

核技术利用建设项目

青铜峡市人民医院

医用血管造影用 X 射线装置（DSA）

环境影响报告表

(公示本)

建设单位名称：青铜峡市人民医院

2022 年 7 月

生态环境部监制

目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	6
表 3 非密封放射性物质.....	6
表 4 射线装置.....	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	7
表 6 评价依据.....	8
表 7 保护目标和评价标准.....	10
表 8 环境质量和辐射现状.....	15
表 9 项目工程分析与源项.....	20
表 10 辐射安全与防护.....	25
表 11 环境影响分析.....	33
表 12 辐射安全管理.....	39
表 13 结论与建议.....	42
附件 1：建设项目环境影响报告委托书	
附件 2：医疗机构执业许可证复印件	
附件 3：辐射安全许可证	
附件 4：限期整改通知书	
附件 5：医院项目总平面图	
附件 6：建设项目实际平面图	
附件 7：《检测报告》（宁博放检字（2022）第 435 号）	

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		青铜峡市人民医院			
法人代表	沙立军	联系人	那建宁	联系电话	13619558806
注册地址		宁夏回族自治区吴忠市青铜峡市小坝镇利民东街			
项目建设地点		急救中心一层导管室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	1200	项目环保 投资 (万元)	65	投资比例	5.42%
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	约 115 m 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		
	<p>1.1 项目概述</p> <p>1.1.1 建设单位情况</p> <p>1.1 项目概述</p> <p>1.1.1 建设单位情况</p> <p>青铜峡市人民医院是青铜峡市最大的集医疗、预防、保健、科研、教学为一体的综合性“二级甲等”医院。承担着青铜峡市及周边市县 40 多万人民的医疗服务。是西北微创治疗中心，宁夏医科大学和宁夏师范学院的教学实习基地，宁夏医科大附属医院网络医院。医院占地面积 100665 平方米，建筑面积 51550 平方米，现有青铜峡市人民医院</p>				

总院、青铜峡市第二人民医院、青铜峡市人民医院青镇分院，隶属于青铜峡市人民医院总院管理，总院有床位 500 张，设有 15 个病区，共有临床、医技、药剂、职能、后勤科室 41 个。现有在职职工 548 人，聘用制人员 370 人，离退休人员 209 人。在职人员中专业技术人员 452 人，其中高级职称 78 人，中级职称 200 人，初级职称 270 人，研究生 2 名。年门诊量 23 万多人次，年住院病人 18000 多人次。青铜峡市人民医院固定资产 2.62 亿元，放射科拥有进口 1.5T 核磁共振、16 排螺旋 CT、进口 DR 机、CR 机、X 线数字胃肠机、C 型臂手术 X 光机；功能科拥有进口彩色 B 超机、奥林巴斯电子胃镜及胃肠镜；检验科拥有进口全自动生化分析仪、全自动血凝仪、酶免分析仪；临床科室配备了高压氧舱、腹腔镜、前列腺气化电切镜、宫腔镜、体外震波碎石机、胆道镜、心电中央监护仪、电子阴道镜、多功能麻醉机等大型先进的检查仪器和治疗设备。

1.1.2 目的和任务的由来

为了更好的开展放射诊疗工作和提高医疗服务水平，青铜峡市人民医院将急救中心一层东侧的 CR 机房改建成 DSA 机房，将原 CR 机房四周墙体与屏蔽材料保留，并附加屏蔽材料（1mm 铅板），原 CR 机房防护门及观察窗均更换，原 CR 机房结构布局均为发生变化，其毗邻的房间作为 DSA 辅助用房，现机房已建成并投入使用。吴忠市生态环境局青铜峡分局在监督检查时，发现项目单位未按要求进行环境影响评价，并未办理辐射安全许可证，责令立即停机于 2022 年 9 月 4 日前完成整改（详见附件 4）。

根据《关于发布射线装置分类办法的公告》，本项目使用的 DSA 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 版）》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年修改，部令第 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，并报送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青铜峡市人民医院的委托，对青铜峡市人民医院医用血管造影用 X 射线装置（DSA）进行环境影响评价（详见附件 1）。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，并编写完成本项目环境影响评价报告表。

1.1.3 建设内容和规模

本项目安装 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。根据《关于发布射线装置分类办法的公告》（2017）规定，本设备属于 II 类射线装置，机房建设面积为 36.5m²，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 X 射线机	Optima CL323i	最大管电压：125kV 最大管电流：1000mA	门诊楼一楼东南侧的导管室

1.2 项目周边保护目标

1.2.1 项目选址

青铜峡市人民医院位于宁夏回族自治区吴忠市青铜峡市小坝镇利民东街，项目地理位置见图 1-1。



图 1-1 项目地理位置图

1.2.2 周边环境关系

本项目改建 DSA 机房位于医院急救中心一楼东侧的导管室。四周关系：北侧为住院部，西侧为院内道路，南侧为停车场，东侧为院内道路，医院整体平面布局图及项目周边环境见图 1-2（见下页）。



图 1-2 医院整体平面布局图及项目周边环境图

1.2.3 周边保护目标及选址

本项目为改建项目，改建辐射工作场所位于急救中心一楼东侧的导管室，改建机房西侧为控制室，水平距离 4.2m；南侧为室外空地，水平距离 5.1m；北侧为患者通道及走廊，水平距离 3.6m；东侧为污物间及污物通道，水平距离 2.6m；楼上为儿科区域（专家诊室），选址涉及妇女、儿童等特殊人群，但医院对机房顶棚进行了屏蔽防护加强，经现场防护检测，楼上的辐射水平为环境本底水平（检测结果详见附件 7），楼下无建筑。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。改建数字减影血管造影室所在楼一层平面图见图 1-4。

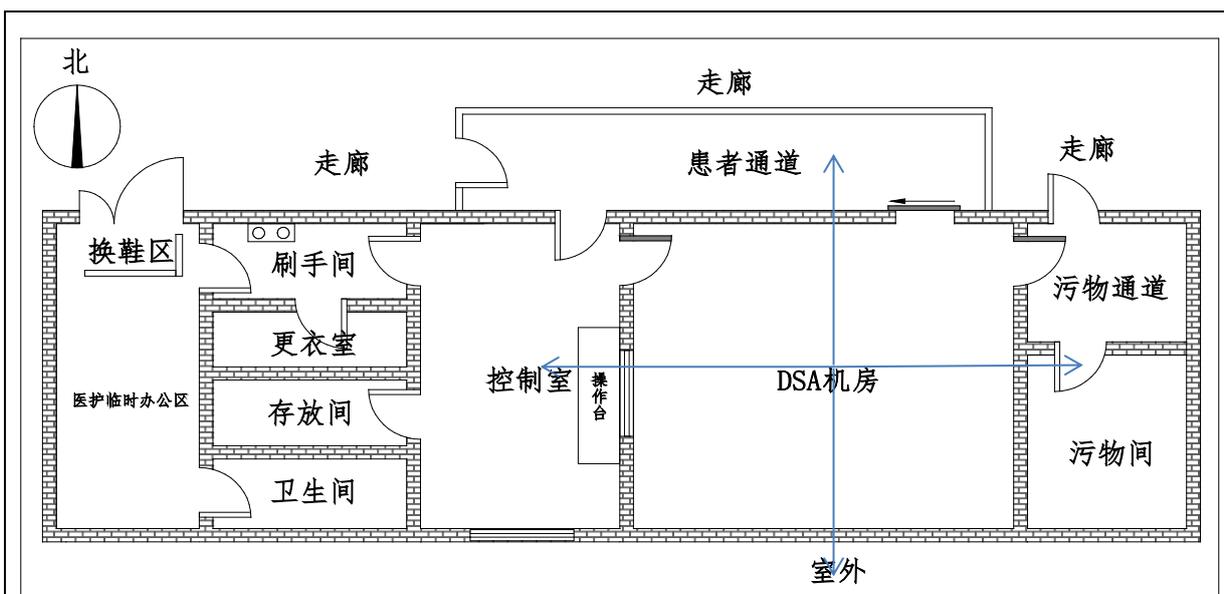


图 1-4 改建导管室所在楼层局部平面图

1.3 原有核技术利用项目许可情况

青铜峡市人民医院现有核技术利用活动于 2021 年 06 月 10 日取得《辐射安全许可证》，证书编号：宁环辐证[C0125]（详见附件 3），有效期至 2025 年 05 月 06 日。医院现有射线装置详见表 1-2。

表 1-2 青铜峡市人民医院现有射线装置

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场地
1	16 排 CT	BRIGHSPEED	III类	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	医院一楼总院放射科
2	数字 X 线机	DST100S	III类	医用诊断 X 射线装置	医院一楼总院放射科
3	DSA	CL323i	III类	放射治疗模拟定位装置	医院一楼总院放射科
4	康达	MXHF-1500DR	III类	医用诊断 X 射线装置	医院一楼总院放射科
5	柏斯	iDR6600A	III类	医用诊断 X 射线装置	医院一楼总院放射科
6	GE	OptimaCT680	III类	医用诊断 X 射线装置	医院一楼总院放射科

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	医用血管造影 X 射线机	II	1	Optima CL323i	125	1000	介入治疗	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 (μ A)	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

<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》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日起施行）； 2. 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行）； 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行）； 4. 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 682 号，2017 年修改，2017 年 10 月 1 日起施行）； 5. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（2021 年 1 月 1 日起施行）； 6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 第 709 号）修订，（2019 年实施））； 7. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令 第 31 号公布；根据 2008 年 11 月 21 日环境保护部 2008 年第二次部务会议通过的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》第一次修正；根据 2017 年 12 月 12 日环境保护部第五次部务会议通过的环境保护部令 第 47 号《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正；2019 年 8 月 22 日生态环境部令 第 7 号《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》第三次修正）； 8. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 部令 第 18 号，2011 年，2011 年 5 月 1 日起施行）； 9. 《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令 第 55 号，2007 年）； 10. 《关于发布射线装置分类办法的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起实施）； 11. 《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，2006.9.26）； 12. 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境
------------------	---

	<p>部，公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 23 日，2020 年 1 月 1 日起 施行）；</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，部令 14 号，2020 年 11 月 23 日，2021 年 1 月 1 日起实施）；</p> <p>14. 《宁夏回族自治区辐射污染防治办法》（2019 年 2 月 1 日）。</p>
<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. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； 5. 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 6. 《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）； 7. 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）； 8. 《医疗照射防护基本要求》（GB179-2006）； 9. 《生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序》； 10. 《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. 委托书； 2. 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：以改建 DSA 机房外 50m 的范围。

7.2 保护目标

改建 DSA 机房北侧为患者通道, 南侧为室外, 西侧为控制室, 东侧为污物通道及污物间, 楼上为儿科区域（专家诊室），楼下无建筑。机房周围布局图如图 1-4 所示。结合本评价项目的评价范围，保护目标为该医院从事本项目操作的辐射工作人员及患者，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	介入手术医护人员	5 人	手术室内	机房内
		操作间工作人员		控制室	4.2m
	公众	病患及病患家属	流动人员	北侧为患者通道	3.6m
		院内行人	流动人员	南侧为室外	5.1m
		操作间工作人员	1 人	西侧为控制室	4.2m
		保洁人员	1-2 人	东侧为污物通道及污物间	2.6m
		医护人员及患者（康复治疗区域无关人员一般不会随意进出）	流动人员	楼上儿科区域（专家诊室）	紧邻

注：1. 本项目新增放射工作人员共 5 人，包括手术医生 3 名，护士 1 名，本项目配备专用技师 1 名。

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。

建设单位根据自身实际情况设立了年剂量限值，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，对工作人员眼晶体管理剂量约束值不超过 20mSv，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机房，机房应满足使用设备的布局要求。

(4) 对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
单管头 X 射线机 b	20	3.5

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) 机房出入门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	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		选配：铅橡胶帽子	

三、《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）

4.7.2 近台同室操作的 X 射线设备

4.7.2.1 检测中采用尺寸为 30cm×30cm×20cm 的标准水模。

4.7.2.3 将 X 射线设备和设备配置的防护设施呈正常使用时的摆放状态，照射方式有自动亮度控制的设备，选择自动亮度控制条件；无自动亮度控制的设备选择 70kV、1mA 条件，射束垂直从床下向床上照射（设备条件不具备时选择射束垂直从床上向床下照射）。

4.7.2.5 检测位点：检测平面按附录 I 中图 I.3 的要求，X 射线防护巡测仪有效测量点位于检测平面（140cm×120cm）上，分别在床侧第一术者位和第二术者位平面上按头部、胸部、腹部、下肢和足部位置进行巡测，第一术者位检测点距离球管焦点轴线 30cm，第二术者位检测点距离球管焦点轴线 90cm，检测点距地面高度分别为 155cm、125cm、105cm、80cm 和 20cm。如有第三术者位应在相应位置按上述检测平面和检测条件重复检测。

X 射线透视设备的检测项目及技术要求应符合表 7-5 的要求。

表 7-5 X 射线透视设备通用检测项目与技术要求

检测项目	检测要求	验收检测 判定标准	状态检测 判定标准	稳定性检测		条编号
				判定标准	周期	
透视防护区检测 平面上周围剂量 当量率/(μ Sv/h)	非直接荧光屏透 视设备	≤ 400.0	≤ 400.0	≤ 400.0	6 个月	4.7

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

青铜峡市人民医院位于青铜峡市小坝镇利民东街，改建 DSA 机房位于急诊中心一楼东侧，本项目 DSA 核技术利用项目位于医院内部，不新增土地。项目 50m 评价范围内无居民区、学校、具有代表性的各种类型的自然生态系统区域，珍稀、濒危的野生动植物自然分布区域，重要的水源涵养区域以及人文遗迹、古树名木等环境敏感目标，无环境制约因素，选址合理可行。

8.2 辐射环境现状监测

8.2.1 监测因子

由于该项目属于未批先建项目，该项目 DSA 已安装安装调试完成并已投入使用，故评价单位对该项目进行了现状监测，在设备正常运行条件下对场所周围及 DSA 机房内的的周围辐射危害因子进行了现场检测。（检测报告见附件 7）

8.2.2 监测时间及环境条件

监测时间：2022 年 06 月 28 日

8.2.3 监测方法

本次现状监测严格按照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）进行监测。

8.2.4 监测仪器

辐射环境调查使用的仪器为 AT1121 型便携式 X、 γ 辐射测量仪，最低探测限为：50nSv/h~10Sv/h，响应时间 30ms。 γ 射线校准日期为 2021 年 09 月 06 日，有效期至 2022 年 09 月 05 日，场所本底值为 0.12 μ Sv/h，仪器响应时间为 30ms，低于设备出束时间，检测结果未扣除环境本底。

8.2.5 质量控制

（1）监测仪器符合《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关规定，并经过中国计量科学研究院检定，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持证上岗，报告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《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），结合实际情况，主要监测改建 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。

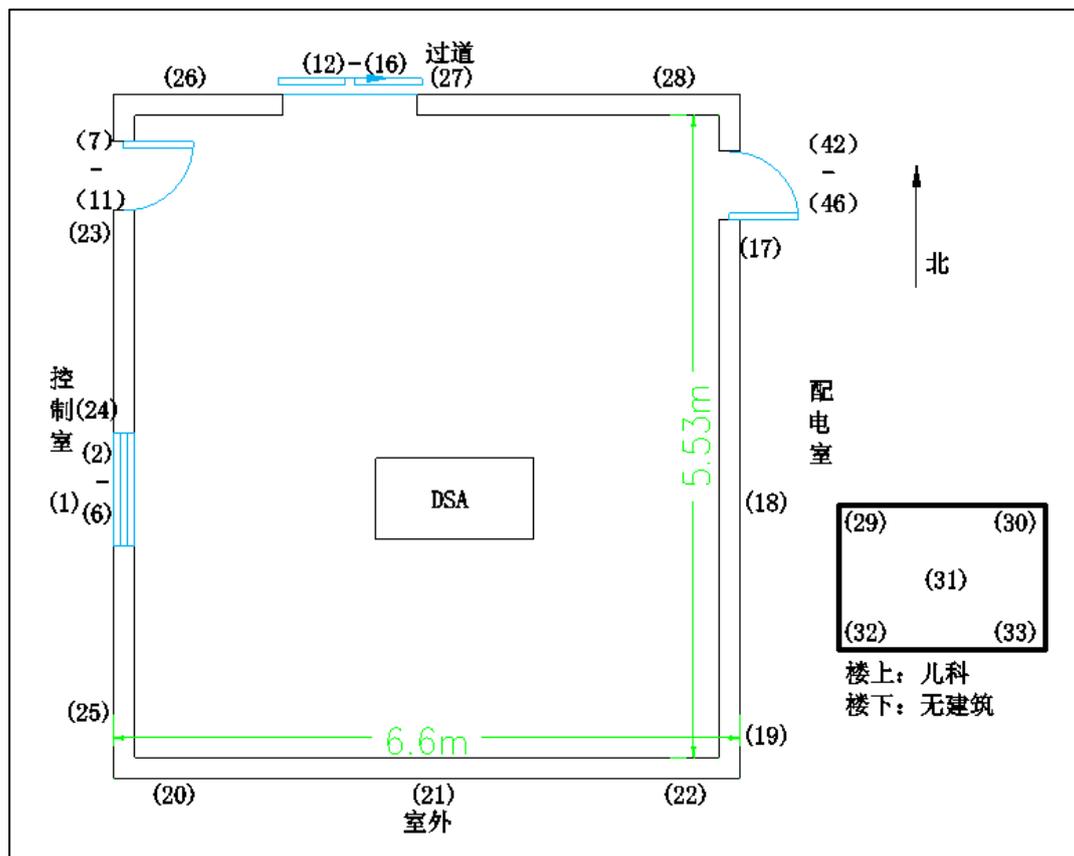


图 8-1 改建 DSA 机房监测布点图

8.2.7 监测结果

改建 DSA 机房工作场所辐射水平检测结果分布见表8-1。

表8-1 改建 DSA 机房工作场所辐射水平检测结果

检测结果（透视模式）					
检测时工作条件： 自动条件 管电压：67 kV 管电流：9.8 mA 曝光时间：4.0 s					
点位编号	检测地点	有用线束朝向	周围剂量当量率(μSv/h)	检测结果(μSv/h)	结果判定
(1)	放射工作人员操作位	上	0.13	0.13	符合
(2)	中间 30cm 处		0.13		
(3)	观察窗外	上	0.13	0.13	符合
(4)	下窗框 30cm 处		0.13		

(5)		左窗框 30cm 处		0.13		
(6)		右窗框 30cm 处		0.13		
(7)		中间 30cm 处		0.13		
(8)	控制室门外	上门缝 30cm 处	上	0.12	0.13	符合
(9)		下门缝 30cm 处		0.13		
(10)		左门缝 30cm 处		0.13		
(11)		右门缝 30cm 处		0.13		
(12)				中间 30cm 处		
(13)	机房门外	上门缝 30cm 处	上	0.13	0.13	符合
(14)		下门缝 30cm 处		0.13		
(15)		左门缝 30cm 处		0.13		
(16)		右门缝 30cm 处		0.13		
(17)	机房东墙外	左侧 30cm、高 1.3m 处	上	0.13	0.13	/
(18)		中间 30cm、高 1.3m 处		0.13		
(19)		右侧 30cm、高 1.3m 处		0.13		
(20)	机房南墙外	左侧 30cm、高 1.3m 处	上	0.13	0.13	符合
(21)		中间 30cm、高 1.3m 处		0.13		
(22)		右侧 30cm、高 1.3m 处		0.12		
(23)	机房西墙外	左侧 30cm、高 1.3m 处	上	0.13	0.13	符合
(24)		中间 30cm、高 1.3m 处		0.12		
(25)		右侧 30cm、高 1.3m 处		0.13		
(26)	机房北墙外	左侧 30cm、高 1.3m 处	上	0.13	0.13	符合
(27)		中间 30cm、高 1.3m 处		0.13		
(28)		右侧 30cm、高 1.3m 处		0.13		
(29)	机房楼上	距地面 100cm 处 (西北)	上	0.13	0.13	符合
(30)		距地面 100cm 处 (东北)		0.13		
(31)		距地面 100cm 处 (中间)		0.13		
(32)		距地面 100cm 处 (西南)		0.13		
(33)		距地面 100cm 处 (东南)		0.13		
(34)	机房楼下	距地面 100cm 处 (西北)	/	/	/	/
(35)		距地面 100cm 处 (东北)		/		
(36)		距地面 100cm 处 (中间)		/		
(37)		距地面 100cm 处 (西南)		/		
(38)		距地面 100cm 处 (东南)		/		
(39)	通风口外 30cm 处		/	/	/	/

(40)	配电箱 30cm 处	/	/	/	/		
(41)	穿墙孔 30cm 处	/	/	/	/		
(42)	中间 30cm 处	上	0.13	0.13	符合		
(43)	上门缝 30cm 处		0.13				
(44)	下门缝 30cm 处		0.13				
(45)	左门缝 30cm 处		0.13				
(46)	右门缝 30cm 处		0.13				
(47)	第一术者位：足部	/	1.74	6.55	符合		
(48)	第一术者位：下肢		1.12				
(49)	第一术者位：腹部		2.83				
(50)	第一术者位：胸部		5.68				
(51)	第一术者位：头部		5.68				
(52)	第二术者位：足部		0.85				
(53)	第二术者位：下肢		1.94				
(54)	第二术者位：腹部		1.96				
(55)	第二术者位：胸部		5.50				
(56)	第二术者位：头部		6.55				
(57)	第一术者位：手部数据仅供参考		305.36			/	/
(58)	第二术者位：手部数据仅供参考		91.52			/	/

注：1. 评价标准： $\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；

2. 场所本底值为 $0.12 \mu\text{Sv/h}$ ，仪器响应时间为 30ms，低于设备出束时间，检测结果未扣除环境本底；

3. 检验结果为检测位所在墙（或防护门、观察窗）区域的最大剂量点的最大剂量值；

4. 划“/”表示工作场所无该项设施，或者无法到达相应位置去检测。

由表 8-1 检测结果可知，本项目所在地 γ 辐射剂量率本底值为 120nSv/h （未扣除仪器设备对宇宙射线的响应值），DSA 机房周围的 X、 γ 辐射剂量率检测结果简述：

- 1) 观察窗的 X、 γ 辐射剂量率检测结果范围值为 $0.13 \mu\text{Sv/h}$ ；
- 2) 控制室门外的 X、 γ 辐射剂量率检测结果范围值为 $0.12\sim 0.13 \mu\text{Sv/h}$ ；
- 3) 机房门外的 X、 γ 辐射剂量率检测结果范围值为 $0.13 \mu\text{Sv/h}$ ；
- 4) 楼上的 X、 γ 辐射剂量率检测结果范围值为 $0.12\sim 0.13 \mu\text{Sv/h}$ ；
- 5) 第一术者位、第二术者位的 X、 γ 辐射剂量率检测结果范围值为 $0.85\sim 6.55 \mu\text{Sv/h}$ ；

6) 其余检测点位的 X、 γ 辐射剂量率检测结果范围值为 0.12~0.13 $\mu\text{Sv/h}$ ；平均值为 0.13 $\mu\text{Sv/h}$ 。

综上所述，DSA 机房工作场所辐射水平检测结果符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）6.3.1 c) 条款规定的限值要求，并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 数字减影血管造影机 digital subtraction angiography; DSA

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。

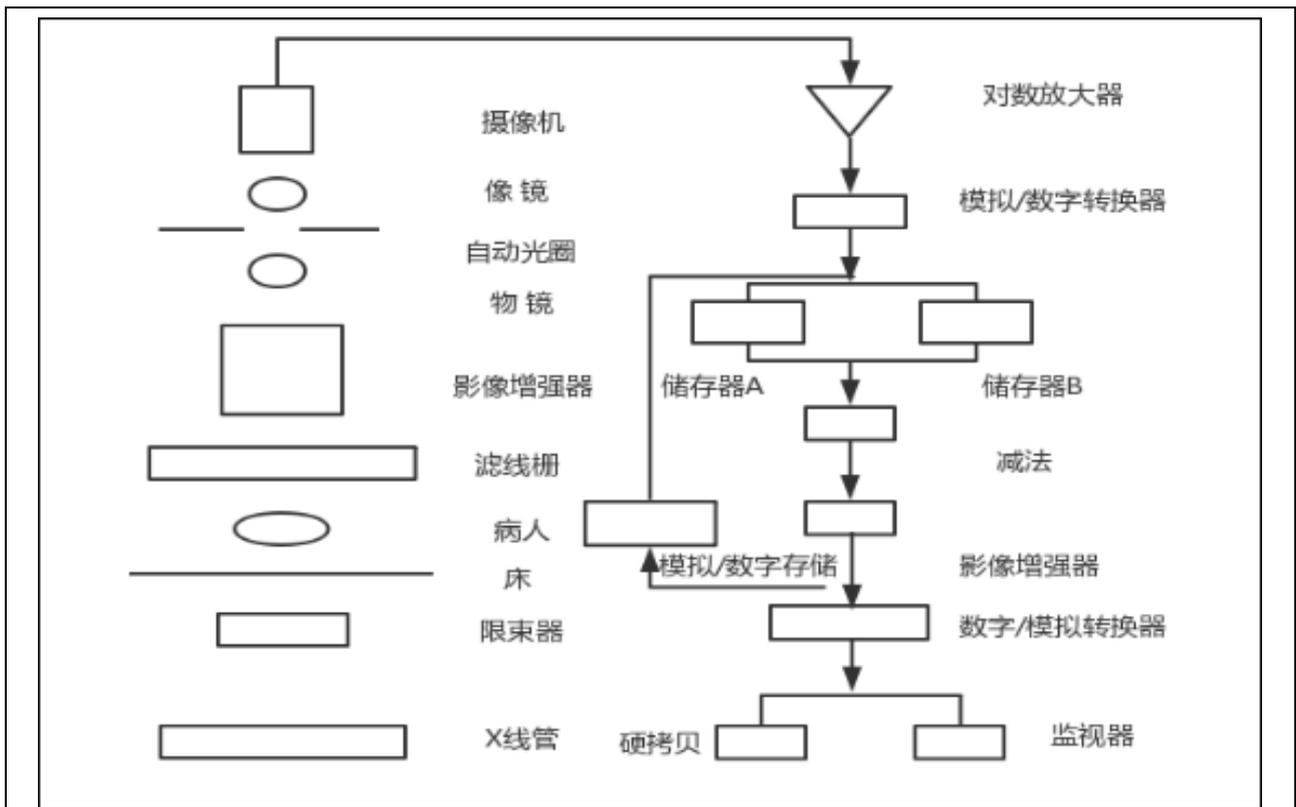


图 9-2 DSA 的设备结构图

9.1.3 DSA 机房人员进入路线及污物转出路线

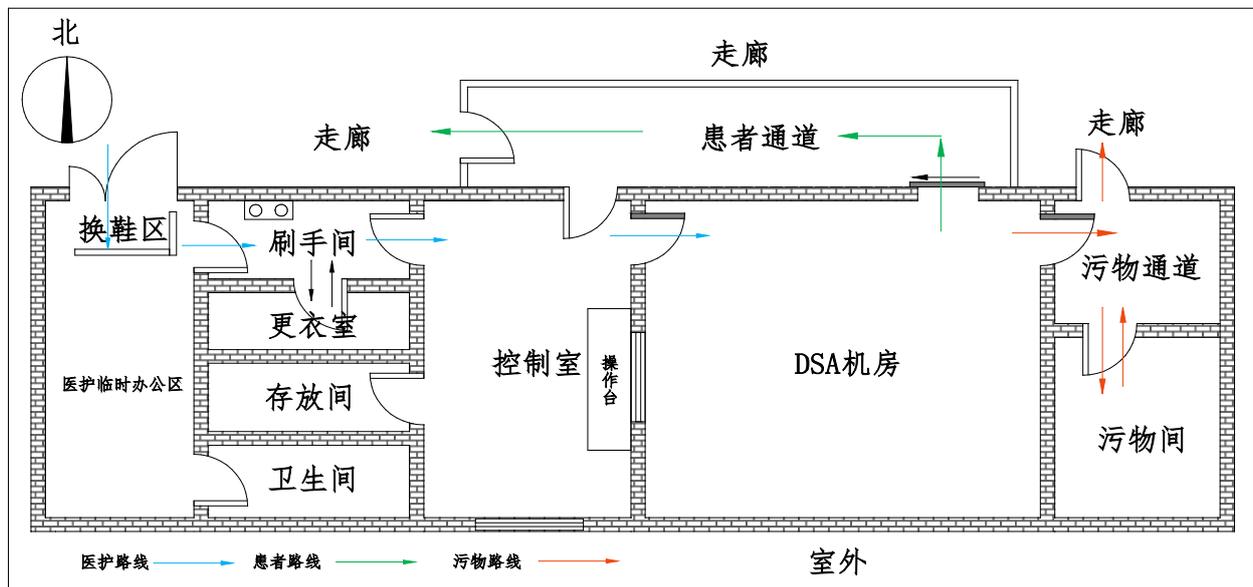


图 9-3 DSA 机房人员进入路线及污物转出路线

9.1.4 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 9-4 所示。

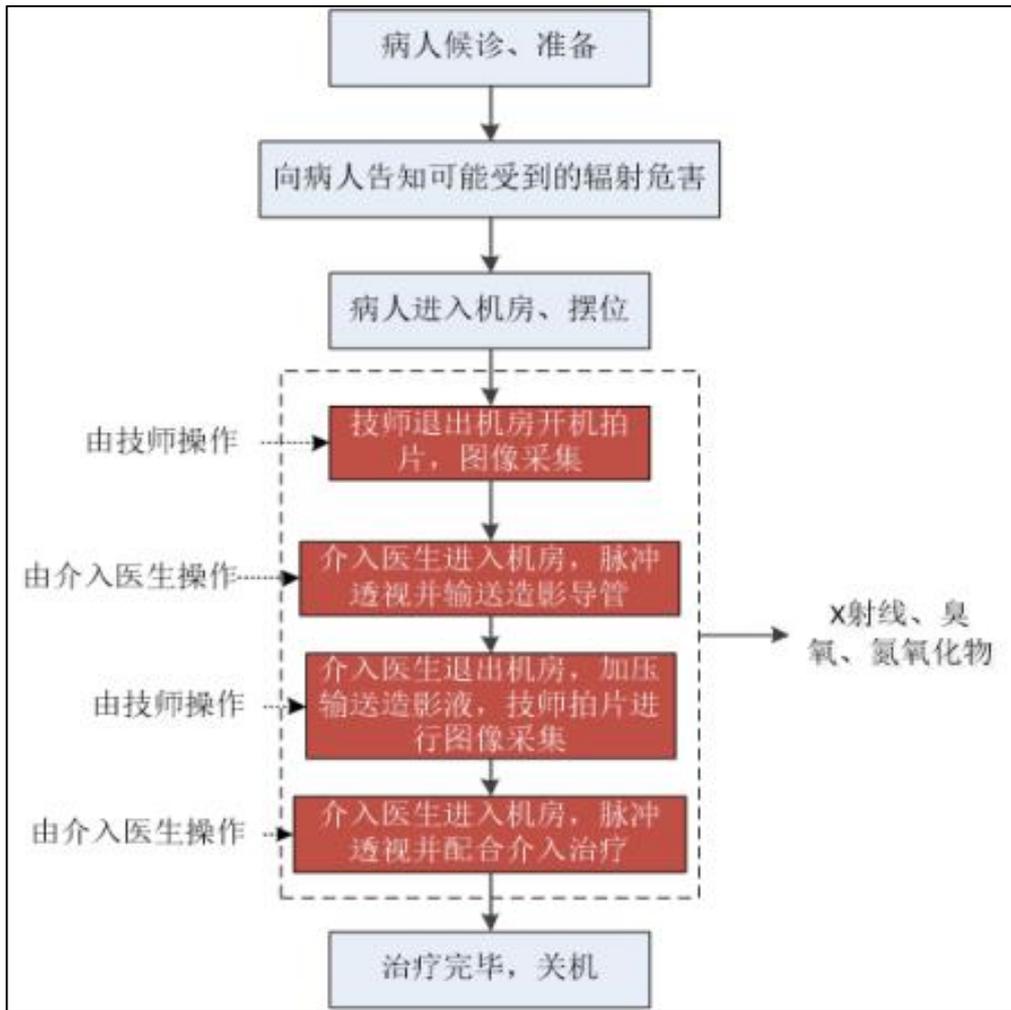


图 9-4 操作流程及产污因子

9.1.5 DSA 运行时的工作频次

DSA 运行时的工作频次如表 9-1 所示。

表 9-1 配备 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	30	160	80
摄影	1	160	2.7

注：1. 本项目新增放射工作人员共 5 人，包括手术医生 3 名，护士 1 名，本项目配备专用技师 1 名。

2. 本项目按同类型设备最大出束时间估算，摄影单次最大出束时间为 1 分钟，一台手术最多曝光 300 次；透视模式下，一台手术最多出束 30 分钟。

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(O_3)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

射线装置运行时，在辐射工作人员规范操作的条件下，辐射工作人员、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、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) 曝光时防护门故障或未关闭，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

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。本项目改建 DSA 机房分区见表 10-1 及图 10-1 所示。

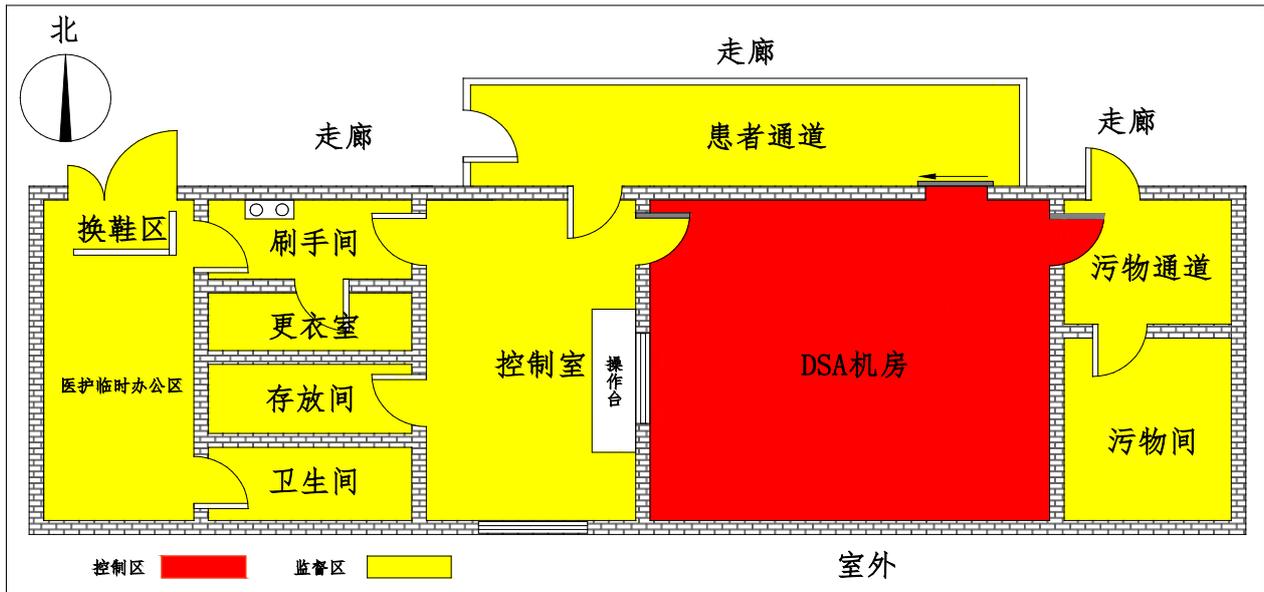


图 10-1 改建 DSA 机房分区示意图

表 10-1 改建 DSA 机房分区情况表

诊疗类型	设备	控制区	监督区
介入放射学	DSA	改建 DSA 机房机房内划为控制区，以墙体为边界	除改建 DSA 机房外的毗邻全部区域，以实体墙、门为边界。

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；

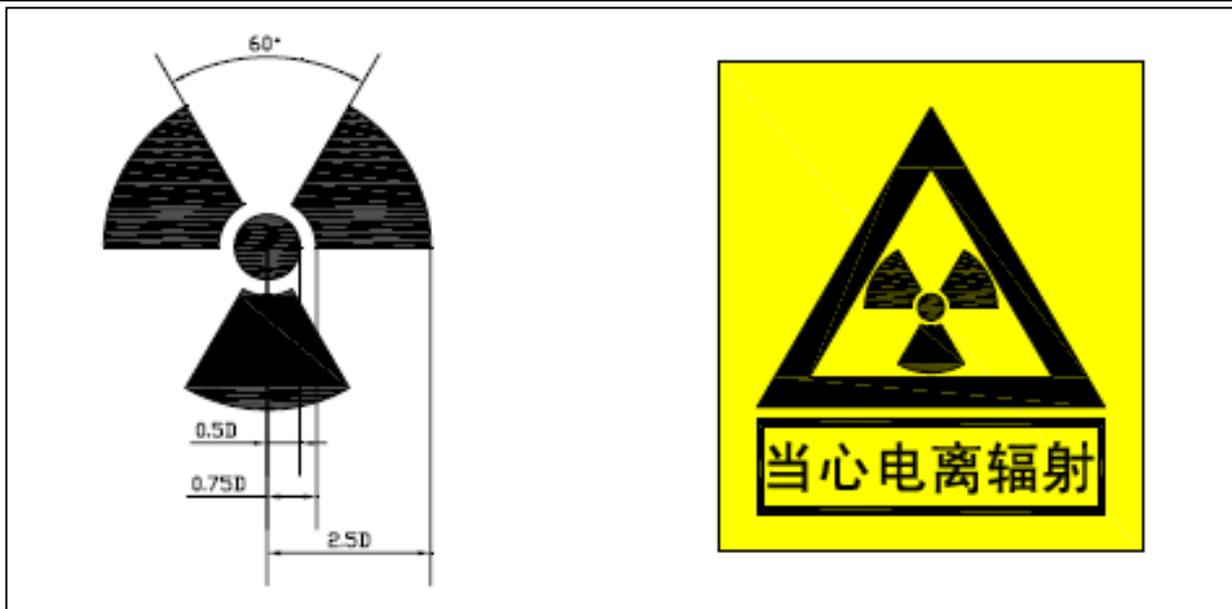


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警示标志

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 改建 DSA 机房辐射防护屏蔽情况

《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 本项目改建 DSA 机房屏蔽一览表

机房名称	屏蔽设施	使用屏蔽材料	屏蔽等级 (mmPb)	标准要求 (mmPb)	评价
DSA 机房	四周墙体	240mm 实心砖+30mm 硫酸钡水泥+1mm 铅板	约 5.6	≥2.0	符合标准
	观察窗 (西墙)	安装 4.0mmPb 铅玻璃	4.0	≥2.0	符合标准
	工作人员门 (西墙)	4.0mmPb 电动推拉不锈钢铅防护门	4.0	≥2.0	符合标准
	污物通道门 (东墙)	4.0mmPb 电动推拉不锈钢铅防护门	4.0	≥2.0	符合标准
	受检者门 (北墙)	4.0mmPb 电动推拉不锈钢铅防护门	4.0	≥2.0	符合标准
	室顶	200mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥+1mm 铅板	约 6.0	≥2.0	符合标准

注：根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中表 C.5 中数据可知，125kV（有用射束）240mm 实心砖约折合铅当量 2.3mmPb，125kV（有用射束）30mm 硫酸钡水泥约折合铅当量 2.3mmPb，125kV（有用射束）1mm 铅板约折合铅当量 1.0mmPb，125kV（有用射束）200mm 混凝土约折合铅当量 2.7mmPb。

10.1.2.2 改建 DSA 机房面积及单边长度

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改建机房面积及单边长度现状情况见表 10-4。

表 10-4 机房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	实测结果		标准要求	计算结果	
DSA 机房	3.5m	5.53m	符合标准	20m ²	36.50m ²	符合标准

①对给定的铅厚度，可根据《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：

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

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，对墙体进行进行核算。

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、本项目为医护人员及患者配备的个人防护用品见表 10-5。

表 10-5 医院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	防辐射裙	0.5	5 件
2	防辐射围领	0.5	5 件
3	防辐射帽	0.5	6 件
4	防护衣	0.5	5 件
5	铅眼镜	0.5	5 副

6		医用性腺防护帘	0.5	5 件
7		防护帽	0.5	5 件
8		铅悬挂防护屏	0.5	1 个
9	辅助防 护设施	铅防护吊帘	0.5	1 个
10		床侧防护帘	0.5	1 个
11	受检者	防辐射围领	0.5	1 件
12		铅眼镜	0.5	2 副

C、本项目应在改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戴。

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

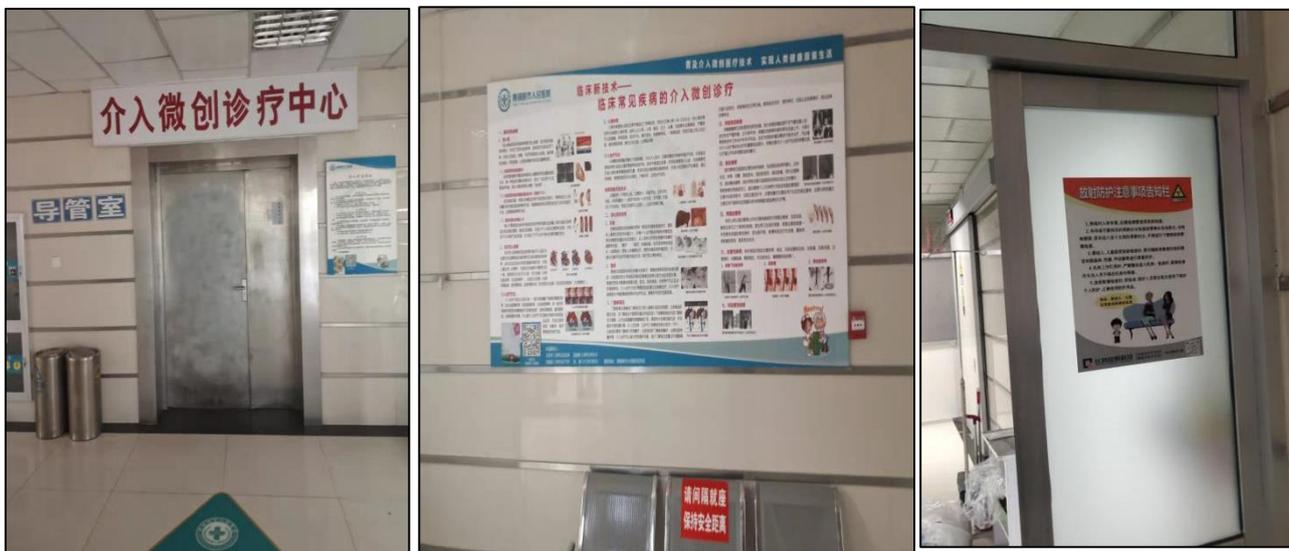
要求本项目辐射工作人员必须在辐射安全与防护培训平台进行学习，通过辐射安全与防护考核，取得相应的培训合格证书，持证上岗。在培训合格证书届满前应及时学习、参加考核，确保持证上岗。

(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。

(5) 患者入口处及医护通道入口处应设置门禁系统，无关人员不得随意出入。

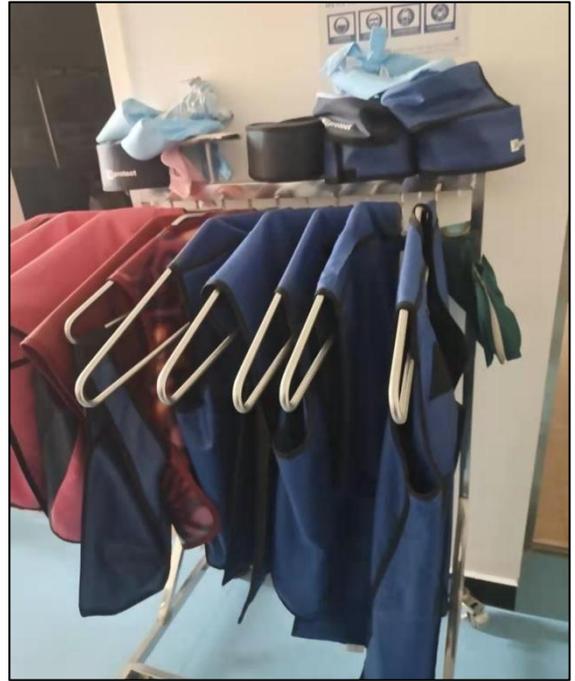
DSA 机房辐射安全措施现场核实情况见下图：



导管室外现场照片



机房门外现场照片



个人防护用品现场照片



辅助防护用品现场照片

10.2 环保措施及其投资估算

本项目总投资 1200 万元，环保投资 65 万元，占总投资的 5.42%，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	项目	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	/	50	
	防护用品	医护人员的个人防护用品	5 套	13	
		患者防护	1 套		
		通风设施	1 套		
			入口处电离辐射警告标志、机器工作状态显示	各 1 套	
	监测设备		便携式辐射监测仪器	1 台	2
			个人剂量计(手术医师及护士每人 2 枚,操作技师每人 1 枚)	9 枚	
合计				65	

10.3 三废治理的设施、方案、预期效果

10.3.1 废气治理措施

本项目改建 DSA 机房在机房内安装新风系统进行通风换气,排风口不直接对着人员流动的区域。机房顶部设置 3 个通风口,通风装置工作正常,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 废水处理措施

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,排入市政管网,进入城市污水处理厂处理。

10.3.3 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,由有资质的医疗废物处理机构定期统一回收处理。

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。

本项目施工地点位于急诊中心一楼东侧，因项目为改建项目，施工内容包括墙体的改建及相应屏蔽防护施工、装修及设备安装等。施工期工艺流程和产物环节如图 11-1。

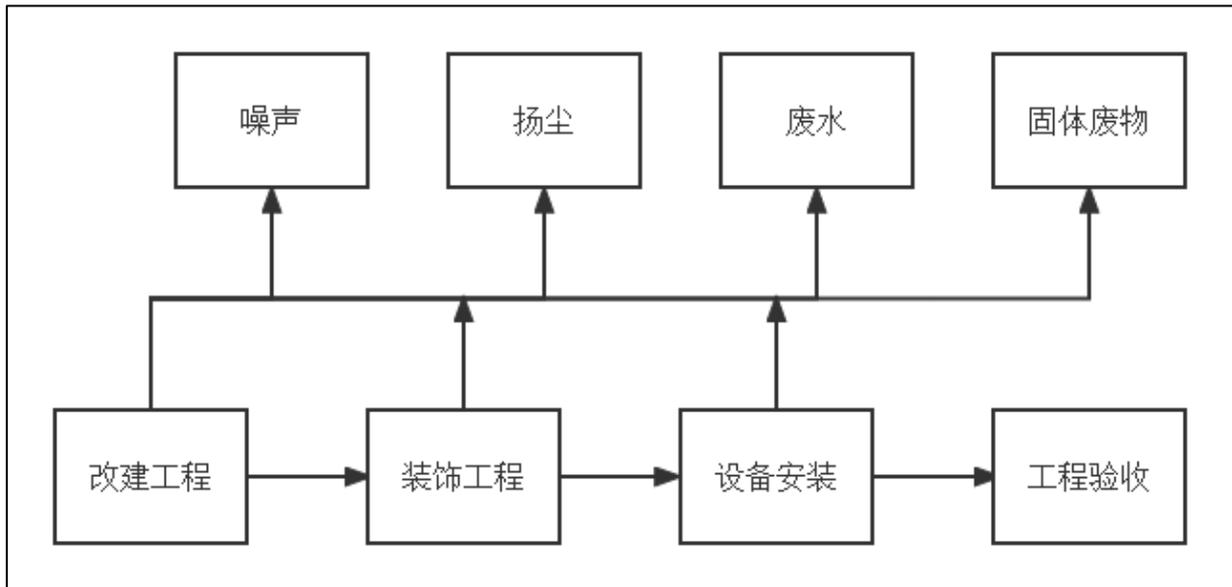


图 11-1 施工期工艺流程及产物环节图

11.1.2 施工流程与产物环节简述

施工过程中可能产生施工噪声、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 机房四面墙体的铅当量约为 5.6mmPb, 屋顶的铅当量约为 6.0mmPb, 地下无建筑，故地板的铅当量为未做计算, 防护门及观察窗的铅当量均为 4.0mmPb, 符合《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，本项目改建 DSA 机房最小单边长度为 5.53m，机房有效使用面积为 36.5 m²，符合标准《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，本项目改建 DSA 机房布局合理、手术室屏蔽效果良好，辐射防护情况可行。

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。本项目配备的 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。本项目保守取 90kV 运行工况的参数进行估算，见表 11-1。

表 11-1 配备的 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	90 kV	10 mA	30 min	160	80h/a
	摄影	90 kV	500 mA	1 min	160	2.7 h/a

注：1. 本项目新增放射工作人员共 5 人，包括手术医生 3 名，护士 1 名，本项目配备专用技师 1 名。

2. 本项目按同类型设备最大出束时间估算，摄影单次最大出束时间为 0.2s，一台手术最多曝光 300 次；透视模式下，一台手术最多出束 30 分钟。

DSA 相关辐射工作人员剂量估算

本项目所涉及 DSA 医用射线装置，配 5 名医护人员，其中手术医师 3 名、护士 1 名，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 30min 进行计算，估计年

开展介入手术约 160 台，年最大出束时间为 80h。每台手术由 2 名医生和 1 名护士配合，医生进行轮岗。在进行手术时护士在需要时才会进入手术室，则故手术医生接受的受照剂量最大。手术医生最大照射时间为 $80 \times 2/3 = 53\text{h}$ ，每位护士最大年照射时间为 80h，控制室内操作人员最大照射时间为 82.7h。

个人年有效剂量当量计算公式如下：

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

式中：

H_{Er} ：外照射人均年有效剂量，单位：mSv；

D_r ：X 射线空气比释动能，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，为保守起见，取值为 1。

本项目设备产品说明书上未提供设备等剂量图，根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）要求非直接荧光屏透视设备透视防护区检测平面上周围剂量当量率应 $\leq 400 \mu\text{Sv/h}$ ，为保守起见，本项目介入医生体部剂量按 $305.36 \mu\text{Sv/h}$ 进行估算。

（1）介入工作人员手部剂量估算

根据对本项目 DSA 手部位置的空气比释动能率的估算，按照年最大受照时间 82.7h 计算，其手部年有效剂量为 $305.36 \times 10^{-3} \times 1 \times 80 = 24.43\text{mSv}$ 。

（2）介入医生及护士年有效剂量估算

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 0.025（按 90kV 计算）。

表 11-2 X 射线辐射衰减的有关拟合参数

管电压	材料	参数		
		α	β	γ
90kV	0.5mm 铅	2.233	7.888	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

根据已上信息可计算工作人员所受职业照射剂量如下：

介入医生及护士最大年有效剂量为 $1 \times 305.36 \times 10^{-3} \times 80 \times 0.025 = 0.61 \text{mSv}$ 。

(3) 控制室技师年有效剂量估算

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，按本次检测结果的 $0.13 \mu\text{Gy/h}$ 进行计算，DSA 控制室操作人员最大年有效剂量为： $1 \times 0.13 \times 10^{-3} \times 82.7 = 0.01 \text{mSv}$ 。

综上，本项目介入医生手部最大年有效剂量估算结果为 24.43mSv ，手术室内介入工作人员手部剂量估算结果低于年剂量约束值 125mSv 的要求。介入医生及护士最大年有效剂量估算结果为 0.61mSv ，低于年剂量约束值 5mSv 的要求。控制室操作人员最大年有效剂量估算结果为 0.01mSv ，低于年剂量约束值 5mSv 的要求。

(4) 公众成员年有效剂量估算

DSA 机房楼上为儿科治疗区域（专家门诊），存在医护人员及病患，居留因子取 $1/8$ 。考虑最不利条件，机房楼上最大周围剂量当量率按照本次检测结果 $0.13 \mu\text{Gy/h}$ ，则其最大年有效剂量为： $1 \times 0.13 \times 10^{-3} \times 82.7 \times 1/8 = 0.001 \text{mSv}$ ，低于本项目公众成员年剂量约束值 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，机房内安装新风系统，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 $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ 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，由有资质的医疗废物处理机构定期统一回收处理。

本项目产生的固体废物经妥善处理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或故障，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连锁装置进行检查，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健康部门。

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，医疗机构应当配备专(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。主要职责为：

(一)组织制定并落实辐射安全防护管理制度；

(二)定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查；

(三)组织本机构辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查；

(四)制定放射事件应急预案并组织演练。

本项目单位辐射防护管理制度未进行及时修订，项目建成后应按以上要求成立“青铜峡市人民医院辐射安全与防护管理领导小组”，并制定相关的规章制度。

12.1.2 辐射工作人员

本项目运行后，本项目辐射工作人员须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。

12.2 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

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，医院应当制定防范和处置辐射事故应急预案；并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；在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

青铜峡市人民医院应根据《放射工作人员职业健康管理办法》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) 监测结果应每个季度向有关部门进行通报，并且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

医院应为项目所在科室配置 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 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	监测条件	监测周期	
				自行监测	委托监测
DSA	X 射线周围剂量当量率	距四面墙体、门、窗 30cm；顶棚上方（康复治疗区域）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

为了加强对射线装置的安全管理，保障公共健康，保护环境，青铜峡市人民医院应成立放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 辐射安全与防护分析结论

(1) 本项目改建 DSA 机房面积、单边长度、采取的屏蔽设施、防护措施和安全设施符合《放射诊断放射防护》(GBZ130-2020)的要求。

(2) 本项目改建 DSA 核技术利用项目位于医院内部,不新增土地。项目 50m 评价范围内无居民区、学校、具有代表性的各种类型的自然生态系统区域,珍稀、濒危的野生动植物自然分布区域,重要的水源涵养区域以及人文遗迹、古树名木等环境敏感目标,虽楼上为儿科治疗区域,但医院对机房顶棚加强了屏蔽防护措施,现场检测结果表明该防护措施可行,故选址基本可行。

13.1.2 环境影响分析结论

本项目配备的 DSA 工作人员的估算年有效剂量均低于本项目工作人员年剂量约束值,周围公众估算年有效剂量低于公众成员年剂量约束值,符合《电离辐射防护与辐射源全基本标准》(GB18871-2002)。

13.1.3 辐射环境质量现状

本项目 DSA 机房工作场所辐射水平检测结果在 0.12~0.13 $\mu\text{Sv/h}$,第一术者位、第二术者位的 X、 γ 辐射剂量率检测结果范围值为 0.85~6.55 $\mu\text{Sv/h}$, DSA 机房工作场所辐射水平检测结果低于《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 6.3.1 c) 条款规定的限值要求,并在天然环境本底范围内。

13.1.4 可行性分析结论

(1) 青铜峡市人民医院改建 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。

(2) 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。

综上所述,青铜峡市人民医院改建 DSA 项目,采取辐射防护安全措施和设施基本可行,在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治建议的前提下,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。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) 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；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；

(2) 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；

(3) 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的自觉性，杜绝辐射事故的发生；

(4) 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；

(5) 医院应购置 1 台 X- γ 辐射剂量率监测仪，定期进行放射工作场所的自主监测；

(6) 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；

(7) 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，应及时向宁夏回族自治区生态环境厅申请重新办理辐射安全许可证。