

编制说明

《核技术应用项目环境影响报告表》由具有从事辐射环境影响评价工作资质的单位编制。

1. 申请领取许可证的辐射工作单位从事下列活动的，应当组织编制环境影响报告表：制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒籽源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的。

2. 密封源要注明名称并说明源强。

3. “环境影响分析”主要是指利用核技术应用项目周围环境现状资料、设备技术参数及环境本底监测数据，分析核技术应用项目对环境造成的影响，给出结论。同时提出减少环境影响的建议。

4. 《核技术应用项目环境影响报告表》报自治区生态环境部门审批。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		数字减影血管造影用 X 射线装置（DSA）核技术利用项目				
建设单位		中卫市人民医院				
法人代表	陈志宏	联系人	刘雅琨	联系电话	13739529335	
注册地址		宁夏回族自治区中卫市市辖区城区西街				
项目建设地点		中卫市沙坡头区鼓楼西街 335 号中卫市人民医院医技楼一层介入诊疗中心 DSA 手术室（二）				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		1000	项目环保投资（万元）	40	投资比例（环保投资/总投资）	4.0%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m²）	70.2	
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				
项目概述：						
<p>1、建设单位概况</p> <p>中卫市人民医院始建于 1956 年，是一所集医疗、教学、科研于一体的三级乙等综合医院，医院占地面积 124.9 亩，建筑面积 10.3 万平方米，编制床位数 805 张。医院设呼吸与危重症医学科、重症医学科、儿科、骨一科、内分泌科、医学影像科、肿瘤科、骨科、神经内科、心血管内科等。拥有数字减影血管造影机(DSA)、3.0 核磁共振、量子双源螺旋 CT、钼靶机、高压氧舱、数字彩超、各类进口高清内镜等大型高精尖医疗设备百余台(件)。</p> <p>2、实践正当性</p> <p>中卫市人民医院医技楼一层介入诊疗中心使用数字减影血管造影用 X 射线装置（DSA）可以满足患者多层次、多方位、高质量的就诊需求，提高对疾病的治疗能力；核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性治疗方法所不能及的治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用。本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。</p> <p>3、项目规模</p>						

(1)原有核技术利用情况

2023年08月11日,中卫市人民医院取得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[N0131],有效期至2028年04月11日,辐射安全许可证种类和范围为: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。

表 1-1 现有射线装置基本情况一览表

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类	场所
1	口腔全景机	III类	1	使用	门诊楼4楼口腔全景室
2	CBCT	III类	1	使用	门诊楼4楼口腔CT室
3	牙片机	III类	1	使用	门诊楼4楼全景室
4	乳腺机	III类	1	使用	新医技楼一楼乳腺机室
5	16排CT	III类	1	使用	发热门诊CT室
6	双源CT	III类	1	使用	新医技楼一楼CT2室
7	DSA	II类	1	使用	新医技楼一楼介入中心
8	C型臂	III类	1	使用	外科楼8楼
9	C型臂	III类	1	使用	外科楼8楼手术室
10	口腔全景机	III类	1	使用	门诊楼4楼口腔全景机2室
11	移动式G型臂X射线机	III类	1	使用	外科楼8楼手术室
12	车载CT	III类	1	使用	移动CT车
13	骨密度仪	III类	1	使用	门诊楼3楼骨密度机房
14	移动DR	III类	1	使用	儿科病房
15	双板DR	III类	1	使用	新医技楼DR2室
16	双板DR	III类	1	使用	新医技楼DR1室
17	DR机	III类	1	使用	综合楼一楼DR室
18	牙片机	III类	1	使用	门诊楼四楼
19	64排CT	III类	1	使用	门诊楼一楼
20	移动DR	III类	1	使用	门诊楼一楼

表 1-2 现有非密封放射性物质基本情况一览表

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	活动种类
1	新医技楼负1楼	丙级	^{99}Mo ($^{99\text{m}}\text{Tc}$)	1.8×10^7	9.81×10^{11}	使用
	以下空白					

(2)新增核技术利用规模

为满足患者需求,医院拟在医技楼一层介入诊疗中心新增1台DSA装置,主要用于神经内科、神经外科、心内造影、滤器植入、肝脏栓塞等介入治疗手术,预计年开展介入手术约600台,装置最大管电压为125kV,最大管电流为1000mA,根据《射线装置分类办法》(2017)有关规定,本项目1台数字减影血管造影用X射线装置(DSA)属于医用

II类射线装置中血管造影用 X 射线装置，射线装置具体情况见表 1-3。

表 1-3 射线装置基本情况一览表

序号	射线装置名称	型号	最大管电压(KV) 最大管电流(mA)	工作场所
1	数字减影血管造影用 X 射线装置 (DSA)	飞利浦 Azurion 5M20	125kv/1000mA	医技楼一层介入诊疗中心 DSA 手术室 (二)

4、评价目的和任务由来

医院根据发展需要，医技楼一层介入诊疗中心新增 1 台 DSA 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)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。中卫市人民医院委托宁夏瑞鑫信息技术咨询有限公司对数字减影血管造影用 X 射线装置 (DSA) 核技术利用项目进行环境影响评价。

5、项目位置

位于中卫市沙坡头区鼓楼西街 335 号，南侧为鼓楼西街，西侧为厚德巷，东侧为市医院小区和安和世家，北侧为幸福立方小区，项目地理位置图见图 1-1，中卫市人民医院平面图见图 1-2，医技楼一层平面布局见图 1-3，DSA 装置位于医技楼一层介入诊疗中心 DSA 手术室 (二) 内，手术室平面布置图见图 1-4。

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》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

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	数字减影血管造影用 X 射线装置 (DSA)	II	1	飞利浦 Azurion 5M20	125	1000	治疗诊断	医技楼一层介入诊疗中心 DSA 手术室 (二)	/

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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 10 月）； 5. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年 1 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 年第二次修订）； 7. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年 1 月 4 日修改)； 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）； 10. 《宁夏回族自治区辐射污染防治办法》（2019 年 2 月）。
<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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》（HJ61-2021）； 4. 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)； 5. 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)； 6. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020，2020 年 10 月 1 日实施）； 7. 《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009)； 8. 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》； 9. 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）。
<p>其他</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 环境影响评价委托书； 2. 辐射环境检测报告； 3. 建设单位提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

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：DSA 手术室（二）实体防护墙外 50m 的范围，见图 1-2。

环境保护目标

结合本评价项目的评价范围，确定本项目生态环境保护目标为 DSA 手术室（二）实体防护墙外 50m 的范围从事本项目放射诊断、治疗的辐射工作人员，以及 DSA 手术室（二）周围的其他医护人员、病患，DSA 手术室楼上、楼下的医院工作人员、病患、其他公众。保护目标具体见表 7-1。

表 7-1 保护目标具体分布情况

类型	保护目标	方位	人数	剂量管理约束值 (mSv/a)
职业 人员	医生、护士	DSA 手术室	8 人	5
	技师	DSA 操作间	1 人	5
公众 人员	医护人员、病患	DSA 手术室四周	流动人群	0.1
	医院工作人员、病患、其他 公众	DSA 手术室楼上 (功能科)	6 人	
	医院工作人员、病患、其他 公众	DSA 手术室（2）楼下 (MRI 定位机机房、操作 间)	6 人	
	安和世家居民	医技楼东侧	100 人	

评价标准

1、《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 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 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 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。

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

①B1.2.1 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：

- a)年有效剂量，1mSv；
- b)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；
- c)眼晶体的年当量剂量，15mSv；
- d)皮肤的年当量剂量，50mSv。

本评价报告表取工作人员年有效剂量限值的 1/4 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，取公众年有效剂量 1/10 作为年管理剂量约束值，公众年管理剂量约束值不超过 0.1mSv。

2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

(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）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。对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-2 规定。

表 7-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机 ^b	20	3.5

备注：本项目 DSA 属于单管头 X 射线机。

(4)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低于表 7-3 的规定。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

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 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

备注：本项目 DSA 机房属于 C 形臂 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。

③距 X 射线设备表面 100cm 处的周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 时且 X 射线设备表面与机房墙体距离不小于 100cm 时，机房可不作专门屏蔽防护。

(5)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 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

(6)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。

(7)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橡胶防护衣。

表 7-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	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、铅防护眼镜、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: 铅橡胶帽子	—

②除介入防护手套外,防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb; 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应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品,防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

④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 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

中卫市人民医院位于中卫市沙坡头区鼓楼西街 335 号，南侧为鼓楼西街，西侧为厚德巷，东侧为市医院小区和安和世家，北侧为幸福立方小区，本项目 DSA 装置位于医技楼一层介入诊疗中心 DSA 手术室（二）内，本项目周围为城市道路或住宅区，主要植被为人为种植的花草树木外，无农作物和野生动植物。本项目评价区域范围内尚未发现受保护的文物和古迹。

为掌握项目所在地辐射水平，本次评价委托浙江多谱检测科技有限公司对本项目 DSA 手术室（二）及周边环境的辐射环境进行了监测，监测情况和结果如下：

1、监测因子

γ 辐射剂量当量率。

2、监测方法

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)相关要求进行了监测。

3、质量控制

仪器性能符合《辐射环境监测技术规范》（HJ61—2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)中相关规定；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；在测量前后进行标准源检验；监测人员持证上岗；辐射环境调查使用的仪器为 FHZ 672E-10 型便携式 X- γ 辐射周围剂量当量率仪，仪器经过上海市计量测试科技研究院检定合格，证书编号为 2023H21-20-4530310002，有效期：2023 年 04 月 20 日~2024 年 04 月 19 日。监测单位通过 CMA 计量认证。

4、技术参数

仪器对宇宙射线的响应值为：30.7nGy/h（宁夏回族自治区平罗县沙湖 E106°21'30"，N38°48'44"，海拔 1099m）。

5、监测时间

2023 年 10 月 22 日；

6、监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61—2021）及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)，结合实际情况，主要监测 DSA 手术室及周围的辐射环境本底值，本项目

监测布点图见图 8-1。

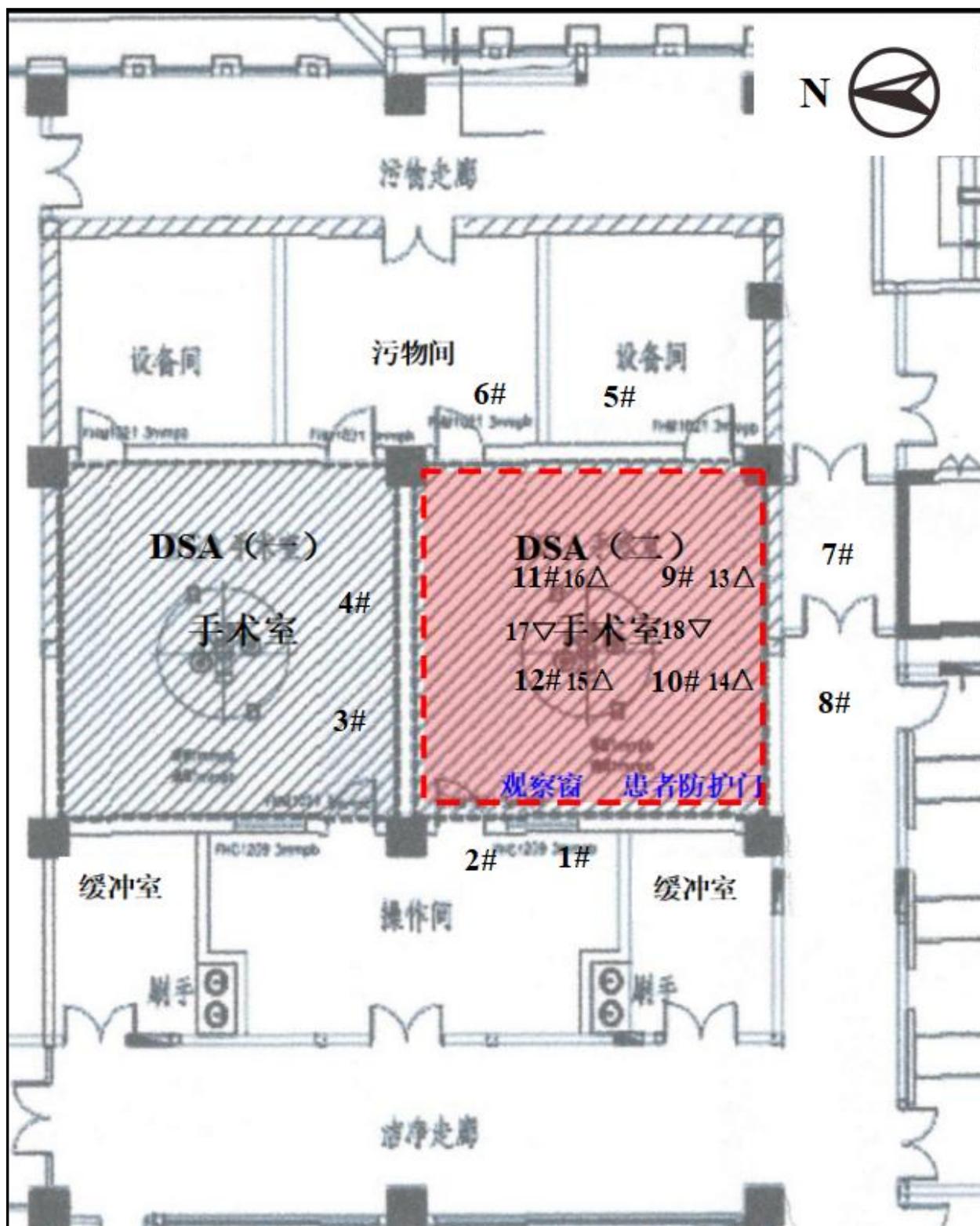


图 8-1 监测布点图

7、监测结果

DSA 手术室及周围辐射环境本底监测结果见表 8-1。

表 8-1 DSA 手术室及周围辐射环境本底监测结果

序号	监测地点	γ 辐射剂量当量率 (nSv/h)
1	操作间	114.0±2.0
2	操作间	110.0±2.0
3	DSA 手术室 (一)	104.5±3.5
4	DSA 手术室 (一)	99.0±3.0
5	设备间	96.0±1.5
6	污物间	106.5±2.5
7	洁净走廊	100.0±2.0
8	洁净走廊	96.5±3.5
9	DSA 手术室 (二)	106.0±4.0
10	DSA 手术室 (二)	102.0±4.0
11	DSA 手术室 (二)	111.0±3.0
12	DSA 手术室 (二)	111.0±2.0
13	楼上 (功能科)	115.5±1.0
14	楼上 (功能科)	102.5±2.5
15	楼上 (功能科)	103.0±4.0
16	楼上 (功能科)	98.0±4.0
17	楼下 (MRI 操作间)	105.0±2.0
18	楼下 (MRI 操作间)	104.5±4.0

未扣除仪器对宇宙射线的响应值。

由表 8-1 监测结果可知, 本项目场址所在地本底 γ 辐射剂量当量率测值范围为 $96.0 \pm 1.5 \text{ nSv/h} \sim 115.5 \pm 1.0 \text{ nSv/h}$ (未扣除仪器对宇宙射线的响应值)。根据《全国环境天然贯穿辐射水平调查研究 (1983-1990)》, 宁夏地区的室内 γ 辐射剂量率水平为 $62.3 \sim 137.8 \text{ nGy/h}$ 。由此可知项目所在地的环境 γ 辐射剂量率在本地环境本底水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、工作原理

(1)DSA 设备组成

DSA（Digital Substraction Angiography，数字减影血管造影系统）因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机。DSA 设备主要由 X 射线发生系统、影像接收器和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统、防护屏及防护铅帘等构成。

常见数字减影血管造影机外观见图 9-1。

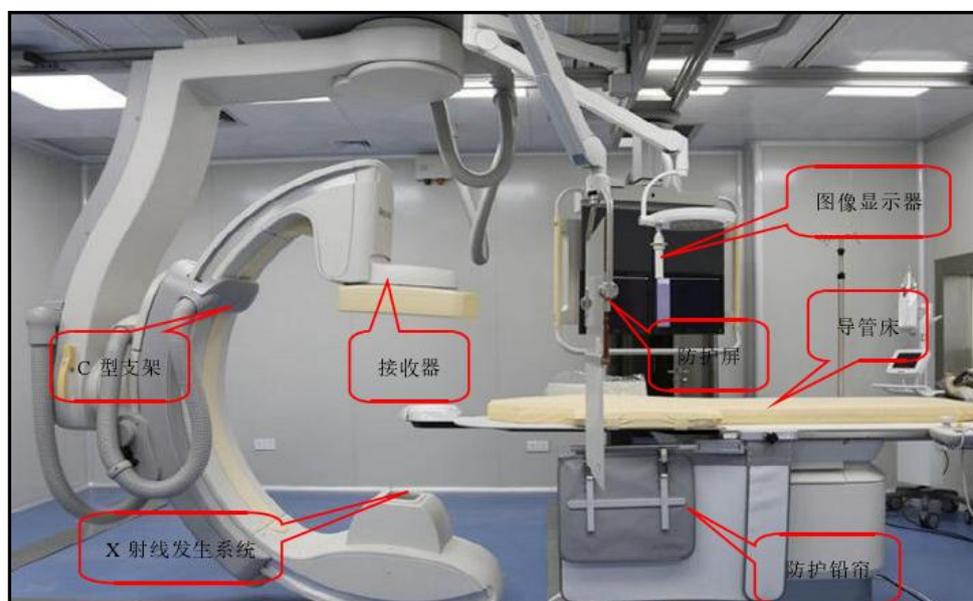


图 9-1 数字减影血管造影装置外观图

(2)DSA 工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来，对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示。由于造影剂用量少，浓度低，损伤小，较安全。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。在

进行 DSA 手术时，医务人员将介入导管经皮下静脉注入血管，通过 DSA 自带的 X 射线成像系统，将导管在血管内的影像显现出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，进行介入手术时更为安全。DSA 工作示意图见图 9-2。

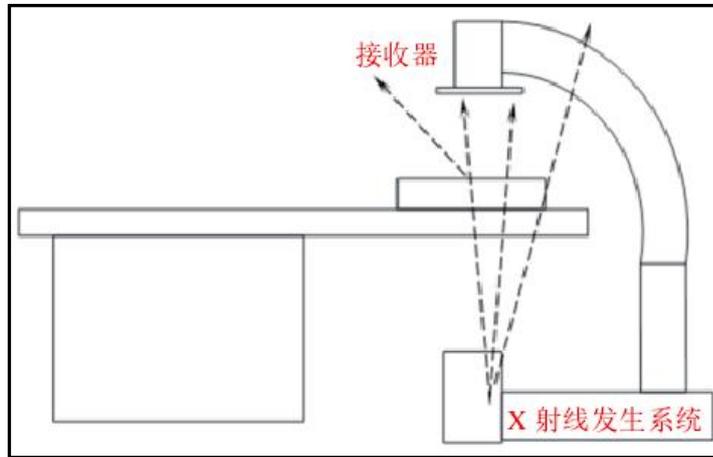


图 9-2 DSA 工作示意图

(3) X 射线产生及成像原理

DSA 属于医用 X 射线装置，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，其典型 X 射线管的结构详见图 9-3。

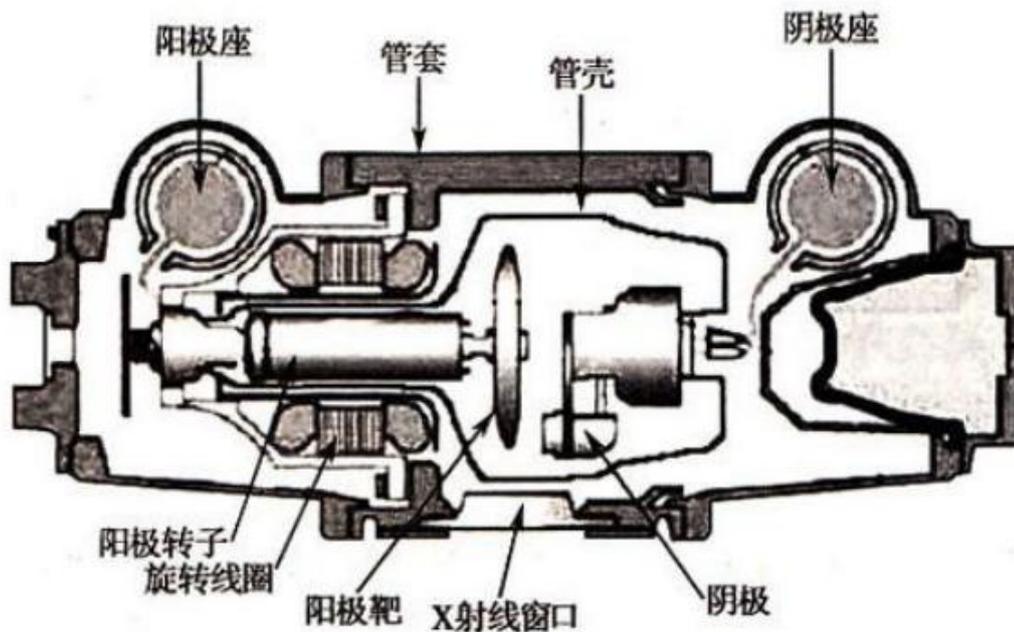


图 9-3 典型 X 射线管结构图

X 射线管的阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用

高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

2、操作流程及产污环节

数字减影血管造影系统（DSA）在进行曝光时分为 DSA 检查和介入治疗两种情况。

(1) DSA 检查

DSA 检查采用隔室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，采集造影部位图像。具体方式是受检者位于检查床上，医护人员调整 X 线球管、人体、影像增强器三者之间的距离，然后进入操作间，关好防护门。医师、技师通过操作间的电子计算机系统控制 DSA 的 X 系统曝光，采集造影部位图像。医师根据该图像确诊患者病变的范围、程度，选择治疗方案。

(2) DSA 介入治疗

DSA 介入治疗采用近台同室操作方式，通过控制 DSA 的 X 线系统曝光，患者的部位进行间隙式透视。具体方法是受检者位于手术床上，介入手术医师位于手术床旁，距 DSA 的 X 线管 0.3~1.0m 处，在非主射束方向，配备个人防护用品（如铅衣、铅围脖、铅眼镜、铅手套等），同时手术床旁设有屏蔽挂帘和移动式防护帘。介入治疗中，医师、护士佩戴防护用品，医师根据操作需求，踩动手术床下的脚踏开关启动 DSA 的 X 线系统进行透视（DSA 的 X 线系统连续发射 X 射线），通过悬挂显示屏上显示的连续画面，完成介入操作。每台手术 DSA 系统的 X 线系统进行透视的次数及每次透视时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术结束后关机，病人离开介入室。

(3) 污染因子

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，项目污染因子为 DSA 工作时产生的 X 射线。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均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。DSA 介入治疗流程及产污环节见图 9-4。

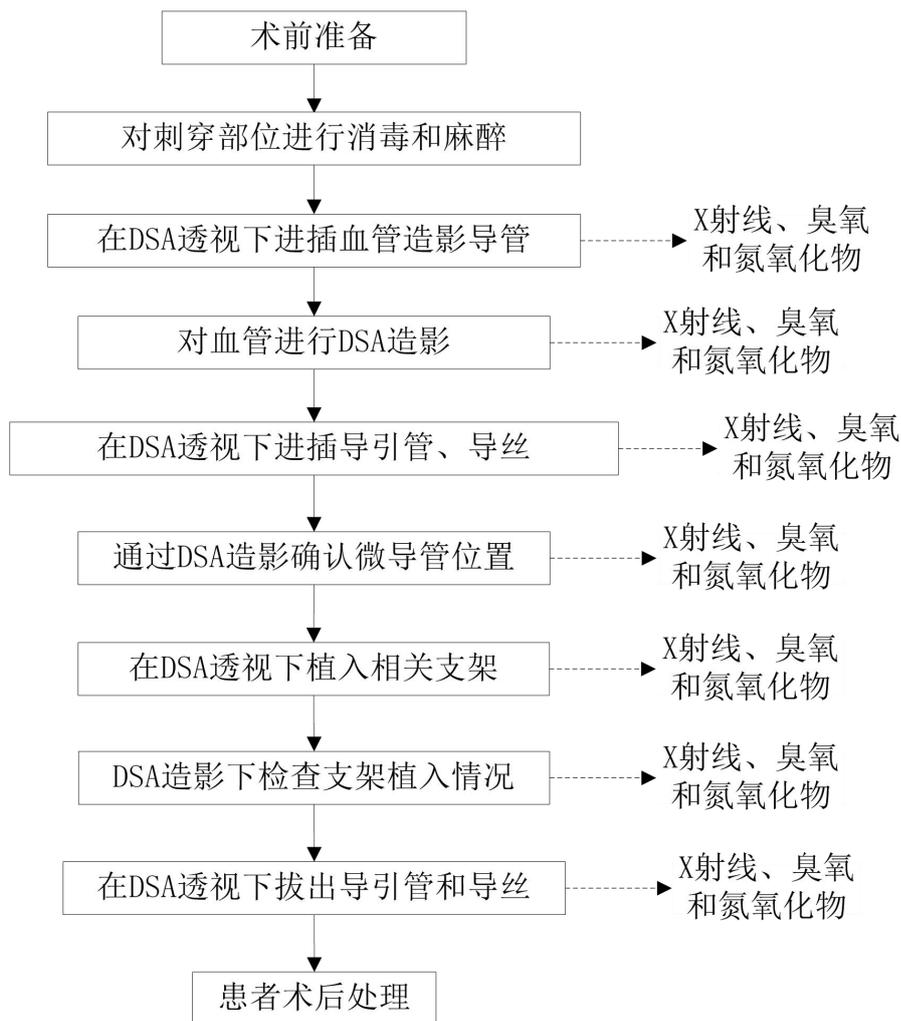


图 9-4 DSA 操作流程及产物环节示意图

3、工作状态及频次

医技楼一层介入诊疗中心拟新增 1 台数字减影血管造影用 X 射线装置 (DSA)，用于神经内科、神经外科、心内造影、PCI、CTO、滤器植入、肝脏栓塞等手术治疗，DSA 规格型号为飞利浦 Azurion 5M20，最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。配备 9 名辐射工作人员，包括 1 名技师、4 名手术医生、4 名护士，医生和护士采用轮班模式，每次由 1 名技师、2 名医生和 2 名护士配合手术。由于不同手术累积照射时间不同，每次手术透射的时间按照 30min 进行计算（近台同室操作），摄影的时间按 2min 进行计算（隔室操作），预计年开展介入手术 600 台，则技师最大照射时间为 320h/a，每位手术医生/护士近台同室年最大照射时间为 150h/a，隔室操作年最大照射时间为 10h/a。

污染源项描述

1、X 射线

数字减影血管造影(DSA)为 X 射线装置,由 X 射线装置的工作原理可知,电子枪产生的电子经过加速后,高能电子束与靶物质相互作用时将产生 X 射线,其最大能量为电子束的最大能量。本项目的 DSA 在非治疗状态下不产生射线,只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线,由于射线能量较低,不必考虑感生放射性问题。

2、臭氧及氮氧化物

X 线与空气作用,可以使气体分子或原子电离、激发,产生臭氧和氮氧化物,污染工作场所。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体,消除有害气体对诊断室的影响,关键在于加强室内通风。数字减影血管造影(DSA)输出 X 线输出功率低,剂量小,光子能量低,产生臭氧和氮氧化物量极少,一般采用机械通风装置可满足 DSA 手术室通风换气需要。

3、本项目 DSA 在运行时均采用实时成像系统,不洗片,无其它废气、废水和固体废物产生。

DSA 装置在使用过程中不产生放射性三废。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、工作场所平面布局合理性及分区

本项目拟在医技楼一层介入诊疗中心 DSA 手术室安装并使用 1 台数字减影血管造影 X 射线装置（DSA），使用面积为 70.2m²，手术室内最小单边长度为 7.8m，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“单管头 X 射线机^b机房内最小有效使用面积为 20m²”、“机房内最小单边长度 3.5m”的规定。本项目 DSA 手术室布局合理。

表 10-1 DSA 手术室屏蔽参数

场所名称	最小单边长度要求	最小使用面积要求	机房最小单边长度	机房使用面积	是否符合要求
DSA 手术室(二)	3.5m	20m ²	7.8m	70.2m ²	符合

医院对医技楼一层介入诊疗中心 DSA 手术室（二）进行分区管理，将 DSA 手术室设置为控制区，将缓冲室、操作间、设备间、污物间、洁净走廊设置为监督区，非辐射工作人员严格控制进入。该分区管理能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的有关辐射工作场所分区管理的要求。DSA 手术室分区示意图见图 10-1。

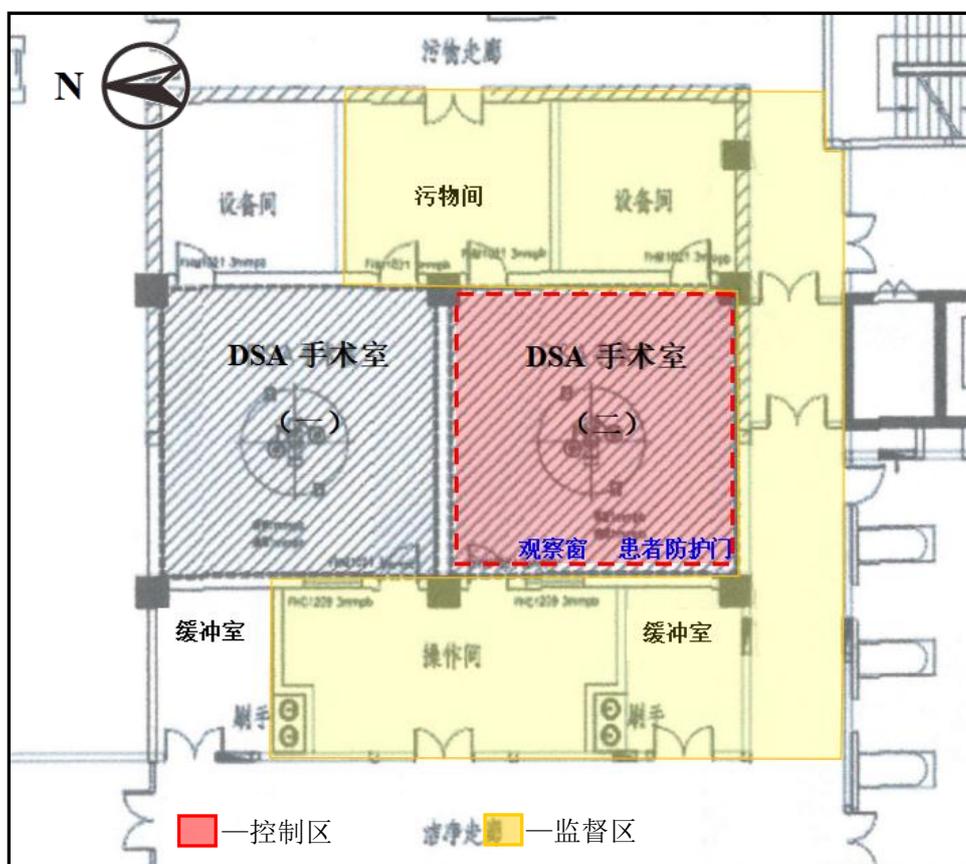


图 10-1 DSA 手术室分区示意图

2、辐射防护措施

(1) DSA 手术室辐射防护屏蔽措施

表 10-2 DSA 手术室屏蔽参数

场所名称	内容	屏蔽材料及屏蔽厚度
DSA 手术室 (二)	四周墙体	370mm 实心砖
	顶棚	120mm 混凝土+1mmPb
	地面	180mm 混凝土+1mmPb
	患者防护门	3mm 铅板
	操作间、污物间、设备间防护门	3mm 铅板
	观察窗	3mmPb 铅玻璃

(2) 电离辐射警示标识

DSA 手术室防护门外显著位置应设置电离辐射警告标志，告示无关人员不要在此逗留，需当心辐射、注意安全。

(3) 工作状态显示

患者防护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。

候诊区设置放射防护注意事项告知栏。

(4) 监控设施

DSA 手术室设有观察窗或摄像监控装置，便于观察到受检者状态及患者防护门开闭情况。

(5) 连锁装置

DSA 手术室防护门设有门机连锁装置，机房门打开时射线装置自动停机，防护门关闭不到位时，射线装置无法开机通电；工作状态指示灯能与防护门有效关联。

(6) DSA 手术室设置动力通风装置，并保持良好的通风，排风管道外口避免朝向人员活动密集区，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。

(7) 电缆、管道等穿过机房墙面的孔道避开有用线束及人员经常驻留的区域，并采用弧状孔、曲路或地沟形式。

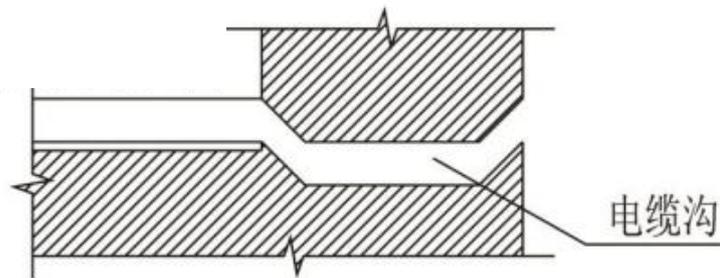


图 10-2 电缆沟穿墙设计

(8)工作场所防护用品及防护设施配置要求

个人防护用品 5 套，包括：

- ①铅橡胶围裙，铅当量不小于 0.25mmPb；
- ②铅橡胶颈套，铅当量不小于 0.5mmPb；
- ③铅防护眼镜，铅当量不小于 0.25mmPb；
- ④介入防护手套，铅当量不小于 0.025mmPb；
- ⑤铅帽，铅当量不小于 0.25mmPb。

辅助防护设施：本项目 DSA 自带铅悬挂防护屏、床侧防护帘，铅当量为 0.5mmPb。

检测仪器：便携式 X-γ辐射监测仪、个人剂量报警仪。

(9)个人剂量监测

每位辐射工作人员均配备个人剂量计，在工作期间必须佩戴，根据介入放射学全身受照不均匀的工作情况，在铅围裙外锁骨对应的领口位置佩戴剂量计。医院每季度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检测档案。

(10)人员培训

辐射工作人员已通过生态环境部开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并通过考核。

三废的治理

本项目 DSA 装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，DSA 手术室内采用机械通风装置，换气次数不低于 3 次/h，避免了 DSA 手术室空气中臭氧和氮氧化物等有害气体的积累。

DSA 装置在使用过程中不产生放射性三废。

项目总投资及环保投资

本项目总投资 1000 万元，环保投资 40 万元，占总投资的 4.0%。环保设施（措施）及其投资估算见表 10-3。

表 10-3 新增环保设施（措施）及投资估算一览表

	环保设施	数量	投资 (万元)
场所屏蔽	四周墙体、顶棚、地面、防护门、观察窗防护	/	30.0
场所设施	电离辐射警示标识	6 个	8.0
	工作状态指示灯	1 套	
	紧急停机按钮	1 套	
	摄像监控装置	1 套	
	联锁装置	1 套	
	通风装置	1 套	
监测仪器	便携式 X-γ 辐射监测仪	1 台	依托现有
	个人剂量报警仪	8 台	2.0
防护用品	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套、铅帽	6 套	依托现有
	铅悬挂防护屏	1 套	设备自带
	床侧防护帘	1 套	
合计			40.0

表 11 环境影响分析

建设或安装阶段对环境的影响

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。

运行阶段对环境的影响

1、DSA 装置对周围环境的影响

本项目拟在医技楼一层介入诊疗中心 DSA 手术室安装并使用 1 台数字减影血管造影用 X 射线装置（DSA），四周墙体、顶棚、地面、防护门屏蔽情况见表 11-1。

表 11-1 DSA 手术室屏蔽情况一览表

屏蔽体	屏蔽材料及屏蔽厚度	等效屏蔽厚度	标准要求	是否满足标准要求
四周墙体	370mm 实心砖	4.0mmPb	2.0mmPb	满足
顶棚	120mm 混凝土+1mmPb	3.0mmPb	2.0mmPb	满足
地面	180mm 混凝土+1mmPb	3.0mmPb	2.0mmPb	满足
患者防护门	3mm 铅板	3.0mmPb	2.0mmPb	满足
操作间、污物间、设备间防护门	3mm 铅板	3.0mmPb	2.0mmPb	满足
观察窗	3mmPb 铅玻璃	3.0mmPb	2.0mmPb	满足

注：混凝土不低于 2.35g/cm³，实心砖不低于 1.65g/cm³，铅板密度不小于 11.3g/cm³，等效屏蔽厚度参考《放射诊断放射防护要求》GBZ 130-2020 中表 C.5、表 C.6、表 C.7。

DSA 手术室屏蔽防护满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）6.2.1 C 型臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量 2.0mmPb，非有用线束方向铅当量 2.0mmPb 的要求。DSA 手术室屏蔽满足规定要求，对周围环境辐射影响较小。

2、人员所受附加剂量估算

本项目 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。DSA 包括透视和采集两种工作模式，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 90kV 以下。根据 ICRP 33《医用外照射源的辐射防护》P55 图 2，当管电压为 90kV 时，2mmAl 滤过下，离靶 1m 处的剂量率约为 7.4mGy/mA·min。参考同类型装置运行情况，透视时管电流取 10mA，距靶点 1m 处的最大剂量率为 4.44×10⁶μGy/h；采集时管电流取 500mA，距靶点 1m 处的最大剂量率为 2.22×10⁹μGy/h。项目射线装置主束照向患者，各关注点处仅考虑泄漏线和散射线影响，一般射线泄漏率按 0.1%估算。

泄漏辐射剂量率计算公式参考《辐射防护手册第一分册——辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987），见式 11-1。

$$H = \frac{f \times H_0 \times B}{R^2} \quad (\text{式 11-1})$$

式中：

H —关注点处的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f —泄漏射线比率，取 0.1%；

H_0 —距靶点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子。

对于给定的屏蔽物质，屏蔽透射因子参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关参数，对给定的铅厚度，依据 NCRP 147 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（见表 11-2）按式 11-2 计算屏蔽透射因子 B ：

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

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，mm。

假设本次评价项目 DSA 以 90kV 的工作管电压运行，DSA 手术室医务人员应按要求穿戴铅围裙等个人防护用品，射线装置和工作人员之间安装有铅悬挂防护屏、床侧防护帘，有效铅当量为 0.75mmPb。可根据上式计算对应的 X 射线辐射透射因子 B 的数值，相关参数和结算结果列于表 11-2。

表 11-2 近台同室操作 X 射线辐射衰减的有关拟合参数

管电压	X 铅厚度	参数			B 屏蔽透射因子
		α	β	γ	
90kV	0.75mm	3.067	18.83	0.7726	9.65×10^{-3}

透视时（近台同室操作）关注点处泄漏辐射剂量率计算结果见表 11-3。

表 11-3 关注点处泄漏辐射剂量率计算结果

关注点位置描述		H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	R (m)	f	B	H ($\mu\text{Gy/h}$)
第一术者位	医生	4.44×10^6	<1m	0.1%	9.65×10^{-3}	42.85
第二术者位	护士	4.44×10^6	1.5	0.1%	9.65×10^{-3}	19.04

根据建设单位提供资料，本项目配备 9 名辐射工作人员，包括 1 名技师、4 名手术医生、4 名护士，医生和护士采用轮班模式，每次由 1 名技师、2 名医生和 2 名护士配合手术。由于不同手术累积照射时间不同，每次手术透射的时间按照 30min 进行计算（近台同室操作），摄影的时间按 2min 进行计算（隔室操作），预计年开展介入手术 600 台，则技师最大照射时间为 320h/a，每位手术医生/护士近台同室年最大照射时间为 150h/a，隔室操作年最大照射时间为 10h/a。

① DSA 手术室内每位手术医生/护士年有效剂量

附加年有效剂量可由式 11-3 计算得到：

$$H_w = H_R \times K \times T \times t \quad (11-3)$$

式中：

H_w —年受照剂量， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_R —计算点附加剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

K —有效剂量与吸收剂量换算系数，取 0.7；

T —人员居留因子；

t —年照射时间，h/a。

DSA 手术室内每位医生最大年有效剂量为：

$$42.85 \times 0.7 \times 150 \times 10^{-3} = 4.5 \text{mSv}；$$

DSA 手术室内每位护士最大年有效剂量为：

$$19.04 \times 0.7 \times 150 \times 10^{-3} = 2.0 \text{mSv}。$$

② DSA 操作间辐射工作人员辐射年有效剂量

根据表 11-1 可知，DSA 手术室四周墙体、防护门、观察窗等屏蔽体等效屏蔽厚度，本次计算按 3mmPb 进行保守估算，根据式 11-2 计算对应的 X 射线辐射透射因子 B 的数值，相关参数和结算结果列于表 11-4。

表 11-4 DSA 手术室外 X 射线辐射衰减的有关拟合参数

管电压	X 铅厚度	参数			B 屏蔽透射因子
		α	β	γ	
90kV	3mm	3.067	18.83	0.7726	7.93×10^{-6}

根据式 11-1 可得 DSA 手术室外关注点处泄漏辐射剂量率：

表 11-5 DSA 手术室外关注点处泄漏辐射剂量率计算结果

关注点位置描述	H_0 ($\mu\text{Gy/h}$)	R (m)	f	B	H ($\mu\text{Gy/h}$)
DSA 手术室外	4.44×10^6	4.2	0.1%	7.93×10^{-6}	0.002

即 DSA 手术室外周围剂量当量率在最不利的情况下为 $0.002 \mu\text{Gy/h}$ ，由此可根据式 11-3 计算：

DSA 操作间每位手术医生/护士最大年有效剂量为：

$$0.002 \times 0.7 \times 10 \times 10^{-3} = 1.4 \times 10^{-5} \text{mSv};$$

DSA 操作间技师最大年有效剂量为：

$$0.002 \times 0.7 \times 320 \times 10^{-3} = 4.48 \times 10^{-4} \text{mSv}。$$

综上计算结果可知，DSA 手术室内医生/护士、DSA 操作间辐射工作人员附加年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射工作人员年剂量管理约束值 5mSv 的要求。

以上为保守估算，实际使用本台 DSA 的时间少于上述估算时间，且计算忽略了设备材料的衰减作用和人体的吸收作用，此外本项目 DSA 设备床边操作系统、床边剂量控制系统等防护设施，可实时显示剂量率、调节运行档位，因此实际本项目医用血管造影 X 射线机在正常运行情况下，医护人员受到的年附加剂量率小于理论计算值。建设单位应加强人员管理，委托有资质的单位对辐射工作人员进行个人剂量监测，根据每季度个人剂量监测报告的结果，对超过管理约束值的人员进行轮岗或调休，确保辐射工作人员附加年有效剂量低于辐射工作人员年剂量管理约束值 5mSv 的要求。

③ DSA 手术室四周墙体、顶棚、地面等效屏蔽厚度按 3mmPb 进行保守估算，则 DSA 手术室屏蔽体外 50m 的评价范围的其他医护人员、病患、公众最大年有效剂量：

DSA 手术室四周、楼上、楼下医护人员最大年有效剂量为：

$$0.002 \times 0.7 \times 320 \times 10^{-3} = 4.48 \times 10^{-4} \text{mSv};$$

DSA 手术室外公众人员辐射年有效剂量（公众居留因子按 1/8 计算）：

$$0.002 \times 0.7 \times 320 \times 10^{-3} \times 1/8 = 5.6 \times 10^{-5} \text{mSv};$$

低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对公众成员年剂量管理约束值 0.1mSv 的要求。

3、放射性三废对环境的影响

本项目 DSA 装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线, X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体, DSA 手术室内采用机械通风装置, 换气次数不低于 3 次/h, 避免了 DSA 手术室空气中臭氧和氮氧化物等有害气体的积累。

DSA 装置在使用过程中不产生放射性三废。

事故影响分析

1、门灯指示灯失效, X 射线诊断过程仍然在运行, 人员误进入手术室而受到误照射。

X 射线装置对人体的照射主要来自于其产生的 X 射线。X 射线具有穿透能力强、速度快、电离密度小等特点, 因此射线对人体主要危害是外照射。一般来说, 剂量越大, 危害就越大。人体受危害的程度与电离辐射的剂量有很大关系, 不同剂量引起的危害见表 11-6。但同等的剂量条件下, 不同个体的机能状态不同, 敏感程度差异很大, 故危害程度也有所不同。

表 11-6 不同剂量引起的危害

剂量(Sv)	危害程度
0~0.25	无明显自觉症状
0.25~0.5	出现可恢复的机能变化, 有血液学的改变
0.5~1.0	出现机能变化, 血相改变
1~6	可出现轻、中、重度放射病
>6	可出现死亡

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, 在开机之前将未作辐射防护的人员请出手术室外。

一旦运行时发现有人员滞留手术室内, 操作间工作人员应立急按下停机开关; 手术室内的人员也可按下设在墙壁上的紧急开关, 可将辐射危险的严重程度降至最低限度。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与生态环境保护管理机构的设置

医院根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关法律法规及国家标准的要求，为了加强对射线装置安全和防护的监督管理，促进射线装置的安全应用，正确应对突发性放射性事故，确保事故发生时能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障医院内职工和病员生命安全和财产安全，维护正常的医疗秩序，医院已成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，统一管理医院内的辐射安全防护工作。

领导小组的职责是：

- (1)全面负责医院内的辐射安全管理工作；
- (2)认真学习贯彻国家相关法规、标准，结合医院实际制定安全规章制度并检查监督实施；
- (3)负责医院内辐射工作人员的法规教育和安全环保知识培训；
- (4)检查安全环保设施，开展环保监测，对医院内使用射线装置安全防护情况进行年度评估；
- (5)实施辐射工作人员的健康体检并做好体检资料的档案管理工作；
- (6)编制辐射事故应急预案，并妥善处理医院有可能发生的辐射事故；
- (7)定期向生态环境部门报告辐射安全管理工作。
- (8)设置专职辐射安全管理人员且具有大学本科以上学历。

辐射安全管理规章制度

1.制定辐射安全管理规定

在数字减影血管造影用 X 射线装置（DSA）依法取得生态环境部门相关批复手续后方可进行手术作业。在进行数字减影血管造影用 X 射线装置（DSA）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.制定辐射安全操作规程

制定严格射线装置操作规程，技师必须按操作规程进行操作，并做好个人的防护。除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施

照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

3.制定放射装置管理制度

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；每年1月31日之前，向辐射安全许可证发证单位上报年度评估报告（含工作场所及个人剂量检测报告）。

4.制定监测方案及监测仪表使用与校验管理制度

制定年度监测、日常监测和个人监测方案，并对日常监测的辐射监测仪器进行定期校验。年度监测周期为1次/年，出具的监测报告存档，辐射监测详见下一节。

5.制定辐射工作人员培训/再培训管理制度

单位定期组织辐射工作人员进行辐射安全培训，辐射管理人员与技师必须参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并通过考核，考核类别为“医用X射线诊断与介入放射学”，且每五年接受一次考核。

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医护人员应进行个人剂量监测，外照射个人剂量监测周期一般为30天，最长不应超过90天，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

应成立辐射事故应急处理领导小组，规定辐射事故应急处理机构与职责，一旦发生辐射事故，立即启动辐射事故应急预案。

8.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。

9.辐射安全许可证

在取得本次环评批复后，中卫市人民医院应按照原申请程序，重新申请领取辐射安全许可证。

辐射监测

1、监测仪器和防护设备

DSA 手术室应配备 1 台便携式 X- γ 辐射监测仪，每个辐射工作人员均应配备个人剂量报警仪和个人剂量计。

2、监测计划

辐射监测是安全防护的一项必要的措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射及放射性污染的水平，防止人员受到过量的照射。中卫市人民医院根据实际情况，建立了辐射剂量监测制度，包括年度监测、日常监测和个人监测。

(1)年度监测：每年委托有资质的单位对 DSA 辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年，出具的监测报告存档，每年 1 月 31 日之前，向辐射安全许可证发证单位上报年度评估报告。

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率

监测范围：工作场所控制和监督区域及周围环境

(2)日常监测

DSA 手术过程中，由辐射工作人员手持便携式 X- γ 辐射监测仪，对 DSA 工作场所四周墙体、防护门、观察窗外 30cm 处、顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm 处、机房地面下方（楼下）距楼下地面 170cm 处，并对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测，每月 1 次。

(3)个人剂量监测

辐射工作人员个人剂量监测按照《职业性外照个人监测规范》(GBZ 128-2019 执行)。放射工作人员应佩戴个人剂量计，个人剂量计应定期送有资质的单位进行检查和评估，监测周期为三个月，每年 4 次，外照射个人剂量监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天，并建立个人剂量档案。建立个人剂量档案。对相关人员进行定期查体，建立个人健康档案。

辐射事故应急

为了加强对辐射治疗、诊断设备的安全管理，保障公共健康，保护环境，应制定辐射事故应急预案和突发放射（装置）事故应急措施，应成立辐射事故应急处理领导小组，组织、开展辐射事故的应急处理救援工作。应急预案应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可行。

一旦发生辐射事故，中卫市人民医院应当立即启动辐射事故应急预案，采取应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地人民政府生态环境主管部门报告；还应当同时向当地人民政府、公安部门和卫生主管部门报告。

辐射环境日常管理

(1)要求医院对安全和防护设施定期维护维修，频率为每个月 1 次；

(2)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；

(3)要求医院定期对工作场所进行自行监测，并做好监测记录；

(4)每年 1 月 31 日之前，向辐射安全许可证发证单位上报年度评估报告；

(5)单位内部定期组织辐射安全相关专业知识的学习，辐射人员定期参加生态环境部门组织的辐射安全与防护培训。

表 13 结论与建议

结论

1. 辐射安全与防护分析结论

中卫市人民医院数字减影血管造影用 X 射线装置（DSA）核技术利用项目在落实本次环评提出的辐射防护措施后，不会对周围环境产生辐射影响。

2. 环境影响分析结论

(1)建设阶段对环境的辐射影响

本项目在建设和安装阶段，不会对手术室外部的辐射环境产生影响，对医院的其他工作人员和公众不会产生辐射危害。

(2)运行（使用）后对环境的影响

DSA 手术室屏蔽防护满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）6.2.1 C 型臂 X 射线设备机房有用线束方向铅当量 2.0mmPb，非有用线束方向铅当量 2.0mmPb 的要求。DSA 手术室屏蔽满足规定要求，对周围环境辐射影响较小。

①对辐射工作人员的辐射影响结论

DSA 手术室内医生、护士、技师附加年有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射工作人员年剂量管理约束值 5mSv 的要求。

②对公众的辐射影响结论

DSA 手术室外公众人员辐射年有效剂量低于《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 0.1mSv 的要求。

(3)放射性三废对环境的影响

DSA 装置不产生放射性三废，运行期不会对辐射环境造成影响。

3. 可行性分析结论

(1)与产业政策的符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展改革委第 29 号令）中第一类鼓励类中“十三、医药：5. 新型医用诊断设备和试剂、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，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，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，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类项目，故符合国家及地方现行产业政策。

(2)实践正当性

医院使用数字减影血管造影用 X 射线装置（DSA）可以更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的治疗能力；核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性治疗方法所不能及的治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用。本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，所以符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

综上所述，中卫市人民医院数字减影血管造影用 X 射线装置（DSA）核技术利用项目符合产业政策与实践的正当性，DSA 手术室屏蔽设计能够满足辐射防护要求，正常工作不会对环境产生辐射影响；所致各人群组的年有效剂量低于国家年有效剂量限值和剂量约束值，从环保角度考虑该建设项目可行。

建议和承诺

(1)所有诊疗设备及辅助设备应符合国家相关标准要求。

(2)经常检查维护设备的联锁装置、以及紧急停机按钮安全防范设施。

(3)便携式环境监测仪器应按照检定周期按期检定。

(4)不断完善相关管理制度及辐射事故应急预案，加强日常演练，做到有备无患。

(5)在本次环评结束后中卫市人民医院应按照申请程序，重新申请领取辐射安全许可证。

(6)每年委托有资质单位进行辐射工作场所监测以及个人剂量的监测，每年 1 月 31 日前向生态环境部门报上一年的辐射评估报告。

(7)项目建成后由中卫市人民医院自行组织环境保护竣工验收，经验收合格后投入运行。