

核技术利用建设项目

宁夏医科大学总医院心脑血管病医院 医用血管造影用 X 射线装置（DSA） 环境影响报告表

（公示本）

宁夏医科大学总医院

2020年12月

生态环境部监制

目录

表 1 项目基本情况..... 1

表 2 放射源..... 7

表 3 非密封放射性物质..... 7

表 4 射线装置..... 7

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 8

表 6 评价依据..... 9

表 7 保护目标和评价标准..... 10

表 8 环境质量和辐射现状..... 16

表 9 项目工程分析与源项..... 19

表 10 辐射安全与防护..... 23

表 11 环境影响分析..... 29

表 12 辐射安全管理..... 35

表 13 结论与建议..... 41

表 1 项目基本情况

建设项目名称		医用血管造影用 X 射线装置 (DSA)			
建设单位		宁夏医科大学总医院			
法人代表	金群华	联系人	刘辉	联系电话	13995074479
注册地址		宁夏银川市兴庆区胜利南街 804 号			
项目建设地点		银川市金凤区宁安东巷 6 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	800	项目环保 投资 (万元)	168	投资比例	21%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他		占地面积 (m ²)	39.3
应 用 类 型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类(医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放 射性物质	☐ 生产	☐ 制备PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 甲 ☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	1.1 项目概述 1.1.1 建设单位情况 宁夏医科大学总医院心脑血管病医院是宁夏医科大学总医院的分支机构，地处银川市高新技术开发区，是自治区内唯一一所集医疗、教学、科研、保健为一体，以治疗心脑血管疾病为特色并涵盖相关支撑学科的公立医院，医院已开展放射诊疗工作，取得《辐射安全许可证》。				

1.1.2 目的和任务的由来

为了提高更好、更先进的医疗服务，医院拟在一楼放射科改建 1 间 DSA 机房，改建前该区域为胃肠诊断室、候诊大厅、DR 诊断室会议间等房间，并将宁夏医科大学总医院一楼心脏中心导管 2 室的旧的 DSA 数字减影血管造影机移至该改建机房，用于进行冠状动脉造影及支架植入术，外周血管造影及介入手术治疗。

根据《关于发布射线装置分类办法的公告》，本项目所使用的设备为 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2018 年，生态环境部第 1 号令）和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年修改，部令 47 号）规定，使用 II 类射线装置应当组织编制环境影响报告表，该报告表应报宁夏回族自治区生态环境厅审批。

因此，宁夏博尔特医疗测试研究院有限公司受宁夏医科大学总医院的委托，对宁夏医科大学总医院心脑血管病医院放射科改建 DSA 机房项目进行环境影响评价。接到委托后，我司相关人员对现场进行了调查和资料收集工作，并最终编写完成本项目的辐射环境影响报告表。

1.1.3 建设内容和规模

所安装 DSA 设备最大管电压为 125kV，最大管电流为 1250mA，属于 II 类射线装置，所在机房建筑面积为 39.3m²。

根据《关于发布射线装置分类办法的公告》（2017）规定，本项目的 DSA 属于医用 II 类射线装置，详细信息如表 1-1 所示。

表 1-1 本项目设备详细信息表

射线装置名称	型号	参数	工作场所
医用血管造影用 X 射线装置	Allura Xper FD10	最大管电压：125kV 最大管电流：1250mA	一层放射科导管室

1.2 项目周边保护目标

1.2.1 项目选址

宁夏医科大学总医院心脑血管病医院位于银川市高新技术开发区宁安东巷，本项目位于医院一楼放射科。项目地理位置见图 1-1。



图 1-1 项目地理位置图



图 1-2 项目周边环境图

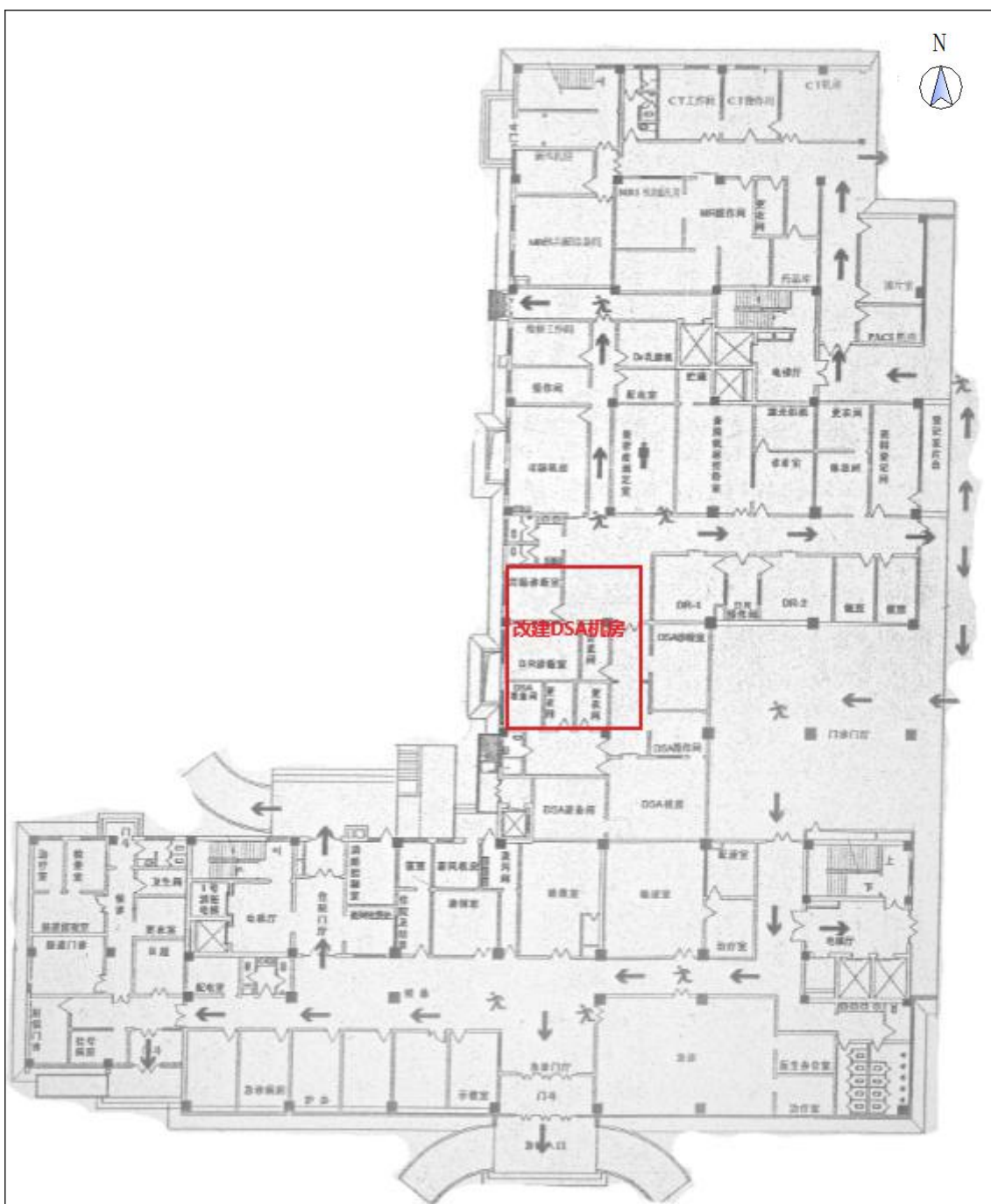


图 1-3 心脑血管病医院一层平面图

1.2.2 周边环境关系

医院四周关系：东面停车场和公路，南面为公路及营业房，西面为停车场，北面为停车场及过道，医院大楼为独栋建筑，50 米范围内无其他地面建筑物，项目周边环境见图 1-2，拟改建 DSA 机房位于一楼放射科导管室，项目位置见图 1-3。

1.2.3 周边保护目标及选址

本项目辐射工作场所周围 50m 范围内主要为医院内部建筑或空地，项目用地

属于医疗卫生用地，周围无环境制约因素，本项目保护目标主要为医院内工作人员及工作场所周围 50m 范围内的流动人群。

1.3 原有核技术利用项目许可情况

医院现有核技术利用活动已取得《辐射安全许可证》，证书编号：宁环辐证[N0076]，许可种类和范围：使用Ⅲ类、Ⅳ类Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，获证日期为 2018 年 4 月 19 日，有效期至 2023 年 4 月 18 日。宁夏医科大学总医院心脑血管病医院已许可的辐射活动种类和范围详见表 1-2。

表 1-4 宁夏医科大学总医院心脑血管病医院现有射线装置

序号	装置名称	规格型号	类别	用途
1	乳腺 X 射线机	Senographe DS	Ⅲ类	乳腺 X 射线诊断
2	DSA	Innova3100-IQ	Ⅱ类	数字减影血管造影，介入
3	DSA	Innova3100-IQ	Ⅱ类	数字减影血管造影，介入
4	数字化移动式 X 射线摄影系统	MUX-100DJ	Ⅲ类	医用 X 射线诊断
5	移动式 X 射线机	GE OEC Fcuorostar Compact D	Ⅲ类	医用 X 射线诊断
6	口腔 X 射线全景断层照相机	PHT-35LHS	Ⅲ类	牙科 X 射线诊断
7	16 排螺旋 CT	Brightspeed Elite Select	Ⅲ类	医用 X 射线诊断
8	双能骨密度测定仪	IDXA	Ⅲ类	医用 X 射线诊断
9	64 排螺旋 CT	Discovery CT 750H	Ⅲ类	医用 X 射线诊断
10	G 型臂 X 光机	BLPANAR 500	Ⅲ类	医用 X 射线诊断
11	数字胃肠机	SONIAL VISION	Ⅲ类	医用 X 射线诊断

		safire17		
12	DR	Discovery XR650	Ⅲ类	医用 X 射线诊断

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	数字减影血管造影设备 (DSA)	II	1	Allura Xper FD10	125kV	1250mA	医用诊断和治疗	一楼放射科导管室	/

(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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

法规文件	1. 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月）； 2. 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月）； 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月）； 4. 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 8 月）； 5. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2018 年 4 月）； 6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 12 月，国务院令第 449 号，2019 年修订）； 7. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年 12 月修改，部令第 47 号）； 8. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（2011 年 5 月）； 9. 《关于发布射线装置分类办法的公告》（2017 年 12 月）； 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》（2006 年 9 月）； 11. 《宁夏回族自治区辐射污染防治办法》（2019 年 2 月 1 日）。
技术标准	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）； 2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 3. 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61—2001）； 4. 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）； 5. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 6. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 7. 《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）； 8. 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）； 9. 《医疗照射防护基本要求》（GB179-2006）； 10. 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》。
其他	建设单位提供的其他资料。

表 7 保护目标和评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的格式和内容》（HJ10.1-2016）中“放射源和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，并结合本项目实际情况，确定本项目辐射评价范围：以 DSA 机房墙外 50m 的范围。

7.2 保护目标

改建 DSA 机房东侧为洁净走廊，西侧是室外空地，南侧为控制室及材料室，北侧设备间和会议室，楼上为耳鼻咽喉头颈外科诊区，楼下为餐厅。机房周围布局图如图 7-1 所示。

结合本评价项目的评价范围，环境保护目标为该医院从事本项目操作的辐射工作人员、周围其他公众成员，详见表 7-1。

表 7-1 本项目周围 50m 内主要保护目标

项目	类型	保护目标	数量	方位	距离
改建 DSA 机 房	职业人员	手术室及控制室操作人员	18 人	手术室和控制室内	紧邻
	公众	四周医护人员、病患	流动人员	东、南、西、北	50m
		餐厅医护人员及病患、家属	流动人员	楼下	紧邻
		耳鼻咽喉头颈外科诊区医护人员、病患	流动人员	楼上	紧邻

注：1. 本项目工作人员共 18 人，其中包括 3 名技师，10 名手术医师，5 名手术护士，分组轮班进行 DSA 介入手术，每组 2 名医师，1 名操作技师，1~2 名护士。

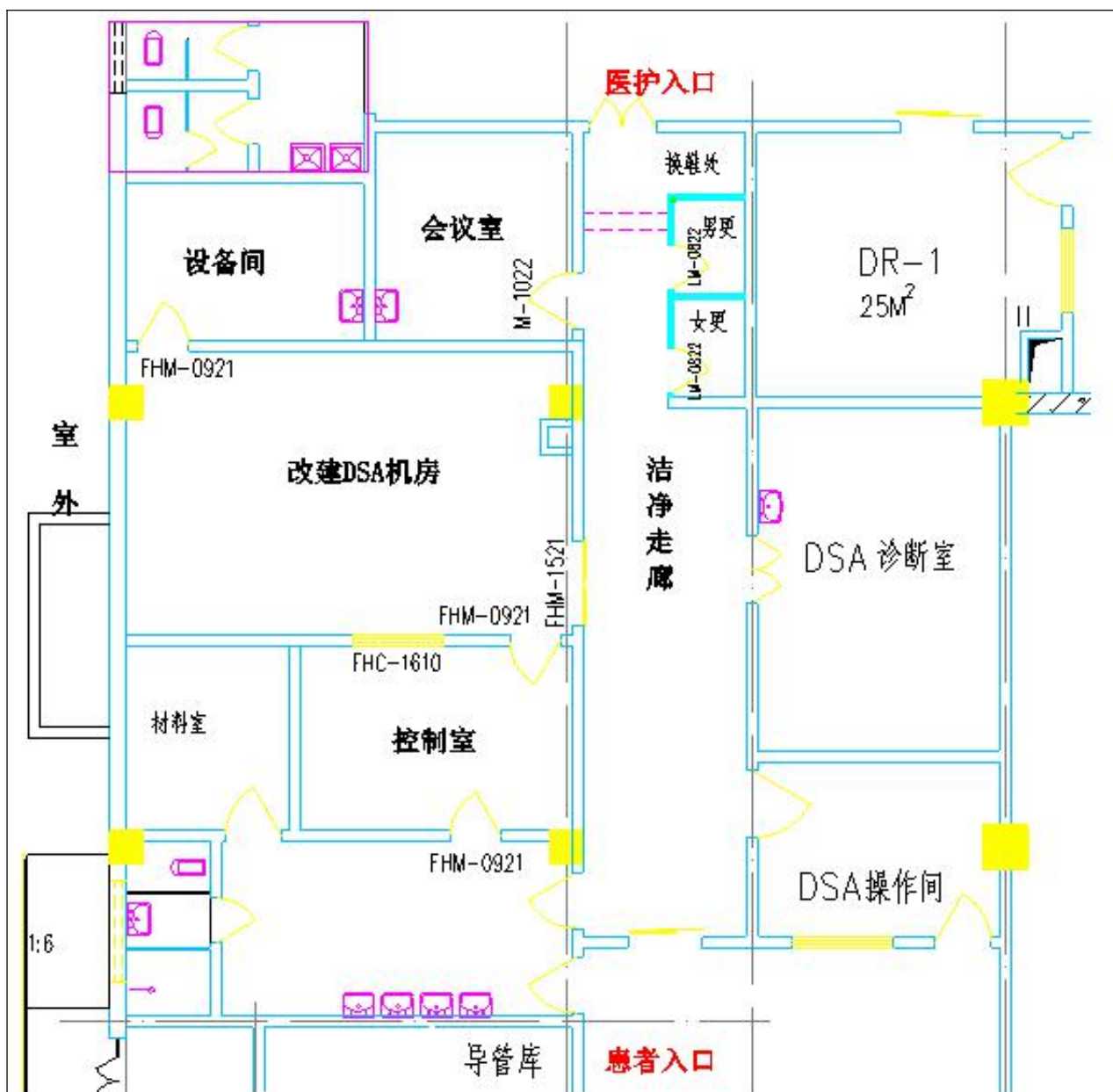


图 7-1 DSA 机房周围布局图

7.3 评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

1、防护与安全的最优化

4.3.3.1 条款对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平，这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

2、剂量限值

2.1 职业照射

①4.3.2.1 条款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当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)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。

②B1.1.1.1 款应对任何工作人员的照射水平进行控制,使之不超过下述限值:

- a) 连续 5 年的年平均有效剂量, 20mSv;
- b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv(但不可作任何追溯性平均);
- c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;
- d) 四肢(手和脚)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

2.2 公众照射

B1.2.1 款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:

①年有效剂量, 1mSv;

②特殊情况下,若 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;

③眼晶体的年当量剂量, 15mSv;

④皮肤的年当量剂量, 50mSv。

本评价报告表取年有效剂量限值的四分之一作为年管理剂量约束值,即对工作人员年管理剂量约束值不超过 5mSv,对工作人员手部年管理剂量约束值不超过 125mSv,公众年管理剂量约束值不超过 0.25mSv。

二、《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)

1、介入放射学、近台同室操作(非普通荧光屏透视)用 X 射线设备防护性能的专用要求

(1) 介入放射学、近台同室操作(非普通荧光屏透视)用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

(2) 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

(3) X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置；

(4) 介入操作中，设备控制台和机房显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

2、X 射线设备机房布局

(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。

(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。

(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。

(4) 对新建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-2 要求。

表 7-2 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 ²	机房内最小单边长度 m
双管头或多管头 X 射线机 a	30	4.5
单管头 X 射线机 b	20	3.5

a. 双管头或多管头 X 射线机的所有管球安装在同一间机房内。

b. 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

备注：本项目涉及 DSA 属于单管头 X 射线机。

3、X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

(1) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-3 要求。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 型臂 X 射线设备机房	2	2

备注：本项目 DSA 机房属于 C 型臂 X 射线设备机房

(2) 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

4、X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平：

具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

5、X 射线设备工作场所防护

(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。

(2) 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

(3) 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

(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。

(5) 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

(6) 电动推拉门宜设置防夹装置。

(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。

(8) 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

6、X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

(1) 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣。

(2) 介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb ；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb ；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb 。

(3) 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。

表 7-4 介入机房个人防护用品和辅助防护设施配备要求

检查类型	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	辅助防护设施
介入放射				

学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：前橡胶帽子	—
-----	---	--	---	---

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

宁夏医科大学总医院位于银川市金凤区宁安东巷，本项目周围为道路、草地或医院内部建筑，主要植被为人为种植的花草树木，周围无农作物和野生动植物，评价区域范围内尚未发现受保护的文物和古迹。

8.2 辐射环境现状监测

8.2.1 监测因子

γ 辐射瞬时剂量率

8.2.2 监测时间及环境条件

监测时间：2020 年 12 月 10 日

环境条件：环境温度-5℃，湿度 53.7%

8.2.3 监测方法

本次现状监测严格按照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93）相关要求进行了监测。

8.2.4 监测仪器

辐射环境调查使用的仪器为 AT1123 型 X- γ 辐射巡测仪，量程范围：0.05 μ Sv/h~10Sv/h，能量响应：15keV~10MeV。 γ 射线校准日期为 2020 年 2 月 28 日，有效期至 2021 年 2 月 27 日，经检测该仪器对宇宙射线的响应值为：30.7nSv/h（平罗县沙湖 E106° 21' 30"，N38° 48' 44"，海拔 1099 米）。

8.2.5 质量控制

（1）监测仪器符合《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）及《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93）中相关规定；并经过中国计量科学研究院检定和校准，且在有效期内；

（2）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取得中国疾病预防控制中心颁发的《放射卫生技术服务专业技术人员培训合格证书》，持证上岗，且签发人员具备高级职称；

（3）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和代表性。

8.2.6 监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）及《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93），结合实际情况，主要监测新建 DSA 机房及周围的辐射环境本底值，本项目监测布点图见图 8-1。

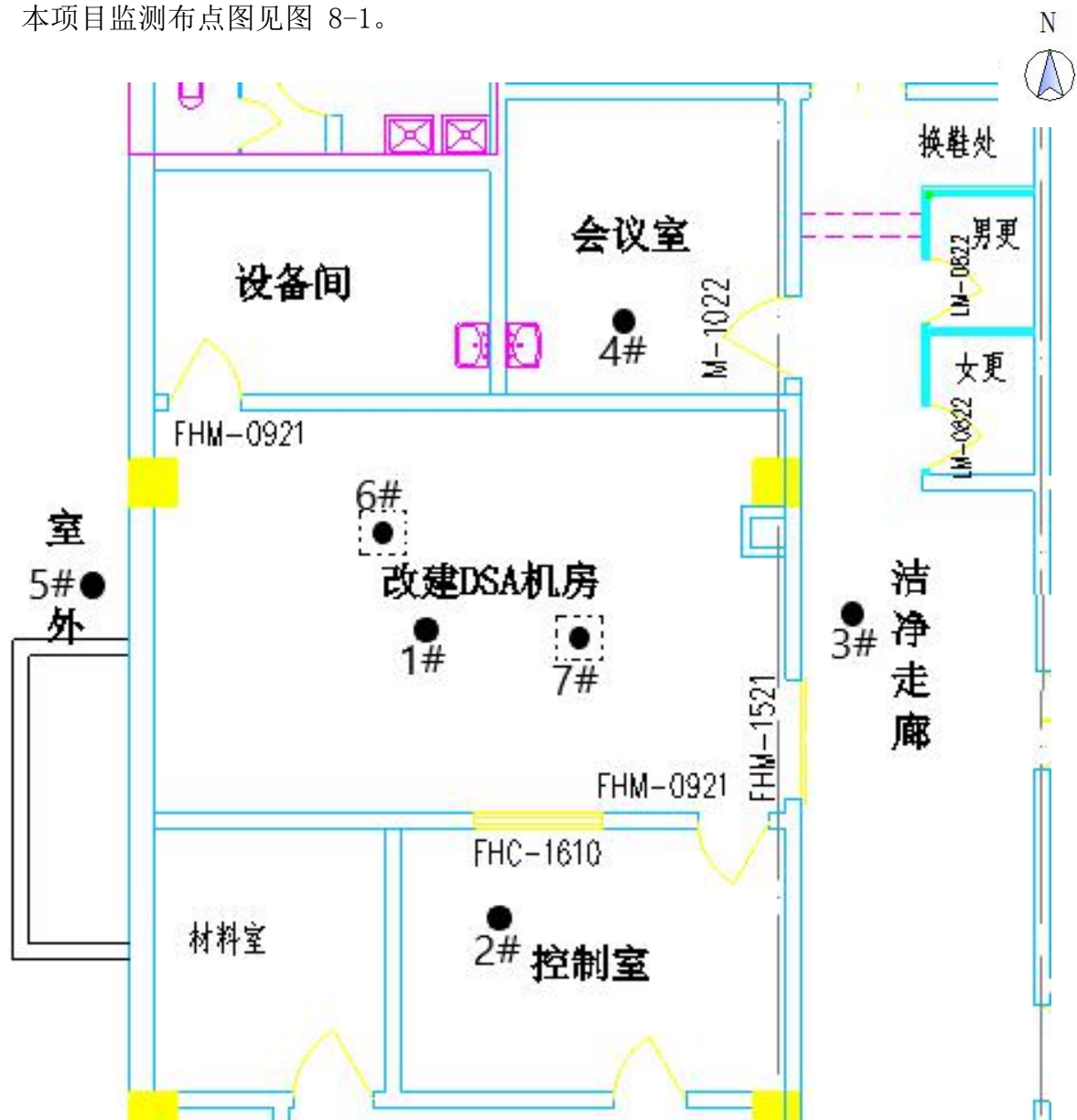


图 8-1 新建 DSA 机房监测布点图

8.2.7 监测结果

改建 DSA 机房及周围辐射环境本底监测结果分布见表8-1。

表8-1 DSA 机房及周围辐射环境本底监测结果

监测点编号	监测地点	γ 辐射剂量率 (nSv/h)
1	DSA 机房（本底）	125
2	控制室（本底）	136

3	洁净走廊（本底）	134
4	会议室（本底）	133
5	室外空地（本底）	119
6	楼上诊室（本底）	151
7	楼下餐厅（本底）	139

由表 8-1 监测结果可知，本项目所在地 γ 辐射剂量率本底测量范围为 119nSv/h～151nSv/h（未扣除仪器设备对宇宙射线的响应值），在天然环境本底范围内。

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 DSA 数字减影血管造影机工作原理

DSA是利用影像增强器将透过已衰减的未造影图像的X线信号增强，再用高分辨率的摄像机对增强后的图像作一系列扫描，所得到的各种不同的信息经模拟/数字转换器转换成不同值的数字储存于记忆盘中，称作蒙片。然后将注入造影剂后的造影区的透视影像也转换成数字，并减去蒙片的数字，将剩余的数字经数/模转换成各种不同的灰度级，在显示器上构成图像，即成为除去了注射造影剂前透视图像上所见的骨骼和软组织影像，剩下的只是清晰的含有造影剂的纯血管影像。



图 9-1 DSA 外观图

9.1.2 DSA 设备组成

DSA 设备主要由高压发生器、X 线管、探测器、计算机系统、导管床及专用机架组成，详见图 9-2。

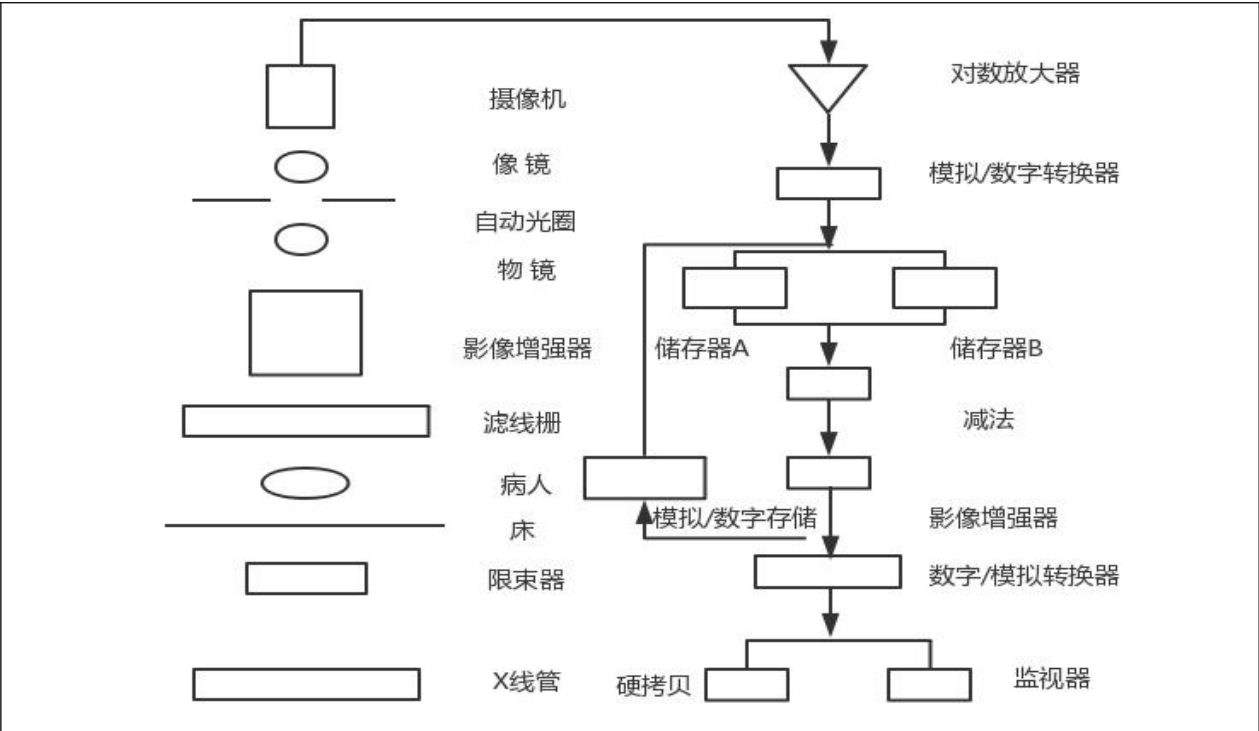


图 9-2 DSA 的设备结构图

9.1.3 DSA 操作流程及产生污染节点

诊疗时，患者仰卧对其消毒，局部麻醉后，经皮肤穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘留在静脉内，经鞘插入导管，将显影剂推送至导管，在 DSA 的 X 射线透视下将导管送入上腔静脉，按顺序取血测定静脉、动脉，并留 X 线片记录，检查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。DSA 操作流程及产生的辐射影响如图 9-3 所示。

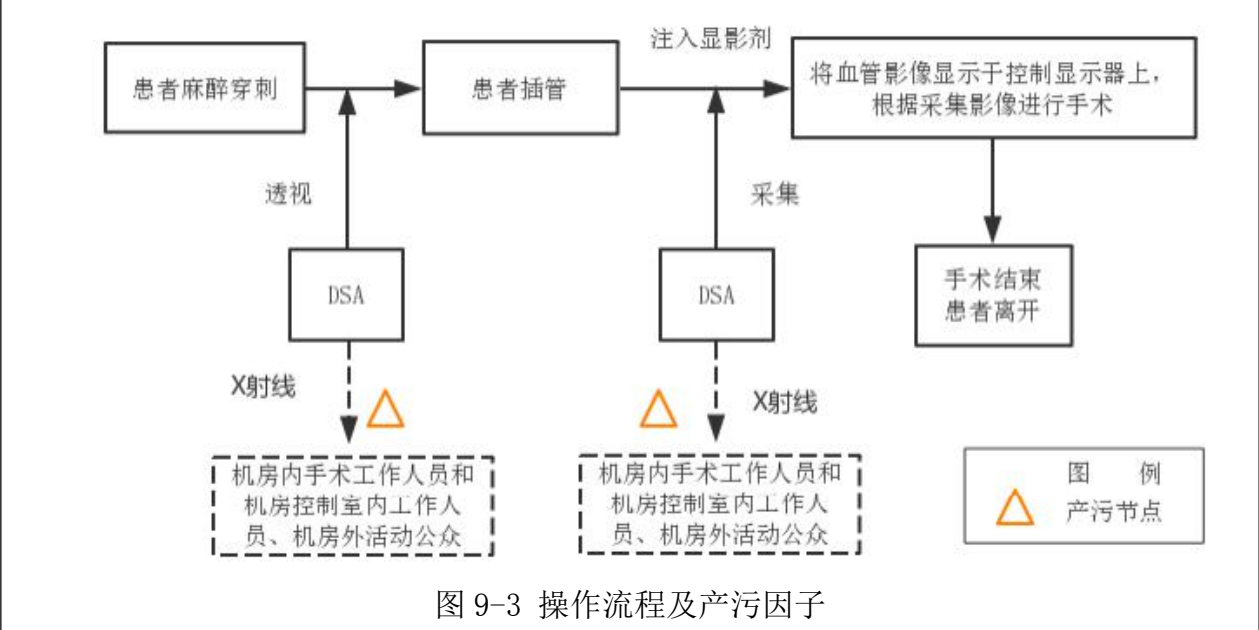


图 9-3 操作流程及产污因子

9.1.4 DSA 运行时的的工作频次

DSA 运行时的的工作频次如表 9-1 所示。

表 9-1 新增 DSA 设备预计年累计运行时间

工作模式	单位出束时间(min)	年治疗人数 (人次/年)	年累计出束时间 (h/a)
透视	10	1000	167
摄影	1	1000	16.7

注：1. 经与院方核实，DSA 摄影时工作人员无需在机房停留；

2. 本项目配备医护人员 18 名，其中介入医生 10 名，护士 5 名，技师 3 名，每台手术由 2 名医生和 1 名护士配合完成，医生和护士实行轮岗制，在进行手术时护士在有需要时才会进入手术室。

9.2 污染源项描述

9.2.1 污染因子

DSA设备的主要污染因子如下：

（1）辐射污染因子：运行时产生的X射线，这种X射线随机器的开、关而产生和消失。

（2）非辐射污染因子：医用诊疗X射线机运行中产生的微量非放射性有害气体氮氧化物（NO_x）和臭氧（O₃）等非辐射有害因素。

9.2.2 污染途径

（一）正常情况下的污染途径

辐射装置运行时，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辐射装置运行时产生包括有用射线、散射线和漏射线等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机引导下操作，手术室内的医护人员会暴露于X射线有用线束、散射线和漏射线的环境中，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。

DSA设备运行产生的X射线照射下，空气吸收辐射能量并通过电离作用可产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)。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。

(二) 事故情况下的污染途径

事故情况下可能由于超时、设备故障等对工作人员、受检者和公众增加包括有用射线、散射线和漏射线等X射线的外照射。但是由于该项目涉及的是射线装置，一旦出现事故，可通过切断电源紧急停机来停止事故情况下的辐射危害。一般不构成严重伤害。

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) 曝光过程中，或因警示红灯无效其他人员在不知情的情况下误入曝光室接受到意外照射。
- 3) 因设备控制系统、电器系统故障或人员疏忽，导致管电压、管电流设置错误，导致受检者和工作人员受到超剂量照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 DSA 工作场所分区

本项目改建 DSA 机房设置在一楼放射科导管室，根据（GB18871-2002）第 6.4 条，放射性工作场所一般应分为控制区和监督区。本项目 DSA 机房也进行了工作场所分区设计，具体分区设计见表 10-1 及图 10-1 所示。

表 10-1 DSA 机房分区设计表

诊疗类型	设备	控制区	监督区
介入放射学	DSA	DSA 机房机房内划为控制区，以实体为边界	DSA 机房毗邻的控制室、材料室、设备间及会议室以实体为边界。

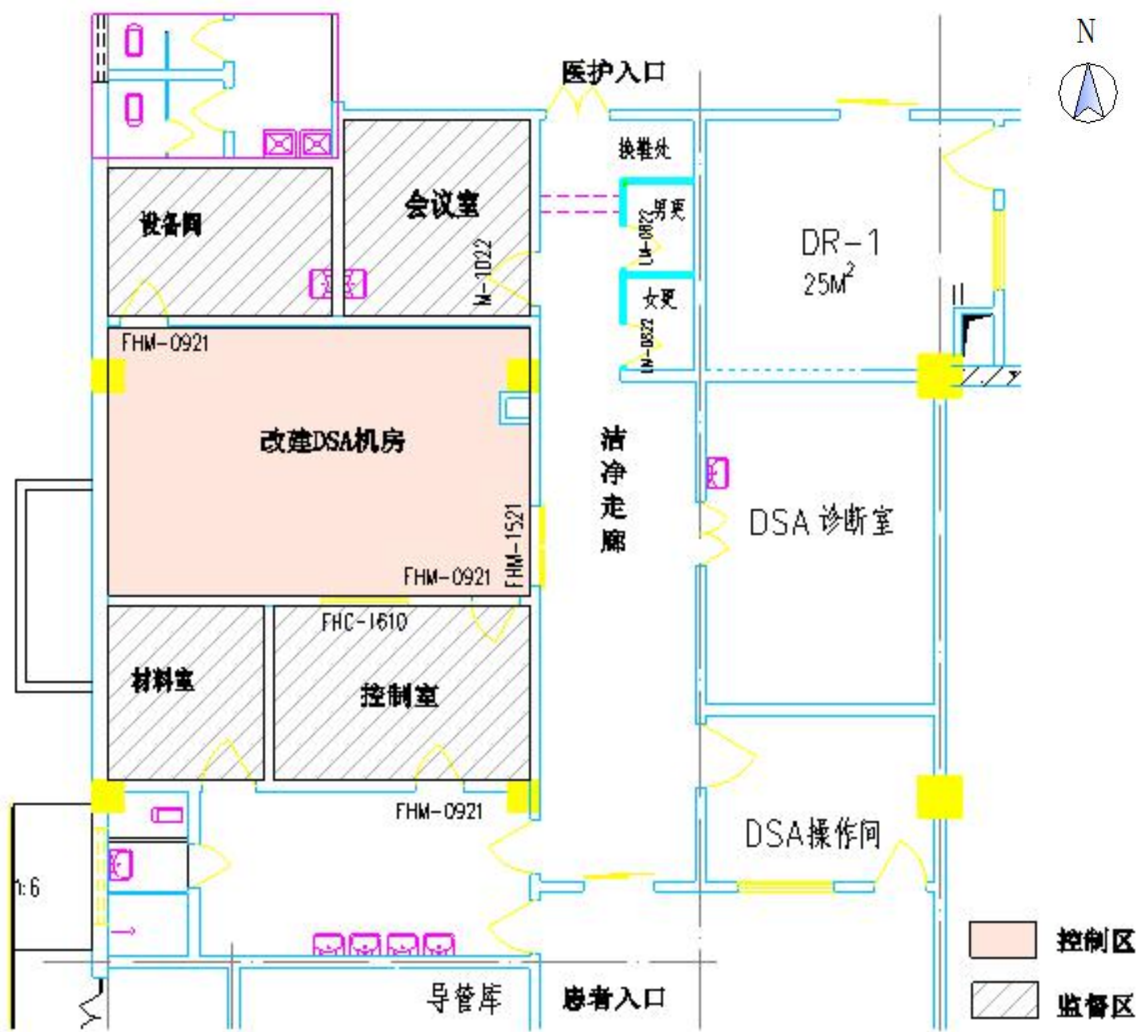


图 10-1 DSA 机房分区设计图

关于控制区与监督区的防护手段与安全措施，项目建设单位应做到：

(1) 控制区防护手段与安全措施

- ①控制区进出口及其它适当位置处设立醒目的警告标志，如图 10-2；
- ②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；
- ③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；

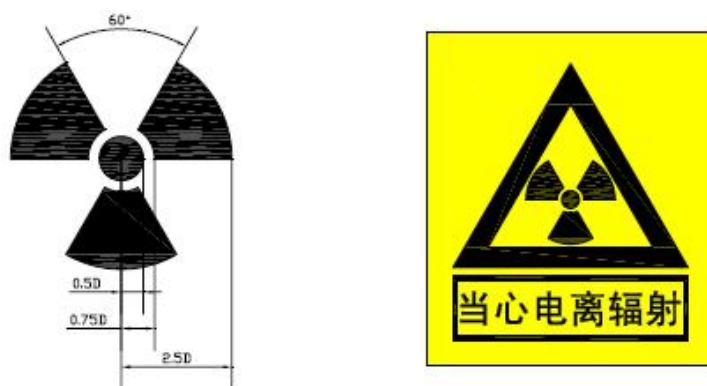


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警示标志

- ④在更衣室备有个人防护用品、工作服；
- ⑤定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

(2) 监督区防护手段与安全措施

- ①以黄线警示作为监督区的边界；
- ②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；
- ③定期检查该区的条件，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。

10.1.2 DSA 机房辐射防护措施

10.1.2.1 DSA 机房辐射防护屏蔽设计

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对 C 型臂 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求见表 10-2。

表 10-2 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C 型臂 X 射线设备机房	2	2

改建 DSA 机房具体屏蔽参数见表 10-3。

表 10-3 本项目 DSA 机房设计屏蔽参数

机房名称	屏蔽设施	设计使用屏蔽材料	屏蔽等级
DSA 机房	四周墙体	墙体为 120mm 厚 GRC 板, 墙面增加 4mm 厚铅板做补充防护	4. 0mmPb
	观察窗 (南墙)	采用 4. 0mmPb 铅玻璃	4. 0mmPb
	控制室防护门 (南墙)	安装 4. 0mmPb 手动平开铅防护门	4. 0mmPb
	机房防护门 (东墙)	安装 4. 0mmPb 电动推拉铅防护门	4. 0mmPb
	设备间防护门 (北墙)	安装 4. 0mmPb 手动平开铅防护门	4. 0mmPb
	地面 (有用线束方向)	160mm 钢筋混凝土结构, 增加 2mm 厚铅板做补充防护	4. 0mmPb
	室顶	100mm 钢筋混凝土结构, 增加 2mm 厚铅板做补充防护	3. 5mmPb

注: GRC 板即玻璃纤维增强混凝土板, 屏蔽效果可忽略不计。

10.1.2.2 DSA 机房面积及单边长度设计

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 中有关 X 射线设备机房有效使用面积及单边长度的要求及本项目新建机房面积及单边长度设计情况见表 10-4。

表 10-4 机房拟设计单边长度及最小有效使用面积

机房名称	机房内最小单边长度		评价	机房内最小有效使用面积		评价
	标准要求	设计结果		标准要求	计算结果	
DSA 机房	3. 5m	5. 04m	符合标准	20m ²	39. 82m ²	符合标准

10.1.3 DSA 机房辐射安全防护措施

A、本项目 DSA 机房应在机旁为操作人员设置铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏及移动铅防护屏风等。

B、本项目应按表 10-5 为操作人员及患者配备的个人防护用品。

表 10-5 医院应为操作人员及患者配备的个人防护用品

序号	个人防护用品		铅当量 (mmPb)	配备数量
1	工作 人员	铅橡胶围裙	≥ 0.25	至少 6 件
2		铅橡胶颈套	≥ 0.5	至少 6 件
3		铅眼镜	≥ 0.25	至少 6 副
4		介入防护手套	≥ 0.025	至少 6 副
5	受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	≥ 0.5	每个机房至少 1 件
6		铅橡胶颈套	≥ 0.5	每个机房至少 1 件

C、本项目应在新建机房门外设置规范的电离辐射警示标志、放射防护注意事项。

D、本项目应在机房门口醒目的工作状态指示灯，灯箱处设警示语句，如“射线有害，灯亮勿入”。

D、DSA 机房门设置闭门装置，并使工作指示灯和与机房相通的门能有效联动。

E、DSA 机房和控制室之间安装对讲装置，便于工作人员及患者之间的沟通交流。

F、DSA 机房内设置机械动力通风通风装置，使机房内有害气体能够及时排出室外。

E、DSA 机房应配备以下监测设备：

- a) 便携式辐射监测仪器仪表，至少 1 台，定期对辐射场所周围环境进行监测；
- b) 个人剂量计，所有接触射线的工作人员必须全部佩带。

10.1.4 其他：

(1) 个人剂量监测

每位辐射工作人员均应配个人剂量计，在工作期间必须佩戴。医院定期将个人剂量计送有资质的单位进行检测，检测结果存入个人剂量监测档案。

(2) 人员培训

要求本项目放射工作人员必须在辐射安全与防护培训平台进行学习，通过辐射安全与防护考核，取得相应的培训合格证书，持证上岗。在培训合格证书届满前应及时学习、参加考核，确保持证上岗。

(3) 机房内的穿越防护墙的导线、导管等应采用“U”型，不得影响墙体的屏蔽防护效果。

(4) 防护门的门体与墙体重叠长度不小于门与墙间隙的 10 倍，防护门、观察窗应

委托有射线防护资质的单位进行生产和安装。

10.2 环保措施及其投资估算

本项目总投资 800 万元，环保投资 168 万元，占总投资的 21%，环保设施（措施）及其投资估算一览表见表 10-6。

表 10-6 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		名称	数量	(万元)
DSA 机房	屏蔽防护	改建 DSA 机房满足辐射防护要求的墙体、观察窗、防护门	/	130
	场 所 设 施	操作位局部屏蔽防护设施	1 套	28
		医护人员的个人防护用品	6 套	
		患者防护	1 套	
		通风设施	1 套	
		入口处电离辐射警告标志	1 套	
		入口处机器工作状态显示	1 套	
	监测设备	便携式辐射监测仪器	1 台	10
		个人剂量计（每人 2 枚）	36 枚	
合计				200

10.3 三废治理的设施、方案、预期效果

10.3.1 废气治理措施

本项目 DSA 机房应安装通排风系统进行通风换气，排风口不直接对着人员流动的区域。机房内设备工作时，应同时打开通排风系统，对射线装置在运行中产生的少量臭氧、氮氧化物等进行处理。

10.3.2 固体废物处理措施

本项目 DSA 采用数字成像，会根据病人的需要打印胶片，胶片打印出来后由病人带走并自行处理。介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，采用专门的收集容器集中回收后，转移至医疗废物暂存库，按照普通医疗废物执行转移联单制度，

由当地医疗废物处理机构定期统一回收处理。工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中回收并交由生态环境部门统一处理。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 本项目涉及的工程建设内容

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。

本项目施工地点在 DSA 机房设置门急诊综合楼三楼介入中心导管室，DSA 机房需增加屏蔽设施，因此无主体工程改造，仅为装修和设备安装，通过预留房间进行改造，施工内容包括墙体改造和相应屏蔽防护施工、装修及设备安装等。施工期工艺流程和产物环节如图 11-1。

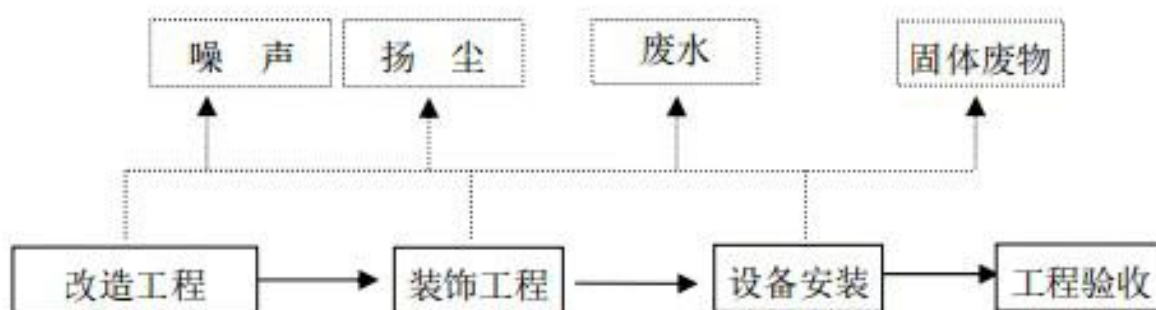


图 11-1 施工期工艺流程及产物环节图

11.1.2 施工流程与产物环节简述

施工过程可能产生施工噪声、施工扬尘、固体废弃物及废水等非电离辐射因素的环境影响，为此，环评提出如下防治措施：

(1) 施工过程中应加强施工管理，对施工时段、施工进度作精心安排、系统规划，避免在夜间、午间和医院就医高峰期进行施工；

(2) 项目施工设备应尽量选择低噪声设备；

(3) 施工人员的生活污水依托院区内的污水管网收集处理；

(4) 施工人员产生的生活垃圾可依托市政垃圾收运系统收集处理；

(5) 保持施工场地清洁卫生，定期洒水降尘；

(6) 在符合建筑设计和辐射防护要求的前提下，尽量节约建筑材料。

由于项目施工期短，施工范围小，通过对施工时段的控制以及施工现场严格管理等手段，可使本项目施工期环境影响的范围和强度进一步减小，并且该影响是短暂、可逆

的，随施工期的结束而消失，因此，本项目建设阶段对周围环境的影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 DSA 运行阶段对环境的辐射影响

11.2.1.1 DSA 机房防护效果分析

根据表 10-3 所示本项目所涉及 DSA 四面墙体的铅当量为 4mmPb, 屋顶的设计铅当量为 3.5mmPb, 地板的设计铅当量为 4mmPb, 防护门及观察窗的设计铅当量均为 4mmPb, 满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的 C 型臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量 2mm 要求；

根据表 10-4 所示，本项目 DSA 机房最小单边长度为 5.04m，机房有效使用面积为 39.82 m², 大于标准《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的最小单边长度 3.5m 要求及有效使用面积 20 m²的要求，本项目 DSA 机房布局合理、手术室屏蔽效果良好，辐射防护设计可行。

11.2.1.2 人员年有效剂量估算

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。本项目保守取透视和摄影最大运行工况的参数进行估算，见表 11-1。

表 11-1 新增 DSA 运行时间预计

设备	模式	管电压	管电流	单位出束时间	年治疗人数	年累积出束时间
DSA	透视	125 kV	10 mA	10 min	1000	167 h/a
	摄影	125 kV	500 mA	1 min	1000	16.7h/a

注：1. 经与院方核实，DSA 摄影师工作人员无需在机房停留；

2. 本项目配备医护人员 18 名，其中介入医生 10 名，护士 5 名，技师 3 名，每台手术由 2 名医生和 1 名护士配合完成，医生和护士实行轮岗制，在进行手术时护士在有需要时才会进入手术室。

DSA 机房内手术操作人员剂量估算

本项目所涉及 DSA 医用射线装置，配备 18 名医护人员，其中介入医生 10 名、护士 5 名、操作技师 3 名（均为专职），由于不同手术累积曝光时间不同，本次评价单位出束时间按照 10min 进行计算，估计年开展介入手术约 1000 台，年最大出束时间为 183.7h。

每台手术最少由 2 名医生和 1 名护士配合，医生和护士实行轮岗制，在进行手术时护士在需要时才会进入手术室，则每位手术医生年最大照射时间为 $167 \times 1/5 = 33.4\text{h}$ ，每位护士年最大照射时间约为 $167 \times 1/5 = 33.4\text{h}$ ，控制室内操作人员最大照射时间为 $167 + 16.7 = 183.7\text{h}$ 。

个人年有效剂量当量计算公式如下：

$$H_{\text{Er}} = D_r * t * K * 10^{-3} \quad (\text{式 } 11-1)$$

式中：

H_{Er} ：外照射人均年有效剂量，单位：mSv；

D_r ：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 0.7。

表 11-2 X 射线辐射衰减的有关拟合参数

管电压	材料厚度 X	参数			屏蔽透射因子 B
		α	β	γ	
125kV	0.5mm 铅	2.233	7.888	0.7295	0.0737

给定铅厚度的屏蔽投射因子

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

式中：

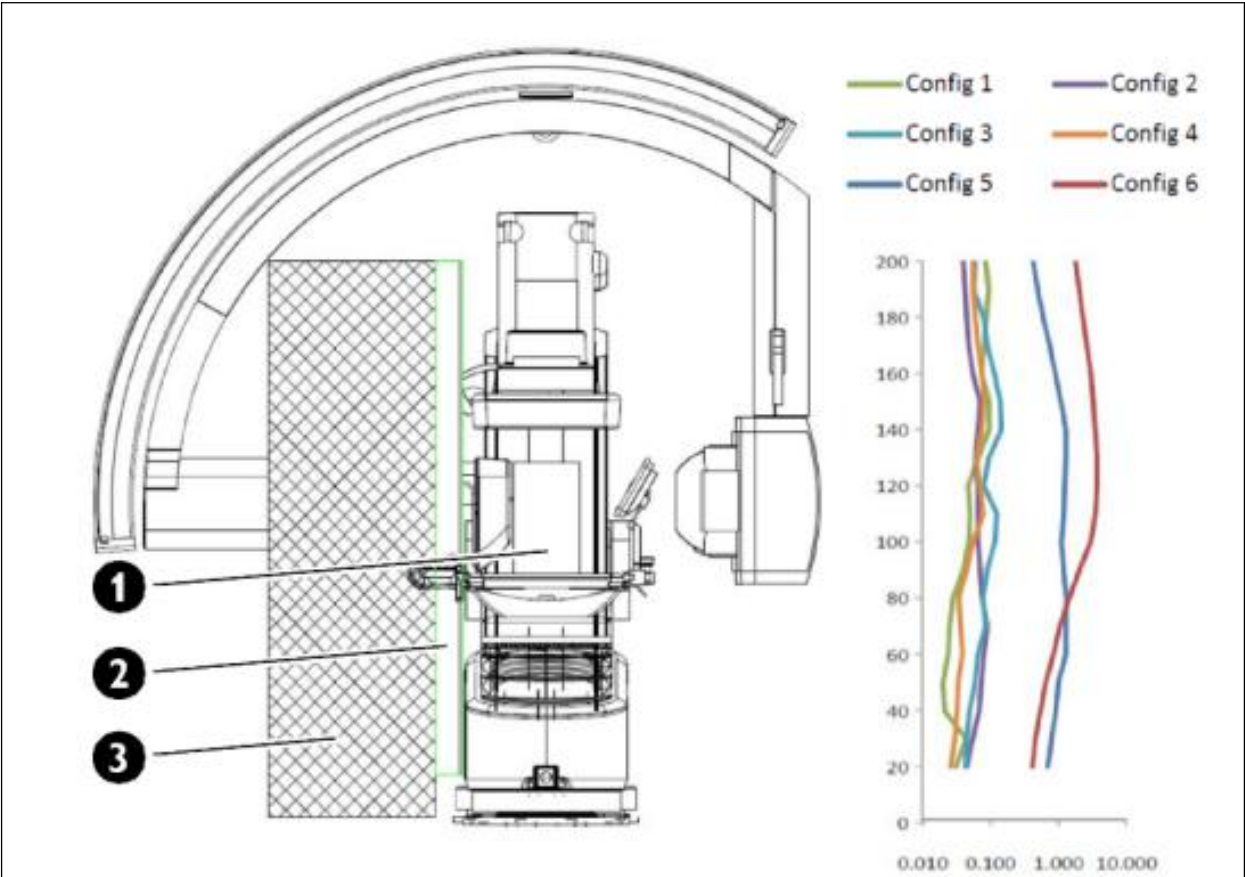
B：给定铅厚度的屏蔽投射因子；

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



Vertical axis: Height above floor (cm)
Horizontal axis: Air kerma in one hour (mGy)

图 11-2 DSA 技术因数图表

1	散射物体： 25x25x15cm PMMA（依据： IEC60601-1-3 / IEC60601-2-54）
2	辐射防护屏
3	显著占据区 (LxWxH)： 60 x 60 x 200 cm

配置	说明
1	带辐射防护屏；正面臂架，X 射线光束垂直，X 射线源在患者支撑台的上方
2	带辐射防护屏；正面臂架，X 射线光束垂直，X 射线源在患者支撑台的下方
3	带辐射防护屏；侧面臂架，X 射线光束水平，X 射线源在患者扫描床的右边
4	带辐射防护屏；侧面臂架，X 射线光束垂直，X 射线源在患者扫描床的左边
5	不带辐射防护屏；正面臂架，X 射线光垂直，X 射线源在患者支撑台的下方（设置配置 2）
6	不带辐射防护屏；侧面臂架，X 射线光束水平，X 射线源在患者扫描床的右边（设置配置 3）

图 11-3 技术因数配置说明

根据本项目 DSA 设备随机文件中提供的杂散辐射等剂量图 11-2、11-3 所示，在带辐射防护屏的情况下，正面臂架，X 射线光束垂直，X 射线源在患者支撑台下方时（配置 2）地面以上 1 米处的空气比释动能率约为 80 μ Gy/h。（随机文件见附件 3）

手术过程中医护人员均穿戴个人防护用品，有效铅当量为 0.5mmPb，根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中附录 C，C.1.2 对给定的铅厚度，依据 NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 α β γ 拟合值按式 11-2 可计算出辐射透射因子为 0.0737（按 125kV 计算），则每位 DSA 治疗医生最大年有效剂量为 $0.7 \times 80 \times 10^{-3} \times 33.4 \times 0.0737 = 0.138\text{mSv}$ ；每位手术护士年最大有效剂量为 $0.7 \times 80 \times 10^{-3} \times 33.4 \times 0.0737 = 0.138\text{mSv}$ ；每位手术医生手部最大年有效剂量为 $0.7 \times 80 \times 10^{-3} \times 83.3 = 1.87\text{mSv}$ 。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）6.3.1：具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ ，在考虑最不利的情况下，按最高限值 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 进行保守估算，每位 DSA 控制室操作人员最大年有效剂量为： $0.7 \times 2.5 \times 10^{-3} \times 183.7 = 0.321\text{mSv}$ ，则 DSA 治疗室医生/护士及控制室操作技师均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射工作人员四肢（手和足）或皮肤的年剂量约束值 125mSv，辐射工作人员年剂量约束值 5mSv 的要求。DSA 手术室周围公众居留因子按 1/8 算，则机房周围公众最大年有效剂量为： $0.7 \times 2.5 \times 10^{-3} \times 0.125 \times 183.7 = 0.040\text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中公众人员剂量约束值 0.25mSv 的要求。

11.3 大气环境影响分析

本项目使用的 DSA，曝光时产生臭氧量少，环评要求机房内安装通排风系统，在采取通风换气后机房内的臭氧浓度远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的 0.20mg/m^3 的二级标准限值要求，不会对周围大气环境造成明显影响。

11.4 固体废物影响分析

①本项目 DSA 采用数字成像，会根据病人的需要打印胶片，胶片打印出来后由病人带走并自行处理。

②本项目介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，采用专门的收集容器集中回收后，转移至医疗废物暂存库，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物处理机构定期统一回收处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中回收并交由生态环境部门统一处理。

本项目产生的固体废物经妥善处理后可对周围环境影响较小。

11.5 事故影响分析

11.5.1 DSA 事故影响分析

(1) 风险分析

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曝光过程中，或因警示红灯无效其他人员在不知情的情况下误入曝光室接受到意外照射。

(2) 应急方案与措施

应对措施：按操作规程定期对各个联锁装置进行检查，发现故障及时清除严禁在门外警示灯失效的情况下违规操作；撤离手术室时清点人数，必须按程序对手术室进行全视角搜寻，在开机之前将无关人员请出手术室外。一旦运行时发现有人员滞留手术室内，控制室工作人员应立即按下停机开关；手术室内的人员也可按下设在墙上的紧急开关，可将辐射危险的严重程度降至最低限度。

事故应急措施一旦发生辐射事故，处理的原则是：

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大。即第一时间断开电源，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及时处理。出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理，缩小事故影响，减少事故损失。

④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。

⑤事故处理后应及时总结报告。医院对辐射事故进行记录，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。

⑥对可能发生的放射事故，应及时采取措施，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。同时上报生态环境部门和卫生部门。

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

医院根据《中华人民共和国职业病防治法》、《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》、《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，经院务会讨论决定成立“宁夏医科大学总医院放射防护管理组织”，具体如下：

1、人员组成

组 长：金群华

副组长：周 玮 黄 河

组 员：赵瑞宁 张海龙 尚 钧 杨鹏飞 康少锋

陈 兵 李 娟 王 涛 柳 东 孙 君 刘 辉

2、工作内容

- (1) 决定放射防护管理工作小组成员；
- (2) 制定放射防护管理的相关规定；
- (3) 制定放射防护管理相关年度预算；
- (4) 审核放射防护管理相关费用支出；
- (5) 监督放射防护管理工作小组工作；
- (6) 管理并监督放射诊疗项目的开展；
- (7) 定期召开工作例会。

在本项目建成后，如若人员有变动，则应对辐射安全与防护管理机构进行修订。

12.1.2 辐射工作人员

本项目运行后，医院拟沿用现有辐射工作人员，这些辐射工作人员应在辐射防护培训平台考核合格后，方能上岗。同时按照国家相关规定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。

12.1.3 注册核安全工程师配备情况或计划

根据《关于发布《注册核安全工程师职业资格关键岗位名录》（第一批）的通知》，

本项目不在名录内，不需要配备注册核安全工程师，建议医院鼓励辐射安全管理人员和操作人员参加注册核工程师的考试和人员培养。

12.2 辐射安全管理规章制度

（1）制定辐射安全管理规定

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）制定严格射线装置操作规程

操作人员必须按操作规程进行操作，并做好个人防护。

（3）制定《辐射安全和防护设施维护维修制度》

医院应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

医院应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）制定辐射工作人员培训/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）制定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）制定辐射事故/事件应急预案

医院已成立放射事故应急处理领导小组，组织、开展放射事件的应急处理救援工作，领导小组组成如下：

组 长：金群华（院长）

副组长：周 伟（副院长）

黄 河（党委书记）

成 员：张海龙（后勤保障处处长）

赵瑞宁（医务处处长）

李景学（器械科长）

陈 兵（放射科主任）

沙 勇（介入科主任）

李 娟（核医学科主任）

尚 钧（放疗科副主任）

贺 栋（预防保健科科长）

应急救援办公室：医务科 电话：0951-6744526

（二）应急处理领导小组职责：

1、定期组织对放射诊疗场所、设备和人员进行放射防护情况进行自查和监测，发现事故隐患及时上报至器械科并落实整改措施；

2、发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；

3、事故发生后立即组织有关部门和人员进行放射性事故应急处理；

4、负责向卫生行政部门及时报告事故情况；

5、负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

6、放射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。

7、负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

8、一旦发生放射事故，必须立即向领导小组组长汇报，同时向自治区卫生健康委、银川市卫生健康委、宁夏回族自治区生态环境厅汇报。

9、发生放射性事故立即组织监督人员对环境进行放射监测。

10、放射工作人员上岗前进行放射法规学习，提高全体放射工作人员处理突发事件的能力。

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》等制定一系列基本的放射防护管理制度，含《宁夏医科大学总医院关于成立放射事故应急小组的决定》、《关于成立放射防护管理组织的决定》、《放射防护管理制度》、《放射工作人员培训制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射工作人员管理制度》、《放射工作人员个人剂量监测管理制度》、《放射工作场所及设备检测制度》、《辐射安全管理制度》、《质量控制与安全防护管理制度》、《DSA 操作规程》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》等。

12.3 辐射监测

12.3.1 个人剂量监测

宁夏医科大学总医院根据《放射工作人员职业健康管理办法》，安排本单位的放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为 30 天，最长不应超过 90 天；
- (2) 建立并终生保存个人剂量监测档案；
- (3) 允许放射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

医院现有《放射工作人员个人剂量监测管理制度》执行个人剂量检测，每三个月检测一次，由预防保健科收集起来委托有宁夏回族自治区疾病预防控制中心进行检测并领取新的个人剂量计，监测结果每个季度向有关部门进行通报，由预防保健科进行个人剂量档案管理。

12.3.2 工作场所辐射环境监测

医院应为项目所在科室各配置 1 台 X- γ 辐射剂量率监测仪，定期按照如下要求进行自主监测工作场所的 X- γ 辐射剂量率。

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发证机关。

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/月。

③监测内容和要求

A、监测内容：X- γ 空气吸收剂量率；。

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	监测条件	监测周期	
				自行监测	委托监测
DSA	X- γ 空气吸收剂量率	距四面墙体、门、窗 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm。	自动（标准水模+1.5mm 铜板）	1 次/月	1 次/年

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。

12.4 辐射事故应急

为了加强对放射诊断设备的安全管理，保障公共健康，保护环境，宁夏医科大学总医院成立放射事故应急处理领导小组，组织、开展放射事件的应急处理救援工作。应急预案规定了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可行。

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。

12.5 项目竣工环境保护验收管理

本项目应在建成后及时自行进行竣工验收，根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），本项目竣工后，建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，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。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

宁夏医科大学总医院心脑血管病医院一层放射科新增 1 台 DSA,属于 II 类射线装置,新增使用 III 类射线装置另行填报登记表,本项目不做评价。

13.1.2 正当性分析

宁夏医科大学总医院新增 DSA 项目运行后,促进医院整体医疗水平的提高,为患者就诊带来福音和便利。对工作人员和周围公众成员造成的附加受照剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求,项目的建设所产生利益远大于其危害,实践具有正当性,符合辐射防护“正当实践”原则。

13.1.3 本项目产业政策符合性分析

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中第十三项“医药”中第 5 款“数字化医学影像设备”,属于国家鼓励类产业,符合国家产业政策。

13.1.4 本项目选址及平面布置合理性分析

本项目位于医院内,项目运营期通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境的影响较小,本报告认为其选址和平面布置是合理的。

13.1.5 工程所在地区环境质量现状

根据监测报告,本项目场址所在地 γ 辐射剂量率本底测量值范围为 125nSv/h~151nSv/h(未扣除仪器设备对宇宙射线的响应值),在天然环境本底范围内。

13.1.6 辐射环境评价

本项目 DSA 机房的屏蔽设计满足相关标准的要求。将采取的各项辐射防护及污染防治措施符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)对辐射防护、安全操作以及防护监测的要求,对周围环境辐射影响较小。

经估算分析可知:

①对辐射工作人员的辐射影响结论

本项目 DSA 工作人员的估算累积剂量,均低于《电离辐射防护与辐射源全基本标准》(GB18871-2002)的要求。建设单位应加强人员管理,委托有资质的单位辐射工作人员

进行个人剂量监测，根据剂量监测报告，对超过管理约束值的人员进行轮岗或调休等措施。

②对公众的辐射影响结论

公众最大年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对公众成员年剂量管理约束值 0.25mSv 的要求。

13.1.7 结论

综上所述，宁夏医科大学总医院新增 DSA 项目，相应的辐射安全制度和辐射防护措施基本可行，在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下，其运行对周围环境产生的辐射影响可控，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，本项目的运行是可行的。

13.2 承诺及建议

（1）项目建成后，应加强安全措施的检查维护，加强对各放射性工作场所工作人员的个人剂量监测及周围环境辐射水平巡测；

（2）健全辐射管理制度，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；

（3）项目运行过程中，不弄虚作假、不违规操作，严格遵守辐射安全管理规定；

（4）接受生态环境等其他部门的管理、监督及指导；

取得环评报告表批复后，应及时向自治区生态环境厅申请重新办理辐射安全许可证。