

表 1 项目基本情况

建设项目名称		通用环球西安西航医院新增 DSA 核技术利用项目				
建设单位		通用环球西安西航医院				
法人代表	王红军	联系人	张红强	电话	18710621682	
注册地址		陕西省西安市未央区徐家湾育新路				
项目建设地点		通用环球西安西航医院住院综合楼 3 层				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		1000	环保投资 (万元)	28	投资比例 2.8%	
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)	56
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	/					
<p>项目概述</p> <p>1、建设单位简介及项目由来</p> <p>通用环球西安西航医院位于陕西省西安市未央区徐家湾育新路，是经西安市卫生健康委员会批准设立的一家具有预防保健科(体检项目)、全科医疗科、内科、变态反应专业(门诊)、老年病专业、外科、妇产科、儿科、眼科、耳鼻咽喉科、口腔科/皮肤科、传染科、肿瘤科、急诊医学科、职业病科、麻醉科、医学检验科、病理科、医学影像科、X线诊断专业、CT 诊断专业、磁共振成像诊断专业、超声诊断专业、心电诊断专业、中医科等诊疗科目的综合医院。</p> <p>为满足周边地区人民群众对医疗卫生保健的需求，更好的提高医疗卫生服务质量，通用环球西安西航医院拟在住院综合楼 3 层新增 1 台 DSA 开展介入治疗手术。根据《射线装置分类》，DSA 属于 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》</p>						

(2021年版)，本项目属于“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目”中“……使用Ⅱ类射线装置的……”项目，应编制环境影响报告表。

为此，通用环球西航医院（西安）有限公司于2022年10月委托我公司进行环境影响评价。接受委托后，我公司随即组织技术人员开展资料收集、现场踏勘、数据核算等工作，根据国家、陕西省有关环保法规和《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）的要求，编制完成了《通用环球西航医院新增 DSA 核技术利用项目环境影响报告表》。

2、实践正当性评价

通用环球西航医院新增 DSA 核技术利用项目可以更好满足患者多层次、高质量的就诊需求，有助于提高医院的医学诊疗水平，保障公众的身体健康。项目在采取相应的防护屏蔽措施、管理措施后，对周边环境辐射影响较小，项目建设所带来的个人和社会利益远大于可能引起的辐射危害，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”要求。

3、相关政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019年）》（2021年修改），项目属于“鼓励类”中“十三、医药—5、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备……”，符合国家产业政策。

4、建设内容与规模

(1) 项目概况

公司拟在住院综合楼3层建设1间 DSA 手术室及其配套控制室，新增1台 DSA 进行介入治疗。DSA 设备参数见表 1-1。

表 1-1 设备参数一览表

序号	设备名称	类别	数量	型号	具体参数	用途	工作场所
1	DSA	Ⅱ类	1台	Artis One	最大管电压 150kV 最大管电流 1000mA	介入手术	住院综合楼三层 DSA 手术室

(2) 劳动定员与工作负荷

DSA 手术室拟新增 8 名放射工作人员，包括 4 名医生、2 名护士、2 名操作人员。项目运行期预计每周进行 8 台手术，每年 50 周，每年最多进行 400 台手术。

5、项目选址及周边关系

(1) 地理位置

通用环球西航医院位于陕西省西安市未央区徐家湾育新路，地理坐标为经度 108.955007°，纬度 34.353136°。地理位置见图 1-1。



图 1-1 地理位置图

(2) 医院周边环境关系

通用环球西航医院东侧隔育新路为西航中心小区，东南侧隔育新路为西航中心小区，南侧隔正则路依次为西航建筑工程有限公司、西航二中，西南侧隔正则路为开元公园，西侧为碧桂园·嘉誉小区，北侧依次为西航三校小区、西航三校。医院周边关系见图 1-2。

(3) 医院总平面布置图及拟建项目周边环境关系

① 医院总平面布置图及拟建住院综合楼周边环境关系

根据医院提供的资料及现场调查，本项目 DSA 手术室位于通用环球西安西航医院内西侧拟建住院综合楼 3 层，拟建住院综合楼东侧为门诊综合楼，东南侧为总务楼，南侧为院内道路，西侧及北侧为妇儿科，东北侧为依次为车库、感染性疾病科。详见图 1-3。



图 1-2 医院周边环境关系图

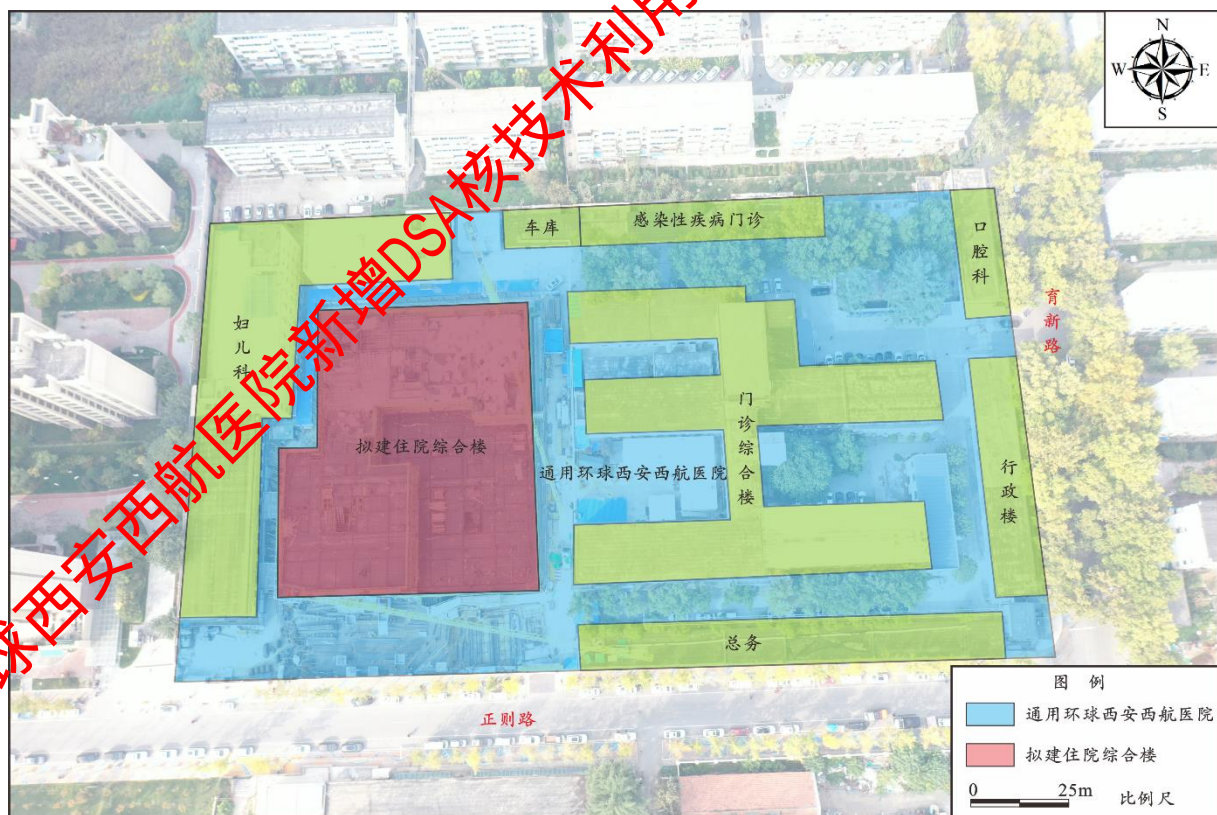


图 1-3 医院总平面布置图及拟建住院综合楼周边环境关系

② DSA 手术室周边环境关系

根据医院提供的资料及现场调查，本项目拟建 DSA 手术室东侧为洁净走廊，西侧为设备机房、药品库、污物走廊，南侧为洁净走廊，北侧为其他手术室、DSA 控制室，拟在机房北墙上设置铅玻璃观察窗和工作人员进出防护门，拟在机房东墙上设置病人进出防护门，拟在机房西墙上设置污物进出防护门。详见图 1-4。

DSA 手术室楼下（2 层）为检验科、卫生间和体液收集处，详见图 1-5。

DSA 手术室楼上（4 层）为医护走廊、值班室、清洁间、库房、缓冲间和谈话间，详见图 1-6。

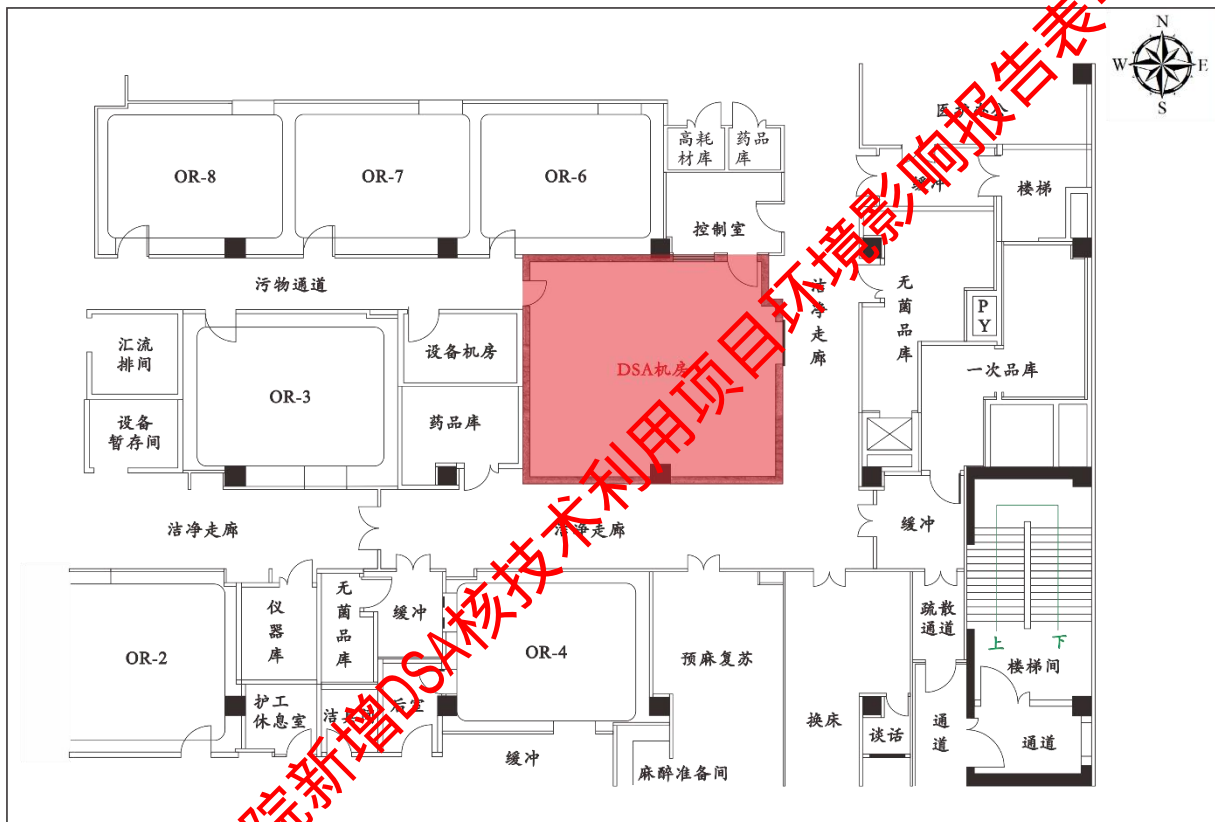


图 1-4 住院综合楼三层总平面布置图（局部）

通用环球西安西航医院新增DSA核技术应用项目环境影响评价报告表-报批前公示稿

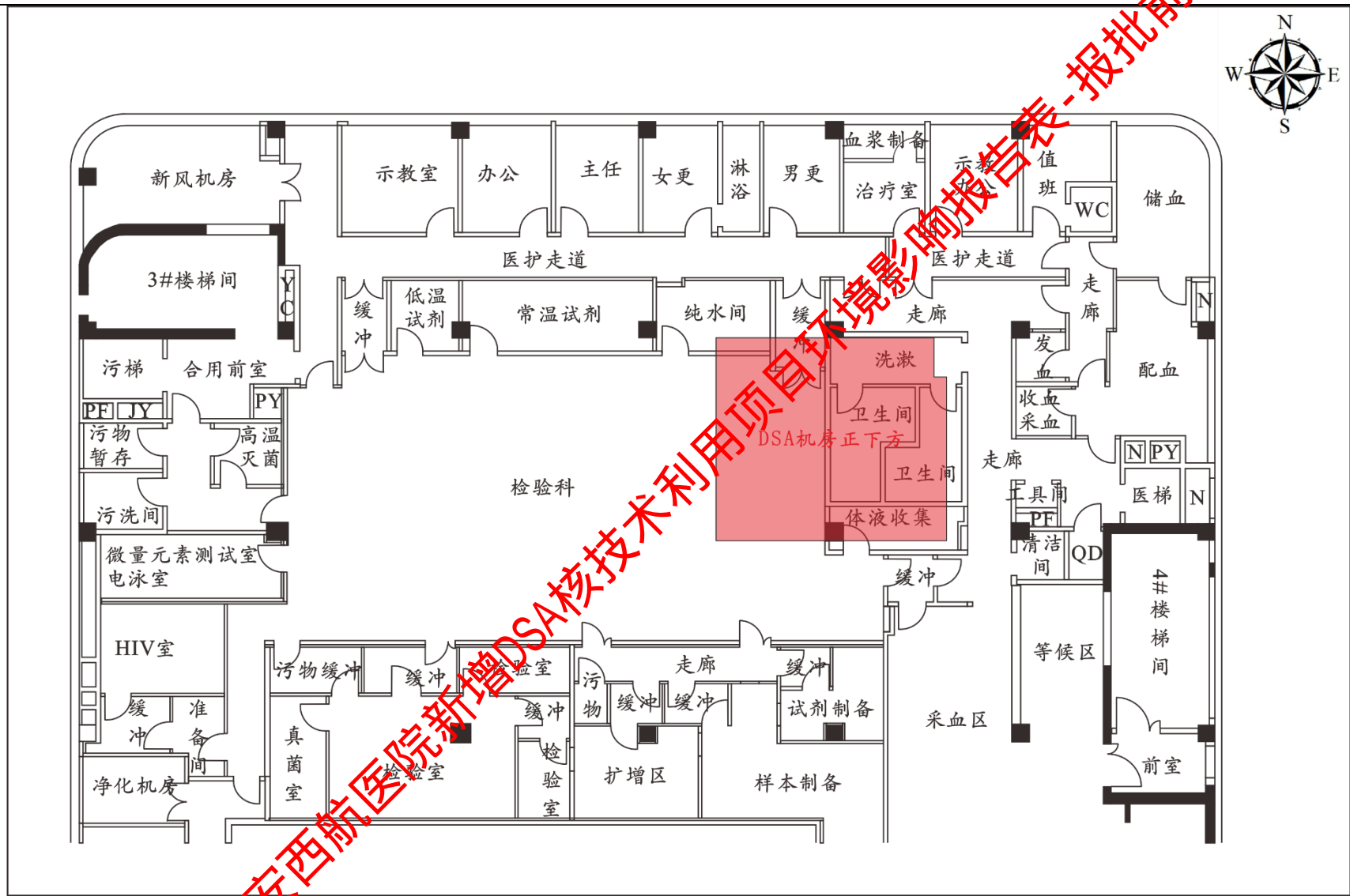


图 1-5 住院综合楼二层平面布置图 (局部)

通用环球西安西航医院新增DSA核技术应用项目环境影响报告表-报批前公示稿

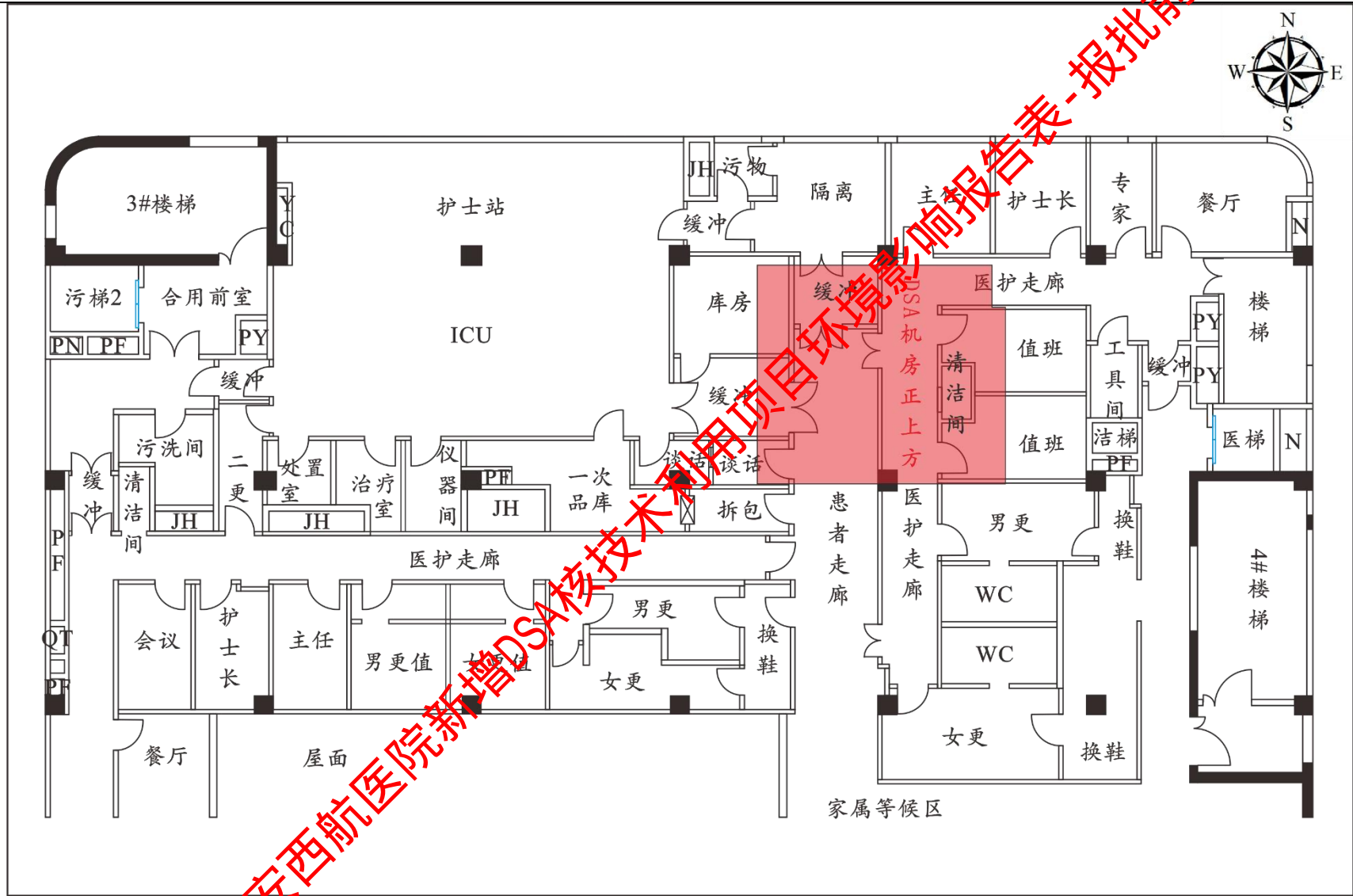


图 1-6 住院综合楼四层平面布置图 (局部)

6、原有核技术利用项目情况

(1) 环保手续履行情况

通用环球西安西航医院现有 7 台医用 III 类射线装置，均已在建设项目环境影响登记表备案系统（陕西省）完成备案登记。

(2) 辐射安全许可证办理情况

通用环球西安西航医院于 2020 年 1 月 7 日更换了辐射安全许可证，许可证编号为陕环辐证（00156）（见附件），有效期至 2025 年 1 月 6 日。许可种类和范围为：使用医用 III 类射线装置。辐射安全许可证台账明细见表 1-2 所示。

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所
1	X 射线机（牙片）	YOU KL27-0.8-70	III 类	口腔（牙科）X 射线装置	影像科
2	飞利浦双排 CT	MX4000	III 类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	影像科
3	GE DR 数字化 X 线摄影系统	VD150L-30E	III 类	医用诊断 X 射线装置	影像科
4	X 线数字胃肠机	AXGPSM80	III 类	医用诊断 X 射线装置	影像科
5	岛津 X 拍片机（DR）	日本岛津	III 类	医用诊断 X 射线装置	影像科
6	东软 32 排螺旋 CT	NeuViz 64 In	III 类	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置	影像科
7	小 C 型臂	BV Vertra	III 类	医用诊断 X 射线装置	影像科

(3) 辐射安全管理现状

医院严格遵守《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》及《陕西省放射性污染防治条例》等相关法律法规要求，配合各级生态环境主管部门监督和引导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

① 辐射防护管理机构设置情况

通用环球西安西航医院已成立了以法人王红军为组长的放射防护安全管理领导小组，放射防护安全管理领导小组办公室设在安管办。具体职责见表 12 辐射安全管理部分。

② 规章制度建设及落实情况

医院根据《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防护条例》、《陕西省放射性污染防治条例》、《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》，已制定了较为完善的辐射安全管理规章制度，具体如下：《影像科设备管理制》、《影像科设备维修保养制度》、《影像科与临床紧急呼叫与救援的机

制与流程》、《影像科的辐射防护制度》、《放射线防护工作制度及安全操作规程》、《放射线防护工作制度及安全操作规程》、《影像科辐射工作人员培训制度》、《患者及陪人射线防护管理规定》等。

③ 工作人员培训情况辐射安全管理现状

单位制定有辐射工作人员培训制度，目前医院从事辐射相关工作人员 9 人，均参加了辐射安全和防护培训，通过了考核并取得了培训证书。

④ 职业健康检查情况

医院对从事放射性工作的职业人员进行了职业性健康体检，建立了职业健康体检档案并存档。根据医院提供的 2021 年度放射工作人员职业健康体检报告，参与体检的放射工作人员共 9 人，检查结果均正常，适宜从事辐射工作。

⑤ 个人剂量检测情况

医院为从事放射工作人员均配备了个人剂量计，并委托陕西现代职业卫生研究有限公司进行了个人剂量检测，并建立了个人剂量档案并存档。根据 2021 年 8 月~2022 年 8 月 4 个季度的个人剂量检测报告，医院放射工作人员连续四个季度的累积剂量最大值为 0.35mSv，满足不大于 5mSv 的剂量约束。

⑥ 工作场所及辐射环境监测情况

医院制定了辐射环境监测方案，委托有资质的单位对现有设备的辐射工作场所每年进行 1 次定期监测。

根据西安志诚辐射环境检测有限公司出具的《通用环球西安西航医院医用射线装置工作场所放射防护监测报告》（XAZC-JC-2022-0428），医院各设备工作场所的各监测点位均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关要求。

建设单位已按时向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。

⑦ 应急管理情况

医院依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与装置安全和防护条例》等法律法规的要求，制定了放射事故应急预案，以保证本单位一旦发生核技术利用项目辐射意外事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处置放射事故，保护工作人员、公众的健康与环境安全，同时在预案中进一步明确规定本单位有关意外放射事件处理的组织机构及其职责、事故报告、信息发布和应急处理程序等内容。

⑧ 放射性“三废”处理情况

医院目前无放射性“三废”产生。

综上，通用环球西安西航医院核技术利用项目环保手续完备，管理良好。

7、评价目的

(1) 通过对区域辐射环境水平的监测，了解项目所在区域辐射环境背景情况。

(2) 通过对新增射线装置产生的辐射环境影响进行预测、分析，确定其对环境的影响程度与影响范围，分析辐射防护措施的效果，提出减少辐射影响的防护措施。

(3) 对项目运行过程中对周围环境可能产生的不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

(4) 满足国家和地方生态环境主管部门对该项目环境管理规定的要求，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

通用环球西安西航医院新增DSA核技术利用项目环境影响报告表 报批前公示稿

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	贮存方式及地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：密封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	贮存方式及地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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、分析仪等用途

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	DSA	II类	1台	Artis One	150	1000	诊断、介入治疗	DSA 手术室	新购
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) 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 (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，固态为 mg/kg，气态单位为 mg/kg；
年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，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》（修订），2015年1月1日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正），2018年10月29日；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（修订），国务院令第682号，2017年10月1日；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部令第16号，2021年1月1日；</p> <p>(6) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改），国家发展和改革委员会令2021年第49号令，2021年12月30日；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（修订），国务院令第709号，2019年3月2日；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修订），生态环境部令第20号，2021年1月14日；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第18号，2011年5月1日；</p> <p>(10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部、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；</p> <p>(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》，生态环境部公告2019年第57号，2019年12月23日；</p> <p>(12) 《陕西省放射性污染防治条例》（2019年修正），2019年11月6日；</p> <p>(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，2018年6月6日。</p>
------------------	--

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>(3) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(5) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(6) 《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）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的防护设计资料；</p> <p>(3) 设备厂家提供的产品资料；</p> <p>(4) 《通用环球西安西航医院新增 DSA 核技术利用项目辐射环境现状监测报告》（报告编号：XAZC-JC-2022-0441），西安志诚辐射环境检测有限公司，2022 年 11 月 2 日；</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围					
<p>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), 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 的区域。根据上述要求, 本项目评价范围取 DSA 手术室外 50m 区域, 评价范围示意图详见图 7-1。</p>					
保护目标					
<p>项目环境保护目标主要为本项目放射工作人员、评价范围内的其他医护人员、患者及流动人员。项目环境保护目标见表 7-1。</p>					
表 7-1 项目环境保护目标一览表					
环境保护目标	相对位置	距手术室最近距离	居留人数	年剂量约束值	
职业人员	手术医护人员	DSA 手术室内	/	6 人	5mSv
	控制室操作人员	北侧控制室	0.3m	2 人	
公众	住院综合楼 DSA 手术室周边其他医患人员等	北侧: 药品库、耗材库、OR-6~OR-8 手术室、洁净走廊、医护办公室等	0.3m	约 10 人	0.1mSv
		东侧: 洁净走廊、无菌品库、一次品库、楼梯等	0.3m	流动人员	
		南侧: 楼梯、护士站及谈话间、麻醉间、洁净走廊、OR-4 手术室、OR-1 和 OR-2 手术室、无菌品库、洁具间、后室、仪器库、护工休息室、示教室、库房、医生/更值室、主任/医生/护士长办公室、污洗间、洗衣房、处置间、治疗间、抢救室、换药前室、换药室、电梯/楼梯、标准病区等	0.3m	约 40 人	
		西侧: 设备机房、药品库、OR-3 手术室、汇流排间、设备暂存间、无菌品库、污物暂存间、洁净走廊、电梯/楼梯、污洗间等	0.3m	流动人员	
	DSA 手术室楼上医患人员等	医护走廊、值班室、库房、谈话间	1m	约 4 人	
	DSA 手术室楼下医患人员等	检验科、纯水间、卫生间/洗漱间、体液收集室	2m	流动人员	
	住院综合楼 周边其他人员	北侧: 车库、感染性疾病门诊楼、西航三校小区	21m	约 10 人	
		东侧: 门诊综合楼	17m	约 30 人	
		南侧: 院内道路	46m	流动人员	
		西侧: 妇儿科	31m	约 35 人	
医院院内道路、停车位		/	流动人员		
<p>注: 参照关注点设定的方法, 表中手术室周边各场所居留人员的最近距离按 0.3m 计, 楼上居留人员距离以顶棚上方 1m 计, 楼下居留人员距离以楼板上 1.7m 计, 2F 层高中为 3.7m。</p>					



图 7-1 项目评价范围示意图

评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关内容

4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制

4.3.2.1 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和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 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) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不作任何追溯性平均)，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

实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，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。

考虑到医院的远期发展，为其他辐射设施和实践活动留有余地，本次评价对职业照射和公众照射的年剂量管理约束值设定为：职业人员取 5mSv，公众取 0.1mSv。

6.4 辐射工作场所的分区

应将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。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

二、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关内容

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

5.1 X 射线设备防护性能的技术要求：

5.1.1 X 射线设备出线口上应安装限束系统（如限束器、光阑等）。

5.1.2 X 射线管组件上应有清晰的焦点位置标志。

5.1.3 X 射线管组件上应标明固有滤过，所有附加滤过片均应标明其材料和厚度。

5.2 透视用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.2.1 C 形臂 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 20cm，其他透视用 X 射线设备的最小焦皮距应不小于 30cm。

5.2.2 透视曝光开关应为常断式开关，并配有透视计时及限时报警装置。

5.2.3 用于介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）的 X 射线透视设备防护性能专用要求见 5.8。

5.4 CT 设备防护性能的专用要求

5.4.2 对于任何一种 CT 扫描程序，都应在操作者控制台上显示剂量信息。

5.4.3 应设置急停按钮，以便在 CT 扫描过程中发生意外时可以及时停止出束。

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 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)
单管头 X 射线设备（含 C 形臂、乳腺 CBCT）	20	3.5

注：单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。

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小于表 7-3 规定。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 (mmPb)	非有用线束方向铅当量 (mmPb)
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

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 μ 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 μ 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。

6.4.10 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 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		受检者	
	个人防护设施	辅助防护设施	个人防护设施	辅助防护设施
介入放射性操作	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：“—”表示不做要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理位置和场所位置

通用环球西安西航医院位于陕西省西安市未央区徐家湾育新路，地理位置见图 1-1，医院总平面布置见图 1-2。本项目位于医院住院综合楼 3 层，详见图 1-4。

2、环境质量现状

本次委托西安志诚辐射环境检测有限公司对拟建场所辐射环境现状进行了监测。

(1) 监测因子

X、 γ 辐射剂量率。

(2) 监测点位

拟建住院综合楼场址四周及周围人员活动区域（通用环球西安西航医院内门诊综合楼、车库、感染性疾病门诊、妇儿科楼、总务楼和院外西航三校小区）。

(3) 监测时间及环境条件

表 8-1 监测时间及环境条件

日期	时间	天气	温度	湿度
2022 年 11 月 2 日	11:00~12:00	多云	19.7°C	55.4%

(4) 监测仪器

本次现状监测使用仪器见表 8-2。

表 8-2 监测仪器信息一览表

监测仪器	X、 γ 剂量率仪
型号规格	HY1001
仪器编号	XAZC-YQ-042
测量范围	10nGy/h~400 μ Gy/h
检定单位	中国辐射防护研究院放射性计量站
检定证书编号	检字第[2022]-LA018
有效日期	2022.6.9~2023.6.8

(5) 质量保证措施

① 结合现场实际情况及监测点位的可到达性，在项目拟建场地周边环境布设监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性；

② 严格按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《环境监测用 X、 γ 辐射监测仪 第一部分 剂量率仪型》（EJ/T984-1995）进行监测；

③ 监测仪器每年定期经有资质的计量部门检定、校准合格后方可使用；

④ 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

⑤ 监测人员持证上岗；

⑥ 监测报告经三级审核，保证监测数据的准确。

(6) 监测结果及评价

监测点位图见图 8-1，监测结果见表 8-3。

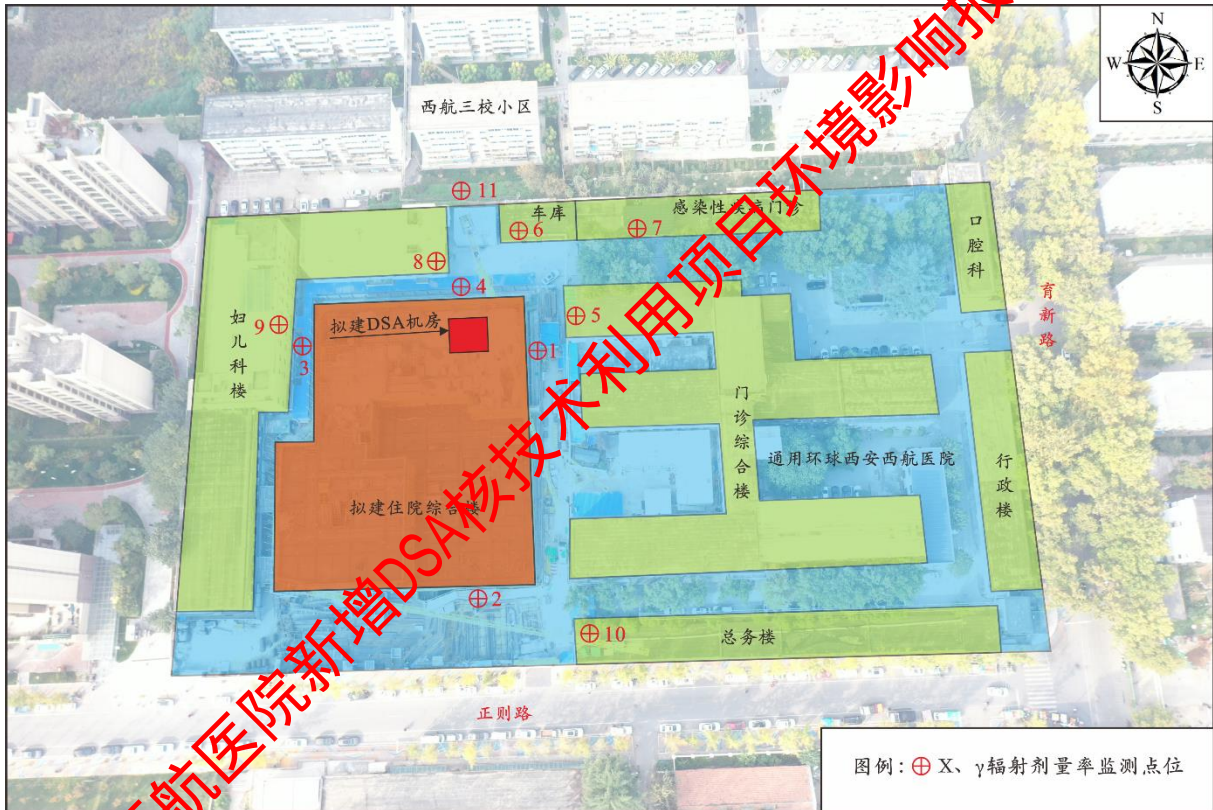


图 8-1 拟建住院综合楼场址四周及周围人员活动区域监测点位示意图

表 8-3 拟建住院综合楼场址四周及周围人员活动区域 X、γ 辐射剂量率监测结果

监测点位	监测点位描述		X、γ 辐射剂量率/μGy/h
1	拟建住院综合楼场址东侧		0.098
2	拟建住院综合楼场址南侧		0.099
3	拟建住院综合楼场址西侧		0.098
4	拟建住院综合楼场址北侧		0.098
5	通用环球西安西航医院内	门诊综合楼	0.105
6		车库	0.104
7		感染性疾病门诊	0.103
8		妇儿科楼（北侧）	0.113
9		妇儿科楼（西侧）	0.112
10		总务楼	0.106
11	院外西航三校小区		0.104

备注：监测结果已扣除仪器对宇宙射线响应值 0.022（μGy/h）。

由表 8-3 可知，拟建住院综合楼场址四周的 X、γ 辐射剂量率测量值范围为（0.098～0.099）μGy/h，即（98～99）nGy/h；通用环球西安西航医院内门诊综合楼、车库、感染性疾病门诊、妇儿科楼和总务楼等监测点位的 X、γ 辐射剂量率测量值范围为（0.103～0.113）μGy/h，即（103～113）nGy/h；院外西航三校小区的 X、γ 辐射剂量率测量值为 0.104μGy/h，即 104nGy/h。

对照《中国环境天然放射性水平》（2015 年 7 月）中“西安市室内 γ 辐射剂量率范围为（79.0～130.0）nGy/h，道路 γ 辐射剂量率范围为（52.0～121.0）nGy/h”。经比较，本项目辐射环境现状监测结果属于天然辐射环境本底波动水平。

表 9 项目工程分析及源项

工程设备和工艺分析

1、设备组成及工作原理

DSA (Digital Substraction Angiography, 数字减影血管造影设备) 又称大 C 臂机, 通常由 X 射线发生系统、影像接收器和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统等构成。

DSA 设备是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物, 其成像基本原理为: 将 X 射线机对准人体的某一部位, 并将 X 射线造影剂注入人体的血管内, 如果在注入造影剂前后分别摄取这一部位的 X 射线图像, 再将两幅图像相减, 即可消除图像中相同的部分, 而突出注入造影剂的血管部分。DSA 得到的图像较以往常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观, 对比度分辨率高, 减去了血管以外的背景, 与骨骼重叠的血管也能清楚显示, 对后续的手术操作更安全。

介入治疗是在 DSA 的引导下, 通过置入体内的各种导管 (约 1.5~2mm 粗) 的体外操作和独特的处理方法, 对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点, 目前, 基于数字血管造影系统指导的介入治疗已能将导管或其他器械, 介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构 (消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等), 以及某些特定部位, 对许多疾病实施高限制性治疗。

本项目 DSA 外观见图 9-1。



图 9-1 DSA 外观图

2、工作流程及产污环节

数字减影血管造影设备（DSA）在进行曝光时可分为摄影和透视两种情况。

① 摄影：采用隔室操作方式，操作人员在控制室开启 DSA 曝光拍摄造影部位图像，医护人员通过铅玻璃窗观察，用对讲系统与患者进行交流。医师根据拍摄的图像确认患者病变的范围、程度，制定治疗方案。

② 透视：进行介入手术治疗时，医护人员需进行近台同室操作，具体方法是介入手术医师穿戴个人防护用品，在导管床旁避开主射束方向，根据需求踩动地面的脚踏开关启动 DSA 进行连续脉冲透视，通过悬挂显示屏上的连续画面完成介入操作。每台手术透视的次数及时间因患者的部位、手术的复杂程度而不同。介入手术结束后关机，患者离开手术室。

DSA 操作流程及产污环节见图 9-2。

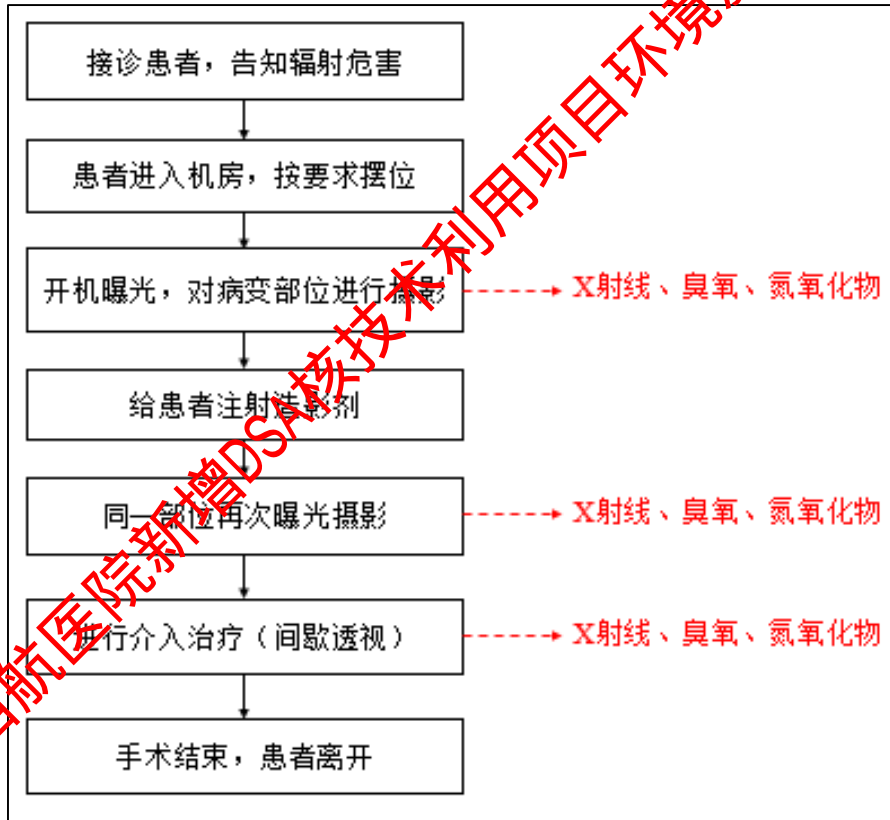


图 9-2 DSA 操作流程及产污环节示意图

3、人流、物流路径规划

项目 DSA 手术室设有医生防护门、患者防护门和污物门，运行期医护人员、患者和污物从各自的防护门进入或离开手术室，各人流、物流不交叉，路径规划较为合理，路径规划图见图 9-3。

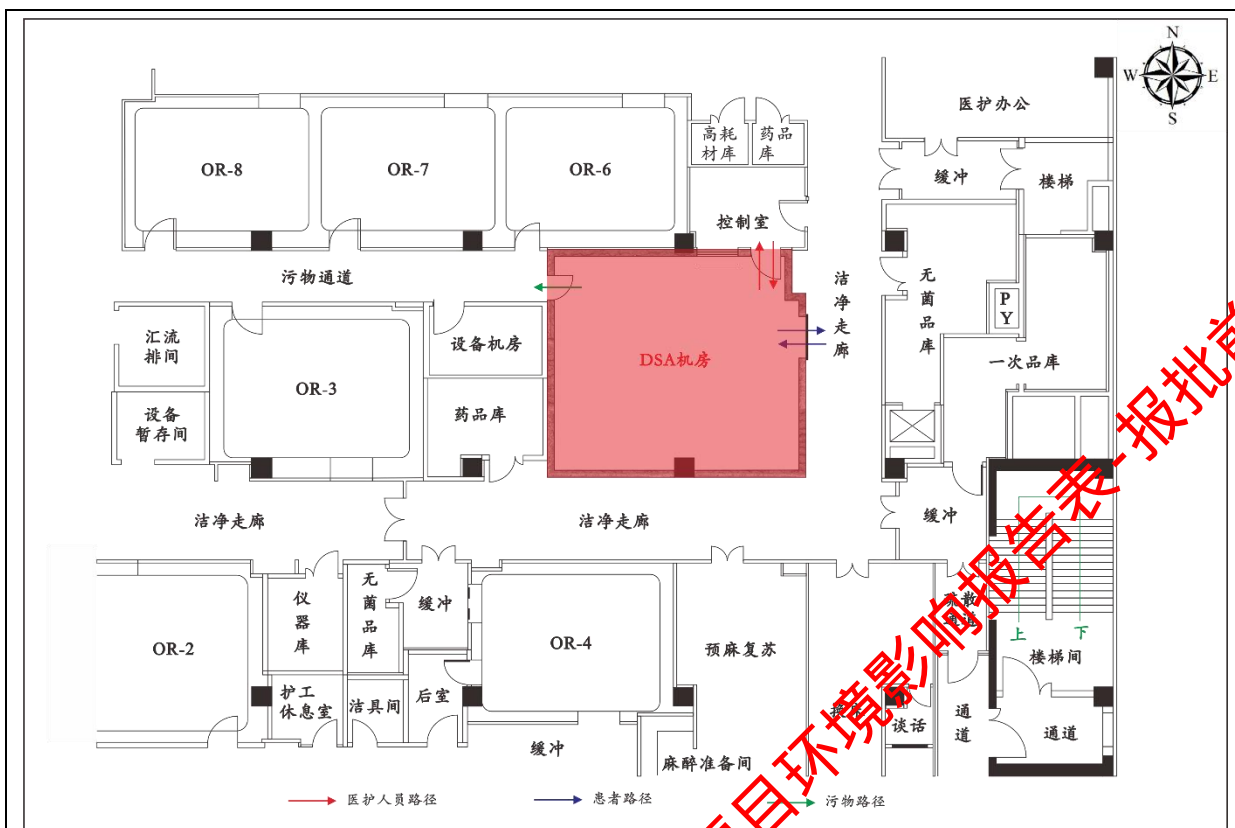


图 9-3 DSA 手术室路径规划图

污染源项描述

1、正常工况下污染途径

- (1) DSA 开机时发出物 X 射线对手术室周边的职业工作人员及公众产生外照射影响；在介入手术过程中，对手术室内的医护人员造成较高剂量的外照射。
- (2) 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。
- (3) 项目采用先进的数字显影技术，不产生废胶片。介入手术时产生废医用器具、废药棉、纱布、手套等医疗废物，采用专用容器集中收集后就地打包，经污物通道转运至医院医疗废物暂存间。

2、事故工况下污染途径

运行过程中可能发生的辐射安全事故如下：

- (1) DSA 曝光控制系统或电气系统故障，使医护人员或患者受到超剂量照射。
- (2) 人员未撤离手术室时 DSA 开始曝光，对其造成额外误照射。
- (3) 防护门或安全警示装置发生故障，人员误入正在运行的手术室造成额外照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、辐射工作场所分区及布局合理性分析

(1) 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），辐射工作场所应分为控制区及监督区，将需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。

本项目工作场所分区如下：将 DSA 手术室划分为控制区，相邻的区域及楼上、楼下正对位置划分为监督区，分区见图 10-1、图 10-2。

建设单位应在控制区入口处设置电离辐射警告标志以及控制区标识，警告无关人员禁止入内；采用地面警戒线等方式划分出监督区，并在适当地点设置监督区标识，曝光时无关人员应尽量远离监督区。

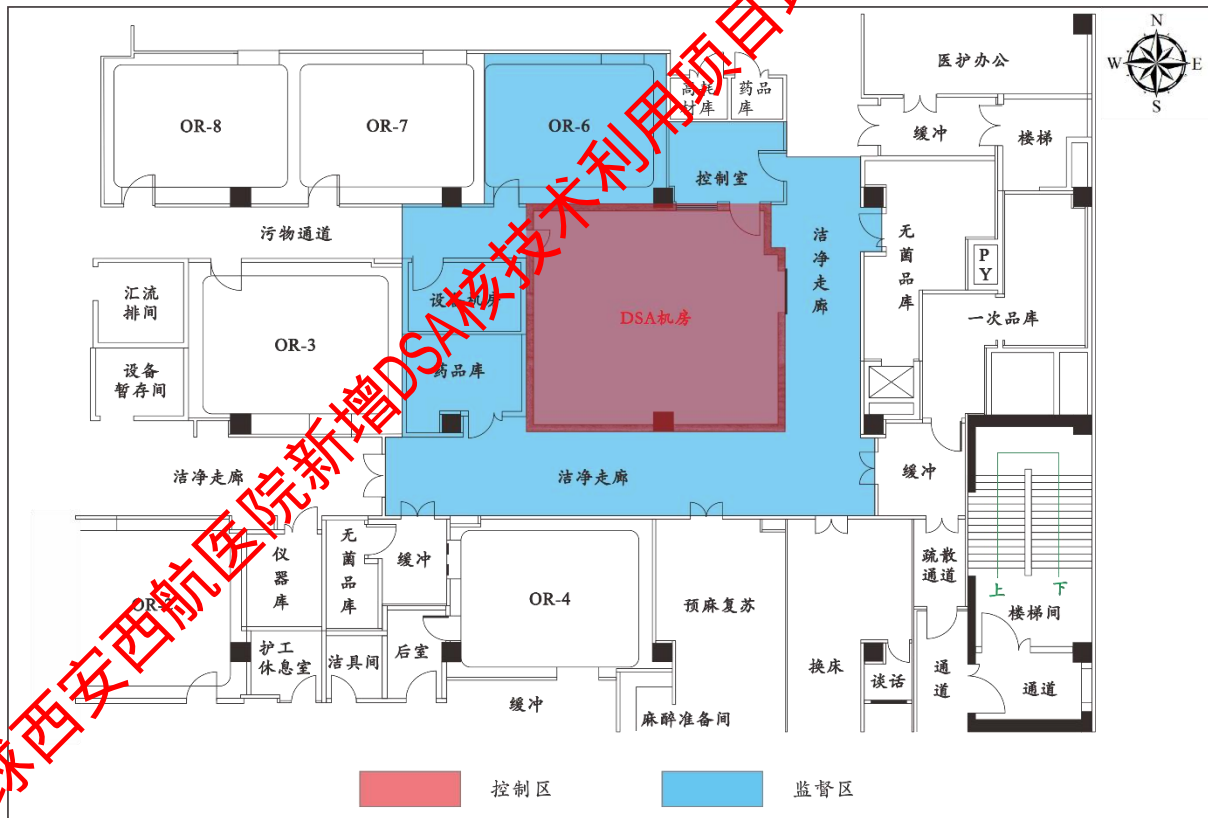


图 10-1 工作场所分区示意图 1

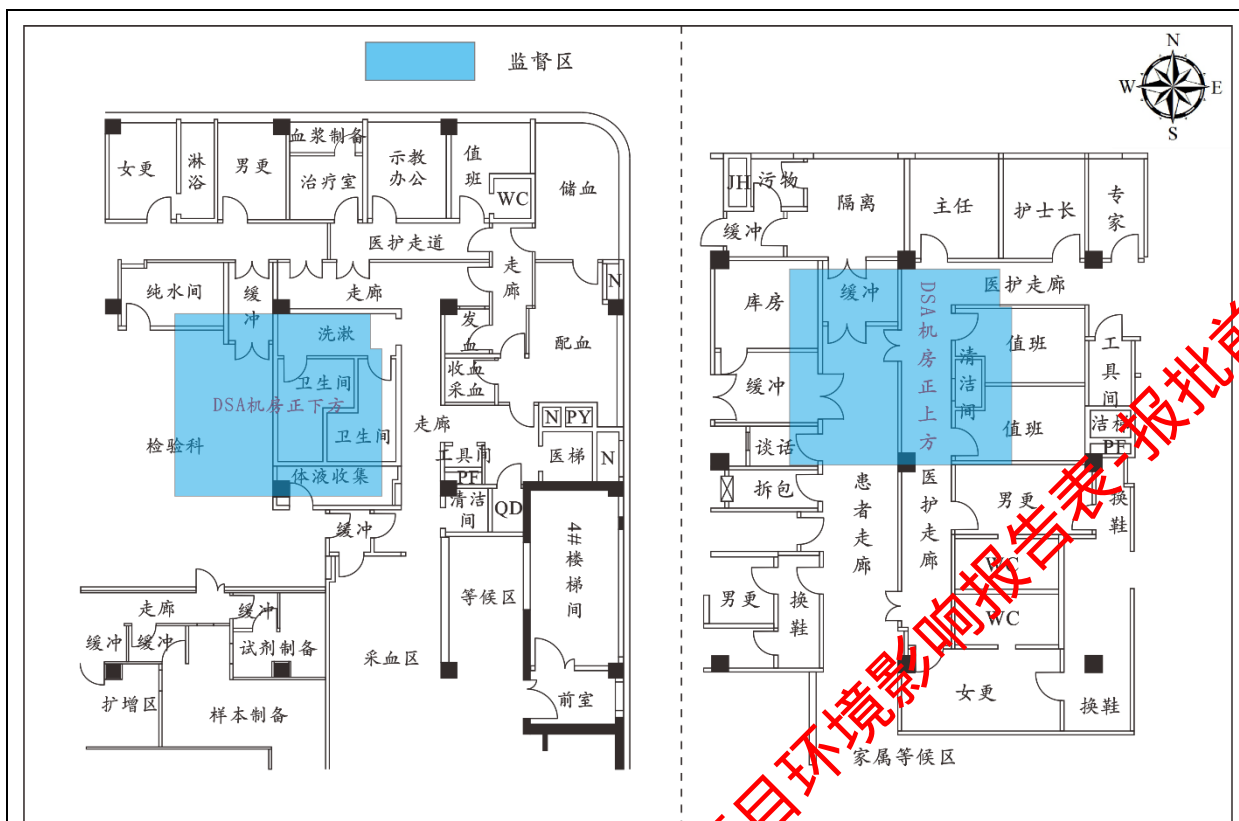


图 10-2 工作场所分区示意图 2

(2) 布局合理性分析

本项目 DSA 手术室为单独固定场所，DSA 拟安装于手术室中心，使用时 X 射线一般由下往上照射，可以避开手术室门、窗及管线口位置。手术室北侧为控制室及医生防护门，东侧为洁净走廊及患者防护门，西侧设有清洁走廊和污物门，手术时医生、患者和污物沿各自的路径进入或离开，路径规划较合理。综上，手术室布局较为合理。

2、辐射屏蔽设计

根据建设单位提供资料，DSA 手术室辐射屏蔽设计见表 10-1、图 10-3、10-4。

表 10-1 DSA 手术室屏蔽防护参数一览表

位置	具体设计	铅当量
手术室尺寸	净尺寸：长 8.2m，宽 6.8m，吊顶高 2.9m，顶棚高 4.2m	/
四周墙体	24cm 实心红砖墙+1mmPb 防护涂料	3.0mmPb
顶棚	12cm 混凝土楼板+防护涂料 2mmPb	3.3mmPb
地坪	12cm 混凝土楼板+防护涂料 2mmPb	3.3mmPb
医护防护门	手动平开门，尺寸 1.1m×2.1m，内衬 3mmPb 铅板	3.0mmPb
患者防护门	脚踏电动推拉门，尺寸 1.5m×2.1m，内衬 3mmPb 铅板	3.0mmPb
污物防护门	手动平开门，尺寸 0.9m×2.1m，内衬 3mmPb 铅板	3.0mmPb
观察窗	铅玻璃，尺寸 1.5m×1.2m，3mm Pb	3.0mmPb

注：参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 表 C.4，150kV 工作电压下（有用线束），106mm 混凝土铅当量为 1mmPb，因此屋顶和地面的铅当量保守折算为 3.3mmPb。

手术室的屏蔽设计与《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的符合性对照表见表 10-2，由表可知，本项目手术室屏蔽设计满足相关标准要求。

表 10-2 DSA 手术室屏蔽防护与 GBZ130-2020 对照一览表

项目	GBZ130-2020 要求	本项目情况	是否符合
机房最小有效使用面积	20m ²	55.76m ²	符合
机房内最小单边长度	3.5m	6.8m	符合
各方向防护铅当量	不小于 2mm Pb	3.0~3.3mm Pb	符合

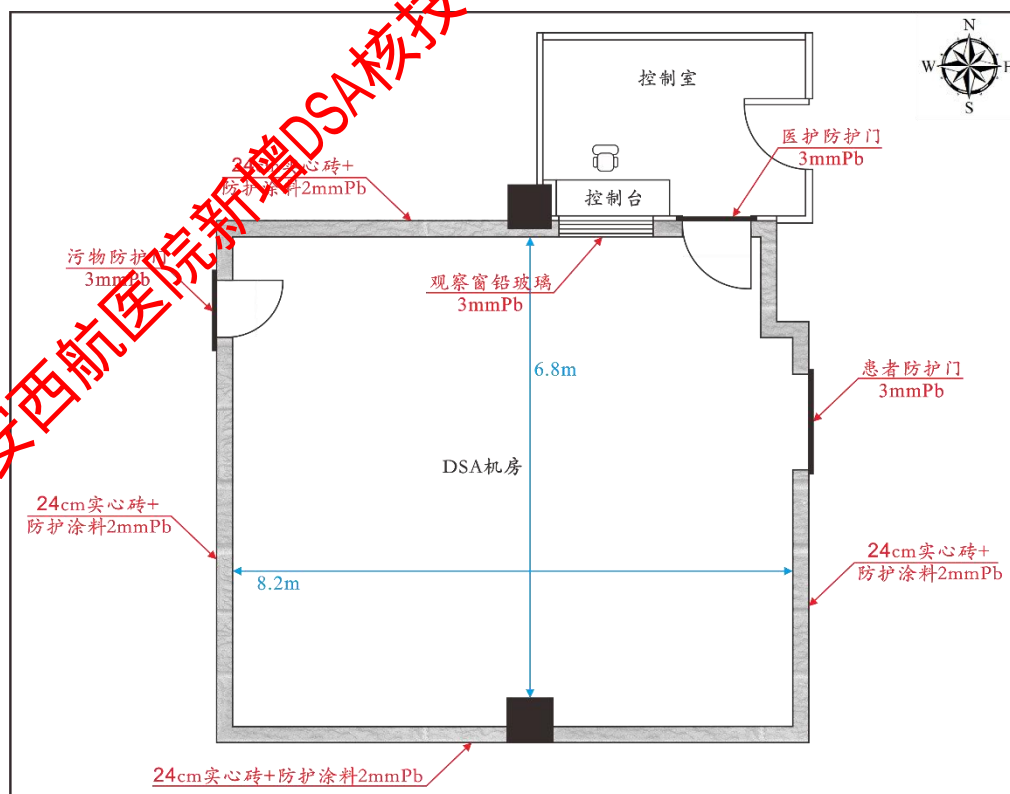


图 10-3 DSA 手术室屏蔽设计平面示意图

通用环球西安西航医院新增DSA核技术应用项目环境影响评价报告表-报批前公示稿

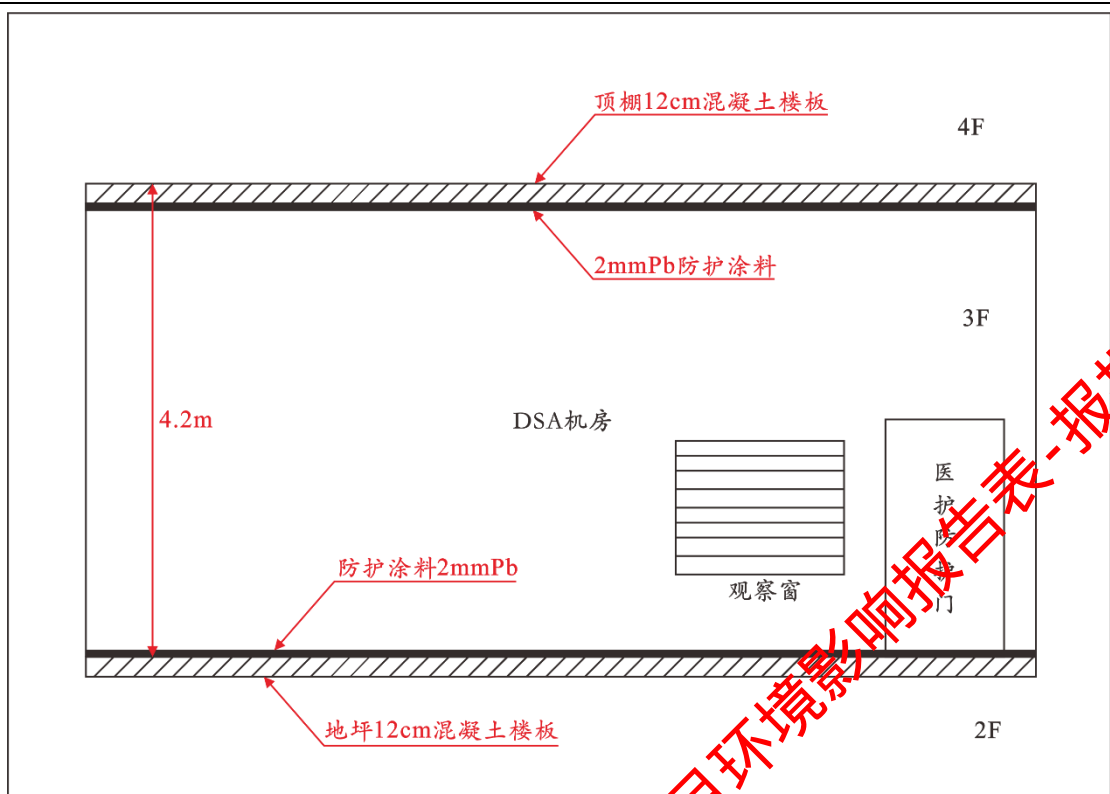


图 10-4 DSA 手术室屏蔽设计剖面示意图

3、辐射防护与安全措施

项目拟采取的辐射防护措施见图 10-5。

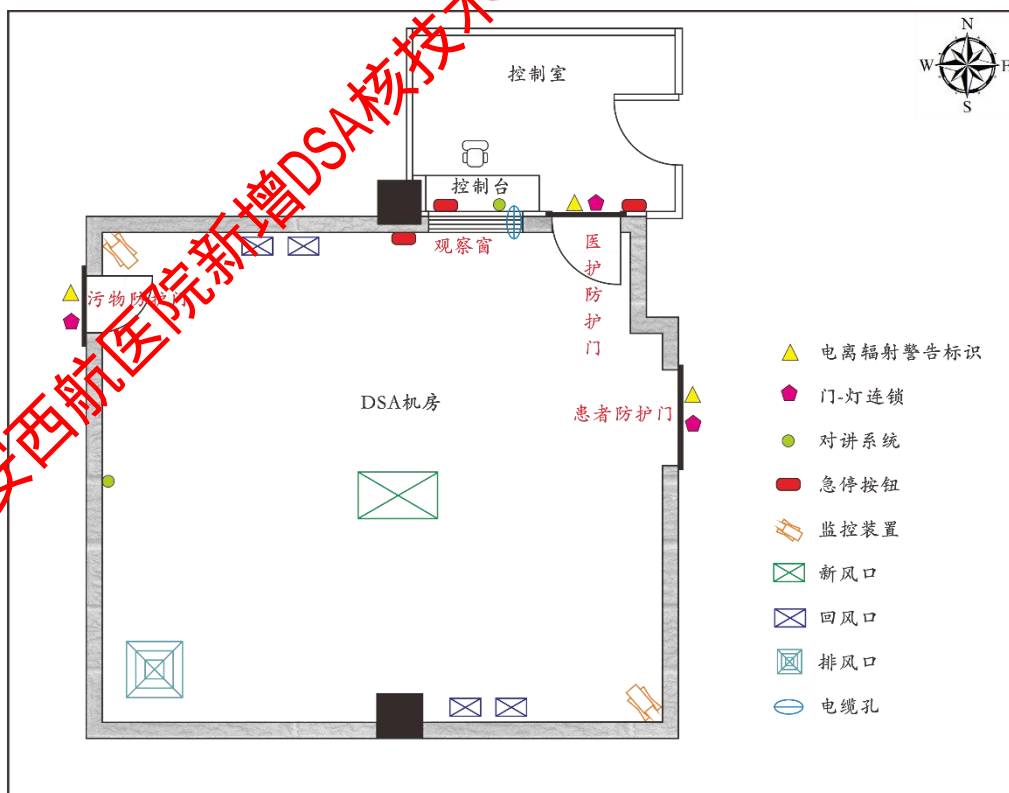


图 10-5 设备辐射防护措施示意图

(1) DSA 手术室各防护门外均设置电离辐射警告标志，手术室外候诊区张贴放射防护注意事项告知栏。

(2) DSA 手术室各防护门上方设置醒目的工作状态指示灯，指示灯的灯箱上设有“射线有害，灯亮勿入”的警示语句，指示灯与各防护门有效联动。

(3) 医护人员防护门和污物门为平开门，设有自动闭门装置；患者防护门为电动推拉门，并设置防夹装置。

(4) DSA 手术室内设置 1 个急停按钮，医护防护门东侧控制室南侧墙面设置 1 个急停按钮，控制台上设置 1 个急停按钮。

(5) 控制室设有观察窗和对讲装置，手术室内设对讲装置和摄像监控装置，便于观察手术室内工作人员及患者状态和内外交流。

(6) 防护门与门洞要有一定宽度的重叠，门与墙体间距小于 1cm 时，门与洞每边应有不少于 10cm 宽度重叠；门与墙体间距大于 1cm 时，防护门位于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。

(7) DSA 手术室内设置动力通风装置，新风门设于天花板，排风口设于东西墙体下方，上送下排，额定风量为 950m³/h，臭氧和氮氧化物等经排风管道引至楼顶排放，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”要求。

(8) 个人防护用品与监测仪器：DSA 手术室应根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）要求配备以下个人防护用品和监测仪器，见表 10-3。

表 10-3 DSA 手术室个人防护用品和监测仪器配备要求

类型	防护用品/监测仪器	
防护用品	工作人员个人防护用品	≥0.5mmPb 的铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜各 2 件，≥0.025mmPb 的介入防护手套、铅橡胶帽子各 2 件
	工作人员辅助防护设施	≥0.25mmPb 的铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏各 1 件，≥2mmPb 移动铅屏风 1 件
	受检者个人防护用品	≥0.5mmPb 的铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套各 1 件
个人剂量计	DSA 操作人员配备 1 个，手术室内进行手术的医护人员每人应配备 2 个	
X、γ 辐射监测仪	配备 1 台便携式 X、γ 辐射监测仪	

4、项目辐射防护措施与相关标准要求的符合性分析

项目与《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29 号）要求的符合性见表 10-4。

表 10-4 项目与《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》符合性分析

项目	具体要求	本项目情况	是否符合	
医用 X 射线诊断	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）设置单独的机房，机房满足使用设备的空间要求	本项目为单独机房，机房有效使用面积和单边长度符合 GBZ130-2020 要求	符合
		机房内布局合理，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	本项目机房不堆放无关的杂物，有用线束可以避开门、床和管线口位置	符合
	通风	机房设置动力排风装置，并保持良好的通风	机房设有动力排风装置，风量为 950m ³ /h，排风口设于楼顶	符合
	标志及指示灯	机房门外设置电离辐射警示标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯	防护门外张贴电离辐射警示标志，候诊区张贴注意事项，患者进入门外设工作状态指示灯	符合
	防护性能	机房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	机房四周墙体、防护门和观察窗采用含钡砂浆、铅板或铅玻璃进行防护，防护能力符合 GBZ130-2020 要求	符合
	辐射安全与联锁	机房门设置闭门装置，且工作状态指示灯与机房门能有效联动	平开防护门设有自动闭门装置，电动推杆门设有防夹装置，工作状态指示灯与防护门可有效联动	符合

由表可知，项目拟采取的辐射防护措施满足标准化建设要求。

三废的治理

(1) 废气

DSA 设备在开机曝光时，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。

本项目手术室拟设置动力通风装置，排风量为 950m³/h，手术室内产生的微量臭氧、氮氧化物由机房顶部的排风口排出室外，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 相关规定，对周围环境影响小。

(2) 医疗废物

项目采用先进的数字显影技术，不产生废胶片。介入手术时产生的医疗器具和药棉、纱布、手套等医疗废物，采用专用容器集中收集，在手术室就地打包，由手术室西侧的污物门和清洁走廊转运至医疗废物暂存间，委托有资质单位处置。

(3) 放射工作人员生活污水、生活垃圾

本项目新增 8 名放射工作人员，运行期产生的少量的生活污水和生活垃圾已在《通用环球西安西航医院改扩建工程住院综合楼项目环境影响报告表》中进行了分析。生活污水依托医院化粪池和污水处理站处理后接入市政污水管网，最终排入污水处理厂处理；生活垃圾依托垃圾桶分类收集后交由当地环卫部门统一清运处置。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 DSA 手术室土建施工阶段的环境影响已经纳入《通用环球西安西航医院改扩建工程住院综合楼项目环境影响报告表》（批复文号为：经开行审环批复〔2021〕059 号）进行评价，本次仅简要分析项目后期防护装修阶段可能引起的环境影响。

项目防护装修阶段主要影响为施工扬尘、废水、施工噪声、建筑垃圾等。

(1) 施工期水泥、硫酸钡等应集中堆放，采取苫盖等防尘措施，清扫过程做到先洒水再清扫，固体废物及时清运，运输物料车进行覆盖防止散落。

(2) 施工期噪声源主要为电钻、切割机等，由于医院目前整体未完工，院内其余区域也在进行装修或建设，因此本项目施工基本不会对周围环境造成影响。

(3) 施工期生活废水依托主体工程临时项目部的现有设施处理，对外界水环境影响较小。

(4) 施工期建筑垃圾应在指定的地点堆放，并及时清运；废包装材料和生活垃圾产生量少，分类收集于垃圾桶，由环卫部门统一清运。

项目防护装修的工程量较小，施工期短，通过控制作业时间、加强施工现场管理等手段，施工期对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

1、手术室辐射防护能力评价

由上文表 10-1、10-2 可知，本项目 DSA 手术室四周墙体的防护铅当量为 3.0mmPb，屋顶和地面防护铅当量为 3.3mmPb，各防护门和观察窗的防护铅当量为 3.0mmPb，屏蔽防护设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

2、关注点剂量率估算

(1) 项目运行情况

项目 DSA 最大管电压为 150kV，最大管电流为 1000mA。根据医院提供的数据，平均每台介入手术透视时长为 15min，摄影时长为 1min，本项目年进行 400 台手术，则年透视时长为 100h，年摄影时长为 6.67h。

(2) 关注点选取

根据 NCRP147 报告，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射，只需考虑泄漏辐射和患者的侧向散射。

根据《放射诊断放射防护要求》(CBZ 130-2020), 取四周屏蔽墙外 0.3m 处、各防护门外 0.3m 处、观察窗外 0.3m 处、楼上离地 1m 处、楼下距地面上方 1.7m 处为关注点, 对项目的剂量率水平进行预测, 关注点分布示意图见图 11-1、11-2。

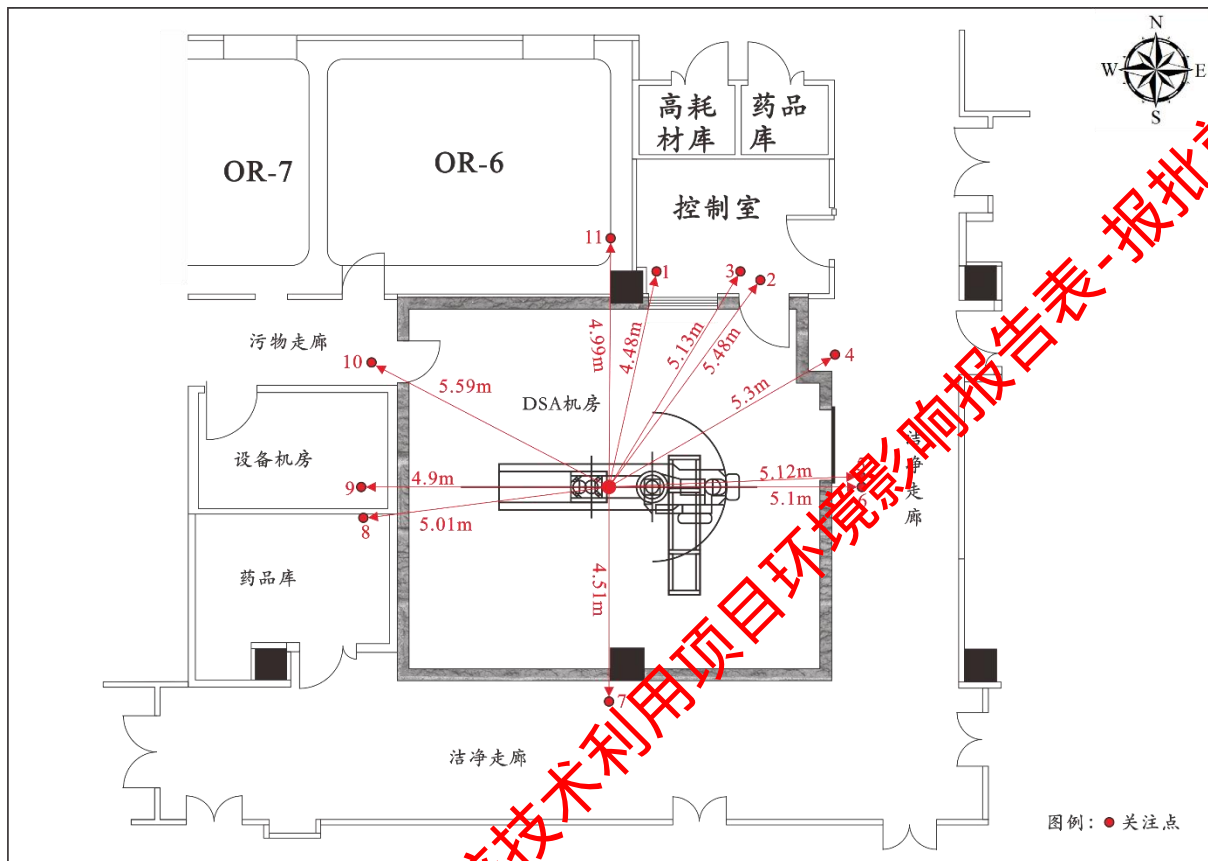


图 11-1 DSA 手术室关注点平面分布图

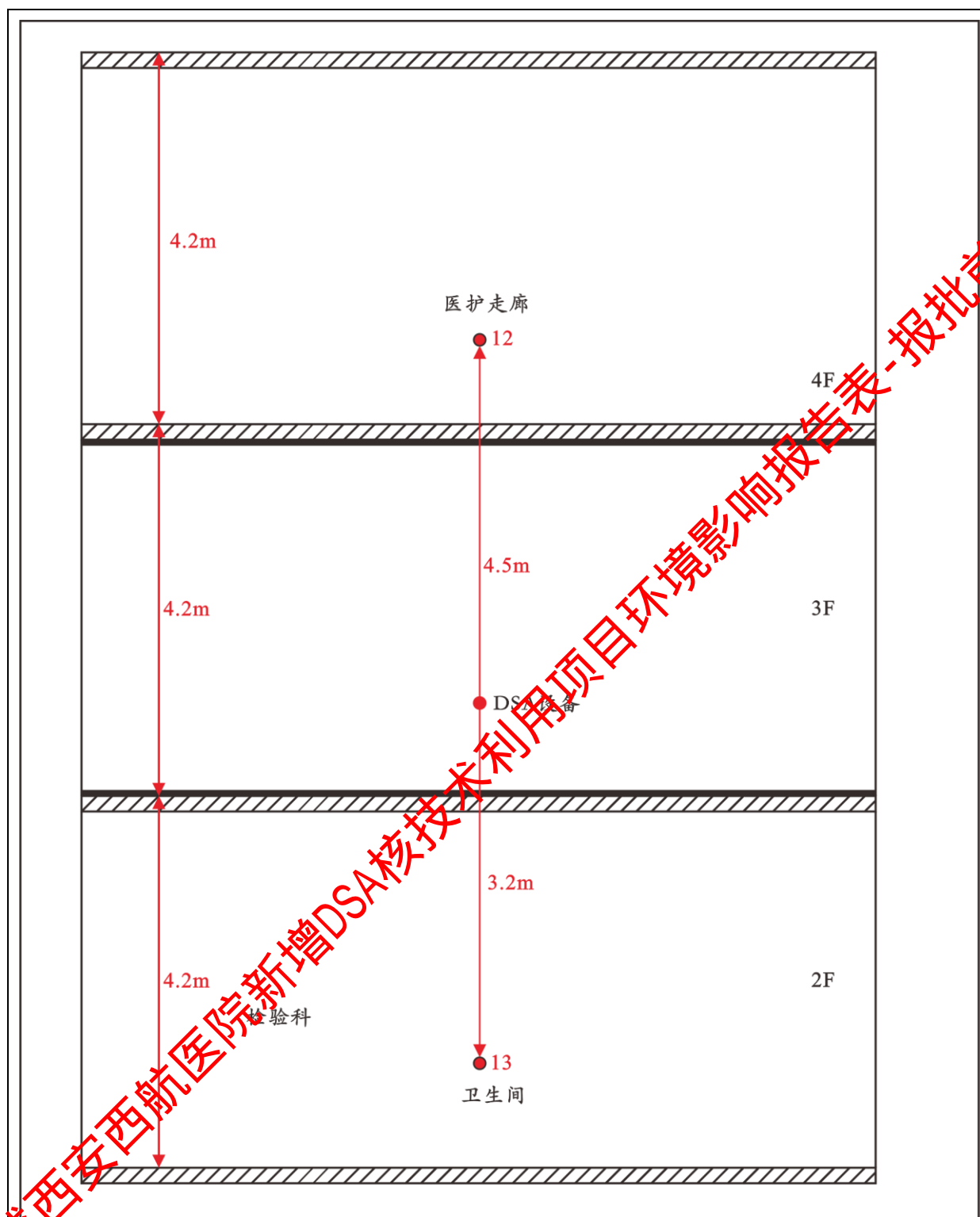


图 11-2 DSA 手术室关注点剖面分布图

(3) 计算方法

由于未能获取设备设计资料，根据《医用血管造影 X 射线机专用技术条件》（YYT 0740-2009）的规定，透视工况时，管电压和管电流的任意组合下，入射皮肤表面的比释动能率不超过 100mGy/min。根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

中的规定，介入放射学用 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置，由此可知，最小焦皮距 SID 为 20cm。据此估算，DSA 在透视工况下，距离靶点 1m 的最大剂量率为 2.40E+05 μGy/h；根据医院提供的资料，一般情况下摄影状态的管电流约为透视工况的 50 倍，则距离靶点 1m 处的最大剂量率为 1.20E+07 μGy/h。

① 泄漏辐射剂量率估算方法

泄漏辐射剂量率计算公式参考《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987）。对于给定的屏蔽物质，屏蔽透射因子依据《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 ——关注点泄漏辐射剂量率，μGy/h；

f ——设备射线泄漏率，取 0.1%；

H_0 ——离靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/h；

d ——计算点距源点的距离，m；

B ——屏蔽透射因子；

X ——铅厚度，mm；

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拟合参数

管电压	材料	α	β	γ
150kV（主束）	铅	1.757	5.177	0.3156
150kV（散射）	铅	1.791	5.478	0.5678

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

② 散射辐射剂量率估算方法

对于病人体表的散射 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：

$$H_S = \frac{H_0 \times \alpha \times B \times (S/400)}{(d_0 \times d_s)^2} \quad (11-3)$$

式中： H_S ——关注点处的患者散射剂量率，μGy/h；

H_0 ——距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/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, 取典型值 400cm²;

d₀—源与患者的距离, 取 0.5m;

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。

(4) 估算结果

本项目防护门、观察窗、四周墙壁、房顶、地板等各关注点的泄漏辐射剂量率估算见表 11-2, 散射辐射剂量率估算结果见表 11-3。

表 11-2 DSA 手术室不同模式下各关注点泄露辐射剂量率估算结果

序号	工作模式	关注点位置描述	H ₀ (μGy/h)	F (%)	d (m)	X (m)	透射因子 B	关注点剂量率 (μSv/h)	
1	透视	观察窗	2.40E+05	0.1	4.48	3	6.70E-05	5.01E-03	
2		北侧	医护防护门	2.40E+05	0.1	5.48	3	6.70E-05	3.35E-03
3			控制室	2.40E+05	0.1	5.13	3	6.70E-05	3.82E-03
4		东侧	洁净走廊 1	2.40E+05	0.1	5.3	3	6.70E-05	3.58E-03
5			患者防护门	2.40E+05	0.1	5.12	3	6.70E-05	3.83E-03
6			洁净走廊 2	2.40E+05	0.1	5.1	3	6.70E-05	3.86E-03
7			南侧洁净走廊	2.40E+05	0.1	4.51	3	6.70E-05	4.94E-03
8		西侧	药片库	2.40E+05	0.1	5.01	3	6.70E-05	4.00E-03
9			设备机房	2.40E+05	0.1	4.9	3	6.70E-05	4.19E-03
10			污物走廊	2.40E+05	0.1	5.59	3	6.70E-05	3.22E-03
11			北侧 OR-6 手术室	2.40E+05	0.1	4.99	3	6.70E-05	4.04E-03
12			楼上医护走廊	2.40E+05	0.1	4.5	3.3	2.41E-04	2.85E-03
13			楼下卫生间	2.40E+05	0.1	3.2	3.3	2.41E-04	5.64E-03
1	摄影	观察窗	1.20E+07	0.1	4.48	3	6.70E-05	2.65E-02	
2		北侧	医护防护门	1.20E+07	0.1	5.48	3	6.70E-05	1.77E-02
3			控制室	1.20E+07	0.1	5.13	3	6.70E-05	2.02E-02
4		东侧	洁净走廊 1	1.20E+07	0.1	5.3	3	6.70E-05	1.89E-02
5			患者防护门	1.20E+07	0.1	5.12	3	6.70E-05	2.03E-02

续表 11-2 DSA 手术室不同模式下各关注点泄露辐射剂量率估算结果

序号	工作模式	关注点位置描述	H ₀ (μGy/h)	F (%)	d (m)	X (mm)	透射因子 B	关注点剂量率 (μSv/h)	
6	摄影	东侧洁净走廊 2	1.20E+07	0.1	5.1	3	6.70E-05	2.04E-02	
7		南侧洁净走廊	1.20E+07	0.1	4.51	3	6.70E-05	2.61E-02	
8		西侧	药品库	1.20E+07	0.1	5.01	3	6.70E-05	2.12E-02
9			设备机房	1.20E+07	0.1	4.9	3	6.70E-05	2.21E-02
10			污物走廊	1.20E+07	0.1	5.59	3	6.70E-05	1.76E-02
11		北侧 OR-6 手术室	1.20E+07	0.1	4.99	3	6.70E-05	2.14E-02	
12		楼上医护走廊	1.20E+07	0.1	4.5	3.3	2.41E-04	1.51E-02	
13		楼下卫生间	1.20E+07	0.1	3.2	3.3	2.41E-04	2.98E-02	

表 11-3 DSA 手术室不同模式下各关注点散射辐射剂量率估算结果

序号	工作模式	关注点位置描述	H ₀ (μGy/h)	d ₀ (m)	d _s (m)	X (mm)	透射因子 B	关注点剂量率 (μSv/h)	
1	透视	北侧	观察窗	2.40E+05	0.5	4.48	3	6.70E-05	3.00E-02
2			医护防护门	2.40E+05	0.5	5.48	3	6.70E-05	2.01E-02
3			控制室	2.40E+05	0.5	5.13	3	6.70E-05	2.29E-02
4		东侧	洁净走廊 1	2.40E+05	0.5	5.3	3	6.70E-05	2.15E-02
5			患者防护门	2.40E+05	0.5	5.12	3	6.70E-05	2.30E-02
6			洁净走廊 2	2.40E+05	0.5	5.1	3	6.70E-05	2.32E-02
7		南侧洁净走廊	2.40E+05	0.5	4.51	3	6.70E-05	2.96E-02	
8		西侧	药品库	2.40E+05	0.5	5.01	3	6.70E-05	2.40E-02
9			设备机房	2.40E+05	0.5	4.9	3	6.70E-05	2.51E-02
10			污物走廊	2.40E+05	0.5	5.59	3	6.70E-05	1.93E-02
11		北侧 OR-6 手术室	2.40E+05	0.5	4.99	3	6.70E-05	2.42E-02	
12		楼上医护走廊	2.40E+05	0.5	4.5	3.3	2.41E-04	1.71E-02	
13		楼下卫生间	2.40E+05	0.5	3.2	3.3	2.41E-04	3.38E-02	
1	摄影	北侧	观察窗	1.20E+07	0.5	4.48	3	6.70E-05	1.59E-01
2			医护防护门	1.20E+07	0.5	5.48	3	6.70E-05	1.06E-01
3			控制室	1.20E+07	0.5	5.13	3	6.70E-05	1.21E-01
4		东侧	洁净走廊 1	1.20E+07	0.5	5.3	3	6.70E-05	1.14E-01
5			患者防护门	1.20E+07	0.5	5.12	3	6.70E-05	1.22E-01

续表 11-3 DSA 手术室不同模式下各关注点散射辐射剂量率估算结果

序号	工作模式	关注点位置描述	H ₀ (μGy/h)	d ₀ (m)	d _s (m)	X (mm)	透射因子 B	关注点剂量率 (μSv/h)	
6	摄影	东侧洁净走廊 2	1.20E+07	0.5	5.1	3	6.70E-05	1.23E-01	
7		南侧洁净走廊	1.20E+07	0.5	4.51	3	6.70E-05	1.57E-01	
8		西侧	药品库	1.20E+07	0.5	5.01	3	6.70E-05	1.27E-01
9			设备机房	1.20E+07	0.5	4.9	3	6.70E-05	1.33E-01
10			污物走廊	1.20E+07	0.5	5.59	3	6.70E-05	1.02E-01
11		北侧 OR-6 手术室	1.20E+07	0.5	4.99	3	6.70E-05	1.28E-01	
12		楼上医护走廊	1.20E+07	0.5	4.5	3.3	2.41E-04	9.05E-02	
13		楼下卫生间	1.20E+07	0.5	3.2	3.3	2.41E-04	1.79E-01	

由表 11-2、11-3 可知，不同模式下各关注点处的周围剂量当量率汇总结果见表 11-4。

表 11-4 DSA 手术室不同工作模式下各关注点周围剂量当量率计算结果一览表

序号	工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	散射辐射剂量率 (μSv/h)	关注点总剂量率 (μSv/h)	
1	透视	北侧	观察窗	3.01E-03	3.00E-02	3.50E-02
2			医护防护门	3.35E-03	2.01E-02	2.34E-02
3			控制室	3.82E-03	2.29E-02	2.67E-02
4		东侧	洁净走廊 1	3.58E-03	2.15E-02	2.50E-02
5			患者防护门	3.83E-03	2.30E-02	2.68E-02
6			洁净走廊 2	3.86E-03	2.32E-02	2.70E-02
7		南侧洁净走廊	4.94E-03	2.96E-02	3.46E-02	
8		西侧	药品库	4.00E-03	2.40E-02	2.80E-02
9			设备机房	4.19E-03	2.51E-02	2.93E-02
10			污物走廊	3.22E-03	1.93E-02	2.25E-02
11			北侧 OR-6 手术室	4.04E-03	2.42E-02	2.82E-02
12		楼上医护走廊	2.85E-03	1.71E-02	2.00E-02	
13		楼下卫生间	5.64E-03	3.38E-02	3.95E-02	
1	摄影	北侧	观察窗	2.65E-02	1.59E-01	1.85E-01
2			医护防护门	1.77E-02	1.06E-01	1.24E-01
3			控制室	2.02E-02	1.21E-01	1.41E-01

续表 11-4 DSA 手术室不同工作模式下各关注点周围剂量当量率计算结果一览表

序号	工作模式	关注点位置描述	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
4	摄影	洁净走廊 1	1.89E-02	1.14E-01	1.33E-01	
5		东侧 患者防护门	2.03E-02	1.22E-01	1.42E-01	
6		洁净走廊 2	2.04E-02	1.23E-01	1.43E-01	
7		南侧洁净走廊	2.61E-02	1.57E-01	1.83E-01	
8		西侧	药品库	2.12E-02	1.27E-01	1.48E-01
9			设备机房	2.21E-02	1.33E-01	1.55E-01
10			污物走廊	1.70E-02	1.02E-01	1.19E-01
11		北侧 OR-6 手术室	2.14E-02	1.28E-01	1.49E-01	
12		楼上医护走廊	1.51E-02	9.05E-02	1.06E-01	
13		楼下卫生间	2.98E-02	1.9E-01	2.09E-01	

由表 11-4 可知，在透视状态下，DSA 手术室各屏蔽体外关注点处的周围剂量当量率最大为 $3.95\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透射功能的 X 射线设备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；在摄影状态下，DSA 手术室各屏蔽体外关注点处的周围剂量当量率最大为 $2.09\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

3、个人剂量估算

(1) 估算方法

人员受到的附加年有效剂量可由以下公式进行估算：

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

式中： H_w ——年受照剂量，mSv/a；

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，参照《放射治疗手术室的辐射屏蔽规范-第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.2-2007）附录 A 中的表 A.1 不同场所的居留因子；

t ——年出束时间，h/a。

(2) 估算结果

① 职业人员年附加剂量

项目拟配备 8 名放射工作人员，包括 2 名操作人员，2 组医护人员（每组含医生 2 名、护士 1 名）。术前摄影时，所有人员均位于控制室内，与患者隔室交流；介入手术时，医护人员穿戴防护用品进入手术室进行手术，操作人员在控制室内控制曝光。

a 控制室内职业人员年有效剂量估算

控制室内职业人员可能受到的年有效剂量见表 11-5。

表 11-5 控制室内职业人员年有效剂量估算结果一览表

关注点	透视状态		摄影状态		居留因子	年有效剂量估算 mSv/a
	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	出束时间 h/a	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	出束时间 h/a		
医护防护门外	2.34E-02	100	1.24E-01	6.67	1	3.17E-03
控制室外	2.67E-02	100	1.41E-01	6.67	1	3.62E-03
观察窗外	3.50E-02	100	1.85E-01	6.67	1	4.74E-03

由表 11-5 可知，DSA 正常运行时，控制室内职业人员受到的附加年有效剂量（3.17E-03~4.74E-03）mSv，项目设 2 名操作人员，轮换后每个人的年有效剂量为（1.58E-03~2.37E-03）mSv，低于本次评价所取的年剂量约束值（职业人员 $<5.0\text{mSv}$ ）。

b 介入手术医护人员年有效剂量估算

介入手术时医生穿戴 0.5mm Pb 的铅衣，位于 0.25mm Pb 的铅悬吊屏和床侧铅帘后。护士穿戴 0.5mm Pb 的铅衣，位于 0.25mm Pb 的移动铅屏风后。

根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020）附录 B 中表 B.1X 射线透视设备的检测项目及技术要求“7、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不大于 $400\mu\text{Gy/h}$ ”，因此本次透视防护区测试平面上的空气比释动能率为 $400\mu\text{Gy/h}$ 进行计算。一般情况下，摄影时电流强度约为透视时的 50 倍，因此摄影时术者位剂量率取 $2.0\text{E}+04\mu\text{Gy/h}$ 。

根据公式 11-2 计算可知，管电压 150kV，医生穿戴 0.5mmPb 厚铅衣采用 0.25mmPb 的铅悬吊屏和床侧铅帘的散射辐射屏蔽透射因子 B 为 4.74E-02；护士穿戴 0.5mmPb 厚铅衣与采用 2mmPb 厚移动铅屏风的屏蔽透射因子 B 为 1.07E-03。

表 11-6 介入手术医护人员年有效剂量估算结果一览表

人员	透视状态			摄影状态			居留因子	年有效剂量 mSv
	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	B	出束时间 (h)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	B	出束时间 (h)		
医生	400	4.74E-02	100	2.00E+04	4.74E-02	6.67	1	8.216
护士	400	1.07E-03	100	2.00E+04	1.07E-03	6.67	1	0.186

本项目 DSA 配备 2 组医护人员轮换工作，因此轮班后医生受到的年有效剂量最大为 4.108mSv，护士的年有效剂量为 0.093mSv，低于本次评价所取的年剂量约束值（职业人员 < 5.0mSv）。

② 公众年有效剂量估算

项目正常运行时，周边公众受到的年有效剂量见表 11-7。

表 11-7 DSA 手术室周边公众年有效剂量估算结果一览表

关注点		透视		摄影		居留因子	年有效剂量估算 mSv/a
		剂量率 μSv/h	出束时 间 h/a	剂量率 μSv/h	出束时 间 h/a		
东侧	洁净走廊 1	2.50E-02	100	1.33E-01	6.67	1/4	8.47E-04
	患者防护门	2.68E-02	100	1.42E-01	6.67	1/4	9.07E-04
	洁净走廊 2	2.70E-02	100	1.43E-01	6.67	1/4	9.13E-04
南侧洁净走廊		3.46E-02	100	1.83E-01	6.67	1/4	1.17E-03
西侧	药品库	2.80E-02	100	1.48E-01	6.67	1	3.79E-03
	设备机房	2.93E-02	100	1.55E-01	6.67	1	3.96E-03
	污物走廊	2.25E-02	100	1.19E-01	6.67	1/4	7.61E-04
北侧 OR-6 手术室		2.82E-02	100	1.49E-01	6.67	1	3.81E-03
楼上医护走廊		2.00E-02	100	1.06E-01	6.67	1/4	6.77E-04
楼下卫生间		3.95E-02	100	2.09E-01	6.67	1/4	1.34E-03

由表 11-7 可知，DSA 运行期所致周边公众的个人年有效剂量最大值为 3.81E-03mSv，满足本次评价设定的年剂量约束值（公众人员 < 0.1mSv）。

4、废气影响分析

DSA 在开机曝光时，X 射线与空气作用会产生极少量的 O₃ 和 NO_x 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。项目在 DSA 手术室内部设置动力通风装置，排风量为 950m³/h，产生的 O₃ 和 NO_x 由机房顶部的排风口通至楼顶排出，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”的标准要求，对大气环境影响小。

5、医疗废物

项目采用先进的数字显影技术，不产生废胶片。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，在手术室就地打包，由手术室西侧的污物门进入污物暂存间，再转运至医院医疗废物暂存间，委托有资质单位处置。

6、放射工作人员生活污水、生活垃圾

本项目新增 8 名放射工作人员，运行期产生的少量的生活污水和生活垃圾已在《通用环球西安西航医院改扩建工程住院综合楼项目环境影响报告表》中进行了分析。生活污水依托医院化粪池和污水处理站处理后接入市政污水管网，最终排入污水处理厂处理；生活垃圾依托垃圾桶分类收集后交由当地环卫部门统一清运处置。

事故影响分析

1、事故工况

本项目运行期可能发生的事故包括：

- (1) DSA 曝光控制系统或电气系统故障，使医护人员或患者受到超剂量照射。
- (2) 人员未撤离手术室时 DSA 开始曝光，对其造成额外误照射。
- (3) 防护门或安全警示装置发生故障，人员误入正在运行的手术室造成额外照射。

2、事故风险评价

假设防护门发生故障，公众误入手术室，在距射线源不同距离处受到摄影状态的误照射，且无任何防护，此时误入人员受到的剂量见下表。

表 11-8 事故状态下人员误照射剂量估算结果 单位：mSv

时间 距离	10s	20s	30s	1min	6min
1m	0.23	0.47	0.70	1.40	8.40
2m	0.06	0.12	0.18	0.35	2.10
3m	0.03	0.05	0.08	0.16	0.93
4m	0.01	0.03	0.04	0.09	0.53

由上表可知，在事故状态下，人员在 1m 处停留 10s 即可受到 0.23mSv 的误照射，停留 1min 将受到 1.40mSv 的剂量，超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践使公众有关关键人群组的成员所受的年平均有效剂量不应超过 1mSv”的规定。

3、事故防范措施

- (1) 定期对工作状态指示灯、门-灯联锁、急停按钮等安全防范设施进行检查，确保其正常运行。
- (2) 配备 X、 γ 辐射监测仪器，定期对手术室及周边区域进行监测，发现泄漏时应停止运行，及时整改。
- (3) 每次照射前应进行检查，确保无人员滞留后方可关闭防护门；

(4) 定期检查辐射安全管理制度落实情况，发现问题及时纠正；如发生辐射事故，应立即启动辐射事故应急预案，采取必要的应急措施。

4、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) 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，同时上报生态环境管理部门和卫生部门。

(4) 事故处理后应及时总结，编写事故记录报告，报告内容应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、所做的医学检查及结果、采取的纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

通用环球西安西航医院新增DSA核技术利用项目环境影响报告表-报批前公示稿

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

根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条“使用I类、II类、III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与环境保护管理工作”等有关法律法规及国家标准的要求，为切实做好我单位放射防护安全管理工作，落实各项放射防护安全管理制度，提高安全防范意识，维护正常放射诊疗秩序，通用环球西安西航医院已成立放射防护安全管理领导小组，领导小组组成如下：

组 长：王红军

副组长：刘贵、于伟

成 员：甄昭卿、张洪强、张沛

放射防护安全管理领导小组办公室设在院管办，甄昭卿同志兼任办公室主任，负责日常管理工作。

放射防护安全管理领导小组职责：

(1) 贯彻执行国家及上级主管部门关于辐射安全与防护的法律、法规、规定、方针和政策；组织、协调辐射安全与环境保护管理工作。

(2) 负责核技术利用项目新建、改建、扩建时放射诊疗许可证、辐射安全许可证申办及变更工作；负责全国核技术利用辐射安全申报系统的运行管理。

(3) 组织制定事故应急处理预案和各项辐射安全与环境保护管理制度，定期对辐射安全与防护工作进行监督检查，严格落实各项管理制度和防护措施。

(4) 组织制定辐射安全与环境保护年度工作计划、培训计划和检测计划等并督促、检查各项计划的实施落实情况。

(5) 负责放射诊疗设备的质量控制检测、放射工作场所的环境监测、放射工作人员个人剂量监测、职业健康检查及放射安全管理与培训工作。

(6) 负责对核技术利用项目的辐射安全与防护状况进行年度评估。

(7) 发生事故时，统一指挥、协调、处理和报告，防止事故蔓延扩大，并将事故损失

降到最低。

2、人员管理

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款要求：“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”。《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条要求：“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、使用活动的职业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”。

本项目拟新增 8 名放射工作人员，所有人员上岗前应根据《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》（公告 2019 年第 57 号）要求，在国家核技术利用辐射安全与培训平台进行学习并参加考试，取得辐射安全与防护考核合格证书后方可上岗。

辐射安全管理规章制度

1、辐射安全管理现状

通用环球西安西航医院严格遵守相关放射性法律、法规，配合各级生态环境部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。已采取的措施有：

(1) 医院已按照相关法规标准建立了相关规章制度，包括《影像科设备管理制》、《影像科设备维修保养制度》、《影像科与临床紧急呼叫与救援的机制与流程》、《影像科的辐射防护制度》、《放射线防护工作制度及安全操作规程》、《放射线防护工作制度及安全操作规程》、《影像科辐射工作人员培训制度》、《患者及陪人射线防护管理规定》等，并严格按照规章制度执行。

(2) 为加强对辐射安全和防护管理工作医院已成立放射防护安全管理领导小组，明确了领导小组责任，并加强了对射线装置的监督和管理。

(3) 医院现有从事辐射工作的工作人员均进行了培训，接受了辐射防护安全知识和法律法规教育并取得证书，持证上岗。

(4) 辐射工作期间，辐射工作人员均佩带个人剂量计，接受剂量监测，并建立了剂量健康档案并存档。

(5) 放射工作人员定期进行职业健康体检并建立个人健康档案。

(6) 医院机房均设置有电离辐射警示牌和工作状态指示灯。

2、本次项目还应采取的措施

本项目建成后，针对本次DSA核技术利用项目，提出如下要求：

(1) 将本次新增DSA纳入医院辐射安全管理工作中，从事辐射工作的工作人员按要求定期进行复训，同时应为辐射工作人员建立完善的个人剂量档案和职业健康档案。

(2) 环评报批后，医院需及时向相关主管部门申请变更辐射安全许可证，并更改副本内容。

(3) 若后期新增放射性工作人员，放射性工作人员上岗前均应进行健康体检，且新增人员均应进行培训，并取得培训合格证，持证上岗；之后至少每两年进行一次职业健康体检。

(4) 医院应按照《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项目表〉的通知》（陕环办发〔2020〕129号）相关要求，补充完善《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《射线装置管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员职业体检管理制度》、《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》、《质量保证大纲和质量控制检测计划》等；并应在今后工作中严格落实各项辐射安全管理制度，并根据实际工作情况对其进行不断完善，使之更满足辐射安全管理要求。

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”。

本项目拟配备 X- γ 辐射监测仪，为本项目新增的 8 名辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

2、监测方案

(1) 验收监测

本项目正式投运前，医院应委托有资质的监测单位对其工作场所以及周边环境进行竣工环境保护验收监测，并检查各项辐射安全设施的有效性，确保其处于正常的工作状态，监测合格后方可使用。

(2) 监测计划

本项目辐射环境监测计划见表 12-1。

表 12-1 本项目辐射工作场所监测计划

位置	监测内容	监测点位	监测因子	监测频次
DSA 手术室	防护性能 检测	四周墙体及门窗表面 30cm、手术室楼上地面 1.0m、手术室楼下地面 1.7m、操作位、线沟等	X、 γ 辐射剂量率	每月自测一次，委托有资质单位每年一次
	周围环境 监测	DSA 手术室周围	X、 γ 辐射剂量率	每月自测一次，委托有资质单位每年一次
个人剂量监测		放射工作人员个人剂量计	个人累计剂量	委托有资质单位 每季度一次

环评要求：医院配备的 X- γ 辐射监测仪应每年进行检定，确保仪器处于有效的范围之内。按照监测计划定期对项目工作场所及周围环境进行日常监测，将监测结果存档备查。

3、年度评估报告

每年 1 月 31 日之前，核技术应用单位应向发证机关提交上一年度的辐射安全和防护状况年度评估报告。

4、环境保护投资估算

本项目总计投资 1000 万元，其中环保投资 28 万元，占总投资的 28%，主要用于辐射安全设施购置费用、个人防护用品的购置费用、辐射环境监测费用、个人剂量计的购置及体检费用、职业病健康检查费用等。本项目环保投资见表 12-2。

表 12-2 项目环保投资估算表

实施时段	类别	污染源	污染防治措施或设施	费用 (万元)
施工期	固体废物	生活垃圾	纳入主体工程	—
	废水	生活污水		
运营期	辐射防护措施	X 射线	手术室辐射安全防护装修、门-灯联锁、工作状态指示灯、急停装置、监控系统、对讲系统等	18
			工作场所分区标识、电离辐射警告标识等	0.5
	个人防护用品	X 射线	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅悬挂防护屏、铅防护帘、电动铅屏风等	2.5
	检测仪器	X 射线	1 台 X、 γ 辐射监测仪	1.0
			满足人员数量的个人剂量计	1.0
	人员管理	/	岗前培训、岗前体检	1.0
环境管理	建立符合要求的环境管理制度			—
环境监测	工作场所定期监测			2.0
1	个人剂量定期监测			2.0
总投资 (万元)				28

5、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生态环境保护行政主管部门规定的标准和程序，及时对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收。验收合格后，方可投入使用。

本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-5。

表 12-5 项目竣工环境保护验收清单（建议）

项目		标准以及相关文件验收要求内容
年有效剂量		根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），公众、职业照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a、5mSv/a
周围剂量当量率限值		在透视状态下，DSA 手术室各屏蔽体外关注点处的周围剂量当量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透射功能的 X 射线设备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 μ Sv/h”的要求；在摄影状态下，DSA 手术室各屏蔽体外关注点处的周围剂量当量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有短时、高剂量率曝光的摄影程序机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h”的要求
辐射安全和防护措施	布局、分区	手术室布局合理，分区明确，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）标准要求
	安全措施	配备工作指示灯、急停按钮、对讲装置、监控装置，张贴电离辐射警告标识、注意事项栏，门-灯有效联动
人员培训		本项目新增的辐射管理人员和辐射工作人员上岗前应在国家核技术利用辐射安全与培训平台参加考试，考核合格、持证上岗
个人剂量与健康检查	个人剂量检测	为每名辐射工作人员配备个人剂量计，每季度送有资质单位检测，建立个人剂量档案
	职业健康检查	安排辐射工作人员每 2 年至少进行 1 次职业病健康检查，并建立职业健康检测档案
监测仪器和防护物品	监测仪器	医院应配备 1 台辐射监测仪器并定期检定
	防护用品	为辐射工作人员以及患者配备铅衣、铅围裙、铅眼镜等防护用品，防护用品能够满足工作需要
辐射安全管理制度		根据环评报告以及陕环办发（2018）29 号文件要求，按照项目的实际情况，建立内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。针对 DSA 使用过程中可能存在的风险，编制应急预案并备案，落实必要的应急物资，定期进行辐射事故应急演练

辐射事故应急

为有效防护、及时控制放射事故所致的伤害，加强 DSA 的安全控制，保障放射工作人员以及射线装置周围人员的健康安全，避免环境辐射污染，建设单位应根据《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）、其它有关法律、法规的规定和职能管理部门要求，编制突发辐射环境事件应急预案并按要求进行备案。

应急预案应包括下列内容：

- 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。

为避免突发放射性事故，建设单位需坚持以预防为主，常备不懈的方针，建立和加强相应的监测、应急制度，做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。应从经费、物资、人员和技术人员方面做好准备工作，定期进行培训和演练。发生辐射事故时，应当立即启动辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应向当地生态环境主管部门报告；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应向当地卫生行政部门报告；如是人为故意破坏引起的事故应向当地公安部门报告。

今后在预案的实施中，应根据国家发布的新的相关法律法规内容，结合检查工作的实际情况及时修订应急预案，使之更能符合辐射实际需要。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

为满足周边地区人民群众对医疗卫生保健的需求，更好的提高医疗卫生服务质量，通用环球西安西航医院拟在住院综合楼 3 层新增 1 台 Artis One 型 DSA 进行介入治疗。DSA 设备参数为最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置。项目总投资为 1000 万元，其中环保投资 28 万元，占总投资的 2.8%。

2、实践正当性分析

通用环球西安西航医院新增 DSA 核技术利用项目建成后可以更好满足患者多层次、多方位、高质量的就诊需求，有助于提高医院医学诊疗水平，保障周边公众的身体健康，项目在采取相应的防护屏蔽措施、管理措施后，对周边环境辐射影响较小，项目建设所带来的个人和社会利益远大于可能引起的辐射危害，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”要求。

3、相关政策符合性分析

项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年）》（2021 年修改）“鼓励类”中“十三、医药—5、新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备……”，符合国家产业政策。

4、辐射环境质量现状

根据西安志诚辐射环境检测有限公司对拟建项目辐射环境现状的监测结果，拟建住院综合楼场址四周及周围人员活动区域各监测点的 X、 γ 辐射剂量率测量值范围为（0.098~0.113 $\mu\text{Gy/h}$ ，处于天然辐射环境本底波动水平。

5、辐射安全与防护分析结论

DSA 手术室面积与单边长度满足相关标准要求，工作场所分区管理。手术室内拟设置观察窗、对讲系统和监控装置，便于内外交流；防护门拟设计闭门装置和防夹装置，防护门上方安装工作状态指示灯，并保证与防护门有效联动；手术室门外拟张贴电离辐射警示标志和注意事项，同时为放射工作人员和患者配备足量的个人防护用品。通过以上措施，可最大程度减少对放射工作人员、公众辐射影响。

6、环境影响分析结论

(1) 根据估算，运行期透视状态下，DSA 手术室各屏蔽体外关注点的周围剂量当量

率最大为 $3.95E-02 \mu\text{Sv/h}$ ；摄影状态下，DSA 手术室各屏蔽体外关注点处的周围剂量当量率最大为 $2.09E-01 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求。

(2) 经估算，项目运行期所致控制室内职业人员的年附加有效剂量为 $1.58E-03 \sim 2.37E-03$ mSv，进行介入手术的医生的年有效剂量为 4.108mSv ，护士的年有效剂量为 0.093mSv ；公众年附加有效剂量最大值为 $3.81E-03\text{mSv}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本次设定的年剂量约束值（职业人员： 5mSv/a ，公众 0.1mSv/a ）。

7、辐射安全管理

医院按照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29号）要求，设置了辐射安全与环境保护管理机构，进行人员管理，制定各项辐射安全管理规章制度，建立个人剂量档案和职业健康检测档案。

8、总结论

综上所述，通用环球西安西航医院新增 DSA 核技术利用项目符合国家产业政策以及辐射防护实践正当性原则，项目在严格落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射安全防护管理措施后，具备辐射活动相适应的核技术应用能力，项目所致职业人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求。从辐射环境保护角度，环境影响可接受。

9、建议与要求

(1) 项目竣工后办理验收手续，验收合格并办理辐射安全许可证后方可正式投入使用；

(2) 按照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29号）要求进行标准化建设；

(3) 每年1月31日前向发证机关提交本单位上一年度的放射性同位素与射线装置应用单位辐射安全年度评估报告。

表 14 审批

预审意见:

经办人:

单位公章

年 月 日

下一级环境保护行政主管部门审查意见:

经办人:

单位公章

年 月 日