

表 1 项目基本情况

建设项目名称		DSA 射线装置核技术利用项目				
建设单位		商洛市商州区人民医院				
法人代表	张刚珍	联系人	侯亮	联系电话	0914-2332071	
注册地址		商洛市商州区北新街东段				
项目建设地点		商洛市商州区人民医院后勤楼五楼				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		1050	项目环保投 资(万元)	20	投资比例(环保 投资/总投资)	1.90%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²)	152.4
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<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"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其他	/				
	项目概述					
1、医院概况						
<p>商洛市商州区人民医院创建于 1954 年，是一所综合性二级甲等医院，占地面积 19800 平方米，业务用房 23590 平方米，现开放床位 500 张，在岗职工 506 人，其中高级职称 56 人，中级职称 102 人。全院共开设科室 45 个，其中医院有心血管内科、骨外科 2 个市级重点学科，特色专科 18 个，拥有东软全球首台极速能谱 CT、磁共振成像系统、韩国进口双平板数字化 X 线成像系统(DR)、美国四维彩超、东芝全自动生化分析仪、美国史塞克高清腹腔镜、宫腔镜系统、美国爱尔康超声乳化仪等大型先进设备 100 余台(件)。</p> <p>商洛市商州区人民医院以“舒馨医院、员工幸福、患者满意”为目标，不断改善就医环境，深入推行优质护理，全力提高诊疗技术，与西安交通大学第一附属医院、西京</p>						

医院、徐州医科大学附属医院建立长期技术协作关系，形成上下联动、资源共享，省级专家定期在我院坐诊查房、指导手术，使广大患者不出商州就能享受到省城专家的诊疗服务。

2、核技术应用的目的和项目由来

为提高医院建设水平及医疗技术水平，满足群众的就医检查需求，商洛市商州区人民医院拟开展心血管、心脏介入手术等治疗，拟在医院后勤楼 5F 设置一间 DSA 机房及其辅助用房，DSA 属于II类射线装置。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的相关要求，本项目需进行环境影响评价。依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）中的规定，本项目为“五十五、核与辐射-172、核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，故应编制环境影响报告表。

2021年7月，商洛市商州区人民医院委托西安桐梓环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作（委托书见附件1）。评价单位接受委托后，组织专业人员开展资料收集、现场踏勘、资料整理分析、调研有关法规等工作，结合本项目的具体情况以及辐射危害特征，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》（HJ 10.1-2016）的要求，编制完成了本项目环境影响报告表。

3、建设规模及工程内容

（1）项目概况

本项目拟在医院后勤楼 5F 设置一间 DSA 机房及其辅助用房，新购置 1 台 DSA。项目组成一览表见表 1-1。

表 1-1 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	DSA 机房	DSA 机房有效使用面积 45.22m ² ，设计长 7.6m，宽 5.95m。东、南、北墙采用 80mm 方钢龙骨隔断+3mm 铅板，西墙为 300mm 砖混砌筑+3mm 铅板，顶部采用 150mm 浇筑混凝土+3mm 铅板，地板采用 150mm 浇筑混凝土+50mm 硫酸钡防护砂浆，观察窗采用 4.4mmPb 铅玻璃，受检者门、工作人员门、污物间门、导管室/无菌品库门均采用 4mmPb 防护门。	新建
	设备	拟购置 1 台 DSA（设备型号北京万东 CGO-2100 PLus，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA），属于II类射线装置。	拟购
辅助	控制室	控制室位于 DSA 机房的北侧，尺寸为 3.65m×4.1m。	新建

工程	缓冲间	位于 DSA 机房的北侧，尺寸为 2.7m×2.8m。	新建
	洁净物品库	位于控制室的北侧，尺寸为 4.35m×3.6m。	新建
	更衣间	位于缓冲间的北侧，尺寸为 4.3m×2.7m。	新建
	导管室/无菌物品库	位于 DSA 机房的南侧，尺寸为 4.05m×3.05m。	新建
	污物处置室	位于 DSA 机房的南侧，尺寸为 4.1m×2.75m。	新建
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	依托医院新建给水管网，供工作人员生活用水。	依托
	排水系统	依托医院排水管网。	依托
环保工程	辐射防护	墙体、顶棚、地面采用铅板、实心砖墙、硫酸钡砂浆、混凝土等防护材料，防护门、防护窗采取铅防护，保证机房满足辐射防护要求。	新建
	污水处理	工作人员生活污水依托医院污水处理设施处理达标后排入市政污水管网。	依托
	排风系统	设置新风系统进行通风换气，通风换气次数大于 4 次/h。	新建
	固体废物	工作人员生活垃圾依托医院收集后交由环卫部门统一处理，医疗废物统一委托有资质单位处置。	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 医用射线装置参数一览表

名称	型号	生产厂家	设备参数	类别	安装位置	用途
医用血管造影 X 射线机 (DSA)	北京万东 CGO-2100 PLus	北京万东医疗科技股份有限公司	125kV 1000mA	II类	DSA 机房	介入诊断/辅助治疗

(3) 劳动定员

根据建设单位提供资料，本项目共配备 8 名放射工作人员，其中医师 4 名，操作人员 2 名，护士 2 名，其中 2 名护士由原有非放射人员调配，其余均为原有放射工作人员。DSA 配备人员基本情况见表 1-3。

表 1-3 DSA 配备人员基本情况表

姓名	职位	培训证书编号	原有放射工作个人剂量 (2020.7.1~2021.6.30)	备注
程博	医生	2021023	0.13mSv	原有
杨帆		2021024	<MDL	原有
张斌超		2021022	0.04mSv	原有
寇宏斌		2021012	0.13mSv	原有
党亚蒙	技师	2021003	0.29mSv	原有

于芳民		陕 31801123G	<MDL	原有
高娟	护士	2021029	/	新增
杨艳婷		2021030	/	新增

备注：除于芳民外，其余 6 人为医院自主培训考核。根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号）：仅从事Ⅲ类射线装置销售、使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。本次 DSA 项目为Ⅱ类射线装置，故本项目运营前人员均需要参加生态环境部核与辐射安全中心发布的集中考核，考核合格后方可上岗。

高娟、杨艳婷原为非辐射工作人员，故之前未进行个人剂量监测，寇宏斌、程博、杨帆、张斌超为 2021 年 7 月新增的辐射工作人员，仅有 2021 年第三季度计量数据。

(4) 工作负荷情况

项目投入使用后，预计设备每年进行手术 380 台，每台手术开机照射时间包括透视 20min、摄影 1min，则本项目射线装置的预计年开机工作时间为透视 126.67h、摄影 6.33h。
工作量：根据医院提供的资料，DSA 工作负荷见表 1-4。

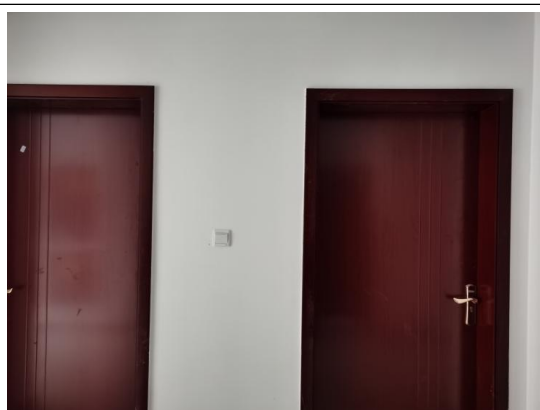
表 1-4 工作负荷情况

位置	工作人员及数量	年开展工作量(台)	平均每台手术曝光时间 (min)	年透视曝光时间 (h)
DSA 机房	7 人	380 台	20min (透视)+1min (摄影)	133h

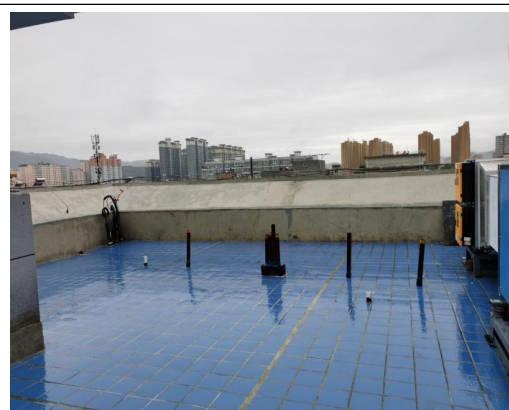
4、项目地理位置、周边环境概况

商洛市商州区人民医院位于商洛市商州区北新街东段，医院北侧为北新街，西侧为东关住宅小区，南侧为沿街商铺，东侧为东关社区。

本项目 DSA 机房位于后勤楼五楼，后勤楼东侧为院内道路，南侧为高压室及院内道路，北侧为院内小道，小道北侧为住院楼，西侧为医院西围墙。DSA 机房西侧临空，东侧为走廊，南侧为导管室/无菌品库及污物处置室，北侧为控制室和缓冲间，上方为楼顶，下方为医生休息室。医院、后勤楼周边环境现场照片见图 1-1。本项目地理位置图见附图 1，医院四邻关系图见附图 2，医院总平面图见附图 3，DSA 机房平面图为附图 4。



DSA 机房下方休息室



DSA 机房上方楼顶



后勤楼南侧高压室



后勤楼北侧



后勤楼西侧



后勤楼东侧院内道路



医院东侧居民楼



医院西侧东关住宅小区



医院南侧临街商铺



医院北侧北新街

5、核技术利用现状

(1) 原有射线装置情况

2010年8月9日,商洛市商州区人民医院取得了原商洛市环境保护局关于对商州区人民医院核技术应用项目环评登记表批复,批复内容为3台Ⅲ类射线装置,批复文号为商政环函[2010]160号,见附件2。

2021年9月29日,商州区人民医院拟开展新增医用射线装置应用项目,该项目环境影响登记表已经完成备案,备案号:202161100200000086,建设内容为4台Ⅲ类射线装置,见附件3。

商洛市商州区人民医院辐射安全许可证为陕环辐证[90017],有效期2021年10月26日至2026年10月25日,见附件4;许可种类和范围为:使用Ⅲ类射线装置,辐射安全许可证上共7台Ⅲ类射线装置,商洛市商州区人民医院现有射线装置情况见表1-5。

表 1-5 医院现有的射线装置情况一览表

序号	射线装置名称	类别	数量	活动种类
1	口腔牙片机	Ⅲ类	1台	使用
2	口腔CT	Ⅲ类	1台	使用
3	X射线机	Ⅲ类	1台	使用
4	DR机	Ⅲ类	1台	使用
5	C型臂X射线机	Ⅲ类	1台	使用
6	CT机	Ⅲ类	2台	使用

(2) 辐射安全与管理现状

①管理制度

商州区人民医院已成立了放射防护管理工作小组,明确机构成员组成、相关工作职责,安排有专人负责医院的辐射安全管理工作。医院辐射工作管理逐步规范,制定了较为完善的规章制度。医院已制定的制度主要有:《放射防护管理制度》、《放射诊疗操作规程》、《放射科医疗设备维护、检修及定期检测制度》、《X射线设备管理制度》、《放射工作人员个人剂量监测管理制度》、《档案管理制度》、《放射科工作人员职业健康检查制度》、《防护用品使用管理制度》、《放射工作人员放射防护培训制度》、《受检者辐射危害告知制度》、《放射科影像诊断质量保证方案》、《放射防护及设备质量检测制度》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《放射不良事

件处理应急预案》等一系列规章制度，用于医院各类射线装置的辐射安全管理。

②辐射工作人员

医院现有放射工作人员共 27 人（其中 2020 年 14 人，2021 年新增 13 人），现有人员仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作，根据《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），医院可对仅从事使用Ⅲ类射线装置的辐射工作人员进行自主培训和考核，商州区人民医院于 2021 年 10 月 19 日~2021 年 10 月 20 日对其现有从事使用Ⅲ类射线装置的辐射工作人员进行了辐射防护与安全培训和考核，27 人均考核合格，现有放射工作人员辐射安全培训证书见附件 5。

根据商州区人民医院 2020 年职业健康检查总结报告及复检结果，体检人员中从事辐射工作人员 14 名，职业健康检查结果均可继续从事原放射性工作。2021 年新增的 13 人与本项目拟新增的放射工作人员职业健康列入 2021 年职业健康体检计划中，预计 2021 年 11 月进行。

辐射工作人员上岗后应定期对其进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查；离岗前应当对其进行离岗前的职业健康检查。职业健康档案终生保存，档案应包括：1）职业史、既往病史和职业照射接触史；2）历次职业健康检查结果及评价处理意见；3）职业性放射性疾病诊疗、医学随访观察等健康资料。

现有辐射工作人员工作期间佩戴个人剂量计，接受剂量监测，建立了个人剂量健康档案并存档。各辐射设备运行良好，无辐射安全事故发生。根据西安查德威克辐射技术有限公司提供的职业性外照射个人剂量检测报告（见附件 6），检测周期为 2020 年 7 月 1 日~2021 年 6 月 30 日，医院所有相关辐射工作人员的连续一年的累积剂量为 MDL~2.82mSv，均满足不大于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的剂量限值要求。

③现有辐射工作场所

商洛市商州区人民医院委托西安查德威克辐射技术有限公司对医院在用的 7 台Ⅲ类射线装置工作场所进行了放射防护检测，检测报告见附件 7，检测结果表明：各机房工作人员操作位、观察窗、机房防护门、四周墙体及机房楼上楼下周围剂量当量率在 0.12~1.25 μ Sv/h 范围内，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 5.4 条“周围剂量当量率控制目标应不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

由检测结果可知，商洛市商州区人民医院现有在用 7 台Ⅲ类射线装置 2021 年工作

场所防护检测结果均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

6、项目实践正当性分析

商洛市商州区人民医院 DSA 射线装置核技术利用项目对提高心血管治疗水平具有重大意义，在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益，具有明显的社会效益，因此商洛市商州区人民医院 DSA 射线装置核技术利用项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的要求。

7、产业政策符合性

本项目主要使用 DSA 从事介入手术工作，根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本）鼓励类中“十三 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”，本项目属于上述“数字化医学影像设备的应用”，属于鼓励类。综上，本项目 DSA 的使用符合国家的产业政策。

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

(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 (DSA)	II 类	1	北京万东 CGO-2100 PLus	125	1000	介入诊断/辅助治疗	介入手术室	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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)	最大管电流 (mA)	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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气体	/	/	少量	少量	/	/	通过排风系统排入外环境
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》（2015 年 1 月 1 日）； 2、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）； 3、《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 01 日）； 4、《建设项目环境保护管理条例》（国务院 682 号令，2017 年 10 月 1 日）； 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）； 6、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部 18 号令，2011 年 5 月 1 日）； 7、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日实行，国务院令 709 号修订，2019 年 3 月 2 日起实施）； 8、《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日）； 9、《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》（环保部令第 7 号，2019 年 8 月 22 日）； 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，2006 年 9 月 26 日）； 11、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部 2019 年第 57 号公告，2019 年 12 月 23 日）； 12、《陕西省放射性污染防治条例（2019 年修正）》（2019 年 7 月 31 日）； 13、《关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29 号文，2018 年 6 月 6 日）。
<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、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； 3、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； 4、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。
<p>其他</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、商洛市商州区人民医院委托开展环境影响评价的委托书； 2、其他与项目有关的资料。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目新增使用II类射线装置，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）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，结合本项目实际选址，确定该项目评价范围为 DSA 机房屏蔽墙体外 50m 区域，DSA 机房屏蔽墙体外 50m 区域环境影响评价范围图见附图 5。

保护目标

本项目保护目标分为职业照射人群及公众人群，职业照射人群为射线装置操作的医护人员，公众人群为射线装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围内其他工作人员及公众。详见表 7-1。

表 7-1 环境保护对象与保护目标一览表

射线装置	序号	保护对象		相对方位	与 DSA 机房的最近距离 (m)	规模	保护内容	控制目标
DSA 介入手术室	1	职业照射人群	DSA 手术人员	介入室	机房内	5 人	年有效剂量	不大于 5mSv
	2		控制室操作人员	北侧	相邻	2 人		
	3	公众人群	污物处置室	南侧	相邻	流动人员	年有效剂量	不大于 0.1mSv
	4		导管室/无菌品库	南侧	相邻	流动人员		
	5		洁净物品库	北侧	4.2m	流动人员		
	6		走廊	东侧	相邻	流动人员		
	7		CCU 手术室	东侧	2.1m	其他工作人员 10 人及流动人员		
	8		电梯间/楼梯通道	北侧	8m	流动人员		
	9		楼顶	上方	相邻	5 人		
	10		医生休息室	下方	相邻	5 人		
	11		东关住宅小区	西侧	3m	约 300 人		
	12		院内道路	东侧	5m	流动人员		
	13		住院楼	北侧	16m	流动人员		

评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

1、标准相关内容

标准附录 B 剂量限值和表面污染控制水平

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限制：

a) 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；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受的平均剂量估算值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。

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

2、标准要求年剂量约束值及控制水平

综合考虑医院核技术利用项目的现状，并着眼于长期发展，为其他辐射设施和实践活动留有余地，本次评估分别对职业照射和公众照射的年受照剂量约束值分别进行了设定：

(1) 取职业照射年有效剂量限值的 1/4，作为放射性工作人员的年受照剂量约束值，即 5mSv/a；

(2) 取 0.1mSv/a 作为周围公众的年受照剂量约束值。

二、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

5.8 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

5.8.1 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。

5.8.2 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。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

5.8.4 介入操作中,设备控制台和机房内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。

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

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。

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。

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;每台牙椅独立设置诊室的,诊室内可设置固定的口内牙片机,供该设备使用,诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外,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 的规定。

表 7-2 X 射线设备介入手术室(照射室)使用面积及单边长度

设备类型	介入手术室内最小有效使用面积 m ²	介入手术室内最小单边长度 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介入手术室内。

^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。

^c 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5mA 的 X 射线机。

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备(不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备)机房的屏蔽防护应不低于表 7-3 的规定。

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4~表 C.7。

表 7-3 不同类型 X 射线设备介入手术室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
标称 125kV 以上的摄影机房	3.0	2.0
标称 125kV 及以下的摄影机房	2.0	1.0
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0
.....

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 7-3 的要求。

6.2.4 距 X 射线设备表面 100cm 处的周围剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 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。

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

6.4 X 射线设备工作场所防护

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。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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。

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。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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。

6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 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。

6.5.3 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。

6.5.4 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。

6.5.5 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 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		患者和受检者	
	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	—

注：“—”表示不要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理位置

商洛市商州区人民医院位于商洛市商州区北新街东段，DSA 机房位于医院后勤楼五楼，项目地理位置图见附图 1。

2、环境质量与辐射现状

为掌握拟建项目所在地辐射环境质量现状，2021 年 10 月 11 日，西安桐梓环保科技有限公司对商洛市商州区人民医院 DSA 机房拟建地及周边环境进行了空气吸收剂量率监测，监测报告见附件 8，监测内容如下：

- (1) 监测项目：空气吸收剂量率；
- (2) 监测仪器：监测仪器基本信息见表 8-1。

表 8-1 仪器设备基本信息

序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	测量范围	检定证书编号	有效日期
1	X、γ射线检测仪	BG952 1P	XATZ-YQ-002	0.01μGy/h~30mGy/h	2021H21-20-320 4715001	2021 年 04 月 19 日~2022 年 04 月 18 日

(3) 监测质量保证

- ①监测分析方法采用《辐射环境监测技术规范》（HJ61—2021）进行监测，监测人员持证上岗；
- ②所用监测仪器全部经过计量部门鉴定，并在有效期内；
- ③监测结果经三级审核，保证监测数据的准确。
- (4) 监测结果：监测结果见表 8-2。

表 8-2 项目地空气吸收剂量率监测结果

序号	工作场所及设备名称	监测点位描述	空气吸收剂量率（μ Gy/h）	备注
1	/	DSA 机房巡测	0.112~0.129	室内
2		医院后勤楼东侧空地巡测	0.101~0.116	室外
3		医院门诊大厅北侧空地巡测	0.100~0.115	室外

备注：监测结果未扣除宇宙射线。

结果表明，本项目拟建地室外空气吸收剂量率监测值为 0.100~0.116 μ Gy/h，室内吸收剂量率监测值为 0.112~0.129 μ Gy/h。根据《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》

(1994年7月)表5中“商洛市道路 γ 辐射剂量率范围为32~156nGy/h,室内 γ 辐射剂量率范围为75~169nGy/h。

监测结果表明,医院DSA机房拟建地及周边环境空气吸收剂量率监测值与商洛市天然贯穿辐射所致空气吸收剂量率处于同一水平范围内,未见异常。

表9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、设备组成

DSA (Digital Substraction Angiography, 数字减影血管造影系统), DSA 主要由 X 射线发射系统、影像检测和显示系统、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。医用血管造影 (DSA) 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法, 是 70 年代以来用于临床的一种崭新的 X 射线检查技术, 是应用计算机程序两次成像完成的。常见血管造影机外观见图 9-1, 本项目 DSA 机房拟采用北京万东医疗科技股份有限公司的 CGO-2100 PLus 型医用血管造影 X 射线机, 根据产品说明书, 主要组成部分为: 高压发生器、X 射线组件、限束器、平板探测器、患者支撑装置、机架系统 (C 形臂)、显示器、控制模块等。

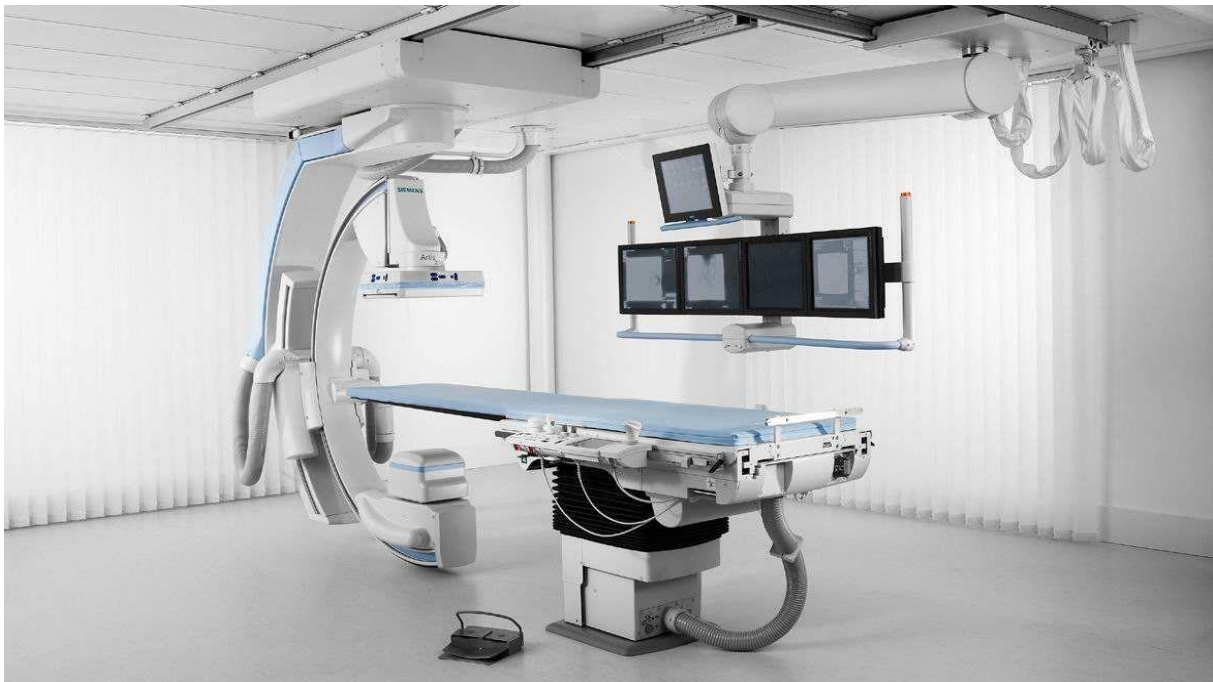


图 9-1 数字减影血管造影机外观图

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。节省胶片使造影价格低于常规造影。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，在进行介入手术时更为安全。DSA工作示意图见图9-2。

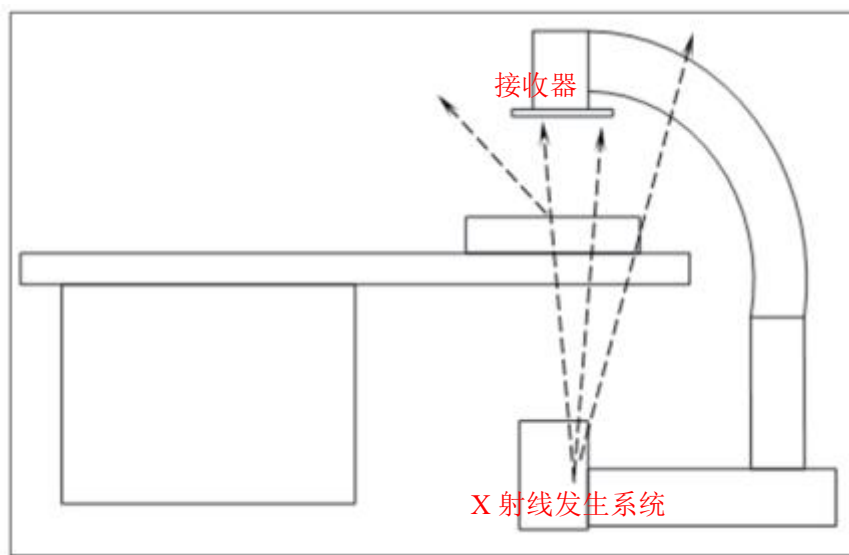


图9-2 DSA工作示意图

3、操作流程

数字减影血管造影设备在进行曝光时分为 DSA 诊断和介入治疗两种情况。

(1) DSA 检查

DSA 诊断采用隔室操作方式，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、操作人员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) 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，对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 0.3~0.6m 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。

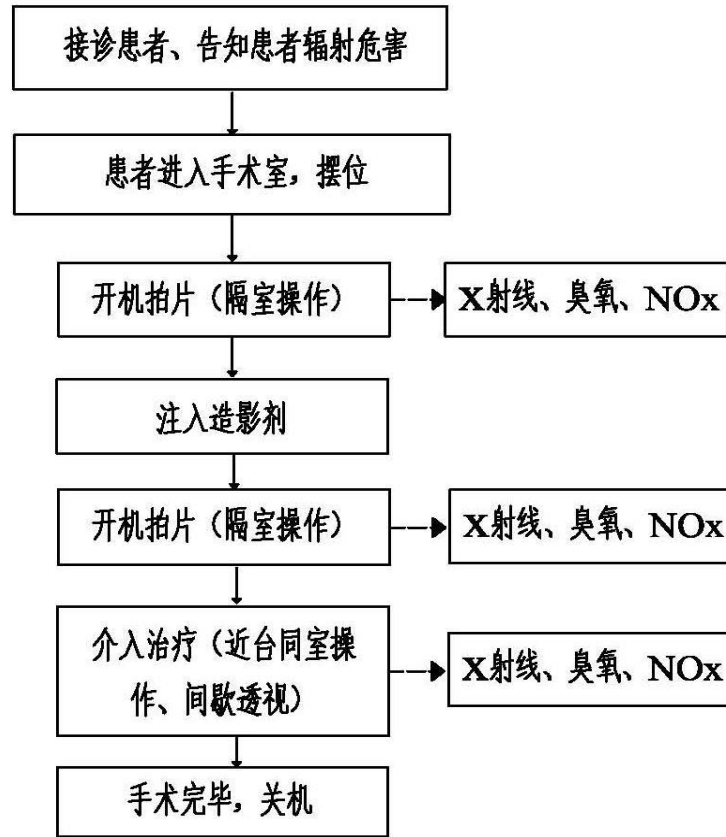


图9-3 DSA介入治疗流程及产污环节示意图

污染源项描述

1、正常工况下污染途径

本项目医用血管造影 X 射线机开机时发出 X 射线，X 射线贯穿机房的屏蔽墙进入外环境，对操作间职业人员及机房周围公众人员产生外照射影响；在介入手术过程中，对机房内操作的医护人员造成较高剂量的外照射。

此外，X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，本项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少，本项目 DSA 机房设置通风换气装置，换气次数大于 4 次/h，可满足机房通风换气要求。

2、事故工况下污染途径

本项目射线装置属于 II 类射线装置，运行过程中可能发生的辐射安全事故如下：

①射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽将照射参数设置错误，使受检者或职业人员受到超剂量照射。

②无关人员在防护门关闭后未撤离机房，射线装置开始运行，对无关人员造成额外误照射。

③安全警示装置发生故障，人员误入正在运行的机房造成额外误照射。

④设备维修期间，维修人员在检修设备时，误开机出束，造成额外误照射。

⑤医护人员未穿戴防护用品进入机房，或未配置合格的防护用品，使得医护人员受到较高剂量的附加照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。本次环评中根据国际放射防护委员会第 103 号出版物对控制区和监督区的定义：

控制区：把需要或可能需要专门防护手段或安全措施的限定区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防或限制潜在照射或潜在照射的范围。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的指示。

监督区：未被确定为控制区、通常不需采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

根据 GB18871-2002 和表 11-2、表 11-3 和表 11-4，本项目 DSA 介入手术室防护体四周关注点瞬时剂量率预测值均已到达本底水平，本项目将 DSA 介入手术室划为控制区，DSA 介入手术室东侧相邻区域（走廊）、南侧相邻区域（导管室/无菌品库、污物处置室）、北侧相邻区域（控制室、缓冲间）、楼下（医生休息室）、楼上（楼顶）划分为监督区，张贴警告标志，本项目分区图见图 10-1、图 10-2。

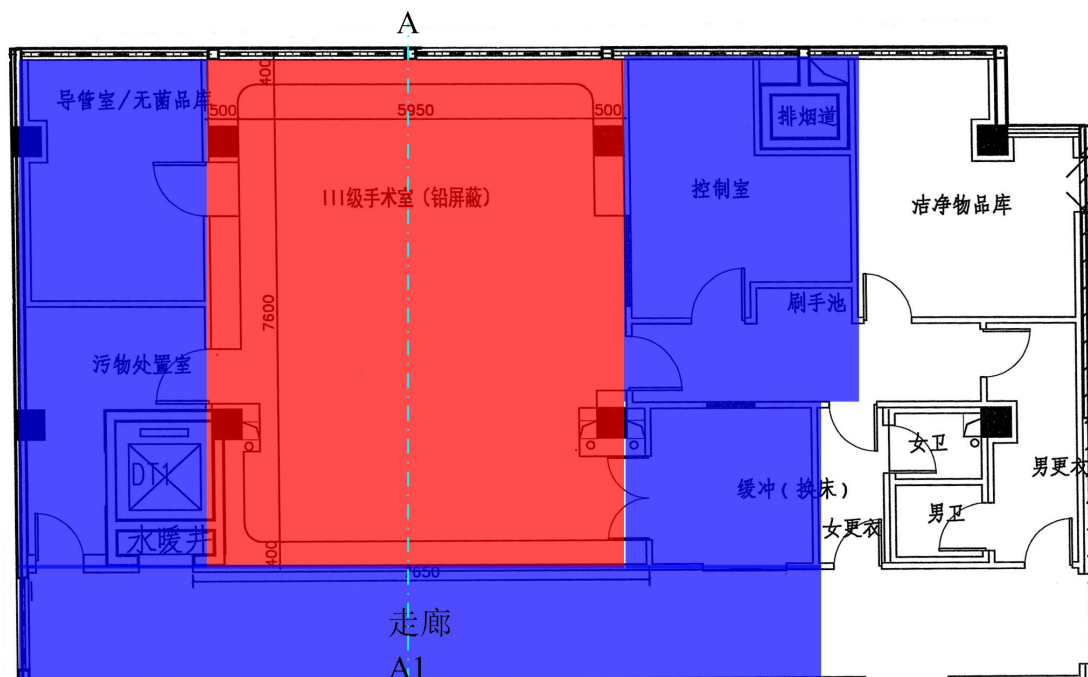


图 10-1 项目分区图（平面）

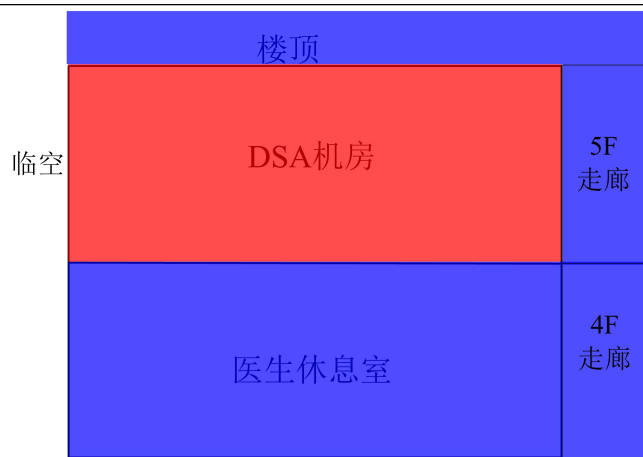


图 10-2 项目分区图（立面 A-A1）

DSA 机房医护、患者、污物路线：

放射工作人员在更衣室换鞋更衣后，经洁净通道进入 DSA 机房，完成工作原路返回；患者从缓冲间送入机房，完成造影或介入治疗，术后苏醒原路返回；造影或介入治疗产生的污物经污物处置室打包处理后，送至医院医废处集中处理。医护、患者、污物路线见图 10-3。

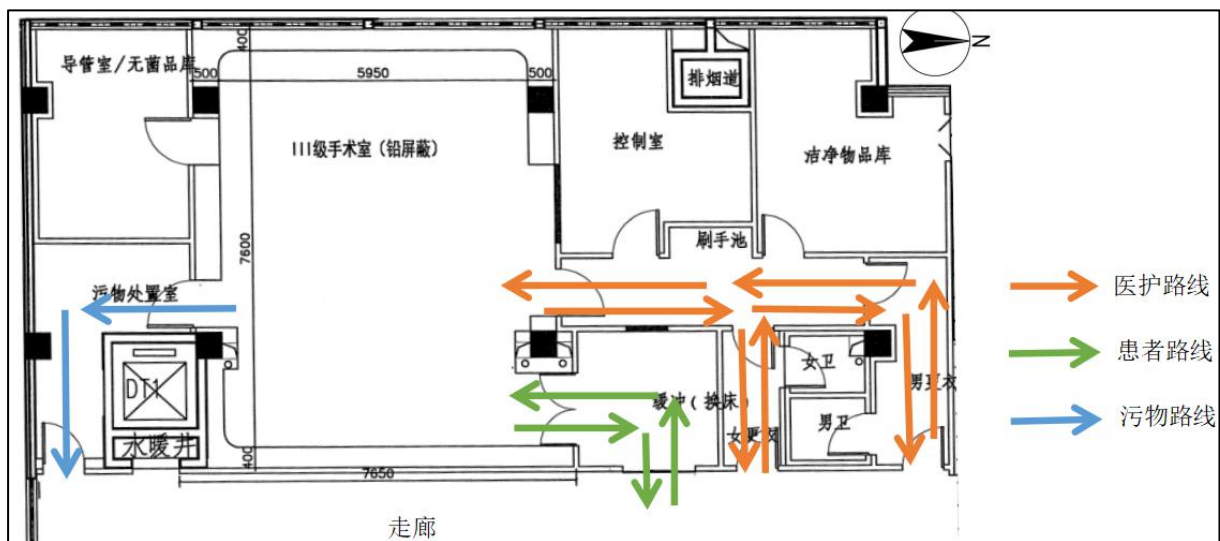


图 10-3 医护、患者、污物路线图

2、辐射防护屏蔽设计

本项目新增医用血管造影 X 射线机（DSA）最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。

依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 的计算公式折算等效厚度。

①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 拟合值按下式计算屏蔽透射因子 B：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) \cdot e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}}$$

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依据 NCRP 147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 α 、 β 、 γ 拟合值和①中的 B 值，使用下式计算出各屏蔽物质的铅当量厚度 X 。

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right)$$

式中：

X ——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B ——给定铅厚度的屏蔽透射因子。

根据《辐射防护导论》（方杰、李士骏）P88，实心砖和混凝土的相当厚度可用密度进行换算，即 $d_1 \times \rho_1 = d_2 \times \rho_2$ 。

根据上式计算，本项目 DSA 机房屏蔽等效铅当量厚度折算见下表：

表 10-1 本项目 DSA 机房屏蔽体等效铅当量厚度计算表

不同材料 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数						
材料	拟合参数（125kV，散射）					
	α	β	γ			
混凝土	0.0351	0.066	0.7832			
铅	2.233	7.888	0.7295			
屏蔽体材料	屏蔽体材料厚度（mm）	屏蔽体材料密度（g/m ³ ）	折算混凝土厚度（mm）	混凝土密度（g/m ³ ）	屏蔽透射因子	等效铅厚度 X（mm）
实心砖墙	300	1.65	210.6	2.35	0.00016	2.99

混凝土	150	2.35	150	2.35	0.00136	2.05
硫酸钡防护砂浆	50	2.7	57.5	2.35	0.04139	0.68

DSA 机房各面采取实体屏蔽，屏蔽状况见表 10-2，DSA 机房屏蔽防护图见图 10-4。

表 10-2 本项目 DSA 机房屏蔽参数一览表

屏蔽防护体	屏蔽防护建设厚度	折算过程	总铅当量	标准要求	评价
东、南、北墙	3mm 铅板	/	3mmPb	2.0mmPb	符合
西墙	300mm 砖混+3mm 铅板	300mm 实心砖墙等效于 2.99mmPb	2.99+3=5.99mmPb	2.0mmPb	符合
顶部	150mm 浇筑混凝土+3mm 铅板	150mm 浇筑混凝土等效 2.05mmPb	2.05+3=5.05mmPb	2.0mmPb	符合
地板	150mm 浇筑混凝土+50mm 硫酸钡防护砂浆	150mm 浇筑混凝土等效 2.05mmPb, 50mm 硫酸钡防护砂浆等效于 0.68mmPb	2.05+0.68=2.73mmPb	2.73mmPb	符合
受检者门	4mmPb 铅门	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	符合
工作人员门	4mmPb 铅门	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	符合
观察窗	4.4mmPb 铅玻璃	4.4mmPb	4.4mmPb	2.0mmPb	符合

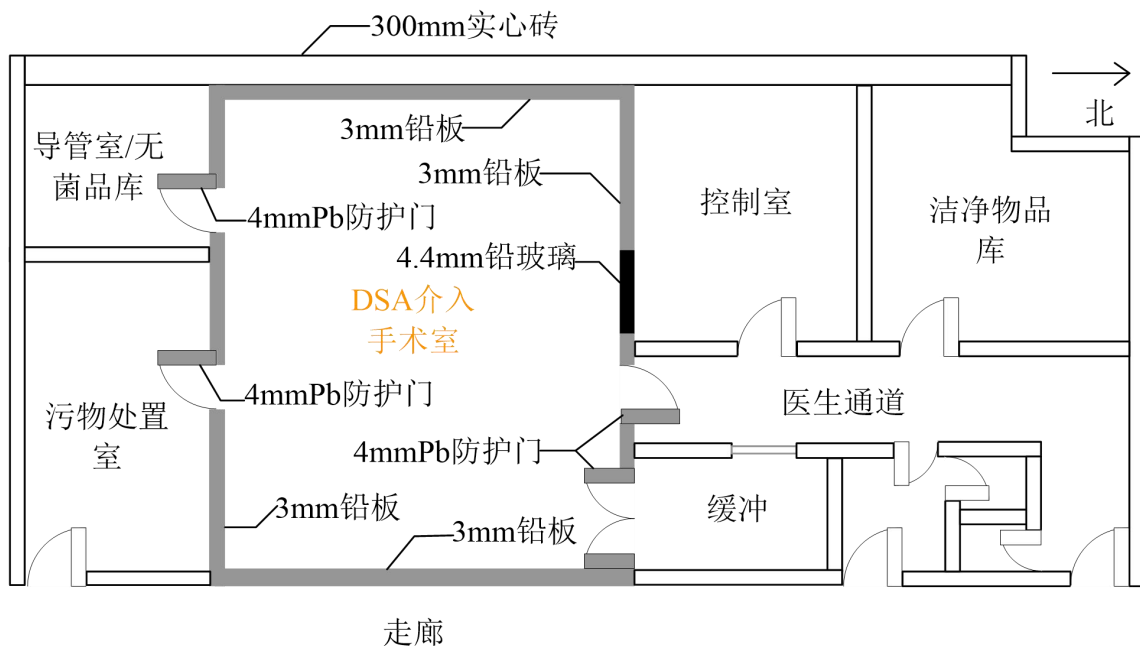


图 10-4 DSA 机房屏蔽防护图

由表 10-2 可知，本项目 DSA 介入手术室采取的辐射防护措施可以满足《放射诊断

放射防护要求》(GBZ130-2020)中“C形臂X射线设备机房有用线束、非有用线束屏蔽防护铅当量厚度2mmPb”的防护要求。

3、其他防护措施

(1) 诊断床及控制台设置紧急停止按钮;控制室操作台前安装铅玻璃观察窗,便于医生观察患者和受检者状态;控制台设置对讲装置;诊断床及控制台电源钥匙由专人保管,设置出束声音报警。控制室应张贴 DSA 介入手术室应急预案等规章制度。

(2) 介入手术室内布局要合理,应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置;不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

(3) 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,电动推拉门应设置防夹装置,工作状态指示灯能与机房门有效关联。

(4) 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。

(5) 门灯联动装置:介入手术室患者进出防护门、医护人员进出防护门外的醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯,指示灯与患者进入防护门应有效联动,限制无关人员进入。介入手术室周边走廊张贴电离辐射危害告知等提示信息,本项目拟设置的警示灯、警示标志样例如图 10-5 所示。



图 10-5 警示设施样例图

(6) 机房采取实体屏蔽，保证人员全居留场所、机房屏蔽体外表面 30cm 处周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(7) 介入手术室应设置机械通风装置，并保持良好的通风。

(8) 机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置。电缆、管道等穿过机房墙面的孔道应避开有用线束及人员经常驻留的区域，并采用弧状孔、弯路或地沟形式。本项目 DSA 介入手术室机房电缆管道等穿过机房墙面的孔道采用 U 型管形式，示意图如下。

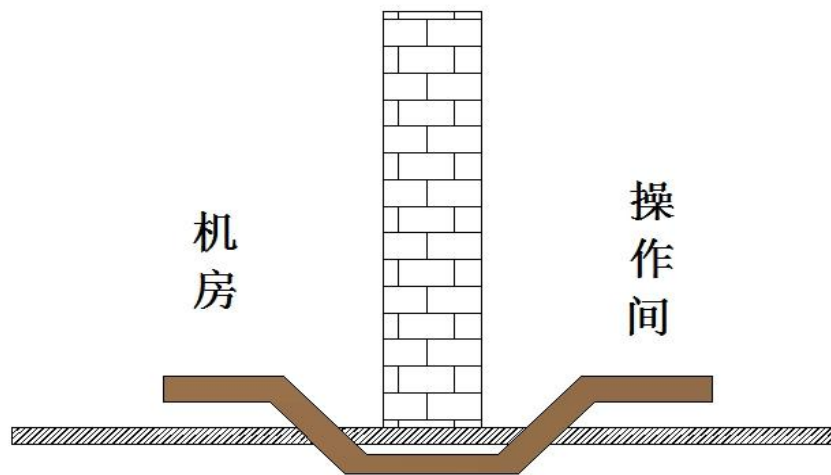


图 10-6 电缆穿墙示意图 (U 型管)

(9) 患者和受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪护人员不应滞留在机房内。

(10) 辐射工作人员应熟练掌握业务技术，自主学习放射防护和有关法律知识，考取合格证书，持证上岗。

(11) 根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 第 6.5 条规定，建设单位应为受检者和陪检者配备足够的防护用品，DSA 介入手术室内配备铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏、移动铅防护屏风(选配)等防护用品，本项目介入手术室防护用品配备如表 10-3 所示。

表 10-3 本项目介入手术室防护用品配备一览表

使用对象	防护用品名称	铅当量	数量
工作人员	铅橡胶围裙	$\geq 0.5\text{mmPb}$	3 件
	铅橡胶颈套		3 件
	介入防护手套	$\geq 0.025\text{mmPb}$	3 双
	铅防护眼镜	$\geq 0.25\text{mmPb}$	3 副

		铅橡胶帽子（选配）		3 件
受检者	成人	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	$\geq 0.5\text{mmPb}$	1 件
		铅橡胶颈套		1 件
		铅橡胶帽子（选配）	$\geq 0.25\text{mmPb}$	1 件
	儿童	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾	$\geq 0.5\text{mmPb}$	1 件
		铅橡胶颈套		1 件
		铅橡胶帽子（选配）		1 件
辅助防护设施		铅悬挂防护屏/铅防护吊帘	0.5mmPb	1 套
		床侧防护帘/床侧防护屏	0.5mmPb	1 套
		移动铅防护屏风（选配）	$\geq 2\text{mmPb}$	根据实际情况选配

建设单位应按表 10-3 要求采购防护用品，建立健全防护用品登记台账，台账中应明确防护用品购置时间、名称、数量、铅当量和使用场所等信息。在进行放射诊断检查前，放射工作人员应为受检者使用防护用品。建议配备的防护用品样例图如图 10-3 所示：

①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 0.25 mmPb；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。

②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，防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb。

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。



铅橡胶性腺防护围裙



选配：铅橡胶帽子



“一”字型铅橡胶颈套



儿童防护用品图例



介入防护手套



铅防护眼镜



铅防护吊帘



床侧防护帘



选配：移动铅防护屏风

图 10-7 防护用品样例图

(12) 医院拟新增 1 台 X- γ 剂量率测量仪，定期对 DSA 介入手术室进行巡测并建立监测数据档案。

三废的治理

项目注入的造影剂不含放射性，血管造影机在运行过程中不产生放射性“三废”。

1、废水

项目采用先进的数字显影技术，无废显影液和定影液产生。工作人员为医院原有辐射人员调配，不新增生活污水量。

2、废气

DSA 设备在开机并处于出束状态时，X 射线与空气作用会产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，由于项目射线装置的管电压、管电流较小，产生的有害气体相对较少。根据建设方提供的资料，DSA 介入手术室内空气通过净化空调进行处理，新风风管和排风风管独立设置，分别连接至排风机和空调机组。

3、医疗废物

项目采用先进的数字显影技术，不会产生废胶片。介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，采用专用容器集中收集，通过介入手术室南侧的污物处置室打包，统一委托有资质单位处置；生活垃圾经垃圾桶分类收集后，由环卫部门统一清运，设备报废产生废旧的 X 射线装置委托有资质的单位处置。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

项目建设和安装阶段，无辐射产生，对周围环境没有辐射影响。

本项目射线装置安装前，需要对介入手术室进行施工装修。介入手术室装修过程中，对周围环境的影响主要是施工噪声影响、粉尘影响、建筑垃圾影响；对于施工期环境影响，建设单位可采取主要污染防治措施如下：

(1) 介入手术室装修时，施工单位应优化施工方案，选用低噪声设备，尽量减小施工作业对周边工作场所的影响。合理安排施工作业时间，减小噪声影响。

(2) 施工时，可能会产生少量无组织排放的粉尘，其产生量较少，必要时可采取临时围挡等防尘措施，限制施工粉尘影响范围。

(3) 施工期间产生的装修废物、建筑垃圾应分类收集，统一收集后，运至指定的地点，交由环卫部门加以处置。

(4) 施工人员产生的生活污水、生活垃圾依托医院已建污水处理设施、生活垃圾贮存设施加以处理。

运行阶段对环境的影响

1、设计与标准要求

项目 DSA 介入手术室净尺寸：7.6m（长）×5.95m（宽），满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关规定：介入手术室内最小有效使用面积>20m²，介入手术室内最小单边长度>3.5m。

DSA 介入手术室机房东、南、北墙的防护铅当量为 3mmPb，西墙的防护铅当量 5.99mmPb，屋顶的防护铅当量为 5.05mmPb，地板的防护铅当量为 2.73mmPb，防护门的防护铅当量均为 4mmPb，观察窗的防护铅当量为 4.4mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“C 形臂 X 射线设备机房有用线束、非有用线束屏蔽防护铅当量厚度均为 2mmPb”的防护要求。

2、辐射环境影响分析

(1) 预测模式

依据典型数字减影血管造影设备工作原理，设备图像增强器对 X 射线主束有防护作用。根据《StructuralShielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》第 4.1.6 节指出，DSA 防护设计不需要考虑主束照射。因此，评价考虑泄漏辐射和散射辐射造成的辐射影响。

①泄漏辐射

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》（[M]北京：原子能出版社，1987）中给出的公式计算；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》（GBZ130-2020）附录 C 计算。

$$H_L = \frac{H_0 \times B \times f}{d^2} \quad (11-1)$$

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

式中： H_L ——距源点 R（m）处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f ——设备射线泄漏率，取 0.1%；

H_0 ——离靶 1m 处的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

d ——计算点距源点的距离，m；

B ——透射因子；

X ——铅厚度，mm；

②散射辐射

对于散射 X 射线可以用反照率法估计。散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》（[M]北京：原子能出版社，1987）P437：

$$H = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中： H ——关注点处的患者散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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

α ——患者对 X 射线的散射比，取 0.0015（90°散射，相对于 400cm² 散射面积），取自《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1；

S ——散射面积，100cm²；

d_0 ——源与患者的距离，一般取 0.3m；

d_s ——患者与关注点的距离，m；

B ——屏蔽透射因子，按式 11-2 计算。

α 、 β 、 γ 为铅对 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，见表 11-1。

表11-1 X射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	材料	参数		
		α	β	γ
125kV (主束)	铅	2.219	7.923	0.5386
125kV (散射)	铅	2.233	7.888	0.7295

注： α 、 β 、 γ 取值参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C.2。

(2) 关注区域选取

评价选取 DSA 机房实体防护外人员活动区域作为关注区域；对于同室近台操作人员，由于人员所处位置不固定，防护水平及距射线源距离均有所不同，评价选取第一术者位、第二术者位作为 DSA 机房内关注区域。

根据场所布局情况，评价选取东墙外表面 30cm 处 (A 点)、南墙外表面 30cm 处 (B 点)、污物处置室 (C 点)、无菌品库 (D 点)、西墙外表面 30cm 处 (E 点)、观察窗外表面 30cm 处 (F 点)、工作人员防护门表面 30cm 处 (G 点)、受检者防护门表面 30cm 处 (H 点)、楼上楼顶 (I 点)、楼下医生休息室 (J 点)、医生操作位 (第一术位，铅衣+铅帘) (K 点)、护士操作位 (第二术位，铅衣+铅帘) (L 点) 等，对泄漏辐射和散射辐射做出预测分析。

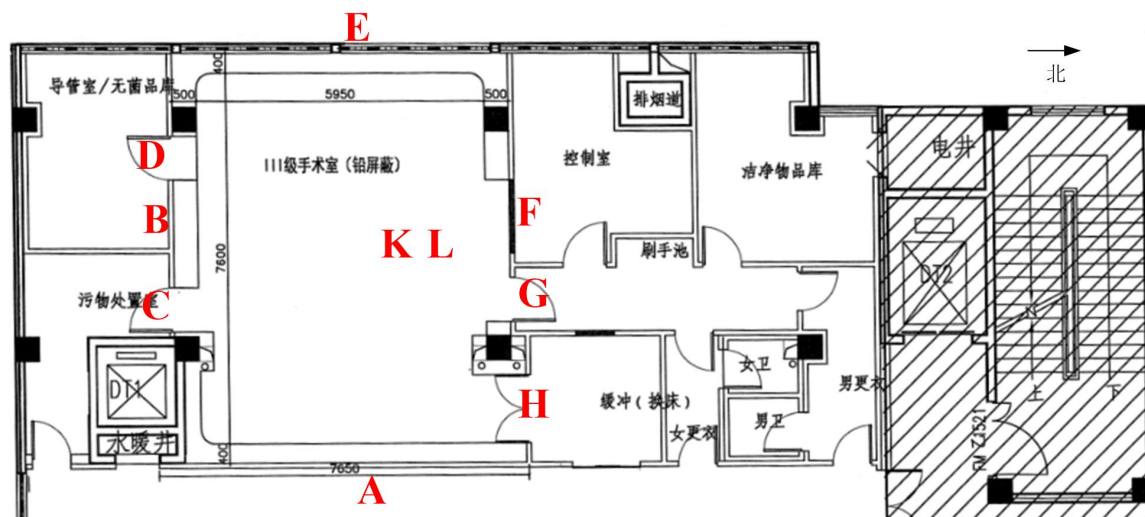


图 11-1 工作场所各关注区域分布示意图 (a)



图 11-2 工作场所各关注区域分布示意图 (b)

(3) 预测参数选取及预测结果分析

根据设备厂家与建设单位提供，DSA 的过滤材料采用铜/铝，透视状态管电压与管电流的任意组合下，距最小 SID（30cm）的空气比释动能率应不大于 88mGy/min（5280000 μ Gy/h）；摄影状态下产品在最小 SID（30cm）时 250ms（0.0000694h）进行曝光，每帧图像的空气比释动能应不大于 10mGy，摄影工况按 15 帧/s、10ms/帧考虑，则摄影状态下，最小的 SID（30cm）的空气比释动能率为（ $10 \times 10^3 \mu\text{Gy} / 0.0000694\text{h}$ ） $\times 15$ 帧/s $\times 0.01\text{s}/\text{帧} = 21613832 \mu\text{Gy}/\text{h}$ 。根据剂量率与距离的平方成反比，则透视状态下距靶 1m 处的空气比释动能率应不大于 475200 μ Gy/h；摄影状态下距靶 1m 处的空气比释动能率应不大于 1945245 μ Gy/h。本次理论计算按最大考虑。

工作人员穿戴个人防护用品、使用辅助防护设施，在术者位开展近台操作。利用公式 11-1, 11-2, 11-3 计算 DSA 向上照射过程中，工作场所辐射剂量率见表 11-2、表 11-3。

表 11-2 各关注点泄漏辐射剂量率估算结果

工作模式	关注区域	$H_0(\mu\text{Gy/h})$	f	d (m)	X(mm)	α	β	γ	$H_L(\mu\text{Gy/h})$
透视模式	A	475200	0.001	4.80	3.00	2.219	7.923	0.5386	1.64E-03
	B	475200	0.001	3.70	3.00	2.219	7.923	0.5386	2.76E-03
	C	475200	0.001	4.05	4.00	2.219	7.923	0.5386	2.44E-04
	D	475200	0.001	4.35	4.00	2.219	7.923	0.5386	2.11E-04
	E	475200	0.001	3.90	5.99	2.219	7.923	0.5386	3.14E-06
	F	475200	0.001	3.85	4.40	2.219	7.923	0.5386	1.11E-04
	G	475200	0.001	4.05	4.00	2.219	7.923	0.5386	2.44E-04
	H	475200	0.001	5.25	4.00	2.219	7.923	0.5386	1.45E-04
	I	475200	0.001	4.00	5.05	2.219	7.923	0.5386	2.41E-05
	J	475200	0.001	3.70	5.05	2.219	7.923	0.5386	5.11E-03
	K（铅衣外）	475200	0.001	0.6	0.5	2.219	7.923	0.5386	73.51
	K（铅衣内）	475200	0.001	0.6	1	2.219	7.923	0.5386	14.09
L（铅衣外）	475200	0.001	1.0	0.5	2.219	7.923	0.5386	26.46	

	L (铅衣内)	475200	0.001	1.0	1	2.219	7.923	0.5386	5.07
摄影模式	A	1945245	0.001	4.80	3.00	2.219	7.923	0.5386	6.73E-03
	B	1945245	0.001	3.70	3.00	2.219	7.923	0.5386	1.13E-02
	C	1945245	0.001	4.05	4.00	2.219	7.923	0.5386	9.98E-04
	D	1945245	0.001	4.35	4.00	2.219	7.923	0.5386	8.65E-04
	E	1945245	0.001	3.90	5.99	2.219	7.923	0.5386	1.29E-05
	F	1945245	0.001	3.85	4.40	2.219	7.923	0.5386	4.53E-04
	G	1945245	0.001	4.05	4.00	2.219	7.923	0.5386	9.98E-04
	H	1945245	0.001	5.25	4.00	2.219	7.923	0.5386	5.94E-04
	I	1945245	0.001	4.00	5.05	2.219	7.923	0.5386	9.87E-05
	J	1945245	0.001	3.70	5.05	2.219	7.923	0.5386	2.09E-02
	K (铅衣外)	1945245	0.001	0.6	0.5	2.219	7.923	0.5386	300.90
	K (铅衣内)	1945245	0.001	0.6	1	2.219	7.923	0.5386	57.70
	L (铅衣外)	1945245	0.001	1.0	0.5	2.219	7.923	0.5386	108.33
L (铅衣内)	1945245	0.001	1.0	1	2.219	7.923	0.5386	20.77	

表 11-3 各关注点散射辐射剂量率估算结果

工作模式	关注区域	H ₀ (μ Gy/h)	d (m)	X(mm)	α	β	γ	H _L (μ Gy/h)
透视模式	A	475200	4.80	3.00	2.233	7.888	0.7295	1.34E-02
	B	475200	3.70	3.00	2.233	7.888	0.7295	2.26E-02
	C	475200	4.05	4.00	2.233	7.888	0.7295	2.01E-03
	D	475200	4.35	4.00	2.233	7.888	0.7295	1.74E-03
	E	475200	3.90	5.99	2.233	7.888	0.7295	2.55E-05
	F	475200	3.85	4.40	2.233	7.888	0.7295	9.11E-04
	G	475200	4.05	4.00	2.233	7.888	0.7295	2.01E-03
	H	475200	5.25	4.00	2.233	7.888	0.7295	1.20E-03
	I	475200	4.00	5.05	2.233	7.888	0.7295	1.98E-04
	J	475200	3.70	5.05	2.233	7.888	0.7295	4.12E-02
	K (铅衣外)	475200	0.6	0.5	2.233	7.888	0.7295	405.33
	K (铅衣内)	475200	0.6	1	2.233	7.888	0.7295	93.25
	L (铅衣外)	475200	1.0	0.5	2.233	7.888	0.7295	145.92
L (铅衣内)	475200	1.0	1	2.233	7.888	0.7295	33.57	
摄影模式	A	1945245	4.80	3.00	2.233	7.888	0.7295	5.50E-02
	B	1945245	3.70	3.00	2.233	7.888	0.7295	9.26E-02
	C	1945245	4.05	4.00	2.233	7.888	0.7295	8.24E-03
	D	1945245	4.35	4.00	2.233	7.888	0.7295	7.14E-03
	E	1945245	3.90	5.99	2.233	7.888	0.7295	1.04E-04
	F	1945245	3.85	4.40	2.233	7.888	0.7295	3.73E-03
	G	1945245	4.05	4.00	2.233	7.888	0.7295	8.24E-03
	H	1945245	5.25	4.00	2.233	7.888	0.7295	4.90E-03
	I	1945245	4.00	5.05	2.233	7.888	0.7295	8.08E-04
	J	1945245	3.70	5.05	2.233	7.888	0.7295	1.70E-01

	K (铅衣外)	1945245	0.6	0.5	2.233	7.888	0.7295	1659.22
	K (铅衣内)	1945245	0.6	1	2.233	7.888	0.7295	381.71
	L (铅衣外)	1945245	1.0	0.5	2.233	7.888	0.7295	597.32
	L (铅衣内)	1945245	1.0	1	2.233	7.888	0.7295	137.42

分析预测结果，项目工作场所各关注区域剂量率见表 11-4。

表 11-4 各关注点辐射剂量率估算结果

关注点位置	摄影状态			透视状态		
位置	泄漏辐射剂量率 H_L	散射辐射剂量率 H_S	总有效剂量率 H_R	泄漏辐射剂量率 H_L	散射辐射剂量率 H_S	总有效剂量率 H_R
单位	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$	$\mu\text{Gy/h}$
A	6.73E-03	5.50E-02	6.18E-02	1.64E-03	1.34E-02	1.51E-02
B	1.13E-02	9.26E-02	1.04E-01	2.76E-03	2.26E-02	2.54E-02
C	9.98E-04	8.24E-03	9.23E-03	2.44E-04	2.01E-03	2.26E-03
D	8.65E-04	7.14E-03	8.00E-03	2.11E-04	1.74E-03	1.96E-03
E	1.29E-05	1.04E-04	1.17E-04	3.14E-06	2.55E-05	2.86E-05
F	4.53E-04	3.73E-03	4.18E-03	1.11E-04	9.11E-04	1.02E-03
G	9.98E-04	8.24E-03	9.23E-03	2.44E-04	2.01E-03	2.26E-03
H	5.94E-04	4.90E-03	5.50E-03	1.45E-04	1.20E-03	1.34E-03
I	9.87E-05	8.08E-04	9.07E-04	2.41E-05	1.98E-04	2.22E-04
J	2.09E-02	1.70E-01	1.91E-01	5.11E-03	4.15E-02	4.67E-02
K (铅衣外)	300.90	1659.22	1960.12	73.51	405.33	478.84
K (铅衣内)	57.70	381.71	439.41	14.09	93.25	107.34
L (铅衣外)	108.33	597.32	705.65	26.46	145.92	172.38
L (铅衣内)	20.77	137.42	158.19	5.07	33.57	38.64

由表 11-4 可知，在摄影状态下，DSA 介入手术室各屏蔽面处 0.3m 处的附加剂量率估算值为 $1.17 \times 10^{-4} \sim 1.91 \times 10^{-1} \mu\text{Gy/h}$ ；在透视状态下，DSA 介入手术室各屏蔽面处 0.3m 处的附加剂量率估算值为 $2.86 \times 10^{-5} \sim 4.67 \times 10^{-2} \mu\text{Gy/h}$ ；有效剂量率与吸收剂量换算系数，取 1Sv/Gy ，则本项目 DSA 介入手术室各屏蔽面外 0.3m 处的附加剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。介入手术室各屏蔽面的防护效果较好。

(3) 附加年有效剂量率

①人员受到的附加年有效剂量可由式 11-4 计算得到。

$$H_w = H_R \times K \times T \times t \quad (11-4)$$

式中：H_w——年受照剂量；

H_R——计算点附加剂量率，μSv/h；

K——有效剂量与吸收剂量换算系数，取 1Sv/Gy；

T——人员居留因子；

t——年曝光时间，h/a。

DSA 设备包括透视和摄影两种工作模式，根据医院提供信息，项目正常运行后，每年进行 380 台手术，每次手术 X 射线出束时间约为透视 20min，摄影 1min，则本项目射线装置的预计年开机工作时间如下：

表 11-5 不同工作模式下的预计开机时间

工作模式	每次出束时间	年最大工作量	年开机时间
透视	20min	380 台手术	126.67h
摄影	1min		6.33h

①估算结果

附加年有效剂量率估算见表 11-6。

表 11-6 各关注点附加年有效剂量估算结果表

关注点位置	摄影状态		透视状态		换算系数 K	人员居留因子 T	附加年有效剂量率 H _w	年剂量约束限值
	总有效剂量率 H _R	年曝光时间	总有效剂量率 H _R	年曝光时间				
位置	μGy/h	h/a	μGy/h	h/a	Sv/Gy	/	mSv/a	mSv/a
A	6.18E-02	6.33	1.51E-02	126.67	1	1/4	5.76E-04	0.1
B	1.04E-01	6.33	2.54E-02	126.67	1	1/16	2.42E-04	0.1
C	9.23E-03	6.33	2.26E-03	126.67	1	1/16	2.15E-05	0.1
D	8.00E-03	6.33	1.96E-03	126.67	1	1/16	1.86E-05	0.1
E	1.17E-04	6.33	2.86E-05	126.67	1	/	/	0.1
F	4.18E-03	6.33	1.02E-03	126.67	1	1	1.56E-04	5
G	9.23E-03	6.33	2.26E-03	126.67	1	1/4	8.60E-05	5
H	5.50E-03	6.33	1.34E-03	126.67	1	1/16	1.28E-05	0.1
I	9.07E-04	6.33	2.22E-04	126.67	1	1/16	2.11E-06	0.1

J	1.91E-01	6.33	4.67E-02	126.67	1	1	7.12E-03	0.1
K (铅衣外)	1960.12	6.33	478.84	126.67	1	1	71.3	5
K (铅衣内)	439.41	6.33	107.34	126.67	1	1	16.4	5
L (铅衣外)	705.65	6.33	172.38	126.67	1	1	26.3	5
L (铅衣内)	158.19	6.33	38.64	126.67	1	1	5.9	5

注：关注点 E 西墙外表面 30cm 处为临空，此处不计算 E 点的附加年有效剂量率。

(1) 职业人员年附加有效剂量

由上表可知，DSA 设备正常工作状态下，项目所致控制室内工作人员年附加有效剂量为 $1.56 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ；医生操作位（铅衣内）总年有效剂量为 16.4mSv，护士操作位（铅衣内）总年有效剂量为 5.9mSv，本项目 DSA 设备拟配备 4 名医生轮流操作，则每名医生受到的年有效剂量为 4.1mSv；2 名护士轮流操作，护士操作位总年有效剂量为 5.9mSv，则每名护士受到的年有效剂量为 2.95mSv。故本项目职业人员满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中要求的工作人员连续 5 年年平均有效剂量（20mSv），也不超过本项目对职业人员年有效剂量控制目标（5mSv）。

管控要求：根据上述计算，现在工作人员剂量为 4.1mSv，若后期台数增加，要求医院同时增加辐射工作人员数量，保证人员剂量满足 5mSv 约束限值。

(2) 公众年附加有效剂量

DSA 设备正常运行工况下，机房外公众所受的年附加有效剂量范围为 $2.11 \times 10^{-6} \text{mSv} \sim 7.12 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的年有效剂量基本限值（公众人员 1mSv）及本次评价所取的年剂量约束值（公众人员 0.1mSv）要求。

3、其他环境影响分析

(1) 废气环境影响分析

X 射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。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 DSA 介入手术室的影响关键在于加强室内通风。本项目 DSA 介入手术室设计有排风系统，能满足 DSA 机房通风换气需要。

本项目安装新风系统进行通风，介入手术室排风风量约为 $1000 \text{m}^3/\text{h}$ ，介入手术室容积为 180.88m^3 ，每小时通风次数为 5.5 次，可保持良好通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）“5.6 介入手术室应设置动力排风装置，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。

(2) 废水环境影响

本项目 DSA 装置采用先进的数字显影技术，注入的造影剂不含放射性，无废显影液和定影液产生；工作人员在工作中所产生的生活污水量较小，污水进入医院生活污水处理站，经处理达标后排入市政污水管网，对地表水环境影响很小。

(3) 固体废物影响分析

DSA 手术过程中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，不会产生废胶片。根据病人需要，打印出的胶片由病人自行带走；介入手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，采用专用容器集中收集经污物处置室打包，统一委托有资质单位处置；生活垃圾经垃圾桶分类收集后，由环卫部门统一清运。DSA 工作场所的固体废物均得到合理处置，对环境的影响较小。

事故影响分析

1、事故工况

DSA 射线装置诊断检查时，可能发生的事故风险主要是医疗设备及其安全装置遭到破坏而产生放射辐射事故，从而对医护人员、患者以及公众造成不利影响。其次是射线装置在管理上出现问题。

2、事故情况下剂量分析

本次评价假设 DSA 设备发生事故，公众误入介入手术室，在无任何屏蔽措施的情况下，受到透视时的 X 射线照射，1m 处漏射辐射剂量率估算为 475.2 μ Gy/h，1m 处散射辐射剂量率估算为 1980 μ Gy/h，1m 处辐射剂量率估算为 2455.2 μ Gy/h；受到摄影时的 X 射线照射，1m 处漏射辐射剂量率估算为 1945.2 μ Gy/h，1m 处散射辐射剂量率估算为 8105.2 μ Gy/h，1m 处辐射剂量率估算为 10050.4 μ Gy/h。则透视模式距离设备 1m 处 1min 受到的剂量为 0.041mSv，摄影模式距离设备 1m 处 1min 照射受到的剂量为 0.168mSv。即事故情况下，透视模式照射约 2.44min 后公众受到的剂量率将高于 0.1mSv/a 的公众年有效剂量约束值，摄影模式照射 0.6min 后公众受到的剂量率低于 0.1mSv/a 的公众年有效剂量约束值（注：事故情况下公众误入介入手术室，在无任何屏蔽措施的剂量参考护士操作位无屏蔽措施时所受到的剂量）。

因此，工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行

辐射工作前按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查介入手术室的防护性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用的介入手术室（DSA 介入手术室）。

3、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操作室醒目位置）。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）介入手术室门外明显处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。

4、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）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。

(6) 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

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、辐射安全与环境保护管理机构

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定：使用 I 类、II 类、II 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和环境保护管理工作。

为加强本院放射防护管理，根据《中华人民共和国职业病防治法》、《放射诊疗管理规定》、《放射工作人员职业健康管理办法》及其他法律法规等的规定，成立放射防护管理工作小组，见附件 9，内容如下：

一、组成人员

组长：寇宏斌

副组长：岳忠良

成员：郭永成、赵拴来、刘静、党亚蒙、董建朗、郭丹、孔繁明

二、职责

(1) 制定放射防护管理制度。

(2) 申请《放射诊疗许可证》的办理及变更、校验和注销，负责许可证的保管工作。

(3) 组织放射工作人员的职业健康检查。

(4) 组织放射工作人员个人剂量监测。

(5) 组织放射工作人员参加卫生、环保部门组织的相关法律法规和放射知识的培训。

(6) 建立放射工作人员职业健康档案。

(7) 开展放射诊疗设备的日常使用、维护、维修管理工作。

(8) 联系检测机构对放射诊疗设备进行性能检测和设备场地防护检测。

(9) 申请计量检定机构来院对设备的计量检测及校准。

(10) 定期组织对放射工作场所和设备的安全检查，发现问题及时消除，并完成检查和整改记录。

(11) 委托具有省级以上卫生健康行政部门资质认可的放射卫生技术服务机构进行

放射诊疗建设项目（新建、改建、扩建）评价（职业病危害放射防护预评价、职业病危害放射防护控制效果评价）等工作。

（12）按照卫生健康行政部门的要求，完成放射诊疗自查工作。

2、辐射安全管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第六款的要求以及《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29号）相关要求，建议建设单位应针对 DSA 设备的操作特点完善制度，使相应制度更具可操作性，同时还应制订的规章制度有：

- （1）《DSA 设备操作规程》
- （2）《放射工作场所防护检测管理制度》
- （3）《环境监测设备使用与检定管理制度》

以上规章制度应建立有效的记录档案，跟踪落实各个岗位辐射安全职责。

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》第十六条的相关要求，申领辐射安全许可证。

3、辐射活动能力评价

建设单位应按照《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》（陕环办发〔2018〕29号）要求进行标准化建设。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，医院从事本项目辐射活动能力评价见下表 12-1。

表 12-1 从事本项目辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
使用II类射线装置的工作单位，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或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	商洛市商州区人民医院已成立了放射防护管理小组负责射线装置运行时的安全和防护工作。
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。	本项目拟配置的放射工作人员按照规定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，持证上岗。
射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	拟购买的 DSA 设备上自带急停开关；控制室与机房设对讲装置。同时本项目 DSA 机房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，电动推拉门应设置防夹装置；工作状态指示灯能与机房门有效关联，门口显眼位置设置电离辐射警示标识。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患者和受检者状态。
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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	在本项目建成后，建设单位应制订：《DSA 设备操作规程》、《放射工作场所防护检测管理制度》、《环境监测设备使用与检定管理制度》等制度，待相关制度完善后应在本项目放射工作场所张贴上墙。
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，包括个人剂量计。	本项目原有放射工作人员已配个人剂量计，新增人员待其到岗后为其配备个人剂量计，并配备一定数量的辐射防护用品供放射工作人员和病员使用。
有完善的辐射事故应急措施。	医院已制定辐射事故应急预案并制度上墙。

根据上表可知，本项目尚未建设，但医院已有其他射线装置运行，医院已建立有相应的管理体系，因此本项目的管理工作依托现有的管理体系，已具备了一定的能力，但医院还应针对本项目射线装置的管理，认真落实上述要求后，方具备从事本项目辐射活动的的能力，本项目方可投入正式运行。

4、人员培训和健康管理

(1) 人员培训

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、使用活动的工作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。

DSA 属于 II 类射线装置，项目运行前，医院应按照《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，安排 DSA 辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，通过考核后，持证上岗。项目计划配备 7 名工作人员，主要由 3 名医师、2 名护士、2 名技师组成。医院应将 7 名工作人员列入培训计划，经辐射安全与防护培训考核合格后，持证上岗。并每五年再培训。医院应建立放射工作人员培训档案，档案内容包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等。

(2) 健康管理

商洛市商州区人民医院已建立了放射工作人员健康体检档案，放射工作人员应进行职业健康体检，体检合格后方能从事放射工作。

医院为放射工作人员配备了个人剂量计，建立了全院放射工作人员个人剂量档案。根据医院提供的检测周期为2020年7月1日~2021年6月30日，4个季度放射工作人员个人剂量监测报告个人剂量未见异常。

医院现有的人员培训制度和健康管理制度较为完善，本项目放射工作人员应纳入现有制度管理体系。

5、辐射监测

(1) 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第五款，“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”、“使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应当配备质量控制检测设备，制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划，至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作”。本项目配备1台X-γ剂量率进行日常监测。

(2) 监测方案

根据商洛市商州区人民医院诊疗特点，制定辐射环境监测计划如下：

①定期（不少于1次/年）委托有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并建立监测技术档案；监测数据纳入年度评估报告，并上报生态环境管理部门备案。医院日常监测计划如表12-4所示。

表 12-4 医院日常监测计划表

监测点位	监测因子	监测频次
DSA 机房四周墙体表面 30cm 处、机房顶棚上方 1.0m 处、机房地面正下方 1.7m 处、防护门表面 30cm 处、观察窗表面 30cm 处、控制室、穿墙管线口	X、γ辐射剂量率	每年由有资质单位监测 1 次、每月自检 1 次
辐射工作人员个人剂量计	个人剂量	由有资质单位，每 3 个月监测一次

(2) 建设单位新增 1 台 X-γ剂量率测量仪对工作场所进行定期监测，并建立监测档案，X-γ剂量率测量仪需每年定期进行检定或校核。

(3) 年度评估报告

每年 1 月 31 日之前，核技术应用单位应向有关生态环境主管部门提交上一年度的本单位辐射安全和防护状况年度评估报告。

6、环保投资估算

本项目总计投资 1050 万元，其中环保投资 20 万元，占总投资的 1.9%，主要用于环保设施、辐射安全防护设施建设，个人防护用品以及辐射监测仪器购置等。环保投资估算见表 12-5。

表 12-5 项目环保投资估算表

项目	设施（措施）	金额（万元）
安全装置	操作台和床体上“紧急制动”装置 1 套、对讲装置 1 套、门灯连锁装置 1 套	2.5
监测仪器及警示装置	辐射工作人员配备个人剂量计（每名医生各配 2 枚，其他人员各配 1 枚）	1.7
	警示标牌和工作警示灯 4 套	1.5
个人防护用品及辅助防护设施	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套 5 件，介入防护手套 3 双，铅防护眼镜 3 副，铅橡胶帽子 5 件，铅悬挂防护屏、床侧防护帘 1 套	6.5
通排风系统	新风系统	2
监测	射线装置工作场所监测费用、巡检仪 1 台	2.8
应急设备	应急和救助的物资准备	1.2
其他	辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训	1.8
合计		20

7、竣工环境保护验收内容及要求

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，及时对本项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。本项目竣工环境保护验收一览表见表 12-6。

表 12-6 环保设施竣工验收要求一览表

验收内容	验收要求	备注
环保文件	环评批复、验收监测报告等齐全	/
年有效剂量控制	放射工作人员年有效剂量<5mSv 机房外公众成员年有效剂量<0.1mSv	GB18871-2002 及医院管理要求
人员要求	放射工作人员均持证上岗，且 5 年进行 1 次复训	环境保护部令第 3 号、第 18 号、生态环境部 7 号令
剂量率控制	介入手术室四周墙体外 30cm 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、操作台、顶棚上、机房外电缆穿越处等，周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。	GBZ130-2020
设备数量	1 台 DSA（II类射线装置，最大管电流 1000mA，最大管电压 125kV）	/

防护用品	<p>每名介入手术放射工作人员在铅防护衣内外各佩戴 1 枚个人剂量计；其他放射工作人员每人佩戴 1 枚个人剂量计。</p> <p>配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套 5 件（0.5mmPb），介入防护手套 3 双（0.025mmPb），铅防护眼镜 3 副（0.25mmPb），铅橡胶帽子 5 件（0.25mmPb），铅悬挂防护屏、床侧防护帘 1 套（0.5mmPb 当量）。</p>
监测设备	1 台 X- γ 剂量率测量仪
辐射安全防护措施	<p>①机房各防护门上均设置电离辐射警告标志，醒目的工作状态指示灯，设置门灯连锁装置。</p> <p>②制度上墙（操作规程、人员岗位职责、应急程序等）。</p> <p>③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患者和受检者状态。</p> <p>④机房设置机械通风系统，保持良好通风，机房内不得堆放无关杂物。</p> <p>⑤设备上自带急停开关；控制室与机房设对讲装置。</p> <p>⑥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，电动推拉门应设置防夹装置；工作状态指示灯能与机房门有效关联。</p> <p>⑦防护用品与辅助防护设施齐全。</p> <p>⑧机房四周墙体、顶棚、防护门、观察窗有足够的屏蔽防护能力。</p> <p>⑨穿墙管线不得影响屏蔽防护效果。</p>
辐射安全管理	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、人员培训计划、监测方案、年度评估制度等。

8、辐射事故应急

建设单位已根据《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与防护条例》等法律法规的要求，制定了《放射不良事件处理应急预案》，应急预案内容如下：

一、放射事件应急处理机构与职责

（一）放射事件应急处理领导小组

组长：张刚珍

副组长：寇宏斌、辛建学、刘瑛

成员：杨涛、李建霞、于玉霞、胡辉、郭永成、赵拴来、慈有荣、周丹江、侯亮、董建朗、郭丹、李伟。

领导小组下设办公室，办公室设在设备科，负责日常工作。

（二）职责

（1）定期对放射诊疗场所、周围环境、设备和人员放射防护情况进行自查，发现隐患及时整改。

（2）不定期检查工作人员每日开始工作前对机器进行常规检查的落实情况，发现

问题及时解决。

(3) 落实上级有关部门组织的放射工作人员防护法规及专业技术知识培训，使全院医务人员认识到辐射防护的重要性，高度警惕并落实防范处理措施。

(4) 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。

(5) 负责向卫生行政部门和环保部门及时报告事故情况。

(6) 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。

二、放射性事故应急处理措施

(1) 在射线控制区进出口及其它适当位置设有辐射警示标志和工作指示灯。

(2) 一旦有应急事件发生，工作人员首先关闭射线源，保证患者立即脱离有害射线区域，并进行下一步的处理，同时保护好自己，减少伤害。

(3) 迅速安排受照人员就医，组织辐射区内人员撤离工作，及时控制事故的影响，防止事故的扩大蔓延。

三、放射性事故应急处理程序

(1) 事故发生后，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报院总值班或应急处理小组。

(2) 应急处理领导小组根据具体情况迅速制定事故处理方案，视其事故程度上报卫生行政部门、卫生监督所、环保部门。

(3) 事故处理结束，组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。

应急处理电话：0914-2312272

确认发生辐射事故后，现场人员立即通知应急处理领导小组，应急处理领导小组立即启动应急预案，及时组织各部门及各应急专业组开展应急救援工作。应急办公室立即向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。本次项目建成后，建设单位应及时修改与完善《辐射事故应急预案》并备案，一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。

本项目建成后，医院应进一步完善《放射不良事件处理应急预案》，补充公安、环保、卫健部门联系方式，公安：0914-2312859、环保：0914-2313359、卫健：0914-2338229。

表 13 结论与建议

结论

1、商洛市商州区人民医院 DSA 射线装置核技术利用项目的建设对于改善医院医疗设施条件，促进医院的整体医疗水平的提高具有积极的意义；经评价分析，医院 DSA 射线装置的工作场所屏蔽措施满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关要求，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护要求的“实践的正当性”要求。

2、商洛市商州区人民医院位于商洛市商州区北新街东段，DSA 机房位于医院后勤楼五楼，2021 年 10 月 11 日，西安桐梓环保科技有限公司对商洛市商州区人民医院 DSA 机房拟建地及周边环境进行了空气吸收剂量率监测，监测结果表明，医院 DSA 机房拟建地及周边环境空气吸收剂量率监测值与商洛市天然贯穿辐射所致空气吸收剂量率处于同一水平范围内。

3、经模式预测，在正常工况下，对辐射工作人员造成的附加有效剂量低于 5mSv/a 的职业人员剂量管理限值；对公众造成的附加有效剂量低于 0.1mSv/a 的公众人员剂量管理限值。

4、医院已成立放射防护管理工作小组，明确机构成员组成、相关工作职责，安排有专人负责医院的辐射安全管理工作。医院辐射工作管理逐步规范，制定了较为完善的规章制度。医院已制定的制度主要有：《放射防护管理制度》、《放射诊疗操作规程》、《放射科医疗设备维护、检修及定期检测制度》、《X 射线设备管理制度》、《放射工作人员个人剂量监测管理制度》、《档案管理制度》、《放射科工作人员职业健康检查制度》、《防护用品使用管理制度》、《放射工作人员放射防护培训制度》、《受检者辐射危害告知制度》、《放射科影像诊断质量保证方案》、《放射防护及设备质量检测制度》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《放射不良事件处理应急预案》等一系列规章制度，用于医院各类射线装置的辐射安全管理，本项目建成后还应制订《DSA 设备操作规程》、《放射工作场所防护检测管理制度》、《环境监测设备使用与检定管理制度》等制度。

综上所述，商洛市商州区人民医院在严格执行国家相关法律、法规及相关标准的要求，切实落实本报告表中提出的污染防治措施和建议后，该项目对放射性工作人员和公众产生的辐射影响可以控制在国家标准允许的范围之内。从环境保护和辐射防护角度分

析，该项目是可行的。

建议

1、建设单位应按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，所有设备及辅助设备应符合国家相关标准要求，及时对本项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。及时申请办理新的辐射安全许可证。

2、应加强对项目安全联锁系统、通风设施以及工作场所安全防范设施的日常检查、维护。

3、加强对射线装置的安全装置的管理，经常检查射线装置的安全装置，保证其安全装置处于良好工作状态，防止发生以外照射事故的发生。

4、定期开展预定场景的演练，做好演练记录、评价总结，不断完善预案内容，提高应急响应、处置能力，杜绝辐射事故发生。

5、对本项目拟配备的放射工作人员加强辐射防护与安全培训，且确保所有放射工作人员均持证上岗。放射性工作人员体检发现有问题的，应及时查找原因并进行复查，确实因为身体原因不能胜任工作的，应调离辐射岗位。

6、项目建成运行后，应严格执行辐射环境监测制度，每年应对医院射线装置应用的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向辐射安全许可证颁发部门报送上一年度辐射安全年度评估报告。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

公章

经办人

年 月 日

审批意见:

公章

经办人

年 月 日

