，医护人员近台同室进行介入操作。本次评价分别对摄影、透视两种工况下机房周围的辐射水平进行了预测。

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，在血管造影术中 will 使用图像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构减弱，因此 DSA 屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

根据 DSA 操作规程，手术中 DSA 设备运行分为透视和摄影两种模式。本项目 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，但实际使用时，为防止球管烧毁并延长其使用寿命，管电压和功率通常预留 30% 的余量，即管电压控制在 100kV 及以下。摄影时 DSA 的常用管电压 60~100kV，常用管电流为 300~500mA；在 DSA 透视时常用管电压为 60~90kV，常用管电流为 5~15mA，本环评拟进行保守估算，采用摄影工况下的设备参数：管电压 100kV，管电流 500mA；透视工况下的设备参数：管电压 90kV，管电流 15mA。

（1）辐射源强参数

根据《辐射防护导论》射线装置距靶 r (m) 处的空气比释动能率，按公式 11-1 计算：

$$\dot{K} = I \cdot \delta_x \frac{r_0^2}{r^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

\dot{K} —离靶 r (m) 处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率, mGy/min;

I —管电流, mA;

δ_x —距靶 1m 处的发射率常数, mGy·m² / (mA·min);

r_0 —距靶 1m;

r —关注点距靶的距离。

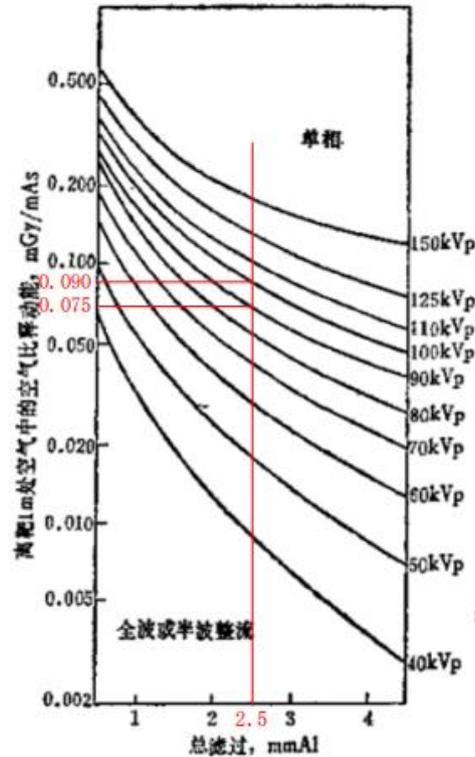


图3.1 距X射线源1m处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况

图 11-1 距 X 射线源 1m 处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况

根据设备厂家提供的说明书（见附件 6），设备的固有滤过材料为 2.5mm Al。读《辐射防护手册》（第三分册）P58 图 3.1（见图 11-1），可以查得摄影模式下距靶 1m 处空气中的空气比释动能为 0.090mGy/mAs，透视模式下距靶 1m 处空气中的空气比释动能为 0.075mGy/mAs。根据式 11-1，可计算得本项目 DSA 不同管电压下距靶 1m 处最大剂量率，见表 11-1。

表 11-1 DSA 不同管电压下距靶 1m 处最大剂量率一览表

设备	运行模式	滤过材料及厚度 (mm)	离靶 1m 处空气中的空气比释动能 (mGy/mA·s)	运行管电压 (kV)	运行管电流 (mA)	距靶 1m 处的最大剂量率 (μGy/h)
DSA	摄影	Al, 2.5	0.090	100	500	1.62E+08
	透视	Al, 2.5	0.075	90	15	4.05E+06

(2) 关注点和计算示意图

关注点的选取：关注点选取机房门外 30cm 处、墙外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、顶棚上方距顶棚地面 30cm 处、机房楼下距地面 170cm 处、医生操作位，作为本项目的关注点，机房结构高 3.6m，吊顶高 2.9m，源点距关注点的距离均考虑屏蔽体的厚度，设备自带小铅屏为 0.5mmPb，购买医生铅衣 0.5mmPb。本项目涉及的 DSA1 机房关注点所在位置详见图 11-2：

- A: 机房南侧墙外 30cm 处（医护走廊）；
- B: 工作人员防护门外 30cm 处（控制室）；
- C: 机房西侧墙外 30cm 处（控制室）
- D: 观察窗外 30cm 处（操作位）；
- E: 机房北侧墙外 30cm 处（污物走廊）；
- F: 受检者防护外 30cm 处（病人通道）；
- G: 机房东侧墙外 30cm 处（设备间）；
- H: 机房东侧墙外 30cm 处（卫生间）；
- I: 机房东侧墙外 30cm 处（卫生间）；
- J: 机房楼上 30cm 处(手术室)；
- K: 机房楼下距地面 170cm 处（库房）；
- L: 第一术者位；
- M: 第二术者位。

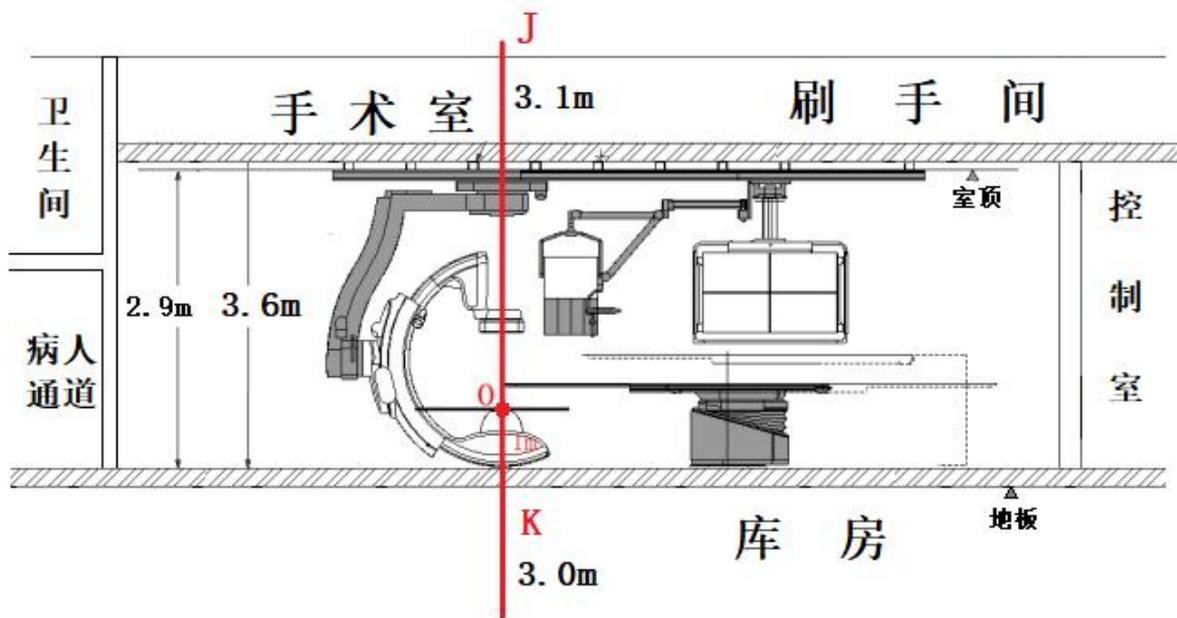
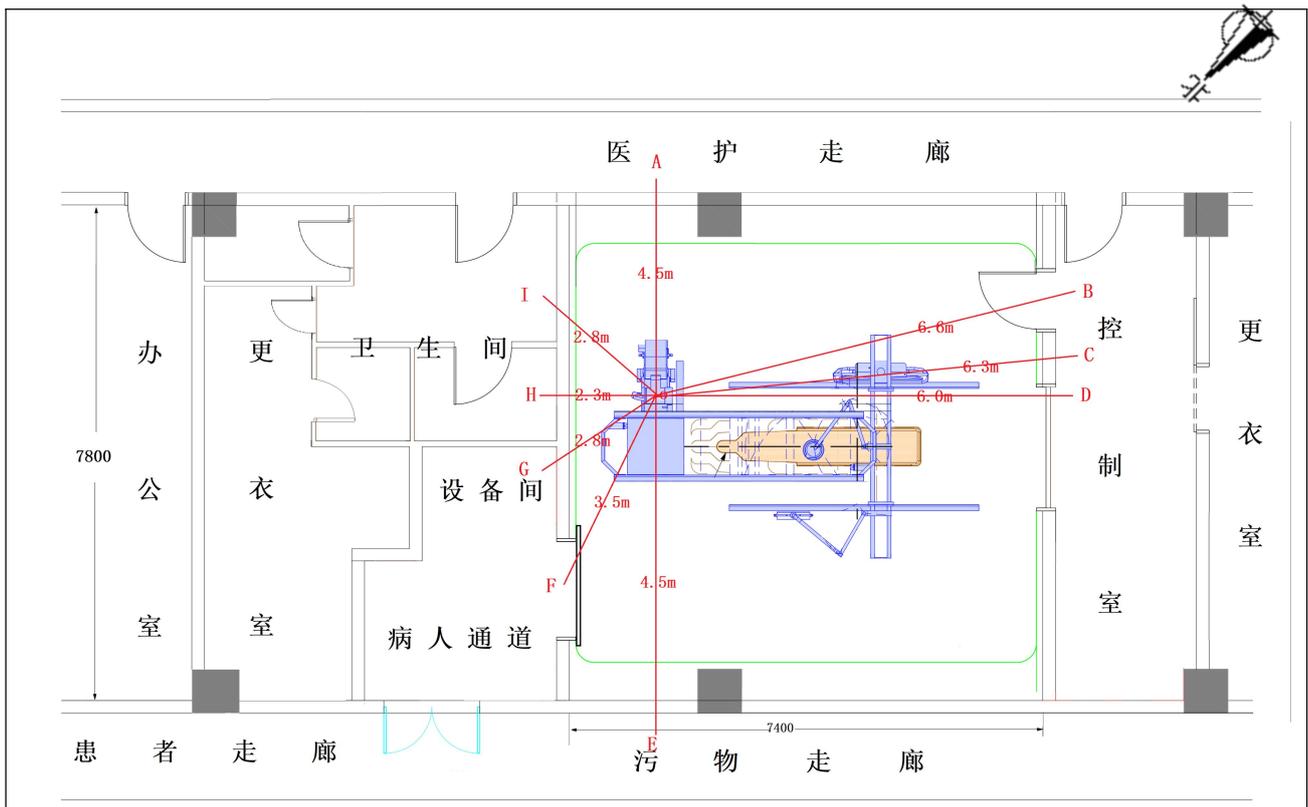


图11-2 DSA1机房关注点分布图

(3) 计算公式

① 泄漏辐射

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的0.1%计算，利用点源辐射进行计算，各关注点的泄漏辐射剂量率可用下式进行计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot f \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-2})$$

式中:

H: 关注点在屏蔽体外关注点的泄露辐射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 : 距靶 1m 处的剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

f: 泄漏射线比率, 0.1%;

R: 靶点距关注点的距离, m;

B: 屏蔽透射因子。

② 散射辐射

关注点处的散射辐射剂量率参考《辐射防护手册 第一分册》(李德平、潘自强主编, 原子能出版社, 1987) 中给出的公示计算。

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot S}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (\text{式 11-3})$$

式中:

H—关注点处的患者散射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 —距靶点 1m 处的剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

α —患者对 X 射线的散射比, 取自《辐射防护手册 第一分册》P437 表 10.1, 100kV 射线散射与入射 X、 γ 射线照射量之比值 a 为 0.0013(90°散射, 相对于 400 cm^2 散射面积) $\alpha = a/400$, 表中未列出 90kV 散射与入射 X、 γ 射线照射量之比值 a, 选用邻近电压 100kV 的值;

S—散射面积, 取 100 cm^2 ;

d_0 —源与患者的距离, 取 0.5m;

d_s —患者与关注点的距离, m;

B—屏蔽透射因子。

③ 屏蔽透射因子

按照《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 附录 C 中公式和参数计算, 公式计算如下式

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\lambda}} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

B—给定铅厚度的屏蔽投射因子；

α 、 β 、 γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—屏蔽材料铅当量厚度，mm。

(4) 估算参数及计算结果

铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，见表 11-2。依据《辐射防护导论》，在 X 射线辐射场中，同一点处以 Gy 为单位的比释动能与以 Sv 为单位的剂量当量，数值上几乎相等，因此，报告在屏蔽计算章节，将 Gy 等同于 Sv。DSA1 机房外各关注点辐射剂量率计算参数取值及计算结果见表 11-3。

表 11-2 铅在不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数

管电压	参数		
	α	β	γ
90kV	3.067	18.83	0.7726
100kV（主束）	2.500	15.28	0.7557
100kV（散束）	2.507	15.33	0.9124

表 11-3 DSA1 机房各预测点的辐射剂量率计算参数及结果

工作模式	关注点	总铅当量 (mmPd)	H ₀ (μSv/h)	泄露辐射计算参数		散射辐射计算参数				泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	总辐射剂量率 (μSv/h)
				R (m)	B1	d ₀ (m)	d _s (m)	S(cm ²)	B2			
摄影	A	4.0	1.62E+08	4.5	3.39E-06	0.5	5.0	100	5.14E-06	2.71E-02	4.33E-02	7.04E-02
	B	4.0		6.6	3.39E-06		7.1		5.14E-06	1.26E-02	2.15E-02	3.41E-02
	C	4.0		6.3	3.39E-06		6.8		5.14E-06	1.38E-02	2.34E-02	3.72E-02
	D	4.0		6.0	3.39E-06		6.5		5.14E-06	1.53E-02	2.56E-02	4.09E-02
	E	4.0		4.5	3.39E-06		5.0		5.14E-06	2.71E-02	4.33E-02	7.04E-02
	F	4.0		3.5	3.39E-06		4.0		5.14E-06	4.48E-02	6.77E-02	1.12E-01
	G	4.0		2.8	3.39E-06		3.3		5.14E-06	7.01E-02	9.94E-02	1.70E-01
	H	4.0		2.3	3.39E-06		2.8		5.14E-06	1.04E-01	1.38E-01	2.34E-01
	I	4.0		2.8	3.39E-06		3.3		5.14E-06	7.01E-02	9.94E-02	1.70E-01
	J	3.4		3.1	1.52E-05		3.6		2.31E-05	2.56E-01	3.75E-01	6.31E-01
	K	3.6		3.0	9.21E-06		3.5		1.40E-05	1.66E-01	2.41E-01	4.07E-01
透视	A	4.0	4.05E+06	4.5	3.69E-07	0.5	5.0	100	3.69E-07	7.38E-05	7.77E-05	1.52E-04
	B	4.0		6.6	3.69E-07		7.1		3.69E-07	3.43E-05	3.85E-05	7.28E-05
	C	4.0		6.3	3.69E-07		6.8		3.69E-07	3.77E-05	4.20E-05	7.97E-05
	D	4.0		6.0	3.69E-07		6.5		3.69E-07	4.15E-05	4.60E-05	8.75E-05
	E	4.0		4.5	3.69E-07		5.0		3.69E-07	7.38E-05	7.77E-05	1.52E-04
	F	4.0		3.5	3.69E-07		4.0		3.69E-07	1.22E-04	1.21E-04	2.43E-04
	G	4.0		2.8	3.69E-07		3.3		3.69E-07	1.91E-04	1.78E-04	3.69E-04
	H	4.0		2.3	3.69E-07		2.8		3.69E-07	2.83E-04	2.48E-04	5.31E-04
	I	4.0		2.8	3.69E-07		3.3		3.69E-07	1.91E-04	1.78E-04	3.69E-04
	J	3.4		3.1	2.33E-06		3.6		2.33E-06	9.82E-04	9.47E-04	1.92E-03
	K	3.6		3.0	1.26E-06		3.5		1.26E-06	5.67E-04	5.42E-04	1.11E-03

K (铅衣内)	1	0.8	4.08E-03	1	4.08E-03	25.82	21.48	4.73E+01
K (铅衣外)	0.5	0.8	2.52E-02	1	2.52E-02	159.47	132.68	2.92E+02
L (铅衣内)	1	1	4.08E-03	1.2	4.08E-03	16.52	14.92	3.14E+01
L (铅衣外)	0.5	1	2.52E-02	1.2	2.52E-02	102.06	92.14	1.94E+02

由表 11-3 计算结果可知，在摄影模式下，DSA1 机房周围各关注点的辐射剂量率最大值为 $6.31 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，在透视模式下，DSA1 机房周围各关注点的辐射剂量率最大值为 $1.92 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ 。上述结果表明，本项目 DSA 在两种模式下机房周围各关注点处的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中规定的周围剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的标准限值。

11.2.2 工作人员及公众个人剂量估算

(1) 计算公式

$$E = \alpha H_u + \beta H_0 \quad (\text{式 11-5})$$

式中：

H_u ：铅衣内受照剂量，mSv；

H_0 ：铅衣外受照剂量，mSv。

α ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79；

β ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051。

$$HEr = Dr * t * K * T * 10^{-3} \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

HEr ：外照射年有效剂量，单位：mSv；

Dr ：X 辐射瞬时剂量率，单位： $\mu\text{Gy/h}$ ；

t ：辐射照射时间，单位：h；

K ：吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy，为保守估计，该值取 1。

居留因子参考《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）附录 A，详见表 11-4。

表 11-4 不同场所的居留因子

场所	居留因子		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区域
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2: 与屏蔽室相邻的患者检查室
			1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室

偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗机房房门外 30cm 处、相邻的（共用屏蔽墙）放射诊疗机房 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯
------	------	----------	--

(2) 工作人员年有效剂量

引用表 9-1 中本项目辐射工作人员的工作负荷，对本项目工作人员年受照剂量进行计算分析，结果见表 11-5。

表 11-5 工作人员年有效剂量

工作场所	工作人员	项目	工作时间 (h/a)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量率 (mSv/a)	
DSA 1 机 房	第一术者	摄影隔室	5	6.31E-01	3.16E-03	2.61
		透视同室	50	47.3 (铅衣内)	2.61	
	292 (铅衣外)					
	第二术者	摄影隔室	5	6.31E-01	3.16E-03	1.74
		透视同室	50	31.4 (铅衣内)	1.74	
	194 (铅衣外)					
技师	摄影隔室	8.34	6.31E-01	5.26E-03	5.47E-03	
	透视隔室	112.5	1.92E-03	2.16E-04		
注：护士位置距离第一术者更远，且配备防护用品，受照剂量率及附加年剂量将更小。						

由表 11-5 可知，本项目 DSA 手术室辐射工作人员年有效剂量估算值最大为 2.61mSv，因该项目部分工作人员参与放射科射线装置相关工作且都进行个人剂量监测，参考最近一整年《宁夏回族自治区第五人民医院个人剂量检验报告》，拟定辐射工作人员年最大个人剂量值为 2.14mSv/a，叠加项目后辐射工作人员年有效剂量为 4.75mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于职业照射剂量限值的要求，同时满足本项目提出的辐射工作人员剂量约束值（不高于 5mSv/a）的要求。

(3) 公众有效剂量估算

根据项目机房周围公众的可到达性及居留情况对公众的年受照剂量进行分析。根据表

11-3 计算结果，取透视模式下机房外剂量率最大值 $1.92 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ （机房楼上 30cm 处）和摄影模式下机房外剂量率最大值 $6.31 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ （机房楼上 30cm 处）进行分析。预测分析时，保守不再考虑距离衰减和其他功能用房的墙体屏蔽效果。本项目公众所在位置关注点的公众年有效剂量估算结果见下表。

表 11-6 公众有效剂量计算结果

位置描述	相对于机房方位	透视模式 辐射剂量 率($\mu\text{Sv/h}$)	年出束 时间 (h/a)	摄影模式 辐射剂量 率($\mu\text{Sv/h}$)	年出束 时间 (h/a)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)								
卫生间	东侧	1.92E-03	225	6.31E-01	16.67	1/2	5.48E-03								
病人通道						1/2	5.48E-03								
更衣室						1/4	2.74E-03								
办公室						1/8	1.37E-03								
电梯						1/8	1.37E-03								
走廊	南侧					1.92E-03	225	6.31E-01	16.67	1/2	5.48E-03				
缓冲间										1/4	2.74E-03				
无菌室										1/8	1.37E-03				
一次性拆包后仓库										1/8	1.37E-03				
发放大厅										1/10	1.10E-04				
电梯/电梯前室	西侧									1.92E-03	225	6.31E-01	16.67	1/40	2.74E-04
走廊	北侧													1/2	5.48E-03
换鞋室														1/4	2.74E-03
自更衣室														1/10	1.10E-04
手术室	楼上													1.92E-03	225
胸痛中心		1/10	1.10E-04												
库房	楼下	1/8	1.37E-03												

结合表 11-6 可知，本项目机房外 50m 评价范围内公众年受照剂量最大值为 $5.48\text{E-}03\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于公众照射剂量限值的要求，同时满足本项目提出的公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。由

此可见，本项目建成运行后，对周围环境保护目标的影响在可接受的范围内。

11.3 其他环境影响分析

11.3.1 废气环境影响分析

参考《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（郝海鹰、刘容、王玉海编著）及《X 射线工作场所空气中臭氧氮氧化物浓度调查》（张紫薇编著）等资料，医院射线装置工作场所臭氧浓度 $0.010\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.137\text{mg}/\text{m}^3$ 、氮氧化物浓度 $0.010\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.103\text{mg}/\text{m}^3$ ，可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的一级标准（臭氧为 $0.16\text{mg}/\text{m}^3$ ，氮氧化物为 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ ）的要求。

本项目在 DSA1 机房拟设置轴流风机系统，可保持机房的良好通风效果，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。”的标准要求。项目运行后，工作场所室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风装置和外界空气对流，对人员和周围环境影响较小。

11.3.2 废水环境影响

（1）本项目无放射性废水产生。

（2）非放射性废水本项目不使用显影液和定影液，因此本项目无洗片废水、废定（显）影液产生。故不产生含重金属的医疗废水，工作人员办公及生活产生少量生活污水，依托医院现有预处理设施预处理最终排入市政管网。

11.3.3 固体废物影响分析

（1）本项目不产生放射性固体废物。

（2）本项目射线装置采用计算机图像存储管理系统，电脑成像，激光打印，无洗片过程，打印出来的诊断图片由病人带走。本项目不涉及洗片，不会产生废弃 X 光片，设备维修更换的废旧 X 射线管，由设备厂家回收处置。

（3）本项目介入手术产生少量的纱布、针管、损伤废物、输液器等医疗废物，集中收集暂存于医废暂存间内，委托有资质的单位进行处置。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

11.4 事故影响分析

11.4.1 可能发生的辐射事故

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

- (1) 曝光时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到 X 射线照射。
- (2) 曝光时受检者未按要求穿戴个人防护用品，导致受检者的受检部位外的部分受到不必要的照射。
- (3) 曝光过程中，因警示灯失效或其他情况下其他人员误入曝光室受到意外照射。
- (4) 因设备防护性能问题可能导致受检者接受额外照射。
- (5) 同室近台工作人员未按要求正确地穿戴个人防护用品，可能导致接受额外照射。
- (6) 因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要照射。
- (7) 控制系统出现故障，照射不能停止，病人受到计划外照射。
- (8) 紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成人员误照射。
- (9) 检查或维修状态下，设备维修人员违反操作规程或误操作，造成人员误照射。

11.4.2 辐射事故预防措施

为避免辐射事故发生及辐射事故发生时能采取有效防范措施降低辐射事故的危害，该单位需做好以下预防措施：

- (1) 定期对射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，确认各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处置。
- (2) 针对单位使用射线装置制定相关的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在控制室醒目位置）。工作人员严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。
- (3) 定期检查门灯联锁装置，确保门灯联锁装置正常运行；定期对辐射工作场所的安全防护装置进行维护、保养。
- (4) 加强辐射工作人员的管理，DSA 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) 射线装置发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动射线装置。
- (6) DSA1 机房门外应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。
- (7) 辐射应急管理机构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，一旦事故发生时可立即执行。

(8) 调试和维修时，应保证切断辐射源；调试结束后，应及时恢复安全联锁并经确认系统正常

11.4.3 事故应急措施

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

(1) 第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

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

(3) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(4) 事故处理后应累计资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录，包括事故发生的时间和地点、所有涉及的事故责任人和受害者名单、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果、所做的任何医学检查及结果、采取的任何纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

(5) 对可能发生的放射事故，应采取措施避免事故的发生。制定相关制度在事故发生时能妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报生态环境行政主管部门和卫生行政部门。当发生辐射照射事故时，应在第一时间通报当地生态环境行政主管部门和公安部门。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全管理领导小组成员及职责

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》《放射诊疗管理规定》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等规定，医疗机构配备专（兼）职的辐射安全管理人员或成立辐射防护领导小组，负责医用辐射安全防护。

建设单位以正式文件成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，《宁夏回族自治区第五人民医院关于成立辐射安全与环境保护领导小组成员的通知》，成立了辐射事故应急工作领导小组，配备了专职和兼职的放射卫生管理人员，负责对医院辐射安全工作进行监督管理。

辐射安全防护领导小组成员：

组 长：杨伟宇 党委书记、院长

陈志宏 院 长

副组长：刘伶俐 乔法斌 赵少辉 李 敏 王 敏

组 员：代江群 张治林 褚延利 宋旭东 代 红

康 宁 陈进东 李 慧 樊聪影 夏永生

姚小梅 曹振东 张明君 崔利平 韩 冰

裴小雨 吴世铜 韩学军 李建华 裴孝安

徐 莉 张 超 张 强 林志雄

主要职责为：

- （一）贯彻执行国家辐射安全与环境保护管理小组主要职责；
- （二）负责医院辐射安全与环境保护管理；
- （三）组织制订医院辐射安全与环境保护管理办法，做好管理工作；
- （四）组织人员参加辐射安全与环境保护培训和应急演练。

本项目建设单位辐射防护管理制度已制定并实施，项目建成后若有人员变动等，应按以上要求及院方人员变动等情况进一步完善“宁夏回族自治区第五人民医院辐射安全

与防护管理领导小组”，并严格落实各项规章制度。

12.1.2 辐射工作人员

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第 16 条第 2 款的要求，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第 28 条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的职业人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

本项目计划配备 17 名工作人员，由 10 名医师、5 名护士、2 名技师组成。按照《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》要求，辐射工作人员应参加辐射安全与防护考核（医用 X 射线诊断与介入放射学类别），考核合格后方可上岗。同时按照国家相关规定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；进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。

12.2 辐射安全管理规章制度

（1）修订辐射安全管理规定

本项目 DSA 依法取得生态环境部门相关批复手续并竣工验收后方可正式投入运行。在进行日常使用过程中应严格按照监管部门要求进行辐射安全管理。

（2）根据本项目设备情况严格制定射线装置操作规程，操作人员必须按操作规程进行操作，并做好个人防护。

（3）修订《设备检修维护制度》

医院将定期对辐射安全和防护设施进行检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录，由辐射安全管理负责人组织对本单位所有辐射防护安全工作定期进行自查，发现问题及时整改。

（4）制定监测方案及监测仪表使用与校验管理制度

医院将定期对辐射工作场所进行监测，列出监测计划，对日常巡测的辐射监测仪器进行定期校验。

(5) 修订辐射工作人员培训/再培训管理制度

单位定期组织内部辐射安全培训，积极参加辐射安全与防护培训平台考核，取得辐射安全培训合格证，确保持证上岗。

(6) 修订辐射工作人员个人剂量管理制度

所有从事手术操作的工作人员应进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终生保存。在进行个人剂量监测的同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。

(7) 修订辐射事故/事件应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院已制定防范和处置辐射事故应急预案；发生辐射事故后应当立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延。医院应按照《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》等规定、更改修订已经建立的一系列基本的辐射防护管理制度。

12.3 辐射监测

12.3.1 个人剂量监测

建设单位应根据《放射工作人员职业健康管理辦法》制定包括《辐射工作人员个人剂量监测管理制度》等相关制度，安排本单位的辐射工作人员接受个人剂量监测，并遵守下列规定：

- (1) 外照射个人剂量监测周期一般 1 个月，最长不应超过 3 个月；
- (2) 建立并终生保存个人剂量监测档案；
- (3) 允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。
- (4) 委托具有个人剂量监测资质的机构进行检测并领取新的个人剂量计。
- (5) 监测结果应由医院统一进行个人剂量档案管理。

12.3.2 工作场所辐射环境监测

医院依托原有 1 台 X- γ 辐射剂量率监测仪，定期按照如下要求对工作场所的 X 射线周围剂量当量率进行自主监测。

①年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；年度检测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给监管系统。

②日常自行监测：定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期至少1次/3个月，若发现剂量明显变化或控制室内工作人员剂量异常时应查找并分析原因。

③监测内容和要求

A、监测内容：X射线周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表12-1）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-1 辐射工作场所监测计划建议

项目	监测内容	监测点位	监测周期		
			自行监测	委托监测	验收监测
DSA	X射线周围剂量当量率	墙体外30cm处、防护门外30cm处、观察窗外30cm处、楼上30cm处、机房楼下距地面170cm处、贯穿机房管线位置等。	1次/3个月	1次/年	竣工验收

C、监测范围：控制区和监督区域及周围环境

D、监测质量保证

a、制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

b、采用的国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

c、制定辐射环境监测管理制度和方案。此外，建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。监测布点图见图12-1，点位描述见表12-2。

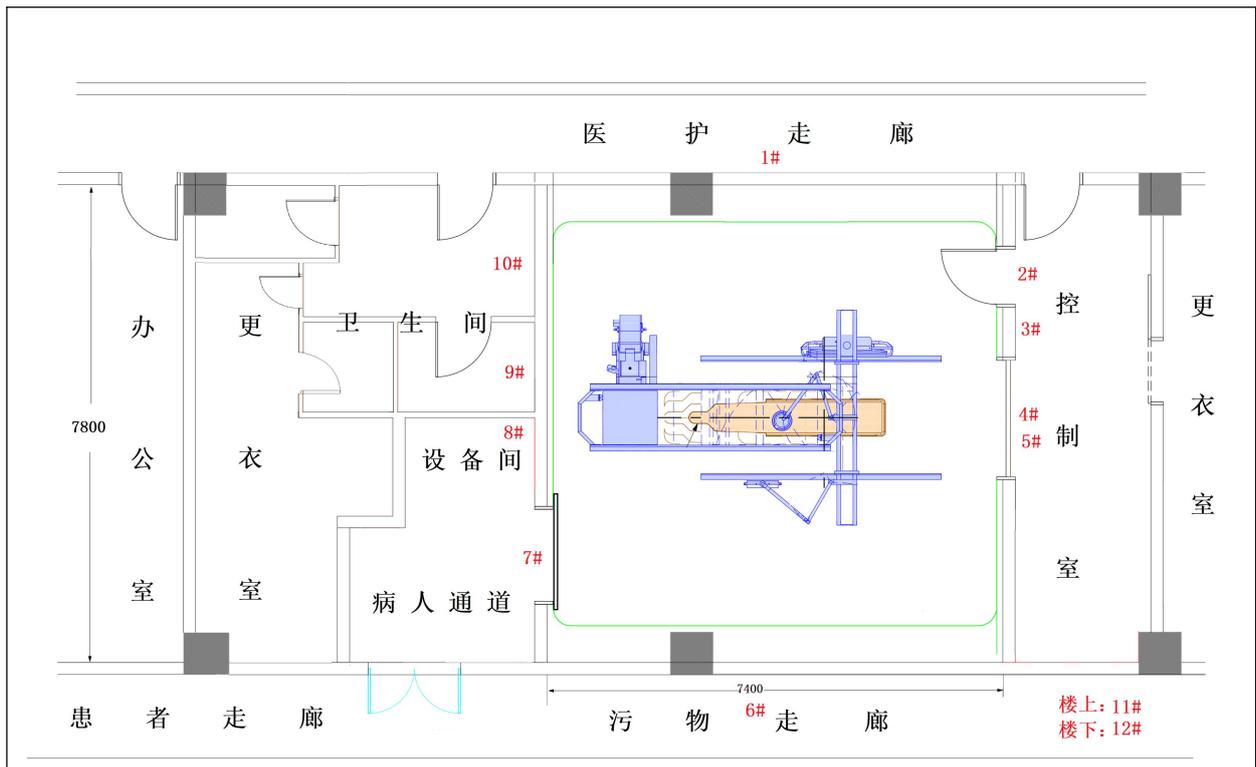


图 12-1 拟建 DSA1 机房自主监测点位布置图

表 12-2 医院验收监测及自主布点方案

机房名称	序号	点位描述	监测频次	评价标准 (μSv/h)
DSA1 机房	1#	南墙外 30cm 处 (A)	定期监测	≤2.5
	2#	工作人员门外 30cm 处 (B)	定期监测	≤2.5
	3#	西墙外 30cm 处 (C)	定期监测	≤2.5
	4#	观察窗外 30cm 处 (D)	定期监测	≤2.5
	5#	管线洞口外 30cm 处 (E)	定期监测	≤2.5
	6#	北墙外 30cm 处 (F)	定期监测	≤2.5
	7#	受检者门外 30cm 处 (G)	定期监测	≤2.5
	8#	设备间外 30cm 处 (H)	定期监测	≤2.5
	9#	卫生间外 30cm 处 (I)	定期监测	≤2.5
	10#	卫生间外 30cm 处 (J)	定期监测	≤2.5
	11#	楼上 30cm 处 (K)	定期监测	≤2.5
	12#	机房楼下距地面 170cm 处 (L)	定期监测	≤2.5

注：此监测点根据建设单位设计图设计，项目建成后可根据实际情况对监测点位进行适当增加或删除。

12.4 辐射事故应急

为了加强对射线装置的安全管理，保障公共健康，保护环境，医院已根据已开展放

射诊疗情况成立辐射事故应急处理领导小组，组织、辐射事故的应急处理救援工作。应急预案中规定辐射事故应急处理机构与职责、辐射事故应急救援原则、辐射事故应急处理程序及措施等，做到内容较全，措施得当，便于操作，在应对放射性事件和突发事件时切实可行，操作性强。

一旦发生辐射事故，立即启动辐射事故应急预案，采取必要应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由医院辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，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。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

建设单位应进一步修订应急预案，应将本项目涉及设备及人员同步更新至应急预案中，列出具体应急联系方式。

12.5 辐射工作人员的管理

(1) 培训

根据《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）第三章人员安全和防护，使用 II 类射线装置的单位，其辐射工作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；考核不合格的，不得上岗。

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号），本项目运行之前，医院应及时组织新增辐射工作人员与原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，考核合格方可上岗。

医院应尽快督促并组织相关人员参加辐射安全与防护培训并承诺保证所有辐射工作人员经过辐射与防护培训合格后方可上岗。

(2) 职业健康检查

按照《放射工作人员职业健康管理办法》要求，放射工作人员在上岗前、在岗期间和离岗后都要进行健康检查，而且在岗期间要每两年进行一次健康体检。参照《放射工作人员健康要求》确定是否适合从事放射性工作，有效保护放射工作人员的身心健康。

医院应根据相关法律法规及标准要求组织该项目原有及新增放射工作人员进行上

岗前职业健康检查，并建立健康档案，待检查结果为“可从事放射性工作”或“可继续原放射工作”后方可从事该项目放射诊疗工作。

12.6 项目竣工环境保护验收管理

本项目取得许可证批复并建成后及时进行竣工验收，根据《建设项目环境保护管理条例》，本项目竣工后，建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行管理办法》对本项目配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。验收合格后，方可投入生产或使用。本工程竣工环境保护验收的内容见表 12-3。

表 12-3 本项目竣工环境保护验收一览表

序号	项目	设施（措施）	验收要求
1	辐射屏蔽措施	工作场所辐射安全与环境防护	<p>①本项目 DSA1 机房实体辐射防护满足表 10-2 要求。</p> <p>②DSA1 机房与控制台之间设有观察窗，便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。</p> <p>③本项目 DSA1 机房内安装轴流风机系统，保持良好通风。</p> <p>④DSA1 机房受检者门上方张贴醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，受检者候诊区设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>⑤DSA1 机房设置 2 樘出入门，分别与控制室、病人通道相通。其中，DSA1 机房与病人通道的受检者防护门设计为电动门推拉门，安装防夹装置。DSA1 机房与控制室的防护门设置为手动平开门，安装自动闭门装置。工作状态指示灯设计与受检者防护门有效关联。</p> <p>⑥配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套铅防护眼镜、介入防护手套等工作人员个人防护用品各 5 件。其中，介入防护手套铅当量 0.025mmPb，其他个人防护用品铅当量 0.5mmPb。</p> <p>⑦配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套</p>

			等受检者（成人及儿童）个人防护用品各 1 件，铅当量 0.5mmPb。 ⑧配备铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏等辅助防护设施，铅当量 0.5mm。
2	人员 管理 人员 管理	辐射安全与防护培训考核	操作人员接受安全防护教育和培训。定期参加相关辐射防护知识培训学习，取得合格后方可上岗
		个人剂量检测	应按要求进行个人剂量监测并建立档案
		职业健康检查	辐射工作人员按要求进行职业健康体检并建立档案
3	管理 制度	辐射防护管理制度	根据污染防治措施要求，修改完善医院相关规章制度，满足《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》以及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等中的相应防护标准的要求
4	防护用 品、监测 仪器	个人剂量计	介入医生和护士每人两枚（铅衣内和铅衣外各 1 枚），操作技师每人 1 枚
		防护用品和辅助防护设施	应参照表 10-4 为放射工作人员和受检者配备铅防护用品
5	分区 管理	工作场所划分为监督区和控制区	严格按照控制区和监督区相关要求进行管理，严格医生和病人的分流
6	监测 实施	个人剂量监测	工作人员受到的年附加有效受照剂量应低于管理限值 5mSv 的要求；公众人员受到的附加年有效剂量应低于管理限值 0.1mSv 的要求
		工作场所监测	机房外周围剂量当量率应不大于《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的 2.5μSv/h 的要求

本项目建成后，医院应向生态环境部门重新申请辐射安全许可证，发放条件见表 12-4。

表 12-4 辐射安全许可证重新申领发放要求

序号	要求
1	使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作；依据辐射安全关键岗位名录，应当设立辐射安全关键岗位的。
2	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。
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。

4	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
5	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。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。
6	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。
7	有完善的辐射事故应急措施。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

项目名称：宁夏回族自治区第五人民医院新增 1 台血管造影用 X 射线装置（DSA）应用项目

建设性质：改建

建设单位：宁夏回族自治区第五人民医院

建设项目内容：住院楼 A 区一层东南侧拟改建 DSA1 机房 1 间，并拟新购一台 DSA，用于医疗诊断及介入治疗，属于使用 II 类射线装置项目。

设备内容：一台 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。

13.1.2 辐射实践的正当性

宁夏回族自治区第五人民医院拟增加的辐射性医疗设备、设施主要用于诊断和介入治疗，目的在于提升医院的医疗水平，更好地开展放射诊疗工作，救治病人，其产生的社会效益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.3 产业政策的符合性

本项目为核技术在医学领域的运用。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》要求，本项目属鼓励类第十三项“医药”中第四条“新型医用诊断医疗仪器设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

13.1.4 选址的合理性

DSA1 机房相邻区域无产科、儿科等敏感科室，本项目建成后运行过程产生的电离辐射，经采取满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的屏蔽措施和安全防护措施后，对周围环境及人员的辐射影响是可接受的，因此，本项目的选址合理。

13.1.5 辐射环境质量现状

监测显示，项目拟建场地道路、室内等 γ 辐射（空气吸收）剂量率范围值分别为 $0.091\pm 0.002\mu\text{Gy/h}\sim 0.108\pm 0.002\mu\text{Gy/h}$ 、 $0.101\pm 0.003\mu\text{Gy/h}\sim 0.147\pm 0.002\mu\text{Gy/h}$ 。根据《2023

年全国辐射环境质量报告》，自动站环境 γ 辐射剂量率自动监测年均值范围为48.9~264.7nGy/h。由此可知项目所在地的环境 γ 辐射剂量率在当地环境本底水平范围内。未发现院内及该项目场所周边环境辐射水平异常。

13.1.6 辐射防护措施有效性

根据医院提供的防护设计资料，经分析，DSA1 机房的辐射防护设计方案和辐射安全措施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关要求。

13.1.7 辐射环境影响分析

经分析，本项目 DSA 设备正常运行后，对职业人员和公众人员所造成的最大年附加有效剂量均低于本项目规定的管理目标值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众人员年有效剂量不超过 0.1mSv），且均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

13.1.8 可行性结论

综上所述，宁夏回族自治区第五人民医院改建 DSA1 机房项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理制度后，具备从事相应的辐射工作技术能力，对工作人员、公众人员和周围环境的辐射影响就可以控制在国家允许的标准范围之内。因此，从辐射安全和环境保护的角度论证，本项目建设是可行的。

13.2 承诺及建议

13.2.1 建议

（1）本项目投入运行前，医院应尽快督促并组织从事II类射线装置的辐射工作人员参加生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并通过考核后方可上岗，专职管理人员应参加“辐射安全管理”类别考试，操作岗位人员应参加“医用X射线诊断与介入放射学”类别的培训。

（2）及时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，在项目建设和运行过程中，加强内部监督管理，不违规操作、不弄虚作假，并接受生态环境部门的监督检查和及时整改检查中发现的问题。

（3）认真落实环评提出的管理措施和辐射防护措施要求，更新完善、补充辐射管理制度。加强和落实放射防护责任制，明确责任和分工，逐级强化责任，安全责任落实到

人。

(4) 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自觉性,杜绝辐射事故的发生。

(5) 建立辐射工作人员健康档案,落实辐射工作人员辐射安全培训、职业健康检查及个人剂量监测等内容。

(6) 定期进行防护安全检查,发现问题及时解决,以防止辐射照射事故发生。

(7) 医院应将辐射事故应急预案装裱上墙,每年至少组织一次预案培训工作,并定期进行应急演练。

(8) 医院应每年对X- γ 辐射剂量率监测仪进行检定校准,定期进行放射工作场所的自主监测;同时购置相应的防护用品,以保障辐射工作人员的健康。

(9) 接受生态环境等主管部门的管理、监督及指导;取得环评报告表批复后,应及时向市生态环境部门申请重新办理《辐射安全许可证》,并开展竣工环保验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人：

公 章

年 月 日

附件 1：事业单位法人证书

*

附件 2：辐射安全许可证

*

附件 3：医疗机构执业许可证和放射诊疗许可证

*

附件 4：立项文件

*

附件 5：本项目环评委托书

*

附件 6：医院现有辐射工作人员最近一整年个人剂量监测报告

*

附件 7：本项目周围辐射环境现状监测报告

*

附件 8：本项目 DSA 滤过材料及厚度

*

附件 9：辐射应急预案

*