

表 1 项目基本情况

建设项目名称		西安大兴渭水园医院使用 DSA 机和 CT 机项目			
建设单位		西安大兴渭水园医院有限责任公司			
法人代表	贺建军	联系人	张敏刚	联系电话	██████████
注册地址		陕西省西安市经济技术开发区草滩镇草滩农场内			
项目建设地点		西安市经开区西安大兴渭水园医院西门诊医技综合楼负一层、东门诊医技综合楼一层、东门诊医技综合楼四层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		14700	项目环保投资 (万元)	556	投资比例 (环保投资/总投资)
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	5000
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		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input checked="" type="checkbox"/> III		
	其他	/			

1.1 项目概述

1.1.1 项目背景

1.1.1.1 医院简介

西安大兴渭水园医院由西安大兴渭水园医院有限责任公司负责投资建设，项目位于西安市经开区高铁新城草滩七路以西、尚林路以北。

西安大兴渭水园医院占地面积 136 亩（东侧医疗区约 86 亩，西侧康养区约 50 亩）。规划分 2 期建设完成，本项目属于一期工程，一期工程占地 114 亩，主要建设门诊医技综合楼、住院楼、感染楼、康养中心、后勤楼、培训楼等，设置脑科、胃肠外科、肝胆外科等特色临床、医技科室约 47 个，床位 2000 张。

本项目建成后拟设置的诊疗科目包括：预防保健科、全科医疗科、内科、外科、妇产科、儿科、眼科、耳鼻喉科、口腔科、皮肤科、肿瘤科、急诊医学科、康复医学科、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、核医学专业、超声诊断专业、心电诊断专业、脑电及脑血流图诊断专业、神经肌肉电图专业、介入放射学专业、放射治疗专业)、中医科、中西医结合科、重症医学科和传染科。建成后将是一个集防控、救治、疗养为一体的综合医疗中心，切实改善地区疾病医疗防治条件及水平，满足当地居民的就医需求，缓解当地医疗防治服务的供需矛盾，促进经开区卫生事业发展，积极服务周边群众，对建设和谐社会起到积极的推动作用。

该医院目前处于土建阶段，尚未取得《辐射安全许可证》。

1.1.1.2 核技术的应用的目的和任务

为了满足患者的诊疗需求和自身发展需要，西安大兴渭水园医院拟在新址西门诊医技综合楼负一层介入中心设置 5 间 DSA 机房，并拟新增 5 台 DSA，主要用于开展外周介入手术、肿瘤介入手术、神经介入手术等介入诊疗；在东门诊医技综合楼一层 DSA 介入中心设置 4 间 DSA 机房，并拟新增 4 台 DSA，主要用于开展心脏血管介入等介入诊疗；在东门诊医技综合楼四层手术中心设置 2 间复合手术室，并拟新增 2 台 DSA 和 1 台 CT，用于开展各类复杂外科手术时，多种检查手段联动使用。

1.1.1.3 任务由来

根据原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会《关于发布<射线装置分类>的公告》（公告 2017 年第 66 号）相关规定，DSA 属于 II 类射线装置，CT 机为 III 类射线装置。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中“五十五、核与辐射 172、核技术利用建设项目”的规定：使用 II 类射线装置的应编制环境影响报告表；使用 III 类射线装置的应编制环境影响登记表。建设项目符合两个以上级别的划分原则时，按较高级别的评价等级评价，因此，西安大兴渭水园医院 DSA 血管造影核技术利用项目应编制环境影响报告表。

2021 年 1 月 11 日，医院取得了陕西省卫生健康委员会《陕西省卫生健康委关于同意设置西安大兴渭水园医院的批复》（陕卫医函〔2021〕5 号）；已委托西安君润环保科技工程有限公司编制了《西安大兴渭水园医院有限责任公司西安大兴渭水园医院项目（一期）环境影响报告书》并于 2022 年 9 月 13 日取得了《西安经济技术开发区管委会行政审批服务局关于西安大兴渭水园医院有限责任公司西安大兴渭水园医院项目（一期）环境影响报告书的批复》，之后主体工程开工建设。

陕西万衡检测科技有限公司（环评单位）接受西安大兴渭水园医院有限责任公司委托，承担西安大兴渭水园医院 DSA 血管造影核技术利用项目的环境影响评价工作。接受委托后，环评单位组织技术人员进行现场勘察，收集、整理有关资料，对项目的建设情况进行了初步分析，并根据建设项目的应用类型及所在地周围区域的环境特征，在现场勘察、资料调研、预测分析的基础上，按照《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）的基本要求，编制了《西安大兴渭水园医院 DSA 血管造影核技术利用项目环境影响报告表》。评价主要考虑 DSA 在使用过程中，对周围环境的辐射影响，对职业人员和公众的辐射影响。

1.1.1.4 评价目的

①对辐射活动场所周边进行辐射环境现状水平监测，以掌握辐射活动场所的辐射环境现状水平。

②分析项目运行过程中产生的辐射影响，预测辐射工作人员和公众所受的

年有效剂量。

③对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分析本项目是否满足国家和地方生态环境主管部门对核技术利用建设项目环境管理规定的要求，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

1.1.2 建设规模

本项目包括西门诊医技综合楼负一层介入中心 5 间 DSA 机房和 5 台 DSA，东门诊医技综合楼一层 DSA 介入中心 4 间 DSA 机房和 4 台 DSA，东门诊医技综合楼四层手术中心 2 间复合手术室和 2 台 DSA 及 1 台 CT。上述设备尚未采购，本次评价取同类设备最大技术参数。

本项目射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置情况

名称	型号	数量	类别	主要技术参数	工作场所
DSA 数字血管造影机	待定	5	II	最大管电压 125kV 最大管电流 1000mA	西门诊医技综合楼负一层介入中心
		4			东门诊医技综合楼一层 DSA 介入中心
		2			东门诊医技综合楼四层手术中心
CT 计算机断层摄影	待定	1	III	最大管电压 140kV 最大管电流 800mA	东门诊医技综合楼四层手术中心

1.1.3 预期手术量及劳动定员

本项目预计每台 DSA 每年 2000 台手术量，每间 DSA 手术室拟配置工作人员 16 人，包括 2 名手术医生、1 名技师和 1 名护士。均为本项目专职辐射工作人员，人员相对固定，不存在兼岗和操作其他射线装置情况。预计每名手术医生年手术量不超过 500 台。

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 医院周边环境

西安大兴渭水园医院位于西安市经开区高铁新城草滩七路以西、尚林路以北，滨河大道（规划）以南。医院整体自东向西共分三个地块，中间由规划路隔开。本项目西门诊医技综合楼负一层介入中心位于中间地块，东门诊医技综合楼一层介入中心和四层复合手术室位于东地块。目前医院主体建筑结构已经建设完毕。

西安大兴渭水园医院地理位置图见图 1-1，周边环境图见图 1-2。

1.2.2 本项目周边环境

本项目 11 间 DSA 机房周边六面布局见表 1-2，周围 50m 主要建筑见图 1-3、图 1-5、图 1-7。

表 1-2 建设项目各机房周边布局一览表

位置	机房名称	楼上	楼下	东侧	西侧	南侧	北侧
西门诊 医技 综合楼 负 1 层	DSA 机房(1)	楼外空地	车库	设备间、污物暂存	病人廊	病人廊	控制室
	DSA 机房(2)	楼外空地	车库	值班室	设备间、污物暂存	病人廊	控制室
	DSA 机房(3)	楼外空地	车库	DSA 机房(4)	污物廊、设备间	控制室	病人廊
	DSA 机房(4)	楼外空地	车库	污物暂存、设备间、导管室	DSA 机房(3)	控制室	病人廊
	DSA 机房(5)	楼外空地	车库	医护廊	设备间、导管室	控制室	病人廊
东门诊 医技 综合楼 1 层	DSA 机房(1)	无建筑物	餐厅	污物走廊	洁净走廊	控制室	设备间
	DSA 机房(2)	无建筑物	厨房	洁净走廊	污物走廊	控制室	设备间
	DSA 机房(3)	诊室	餐厅	污物走廊	洁净走廊	设备间	控制室
	DSA 机房(4)	诊室	厨房	洁净走廊	污物走廊	设备间	控制室
东门诊 医技 综合楼 4 层	复合手术室 1	家属等候区	发放大厅、洁具间、敷料打包间	污物走廊	洁净走廊	CT 停车库、设备间	控制室、设备间
位置	机房名称	楼上	楼下	东侧	西侧	南侧	北侧

东门诊 医技 综合楼 4层	复合手术室2	家属 等候 区	器 械 库 房、 敷 料 仓库	污物走廊	洁净走廊	控制室、 MR检查 室	CT 停车 库、设备 间
------------------------	--------	---------------	-----------------------------	------	------	-------------------	--------------------

1.2.3 项目选址合理性分析

本项目位于西安大兴渭水园医院东西门诊医技综合楼内，区域位置相对独立，周围无环境制约因素，各辐射工作场所周围 50m 评价范围内无学校、居民区等环境敏感点，也无儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域。

本项目各辐射工作场所均有相应的屏蔽设计，通过后文环境影响分析可知，经辐射屏蔽措施后，本项目的运行对周围环境的影响是可接受的。

综上所述，本项目选址充分考虑了邻近周围场所的防护和安全。从辐射场所的楼层平面布局可知，各辐射场所与其配套单元间功能布局分区明确，不相互穿插、干扰，本项目选址合理。

1.3 项目建设正当性和必要性

介入放射学是基于影像诊断与介入性治疗为一体的学科，是现代影像学的重要组成部分。介入治疗具有创伤小、疗效迅速、恢复快等特点，是目前部分疾病的首选治疗方法。而先进的血管造影设备则是介入诊疗一个非常重要的手段及平台。

西安大兴渭水园医院本次申请使用的 DSA 和 CT 均为成熟的医用 X 射线设备，DSA 是血管疾病检查治疗的必需设备，被广泛地应用在血管介入治疗中，CT 则在低对比诊断方面不可或缺，尽管 X 射线对人体有少许危害，但是借助上述设备可以辅助医学诊断治疗，所获利益远大于其危害，故上述设备的使用具有正当性。

1.4 产业政策相符性结论

本项目属医疗卫生服务设施建设项目，根据《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中“第一类鼓励类，三十七、卫生健康：5、医疗卫生服务设施建设”，本项目属国家鼓励类项目，因此，本项目与国家产业政策相符。

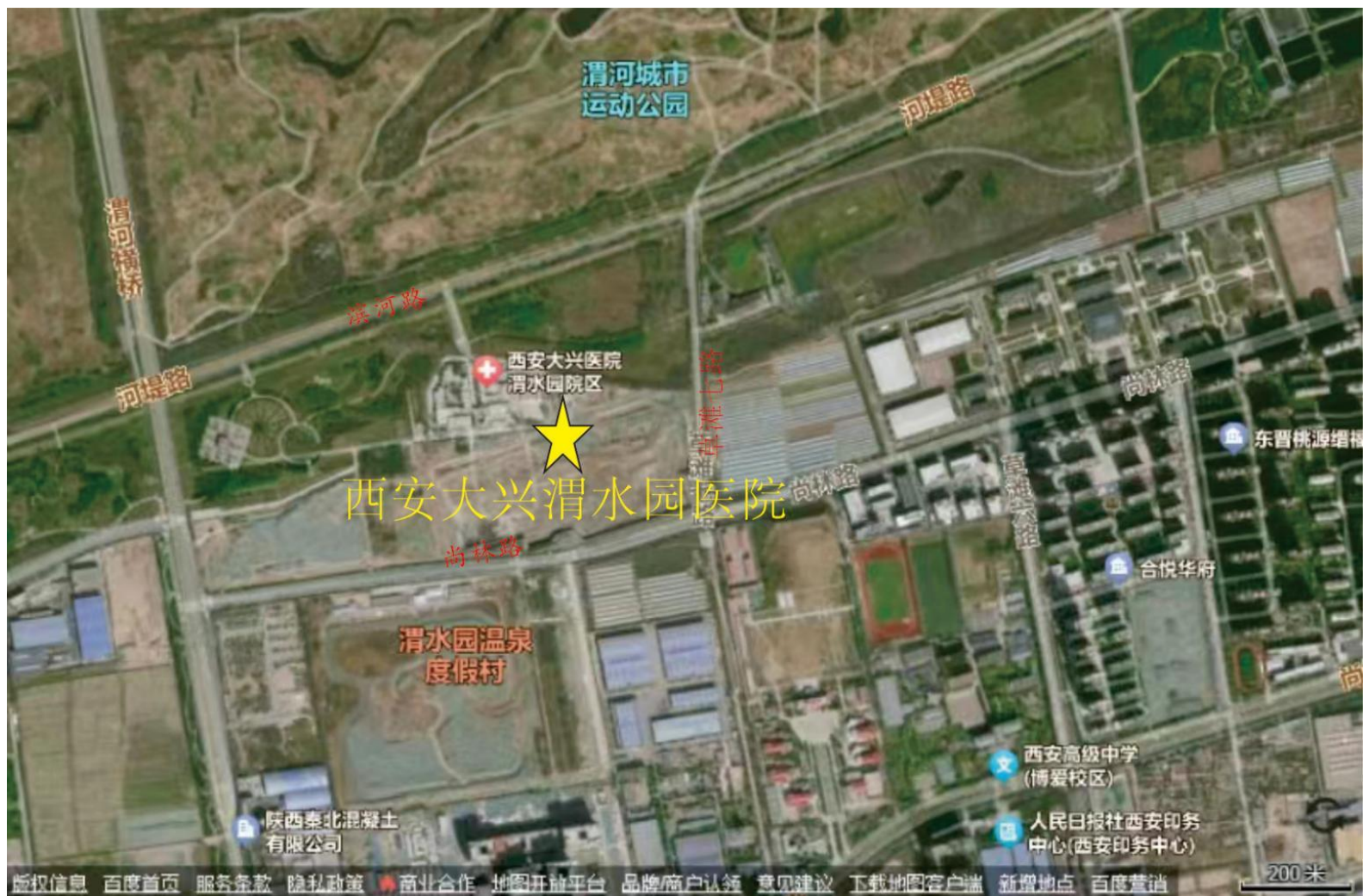


图 1-1 医院地理位置图

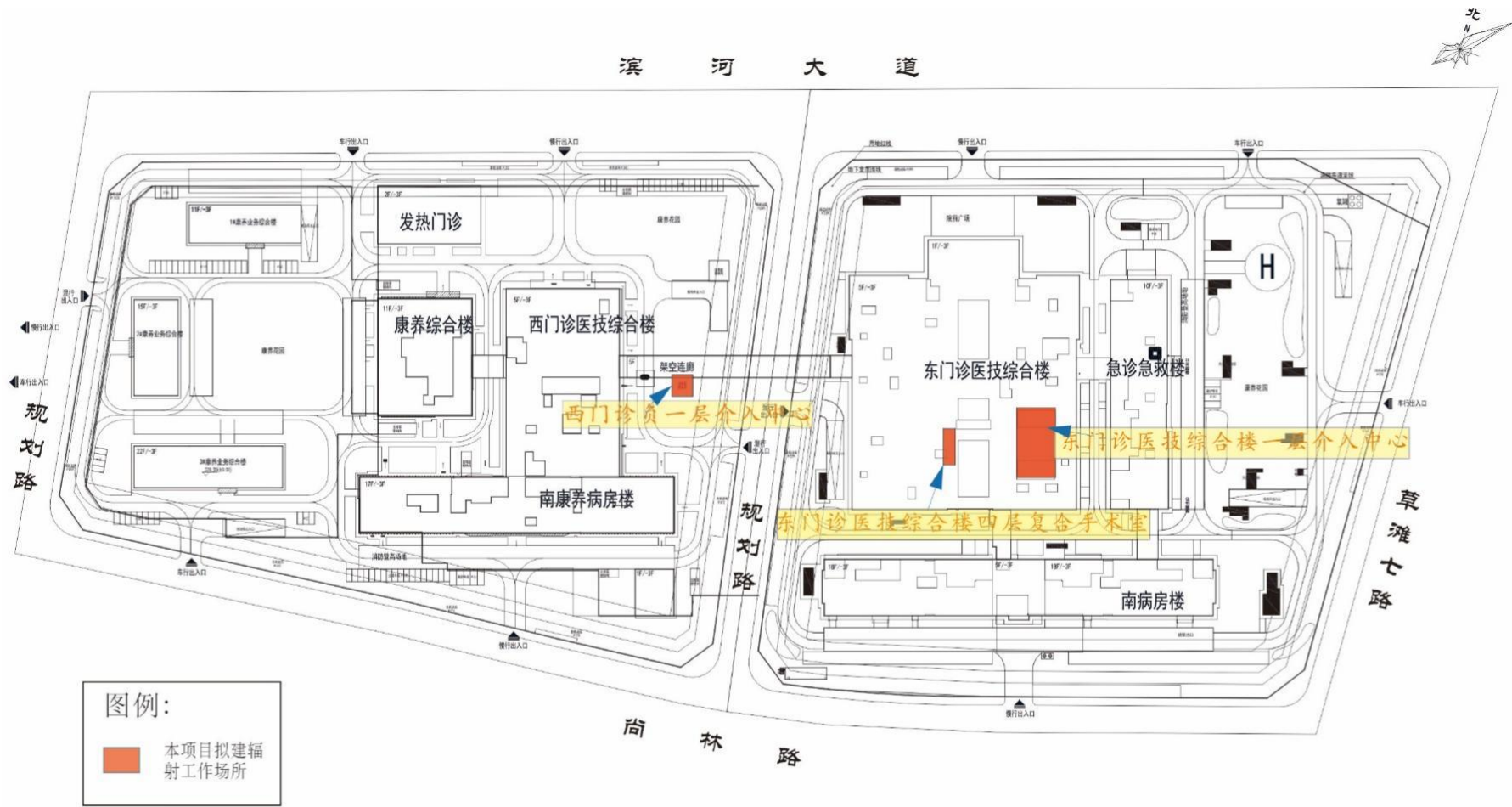


图 1-2 医院周边环境图

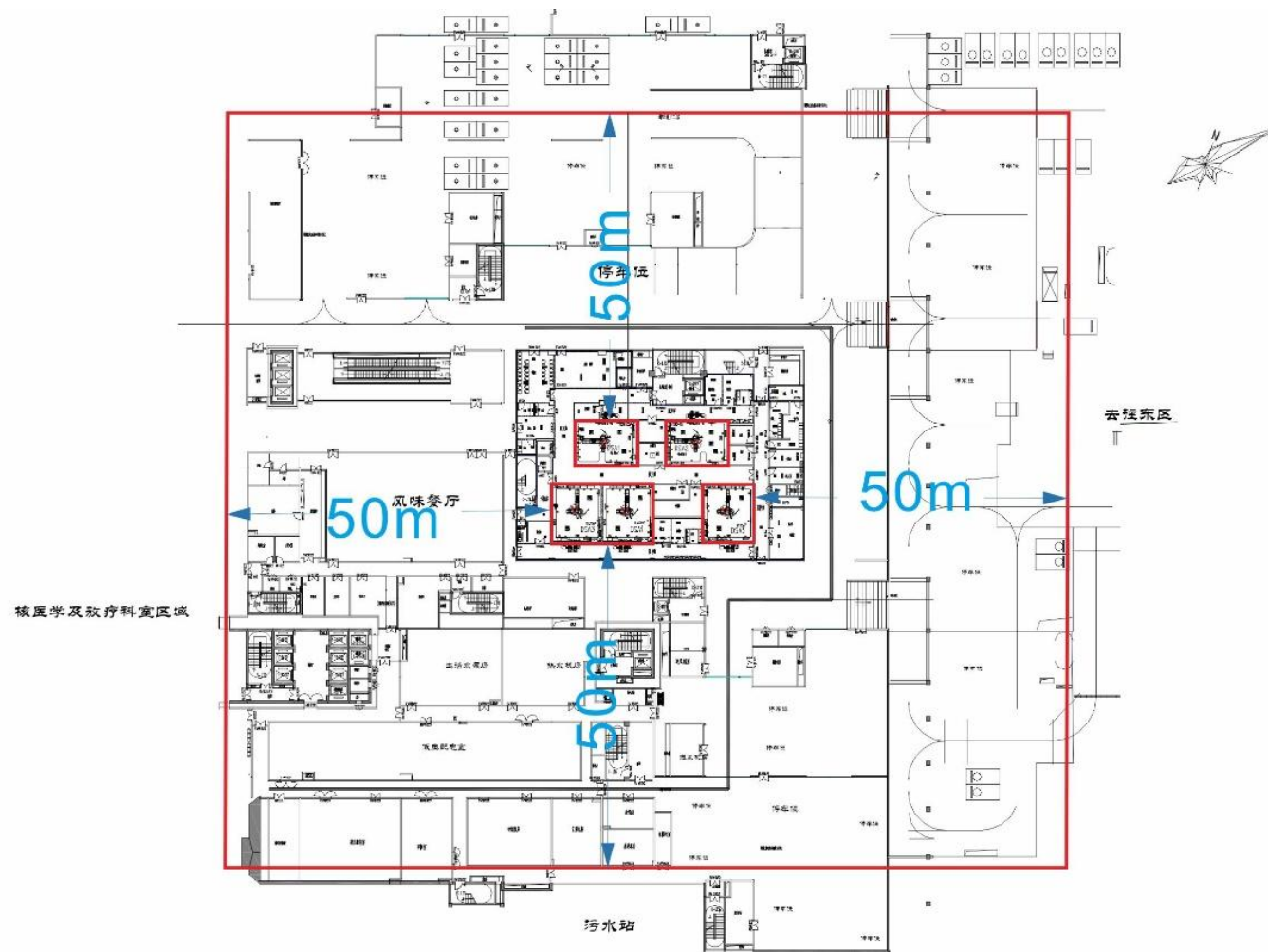


图 1-3 西门诊医技综合楼负一层 DSA 手术室周围 50m 范围主要建筑

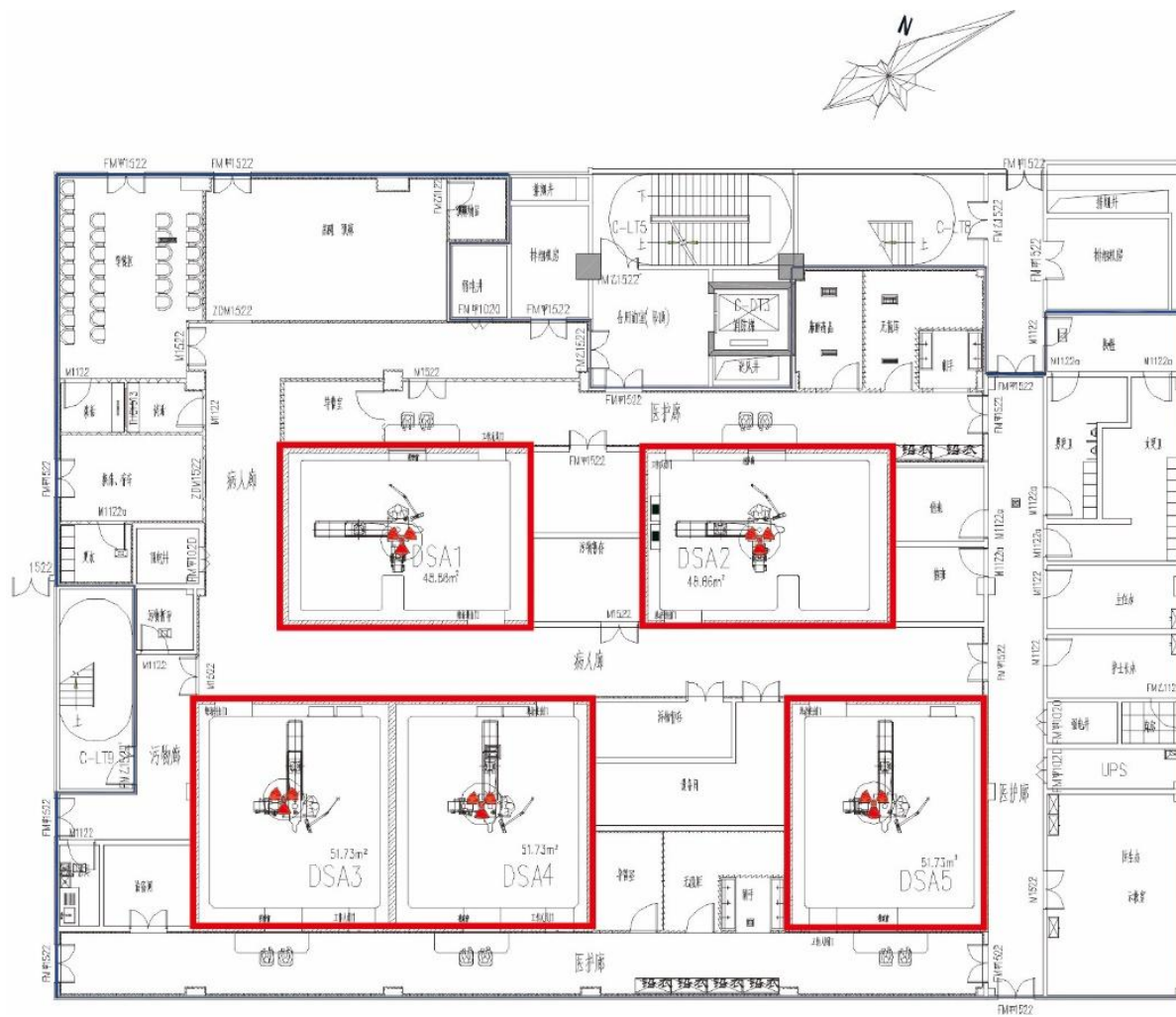


图 1-4 西门诊医技综合楼负一层 DSA 手术室四邻图

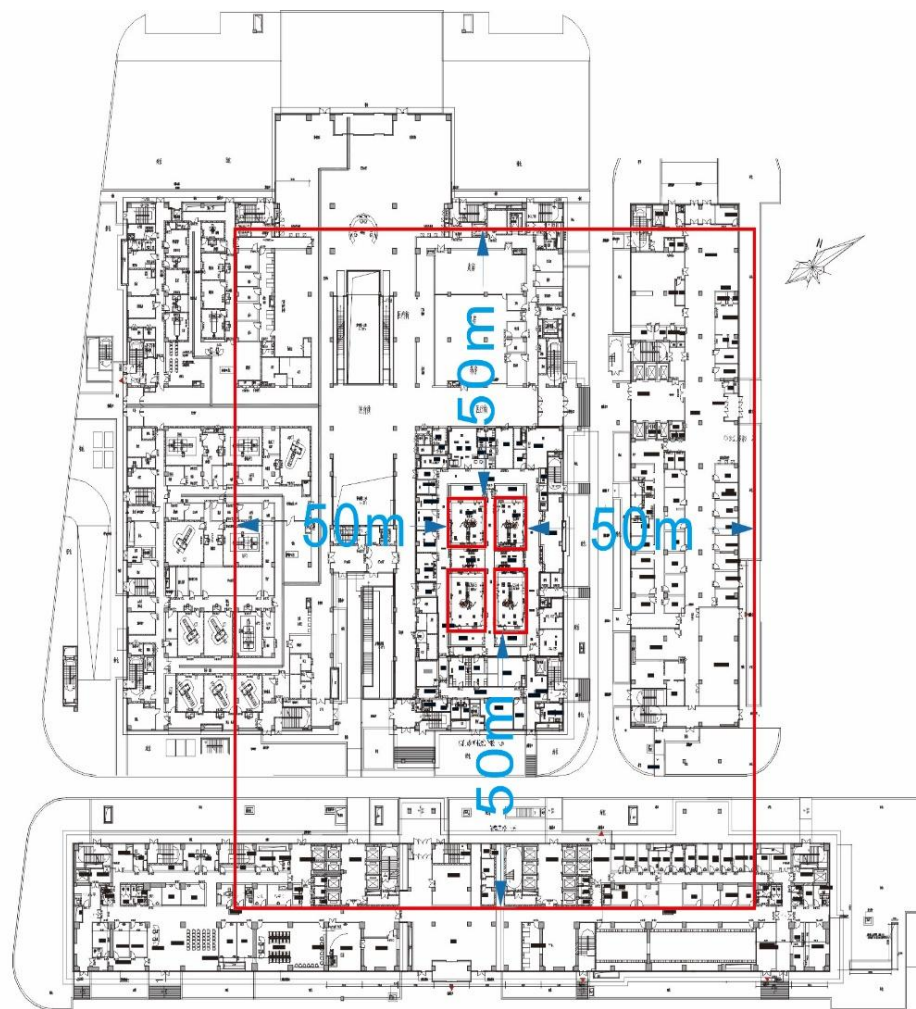


图 1-5 东门诊医技综合楼一层 DSA 手术室周围 50m 范围主要建筑

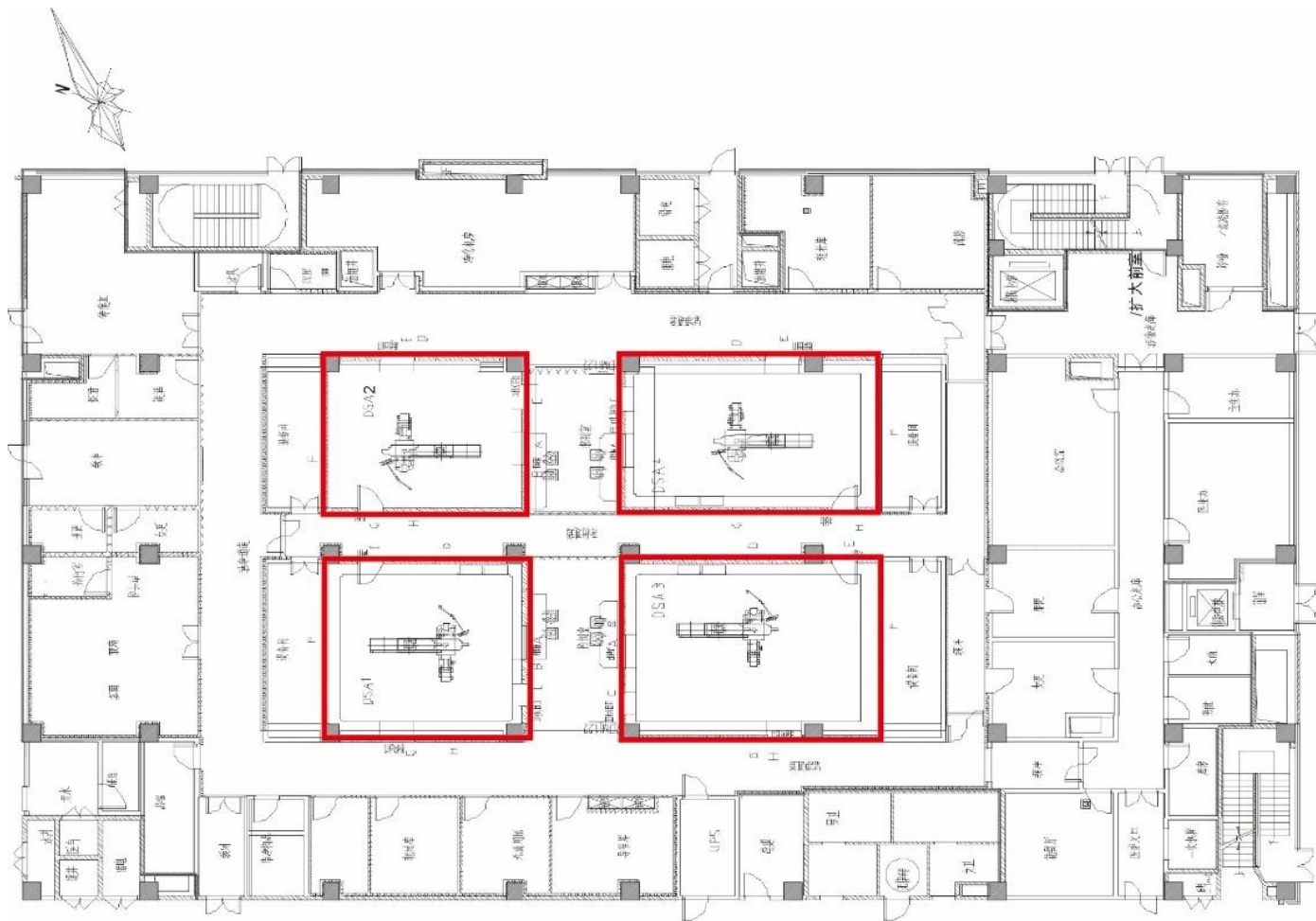


图 1-6 东门诊医技综合楼一层 DSA 手术室四邻图

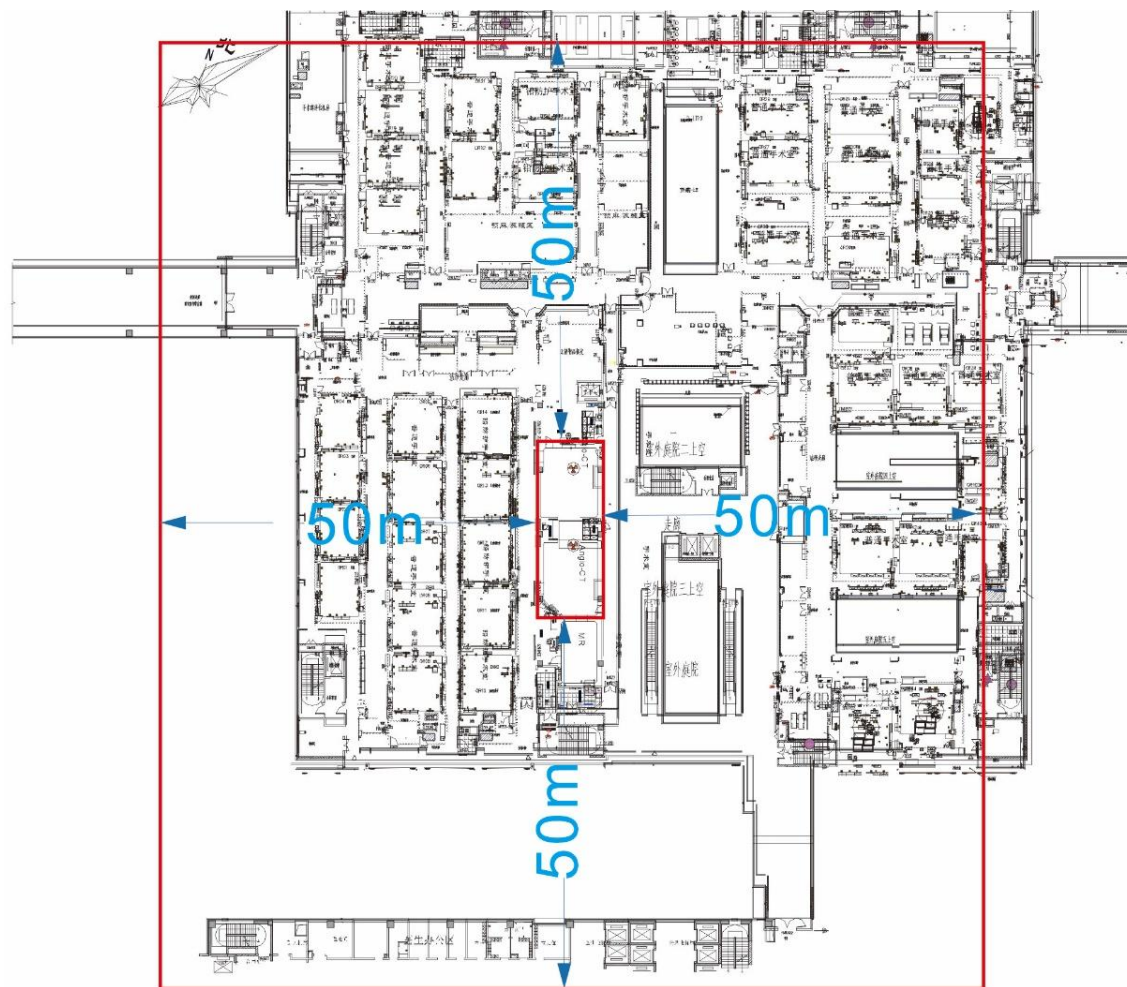


图 1-7 东门诊医技综合楼四层复合手术室周围 50m 范围主要建筑



图 1-8 东门诊医技综合楼四层复合手术室四邻图

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 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	DSA	II类	11	待定	125	1000	介入诊疗	西门诊医技综合楼负一层、东门诊医技综合楼一层、东门诊医技综合楼四层	/
2	CT	III类	1	待定	140	800	影像诊断	东门诊医技综合楼四层	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作 场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过动力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说明,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) 《中华人民共和国环境影响评价法（修正）》，2018 年 12 月 29 日。</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日。</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日。</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（修订）》，2019 年 3 月 2 日。</p> <p>(6) 《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。</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（修订）》，2021 年 1 月 4 日。</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 4 月 18 日。</p> <p>(9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，环境保护部、国家卫生计生委公告第 66 号，2017 年 12 月 5 日。</p> <p>(10) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日。</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日。</p> <p>(12) 《辐射安全与防护监督检查技术程序》，生态环境部，2020 年 2 月。</p> <p>(13) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日。</p> <p>(14) 陕西省环境保护厅《关于印发新修订<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>(15) 《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）。</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), 环境保护部。</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。</p> <p>(3) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)。</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)。</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)。</p> <p>(7) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999—2021)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) NCRP Report No.147: Structural Shielding Design and Evaluation for Medical X-Ray imaging Facilities, 2004。</p> <p>(2) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)。</p> <p>(3) 《放射防护实用手册》, 济南出版社, 2009 年 7 月。</p> <p>(4) 《辐射安全手册》, 科学出版社, 2011 年 11 月。</p> <p>(5) 医院提供的建筑结构设计图以及与建设项目相关的其他技术资料, 2024 年 1 月。</p>

--	--

表 7 保护目标和评价标准

7.1 评价范围

7.1.1 评价内容

本项目评价内容为西安大兴渭水园医院建设项目中西门诊医技综合楼负一层介入中心规划的 5 间 DSA 机房，配备 5 台 DSA；东门诊医技综合楼一层介入中心规划的 4 间 DSA 机房，配备 4 台 DSA；东门诊医技综合楼四层 2 间复合手术室，配备 2 台 DSA 和 1 台 CT。主要关注上述射线装置使用场所的屏蔽防护设计是否满足国家相关标准的要求，以及对该新设立医疗机构射线装置使用提出辐射安全管理和污染防治措施方面的要求。

7.1.2 评价因子

主要为 X 射线。

7.1.3 评价范围

按照《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）的规定，并结合该项目辐射为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定本项目评价范围为西门诊医技综合楼负一层 5 间 DSA 手术室、东门诊医技综合楼一层介入中心 4 间 DSA 手术室、东门诊医技综合楼四层 2 间复合手术室屏蔽体外周围 50m 区域，不同工作场所重合区域时取最大范围。

7.2 环境保护目标

本项目主要环境保护目标为该医院从事本项目所使用涉及射线装置操作的辐射工作人员和项目周边的其他医护、医务、后勤人员及患者、家属等公众。本项目西门诊医技综合楼负一层 5 间 DSA 手术室、东门诊医技综合楼一层介入中心 4 间 DSA 手术室、东门诊医技综合楼四层 2 间复合手术室均集中布置，与周边其他功能区有清晰的物理边界，50m 评价范围内均为医院内部。主要环境保护目标详见表 7-1，西门诊医技综合楼负一层 5 间 DSA 手术室周围 50m 范围内主要建筑物见图 1-3，周围毗邻关系见图 1-4，东门诊医技综合楼一层介入中心 4 间 DSA 手术室周围 50m 范围内主要建筑物见图 1-5，周围毗邻关系见图 1-6，东门诊医技综合楼四层 2 间复合手术室周围 50m 范围内主要建筑物见图 1-7，周围毗邻关系见图 1-8。

表 7-1 本项目场所周围 50m 范围内主要保护目标

项目	保护目标		相对位置	距辐射源最近距离	人口分布情况	年剂量管理约束值
西门 诊医 技综 合楼 负 1 层介 入中 心	职业 人员	介入手术 医师	DSA (1) 手术室	0.8m	8	年有效 剂量不 大于 5mSv
			DSA (2) 手术室	0.8m	8	
			DSA (3) 手术室	0.8m	8	
			DSA (4) 手术室	0.8m	8	
			DSA (5) 手术室	0.8m	8	
		介入护 士、技 师	北医护廊操作位	3.9m	4	
			南医护廊操作位	5.3m	4	
	公众	介入中心 内其他医 护医务人 员、患者	医生办、示教办、主任办、护 士长办、护士站、男更卫、女 更卫、污物暂存间、污物廊、 导管室、设备间、无菌库房、 值班室、谈话间、麻醉药品库、 预麻苏醒、	4.5m	流动人 员	年有效 剂量不 大于 0.1mSv
		介入中心 周边患 者、家属	介入中心等候区、负 1 层风味 餐厅、厨房、负 1 层停车场	8.0m	流动人 员	
			西门诊医技综合楼负 2 层停车 场	3.5m	流动人 员	
西门诊医技综合楼介入中心 上方地面			4.8m	流动人 员		
设备维护 人员	送风机房、排烟机房、送风机 房、新风机房、生活水泵房、 基站机房	11m	流动人 员			
东门 诊医 业	职业 介入手术 医师	DSA (1) 手术室	0.8m	8	年有效 剂量不	
		DSA (2) 手术室	0.8m	8		

技综合楼 1层 介入中心	人员		DSA (3) 手术室	0.8m	8	大于 5mSv
			DSA (4) 手术室	0.8m	8	
		介入护士、技师	DSA (1) (3) 控制室	3.9m	4	
			DSA (2) (4) 控制室	5.3m	4	
	公众	介入中心内其他医护医务人员、患者	器械室、洁净物品室、耗材库、无菌用品室、导管库、男卫\女卫、男更\女更、会议室、男值\女值、耗材库、医生办、主任办、护士站、就餐厅、洁净通道、污物走廊、预麻苏醒、谈话间等	4.3m	流动人员	年有效剂量不大于 0.1mSv
				介入中心周边其他医护人员、患者、家属		
		东门诊医技综合楼1层介入中心上方诊室、空地	5.1m			
		东门诊医技综合楼1层介入中心下方厨房、餐厅	6.3m			
东门诊医技综合楼 4层 复合手术室	职业人员	介入手术医师	复合手术室 (1)	0.8m	8	年有效剂量不大于 5mSv
			复合手术室 (2)	0.8m	8	
		介入医师、护士、技师	复合手术室 (1) 控制室	8.3m	4	
			复合手术室 (2) 控制室	8.5m	4	
	公众	手术中心内其他医护医务人员、患者	核磁间控制室、普通手术室、铅防护手术室、护士站、药品库、药品间、无菌接收、预麻苏醒、谈话间、洁净走廊、污物通道	5.1m	流动人员	年有效剂量不大于 0.1mSv
				复合手术临近区域患者、家属		
		复合手术室正下方发放大厅、洁具间、辅料打包间、器械库房、辅料库房	3.8m			

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值及剂量约束值

7.3.1.1 基本剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的剂量限值列于表 7-2。

表 7-2 个人剂量限值 (GB18871-2002)

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续五年平均有效剂量 20mSv, 且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv; 但连续五年平均值不超过 1mSv 时, 某一单一年可为 5mSv
眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a	眼晶体的当量剂量 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a

GB18871-2002 还规定了年剂量约束值, 按辐射防护最优化原则设计的年剂量控制值应小于或等于该剂量约束值。剂量约束值是剂量限值的一个分数, 公众剂量约束值通常应在 0.1~0.3mSv/a 范围内。

7.3.1.2 剂量约束值

该项目职业照射剂量和公众约束值分别执行 5mSv/a 和 0.1mSv/a。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况, 单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

7.3.2 剂量率控制水平

根据 GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》, 导管室外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h。

7.3.3 射线装置机房屏蔽防护基本要求

参照 GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》第 6.2 表 3, 本项目 DSA 机房属于 C 型臂 X 射线设备机房, 本项目复合手术室使用 DSA 和 CT, 屏蔽防护按照 CT 机房要求。因此, 该项目 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求如下。

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 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
C 型臂 X 射线设备机房	2.0	2.0
CT 机房 (不含头颅移动 CT)	2.5	

7.3.4 X 射线设备机房的面积要求

GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》第 6.1 条款指出：每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-4 的要求。

表 7-4 X 射线设备机房使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 (m ²)	机房内最小单边长度 (m)
单管头 X 射线设备（含 C 型臂、乳腺 CBCT）	20	3.5
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5

备注：本项目 DSA 为单管头 X 射线设备，CT 机非头颅移动 CT。

7.3.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

GBZ130-2020《放射诊断放射防护要求》第 6.5 条款指出：每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7.5 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。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。

表 7-5 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、床侧防护屏/床侧防护帘 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	—
CT 体层扫描（隔室）	—	—	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。

7.3.6 X 射线设备机房防护检测要求

① X 射线设备机房防护设施和机房周围辐射剂量检测应满足下列要求：

a) X 射线设备机房防护检测指标和要求应符合 6.3 的规定；

b) X 射线设备机房的防护检测应在巡测的基础上，对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测。关注点应包括：四面墙体、地板、顶棚、机房门、操作室门、观察窗、采光窗/窗体、传片箱、管线洞口、工作人员操作位等，点位选取应具有代表性；

② X 射线设备机房放射防护安全设施应进行竣工验收，在使用过程中，应进行定期检查和检测，定期检测的周期为一年。

③在正常使用中，医疗机构应每日对门外工作状态指示灯、机房门的闭门装置进行检查，对其余防护设施应进行定期检查。

7.3.7 介入放射学用 X 射线设备防护性能的专用要求

《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）4.7 规定：

a) 透视曝光开关应为长断式开关，并配有透视限时装置；

b) 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。

c) X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

d) X 射线设备的受检者入射体表空气比释动能率应符合 WS76 的规定。

e) X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用情况下，在透视防护区测试平面上的空气比释动能率不大于 400 μ Gy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置及场所位置

8.1.1 医院地理位置

项目位于西安市经开区高铁新城草滩七路以西、尚林路以北，医院地理位置见图 1-1，医院平面布置见图 1-2。

8.1.2 项目场所位置

项目拟建机房位于医院西门诊医技综合楼负一层、东门诊医技综合楼一层、东门诊医技综合楼四层。项目场所位置详见图 1-3、图 1-5、图 1-6，现状见图 8-1~图 8-3。



图 8-1 西门诊医技综合楼负一层介入中心场地

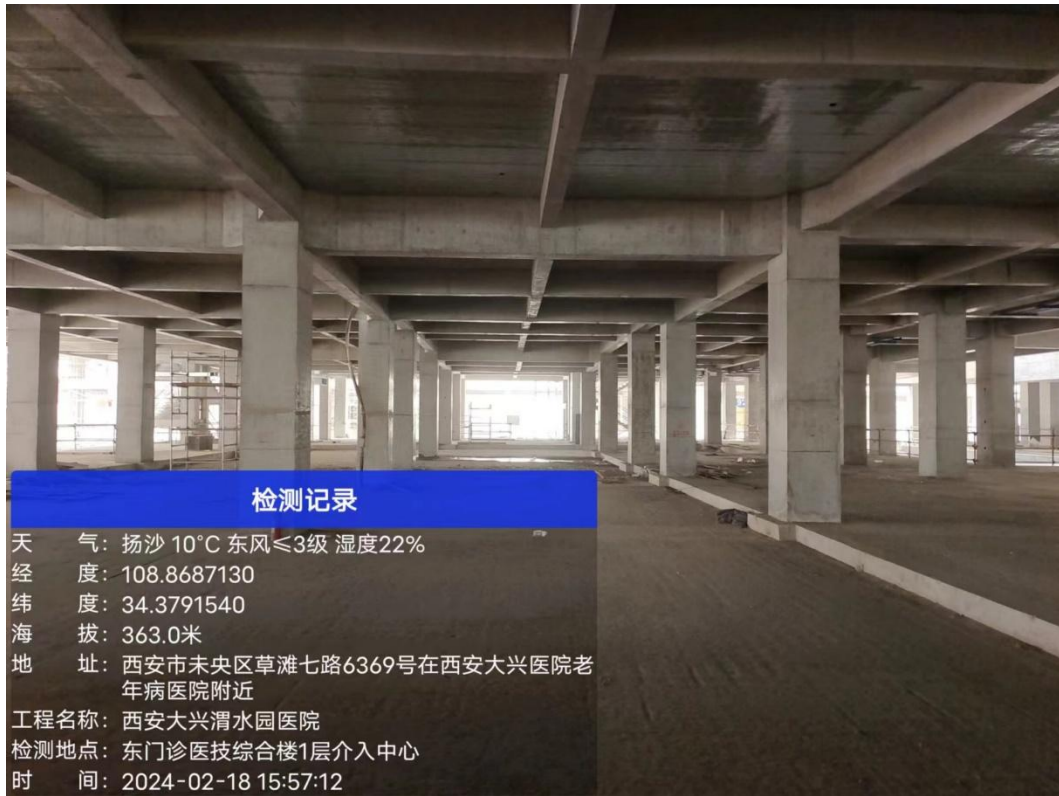


图 8-2 东门诊医技综合楼一层介入中心场地



图 8-3 东门诊医技综合楼四层复合手术室场地

8.2 辐射环境现状监测

8.2.1 监测方案

为了解本项目拟建场所及周边环境 γ 辐射本底水平，陕西万衡检测科技有限公司于2024年2月18日对拟建场所周边环境 γ 辐射剂量率进行了监测，并编制了检测报告（报告编号：万衡（2024）检字第（H0201）号，见附件6）。

环境 γ 辐射剂量率的监测方案见表8-1，布点示意图8-4~图8-6。

表 8-1 辐射环境质量现状监测方案

监测因子	监测点位	监测频次
γ 辐射剂量率	拟建机房设置位置及楼层上下	每个点位连续监测10次
监测方法	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）	

8.2.2 监测点位

环境 γ 辐射剂量率监测点位布设情况详见图8-4~图8-6。

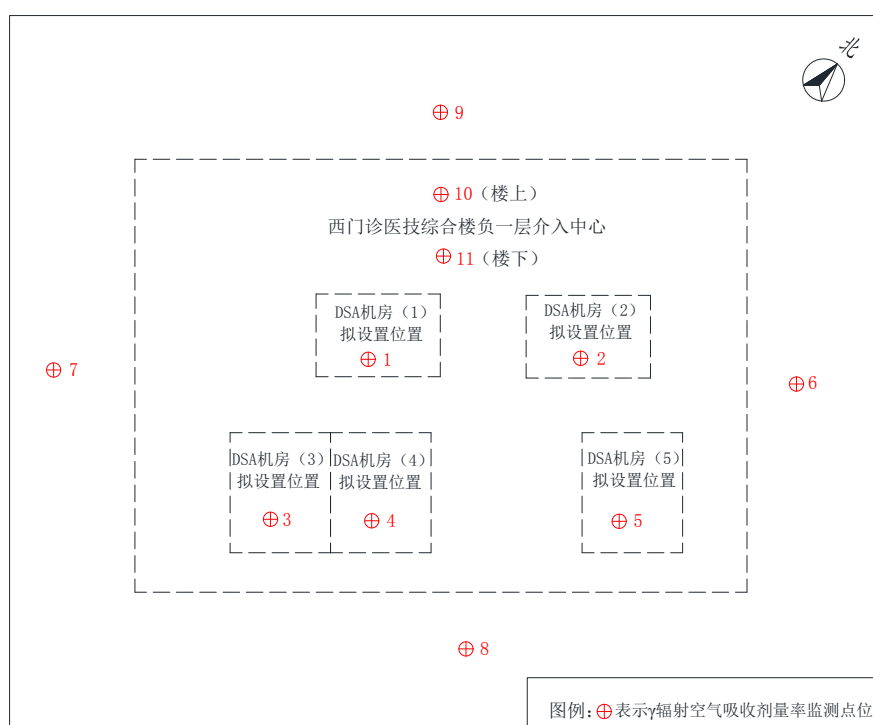


图 8-4 西门诊医技综合楼负一层介入中心场地监测点位示意图

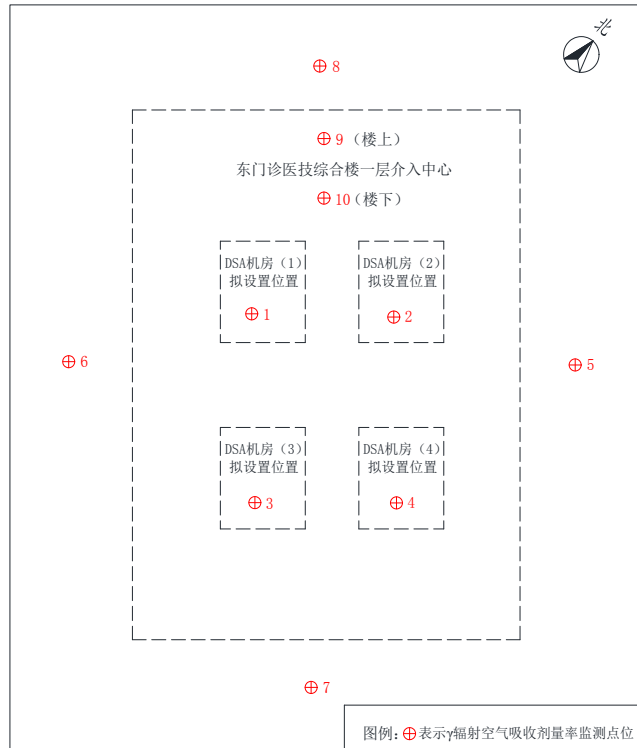


图 8-5 东门诊医技综合楼一层介入中心场地监测点位示意图

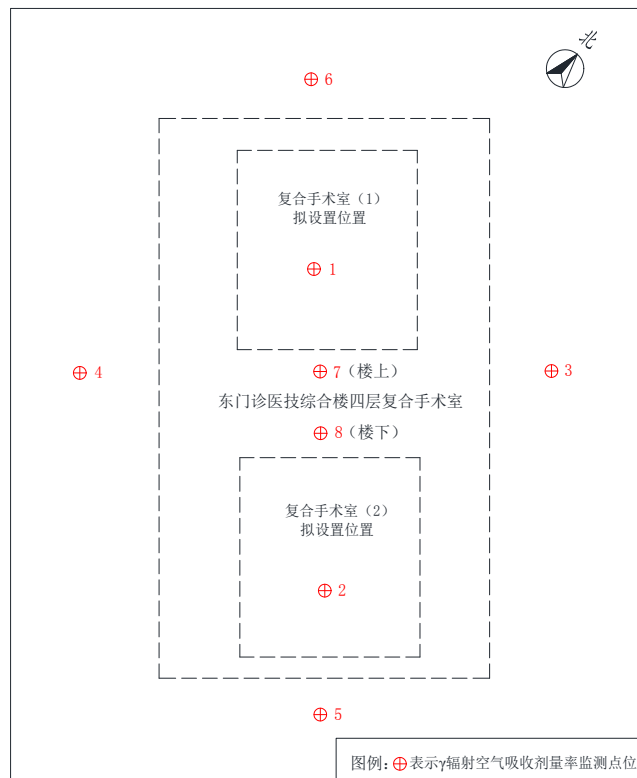


图 8-6 东门诊医技综合楼四层复合手术室场地监测点位示意图

8.2.3 监测仪器

监测仪器相关情况见表 8-2。

表 8-2 监测仪器相关参数一览表

仪器信息	量程范围	检定/校准单位	证书编号	证书有效期
环境γ辐射监测仪 6150AD/H+6150AD-b/H WHFJ-1402+1403	1nSv/h~ 99.9μSv/h	中国辐射防 护研究院放 射性计量站	检字第 [2023]-L761	2023/11/17~ 2024/11/16

8.2.4 质量控制

根据《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)和《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)中有关辐射环境监测质量保证一般程序和实验室的质量体系文件(包括质量手册、程序文件、作业指导书)实行全过程质量控制,保证此次监测结果科学、有效。辐射环境监测质量保证主要内容有:

- 1.监测机构通过了计量认证。
- 2.监测前制定了详细的监测方案及实施细则。
- 3.合理布设监测点位,保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- 4.监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格,且在校准、检定有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在量程、响应时间等方面相符合,以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制,严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行。
- 5.监测方法采用国家有关部门颁布的标准,监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- 6.每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- 7.现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行,按照统计学原则处理异常数据和监测数据。
- 8.建立完整的文件资料。仪器校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留,以备复查。
- 9.监测报告严格实行三级审核制度,经过校对、审核,签发。
- 10.监测结果评价:参照陕西省天然贯穿辐射剂量水平调查结果,评价项目

周围的辐射环境质量。

8.2.5 监测结果及评价

项目拟建场所周边环境 γ 辐射剂量率监测结果见表 8-3。

表 8-3 环境 γ 辐射剂量率监测结果

场所	点号	监测点位描述	γ 辐射剂量率 (nGy/h)	
			范围值	均值 \pm 标准差
西门诊 医技综 合楼负 一层介 入中心 位置	1	DSA 机房 (1) 拟设置位置	59~68	64 \pm 4
	2	DSA 机房 (2) 拟设置位置	58~68	63 \pm 4
	3	DSA 机房 (3) 拟设置位置	57~70	63 \pm 5
	4	DSA 机房 (4) 拟设置位置	56~66	61 \pm 4
	5	DSA 机房 (5) 拟设置位置	59~65	63 \pm 3
	6	介入中心东侧位置	62~70	66 \pm 3
	7	介入中心西侧位置	60~69	66 \pm 4
	8	介入中心南侧位置	57~65	61 \pm 4
	9	介入中心北侧位置	59~68	64 \pm 4
	10	介入中心上方位置	39~45	42 \pm 2
	11	介入中心下方位置	61~67	63 \pm 2
东门诊 医技综 合楼一 层介入 中心位 置	1	DSA 机房 (1) 拟设置位置	47~54	50 \pm 3
	2	DSA 机房 (2) 拟设置位置	51~56	53 \pm 3
	3	DSA 机房 (3) 拟设置位置	48~55	52 \pm 3
	4	DSA 机房 (4) 拟设置位置	50~56	53 \pm 3
	5	介入中心东侧位置	52~61	57 \pm 3
	6	介入中心西侧位置	51~57	54 \pm 3
	7	介入中心南侧位置	52~60	56 \pm 3
	8	介入中心北侧位置	56~63	60 \pm 3
	9	介入中心上方位置	51~59	55 \pm 3
	10	介入中心下方位置	50~56	54 \pm 3

东门诊 医技综 合楼四 层复合 手术室 位置	1	复合手术室（1）拟设置位置	53~64	59±5
	2	复合手术室（2）拟设置位置	54~65	60±5
	3	复合手术室东侧位置	52~61	57±4
	4	复合手术室西侧位置	53~60	57±3
	5	复合手术室南侧位置	52~59	56±3
	6	复合手术室北侧位置	50~58	54±3
	7	复合手术室上方位置	48~59	54±5
	8	复合手术室下方位置	65~72	68±3

注：1.Sv 与 Gy 间的转换参照 JJG 393，使用 137Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数为 1.20Sv/Gy,本报告监测数据均为进行换算后的数据；2.监测结果已扣除仪器对宇宙射线的响应值。

由表 8-3 可知，项目拟建辐射工作场所的环境 γ 辐射剂量率为 39~72nGy/h（已扣除宇宙射线响应值），与《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）中“西安市 γ 辐射剂量率调查结果（室内：79~130nGy/h，室外：50~121nGy/h）”相当，属天然辐射本底水平。项目所在地辐射剂量率处于正常环境本底水平，项目所在区域辐射环境质量现状良好。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工作原理

9.1.1.1 数字血管造影 (DSA)

数字减影血管造影系统(DSA)是利用 X 射线进行影像诊断和介入治疗的医疗设备。其基本结构都是由产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置等设备组成。X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成。当灯丝通电加热时，电子就蒸发出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速到很高的速度，到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线，如图 9-1 示。

数字减影血管造影系统 (DSA) 主要采用时间减影法，即将造影剂未到达欲检部位前摄取的蒙片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构。利用 DSA 开展影像诊断和介入治疗的过程中，可以分别采用透视和摄影两种曝光方式。DSA 作为一种 C 型臂结构的 X 射线装置，工作期间球管和探测器可以以患者的手术部位为中心绕 C 臂支架同步旋转，但照射野始终不会超出影像接收器的范围。DSA 设备为各种介入治疗提供了必备条件，广泛用于全身血管性疾病及肿瘤的检查及治疗，是各个临床科室如心内科、神经外科、肿瘤科、肝胆外科等介入治疗的关键设备。

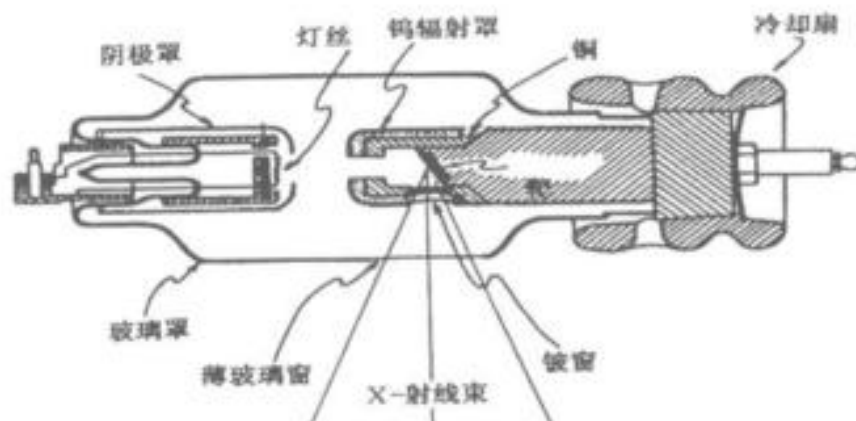


图 9-1 典型 X 射线管示意图

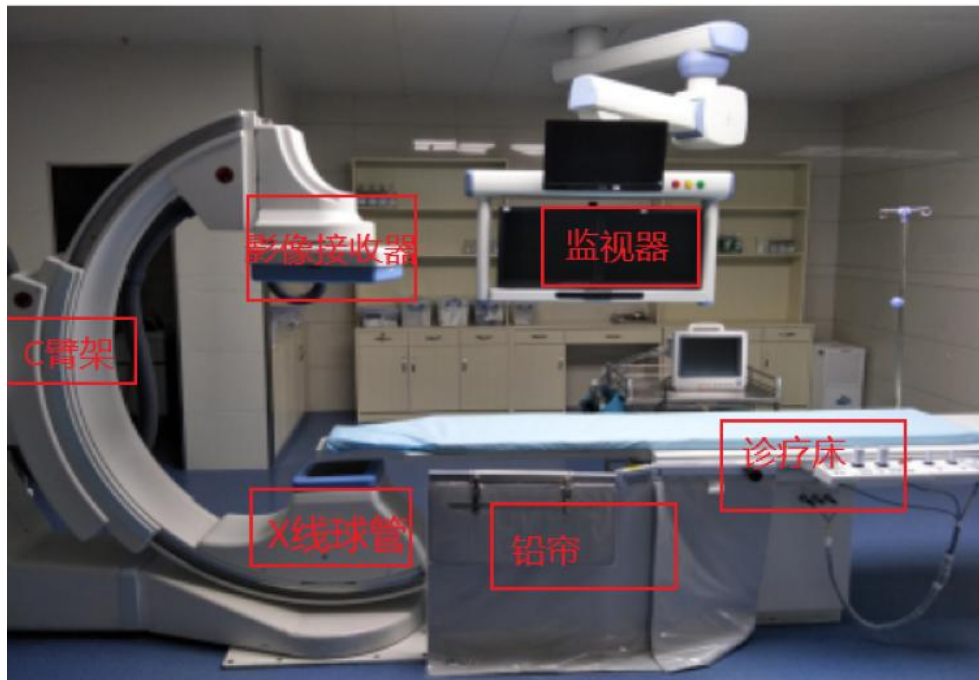


图 9-2 DSA 设备一般结构

9.1.1.2 计算机断层摄影 (CT)

CT 系统一般由扫描部分（包括线阵排列的辐射探测器、高热容量 X 线球管、扫描架）、诊床、计算机硬件、图像处理系统及操作控制等几部分组成。其中 X 线球管、探测器均位于扫描架内，连续曝光过程中 X 线球管以诊床上的患者为轴心做周向运动。X 线束经过前准直器准直后，呈一定厚度的扇形，且不超过线阵探测器的最大径向宽度。CT 利用 X 射线束对人体某部位一定厚度的层面进行扫描，其强度因和不同密度的组织相互作用而产生相应的吸收和衰减，探测器接收透过该层面的 X 射线，先将其转变为可见光后，由光电转换变为电信号，再经模 / 数转换器 (A / D converter) 转换成数字信号输入计算机储存和处理。从而根据射线衰减值得到该层面各单位容积的 CT 值 (CT number)，并排列成数字矩阵 (Digital matrix)，即构成该层的横断 CT 图像。

此外，通过在 CT 机扫描孔径正反两侧架设屏蔽，也极大地降低了到达非扫描区域的漏射线和外散射线。



图 9-3 同类复合手术室 CT 布置图

9.1.2 操作流程

(1) DSA 诊断性造影检查

- ①医生根据患者预约安排诊断性造影检查；
- ②病人由专职人员通过受检者防护门接入检查室，由护理人员进行摆位，并做局部消毒处理；
- ③医生根据病人情况在透视条件下进行股动脉穿刺、脑脊髓外周血管超选造影检查；
- ④病人术后穿刺点压迫，通过受检者防护门自行离开，在休息区进行术后常规观察。

(2) 血管病变介入治疗

诊疗时，血管病变介入治疗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上腔静脉，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。

- ①医生根据患者预约安排手术；
- ②病人由专职人员通过受检者防护门接入检查室，由护理人员进行摆位，并做局部消毒处理；
- ③医生根据手术性质在透视条件下进行手术，按照手术性质和医生手术水

平不同，每台手术累计曝光时间多为几十分钟；

④介入治疗病人在手术完成后由专职人员负责送回病房。

(3) CT 影像定位

本项目复合手术室除使用 DSA 进行介入诊疗外，还使用 CT 进行患者的术前和术后评价（DSA 和 CT 设备共用一个手术床）。DSA 和 CT 分开放置，通过滑轨精准移动设备，实现结构上和功能上的融合。患者接受 DSA 介入治疗过程中，如果需要 CT 进行影像检查确认，无需更换手术床，可将 CT 通过滑轨移至 DSA 手术床，直接进行 CT 扫描。扫描时与常规 CT 不同的是，CT 机架通过滑轨进入手术区域，这样，可以保证患者在不移动的情况下同时接受两种影像设备的检查，提高了治疗的效率及临床的安全性。

CT 模式：在复合手术室使用 CT 时，DSA 的 C 形臂须先处于远离 DSA 检查床的停止位并触发位置信号开关，此时才可将 CT 滑动机架从 CT 存放处停止位沿导轨移至复合手术室内工作位，到达工作区域时触发位置信号开关 CT 才可进行曝光操作；在复合手术室内使用 CT 模式下，因软硬件互锁 DSA 系统的所有移动和曝光功能均被禁用。因此两台设备同时在复合手术室时只有 CT 能曝光操作。

CT 模式改为 DSA 模式：CT 使用结束后，将 CT 滑动机架移出复合手术室内工作位后到达 CT 存放处的停止位并触发信号位置开关时，DSA 系统才可恢复正常使用。在 CT 和 DSA 手术联合使用期间，CT 和 DSA 不同时使用。

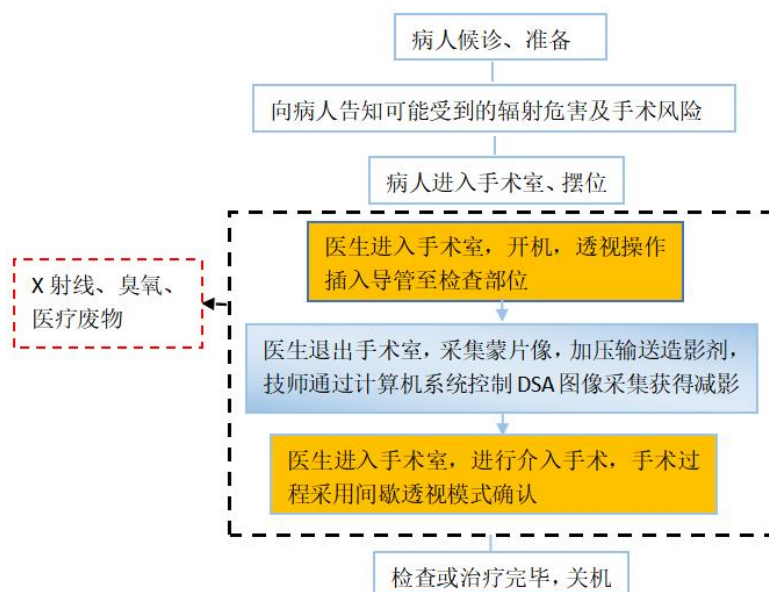


图 9-4 DSA 诊疗流程及产污环节示意图

9.2 污染源描述

9.2.1 主要放射性污染物

(1) 由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器高压通电开、关而产生和消失。因此，本项目使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会放射 X 射线。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。射线装置在运行时无其它放射性废气、废水和固体废物产生。本项目 DSA 产污环节示意图见图 9-4，本项目 CT 产污环节类似。

(2) 主要放射性污染因子：X 射线贯穿辐射。

9.2.2 污染途径

(1) DSA 工作场所人流及物流路径

①患者路径：本项目患者经麻醉苏醒室作缓冲后从病区通道门进入半洁净走廊，再进入 DSA 机房内接受治疗。

②医生路径：本项目辐射工作人员经过专用通道进入更衣室更衣后沿洁净走廊分别进入 DSA 机房和控制室等区域。放射技师在控制室或控制廊内对 DSA 设备进行隔室操作。

③污物路径：本项目手术过程中产生的医疗废物临时存放在机房附近污物通道上的医废暂存间，当日由保洁人员沿污物通道运出至院内医废集中点。

(2) 正常工况时的污染途径

X 射线装置主要的放射性污染是 X 射线，污染途径是 X 射线外照射。X 射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。在开机出束时，有用束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。在 X 射线装置使用过程中，X 射线贯穿机房的屏蔽设施进入外环境中，将对操作人员及机房周围人员造成辐射影响。此外，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，但由于该项目血管造影机和 CT 机工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。

(3) 事故工况的污染途径

①射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽，造成管电流、管电压设置错误，使得受检者或工作人员受到超剂量照射。

②防护门控制失灵或安全联锁装置故障，人员误入正在运行的机房内而造

成辐射损伤。

③管理不善，无关人员在射线装置开机时进入机房或开机时未离开机房，从而受到不必要的较大剂量辐射照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 项目建设内容

本项目拟建的西门诊医技综合楼负一层 5 间 DSA 机房均位于介入中心区域内，配备 5 台 DSA。DSA（1）和 DSA（2）两间机房的控制廊位于机房北侧，DSA（3）、DSA（4）和 DSA（5）三间机房的控制廊位于机房南侧，技师和护士通过控制廊上的铅玻璃观察窗和通话器听从介入医师的指令，刷手间和铅衣架设置在控制廊入口，工作人员通过控制廊上的带自闭功能的工作人员门进入机房。每间机房内床旁拟设置铅防护帘，床上方拟设置悬挂铅玻璃防护屏，配备移动式铅防护屏风 1 个。患者通过病人走廊上的患者进出门进入 DSA 机房，患者进出门为电动推拉门，门上方均设置工作状态指示灯和电离辐射标志。手术垃圾在污物暂存间临时存放，由保洁人员定时收集清理。

东门诊医技综合楼 4 间 DSA 机房位于东门诊医技综合楼一层介入中心区域内，配备 4 台 DSA。DSA（1）和 DSA（3）机房、DSA（2）和 DSA（4）机房各共用 1 间控制室，技师和护士通过控制室的铅玻璃观察窗和通话器听从介入医师的指令，刷手间和铅衣架设置在控制室入口附近，工作人员通过控制室带自闭功能的工作人员门进入机房。每间机房内床旁拟设置铅防护帘，床上方拟设置悬挂铅玻璃防护屏，配备移动式铅防护屏风 1 个。患者通过洁净走廊上的患者进出门进入 DSA 机房，患者进出门为电动推拉门，门上方均设置工作状态指示灯和电离辐射标志。手术垃圾由保洁人员定时收集清理，通过污物通道门经污物走廊转运出介入中心。

东门诊医技综合楼 2 间复合手术室位于东门诊医技综合楼四层手术中心区域，配备 2 台 DSA 和 1 台 CT。复合手术室（1）和复合手术室（2）各有 1 间控制室，技师和护士通过控制室的铅玻璃观察窗和通话器听从介入医师的指令，刷手间和铅衣架设置在洁净走廊上，工作人员通过控制室带自闭功能的工作人员门进入机房。每间机房内床旁拟设置铅防护帘，床上方拟设置悬挂铅玻璃防护屏，配备移动式铅防护屏风 1 个。患者通过洁净走廊上的患者进出门进入 DSA 机房，患者进出门为电动推拉门，门上方均设置工作状态指示灯和电离辐射标志。CT 机非工作时停放于复合手术室（1）和复合手术室（2）之间的停车库，使用时通过停车库与手术室间的防护门和地面轨道移动至治疗床位置，工作人员退出手术

室后，由技师在控制室内设置曝光条件并执行 CT 扫描。手术垃圾由保洁人员定时收集清理，通过污物通道门经污物走廊运出介入中心。

工作人员同室近台和位于控制间或控制廊操作设备，DSA 摄影曝光时，除存在临床不可接受的情况外工作人员均拟退回到控制间或控制廊进行操作，DSA 透视曝光时，医师在手术间内近台操作，护士和技师通常不在手术间内。CT 曝光扫描时，工作人员均退出回操作间进行操作，机房采用空调通风，不设采光窗。

机房拟采取的屏蔽防护设施见下表 10-1。

表 10-1 机房屏蔽材料及厚度情况一览表

序号	位置	机房名称	机房有效使用面积	屏蔽部位	屏蔽材料及厚度	
1	西门 诊医 技综 合楼 负 1 层	DSA 机房 (1)	38.3m ²	屋顶	400mm 砵	
				地板	400mm 砵	
2		DSA 机房 (2)	38.3m ²	四周墙体	240mm 水泥砖+10mm 硫酸钡	
3		DSA 机房 (3)	51.7m ²			
4		DSA 机房 (4)	51.7m ²	工作人员门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +3.0mm 铅板	
5		DSA 机房 (5)	51.7m ²	患者进出门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +3.0mm 铅板	
				观察窗	3.0mmPb 铅玻璃	
6		东门 诊医 技综 合楼 1 层	DSA 机房 (1)	50.6 m ²	屋顶	DSA1\DSA2: 150mm 砵 +20mm 硫酸钡 DSA3\DSA4: 150mm 砵 +40mm 硫酸钡
地板					360mm 砵	
7			DSA 机房 (2)	42.0m ²	四周墙体	240mm 水泥砖+10mm 硫酸钡
	工作人员门				0.8mm 热熔镀锌钢板 +3.0mm 铅板	
8	DSA 机房 (3)		66.8 m ²	患者进出门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +3.0mm 铅板	
				污物通道门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +3.0mm 铅板	
9	DSA 机房 (4)		55.2m ²	观察窗	3.0mmPb 铅玻璃	
10	东门 诊医 技综		复合手术 室 1	64.8 m ²	屋顶	150mm 砵+30mm 硫酸钡
					地板	450mm 砵

11	合楼 4 层			四周墙体	240mm 水泥砖+20mm 硫酸钡
				工作人员门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +4.0mm 铅板
				患者进出门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +4.0mm 铅板
				污物通道门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +4.0mm 铅板
				CT 停车库防护门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +4.0mm 铅板
				观察窗	4.0mmPb 铅玻璃
	复合手术室 2	54.0 m ²	屋顶	150mm 砼+30mm 硫酸钡	
			地板	450mm 砼	
			四周墙体	240mm 水泥砖+20mm 硫酸钡	
			工作人员门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +4.0mm 铅板	
			患者进出门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +4.0mm 铅板	
			污物通道门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +4.0mm 铅板	
CT 停车库防护门	0.8mm 热熔镀锌钢板 +4.0mm 铅板				
MR 间防护墙	0.8mm 热熔镀锌钢板 +4.0mm 铅板				
观察窗	4.0mmPb 铅玻璃				

注：水泥砖密度不低于 1.60g/cm³，混凝土密度不低于 2.35g/cm³，铅密度不低于 11.34g/cm³，硫酸钡水泥的密度不低于 2.79g/cm³

10.1.2 工作场所安全防护设施管理

本项目 DSA 工作场所安全与防护设施设计要求见表 10-2。

表 10-2 DSA 机房辐射安全与防护设施设计表

序号	检查项目	是否拟设置	备注
1	单独机房	√	每个场所均为单独机房
2	操作部位局部屏蔽防护设施	√	铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏、移动式铅防护屏风各 1 个
3	医护人员个人防护	√	每间机房拟配备橡胶围裙（分体式铅衣）、铅橡胶颈套各 8 件；铅防护眼镜、介入防护手套各 8 副；铅橡胶帽子 8 顶
4	患者防护	√	每间机房拟配备铅橡胶性腺防护方巾、铅橡胶颈套各 1 件、铅橡胶帽子 1 顶
5	机房门窗防护	√	铅防护门、铅玻璃观察窗
6	闭门装置	√	工作人员门为感应式电动推拉门（拟配自闭器）、患者进出门为感应式电动推拉门、污物通道门为手动平开门（拟配自闭器）
7	入口处电离辐射警告标志	√	受检者门、污物通道门上粘贴电离辐射标志
8	入口处机器工作状态显示	√	拟安装工作状态指示灯
9	监测仪器	√	全院拟配备 2 台便携式辐射巡测仪
10	个人剂量计	√	所有工作人员配备 TLD 个人剂量计

注：A 场所设施拟设置的检查项目适用本项目所有 DSA 机房和复合手术室

10.1.3 机房辐射防护措施

(1) 机房采取实体屏蔽措施，9 间 DSA 机房和 2 间复合手术室设计的防护能力和评价依据对照情况见表 10-3，满足 GBZ130-2020 标准相关要求，保证工作人员和公众的受照剂量满足环评文件提出的剂量约束要求。

(2) 辐射工作场所实行控制区和监督区分区管理，机房出入口内的所有区域为控制区，控制间或控制廊、有人驻留的机房临室、患者出入门外的洁净走廊、污物门周围的污物通道、污物暂存间、设备间等为监督区。本项目机房辐射管理分区图见图 10-1、10-2。

(3) 本项目工作人员门拟设为电动感应手动平开门（复合手术室）和电动推拉门。患者进出门拟设为有自动延时关闭和防夹保护功能的电动推拉门，拟在邻近推拉门内、外墙上设置脚控开关，用于控制机房门的开启和关闭，防夹装置为红外感应。为防止 X 射线机在运行过程中其他人员误入机房而受到不必要的照射，拟在该项目患者进出门外醒目位置设置电离辐射警告标志，并拟在机房患者进出门外上方安装工作状态指示灯，指示灯标志牌上拟设警示语“射线有害，灯亮勿入”。工作状态指示灯拟与工作人员进出门关联，指示灯拟由设备专用配电箱供电，指示灯电源拟与设备低压供电线路连接，当设备开启且工作人员防护门关闭时，患者进出门外指示灯亮起。垃圾通道门拟设为手动平开门，拟配自闭器。

(4) 每台 DSA 设备诊疗床上控制台拟设置紧急停机装置。

(5) 辐射工作人员均佩带个人剂量计。

(6) 每间 DSA 机房设有观察窗和语音对讲系统。

(7) DSA 操作部位局部拟采取下列屏蔽防护设施：每台 DSA 均手术床床上拟配备可移动 0.5mm 铅当量的铅悬挂防护屏、床侧悬挂 0.5mm 铅当量的铅防护吊帘、床侧悬挂含 0.5mm 铅当量的床侧防护帘，机房内配 2mm 铅当量的移动式铅防护屏风各 1 个。

(8) 本项目拟配备符合防护要求的辅助防护用品：每间 DSA 机房拟配置 0.5mm 铅当量的橡胶围裙（分体式铅衣）8 件、0.5mm 铅当量的铅橡胶颈套 8 件、0.75mm 铅当量的铅防护眼镜 8 副、0.025mm 铅当量的介入防护手套 8 副、0.5mm 铅当量的铅橡胶帽子 8 顶；拟配置受检者防护用品，包括 0.5mm 铅当量的铅橡胶性腺防护方巾 1 件、0.5mm 铅当量的铅橡胶包裹式方巾 1 件、0.5mm 铅当量的铅橡胶颈套 1 件、0.5mm 铅当量的铅橡胶帽子 1 顶。

每间机房个人防护用品和辅助防护设施配置情况见表 10-4，满足 GBZ130-2020 标准相关要求。

(9) 项目拟购置便携式辐射检测仪，用于 DSA 机房日常自行辐射监测。

(10) 拟在家属等候区设置辐射防护注意事项告知牌和宣传栏；制定事故应急预案，尽可能地降低事故情况下对环境的污染。

(11) 机房配备火灾报警系统，配有灭火用品。

表 10-3 DSA 机房屏蔽防护能力与评价依据对照表

位置	机房名称	屏蔽部位	屏蔽材料及厚度	等效铅当量	标准要求	是否符合标准要求
西门 门诊 医技 综合 楼 负 1 层	DSA 机房 (1)	屋顶	400mm 砵	5.7mmPb	2.0mmPb	是
	DSA 机房 (2)	地板	400mm 砵	5.7mmPb		是
	DSA 机房 (3)	四周墙体	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡	3.3mmPb		是
	DSA 机房 (4)	工作人员门	0.8mm 热熔镀锌 钢板+3.0mm 铅板	3.0mmPb		是
	DSA 机房 (5)	患者进出 门	0.8mm 热熔镀锌 钢板+3.0mm 铅板	3.0mmPb		是
		观察窗	3.0mmPb 铅玻璃	3.0mmPb		是
		DSA 机房 (1)	屋顶	150mm 砵+20mm 硫酸钡 (DSA1\DSA2)		3.9mmPb
150mm 砵+40mm 硫酸钡 (DSA3\DSA4)	5.9 mmPb					

合楼 1 层	DSA 机房 (2)	地板	360mm 砼	5.5mmPb		是
		四周墙体	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡	3.3mmPb		是
		工作人员门	0.8mm 热熔镀锌钢板+3.0mm 铅板	3.0mmPb		是
	DSA 机房 (3)	患者进出门	0.8mm 热熔镀锌钢板+3.0mm 铅板	3.0mmPb		是
		污物通道门	0.8mm 热熔镀锌钢板+3.0mm 铅板	3.0mmPb		是
	DSA 机房 (4)	观察窗	3.0mmPb 铅玻璃	3.0mmPb		是
东门诊医技综合楼 4 层	复合手术室 1	屋顶	150mm 砼+20mm 硫酸钡	4.0mmPb	2.5mmPb	是
		地板	450mm 砼	6.4mmPb		是
		四周墙体	240mm 水泥砖 +20mm 硫酸钡	4.0mmPb		是
		工作人员门	0.8mm 热熔镀锌钢板+4.0mm 铅板	4.0mmPb		是
		患者进出门	0.8mm 热熔镀锌钢板+4.0mm 铅板	4.0mmPb		是
		污物通道门	0.8mm 热熔镀锌钢板+4.0mm 铅板	4.0mmPb		是
		CT 停车库防护门	0.8mm 热熔镀锌钢板+4.0mm 铅板	4.0mmPb		是
	观察窗	4.0mmPb 铅玻璃	4.0mmPb	是		
	复合手术室 2	屋顶	150mm 砼+20mm 硫酸钡	4.0mmPb		是
		地板	450mm 砼	6.4mmPb		是
		四周墙体	240mm 水泥砖 +20mm 硫酸钡	4.0mmPb		是

	工作人员门	0.8mm 热熔镀锌钢板+4.0mm 铅板	4.0mmPb	是
	患者进出门	0.8mm 热熔镀锌钢板+4.0mm 铅板	4.0mmPb	是
	污物通道门	0.8mm 热熔镀锌钢板+4.0mm 铅板	4.0mmPb	是
	CT 停车库防护门	0.8mm 热熔镀锌钢板+4.0mm 铅板	4.0mmPb	是
	MR 间防护墙	0.8mm 热熔镀锌钢板+4.0mm 铅板	4.0mmPb	是
	观察窗	4.0mmPb 铅玻璃	4.0mmPb	是

注：复合手术室屏蔽防护按照 CT 机房要求。

表 10-4 DSA 机房防护用品及辅助防护设施配备计划与评价依据对照表

防护对象		机房配备计划	标准要求	是否符合要求
工作人员	个人防护用品	每间 DSA 机房拟新配备橡胶围裙（分体式铅衣）、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各 8 件；铅防护眼镜、介入防护手套各 8 副	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、防护手套、铅防护眼镜， 选配：铅橡胶帽子	是
	辅助防护设施	每间 DSA 机房拟配备铅悬挂防护屏、防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏、移动铅防护屏风	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	是
患者和受检者	个人防护用品	每间 DSA 机房拟新配备铅橡胶性腺防护方巾、铅橡胶颈套各 1 件、铅橡胶帽子 1 顶	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子 选配：阴影屏蔽器具	是

10.1.4 电缆敷设设计

本项目 DSA 设备和 CT 基座下方设置电缆沟，电缆布设在电缆沟内，电缆穿墙以“U”型管穿墙，通过地面下沉电缆沟穿出机房，不会影响防护墙体的防护效果。电缆沟穿墙示意图 10-1。

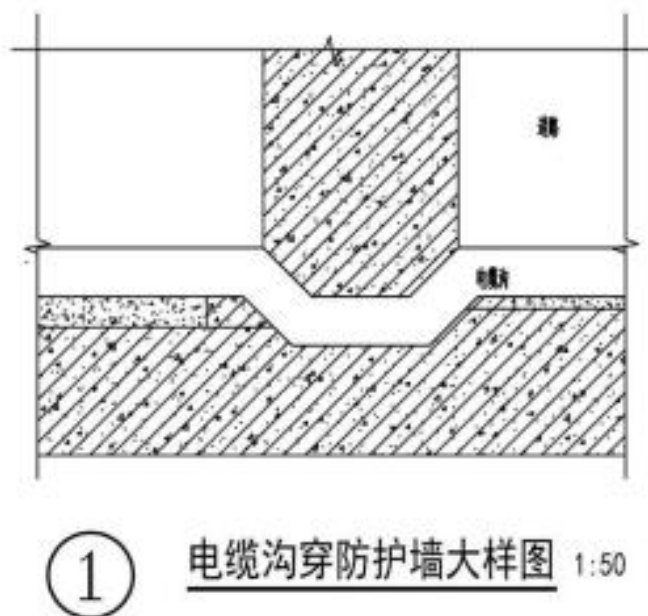


图 10-1 电缆沟穿墙示意图

10.2 三废的治理

1. 废气治理措施

本项目产生的废气主要是微量臭氧和氮氧化物。机房内拟设置净化空调和排风系统，送风口设置于机房顶部吊顶，回风口设置于屏蔽墙，产生的臭氧和氮氧化物可通过新风系统排出 DSA 机房，风管穿墙位置均拟采用铅板进行屏蔽防护补偿，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中关于保持良好通风要求。氮氧化物及臭氧通过通排风系统经排气管道排放到大气环境，经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

2. 固体废物治理措施

本项目运行期产生的固体废物主要为医疗废物和生活垃圾，院内医疗废物将委托有资质单位进行清运处理，生活垃圾由当地环卫部门统一清运。

3. 废水治理措施

本项目运行期产生医疗废水和生活污水，产生的污水将经院区污水管道进入院内污水处理站，经预处理满足接管要求后接入市政污水管网。

4.噪声治理措施

本项目运行期产生的噪声污染源主要为通风系统风机运行时产生的噪声，本项目拟优先选用噪声低、振动小的风机设备，安装风机时拟设置减振基础，通风管采用软性接头，排风口处安装消声器。

表 11 环境影响分析

11.1 建设期环境影响

该项目施工活动对环境的影响主要是机房屏蔽防护施工和 DSA 安装过程中产生的噪声、粉尘以及振动等。为了不影响周围环境，在施工过程中，将采取一些降噪、防尘措施。如在施工现场设置隔离带、设立声障，这样既可有效的减少扬尘的污染，又可降低噪声；合理安排施工时间，对振动较大的施工，尽量安排在下班或节假日进行。本项目是事先规划好的场所安装设备，工程量小，且施工范围基本上都在医院建筑物内进行，距离居民区较远。因此基本不会对医院周边其他单位的正常工作产生影响。

11.2 DSA 运行（使用）后对环境的影响

11.2.1 机房所在位置及平面布局合理性分析

本项目拟建的西门诊医技综合楼介入中心 5 间 DSA 机房位于西门诊医技综合楼负一层，东门诊医技综合楼 DSA 介入中心 4 间 DSA 机房位于东门诊医技综合楼一层，东门诊医技综合楼手术中心 2 间复合手术室位于东门诊医技综合楼四层。以上机房 50m 评价范围内均为医院内部，距周围环境敏感点较远，评价范围内无学校、居民楼、养老院等敏感目标。

本项目各辐射工作场所施行控制区和监督区分区管理，机房出入口内的所有区域为控制区，机房周围紧邻区域为监督区，包括控制室、控制廊、设备间、导管室、值班室、污物暂存间、洁净走廊等。相关场所平面布局、人员动线、管理分区见图 11-1,11-2, 11-3。两区分区合理，符合辐射防护要求。

由各 DSA 机房平面布局（图 1-4、图 1-6、图 1-8）可见，与射线装置相关的各辅助用房紧密布置于射线装置机房周围，整体布局紧凑，且患者通道、医护人员通道相对独立，功能分区明确，路线合理，有利于辐射防护。机房墙体、防护门、观察窗、楼板的屏蔽防护材料和厚度充分考虑了防护效果，能够有效降低电离辐射对工作人员和周围公众的辐射影响。

综合分析，本项目两区划分明确，平面布局既满足介入诊疗工作要求，又有利于辐射防护，评价认为本项目平面布局合理。

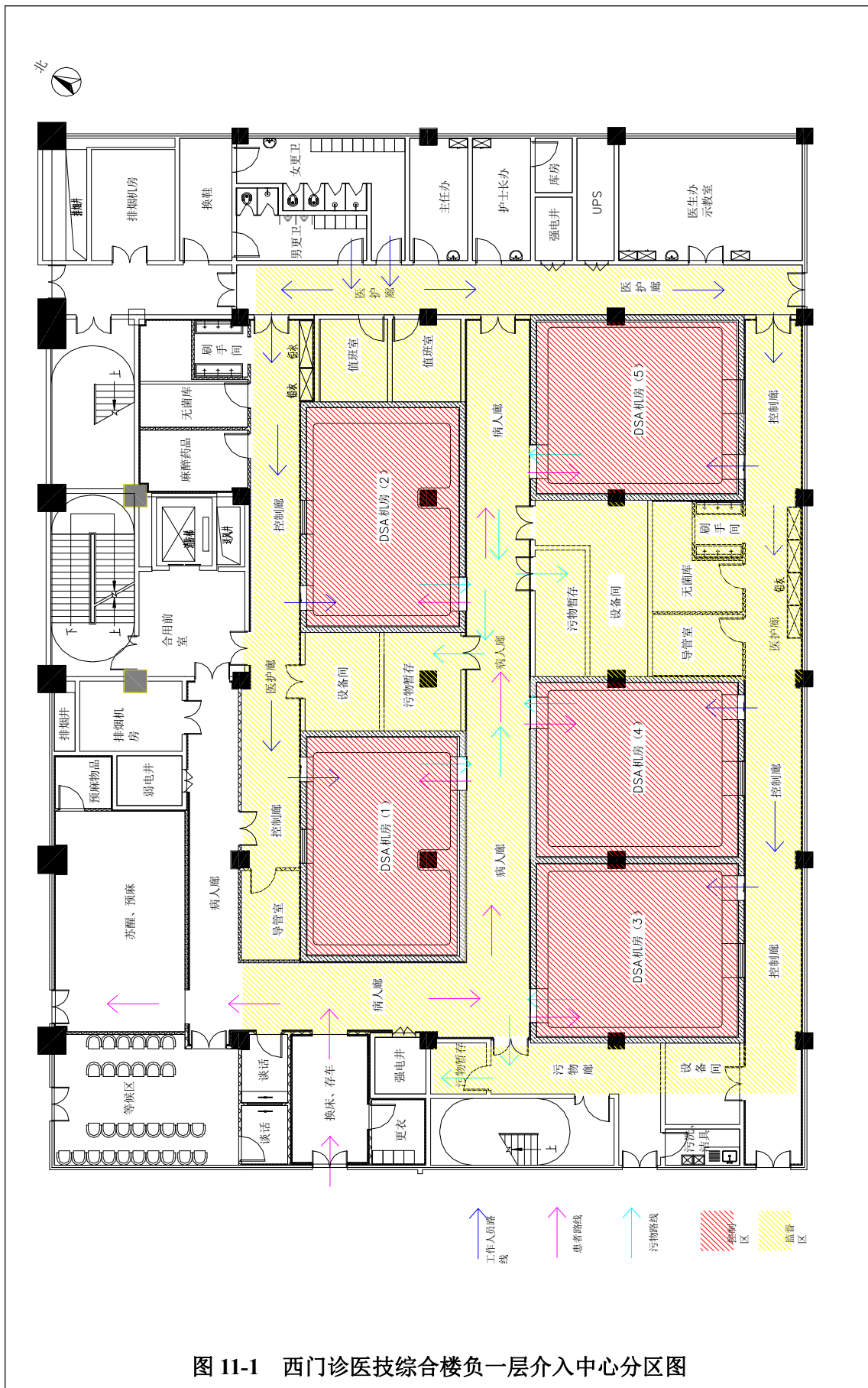


图 11-1 西门诊医技综合楼负一层介入中心分区图

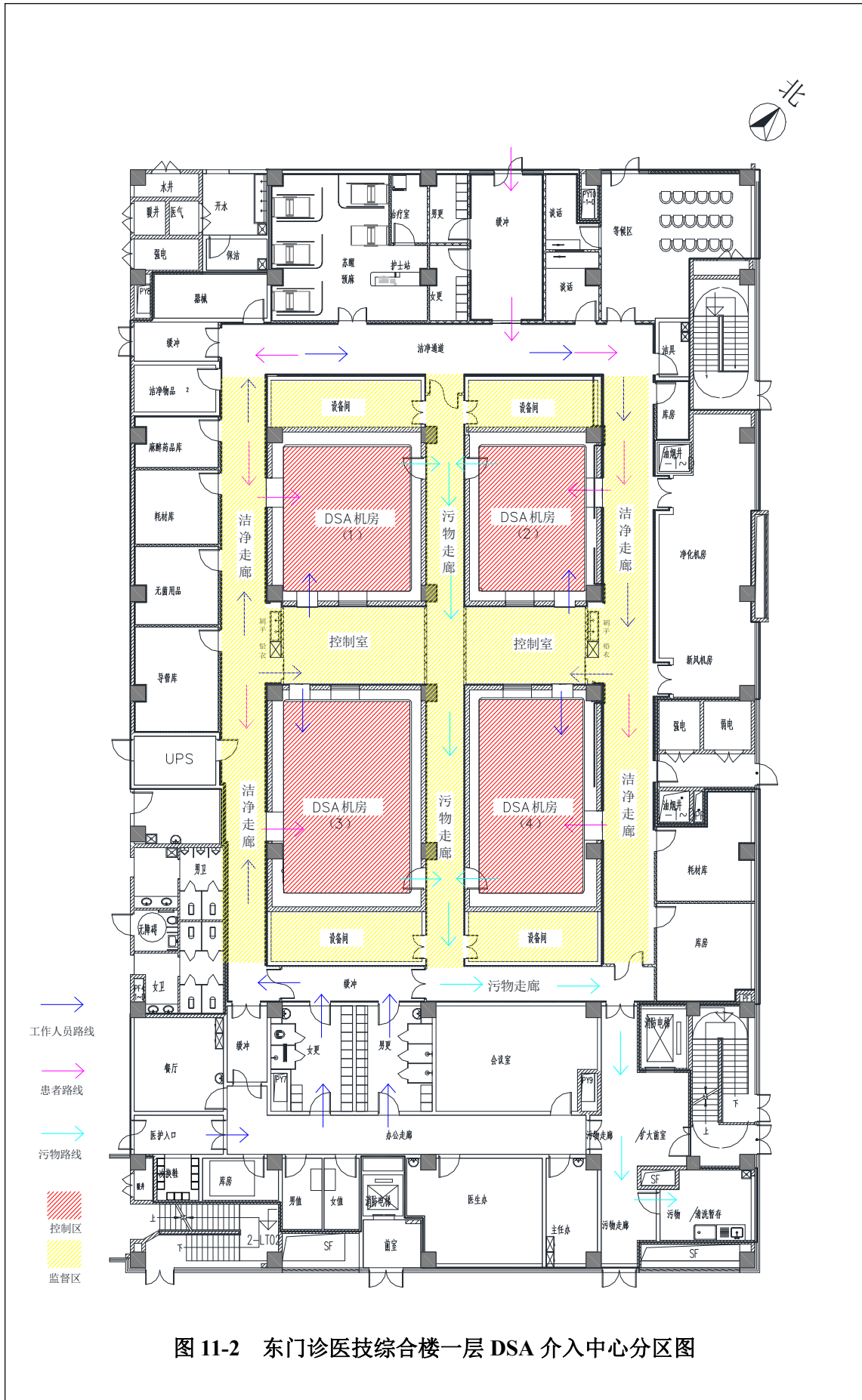


图 11-2 东门诊医技综合楼一层 DSA 介入中心分区图



图 11-3 东门诊医技综合楼四层复合手术室分区图

11.2.2 设备参数和使用规划

(1) 设备技术参数

本项目拟配设备型号尚未确定,本次评价按照同类设备最大条件进行屏蔽防护计算,即数字血管造影机(DSA)最大管电压均为125kV,最大管电流均为1000mA;计算机断层摄影机(CT)最大管电压均为140kV,最大管电流均为800mA。

(2) 使用规划

根据建设单位提供的资料,预计建成后每台DSA年手术量保守按2000例(平均每天6例),每台DSA至少配备两组医师(每组一般2名医师)、1名技师和1名护士,考虑到轮班等因素,每名医师保守按全年手术量500例进行剂量估算。

根据经验数据,DSA手术类型、工作量、曝光时间见表11-1。

表 11-1 DSA 手术类型、手术曝光时间预计

手术类型	透视时间 (min)	摄影时间 (min)
冠状动脉造影+放置支架	12	1
心脏射频消融	5	0.5
心内起搏器植入	5	0.5
先天性心脏病介入治疗	5	1
脑血管介入治疗	10	1
外周介入治疗	10	2

根据美国NCRP147报告,心脏血管造影比外周血管造影和神经血管造影的工作负荷、泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能都较大,因此本项目透视以心脏血管造影模式,摄影以外周介入治疗的工况进行保守估算,其单台手术透视和摄影工作状态的累积出束时间分别为12min和2min,500例手术透视和摄影工作状态的累积出束时间分别为100h和16.7h,总计116.7h。

11.2.3 辐射环境影响评价

11.2.3.1 DSA 机房外剂量率估算

DSA设备的额定功率约80~100kW。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命,DSA设备管电压和管电流都留有较大裕量,实际使用时管电压通常在100kV以下,透视管电流通常为几十mA,摄影功率较大,管电流通常为几百mA,因此在估算DSA机房外剂量率时需使用摄影工况。另外,NCRP147报告4.1.6章节

指出，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射，只需考虑散漏射线的影响，机房外人员受到的贯穿辐射来自于 X 射线管球的泄漏辐射与介入患者的散射辐射。对于机房外四周关注点，考虑泄漏辐射和患者的侧向散射，对于机房楼上和楼下关注点则考虑泄漏辐射和患者的前/背向散射。因此在估算机房外关注点剂量率时需首先确定机房内患者 1m 处未屏蔽次级散漏辐射水平。

本项目 DSA 设备透视和摄影均采用脉冲模式，计算机房外剂量率水平时保守按 100kV、500mA、15 帧/s、10ms/帧的摄影工况考虑，可得每名患者工作负荷为 $500\text{mA} \times 15 \text{ 帧/s} \times 0.01\text{s/帧} \times 2\text{min} + 10\text{mA} \times 12\text{min} = 270 \text{ mA} \cdot \text{min}$ （保守取透视平均电流为 10mA），远大于 NCRP147 报告中心血管造影给出的最大 $160 \text{ mA} \cdot \text{min/}$ 患者的要求，因此本项目的估算条件是保守的。

根据 NCRP147 报告 100kV 设备有用线束距焦点 1m 处输出量约为 $4.692\text{mGy/mA} \cdot \text{min}$ ，则设备在上述摄影工况时有用束的剂量率为 $4.692\text{mGy/mA} \cdot \text{min} \times 500\text{mA} \times 60\text{min/h} \times 15 \text{ 帧/s} \times 0.01\text{s/帧} = 21.1\text{Gy/h}$ （不考虑 DSA 附加的 Cu 和 Al 过滤材料的自吸收），距散射体的剂量率为 58.6Gy/h （设备靶点至接收器最小距离多为 90cm，距离手术床的距离最小为 60cm）。依据《辐射防护手册》（第一分册）表 10.1，保守取 100kV X 线 90° 方向 400cm^2 的散射因子 1.3×10^{-3} ，则摄影工况下，1m 处侧向散射辐射剂量率为 76.2mGy/h 。泄漏辐射取有用束输出量的 0.1%，为 21.1mGy/h ，则机房内辐射源 1m 处泄漏辐射和侧向散射辐射总的剂量率为 97.3mGy/h 。

参照 NCRP147 报告中心血管造影情况下，距 X 射线源 1m 处所指定工作负荷（ $160\text{mA} \cdot \text{min/}$ 患者）时，每名患者未屏蔽次级泄漏辐射与侧向散射的空气比释动能总和为 2.7mGy/ 患者（即做 1 名心血管造影手术，在侧向的空气比释动能总和为 2.7mGy ）、泄漏+前/背向散射总和为 3.8mGy/ 患者，后者为前者的 1.41 倍，可推导出机房内辐射源 1m 处的泄漏辐射和前/背向散射的总剂量率为 $97.3\text{mGy/h} \times 1.41 = 137.2\text{mGy/h}$ 。

机房外关注点的剂量率可按下式计算：

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

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

式中：

H —机房外关注点的辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_0 —距散射体（患者）1m 处的泄漏和散射辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

R —散射面中心点到关注点的距离，m；

B —屏蔽体衰减因子；

X —某种屏蔽材料的厚度；

α 、 β 、 γ —与不同屏蔽材料有关的三个拟合参数。

由于 GBZ130-2020 没有针对血管造影机的拟合参数值，故本项目拟合参数取 NCRP147 报告心脏血管造影模式下的相关参数（混凝土：0.0371、0.1067、0.5733，铅：2.354、14.94、0.7481）。

本项目使用的硫酸钡水泥和水泥砖防护材料在 NCRP147 报告中没有相应的拟合参数，可通过估算其等效混凝土厚度后，再使用上述相关参数。

按《辐射防护导论》（方杰著）P88 给出的相应公式估算硫酸钡水泥和水泥砖的等效混凝土厚度：

$$d_1/d_2 = \rho_2/\rho_1 \quad (11-3)$$

式中：

d_1 —硫酸钡水泥或水泥砖厚度（mm）；

d_2 —硫酸钡水泥或水泥砖的等效混凝土厚度（mm）；

ρ_1 —硫酸钡水泥或水泥砖密度，本项目分别取 2.79g/cm^3 和 1.60g/cm^3 ；

ρ_2 —混凝土密度，取 2.35g/cm^3 。

本项目所使用的水泥砖和硫酸钡水泥的等效混凝土厚度计算结果列于表 11-2。

表 11-2 水泥砖和硫酸钡水泥的等效混凝土厚度计算结果

材料	密度 (g/cm^3)	混凝土密度 (g/cm^3)	材料厚度 (mm)	等效混凝土厚度 (mm)
水泥砖	1.60	2.35	240	163
硫酸钡水泥	2.79		10	11.9
			20	23.7
			40	47.4

根据上述估算方法得出摄影工况下本项目西门诊医技楼负一层 DSA 机房周围的剂量率估算结果如表 11-3 所示，估算点位见图 11-4，楼上、楼下剖面图见

图 11-5;

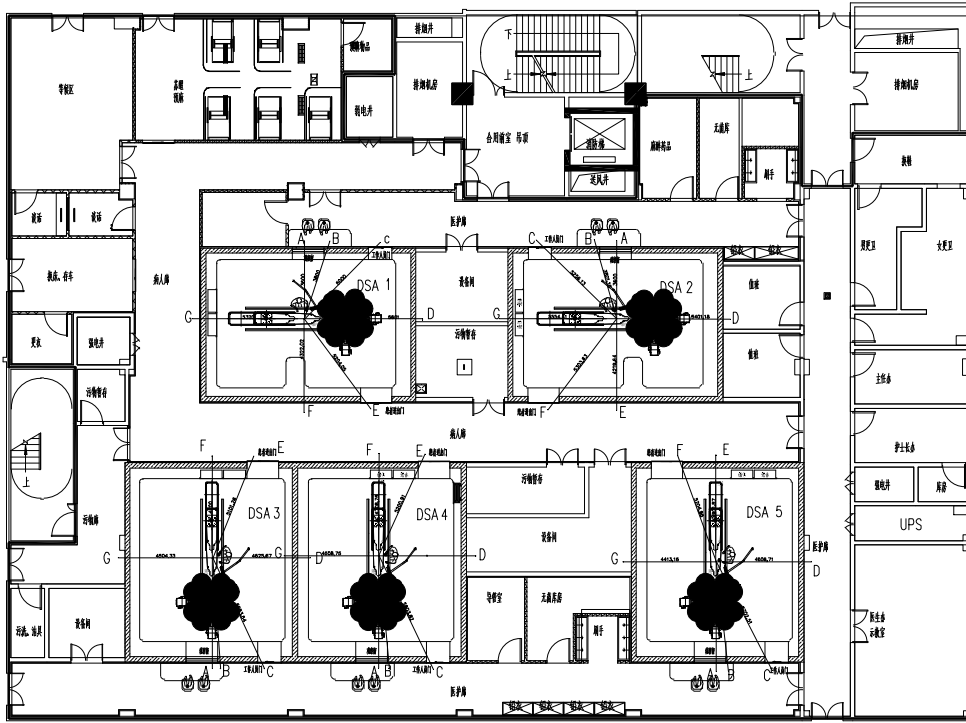


图 11-4 西门诊医技楼负一层 DSA 机房估算点位见图

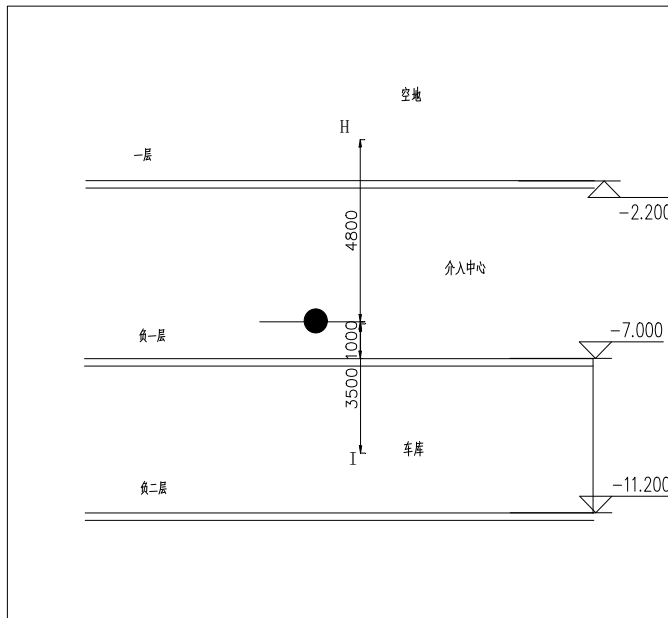


图 11-5 西门诊医技楼负一层 DSA 机房楼上、楼下剖面图

表 11-3 摄影工况下西门诊医技楼负一层 DSA 机房周围辐射剂量水平估算结果

场所	位置	屏蔽厚度	衰减因子	射线	距离	屏蔽后附	备注
----	----	------	------	----	----	------	----

名称			(K ⁻¹)	束	m	加剂量率 μGy/h	
西门 诊医 技综 合楼 负1层 DSA 机房 (1)	观察 窗外 A	3.0mmPb	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	3.6	6.34E-01	医护廊
	北墙 外 B	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	3.8	9.95E-01	医护廊
	工作 人员 门外 C	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.0	2.33E-01	医护廊
	东墙 外 D	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	5.6	4.58E-01	设备间/ 污物暂 存间
	患者 进出 门外 E	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.2	2.16E-01	病人廊
	南墙 外 F	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	4.3	7.77E-01	病人廊
	西墙 外 G	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	5.3	5.12E-01	病人廊
	屋顶 上 H	400mm 砧 (5.7mmPb)	3.38E-08	泄漏+ 前/ 背向 散射	4.8	2.01E-04	楼外空 地
西门 诊医 技综 合楼 负1层 DSA	地板 下 I	150mm 砧 (5.7mmPb)	3.38E-08	泄漏+ 前/ 背向 散射	3.5	3.58E-04	车库
	观察 窗外 A	3.0mmPb	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	3.6	6.34E-01	医护廊
	北墙 外 B	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	3.8	9.95E-01	医护廊

机房 (2)	工作人员 门外 C	0.8mm 热熔镀锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧向 散射	5.2	2.16E-01	医护廊
	东墙 外 D	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧向 散射	5.4	4.93E-01	值班室
	南墙 外 E	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧向 散射	4.2	8.15E-01	病人廊
	患者 进出 门外 F	0.8mm 热熔镀锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧向 散射	5.3	2.08E-01	病人廊
	西墙 外 G	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧向 散射	5.5	4.75E-01	设备间/ 污物暂 存间
	屋顶 上 H	400mm 砧 (5.7mmPb)	3.38E-08	泄漏+ 前/ 背向 散射	4.8	2.01E-04	楼外空 地
	地板 下 I	150mm 砧 (5.7mmPb)	3.38E-08	泄漏+ 前/ 背向 散射	3.5	3.58E-04	车库
	观察 窗外 A	3.0mmPb	5.99E-5	泄漏+ 侧向 散射	5.1	2.24E-01	医护廊
	南墙 外 B	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧向 散射	5.1	5.53E-01	医护廊
DSA 机房 (3)	工作人员 门外 C	0.8mm 热熔镀锌钢板 +3.0mm 铅板	5.99E-5	泄漏+ 侧向 散射	5.6	1.86E-01	医护廊

西门 诊医 技综 合楼 负1层 DSA 机房 (4)		(3.0mmPb)					
	东墙 外 D	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	4.9	5.99E-01	DSA 机 房 (4)
	患者 进出 门外 E	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb))	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	4.6	2.76E-01	病人廊
	北墙 外 F	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	5.1	5.53E-01	病人廊
	西墙 外 G	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	4.5	7.10E-01	设备间/ 污物暂 存间
	屋顶 上 H	400mm 砧 (5.7mmPb)	3.38E-08	泄漏+ 前/ 背向 散射	4.8	2.01E-04	楼外空 地
	地板 下 I	150mm 砧 (5.7mmPb)	3.38E-08	泄漏+ 前/ 背向 散射	3.5	3.58E-04	车库
	观察 窗外 A	3.0mmPb	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.1	2.24E-01	医护廊
	南墙 外 B	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	5.2	5.31E-01	医护廊
	工作 人员 门外 C	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.8	1.62E-01	医护廊
东墙 外 D	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡	1.48E-04	泄漏+ 侧 向	4.6	6.24E-01	设备间/ 污物暂	

西门 诊医 技综 合楼 负1层 DSA 机房 (5)		(3.3mmPb)		散射			存间/导 管室
	患者 进出 门外 E	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.2	2.16E-01	病人廊
	北墙 外 F	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	4.7	6.51E-01	病人廊
	西墙 外 G	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	4.5	7.10E-01	DSA 机 房 (3)
	屋顶 上 H	400mm 砼 (5.7mmPb)	3.38E-08	泄漏+ 前/ 背向 散射	4.8	2.01E-04	楼外空 地
	地板 下 I	150mm 砼 (5.7mmPb)	3.38E-08	泄漏+ 前/ 背向 散射	3.5	3.58E-04	车库
	观察 窗外 A	3.0mmPb	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.1	2.24E-01	医护廊
	南墙 外 B	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	5.1	5.53E-01	医护廊
	工作 人员 门外 C	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.7	1.80E-01	医护廊
	东墙 外 D	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	4.5	7.10E-01	医护廊
北墙	240mm 水泥砖	1.48E-04	泄漏+	4.9	5.99E-01	病人廊	

外 E	+10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)		侧向 散射			
患者 进出 门外 F	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧向 散射	5.2	2.13E-01	病人廊
西墙 外 G	240mm 水泥砖 +10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧向 散射	4.4	7.42E-01	设备间/ 导管室
屋顶 上 H	400mm 砼 (5.7mmPb)	3.38E-08	泄漏+ 前/ 背向 散射	4.8	2.01E-04	楼外空 地
地板 下 I	150mm 砼 (5.7mmPb)	3.38E-08	泄漏+ 前/ 背向 散射	3.5	3.58E-04	车库

本项目东门诊医技楼一层介入中心 DSA 机房周围的剂量率估算结果如表 11-4 所示，估算点位见图 11-6，楼上、楼下剖面图见图 11-7；

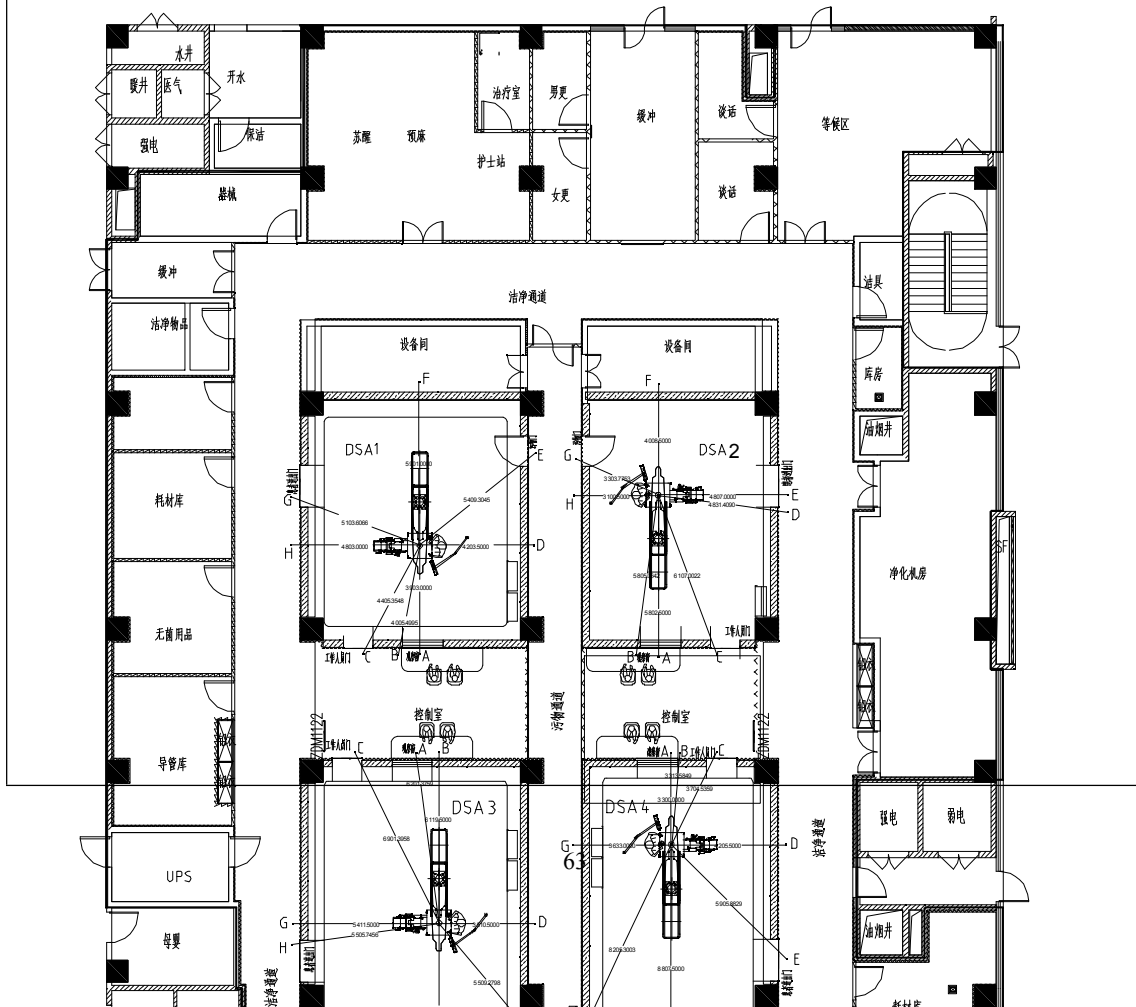


图 11-6 东门诊医技楼一层介入中心 DSA 机房估算点位见图

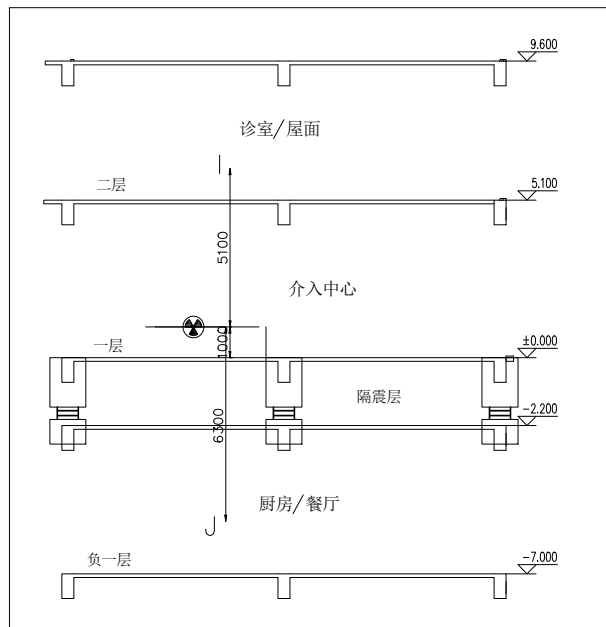


图 11-7 东门诊医技楼一层介入中心 DSA 机房楼上、楼下剖面图

表 11-4 摄影工况下东门诊医技楼一层介入中心 DSA 机房
周围辐射剂量水平估算结果

场所名称	位置	屏蔽厚度	衰减因子 (K^{-1})	射线束	距离 m	屏蔽后附加剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	备注
东门诊医技综合楼一层介入中心 DSA 机房 (1)	观察窗外 A	3.0mmPb	5.99E-5	泄漏+侧向散射	3.9	3.84E-01	控制室
	南墙外 B	240mm 水泥砖+10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+侧向散射	4.0	8.98E-01	控制室
	工作人员门外 C	0.8mm 热熔镀锌钢板+3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+侧向散射	4.4	3.01E-01	控制室
	东墙外 D	240mm 水泥砖+10mm 硫酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+侧向散射	4.2	8.15E-01	污物通道

东门 诊医 技综 合楼 一层 介入 中心 DSA 机房 (2)	污物 门外 E	0.8mm 热熔 镀锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.4	2.00E-01	污物通 道
	北墙 外 F	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	5.9	4.13E-01	设备间
	患者 进出 门 G	0.8mm 热熔 镀锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.1	2.24E-01	洁净走 廊
	西墙 外 H	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	4.8	6.24E-01	洁净走 廊
	屋顶 上 I	150mm 砷 +20mm 硫 酸 钡(3.9mmPb)	1.55E-04	泄漏+ 前/ 背 向散射	5.1	8.15E-01	屋面
	地板 下 J	360mm 砷 (5.5mmPb)	1.49E-07	泄漏+ 前/ 背 向散射	6.3	5.15E-04	餐厅
	观察 窗外 A	3.0mmPb	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.8	1.73E-01	控制室
	南墙 外 B	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	5.8	4.27E-01	控制室
	工作 人员 门外 C	0.8mm 热熔 镀锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	6.1	1.57E-01	控制室
	东墙 外 D	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	4.8	6.24E-01	洁净走 廊
患者 进出 门外 E	0.8mm 热熔 镀锌钢板 +3.0mm 铅板	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	4.8	2.53E-01	洁净走 廊	

东门 诊医 技综 合楼 一层 介入 中心 DSA 机房 (3)		(3.0mmPb)					
	北墙 外 F	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	4.0	8.98E-01	设备间
	污物 门 G	0.8mm 热熔 镀锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	3.3	5.36E-01	污物通 道
	西墙 外 H	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	3.1	1.50E+00	污物通 道
	屋顶 上 I	150mm 砼 +20mm 硫酸 钡 (3.9mmPb)	1.55E-04	泄漏+ 前/ 背 向散射	5.1	8.15E-01	屋面
	地板 下 J	360mm 砼 (5.5mmPb)	1.49E-07	泄漏+ 前/ 背 向散射	6.3	5.15E-04	厨房
	观察 窗外 A	3.0mmPb	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	6.2	1.52E-01	控制室
	北墙 外 B	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	6.1	3.86E-01	控制室
	工作 人员 门外 C	0.8mm 热熔 镀锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	6.9	1.23E-01	控制室
	东墙 外 D	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	3.5	1.17E+00	污物通 道
污物 门外 E	0.8mm 热熔 镀锌钢板 +3.0mm 铅板	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.5	1.93E-01	污物通 道	

		(3.0mmPb)					
东门 诊医 技综 合楼 一层 介入 中心 DSA 机房 (4)	南墙 外 F	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	6.0	3.99E-01	设备间
	西墙 外 G	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	5.4	4.93E-01	洁净走 廊
	患者 进出 门 H	0.8mm 热熔 镀锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.5	1.93E-01	洁净走 廊
	屋顶 上 I	150mm 砵 +40mm 硫酸 钡 (5.9mmPb)	3.95E-05	泄漏+ 前/ 背 向散射	5.1	2.08E-01	诊室
	地板 下 J	360mm 砵 (5.5mmPb)	1.49E-07	泄漏+ 前/ 背 向散射	6.3	5.15E-04	餐厅
	观察 窗外 A	3.0mmPb	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.3	2.08E-01	控制室
	北墙 外 B	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	5.3	5.10E-01	控制室
	工作 人员 门外 C	0.8mm 热熔 镀锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	5.6	1.86E-01	控制室
	东墙 外 D	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.47E-04	泄漏+ 侧 向 散射	4.2	8.12E-01	洁净走 廊
	患者 进出 门外 E	0.8mm 热熔 镀锌钢板 +3.0mm 铅板	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	4.6	2.76E-01	洁净走 廊

		(3.0mmPb)					
南墙 外 F	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.48E-04	泄漏+ 侧 向 散射	6.8	3.10E-01	设备间	
西墙 外 G	240mm 水泥 砖+10mm 硫 酸钡 (3.3mmPb)	1.47E-04	泄漏+ 侧 向 散射	3.6	1.10E+00	污物通 道	
污物 门 H	0.8mm 热熔 镀锌钢板 +3.0mm 铅板 (3.0mmPb)	5.99E-5	泄漏+ 侧 向 散射	6.3	1.47E-01	污物通 道	
屋顶 上 I	150mm 砗 +40mm 硫酸 钡(5.9mmPb)	3.95E-05	泄漏+ 前/ 背 向散射	5.1	2.08E-01	诊室	
地板 下 J	360mm 砗 (5.5mmPb)	1.49E-07	泄漏+ 前/ 背 向散射	6.3	5.15E-04	厨房	

本项目东门诊医技楼四层复合手术室周围的剂量率估算结果如表 11-F 示，估算点位见图 11-8 楼上、楼下剖面图见图 11-9。

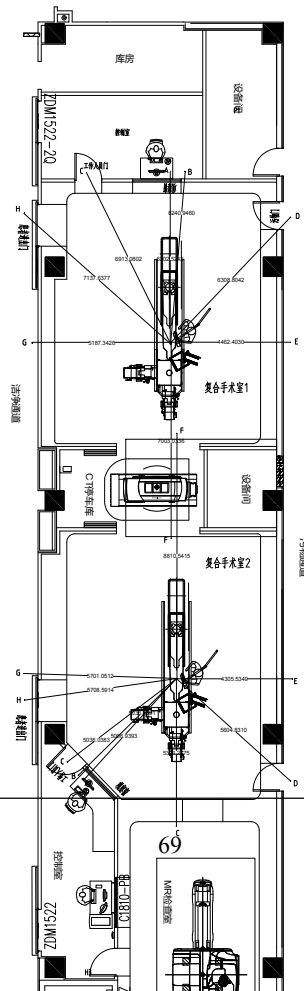


图 11-8 东门诊医技楼四层复合手术室估算点位见图

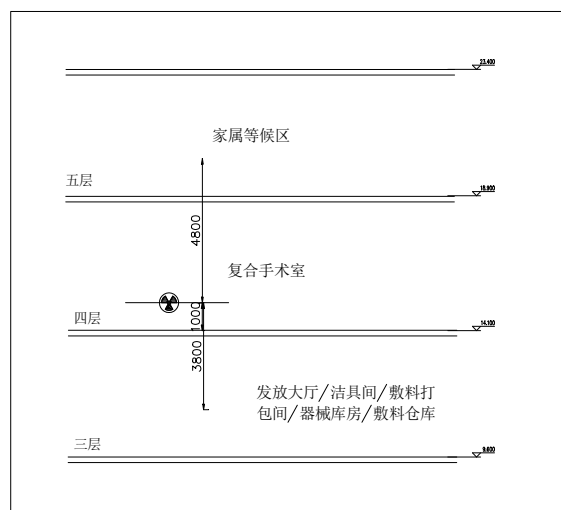


图 11-9 东门诊医技楼四层复合手术室楼上、楼下剖面图

表 11-5 摄影工况下东门诊医技楼四层复合手术室周围辐射剂量水平估算结果

场所名称	位置	屏蔽厚度	衰减因子 (K ⁻¹)	射线束	距离 m	屏蔽后附加剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	备注
东门诊医技综合楼四层复合手术室(1)	观察窗外 A	4.0mmPb	5.67E-06	泄漏+侧向散射	6.2	1.43E-02	控制室
	北墙外 B	240mm 水泥砖+20mm 硫酸钡 (4.0mmPb)	9.47E-05	泄漏+侧向散射	6.2	2.40E-01	控制室
	工作人员门外 C	0.8mm 热熔镀锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	5.67E-06	泄漏+侧向散射	6.9	1.16E-02	控制室
	污物门外 D	0.8mm 热熔镀锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	5.67E-06	泄漏+侧向散射	6.3	1.39E-02	污物通道

东门 诊医 技综 合楼 四层 复合 手术 室(2)	东墙外 E	240mm 水泥 砖+20mm 硫 酸钡 (4.0mmPb)	9.47E-05	泄漏+ 侧 向 散射	4.4	4.76E-01	污物通 道
	CT 停 车库防 护门外 F	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	5.67E-06	泄漏+ 侧 向 散射	4.5	2.72E-02	设备间
	西墙外 G	240mm 水泥 砖+20mm 硫 酸钡 (4.0mmPb)	9.47E-05	泄漏+ 侧 向 散射	4.8	4.00E-01	洁净走 廊
	患者进 出门 H	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	5.67E-06	泄漏+ 侧 向 散射	5.1	2.12E-02	洁净走 廊
	屋顶上 I	150mm 砵 +20mm 硫 酸 钡(4.0mmPb)	1.55E-04	泄漏+ 前/ 背 向散射	4.8	9.20E-01	家属等 候区
	地板下 J	450mm 砵 (6.4mmPb)	5.29E-09	泄漏+ 前/ 背 向散射	3.8	5.02E-05	辅助用 房
	观察窗 外 A	4.0mmPb	5.67E-06	泄漏+ 侧 向 散射	5.0	2.21E-02	控制室
	门垛 B	240mm 水泥 砖+20mm 硫 酸钡 (4.0mmPb)	9.47E-05	泄漏+ 侧 向 散射	5.0	3.68E-01	控制室
	工作人 员门外 C	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	5.67E-06	泄漏+ 侧 向 散射	5.0	2.21E-02	控制室
	MR 防 护墙外 D	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	5.67E-06	泄漏+ 侧 向 散射	5.3	1.96E-02	控制室
	污物通 道门外 E	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	5.67E-06	泄漏+ 侧 向 散射	5.6	1.76E-02	污物通 道
东墙外	240mm 水泥	9.47E-05	泄漏+	4.3	4.98E-01	污物通	

F	砖+20mm 硫酸钡 (4.0mmPb)		侧向 散射				道
CT 停 车库防 护门外 G	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	5.67E-06	泄漏+ 侧向 散射	6.1	1.48E-02		设备间
西墙外 H	240mm 水泥 砖+20mm 硫 酸钡 (4.0mmPb)	9.47E-05	泄漏+ 侧向 散射	5.7	2.83E-01		洁净走 廊
患者进 出门 I	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	5.67E-06	泄漏+ 侧向 散射	5.7	1.70E-02		洁净走 廊
屋顶上 J	150mm 砵 +20mm 硫酸 钡 (4.0mmPb)	1.55E-04	泄漏+ 前/背 向散射	4.8	9.20E-01		家属等 候区
地板下 K	450mm 砵 (6.4mmPb)	5.29E-09	泄漏+ 前/背 向散射	3.8	5.02E-05		辅助用 房

表 11-6 CT 工况下东门诊医技楼四层复合手术室周围年附加剂量估算结果

场所 名称	位置	屏蔽厚度	衰减因子 (B)	射线 束	距离 m	屏蔽后年 附加剂量 $\mu\text{Gy/yr}$	备注
东门诊 医技综 合楼 四层 复合手 术室 (1)	观察窗 外 A	4.0mmPb	1.50E-05	泄漏+ 侧向 散射	8.3	2.18E-01	控制室
	北墙外 B	240mm 水泥 砖+20mm 硫 酸钡 (4.0mmPb)	1.06E-03	泄漏+ 侧向 散射	8.3	1.54E+01	控制室
	工作人 员门外 C	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	1.50E-05	泄漏+ 侧向 散射	8.7	1.98E-01	控制室
	污物门 外 D	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	1.50E-05	泄漏+ 侧向 散射	8.2	2.23E-01	污物通 道
	东墙外	240mm 水泥	1.06E-03	泄漏+	4.6	5.01E+01	污物通

东门 诊医 技综 合楼 四层 复合 手术 室(2)	E	砖+20mm 硫酸钡 (4.0mmPb)		侧 向 散射			道
	CT 停 车库防 护门外 F	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	1.50E-05	泄漏+ 侧 向 散射	4.2	8.50E-01	设备间
	西墙外 G	240mm 水泥 砖+20mm 硫 酸钡 (4.0mmPb)	1.06E-03	泄漏+ 侧 向 散射	5.0	4.24E+01	洁净走 廊
	患者进 出门H	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	1.50E-05	泄漏+ 侧 向 散射	8.9	1.89E-01	洁净走 廊
	屋顶上 I	150mm 砵 +20mm 硫酸 钡 (4.0mmPb)	1.65E-03	泄漏+ 侧 向 散射	4.8	7.15E+01	家属等 候区
	地板下 J	450mm 砵 (6.4mmPb)	1.49E-07	泄漏+ 侧 向 散射	3.8	1.03E-02	辅助用 房
	观察窗 外 A	4.0mmPb	1.50E-05	泄漏+ 侧 向 散射	8.5	2.08E-01	控制室
	门垛 B	240mm 水泥 砖+20mm 硫 酸钡 (4.0mmPb)	1.06E-03	泄漏+ 侧 向 散射	8.5	1.47E+01	控制室
	工作人 员门外 C	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	1.50E-05	泄漏+ 侧 向 散射	7.9	2.40E-01	控制室
	MR 防 护墙外 D	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	1.50E-05	泄漏+ 侧 向 散射	9.7	1.59E-01	MR 机 房
	污物通 道门外 E	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	1.50E-05	泄漏+ 侧 向 散射	9.6	1.63E-01	污物通 道
	东墙外	240mm 水泥	1.06E-03	泄漏+	4.7	4.80E+01	污物通

F	砖+20mm 硫酸钡 (4.0mmPb)		侧向 散射			道
CT 停 车库防 护门外 G	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	1.50E-05	泄漏+ 侧向 散射	4.2	8.50E-01	设备间
西墙外 H	240mm 水泥 砖+20mm 硫 酸钡 (4.0mmPb)	1.06E-03	泄漏+ 侧向 散射	5.0	4.24E+01	洁净走 廊
患者进 出门 I	0.8mm 热熔镀 锌钢板 +4.0mm 铅板 (4.0mmPb)	5.67E-06	泄漏+ 侧向 散射	8.1	2.29E-01	洁净走 廊
屋顶上 J	150mm 砷 +20mm 硫酸 钡 (4.0mmPb)	1.65E-03	泄漏+ 侧向 散射	4.8	7.15E+01	家属等 候区
地板下 K	450mm 砷 (6.4mmPb)	1.49E-07	泄漏+ 侧向 散射	3.8	1.03E-02	辅助用 房

从上述估算结果可知，DSA 设备在正常摄影工况下，西门诊医技综合楼负一层 5 间 DSA 机房外周围附加剂量率最大值为 $9.95E-01\mu\text{Gy/h}$ ，东门诊医技综合楼一层 4 间 DSA 机房外周围附加剂量率最大值为 $1.5\mu\text{Gy/h}$ ，东门诊医技综合楼四层 2 间复合手术室外周围附加剂量率最大值为 $9.20E-01\mu\text{Gy/h}$ ，均满足本项目所设定的机房屏蔽体外 30cm 处 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率控制水平，根据剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，则在上述 DSA 使用场所周围 50m 评价范围内的办公区、其他诊疗场所等公众长居留场所的剂量率远小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。上述剂量率的计算是基于保守假设进行的，实际工作中 X 射线机运行参数要小于 100kV/500mA，且患者身体对 X 射线会有部分的吸收，约衰减 1-2 个量级（NCRP147 号报告），预计实际运行时，机房周围的剂量率水平可以维持在正常本底水平。

东门诊医技综合楼四层 2 间复合手术室除使用 DSA 设备外，还配备有一台 64 排以上的 CT，用于术中定位等需求，不与 DSA 设备同时曝光。CT 曝光扫描过程中所有工作人员在机房外等候。《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

要求 CT 机房的屏蔽防护厚度不低于 2.5mmPb，以满足机房屏蔽体外 30cm 处低于 2.5 μ Sv/h 的剂量率控制水平，本项目复合手术室屏蔽设计厚度为 4mmPb，从上述估算结果可知，在使用 CT 的工况下，复合手术室周围年累计空气比释动能最大值为 71.5 μ Gy，预计实际运行时，机房周围的剂量率水平可以维持在正常本底水平。

11.2.3.2 年附加剂量估算

(1) 工作人员年附加有效剂量

该项目 DSA 摄影曝光时，除存在临床不可接受的情况外医师均退到操作间进行操作，DSA 透视曝光时，医师在手术间内近台操作，护士和技师不在介入室内，考虑到特殊情况摄影工况（图像采集）时医生可能在机房停留，本评价保守以透视和摄影近台操作全居留模式下估算医师的受照剂量。本项目 CT 机扫描曝光时，复合手术室医师和护士、技师均不在介入室内。

每台手术通常至少由 2 名医师、1 名技师、1 名护士组成，根据医院提供资料，每个医师在 DSA 设备上的年工作量最多不超过 500 台相关手术，年累积透视时间 100h，摄影时间为 16.7h；技师和护士每年参与不超过 2000 台相关手术，透视和摄影时，均处于控制室，年累积透视时间 400h，摄影时间为 66.8h。

参照《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS76-2020)表 B.1 和图 I.3 规定：透视防护区检测平面上周围剂量当量应不大于 400 μ Sv/h。除存在临床不可接受的情况外，摄影工况图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留。

保守假设：1) 医生在透视工况下，手术位置的附加剂量率水平为标准限值 400 μ Sv/h，且医生全居留；2) 按 15 帧/s、10ms/帧的摄影工况考虑下，医生所在位置的附加剂量率水平增加 7.5 倍，保守取 10 倍（即 4mSv/h）。参考《辐射防护手册第三分册辐射安全》（李德平编）P80，居留因子 T 按三种情况取值：（1）全居留因子 T=1，（2）部分居留 T=1/4，（3）偶然居留 T=1/16。

本项目医护人员在除了冠状动脉造影、心脏造影外，摄影工况（图像采集）时基本不在机房停留，考虑到心脏造影全居留的情况，本评价保守居留因子取 1。

根据 GBZ130-2020，工作人员采取铅衣（0.5mm 铅当量）屏蔽措施，在透视和摄影时，衰减系数约为 0.025，即医生在透视和摄影工况下的最大受照剂量率水平为 10 μ Gy/h 和 100 μ Gy/h。

附加年有效剂量计算公式：E=D×t×T×K

式中：

E—年有效剂量，μSv；

D—计算点附加剂量率，μGy/h；

t—DSA 年出束时间，h/a；

K—有效剂量与吸收剂量换算系数，Sv/Gy，本项目取 1.0；

T—居留因子。

职业人员附加年有效剂量估算结果见表 11-8，其中透视情况下的剂量率取摄影工况下剂量率的 1/10。可见，DSA 机房介入工作人员的年受照剂量低于本项目设定的 5mSv 的年剂量约束值。

本项目复合手术室 CT 曝光对职业人员的附加年有效剂量是由机房外泄漏的杂散射线造成的。杂散射线主要来自患者受照部位对主射线的散射。参照 NCRP147 报告（P96），散射线所造成的剂量由扫描部位、扫描长度、曝光参数（kVp/mAs）、螺距和归一化的 $CTDI_{100}$ 决定：

$$k_{sec}^1 = k \frac{L}{p} mAs_n CTDI_{100}$$

式中：

k_{sec}^1 —距离每名患者 1m 处的散射空气比释动能，mGy/人；

k----每厘米散射分数， $k_{head}=9E-5/cm$ ， $k_{body}=3E-4/cm$ ；

L----扫描长度，cm；

p----扫描螺距，cm；

$nCTDI_{100}$ --归一到单位 mAs 的 $CTDI_{100}$ ，mGy/mAs。

保守假设：本项目复合手术室年工作量最多不超过 2000 台相关手术，复合手术室 CT 扫描患者头、体部位各占 50%，人均扫描 2 次，即复合手术室 CT 机每年 2000 人次扫描头部，2000 人次扫描体部，扫描管电压均值为 120kVp，采用 64 排 CT 扫描。其他引用参数及见表 11-7：

表 11-7 CT 扫描散射空气比释动能计算参数表

扫描部位	头部	体部
扫描长度 L	20cm	50cm
电流时间积	300mAs	250 mAs

螺距 P	1	1.35
$nCTDI_{100}$	0.223 mGy/mAs	0.138 mGy/mAs
散射分数	9E-5/cm	3E-4/cm

$$k_{sec}^1(\text{头部})=9E-5/cm \times 20cm \times 300mAs \times 0.223 mGy/mAs=0.12mGy/\text{人}$$

$$k_{sec}^1(\text{体部})=3E-4/cm \times \frac{50cm}{1.35} \times 250mAs \times 0.138 mGy/mAs=0.38mGy/\text{人}$$

则距 CT 等中心 1m 未屏蔽的空气比释动能 k_{sec}^1 为:

$$k_{sec}^1=2000 \text{ 人/年} \times 0.12mGy/\text{人} + 2000 \text{ 人/年} \times 0.38mGy/\text{人} = 1000mGy/\text{年}$$

复合手术室控制间屏蔽体对散射线的透射因子 B 按照 NCRP147 报告的公式计算, 即本报告公式 11-2。

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

α 、 β 、 γ 保守取 GBZ130-2020 表 C.2 中 CT 管电压 140kV 模式下的相关参数 (混凝土: 0.0336、0.0122、0.5190, 铅: 2.009、3.990、0.3420)。

机房外距离等中心 R (m) 处的空气比释动能 K 可按下式计算:

$$K = \frac{K_{sec}^1}{R^2} \times B \quad (11-3)$$

据上述表 11-3~表 11-5 的机房周围辐射水平及职业人员工作时间和居留因子, 以及表 11-6 中复合手术室使用 CT 所致附加剂量, 职业人员年附加有效剂量估算结果见表 11-8。其中, 有效剂量与空气比释动能换算 Sv/Gy, 本项目取 1.0, 本项目医师年附加剂量为护士、技师的四分之一, 年附加剂量保守取复合手术室周围洁净区内最大值。

表 11-8 DSA 机房工作人员年附加有效剂量

估算对象				剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	工作时间 (h/a)	居留 因子	年附加有 效剂量 (μSv)
西门诊 医技综 合楼 负 1 层 DSA 机 房 (1)	机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2670
			摄影	100	16.7	1	
	机房外	(技师、 护士)	透视	9.95E-02	400	1	106.27
			摄影	9.95E-01	66.8	1	

西门诊 医技综 合楼 负1层 DSA机 房(2)	机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2670
			摄影	100	16.7	1	
	机房外	控制室 (技师、 护士)	透视	9.95E-02	400	1	106.27
			摄影	9.95E-01	66.8	1	
西门诊 医技综 合楼 负1层 DSA机 房(3)	机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2670
			摄影	100	16.7	1	
	机房外	控制室 (技师、 护士)	透视	5.53E-02	400	1	59.06
			摄影	5.53E-01	66.8	1	
机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2670	
		摄影	100	16.7	1		
机房外	控制室 (技师、 护士)	透视	5.31E-02	400	1	56.71	
		摄影	5.31E-01	66.8	1		
西门诊 医技综 合楼 负1层 DSA机 房(5)	机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2670
			摄影	100	16.7	1	
	机房外	控制室 (技师、 护士)	透视	5.53E-02	400	1	59.06
			摄影	5.53E-01	66.8	1	
东门诊 医技综 合楼 一层介 入中心 DSA机 房(1)	机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2670
			摄影	100	16.7	1	
	机房外	控制室 (技师、 护士)	透视	8.98E-02	400	1	94.95
			摄影	8.98E-01	66.8	1	
机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2670	
		摄影	100	16.7	1		

合楼 一层介 入中心 DSA 机 房 (2)	机房外	控制室 (技师、 护士)	透视	4.27E-02	400	1	45.60
			摄影	4.27E-01	66.8	1	
东门诊 医技综 合楼 一层介 入中心 DSA 机 房 (3)	机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2670
			摄影	100	16.7	1	
东门诊 医技综 合楼 一层介 入中心 DSA 机 房 (4)	机房外	控制室 (技师、 护士)	透视	3.86E-02	400	1	41.22
			摄影	3.86E-01	66.8	1	
东门诊 医技综 合楼 一层介 入中心 DSA 机 房 (4)	机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2670
			摄影	100	16.7	1	
东门诊 医技综 合楼 一层介 入中心 DSA 机 房 (4)	机房外	控制室 (技师、 护士)	透视	5.10E-02	400	1	54.47
			摄影	5.10E-01	66.8	1	
东门诊 医技综 合楼 四层复 合手术 室 (1)	机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2680.6
	机房外		CT	年附加剂量 10.6 μ Sv			
东门诊 医技综 合楼 四层复 合手术 室 (1)	机房外	控制室 (技师、 护士)	透视	2.40E-02	400	1	68.03
			摄影	2.40E-01	66.8	1	
			CT	年附加剂量 42.4 μ Sv			
东门诊 医技综 合楼 四层复 合手术 室 (2)	机房内	工作人员 (术者)	透视	10	100	1	2680.6
			摄影	100	16.7	1	
东门诊 医技综 合楼 四层复 合手术 室 (2)	机房外	控制室 (技师、 护士)	CT	年附加剂量 10.6 μ Sv			81.7
			透视	3.68E-02	400	1	
			摄影	3.68E-01	66.8	1	
上述计算结果显示, DSA 机房介入治疗医师的年附加有效剂量不大于							

2.69mSv，技师和护士的年附加剂量最高约为 106.27 μ Sv。

本项目 11 间 DSA 机房分别位于 3 处位置，布置相对集中，存在机房间相互影响的可能。其中，西门诊医技综合楼负一层介入中心 DSA3 和 DSA4 机房间共用一道屏蔽墙、东门诊医技综合楼一层介入中心 DSA1\DSA3 和 DSA2\DSA4 分别共用控制室，有可能导致工作人员受照剂量累加。计算方法、所采用的工作时间、居留因子均与表 11-8 相同。

表 11-9 机房相互间影响所致工作人员附加剂量计算表

受影响场所	主要影响来源		影响对象及附加剂量 (μ Sv)		年附加有效剂量 (μ Sv)	
			机房内(术者)	控制室(技师、护士)		
西门诊医技综合楼负一层介入中心 DSA 机房(3)	西门诊医技综合楼负一层介入中心 DSA 机房(4)	透视	28.5	6.71	35.2	35.30
		摄影	0.08	0.02	0.10	
西门诊医技综合楼负一层介入中心 DSA 机房(4)	西门诊医技综合楼负一层介入中心 DSA 机房(3)	透视	19.9	4.68	24.6	24.72
		摄影	0.10	0.02	0.12	
东门诊医技综合楼一层介入中心 DSA 机房(1)	东门诊医技综合楼一层介入中心 DSA 机房(3)	透视	-	6.6	6.6	17.19
		摄影	-	10.59	10.59	
东门诊医技综合楼一层介入中心 DSA 机房(3)	东门诊医技综合楼一层介入中心 DSA 机房(1)	透视	-	7.84	7.84	20.93
		摄影	-	13.09	13.09	

东门诊医技综合楼一层介入中心 DSA 机房(2)	东门诊医技综合楼一层介入中心 DSA 机房(4)	透视	-	8.69	8.69	22.62
		摄影	-	13.93	13.93	
东门诊医技综合楼一层介入中心 DSA 机房(4)	东门诊医技综合楼一层介入中心 DSA 机房(2)	透视	-	9.42	9.42	25.15
		摄影	-	15.73	15.73	

由于西门诊医技综合楼负一层介入中心 DSA3 和 DSA4 机房间共用一道屏蔽墙、东门诊医技综合楼一层介入中心 DSA1\DSA3 和 DSA2\DSA4 分别共用控制室，相对于其他机房而言，临室间的相互影响较大。从表 11-9 理论计算结果看，上述机房相互间影响所致人员附加剂量较低，仅为最大 35.3 μ Sv/a，其他机房间的相互间影响所致人员附加剂量由于距离较远、屏蔽墙数量增加的缘故，人员附加剂量几乎可以忽略。本项目为新设立医院，未来各 DSA 机房所配备医师、技师和护士是否采用轮转或固定的方式开展介入诊疗，以及是否同时参与本医院其他放射科室工作等情况目前无法预估。

综上，DSA 机房介入治疗医师的年附加有效剂量不大于 2.73mSv，技师和护士的年附加有效剂量不大于 141.57 μ Sv，均小于建设单位所设定的职业人员剂量管理目标值 5mSv/a 要求。

需要说明的是，上述 DSA 医师受照剂量估算是依照“透视防护区检测平面上周围剂量当量应不大于 400 μ Sv/h 的限值”进行估算的，实际上操作位的剂量率水平通常低于 200 μ Sv/h，预计 DSA 机房介入工作人员的实际年受照剂量低于 2mSv/a。

(2) 公众年附加有效剂量

本项目西门诊医技病房综合楼负一层介入中心，东门诊医技综合楼一层介入中心均为独立区域，东门诊医技综合楼四层复合手术室位于医院手术部内。上述场所除辐射工作人员、患者及科室内部医护人员外，其他无关的公众人员难以入内。项目运行对公众影响主要考虑机房正上方、正下方区域公众、科室工作人员和患者。

根据表 11-3、11-4、11-5 中各 DSA 机房外主要关注点辐射剂量率水平，同

时考虑每间导管室外公众居留情况估算出公众的年附加剂量见表 11-10，其中透视情况下的剂量率取摄影工况下剂量率的 1/10。

表 11-10 本项目对周围公众人员的年附加剂量估算表

估算对象	估算位置	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		工作时间 (h/a)	居留 因子	年附加 有效剂 量(μSv)	
		摄影	透视				
西门 诊医 技综 合楼 负一 层介 入中 心 DSA1	东墙外 D(设备间 /污物暂存)	摄影	4.58E-1	400	1/16	11.64	
		透视	4.58E-2	66.8	1/16		
	南墙外 F(病人 廊)	摄影	7.77E-1	400	1/16	19.75	
		透视	7.77E-2	66.8	1/16		
	西墙外 G(病人 廊)	摄影	5.12E-1	400	1/16	13.01	
		透视	5.12E-2	66.8	1/16		
	屋顶上 H (室外空地)	摄影	2.01E-4	400	1/16	5.1E-3	
		透视	2.01E-5	66.8	1/16		
	地板下 I (停车场)	摄影	3.58E-4	400	1/16	9.1E-3	
		透视	3.58E-5	66.8	1/16		
	西门 诊医 技综 合楼 负一 层介 入中 心 DSA2	东墙外 D(值班 室)	摄影	4.93E-1	400	1/8	25.06
			透视	4.93E-2	66.8	1/8	
南墙外 E(病人 廊)		摄影	8.15E-1	400	1/16	20.72	
		透视	8.15E-2	66.8	1/16		
西墙外 G(设备间/ 污物暂存)		摄影	4.75E-1	400	1/16	12.07	
		透视	4.75E-2	66.8	1/16		
屋顶上 H (室外空地)		摄影	2.01E-4	400	1/16	5.1E-3	
		透视	2.01E-5	66.8	1/16		
地板下 I(停车场)		摄影	3.58E-4	400	1/16	9.1E-3	
		透视	3.58E-5	66.8	1/16		
西门		北墙外 F(病人	摄影	5.53E-1	400	1/16	14.06

诊医 技综 合楼 负一 层介 入中 心 DSA3	廊)	透视	5.53E-2	66.8	1/16	18.05	
	西墙外 G(污物廊 /设备间)	摄影	7.10E-1	400	1/16		
		透视	7.10E-2	66.8	1/16		
	屋顶上 H (室外空地)	摄影	2.01E-4	400	1/16	5.1E-3	
		透视	2.01E-5	66.8	1/16		
	地板下 I(停车场)	摄影	3.58E-4	400	1/16	9.1E-3	
		透视	3.58E-5	66.8	1/16		
	东墙外 D(污物暂 存/设备间/导管 室)	摄影	6.24E-1	400	1/16	15.86	
		透视	6.24E-2	66.8	1/16		
	北墙外 F (病人 廊)	摄影	6.51E-1	400	1/16	16.55	
		透视	6.51E-2	66.8	1/16		
	屋顶上 H (室外空地)	摄影	2.01E-4	400	1/16	5.1E-3	
		透视	2.01E-5	66.8	1/16		
	地板下 I(停车场)	摄影	3.58E-4	400	1/16	9.1E-3	
透视		3.58E-5	66.8	1/16			
西门 诊医 技综 合楼 负一 层介 入中 心 DSA4	东墙外 D (医护 廊)	摄影	7.10E-1	400	1/16	18.05	
		透视	7.10E-2	66.8	1/16		
	北墙外 E(病人者 廊)	摄影	5.53E-1	400	1/16	14.06	
		透视	5.53E-2	66.8	1/16		
	西墙外 G(设备间/ 无菌库房/刷手)	摄影	7.42E-1	400	1/16	18.86	
		透视	7.42E-2	66.8	1/16		
	屋顶上 H (室外空地)	摄影	2.01E-4	400	1/16	5.1E-3	
		透视	2.01E-5	66.8	1/16		
	地板下 I(停车场)	摄影	3.58E-4	400	1/16	9.1E-3	
		透视	3.58E-5	66.8	1/16		
	东门 诊医 技综	东墙外 D(污物通 道)	摄影	8.15E-1	400	1/16	20.72
			透视	8.15E-2	66.8	1/16	
		北墙外 F (设备	摄影	6.24E-1	400	1/16	15.86

合楼 一层 介入 中心 DSA1	间)	透视	6.24E-2	66.8	1/16	10.50
		摄影	4.13E-1	400	1/16	
	西墙外 H(洁净走廊)	透视	4.13E-2	66.8	1/16	20.72
		摄影	8.15E-1	400	1/16	
	屋顶 I(屋面)	透视	8.15E-2	66.8	1/16	1.3E-2
		摄影	5.15E-4	400	1/16	
	地板下 J(餐厅)	透视	5.15E-5	66.8	1/16	15.86
		摄影	6.24E-1	400	1/16	
	东墙外 D(洁净通道)	透视	6.24E-2	66.8	1/16	22.82
		摄影	8.98E-1	400	1/16	
	北墙外 F (设备间)	透视	8.98E-2	66.8	1/16	38.13
		摄影	1.5	400	1/16	
	西墙外 H(污物通道)	透视	0.15	66.8	1/16	20.72
		摄影	8.15E-1	400	1/16	
	屋顶 I(屋面)	透视	8.15E-2	66.8	1/16	4.0E-3
		摄影	5.15E-4	400	1	
地板下 J(厨房)	透视	5.15E-5	66.8	1	29.74	
	摄影	1.17	400	1/16		
东墙外 D(污物通道)	透视	0.117	66.8	1/16	10.14	
	摄影	3.99E-1	400	1/16		
南墙外 F (设备间)	透视	3.99E-2	66.8	1/16	12.53	
	摄影	4.93E-1	400	1/16		
西墙外 H(洁净走廊)	透视	4.93E-2	66.8	1/16	84.59	
	摄影	2.08E-1	400	1		
屋顶 I(诊室)	透视	2.08E-2	66.8	1	1.3E-2	
	摄影	5.15E-4	400	1/16		
地板下 J(餐厅)	透视	5.15E-5	66.8	1/16	20.64	
	摄影	8.12E-1	400	1/16		
东墙外 D(洁净通道)	透视	8.12E-2	66.8	1/16	7.88	
	摄影	3.10E-1	400	1/16		
南墙外 F (设备间)	摄影	3.10E-1	400	1/16	7.88	

合楼 一层 介入 中心 DSA4	东门 诊医 技综 合楼 四层 复合 手术 室1	间)	透视	3.10E-2	66.8	1/16	27.96
		西墙外 H(污物通 道)	摄影	1.1	400	1/16	
			透视	0.11	66.8	1/16	
		屋顶 I(诊室)	摄影	2.08E-1	400	1	84.59
			透视	2.08E-2	66.8	1	
		地板下 J(餐厅)	摄影	5.15E-4	400	1/16	1.3E-2
			透视	5.15E-5	66.8	1/16	
		北墙外 B (设备间)	摄影	2.4E-1	400	1/16	6.1
			透视	2.4E-2	66.8	1/16	
		东墙外 E(污物通 道)	摄影	4.76E-1	400	1/16	12.09
			透视	4.76E-2	66.8	1/16	
		西墙外 G(洁净通 道)	摄影	4.0E-1	400	1/16	10.17
			透视	4.0E-2	66.8	1/16	
		屋顶上 I(家属等 候区)	摄影	9.2E-1	400	1/16	23.38
			透视	9.2E-2	66.8	1/16	
		地板下 J(辅助用 房)	摄影	5.02E-5	400	1/16	1.3E-3
透视	5.02E-6		66.8	1/16			
东门 诊医 技综 合楼 四层 复合 手术 室2	南墙外 D(MR 防 护墙)	摄影	1.96E-2	400	1/16	0.50	
		透视	1.96E-3	66.8	1/16		
	东墙外 F(污物通 道)	摄影	4.98E-1	400	1/16	12.66	
		透视	4.98E-2	66.8	1/16		
	西墙外 H(洁净通 道)	摄影	2.83E-1	400	1/16	7.19	
		透视	2.83E-2	66.8	1/16		
	屋顶上 J(家属等 候区)	摄影	9.2E-1	400	1/16	23.38	
		透视	9.2E-2	66.8	1/16		
	地板下 K(辅助用 房)	摄影	5.02E-5	400	1/16	1.3E-3	
		透视	5.02E-6	66.8	1/16		

根据上述估算结果，本项目 DSA 机房外主要公众关注点年附加剂量最大值为 84.59 μ Sv，能满足本评价剂量约束目标值 0.1mSv 的要求。

11.2.4 三废的治理评价

(1) 废水

工作人员和部分病人产生的普通生活污水，由院内污水处理站统一处理。

(2) 废气

DSA 机房内的空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

(3) 固体废物

工作人员产生的一般生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

本项目 DSA 介入手术时产生的废医用器具和废药棉、纱布、手套等医疗废物，暂存于 DSA 机房附近的污物暂存间，在污物暂存间采用专用包装袋、容器分类收集后就地打包，经污物走廊运至医院危废暂存间，由医院统委托有资质单位进行处置。

11.3 辐射事故（件）影响分析

11.3.1 辐射事故（件）类型

医用射线装置发生大剂量照射事故的几率极小。DSA 射线装置在运行中，可能发生以下事件：

- ① 人员误入机房受到不必要的照射；
- ② X 射线装置工作状态下，没有关闭防护门，或者门机联锁装置失效，对附近经过或停留人员产生误照射；
- ③介入工作人员防护措施不当导致累积剂量超过年剂量限值。

11.3.2 辐射事件危害

本项目 11 间 DSA 机房分别位于西门诊医技综合楼负一层介入中心、东门诊医技综合楼一层介入中心和东门诊医技综合楼四层手术部内。患者经麻醉后被推入上述区域，其他活动人员均为院内医护人员，当射线装置出束时防护门未关闭或突然被打开，假设联锁故障，防护门附近人员将受到一定量的散射和漏射 X 射线照射。依据前面 DSA 机房外剂量率估算中的结论，机房内辐射源 1m 处泄漏辐射和侧向散射辐射总的剂量率为 97.3mGy/h，所有机房中防护门距离辐射源最近为 4.4m，假设摄影工况下出束持续时间 10s，则处于防护门附近人员的受照剂量为 14.03 μ Gy。由于设备出束时间短，散射线和漏射线能量有限，加之 X 射线能量的距离衰减作用，此种偶发情况下人员受照剂量很小，但是容易引发非放

射工作人员的不安情绪。一旦出现该种情况，要耐心细致给予解释，防止事态扩大化，并及时根据具体原因启动处置程序。如人员个人剂量监测值超过年剂量限值，则应当启动辐射应急预案。

11.3.3 事件（故）防范措施

针对人员误入机房受到照射的防范措施是：机房防护门上设置电离辐射警示标志、中文警告说明。防护门上方设置工作状态指示灯，并且和防护门联锁。当防护门关闭准备出束时，警示灯自动点亮，以警示人员别误入机房。

针对没有关闭防护门出束的防范措施是：规范工作秩序，严格执行《操作规程》和《辐射防护和安全保卫制度》，并定期性检查联锁装置是否完好。此外，辐射防护领导小组每半年一次检查安全规章和制度落实情况，发现问题及时纠正。

如果出现上述事件，应立即按下设备操作台或室内的急停按钮，切断装置的电源，迅速启动应急处理预案，依照应急预案人员和职责、事故处理原则和处理程序等进行处理。

11.4 辐射环境影响评价

根据上述工作人员年剂量计算结果和主要关注点公众年剂量计算结果，以及剂量与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽等因素，预计本项目机房周围 50m 评价范围内工作人员和公众的年剂量能满足本评价剂量约束目标值（5mSv，0.1mSv）的要求。

因此，西安大兴渭水园医院 DSA 血管造影核技术应用项目，对周围环境的辐射影响在可接受范围之内。

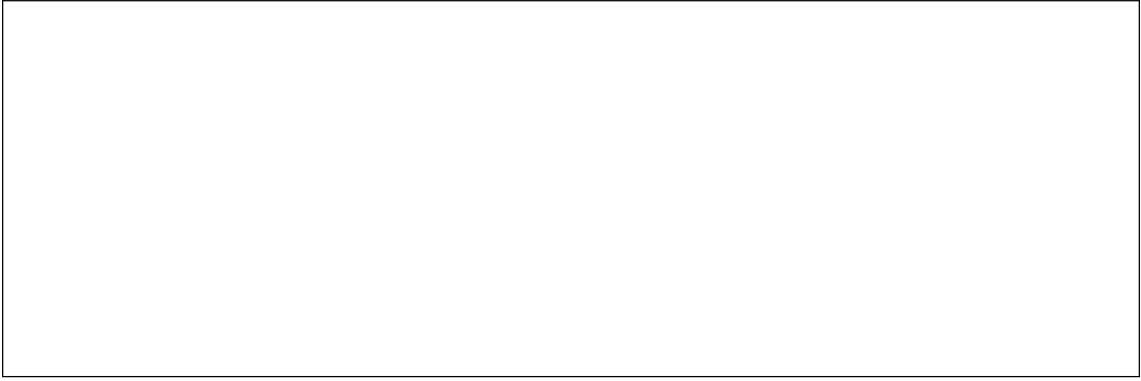


表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

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。

西安大兴渭水园医院应按照相关要求在核技术利用项目运行时应成立辐射安全和环境保护领导机构，明确辐射安全和环境保护管理机构成员，明确各机构成员的职责，做到职责分明，明确专/兼职辐射防护管理人员。医院应根据陕西省环境保护厅《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）相关规定，加强决策层、辐射防护负责人、辐射工作人员管理，使之具备一定辐射安全能力。

表 12-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化机构建设、人员管理内容

管理内容		管理要求
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安全与环境管理机构和负责人
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。
		建立健全复审安全管理制度，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，并有完整的巡查及整改记录。
	直接从	岗前进行职业健康体检，结果无异常。

员 管 理	事放射 工作的 作用人 员	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作出承诺。
		熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况后，能够有效处理。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 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，生产、销售和使用射线装置的单位应有健全的操作规程、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、监测方案等。第七款的要求，使用射线装置的单位有完善的辐射事故应急措施。

针对本项目实际情况，项目运行时应具有以下辐射安全管理规章制度和操作规程：《辐射安全管理规定》、《放射性同位素与射线装置管理制度》、《辐射工作场所分区管理规定》、《辐射安全与防护设施的维护与维修制度》、《安全保卫制度》、《患者管理规定》、《工作区域和环境辐射水平监测方案》、《监测仪表使用与检验管理制度》、《人员培训/再培训管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射事故应急预案》、《放射性“三废”管理规定》、《DSA 机操作流程》、《CT 机操作流程》、《质量保证大纲和质量控制检测计划》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《环境监测设备使用与检定管理制度》、《放射防护安全保障制度》、《辐射监测计划》和《患者和受检者安全防护制度》等。

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）的相关规定要求项目运行时应制定的管理规章制度的执行情况及应急管理按表 12-2 的要求，逐项落实完善。

表 12-2 辐射安全管理标准化建设项目表(辐射安全管理部分)

管理内容	管理要求
*制度执行	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射线装置台账。
	建立射线装置的岗位职责、操作规程,严格按照规程进行操作,并对规程情况进行检查考核,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。
	建立辐射工作人员个人剂量管理制度,每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测,对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门,保证个人剂量检测档案的连续有效性。
	建立辐射工作人员职业健康体检管理制度,定期进行辐射工作人员的职业健康体检,对体检异常人员及时复查,保证职业人员健康监护档案的连续有效性。
	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、维修记录档案。
	建立辐射环境监测制度,定期对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,定期进行应急演练。
	辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案当包括下列内容: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。

注:表中标注有“*”内容为关键项,为强制性规范要求。

辐射安全管理规章制度和操作规程应落实到有关的工作岗位，并进行宣贯、培训、考核；应每年至少 1 次对辐射安全管理规章制度和操作规程的执行情况进行检查评估；应及时修订完善辐射安全管理规章制度和操作规程，确保其有效和适用，保证每个岗位所使用的为最新有效版本。

12.2.2 人员管理

本项目为新建项目，所有工作人员均为新招聘，本次评价针对新招聘的工作人员提出以下要求：

(1) 应组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训取得合格证书，持证上岗。辐射工作人员取得上岗证后，应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定，每五年进行再培训。项目运行期若新增人员，同样需要参加辐射安全培训并取得合格证书后持证上岗。

(2) 辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；上岗后的辐射工作人员应定期进行职业健康检查，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；辐射工作人员脱离放射工作岗位时，应当对其进行离岗前的职业健康检查；工作人员职业健康检查工作应由职业健康检查机构承担。

(3) 辐射工作人员要接受个人剂量监测并建立个人剂量档案。辐射工作人员调动时，个人剂量档案将随其转给调入单位，个人剂量档案终身保存；个人剂量计的监测周期一般为 1 个月，最长不得超过 3 个月；介入工作人员工作时每人应佩戴两个剂量计，在防护服内的左胸前和防护服外的衣领上分别佩戴，相关内外科的工作人员、护士应纳入辐射工作人员管理；工作人员个人剂量监测工作应委托具有相关资质的个人剂量监测技术服务机构进行。

(4) 应建立辐射工作人员培训档案、个人剂量监测档案和职业健康监护档案，其中培训档案应包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等资料；个人剂量监测档案应包括：1) 历年常规监测的方法和结果等相关资料；2) 应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料；职业健康监护档案应包括：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。

12.3 辐射监测

12.3.1 个人剂量监测

本项目涉及的辐射工作人员应配备个人剂量计，每季度委托具有资质的个人剂量监测技术服务机构进行监测，建立个人剂量检测档案；在每年的辐射安全和防护状况评估报告中，应包含辐射工作人员个人剂量检测数据及安全评估的内容。

12.3.2 工作场所和辐射环境监测

项目建成后，委托有资质的单位对其进行竣工环境保护验收监测，并及时组织竣工环境保护验收工作；项目正式运营后，应定期对新建的机房进行监测，监测频次不小于 1 次/年，监测结果应详细记录并存档机房的检测结果纳入辐射安全和防护状况评估报告中，并在每年 1 月 31 日之前上报发证机关。

12.3.3 自行监测方案

医院针对本次 DSA 项目，拟建立辐射环境自行监测方案，配备至少 1 台 χ - γ 辐射巡测仪定期对机房周边环境进行巡检，发现异常应立即停止放射工作，并查找原因。监测方案如下：

- (1) 监测项目：X 射线剂量率水平
- (2) 检测设备：便携式辐射巡测仪
- (3) 检测频次：剂量率水平每年不少于 1 次。

本项目涉及工作场所的监测布点：监测点位主要是机房的周边、楼上、楼下、特别是控制室控制廊和防护门处。测量结果连同测量条件、测量方法和仪器、测量时间等一同记录并妥善保存，并根据标准要求，每年进行一次设备状态检测。监测计划见表 12-3。便携式辐射巡测仪应每年由法定计量单位进行一次检定校准。

表 12-3 项目辐射监测方案

监测因子	监测点位	监测方法	检测频次	检测条件
X/γ 空气吸收剂量率	每间 DSA 机房及复合手术手术室屏蔽墙体外表面 30cm 处（每侧至少两个点）、工作人员门、患者进出门、垃圾通道门、观察窗表面 30cm 处（上中下左中右九个点）、楼上距地 1.0m 处、楼下距地 1.7m 处，工作人员操作位、线缆口、锁眼及其他防护薄弱位置	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020），使用便携式辐射巡测仪直读	≥1 次/年	DSA:70kV、1mA、标准水模； CT：常用条件，准直宽度不小于 10mm、CT 体模

12.4 辐射事故应急

为有效防护、及时控制放射事故所致的伤害，加强射线装置安全监测和控制等管理工作，保障放射相关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，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）及其它有关法律、法规和职能部门要求，建设单位应建立辐射事故应急预案。应急预案应包括以下内容：

- （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。

依照《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）有关要求，针对可能发生的风险事故，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围，执行辐射事故应急预案。

本评价针对项目的辐射事故应急提出以下要求：

医院应制定《辐射事故（件）应急预案》，包含对本项目使用 DSA 和 CT 机的辐射事故应急管理相关内容，依据《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》等法律法规的要求，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，妥善处理，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在应急预案中进一步明确规定处理的组织机构及其职责分工、事故分级、应急措施、报告程序、联系方式等内容，能够满足医院实际辐射工作的需要。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。医院将每年至少组织一次应急演练。

12.5 环境保护投资估算

项目总投资 14700 万元，其中环保投资 556 万元，占总投资的 3.78%。环保投资主要用于辐射安全防护设施建设、辐射工作人员职业健康体检、个人防护用品及辐射监测仪器采购、工作人员上岗培训、个剂监测、工作场所监测等。项目环保投资明细一览表见表 12-4。

表 12-4 本项目环保投资估算表

项目	设施（措施）	投资金额 （万元）
机房屏蔽防护	屏蔽墙、防护门、观察窗、顶地处理	350
安全与防护措施	电离辐射警告标志、工作状态指示灯、监控及对讲装置、制度上墙等	22
个人防护用品及辅助防护设施	辐射工作人员个人防护用品及辅助防护设施：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、铅橡胶帽子、介入防护手套、铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏、移动铅防护屏风 患者个人防护用品：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子	66
通排风	通风系统、空气净化	88
辐射监测仪器	便携式辐射巡测仪	2
人员管理	人员体检、人员培训、个人剂量档案及健康档案	8
竣工验收	环境监测及竣工环境保护验收费用	20
合计		556

12.6 项目环保验收内容建议

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) 以及《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定, 项目竣工后应及时进行自主验收, 编制验收监测报告。验收合格后, 并取得新的辐射安全许可证后, 方可投入生产或使用。根据项目建设和运行情况, 评价单位建议本项目竣工环境保护验收的内容见表 12-5。

表 12-5 环保设施竣工验收要求一览表

验收内容	验收要求	备注
环保资料	本项目审批后的环境影响报告表、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<5.0mSv; 机房外公众成员年有效剂量<0.1mSv	GB18871-2002 及医院管理目标值要求
人员要求	辐射工作人员通过辐射安全与防护考核, 放射体检无职业禁忌症	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	DSA 介入手术室及复合手术室四周墙体外 30cm 处、防护门外 30cm 处、观察窗外 30cm 处、操作台、机房上方、机房下方、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
设备数量及参数	DSA 设备数量及技术参数不超过本环评报告	/
个人剂量监测	每名介入手术放射工作人员在铅防护服内外各佩戴 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。	/
监测仪器	便携式辐射巡测仪 1 台	
防护用品 (每间 DSA 机房)	工作人员 辐铅橡胶围裙 8 个、铅橡胶颈套 8 个、铅防护眼镜 8 个、铅橡胶帽子 8 个	$\geq 0.5\text{mmPb}$
	介入防护手套 1 副	$\geq 0.025\text{mmPb}$

	患者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾 1 个、铅橡胶颈套 1 个、铅橡胶帽子 1 个	$\geq 0.25\text{mmPb}$
	硬件设施	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘 1 个、床侧防护帘/床侧防护屏 1 个	$\geq 0.5\text{mmPb}$
		移动铅防护屏风 1 个	$\geq 2.0\text{mmPb}$
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，设置门灯联锁装置。</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；操作间与机房设对讲装置。</p> <p>⑥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辐射工作场所建设和布局与环评报告表描述内容一致。辐射工作场所墙和防护门的屏蔽能力满足辐射防护的要求。</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。		
应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际，应急预案明确了应急处理组织机构及职责、处理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等。配备必要的应急器材、设备。针对使用射线装置过程中可能存在的风险，建立应急预案，落实必要的应急装备，进行过辐射事故（件）应急演练。		

表 13 结论与建议

结论

(1) 实践正当性

西安大兴渭水园医院拟新建 11 座 DSA 机房和配套设施用房，并安装 11 台 DSA(最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA)，1 台 CT(最大管电压 140kV，最大管电流 800mA)用于开展医疗影像诊断和引导介入治疗，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)辐射防护“实践正当性”原则。

(2) 选址合理性

西安大兴渭水园医院新建 11 间 DSA 机房分别位于院西门诊医技综合楼负一层介入中心、东门诊医技综合楼一层介入中心和东门诊医技综合楼四层手术部，与周围其他诊疗场所相对独立，50m 评价范围均为本院内部，周围无环境敏感点，项目运行后环境保护目标主要是辐射工作人员、其他医务人员、院内病患等。本项目射线装置机房与控制室分开，区域划分明确，选址及布局合理。

(3) 辐射环境现状

西安大兴渭水园医院项目所在地空气吸收剂量率为 39nGy/h~72nGy/h 之间，处于正常环境本底水平，辐射环境现状无异常。

(4) 环境影响评价

西安大兴渭水园医院 DSA 血管造影核技术利用项目拟采取的辐射防护屏蔽措施适当，符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)相关要求。根据预测结果，在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，本项目投入运行后对机房四周公众的年附加剂量最大为 84.59 μ Sv，即约 0.85mSv，对辐射工作人员年附加剂量最大为 2.73mSv。能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中对职业人员和公众年有效剂量限值要求以及本项目管理目标限值要求(职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv)。

(5) 辐射安全措施评价

本项目 DSA 机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯并且和防护门联锁；DSA 机房设有闭门装置，射线装置机房内外均设置有急停按钮，符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中的要求。在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

(6) 辐射安全管理评价

西安大兴渭水园医院 DSA 血管造影核技术利用项目为新建项目，项目运行前应按照环评要求完善各项规章制度，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）的要求，设置辐射安全与环境保护管理机构，安排专（兼）职辐射安全管理人员，全面负责辐射安全管理相关工作，制定各项辐射安全管理规章制度，辐射安全管理人员和辐射工作人员持证上岗，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。在完善环评相关要求的前提下，具备相应的辐射安全管理能力。

综上所述，西安大兴渭水园医院 DSA 血管造影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，选址合理。项目在严格落实本报告提出的各项辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，具备辐射活动相适应的核技术应用能力。项目运行期对周围环境的辐射影响可达到合理且尽可能低的水平，满足辐射防护最优化原则；项目运行所致辐射工作人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准限制要求，符合剂量限值约束原则。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，项目建设可行。

建议

(1) 本项目须在环评审批通过后，方可依据环评及批复的要求开工建设。

(2) 项目建设期间，严格按照《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〔2018〕29 号）相关要求，建立健全各项辐射防护管理规章制度，规范管理与操作，认真开展自查自评工作，发现问题及时整改，竣工验收前须达到辐射安全管理标准化要求。

(3) 项目竣工后，按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对项目配套建设的环境保护设施进行验收，经验收合格并取得辐射安全许可证后方可投入运行。

(4) 项目建成运行后，应不断完善并严格执行辐射环境监测制度，每年应对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发证机关报送上一年度辐射安全年度评估报告。

