

表 1 项目基本情况

建设项目名称		DSA 医用射线装置核技术利用项目			
建设单位		商洛市广济医院有限公司			
法人代表	汪艳华	联系人	张静	联系电话	0914-2252258
注册地址		陕西省商洛市商州区北新街西段 155 号			
项目建设地点		陕西省商洛市商州区北新街西段 155 号商洛市广济医院有限公司 4F 东北角			
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)	30	投资比例 (环保投资/总投资) 3.33%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²) 49
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、公司概况					
<p>商洛市广济医院有限公司，是由法人/股东汪艳华（同为陕西银宝投资管理有限公司法人）、陕西方天置业有限公司共同投资的一家民营医疗企业，在陕西省商洛市投资建设的商洛市广济医院是一家大型民营综合性医院。2018 年 8 月 9 日正式注册成立，法人代表汪艳华，公司注册资本 12000 万元人民币，实缴出资额为 12000 万元人民币。医院位于商洛市区北新街西段 155 号方天财富名苑楼下，包括地下两层和地上四层商业用房，总面积 13000 平方米，设计总投资 1.9 亿元。医院核定床位 210 张，核定工作人员 385 人，其中博士生导师 3 人，高级医师职称 11 人，中级医师职称 30 人。</p> <p>医院定位为“小综合、大专科，医院建设二甲标准，重点科室三甲配置”。主要以心脑血管糖尿病为主线，以心脏介入手术为核心，以心脏搭桥术及支架术为大品牌，走</p>					

“名医办名科，名科办名院”之路。医院的主要经营范围包括内科、外科、儿科、妇科、优生优育科、眼科、骨科、耳鼻喉科、口腔科、皮肤科、疼痛科、中医科、针灸推拿科、整形美容科、神经科、心理咨询科、急诊科、体检科、肿瘤科、血液科、检验科、护理科、影像科、内镜科、透析科（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。心脑血管病覆盖人群广，涵盖人群多，属于常见病、多发病。经统计调查，目前商洛市在这方面的医疗资源极其紧缺，该医院将以医治和医养相结合，主动适应商洛本土市场的需求，全方位为当地广大群众服务，医院的目标是：著名专家引领，打造精品专科，全面服务群众，创造一流名院。

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，商洛市广济医院有限公司拟开展心血管、心脏介入手术等治疗，拟在医院 4F 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，商洛市广济医院有限公司委托西安桐梓环保科技有限公司承担该项目的环评工作（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》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

商洛市广济医院包括地下两层和地上四层商业用房，本项目拟在医院 4F 东北角建设一间 DSA 机房及其辅助用房，新购置 1 台 DSA。DSA 机房所在楼层 4F 平面布置图见附图 3，所在位置上方为露台。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 机房建筑面积 39m ² ,设计长 6.9m,宽 5.65m。东墙拟采用 200mm 混凝土+6mm 硫酸钡混合砂浆,北墙、西墙、南墙采用 370 实心砖墙+6mm 硫酸钡混合砂浆,顶部采用 150mm 混凝土+4mmPb 铅板防护,地板采用 150mm 混凝土基础上涂抹 10mm 硫酸钡混合砂浆。观察窗采用 4mmPb 铅玻璃,人员出入防护门采用 4mmPb 手动单开门,污物防护门采取 4mmPb 手动单开门。	新建
	设备	拟购置 1 台 DSA (最大管电压 125kV,最大管电流 1000mA),属于 II 类射线装置。	新建
辅助工程	控制室	控制室位于 DSA 机房的南侧,尺寸为 5.3m×1.9m。	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。	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、地面采用砖、混凝土、铅板、硫酸钡等防护涂料,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站处理达标后排入市政污水管网。	新建
	排风系统	设置通风装置,通风系统换气次数为 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。医疗废物收集后交由有资质的单位处置。	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
DSA	Artis zee III floor	西门子	125kV 1000mA	II 类	DSA 机房	用于心血管、心脏介入手术

(3) 劳动定员

根据建设单位提供资料,本项目拟配备 5 名放射工作人员,其中医师 3 名,护士 1 名,操作人员 1 名,均为新增人员。放射工作人员均应参加辐射安全与防护培训和考核,考核合格后持证上岗,上岗前应进行职业健康检查。项目投入使用后,预计设备每年最多进行手术 300 人次,每次手术开机照射时间包括透视 20min、摄影每次拍 6~10 张片,每张片 2s,则每次按 20s 考虑,则本项目射线装置的预计年开机工作时间为透视 100h、摄影 1.67h。

(4) 工作负荷情况

工作量：根据医院提供的资料，DSA 工作负荷见表 1-3。

表 1-3 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	年曝光时间(h)
DSA 机房	5 人	300 台	20min (透视)+20s (摄影)	101.67h

4、项目地理位置、周边环境概况

商洛市广济医院有限公司位于陕西省商洛市商州区北新街西段 155 号，西侧为汉庭酒店，南侧为方天财富名苑小区，东侧为民房，北侧为北新街，隔路为商洛市公安局商州分局、陕西信合。项目地理位置见附图 1，周边环境关系示意图见附图 2。

本次 DSA 机房位于医院 4F 东北角，DSA 机房北侧为设备间，西侧为控制室、过道，南侧为百级手术室，东侧为凌空，楼上为建筑露台，楼下为医院 VIP 病房，DSA 机房所在楼层平面布置图见附图 3，DSA 机房平面布置图见附图 4。

5、核技术利用现状

商洛市广济医院为新建医院，于 2018 年 5 月办理了环评手续，于 2019 年 8 月 13 日取得商洛市生态环境局商州区分局《关于对陕西银宝投资管理有限公司商洛市广济医院项目环境影响报告表的批复》（商州环函〔2019〕150 号），见附件 3。（商洛市广济医院项目办理环评手续时商洛市广济医院有限公司营业执照正在办理中，因此暂时使用医院投资方中的陕西银宝投资管理有限公司营业执照办理了商洛市广济医院项目的环评手续）。

（1）拟购置射线装置情况

医院目前正在筹建中，拟购置 4 台 III 类射线装置，射线装置取得环评登记时间为 2021 年 9 月 6 日，登记备案号：202161100200000074。（建设项目环境影响登记表见附件 4）。

拟购置射线装置情况见表 1-4。

表 1-4 医院拟购置的射线装置情况一览表

序号	射线装置名称	型号	设备参数	类别	数量	使用科室	所在位置	拟采用防护措施
1	64 排 CT	待定	待定	III 类	1 台	放射科	负一层	墙体铅板屏蔽
2	16 排 CT	待定	待定	III 类	1 台	放射科	负一层	墙体铅板屏蔽
3	钨靶机	待定	待定	III 类	1 台	放射科	负一层	墙体铅板屏蔽

4	DR	待定	待定	Ⅲ类	1台	放射科	负一层	墙体铅板屏蔽
---	----	----	----	----	----	-----	-----	--------

(2) 辐射安全与管理现状

商洛市广济医院正在筹建中，目前尚未涉及核技术利用项目的建设，该单位为首次涉及核技术利用领域。

①为加强辐射安全和防护管理工作，医院已成立辐射安全管理小组，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，见附件5。医院辐射工作管理将在医院建成后逐步完善规范，并制定了相关规章制度用于医院各类射线装置的辐射安全管理。

②医院将在建成运行后配备专职的辐射工作人员，要求辐射工作人员及辐射安全管理小组的管理人员参加辐射防护与安全培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，并取得培训合格证书后方可上岗。

③医院建成运行后，辐射工作人员工作期间佩戴个人剂量计（介入医生及护士佩戴双个人剂量计），接受剂量监测，建立个人剂量健康档案并存档。要求医院对从事放射性工作的医务人员进行职业性健康体检，放射工作人员职业健康检查结果时间均超过2年，环评要求重新进行职业健康检查。

6、项目实践正当性分析

商洛市广济医院有限公司新增 DSA 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，因此新增医用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	数字减影血管造影设备 (DSA)	II类	1	Artis zee III floor	125	1000	介入诊断/辅助治疗	介入导管室	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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>	<p>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目录》（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6日）； 9、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令第31号及生态环境部令第20号，2021.1.4）； 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>
<p>技术标准</p>	<p>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）。 5、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。</p>
<p>其他</p>	<p>1、商洛市广济医院有限公司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。</p>

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，本项目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

保护对象	相对位置	环境保护目标	与机房最近距离 (m)	规模	保护内容	控制目标
职业人员	DSA 介入导管室	介入手术医护人员	机房内	4 人	年有效剂量	不大于 5mSv
	控制室 (DSA 机房西侧)	设备操作人员	相邻	1 人		
公众	方天财富名苑 (南侧)	小区居民	10	流动人员		不大于 0.25mSv
	北新街 (北侧)	流动人员	5			
	商洛市公安局商州分局 (北侧)	流动人员	15			
	陕西信合 (北侧)	流动人员	17			
	民房 (东侧)	流动人员	2			

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 and 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) 取公众年有效剂量限值的 1/4，作为周围公众的年受照剂量约束值，即 0.25mSv/a。

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

6.1X 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。

6.1.2X 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。

6.1.4 移动式 X 射线机（不含床旁摄影机和急救车配备设备）在使用时，机房应满足相应布局要求。

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。

6.2X 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

介入手术室类型	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
.....

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。

6.5 X 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。

6.5.6 对于移动式 X 射线设备使用频繁的场合（如：重症监护、危重病人救治、骨科复位等场所），应配备足够数量的移动铅防护屏风。

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/铅防护吊 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

商洛市广济医院有限公司位于商洛市商州区北新街西段 155 号,DSA 机房位于医院 4F 东北角,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 7 月 20 日,西安查德威克辐射技术有限公司对商洛市广济医院有限公司 DSA 机房拟建地及周边环境进行了环境地表 γ 辐射剂量率检测,监测内容如下:

(1) 监测项目: 环境地表 γ 辐射剂量率检测。

(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	检定证书编号	有效日期
1	X、 γ 射线辐射检测仪	BS9511	CDWK-002a	DLjl2021-12120	2022 年 03 月 31 日

(3) 监测结果: 监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建探伤机房及周边环境地表 γ 辐射剂量率监测结果

监测点编号	监测点位置	环境地表 γ 辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)
1	机房内距地面 1m	0.13
2	建筑外距地面 1m	0.14
3	1-1 墙外 (设备间) 距地面 1m	0.13
4	1-3 墙外 (手术室) 距地面 1m	0.13
5	1-4 墙外 (操作室) 距地面 1m	0.13
6	楼上 (露台) 距地面 1m	0.13
7	楼下 (病房) 距地面 1m	0.13

由表 8-2 监测结果表明,项目地的环境地表 γ 辐射剂量率处于辐射环境本底涨落范围内,属于正常环境水平。与《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》(陕西省环境保护科学研究所,1988 年 11 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,属天然辐射本底波动水平。

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 因整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 由五部分组成：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 机房拟采用西门子的 Artis zee III floor 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。

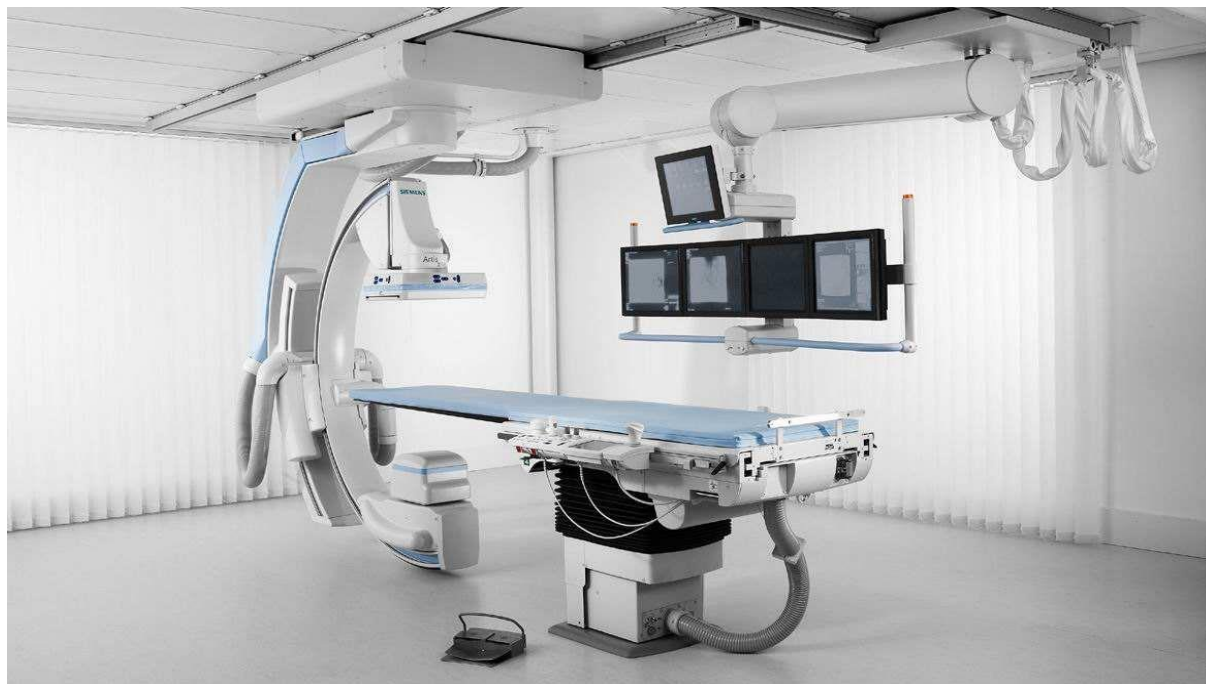


图 9-1 数字减影血管造影机外观图

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。

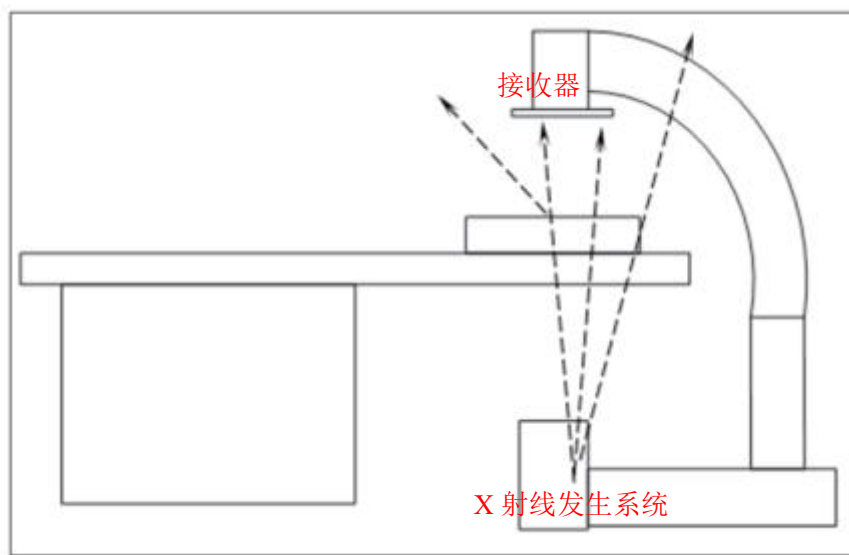


图9-2 DSA工作示意图

3、操作流程

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在X线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留X线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

(1) 第一种情况，摄影。操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在操作间内对病人进行曝光），医生在介入治疗时通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

(2) 第二种情况，透视。医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅吊屏、铅帘后身着铅衣、铅颈套、戴铅帽、铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作，护士身着铅衣等防护用品，在曝光时一般位于铅帘后。

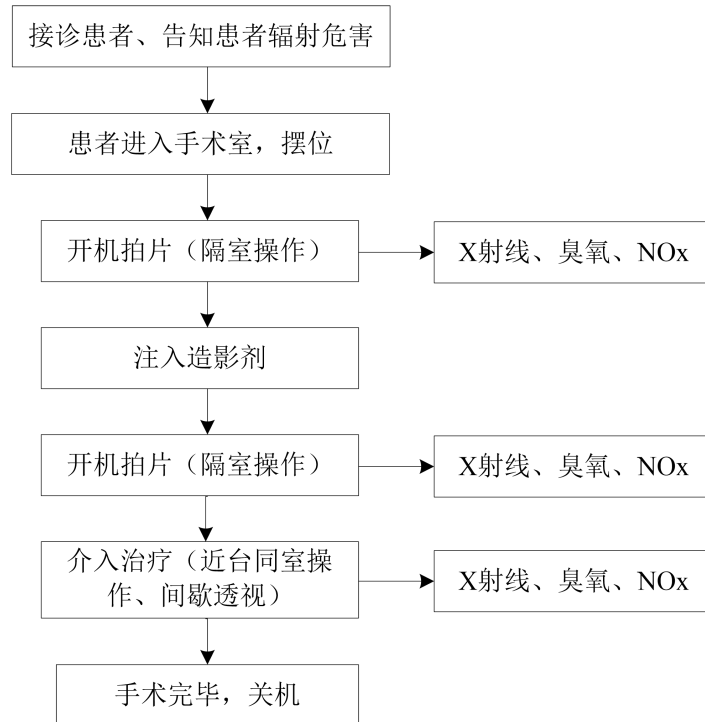


图9-3 DSA介入治疗流程及产污环节示意图

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 机房拟安装动力通、排风系统，通风量约 500m³/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人员在防护门关闭后未撤离机房，射线装置开始运行，对其造成额外误照射。

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医生在机房内为患者摆位或进行其它术前准备工作时，控制台处操作人员误开机出束，对机房内医生造成额外误照射。

⑤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。

⑥医生未穿戴防护用品进入机房，或未配置合格的防护用品，使得医生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。

本项目位于陕西省商洛市商州区北新街西段 155 号商洛市广济医院 4F，根据表 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处于环境本底水平。但为了安全起见，本项目将 DSA 介入导管室北侧相邻区域（设备间）、西侧相邻区域（控制室、过道），南侧相邻区域（百级手术室）、以及楼上（露台）、楼下（VIP 病房）划分为监督区，张贴警告标志，本项目分区图见附图 6、附图 7。

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；患者从医用电梯送出，经换床室送入机房，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通道送入污物间处置后，送至医院医废处集中处理。医护、患者、污物路线如附图 8。

2、辐射防护屏蔽设计

本项目新增全数字化通用型平板血管造影系统（DSA）最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。DSA 机房各面采取实体屏蔽，屏蔽状况见表 10-1。

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①及②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				
屏蔽防护体	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 Xmm
东墙	混凝土	200	2.35	200	2.35	2.32E-4	2.82

	硫酸钡 砂浆	6	2.7	6.89	2.35	0.548	0.07
南、西、北 墙	砖	370	1.65	259.79	2.35	2.841E-5	3.76
	硫酸钡 砂浆	6	2.7	6.89	2.35	0.548	0.07
顶部	混凝土	150	2.35	150	2.35	1.36E-3	2.046
地板	硫酸钡 砂浆	10	2.7	11.49	2.35	0.395	0.12

根据上表计算，本项目 DSA 机房屏蔽等效厚度见下表：

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	等效铅当量	总铅当量	标准要求	评价
东墙	200mm 混凝土+6mm 硫酸钡混合砂浆	2.82mm+0.07mm	2.89mmPb	2.0mmPb	符合
南墙、西墙、 北墙	370mm 实心砖墙+6mm 硫酸钡混合砂浆	3.76mm+0.07mm	3.83mmPb	2.0mmPb	符合
顶部	150mm 混凝土+4mmPb 铅板防护	2.046mm+4mm	6.046mmPb	2.0mmPb	符合
地板	150mm 混凝土基础上涂抹 10mm 硫酸钡混合砂浆	2.046mm+0.12m m	2.166mmPb	2.0mmPb	符合
人员进出防护门	4mmPb 防护单开门	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	符合
污物通道防护门	4mmPb 防护单开门	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	符合
观察窗	4mmPb 铅玻璃	4mmPb	4mmPb	2.0mmPb	符合

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《放射诊断防护要求》（GBZ130-2020）中“标称 125kV 及以下的摄影机房有用线束方向的屏蔽防护铅当量厚度 2mmPb、非有用线束方向的屏蔽防护铅当量厚度 1mmPb”的防护要求。

3、其他防护措施

（1）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 10-1 所示。



图 10-1 警示设施样例图

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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) 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、曲路或地沟形式。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。

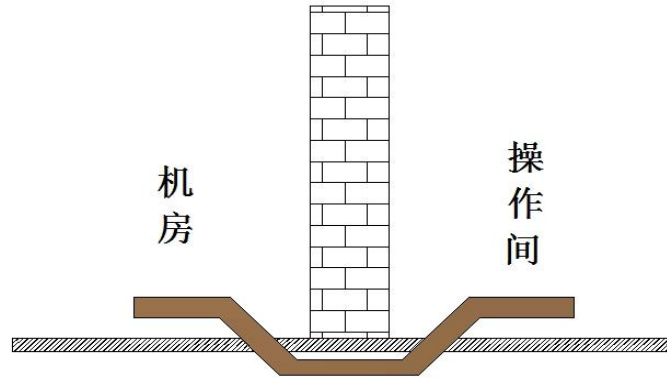


图 10-2 电缆穿墙示意图（U 型管）

（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，本项目要求介入手术室防护用品配备如表 10-3 所示。

表 10-3 本项目要求介入手术室防护用品配备一览表

序号	机房名称	防护名称	数量	铅当量
1	介入手术室	铅悬挂防护屏	1	$\geq 0.25\text{mmPb}$
2		铅防护吊帘	1	
3		床侧防护帘	1	
4		床侧防护屏	1	
5		移动铅防护屏（选配）	1	$\geq 2\text{mmPb}$

（12）应为放射性工作人员配备铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶手套、铅橡胶防护衣等防护用品，本项目介入导管室个人防护用品配备要求如表 10-4 所示。

表 10-4 本项目要求介入手术室个人防护用品配备一览表

序号	机房名称	防护名称		数量	铅当量
1	DSA 介入手术室	患者（成人）	包裹式铅毯	1	≥0.25mmPb
2			铅橡胶颈套	1	≥0.5mmPb
3			铅橡胶帽子	选配	≥0.25mmPb
4			铅防护眼镜	1	≥0.25mmPb
5		患者（儿童）	包裹式铅毯	1	≥0.5mmPb
6			铅橡胶颈套	1	≥0.5mmPb
7			铅橡胶帽子	选配	≥0.5mmPb
8			铅防护眼镜	1	≥0.5mmPb
9		工作人员	铅橡胶帽子	选配	≥0.25mmPb
10			铅橡胶防护衣	3	≥0.25mmPb
11			铅围裙	3	≥0.5mmPb
12			铅手套	3	≥0.025mmPb
13			大领铅橡胶颈套	3	≥0.5mmPb
14			铅防护眼镜	3	≥0.25mmPb

对于介入诊疗操作时工作人员和受检者需配备的个人防护用品须满足表 10-5 的要求，需保证每位患者及工作人员都具备防护用品。

表 10-5 介入诊疗操作时工作人员和受检者需配备的个人防护用品要求

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。

(13) 要求医院配备 1 台 X-γ剂量率测量仪，定期对 DSA 介入导管室进行巡测并建

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

DSA 不使用显影液和定影液进行洗片操作，所需胶片由专用打印机打印，无洗片废水、废定（显）影液产生。

2、废气

DSA 在开机并处于出束状态时，会产生 X 射线，X 射线与空气作用会产生少量臭氧、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。

DSA 的送排风系统将产生的臭氧、氮氧化物经排风口排出，经室外空气稀释，将很快恢复到原来的空气浓度水平，对周围环境影响极小，DSA 排风管平面图见附图 9。

3、医疗废物

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通道转移至污物处置间，然后就地打包、转移至医疗废物暂存间，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。

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：6.9m（长）×5.65m（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 介入手术室机房东墙体的防护铅当量为 2.89mmPb，其他墙体的防护铅当量为 3.83mmPb，屋顶的防护铅当量为 6.046mmPb，地板的防护铅当量为 2.166mmPb，防护门的防护铅当量均为 4mmPb，观察窗的防护铅当量为 4mmPb，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“介入 X 射线设备机房有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 1mm”的要求。

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:

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

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，评价选取第一术位、第二术位作为 DSA 机房内关注区域。

根据场所布局情况，评价选取污物通道防护门外（A 点），西墙外表面 30cm 处（B 点），西侧控制室（观察窗外 30cm 处）（C 点）、人员进出防护门外（D 点）、南墙外表面 30cm 处（E 点）、东墙外表面 30cm 处（F 点）、设备间（北墙外表面 30cm 处，G 点）、楼上露台（J 点）、楼下 VIP 病房（K 点）、医生操作位（第一术位，铅衣+铅帘）（H 点）、护士操作位（第二术位，铅衣+铅帘）（I 点）等，对泄漏辐射和散射辐射做出预测分析。

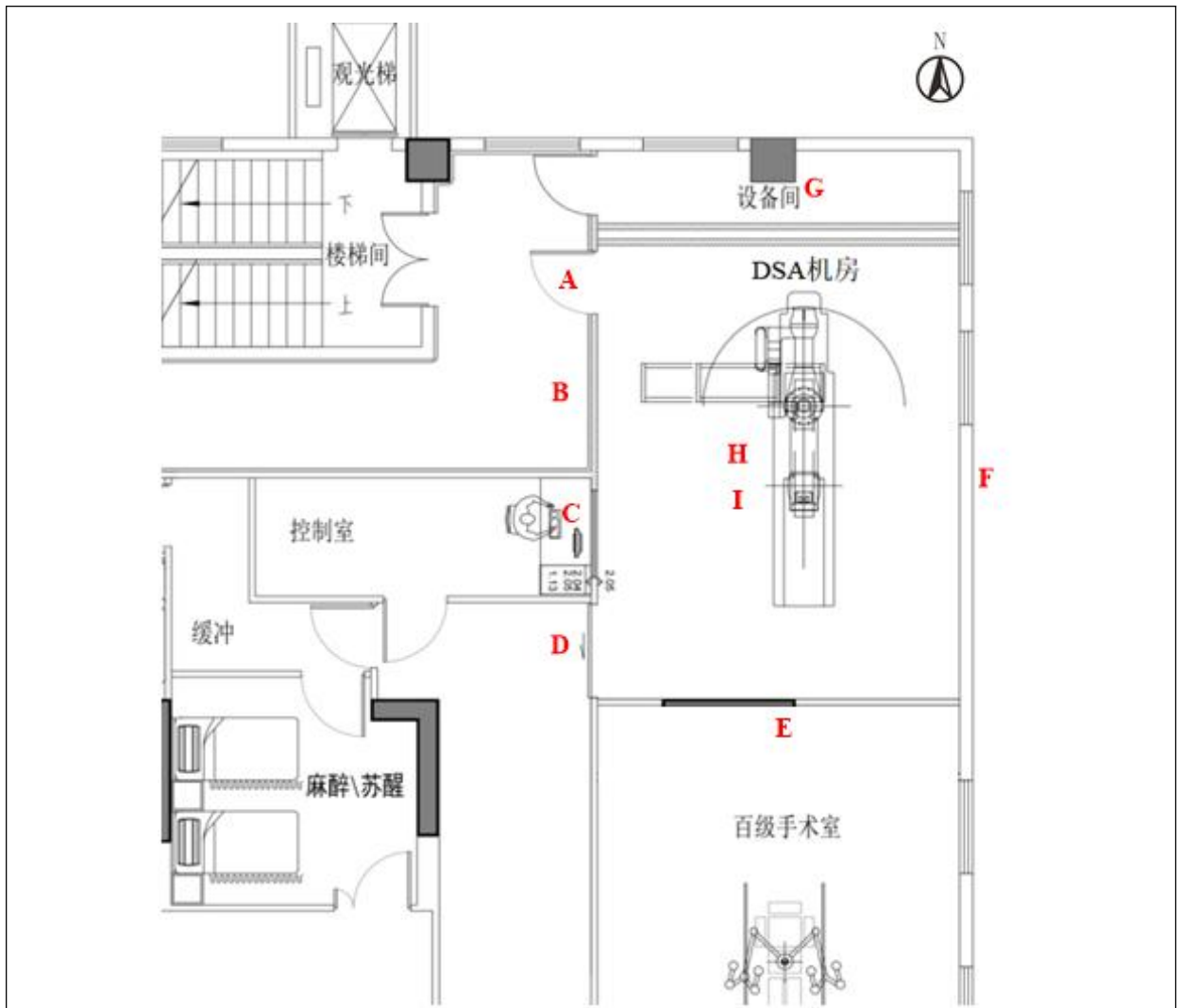


图 11-1 工作场所各关注区域分布示意图 (a)



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

根据设备厂家提供，设备透视模式下最大管电压为 125kV、最大管电流为 250mA，摄影模式下最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA，过滤片采用 Cu，透视状态下距靶 0.3m 处的最大输出剂量率为 88mGy/min，摄影状态下距靶 0.3m 处的最大输出剂量率为 176mGy/min。根据剂量率与距离的平方成反比，则透视状态下距靶 1m 处的最大输出剂量率为 7.92mGy/min，摄影状态下距靶 1m 处的最大输出剂量率为 15.84mGy/min。透视模式下，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	3.9	4	2.219	7.923	0.5386	2.63E-04
	B	475200	0.001	3.2	3.83	2.219	7.923	0.5386	5.71E-04
	C	475200	0.001	3.4	4	2.219	7.923	0.5386	3.46E-04
	D	475200	0.001	4.6	4	2.219	7.923	0.5386	1.89E-04
	E	475200	0.001	4.3	3.83	2.219	7.923	0.5386	3.16E-04
	F	475200	0.001	3.5	2.89	2.219	7.923	0.5386	3.97E-03
	G	475200	0.001	3.4	3.83	2.219	7.923	0.5386	5.06E-04
	H (铅衣内)	475200	0.001	0.6	1	2.219	7.923	0.5386	1.41E+01
	H (铅衣外)	475200	0.001	0.6	0.5	2.219	7.923	0.5386	7.35E+01
	I (铅衣内)	475200	0.001	1	1	2.219	7.923	0.5386	5.07E+00
	I (铅衣外)	475200	0.001	1	0.5	2.219	7.923	0.5386	2.65E+01
J	475200	0.001	4	6.046	2.219	7.923	0.5386	2.64E-06	
K	475200	0.001	2.5	2.166	2.219	7.923	0.5386	4.14E-02	
摄影模式	A	950400	0.001	3.9	4	2.219	7.923	0.5386	5.26E-04
	B	950400	0.001	3.2	3.83	2.219	7.923	0.5386	1.14E-03
	C	950400	0.001	3.4	4	2.219	7.923	0.5386	6.92E-04
	D	950400	0.001	4.6	4	2.219	7.923	0.5386	3.78E-04
	E	950400	0.001	4.3	3.83	2.219	7.923	0.5386	6.33E-04
	F	950400	0.001	3.5	2.89	2.219	7.923	0.5386	7.93E-03
	G	950400	0.001	3.4	3.83	2.219	7.923	0.5386	1.01E-03
	H (铅衣内)	950400	0.001	0.6	1	2.219	7.923	0.5386	2.82E+01

	H (铅衣外)	950400	0.001	0.6	0.5	2.219	7.923	0.5386	1.47E+02
	I (铅衣内)	950400	0.001	1	1	2.219	7.923	0.5386	1.01E+01
	I (铅衣外)	950400	0.001	1	0.5	2.219	7.923	0.5386	5.29E+01
	J	950400	0.001	4	6.046	2.219	7.923	0.5386	5.28E-06
	K	950400	0.001	2.5	2.166	2.219	7.923	0.5386	8.28E-02

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)	f	d (m)	X(mm)	α	β	γ	H _L (μ Gy/h)
透视模式	A	475200	0.001	3.9	4	2.233	7.888	0.7295	2.17E-03
	B	475200	0.001	3.2	3.83	2.233	7.888	0.7295	4.71E-03
	C	475200	0.001	3.4	4	2.233	7.888	0.7295	2.85E-03
	D	475200	0.001	4.6	4	2.233	7.888	0.7295	1.56E-03
	E	475200	0.001	4.3	3.83	2.233	7.888	0.7295	2.61E-03
	F	475200	0.001	3.5	2.89	2.233	7.888	0.7295	3.24E-02
	G	475200	0.001	3.4	3.83	2.233	7.888	0.7295	4.17E-03
	H(铅衣内)	475200	0.001	0.6	1	2.233	7.888	0.7295	9.32E+01
	H(铅衣外)	475200	0.001	0.6	0.5	2.233	7.888	0.7295	4.05E+02
	I (铅衣内)	475200	0.001	1	1	2.233	7.888	0.7295	3.36E+01
	I (铅衣外)	475200	0.001	1	0.5	2.233	7.888	0.7295	1.46E+02
J	475200	0.001	4	6.046	2.233	7.888	0.7295	2.14E-05	
K	475200	0.001	2.5	2.166	2.233	7.888	0.7295	3.27E-01	
摄影模式	A	950400	0.001	3.9	4	2.233	7.888	0.7295	4.34E-03
	B	950400	0.001	3.2	3.83	2.233	7.888	0.7295	9.43E-03
	C	950400	0.001	3.4	4	2.233	7.888	0.7295	5.71E-03
	D	950400	0.001	4.6	4	2.233	7.888	0.7295	3.12E-03
	E	950400	0.001	4.3	3.83	2.233	7.888	0.7295	5.22E-03
	F	950400	0.001	3.5	2.89	2.233	7.888	0.7295	6.48E-02
	G	950400	0.001	3.4	3.83	2.233	7.888	0.7295	8.35E-03
	H(铅衣内)	950400	0.001	0.6	1	2.233	7.888	0.7295	1.86E+02
	H(铅衣外)	950400	0.001	0.6	0.5	2.233	7.888	0.7295	8.11E+02
	I (铅衣内)	950400	0.001	1	1	2.233	7.888	0.7295	6.71E+01
	I (铅衣外)	950400	0.001	1	0.5	2.233	7.888	0.7295	2.92E+02

外)									
J	950400	0.001	4	6.046	2.233	7.888	0.7295	4.27E-05	
K	950400	0.001	2.5	2.166	2.233	7.888	0.7295	6.54E-01	

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	透视状态			摄影状态		
	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: 污物通道防护门外	2.63E-04	2.17E-03	2.43E-03	5.26E-04	4.34E-03	4.87E-03
B: 西墙外表面 30cm 处	5.71E-04	4.71E-03	5.28E-03	1.14E-03	9.43E-03	1.06E-02
C: 西侧控制室	3.46E-04	2.85E-03	3.20E-03	6.92E-04	5.71E-03	6.40E-03
D: 人员进出防护门外	1.89E-04	1.56E-03	1.75E-03	3.78E-04	3.12E-03	3.50E-03
E: 南墙外表面 30cm 处	3.16E-04	2.61E-03	2.93E-03	6.33E-04	5.22E-03	5.85E-03
F: 东墙外表面 30cm 处	3.97E-03	3.24E-02	3.64E-02	7.93E-03	6.48E-02	7.27E-02
G: 设备间(北墙外表面 30cm 处)	5.06E-04	4.17E-03	4.68E-03	1.01E-03	8.35E-03	9.36E-03
H: 医生操作位(铅衣+铅帘)	1.41E+01	9.32E+01	1.07E+02	2.82E+01	1.86E+02	2.15E+02
H: 医生操作位(铅衣外)	7.35E+01	4.05E+02	4.79E+02	1.47E+02	8.11E+02	9.58E+02
I: 护士操作位(铅衣+铅帘)	5.07E+00	3.36E+01	3.86E+01	1.01E+01	6.71E+01	7.73E+01
I: 护士操作位(铅衣外)	2.65E+01	1.46E+02	1.72E+02	5.29E+01	2.92E+02	3.45E+02
J: 楼上露台	2.64E-06	2.14E-05	2.40E-05	5.28E-06	4.27E-05	4.80E-05
K: 楼下 VIP 病房	4.14E-02	3.27E-01	3.68E-01	8.28E-02	6.54E-01	7.36E-01

由表 11-4 可知，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 $2.40 \times 10^{-5} \sim 3.68 \times 10^{-1} \mu\text{Gy/h}$ ；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 $4.80 \times 10^{-5} \sim 7.36 \times 10^{-1} \mu\text{Gy/h}$ ；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。

此处，上述评价是基于保守假设进行的。实际运行时，介入手术室(介入手术室外)

的辐射剂量率水平可以维持在正常本底水平。

(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 ——一年受照剂量；

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 1Sv/Gy ；

T ——人员居留因子；

t ——一年曝光时间， 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，每年最多进行 300 台手术，手术开机照射时间保守估计为透视 20min，摄影 20s，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	每次照射时间	年最大工作量	年开机时间
透视	20min	300 台手术	100h
摄影	20s		1.67h

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	透视状态		摄影状态		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	年工作时间	总有效剂量率 H_R	年工作时间				
位置	$\mu\text{Gy/h}$	h/a	$\mu\text{Gy/h}$	h/a	Sv/Gy	/	mSv/a	mSv/a
A: 污物通道防护门外	2.43E-03	100	4.87E-03	1.67	1	0.25	6.28E-05	0.25
B: 西墙外表面 30cm 处	5.28E-03	100	1.06E-02	1.67	1	0.25	1.37E-04	0.25
C: 西侧控制室	3.20E-03	100	6.40E-03	1.67	1	1.00	3.31E-04	0.25
D: 人员进出防护门外	1.75E-03	100	3.50E-03	1.67	1	0.25	4.52E-05	0.25

E: 南墙外表面 30cm 处	2.93E-03	100	5.85E-03	1.67	1	1	3.02E-04	0.25
F: 东墙外表面 30cm 处	3.64E-02	100	7.27E-02	1.67	1	/	/	/
G: 设备间（北墙 外表面 30cm 处）	4.68E-03	100	9.36E-03	1.67	1	1.00	4.84E-04	0.25
H: 医生操作位（铅 衣+铅帘）	1.07E+02	100	2.15E+02	1.67	1	1.00	1.11E+01	5
H: 医生操作位	4.79E+02	100	9.58E+02	1.67	1	1.00	4.95E+01	5
I: 护士操作位（铅 衣+铅帘）	3.86E+01	100	7.73E+01	1.67	1	1.00	3.99E+00	5
I: 护士操作位	1.72E+02	100	3.45E+02	1.67	1	1.00	1.78E+01	5
J: 楼上露台	2.40E-05	100	4.80E-05	1.67	1	0.25	6.20E-07	0.25
K: 楼下 VIP 病房	3.68E-01	100	7.36E-01	1.67	1	1.00	3.81E-02	0.25

注：关注点 F 东墙外表面 30cm 处为凌空，此处不计算 F 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 $3.31 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ；医生操作位（铅衣内）总年有效剂量为 11.1mSv，医生操作位（铅衣外）总年有效剂量为 49.5mSv，护士操作位（铅衣内）总年有效剂量为 3.99mSv，护士操作位（铅衣外）总年有效剂量为 17.8mSv。

职业人员年附加有效剂量按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中 6.2.4 规定计算，见下式：

$$E = \alpha H_u + \beta H_0$$

式中：

E ——有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特(mSv)；

α ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

H_u ——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特（mSv）；

β ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051，无屏蔽时，取 0.100；

H_0 ——铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特(mSv)。

根据上式计算，医生操作位总年有效剂量为 11.29mSv，本项目 DSA 设备拟配备 3 名医生轮流操作，则每名医生受到的年有效剂量为 3.76mSv；一名护士固定岗位，护士

操作位总年有效剂量为 4.06mSv。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）。

（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 $6.2 \times 10^{-7} \text{mSv} \sim 3.81 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，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 0.25mSv）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，消除有害气体对诊断室的影响，关键在于加强室内通风。本项目 DSA 机房设计有排风系统，能满足 DSA 机房通风换气需要。

（2）废水环境影响

分析项目 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通道转移至污洗室，然后就地打包、转移至医疗废物暂存间，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 处剂量率为 7.92mGy/min，受到摄影时的 X 射线照射，1m 处剂量率为 15.84mGy/min。即事故情况下，透视 7.58min、摄影 3.79min 后公众受到的剂量率将高于 0.25mSv/a 的公众年有效剂量约束值。

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方可开启；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》（2021年修订）第十六条规定：使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、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具有 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。

（一）组织管理

商洛市广济医院有限公司尚未开展过核技术利用项目，为了加强公司的辐射安全管理工作，建设单位按照上述要求成立了主要领导人为负责人的辐射安全与环境保护领导机构，负责公司日常辐射安全监管和协调工作，明确了领导机构相关成员。具体人员组成如下：

组 长：王志华

副组长：蔡廷凯

领导小组下设办公室，办公室主任：蔡廷凯

成 员：张玉顺 彭怀玉 任社民 余大慧 张丹莉 郭尧章 刘建平 陈富春
王蓓

一、领导小组职责：

- （一）全面负责医院放射诊疗、辐射安全和防护管理工作；
- （二）贯彻执行国家、省市放辐射安全和防护管理工作方针、政策；
- （三）指挥协调医院放辐射事故卫生应急准备和响应工作；
- （四）组织开展医院放辐射事故应急模拟演练；

二、办公室职责：

- （一）拟制和修订医院放辐射事故应急预案及相关工作规定；
- （二）对外与省市环保部门和卫生监督中心搞好协调联络，对内统筹协调相关处室、科室工作，负责对接上级监管部门的执法检查；
- （三）负责医院放射诊疗管理规章制度的建立，做好放射诊疗科室日常工作的监督管理；
- （四）负责放射诊疗工作场所和人员放射防护日常监督、检查和监测；

(五) 负责个人剂量计的发放、使用和管理, 建立放射工作人员个人剂量监测档案;

(六) 负责放射在岗人员、新入职人员、离职人员职业健康体检工作, 建立个人职业监护档案;

(七) 负责放射工作岗位人员定期培训工作, 监督、检查放射诊疗科室工作人员日常培训和日常制度落实;

(八) 负责对健康体检数据、个人剂量监测数据和放射工作场所监测数据的汇总分析工作;

(九) 发生放射性意外事件时向组长和副组长报告, 并采取相应的应急措施, 协助应急处理小组做好调查、处理工作。

(十) 负责完成编制辐射安全年度评估报告, 于每年 1 月 31 日前向省市环保部门提交上一年度书面评估报告;

(十一) 负责完成辐射安全和防护管理领导小组交办的其它工作。

(二) 工作职责

① 高度重视辐射安全防护工作, 建立和完善辐射安全防护制度。

② 配备辐射防护设备: 铅围裙、铅围脖、半身防护围裙、铅手套、铅眼镜。

③ 定期监测辐射防护效果和检定监测仪器设备, 确保监测正常运行。

④ 增强放射工作人员的辐射安全防护意识, 加强放射工作人员的责任心, 按时组织工作人员专业知识培训和基本技能训练, 积极参加省、市环保部门举办的辐射安全和防护专业知识培训。

⑤ 所有放射工作人员上岗均佩戴个人剂量计, 体检科每年组织对所有放射工作人员进行健康体检, 并安排专职人员对放射人员个人剂量监测档案进行保管和管理。

⑥ 制定《辐射事故应急预案》, 为有效应对可能发生的放射事故, 确保有序地组织开展事故救援工作, 最大限度地减少或消除事故和紧急情况造成的影响, 避免事故蔓延和扩大, 维护正常的医疗工作秩序。

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) 《放射诊断质量保证制度》
- (2) 《DSA 设备操作规程》
- (3) 《放射防护知识培训制度》
- (4) 《个人剂量监测管理制度》
- (5) 《放射工作场所防护检测管理制度》
- (6) 《放射防护档案管理制度》
- (7) 《设备维修保养检查制度》
- (8) 《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、核技术利用单位辐射安全管理标准化建设

根据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项目表》的通知（陕环办发[2018]29号）相关规定，对核技术利用单位辐射安全管理标准化建设提出要求，详见表 12-1、表 12-2 评价要求，建设单位应按照文件要求进行标准化建设。

表 12-1 陕西省核技术利用单位机构建设、人员管理内容

管理内容		管理要求
人员管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作。
		年初工作安排和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容。
		明确辐射安全管理部门和岗位的辐射安全职责。
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。
	辐射防护负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识。
		负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。
		建立健全辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责。
		建立辐射安全管理档案。
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有完善的巡查及整改记录。

直接从事放射工作的作业人员	岗前进行职业健康体检，结果无异常。
	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗。
	了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺。
	熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况时，能有效处理。
机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人。
制度建立与执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整。
	建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账。
	建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案。
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案。
	建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性。
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）。
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案。
	建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案。
应急管理	结合本单位实际，制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练。
	应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序。

表 12-2 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表

项目	具体要求
布局	每台 X 射线机（不含移动式 and 便携式床旁摄影机与车载 X 射线机）设置单独的介入手术室，介入手术室满足使用设备的空间要求。
	介入手术室内布局合理，有用线束避开照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物。
通风	介入手术室设置动力排风装置，并保持良好的通风。
标志及指示灯	介入手术室门外设置电离辐射标志，放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯。
防护性能	介入手术室墙壁符合屏蔽防护标准要求，门、窗合理设置，并与其所在墙壁具有相同的防护性能。

辐射安全与连锁	介入手术室门设置闭门装置,且工作状态指示灯与介入手术室门能有效联动。
监测设备及个人防护用品	X-γ剂量率监测仪、个人剂量计、铅手套、铅围裙、铅眼镜、铅衣、铅帽防护用品等。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修订），医院从事本项目辐射活动能力评价见下表 12-3。

表 12-3 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。	商洛市广济医院拟成立辐射安全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会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。	待本项目自主验收前，将按照相关规定和要求，并将相应制度张贴上墙。
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。	拟为每名放射工作人员配备个人剂量计，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。	待本项目建成运营前，将按照相关规定和要求完成。

根据上表可知，建设单位尚未开展过核技术利用项目。待建设单位全部落实上述各项要求后进行环保竣工自主验收，申领辐射安全许可证后，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

医院应组织所有放射工作人员参加辐射安全和防护知识培训，经考核合格后持证上

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

按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，项目单位应对辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。项目单位应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。内容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。另外，辐射工作人员上岗期间，必须正确佩戴个人剂量计，并对个人剂量计严格管理，不允许将个人剂量计相互传借，不允许将个人剂量计带出医院。

辐射工作人员上岗前，应进行岗前职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。从事辐射工作期间，辐射工作人员应定期进行职业健康检查，必要时可增加临时性检查。对不适宜继续从事辐射工作的，应脱离辐射工作岗位，并进行离岗前的职业健康检查。项目单位应建立和保存辐射工作人员的健康档案。

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”。

（2）监测方案

根据商洛市广济医院有限公司诊疗特点，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、机房地面下方(楼下)距楼下地面 1.7m、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、每月或每季度自检 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) 建设单位拟配备 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。

(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 1000 万元,其中环保投资 30 万元,占总投资的 3.33%,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	5.0
警示装置	辐射工作人员配备个人剂量计 9 个	0.3
	警示标牌和工作警示灯 1 套	2.2
个人防护用品及辅助防护设施	工作人员:铅橡胶帽子(选配)、铅橡胶防护衣、大领铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅橡胶手套;铅悬挂防护屏、床侧防护帘、移动铅防护屏风(选配)等	6.5
	患者:铅包裹式铅毯、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子(选配)等	3.5
通排风系统	通风系统 1 套	3.2
监测	射线装置工作场所监测费用、巡检仪 1 台	4.0
应急设备	应急和救助的物资准备	1.8
其他	辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训、职业健康体检	3.5
合计		30

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<0.25mSv	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 2.5 μ Sv/h。	GBZ130-2020
设备数量	1 台 DSA（II类射线装置），最大管电压 125kV，最大 管电流 1000mA	/
防护用品	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。 医护人员：配备铅橡胶帽子（选配，铅当量 \geq 0.25mmPb）、铅橡胶防护衣 3 套（铅当量 \geq 0.25mmPb），铅围裙 3 套（铅当量 \geq 0.5mmPb）、铅手套各 3 套（铅当量 \geq 0.025mmPb）、铅橡胶颈套 3 套（铅当量 \geq 0.5mmPb）、铅防护 眼镜 3 套（铅当量 \geq 0.25mmPb）； 铅悬挂防护屏、床侧防护帘各 1 套，移动铅防护屏（选配，铅当量 \geq 2mmPb） 成人患者：配备铅包裹式铅毯、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子（选配）1 套，铅 当量 \geq 0.25mmPb； 儿童患者：配备铅包裹式铅毯、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子（选配）1 套，铅 当量 \geq 0.5mmPb	
监测设备	1 台巡检仪	
辐射安全 防护措施	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。 ②制度上墙（操作规程、人员岗位职责、应急程序等）。 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。 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。 ⑤设备上自带急停开关；控制室与机房设对讲装置。 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。 ⑦防护用品与辅助防护设施齐全。	

	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。 ⑨穿墙管线不得影响屏蔽防护效果。
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。

评价要求：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。

8、辐射事故应急

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和防护条例》（国务院令 第709号）第四十一条的规定：“使用射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备”。

商洛市广济医院有限公司应结合实际情况和本报告表的事故工况分析，建立《辐射事故应急预案》，成立辐射事故应急处置管理机构，做好应对辐射事故的充足准备，一旦发生事故及时启动应急预案，使事故能得到及时有效的处理。

预案应包括以下内容：

（1）辐射事故应急处理机构与职责

- ①单位成立辐射事故应急处理领导机构，组织开展风险事件的应急处理救援工作。
- ②应急处理领导小组职责
 - a、定期对人员进行辐射防护情况自查和监测，发现事故隐患及时督导整改；
 - b、发生人员超剂量照射事故，应启动辐射事故应急预案；
 - c、事故发生后，立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；
 - d、负责向环保及卫生行政部门及时报告事故情况；
 - e、负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；
 - f、人员受照时，要通过个人剂量计或其他方法，迅速估算受照人员的受照剂量；
 - g、负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

（2）辐射事故应急救援应遵循的原则

- ①迅速报告原则；
- ②科学施救，控制危险源，防止事故扩大化原则；
- ③保护现场，收集证据原则。

（3）辐射事故应急处理程序

- 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，并及时上报辐射事

故应急处理领导小组。

②应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案。

③事故处理必须在应急处理领导小组的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行。

④各种事故处理后，必须组织相关人员进行讨论，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的发生。总之，为减少事故的发生，必须加强辐射安全管理，提高职业工作人员安全和技术水平，严格按照操作规程作业，认真落实应急预案，提高单位应急能力，加强设备检查和维修，减少故障发生，从而确保系统安全。

表 13 结论与建议

结论

1、新增医用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、本项目位于商洛市商州区北新街西段 155 号医院 4F 东北角，2021 年 7 月 20 日，西安查德威克辐射技术有限公司对商洛市广济医院有限公司 DSA 机房拟建地及周边环境进行了 γ 辐射剂量率监测，监测结果表明，项目地的 γ 辐射剂量率处于辐射环境本底涨落范围内，属于正常环境水平。

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 0.25mSv/a 的公众人员剂量管理限值。

4、建设单位应按照相关要求建立辐射环境管理机构，配置辐射环境专职管理人员，制定相应的管理制度，保证辐射工作人员持证上岗，并组织复训；建立辐射工作人员健康档案、个人剂量监测档案、辐射环境监测档案等，及时办理《辐射安全许可证》在许可范围内从事辐射活动。在运行过程中，建设单位还应提高辐射安全管理能力，杜绝辐射事故的发生。

综上所述，商洛市广济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环境保护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